

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

GRUPPO DI LAVORO - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE: TRATTO REGGIO CALABRIA - MELITO - MEGALOTTO 5

RESPONSABILE DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Dott. Arch. Barbara Banchini

Laureata in Architettura ed iscritta all'Ordine degli Architetti di Roma e Provincia con il n° 14321

COORDINAMENTO GENERALE SIA

Dott. Geol. Andrea Rondinara

Laureato in Scienze Geologiche ed iscritto all'Albo Professionale dei Geologi della Regione Lazio in data 30/05/1994 con n° 921

Componente Atmosfera

Dott.ssa Alessandra Ronchi

Laureata in Chimica Industriale ed iscritta all'Albo Professionale dei Chimici della Provincia di Bologna in data 07/03/1997 con il n° 1375

Componente Suolo e Sottosuolo e Componente Ambiente Idrico

Dott.ssa Alessia Bravo

Laureata in Scienze Geologiche

Componente Vegetazione, Flora e Fauna e Componente Ecosistemi

Dott.ssa For. Elisa Gerundino

Laureata in Scienze Forestali ed Ambientali ed iscritta all'Albo dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali delle province di Pisa, Lucca e Massa Carrara col numero 584

Dott.ssa Emanuela Busignani

Laureata in Scienze Naturali

Componente Rumore

Ing. Micheladolfo Bianchi

Laureato in Ingegneria aeronautica ed iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° 21311 dal marzo 2000, iscritto nel I° Elenco dei Tecnici Acustici Abilitati della Regione Lazio con il n° 13.

Ing. Vincenzo Nevigari

Laureato in Ingegneria Meccanica ed iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° A25873 dal 30 marzo 2005

Componente Vibrazioni

Ing. Micheladolfo Bianchi

Laureato in Ingegneria aeronautica ed iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° 21311 dal marzo 2000 , iscritto nel I° Elenco dei Tecnici Acustici Abilitati della Regione Lazio con il n° 13.

Componente Salute pubblica

Ing. Daniela Maggiori

Laureata in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio

Componente Paesaggio

Arch. Silvana Ares

Laureata in Architettura

INDICE

| | | | | | |
|----------|------------------------------------------------------------|-----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1 | PREMESSA | 6 | 5.5 | Effetti in fase di costruzione | 77 |
| 2 | INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 7 | 5.6 | Effetti in fase di esercizio | 84 |
| 3 | COMPONENTE AMBIENTE IDRICO | 8 | 6 | COMPONENTE ECOSISTEMI | 86 |
| 3.1 | Area di studio e ricettori interessati..... | 8 | 6.1 | Caratterizzazione dello stato di fatto | 86 |
| 3.2 | Riferimenti normativi | 8 | 6.2 | Analisi comparativa delle alternative di progetto | 90 |
| 3.3 | Caratterizzazione dello stato di fatto | 9 | 6.3 | Aree sensibili | 91 |
| 3.4 | Analisi comparativa delle alternative di progetto..... | 18 | 6.4 | Individuazione degli elementi di una potenziale Rete ecologica..... | 93 |
| 3.5 | Aree sensibili..... | 19 | 6.5 | Effetti in fase di costruzione..... | 94 |
| 3.6 | Effetti previsti in fase di costruzione | 23 | 6.6 | Effetti in fase di esercizio | 96 |
| 3.7 | Effetti previsti in fase di esercizio | 25 | 7 | VALUTAZIONE DI INCIDENZA AMBIENTALE PER IL SITO DI INTERESSE COMUNITARIO IT9350132 “FIUMARA DI MELITO” | 98 |
| 4 | COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO | 27 | 7.1 | Premessa..... | 98 |
| 4.1 | Area di studio e ricettori interessati..... | 27 | 7.2 | Inquadramento territoriale..... | 98 |
| 4.2 | Riferimenti normativi | 27 | 7.3 | Valutazione di incidenza ambientale | 103 |
| 4.3 | Caratterizzazione dello stato di fatto | 28 | 8 | COMPONENTE ATMOSFERA | 116 |
| 4.4 | Analisi comparativa delle alternative di progetto..... | 53 | 8.1 | Premessa..... | 116 |
| 4.5 | Aree sensibili..... | 54 | 8.2 | Gli inquinanti..... | 116 |
| 4.6 | Effetti previsti in fase di costruzione | 57 | 8.3 | Normativa | 122 |
| 4.7 | Effetti previsti in fase di esercizio | 58 | 8.4 | Caratterizzazione e quantificazione delle sorgenti inquinanti | 126 |
| 5 | COMPONENTE VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA | 60 | 8.5 | Scelta del modello di diffusione atmosferica degli inquinanti | 134 |
| 5.1 | Vegetazione - Caratterizzazione dello stato di fatto | 60 | 8.6 | Risultati delle simulazioni..... | 138 |
| 5.2 | Fauna - Caratterizzazione dello stato di fatto | 68 | 8.7 | Effetti in fase di costruzione..... | 138 |
| 5.3 | Analisi comparativa delle alternative di progetto..... | 75 | 9 | COMPONENTE RUMORE | 140 |
| 5.4 | Aree sensibili..... | 76 | 9.1 | Premessa..... | 140 |
| | | | 9.2 | Normativa | 141 |
| | | | 9.3 | Misura dell'impatto acustico | 154 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>9.4 I ricettori acustici 160</p> <p>9.5 Caratterizzazione acustica ante operam 165</p> <p>9.6 Il modello di simulazione SoundPLAN 181</p> <p>9.7 Analisi comparativa delle alternative di progetto..... 187</p> <p>9.8 Aree sensibili..... 188</p> <p>9.9 Effetti previsti in fase di costruzione 189</p> <p>10 VIBRAZIONI 193</p> <p>10.1 Premessa 193</p> <p>10.2 Normativa di riferimento 193</p> <p>10.3 Effetti previsti in fase di costruzione 203</p> <p>10.4 Effetti previsti in fase di esercizio 204</p> <p>11 SALUTE PUBBLICA 206</p> <p>11.1 Area di studio e ricettori interessati..... 206</p> <p>11.2 Stato attuale..... 206</p> <p>11.3 Aree sensibili..... 206</p> <p>11.4 Effetti previsti in fase di costruzione 206</p> <p>11.5 Effetti previsti in fase di esercizio 206</p> <p>11.6 Stabilimenti a rischio di incidente rilevante 207</p> <p>12 PAESAGGIO 208</p> <p>12.1 Inquadramento paesaggistico di area vasta 208</p> <p>12.2 Gli ambiti paesaggistici..... 209</p> <p>12.3 Gli aspetti formali e compositivi ed i segni del territorio 210</p> <p>12.4 Il sistema insediativo 211</p> <p>12.5 Analisi demografica..... 211</p> <p>12.6 Caratteri socioeconomici..... 213</p> <p>12.7 Emergenze di interesse archeologico e storico-testimoniale..... 214</p> | <p>12.8 Aree critiche217</p> <p>12.9 Effetti previsti in fase di cantiere217</p> <p>12.10 Effetti previsti in fase di esercizio218</p> <p>12.11 Il rischio archeologico218</p> <p>13 INTERAZIONE OPERA/AMBIENTE222</p> <p>13.1 Sensibilità complessiva ante-operam222</p> <p>13.2 Le aree critiche222</p> <p>13.3 Analisi degli impatti.....223</p> <p>13.4 Qualità ambientale post-operam e post-mitigazione224</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

1 PREMESSA

Il Quadro di riferimento Ambientale contiene l'analisi dei sistemi ambientali interessati dal progetto, sia direttamente sia indirettamente, rispetto ai quali è da presumere possano manifestarsi effetti significativi.

L'individuazione del contesto ambientale oggetto delle analisi di dettaglio (l'area nella quale si trovano i recettori sensibili), potenzialmente interessato da interferenze significative, avviene all'inizio attraverso la definizione di fasce di territorio circostanti l'opera in progetto, aventi un'ampiezza pari a circa 1,0 Km dall'infrastruttura stradale.

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

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

- ambiente idrico: acque sotterranee e superficiali;
- suolo e sottosuolo: geologia, geomorfologia, uso del suolo;
- vegetazione, flora, fauna: qualità delle formazioni vegetali e associazioni animali, equilibri naturali;
- ecosistemi: caratterizzazione, funzionamento e qualità del sistema ambientale nelle sue unità ecosistemiche;
- atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica;
- rumore e vibrazioni: caratterizzazione della situazione attuale e simulazioni post operam;
- paesaggio: aspetti storico-testimoniali e culturali; condizioni naturali ed antropiche che hanno determinato l'evoluzione del paesaggio; aspetti insediativi e socioeconomici.

La componente "atmosfera" è stata inserita dopo la componente "ecosistemi" per poter risultare precedente alle componenti "rumore" e "vibrazioni" con le quali ha in comune il censimento ricettori.

Ciascuna Monografia si articola secondo il seguente percorso logico:

- analisi mirate ad esplicitare i caratteri attuali del contesto ambientale potenzialmente interessato dall'intervento, con il ricorso anche a cartografie tematiche riferite alle singole componenti naturali biotiche ed abiotiche, alle componenti antropiche, agli aspetti paesaggistici;
- valutazione della qualità attuale delle componenti ambientali considerate;
- individuazione e stima degli impatti
- confronto degli impatti e degli effetti tra le diverse alternative di tracciato.

Tutte le rilevazioni ambientali sono state eseguite utilizzando come base cartografica la cartografia in scala 1:5.000 derivante dalla fotorestituzione del Volo realizzato appositamente per la progettazione del Megalotto 5: per alcuni tematismi è stata mantenuta la scala originale (1:5.000) per altri invece si è preferito riportare le informazioni sulla stessa cartografia ridotta 1:10.000. Altri tematismi ancora, quelli che interessano un'area vasta, sono stati rappresentati con l'ausilio di cartografia IGM in scala 1:25.000.

Inoltre per alcune componenti ambientali si è fatto ricorso alla fotointerpretezione attraverso la consultazione delle foto aeree: i dati derivanti da tali fotointerpretazioni sono stati successivamente verificati attraverso mirati sopralluoghi in campo che hanno permesso di controllare ed approfondire quanto rilevato.

Sulla base degli elementi analizzati nelle diverse monografie tematiche di componente e degli incontri in forma seminariale del gruppo di lavoro (Specialisti ambientali e Progettisti) sono stati valutati in modo integrato gli impatti pervenendo ad una valutazione complessiva degli impatti settoriali e delle mitigazioni da inserire nel progetto.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto dell'intervento è ubicata nella zona meridionale della Calabria ed interessa buona parte della fascia costiera della Provincia di Reggio Calabria, estendendosi tra il Capoluogo ed il Comune di Melito di Porto Salvo.

In linea generale lungo la direttrice nord-sud, il sistema insediativo dell'area è quello individuato dalla conurbazione Reggio Calabria-Villa S. Giovanni e da insediamenti di tipo aggregato.

In particolare i Comuni direttamente interessati dal progetto della nuova S.S.106 sono (ISTAT 1991):

- Reggio Calabria 177.580 abitanti ;
- Motta S. Giovanni 6.592 abitanti ;
- Montebello Jonico 7.521 abitanti ;
- Melito Porto Salvo 10.727 abitanti ;
- Roghudi 1.530 abitanti ;

Il territorio si caratterizza per la variegata presenza, nello spazio di qualche chilometro, di paesaggi ed ambienti differenti: salendo dalla costa si passa infatti dal paesaggio mediterraneo calabrese, la fascia costiera, ad ambienti collinari, la fascia pedemontana e montani con il massiccio dell'Aspromonte al centro della regione.

La parte interna del territorio è così caratterizzata da una struttura morfologica di tipo montuoso che si collega con le propaggini del "Sistema montuoso dell'Aspromonte", mentre il litorale è caratterizzato da insediamenti abitativi costieri che presentano uno sviluppo tra linea di costa e le vie di comunicazione litoranee o a cavallo di queste.

Tutto il territorio è attraversato da numerose importanti fiumare, con bacini imbriferi variabili da qualche kmq a circa 150 kmq, caratterizzate da un regime idraulico del tutto particolare.

Questo sistema di fiumare ha creato nel tempo un insieme di valli di non grande estensione ma molto fertili consentendo lo svolgimento di attività agricole ed il sorgere di numerosi insediamenti abitativi.

Discorso del tutto a sé stante costituisce la città di Reggio Calabria, la più grande della Calabria e la più estesa in quanto a territorio comunale (236 Km²), nonché caratterizzata da una notevole estensione lungo la costa (oltre 10 Km) e da un territorio che si spinge ad altitudini variabili dal livello del mare fino ad oltre quota 1800 metri.

3 COMPONENTE AMBIENTE IDRICO

3.1 Area di studio e ricettori interessati

L'analisi dell'ambiente idrico in cui si inserisce l'intervento in progetto riguarda l'analisi delle rete idrografica superficiale, della circolazione idrica sotterranea e delle reciproche connessioni, l'analisi meteo-idrologica in relazione ai fenomeni che influiscono sulle interazioni tra l'opera e l'ambiente e l'esame di qualità biologica dei corsi d'acqua.

Gli impatti maggiormente significativi che possono essere determinati sul sistema idrico dalla realizzazione di lavori come quelli in esame sono sostanzialmente riconducibili all'alterazione degli equilibri naturali e all'induzione di inquinamento, sia relativamente alle acque di superficie, sia alle acque sotterranee.

Tale tipologia attiene agli effetti di inquinamento sull'ambiente idrico derivanti, durante la fase di cantierizzazione, dai lavori di costruzione delle opere, mentre in fase di esercizio dall'eventuale rischio del verificarsi eventi accidentali che coinvolgono lo sversamento di sostanze inquinanti.

Relativamente all'ambiente idrico possono quindi considerarsi ricettori sensibili quegli elementi o quelle aree che potenzialmente possono subire un'alterazione dei naturali equilibri idraulici e dello stato di qualità delle acque che attualmente li caratterizzano.

In particolare, la porzione di territorio investigata corrisponde ad un'ampia fascia pseudo parallela alla costa ionica nel tratto che si estende dalla periferia meridionale di Reggio Calabria al territorio comunale di Melito di Porto Salvo (quasi al confine con il Comune di San Lorenzo).

Naturalmente al fine di analizzare ed interpretare le relazioni tra gli interventi in progetto e la circolazione idrica, superficiale e sotterranea, nell'area di pertinenza progettuale, sono stati esaminati i fattori principali che regolano tale circolazione idrica superficiale (con particolare riguardo alla dinamica delle fiumare calabresi) e sotterranee.

3.2 Riferimenti normativi

I principali riferimenti normativi da considerare sono rappresentati da:

- Legge Merli, del 10 maggio 1976, n.319 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento", integrata e modificata dalla L. 24 dicembre 1979, n.650, che ha come oggetto:
 - la disciplina di scarichi pubblici e privati, diretti e indiretti, in tutte le acque superficiali e sotterranee, interne e marine, pubbliche e private, nonché in fognature sul suolo e nel sottosuolo,
 - la formulazione dei criteri generali per l'utilizzazione e lo scarico delle acque, l'organizzazione dei pubblici servizi di acquedotto, fognature e depurazione,
 - la redazione di un piano generale di risanamento delle acque,
 - l'organizzazione di un sistema di rilevamento sistematico delle caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici.
- La Legge 24 dicembre 1979 n. 650 modifiche alla legge Merli.
- Direttiva CEE del 21 maggio 1991, n.271 concernente il trattamento delle acque reflue urbane, ovvero la tipologia di trattamento che devono subire le acque reflue che confluiscono in reti fognarie prima dello scarico.
- La legge 17 maggio 1995 n. 172 "Modifiche alla disciplina delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili che non recapitano in pubbliche fognature" (Modifiche alla Legge Merli).
- D.lvo 29 ottobre 1999, n.490: Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 ottobre, n.352 (che recepisce ed ingloba quasi totalmente la Legge 431/85 "Galasso").
- Legge n.183 del 1989 sulla protezione del suolo che istituisce le Autorità di Bacino ed introduce la programmazione integrata a livello dei bacini idrografici per la gestione ottimale delle risorse e la protezione dell'ambiente e del territorio.
- La legge 5 gennaio 1994 n. 36 "Disposizioni in materia di risorse idriche" (Legge Galli).
- Il DPCM 4 marzo 1996 "Disposizioni in materia di risorse idriche".

Per quanto concerne gli scarichi di talune sostanze considerate pericolose sono da considerare i decreti legislativi 27 gennaio 1992 n.132 e 133 di recepimento delle direttive comunitarie sull'inquinamento da sostanze industriali.

Le più recenti disposizioni di legge sono contenute nel Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152, recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento in definitivo recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

Infine per la regolamentazione degli standard di qualità chimico microbiologica dell'acqua sono da considerare:

- il DPR n. 515/82 sulle acque potabili;
- il Decreto del Ministero della Sanità del 15 febbraio 1983 e la delibera del 28 gennaio 1983 del Comitato Internazionale per la tutela delle acque dall'inquinamento che rispondono a quanto dettato dall'art.2, ultimo capoverso del DPR n.515/82;
- il Decreto Legislativo n.130/92 sulla vita acquatica che regola la qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci;
- il Decreto Legislativo 18 agosto 2000 n° 258, recante "Disposizione sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE e della direttiva 91/676/CEE".

A livello regionale, i principali riferimenti normativi da considerare sono rappresentati da:

- Legge Regionale del 29 novembre 1996, n. 35 che vede l'istituzione dell'Autorità di Bacino della Regione Calabria: "Costituzione dell'Autorità di Bacino Regionale in attuazione della Legge 18 maggio 1989, n.183 e successive modificazioni ed integrazioni".
- Legge Regionale del 3 ottobre 1997, n.10: "Norme in materia di valorizzazione e razionale utilizzazione delle risorse idriche e di tutela delle acque dall'inquinamento. Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali (A.T.O.) per la gestione del servizio idrico integrato.

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ai sensi dell'art. 1-bis della L. 365/2000, dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989, n.183, dell'art.1 della Legge 3 agosto 1998, n.267 "Norme di attuazione e di salvaguardia" testo aggiornato al 31/07/2002.

3.3 Caratterizzazione dello stato di fatto

3.3.1 Lineamenti idrografici regionali

I corsi d'acqua della porzione meridionale della Calabria, con foce nel Mar Jonio e origine dai versanti sud-occidentali dell'Aspromonte (provincia di Reggio Calabria) presentano, nella quasi totalità, bacini idrografici aperti a monte e decorso ortogonale alla costa, con un percorso, quindi quasi equiparabile ad una direzione "centrifuga".

Tale pattern della rete idrografica è principalmente dovuto all'assetto orografico della porzione meridionale della Calabria, condizionata dal massiccio dell'Aspromonte che si erge in posizione centrale e dall'articolazione dei pendii in valli anche molto incise, lungo i quali scorrono corsi d'acqua dal carattere torrentizio, soprattutto nel periodo di concentrazione delle precipitazioni atmosferiche; mentre vi è una quasi completa assenza d'acqua nel periodo estivo.

Nel corso dell'anno, quindi si rileva una cospicua differenza della portata, la quale è quasi inesistente tra maggio ed ottobre, quando gli alvei divengono completamente asciutti, ma comincia ad elevarsi a partire da novembre, raggiungendo valori sostenuti generalmente da dicembre a febbraio, per poi decrescere sensibilmente in primavera, tuttavia non prima che sia cessato il disgelo delle nevi. Un fenomeno peculiare delle fiumare calabresi è infatti, quello di non avere una sorgente perenne vera e propria, anzi essa è mobile e si sposta in su o in giù in relazione alla quantità d'acqua che si forma in quota, dove le fiumare assomigliano molto ai torrenti alpini con corso d'acqua tranquillo e fresco.

Un'altra caratteristica di tali corsi d'acqua calabresi è la brevità del loro percorso, connessa all'esile configurazione topografica, nell'ambito di uno spazio alquanto ristretto, che sommata ad una elevata differenza altimetrica tra fascia costiera e le aree culminanti dei rilievi, determina un'accentuata pendenza e quindi una notevole velocità di trasporto del materiale eroso. Così spesso, in un intervallo di venti o trenta chilometri arrivano al mare superando un dislivello superiore anche ai 1500 metri.

Piogge particolarmente intense trascinano a valle enormi quantità di materiale che poi va a depositarsi lungo la ridotta fascia costiera sotto forma di enormi conoidi di deiezione ed inoltre, proprio tale accumulo, nelle esigue pianure è a luoghi talmente ingente che il letto delle fiumare (a volte ampio anche qualche chilometro) diviene più elevato rispetto ai terreni circostanti; questi letti “pensili” accrescono, però, la frequenza con la quale le piene allagano ampie aree e quindi anche i nuclei abitati posti nelle vicinanze.

3.3.2 Caratterizzazione climatica della Calabria meridionale

L'orografia “tormentata” e l'azione dei mari sono sicuramente i principali fattori che determinano le condizioni climatiche di questa porzione della Calabria. Accanto ad esse, l'orientamento delle varie località, relativamente soprattutto alla distanza dal mare ed alla natura dei venti predominanti, esercita una maggiore influenza sulle condizioni estreme.

In generale è possibile dire che il clima è caratterizzato dall'alternanza di una stagione piovosa, che va da ottobre a marzo con temperature mensili che solo in aree limitate e a quote elevate si abbassano fino a 5 °C e, una stagione siccitosa relativa al restante periodo, durante la quale nelle pianure si raggiungono temperature molto elevate.

La temperatura media annua sul territorio dell'Aspromonte si aggira intorno ai 10 °C, i minimi scendono anche al di sotto dello zero: il manto nevoso permane al suolo da dicembre a marzo. L'escursione termica si attesta intorno ai 16-17 °C.

Per quanto concerne le precipitazioni, la piovosità media annua è di circa 1200 mm (600/700 in ambito costiero e 1500/2000 sui rilievi) a fronte di una media nazionale di 970 mm; le piogge massime giornaliere hanno spesso raggiunto e superato i 400 mm con punte assai più elevate (tra i maggiori eventi verificatisi in Italia). Ciò è dovuto all'orografia ed all'azione del mare. Il regime piovoso è comunque di tipo marittimo, con periodo piovoso che si estende essenzialmente dall'autunno inoltrato a primavera, mentre nei mesi estivi le piogge sono molto ridotte.

In particolare, sul versante occidentale, i complessi pluviogeni provenienti dal Tirreno subiscono convezione forzata, mentre quelli provenienti dallo Jonio sono in condizione di fohn, il viceversa si verifica ovviamente nel versante orientale nel senso che esso è in condizioni di convezione

forzata per i complessi pluviogeni provenienti dallo Jonio e di fohn per quelli provenienti dal Tirreno.

In generale, poiché i venti occidentali sono più carichi di umidità di quelli orientali e dal momento che il versante tirrenico della catena costiera ha una pendenza maggiore del versante ionico, si hanno sul Tirreno piogge frequenti e di minore intensità e sullo Jonio piogge brevi e molto intense.

3.3.3 Assetto idrologico locale

L'area di interesse progettuale risulta intersecata da un numero considerevole di corsi idrici di superficie, tra fiumare vere e proprie e torrenti minori. Di seguito si riporta un elenco delle fiumare più importanti, che parte da Nord (RC) per arrivare fino a Melito di Porto Salvo:

- Fiumara Valanidi;
- Fiumara di Valanidi II;
- Fiumara di Macellara;
- Fiumara di San Giovanni;
- Fiumara di Lume;
- Fiumara di Lazzaro;
- Fiumara di Molaro I;
- Fiumara di Molaro II;
- Fiumara di Sant'Elia;
- Fiumara di Annà;
- Fiumara di Melito.

Dall'elaborato cartografico allegato “Carta del reticolo idrografico e dei ricettori delle acque di piattaforma” si evince che la maggior parte dei bacini dei corsi d'acqua minori risultano di minore

ampiezza rispetto alle fiumare principali (F.ra Valanidi, F.ra Molaro, F.ra Sant'Elia e F.ra Melito); infatti, i bacini idrografici di quest'ultime possono raggiungere anche 1 chilometro di ampiezza. Tutti i bacini sostanzialmente presentano una forma allungata tra l'entroterra e la costa, alla quale arrivano pressoché perpendicolarmente confinati generalmente, nel tratto terminale, entro arginature quasi sempre in muratura o calcestruzzo.

Il reticolo idrografico si può suddividere in tre sezioni affiancate orientate a raggiera con origine dal massiccio dell'Aspromonte:

- il versante occidentale, con la città di Reggio Calabria in posizione quasi baricentrica, con bacini contenenti aste orientate prevalentemente in direzione E-W,
- una sezione centrale, di transizione, con bacini con aste prevalentemente orientate NE-SW,
- la parte orientale, individuata principalmente dalla fiumara Melito, con bacini contenenti aste prevalentemente orientati in direzione N-S.

L'impianto della rete idrografica principale possiede così una struttura di tipo parallelo mentre la rete secondaria assume l'aspetto dendritico o ramificato. Inoltre i corsi d'acqua sono caratterizzati da un regime prettamente torrentizio, con bacini imbriferi generalmente poco ampi, profilo longitudinale in forte pendenza tranne che nei tratti terminali ove si verifica una brusca diminuzione al passaggio in pianura, con lunghezze limitate.

Pur se si manifesta una evidente struttura centrata alla sommità dell'Aspromonte, in linea di massima i deflussi si snodano a raggiera dalla cima e con la loro azione, più o meno continua, hanno provocato incisioni profonde sul territorio, nella parte alta, raggiungendo in più punti il substrato cristallino.

Notevoli risorse idriche subalvee sono contenute nei potenti materassi alluvionali dei vari torrenti, soprattutto in vicinanza delle fasce costiere dove si hanno favorevoli condizioni di immagazzinamento. Il letto asciutto è assai più ricorrente nelle aste terminali che non nei tratti medio-montani, infatti mentre nelle zone alte l'attività erosiva e la capacità di trasporto, seppure sporadiche, sono comunque molto pronunciate, nelle zone terminali, al repentino appiattirsi dei letti corrisponde una attività prevalentemente deposizionale.

Lo spessore dei materassi alluvionali è molto modesto nelle zone montane dove l'acqua delle sorgenti, impinguata da quella delle precipitazioni, fa presto a saturare gli alvei e a scorrere in superficie. Quando, invece, i corsi d'acqua abbandonano le rocce cristalline e metamorfiche, scorrono su materassi alluvionali porosi di elevato spessore, appoggiati a loro volta su subalvei quasi altrettanto porosi e fortemente assorbenti, ed allora, essendo possibile la saturazione solo in condizioni di apporti idrici eccezionali, legati a periodi di piogge intense e prolungate, le acque normalmente circolano in profondità lasciando in secca gli alvei.

Le aste principali di tutti i bacini in esame sono quindi caratterizzate da una stessa tipologia del regime idrologico, della formazione del trasporto solido e della loro evoluzione. Per questo motivo le modifiche apprezzabili dei loro alvei possono essere causate solamente da portate di una certa entità, con periodi di ritorno dell'ordine della decina di anni.

Nei letti delle aste terminali l'acqua divaga nelle alluvioni che essa stessa trasporta e deposita, senza riuscire ad incidere uno stabile alveo di magra. Le aste principali infatti possono essere considerate canali continui di scarico del materiale solido, fino allo sbocco in mare. Qui formano, lungo la fascia costiera, un ampio cono di deiezione, la cui posizione può ritenersi fissa nel tempo grazie all'azione distributrice delle correnti marine. Ciò a meno di fattori esterni di squilibrio quali l'insediamento umano sulla costa, anche a notevole distanza da tali coni, e, soprattutto, l'utilizzazione degli alvei come aree di prelievo di materiale inerte e scarico di materiale di rifiuto.

Da uno studio idrologico di dettaglio dell'area si riportano nella seguente tabella le principali caratteristiche fisiche dei corsi d'acqua principali interferenti con l'opera di progetto (da sud -Melito, verso nord-RC):

| Nome Bacino | Area bacino (Km ²) | Lunghezza asta principale (m) | Quota massima (m s.l.m.) | Quota minima (m s.l.m.) | Quota media (m s.l.m.) | Pendenza media bacino (%) |
|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| Fiumara Melito | 77.427 | 27930 | 1655 | 51 | 696 | 6 |
| Vallone Carcea | 0.465 | 1213 | 350 | 100 | 227 | 21 |
| Fiumara di Annà | 5.550 | 6086 | 750 | 100 | 329 | 11 |
| Fiumara Sant'Elia | 26.02 | 11452 | 1010 | 100 | 566 | 8 |
| Fiumara Montenero | 2.908 | 4334 | 675 | 63 | 325 | 14 |
| Fosso Pantano | 0.083 | 350 | 198 | 100 | 150 | 28 |
| Fosso Pulica | 0.269 | 1114 | 305 | 89 | 278 | 19 |

| Nome Bacino | Area bacino (Km ²) | Lunghezza asta principale (m) | Quota massima (m s.l.m.) | Quota minima (m s.l.m.) | Quota media (m s.l.m.) | Pendenza media bacino (%) |
|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| Fosso Saline | 0.989 | 1838 | 325 | 64 | 189 | 14 |
| Fiumara Molaro2 | 5.97 | 6849 | 850 | 64 | 458 | 11 |
| Fiumara Molaro 1 | 3.34 | 4920 | 750 | 64 | 389 | 14 |
| Canale idraulico | 0.309 | 1027 | 325 | 64 | 144 | 25 |
| Vallone Acone | 1.360 | 3371 | 630 | 55.4 | 321 | 17 |
| Mangibella | 0.893 | 2088 | 398 | 55 | 240 | 16 |
| Fosso Riace Capo | 0.129 | 581 | 263 | 136 | 204 | 22 |
| Fosso del Capo | 0.41 | 1429 | 345 | 148 | 235 | 14 |
| Fosso Rione Branca | 0.063 | 329 | 205 | 144 | 179 | 19 |
| Vallone Catrica | 0.559 | 1707 | 360 | 55 | 200.2 | 18 |
| Vallone Giamassaro | 0.289 | 1118 | 320 | 40 | 155 | 25 |
| Fiumara Lazzaro | 6.250 | 8295 | 875 | 46 | 488 | 10 |
| Torrente Saetta | 0.785 | 1770 | 380 | 35 | 181 | 19 |
| Torrente Oliveto | 13.128 | 10192 | 850 | 32 | 551 | 8 |
| Fiumara Ferrina | | | | | | |
| Fosso Monteriano | 0.148 | 734 | 236 | 104 | 183 | 18 |
| Torrente Campoli | 0.887 | 2429 | 392 | 84.5 | 232 | 13 |
| Fiumarella di Lume | 6.977 | 6383 | 670 | 36.7 | 292 | 10 |
| Vallone Carro e Quattroni | 0.554 | 1522 | 400 | 65 | 233 | 22 |
| Torrente Marulla | 4.829 | 5743 | 790 | 64 | 455 | 13 |
| Fiumara Macellari | 6.822 | 6074 | 810 | 54 | 440 | 12 |
| Fosso Valanidi II | 24.596 | 9036 | 1187 | 34 | 738 | 13 |

| n | Nome bacino | ID | Tr=50 | Tr=200 | Tr=500 |
|----|------------------------------|----|--------|--------|--------|
| 6 | Fosso Pulica | 26 | 7,54 | 10,88 | 13,11 |
| 7 | Fosso Pantano | 25 | 2,50 | 3,45 | 4,05 |
| 8 | Fosso Saline | 24 | 18,92 | 26,44 | 31,54 |
| 9 | Fiumara Molaro2 | 23 | 52,28 | 77,57 | 94,96 |
| 10 | Fiumara Molaro 1 | 22 | 41,30 | 59,01 | 71,22 |
| 11 | Sottobacino canale idraulico | 21 | 8,11 | 11,35 | 13,51 |
| 12 | Sottobacino Vallone Acone | 20 | 23,35 | 32,72 | 39,25 |
| 13 | Sottobacino Mangibella | 19 | 15,52 | 22,29 | 27,40 |
| 14 | Fosso Riace Capo | 18 | 2,90 | 4,56 | 5,72 |
| 15 | Fosso del Capo | 17 | 8,08 | 12,02 | 14,72 |
| 16 | Fosso Rione Branca | 16 | 1,07 | 1,89 | 2,51 |
| 17 | Vallone Catrica | 15 | 11,00 | 15,78 | 19,16 |
| 18 | Vallone Giamassaro | 14 | 5,99 | 8,79 | 10,71 |
| 19 | Fiumara di Lazzaro | 13 | 53,91 | 79,38 | 97,31 |
| 20 | Torrente Saetta | 12 | 10,58 | 15,92 | 19,67 |
| 21 | Torrente Oliveto | 11 | 87,22 | 132,71 | 161,93 |
| 22 | Fiumara Ferrina | 10 | 11,36 | 17,23 | 21,66 |
| 23 | Fosso Monteriano | 9 | 2,73 | 4,32 | 5,47 |
| 25 | Fosso acqua salata | 8 | 0,96 | 1,30 | 1,58 |
| 24 | Torrente Campoli | 7 | 6,67 | 10,81 | 13,87 |
| 26 | Fosso Serro di Giunto | 6 | 0,35 | 0,72 | 0,94 |
| 27 | Fiumarella di Lume | 5 | 38,20 | 58,19 | 72,41 |
| 28 | Vallone Carro e Quattroni | 4 | 1,18 | 2,57 | 3,54 |
| 29 | Torrente Marulla | 3 | 22,29 | 36,59 | 47,26 |
| 30 | Fiumara Macellari | 2 | 28,23 | 45,83 | 58,82 |
| 31 | Fosso Valanidi II | 1 | 117,78 | 179,16 | 230,77 |

All'interno dei sopra citati Bacini, inoltre, sono stati individuati ulteriori sottobacini ai fini del calcolo idraulico. Infatti, di seguito sono riportati i risultati dei calcoli idrologici delle portate, definite mediante l'applicazione del metodo c.d. "Curve Number".

| n | Nome bacino | ID | Tr=50 | Tr=200 | Tr=500 |
|---|------------------------------------|----|--------|--------|--------|
| 1 | Fiumara Melito | 31 | 369,11 | 535,63 | 650,27 |
| 2 | Vallone Carcea (Fiumara di Annà B) | 30 | 6,97 | 10,87 | 13,63 |
| 3 | Fiumara di Annà | 29 | 41,51 | 62,23 | 76,85 |
| 4 | Fiumara Sant'Elia | 28 | 164,53 | 245,59 | 302,63 |
| 5 | Fiumara Montenero | 27 | 33,66 | 48,87 | 59,25 |

Da una disamina degli eventi alluvionali importanti succedutisi negli ultimi settantacinque anni ed in particolare di quelli riportati in: "Censimento delle Aree Italiane Vulnerate da Calamità Idrogeologiche: rapporto di sintesi Calabria" - C.N.R. Gruppo nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche; "Le alluvioni in Calabria dal 1921 al 1970" (Caloiero - Mercuri - C.N.R. I.R.P.I. 1980); "Interruzioni ferroviarie in Calabria conseguenti a fenomeni naturali 1950-1973" (Lanzafame - Mercuri - C.N.R. I.R.P.I. 1975); emergono danni dovuti ad esondazioni soprattutto nei bacini delle Fiumare Valanidi e Molaro.

Per ciò che concerne le acque prelevate dal sottosuolo, queste risultano destinate prevalentemente e con modeste eccezioni, ad usi irrigui. Non ci sono significativi usi irrigui di acque superficiali, né vi è alcun uso potabile delle stesse. Pertanto, la presenza delle falde, per la

natura dei terreni, è limitata alla loro utilizzazione, principalmente presente nei fondovalle nella fascia pre-marittima, come si evince anche dall'elevato numero di pozzi censiti e restituiti graficamente sulla "Carta Idrogeologica".

3.3.4 Qualità delle acque superficiali

Nell'accezione più generale il concetto di qualità delle acque è legato all'integrità delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche che le acque, qualunque sia il ricettore a cui appartengono, possiedono in assenza di inquinamento.

Per quanto attiene all'inquinamento, diverse sono le definizioni che sono state proposte dagli organismi autorevoli. L'art.1 della direttiva-quadro CEE 76/464 definisce inquinamento "lo scarico effettuato direttamente o indirettamente dall'uomo nell'ambiente idrico di sostanze o di energia le cui conseguenze siano tali da mettere in pericolo la natura umana, nuocere alle risorse viventi ed al sistema ecologico idrico".

Sulla base delle disposizioni del Testo Unico sull'inquinamento idrico, lo stato di qualità dei corpi idrici superficiali va caratterizzato sulla base dello stato ecologico e dello stato chimico. Lo stato ecologico dei corpi idrici è l'espressione della complessità degli ecosistemi acquatici e della natura fisica e chimica delle acque e dei sedimenti, delle caratteristiche del flusso idrico e della struttura fisica del corpo idrico, considerando prioritario lo stato degli elementi biotici dell'ecosistema. Per il momento si fa riferimento all'Indice Biotico Esteso (I.B.E.). La valutazione con indicatori di tipo biologici permette di individuare il grado di allontanamento del corso d'acqua dalle condizioni naturali.

Lo stato chimico è definito in base ai parametri fisico-chimici e batteriologici delle acque nonché dalla presenza di microinquinanti. La valutazione dello stato chimico può essere effettuata in base ai valori di soglia riportati nella direttiva CEE 76/464 e nelle direttive da essa derivate.

Gli stati di qualità ambientale previsti dal Testo Unico sull'inquinamento idrico per le acque superficiali sono riportati di seguito.

ELEVATO Non si rilevano alterazioni dei valori di qualità degli elementi chimico-fisici ed idromorfologici per quel dato tipo di corpo idrico in dipendenza degli impatti antropici, o sono

minime rispetto ai valori normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni indisturbate. La qualità biologica sarà caratterizzata da una composizione e un'abbondanza di specie corrispondente totalmente o quasi alle condizioni normalmente associate allo stesso ecotipo. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è paragonabile alle concentrazioni di fondo rilevabili nei corpi idrici non influenzati da alcuna pressione antropica.

BUONO I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico mostrano bassi livelli di alterazione derivanti dall'attività umana e si discostano solo leggermente da quelli normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni tali da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.

SUFFICIENTE I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico si discostano moderatamente da quelli di norma associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. I valori mostrano segni di alterazione derivanti dall'attività umana e sono sensibilmente più disturbati che nella condizione di "buono stato". La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni tali da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.

SCADENTE Si rilevano alterazioni considerevoli dei valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale e le comunità biologiche interessate si discostano sostanzialmente da quelle di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni tali da comportare effetti a medio e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.

PESSIMO I valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale presentano alterazioni gravi e mancano ampie porzioni delle comunità biologiche di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni tali da causare gravi effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.

Per quanto riguarda lo stato ecologico dei corpi idrici interessati dal progetto non sono note analisi di monitoraggio disponibili specifiche.

Si può tuttavia valutare uno stato di qualità ambientale in generale buono nei tratti montani e sufficiente nei tratti facenti parte dell'area di progetto, tutto ciò, anche in considerazione del fatto che il reticolo idrografico naturale drena, soprattutto nella parte terminale dei corsi d'acqua, aree destinate a coltivo e nel contempo il reticolo stradale esistente nonché le aree urbanizzate presenti nella zona. Si determina quindi in corrispondenza di generici eventi piovosi l'afflusso verso i corsi d'acqua naturali di un certo contributo di acque di dilavamento di superfici variamente inquinate.

Il carico inquinante determinato dall'opera stradale in esercizio è sostanzialmente di due tipologie. La prima è denominata correntemente "acque di prima pioggia" ed è determinata dal dilavamento del "fall out" delle emissioni in atmosfera (piombo, cadmio, cromo, ossidi di azoto e zolfo, idrocarburi) e agli inquinanti costituiti da parti di usura dei pneumatici, perdite di oli e altri liquidi, materiali di usura dei freni, nonché i residui derivanti da lavori di manutenzione del manto stradale (materie plastiche, gomma, bitume, solventi, vernici, ferro, cloruri, nitrati e ammoniaca). La seconda è dovuta alla possibilità di veicolazione di inquinanti di diversissima provenienza a causa di incidenti con fuoriuscita dai mezzi di trasporto di liquidi o solidi solubili (sversamenti accidentali).

3.3.5 Rischio idrogeologico connesso alla dinamica fluviale

Relativamente agli aspetti idrologici, di particolare interesse risultano i fenomeni di esondazione in relazione ad eventi meteorici eccezionali, correlati ad eventi alluvionali catastrofici che si sono verificati nel passato e che sono suscettibili di riverificarsi anche attualmente.

È possibile trovare le prime notizie relative ad eventi disastrosi già a partire dal 1700, ma gli eventi disastrosi che colpiscono il territorio in esame sono soprattutto quelli verificatisi negli anni '50 (alluvioni dell'ottobre 1951, dell'ottobre del 1953, del dicembre 1972-gennaio 1973 e del marzo del 1995).

La rete idrografica presente nell'area di studio è caratterizzata, come già esplicitato nei precedenti paragrafi, dallo sviluppo di fenomeni impulsivi in concomitanza con elevate precipitazioni; tali eventi sono in grado di attivare sia erosioni al piede dei versanti compromettendone la stabilità, sia rilevanti fenomeni di trasporto solido (colate detritiche o *debris flow*). La loro pericolosità deriva principalmente dalle ingenti quantità di materiale solido spostate e dal breve intervallo di tempo decorrente tra l'innescio e l'esaurimento.

I principali fattori che regolano il verificarsi dei fenomeni di esondazione sono:

- ridotte dimensioni del bacino di alimentazione associate a elevate pendenze dei versanti e dei corsi d'acqua, che comportano una risposta rapida agli apporti meteorici;
- predisposizione dei versanti per erosione superficiale e movimenti gravitativi (frane e soliflusso) a fornire ingenti volumi di materiali solidi;
- regime delle precipitazioni, spesso caratterizzato a quote elevate da forti intensità e precipitazioni, che si estendono essenzialmente dall'autunno inoltrato a primavera.

All'interno della rete idrografica, la massa d'acqua prende in carico i materiali giunti in alveo aumentando ulteriormente il volume e la capacità erosiva durante la discesa, con l'asporto dei depositi alluvionali presenti in alveo e l'apporto sostanziale della vegetazione sradicata. In altri casi i deflussi "istantanei" possono essere amplificati per l'improvviso cedimento di temporanei sbarramenti in alveo prodotti da materiale delle sponde e dei versanti mobilizzato verso l'alveo e tronchi accatastati, con restituzione repentina di notevoli volumi d'acqua associati a materiali solidi. La miscela solido-liquida può raggiungere densità elevatissime e l'altezza dell'onda di piena risulta notevolmente superiore, soprattutto nella parte frontale, a quella ipotizzabile con le procedure di calcolo relative a piene con soli deflussi liquidi.

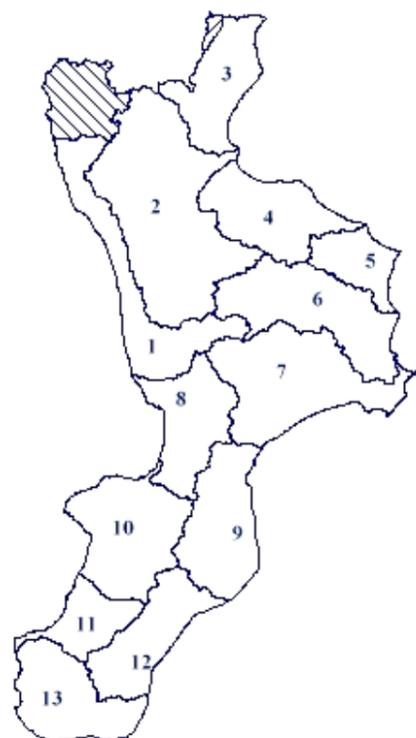
Come precedentemente esposto tali fenomeni sono stati più frequenti per le fiumare Valanidi e Melito.

3.3.6 Assetto idrogeologico regionale

Il territorio oggetto dell'indagine è collocato, dal punto di vista idrogeologico, in un'area in cui sono presenti diverse litologie caratterizzate da diversi valori di permeabilità. Le acque meteoriche, che attraverso fori e fratture si infiltrano nel sottosuolo, danno luogo ad accumuli idrici di varia entità che si scaricano assai lentamente, anche molto tempo dopo la fine del periodo estivo. Questi risultano particolarmente significativi nei depositi quaternari che formano la pianura alluvionale della fascia costiera e dei maggiori corsi fluviali. Acquiferi di dimensioni più piccole possono localizzarsi allorquando un'intercalazione argillosa forma uno strato impermeabile che non permette il deflusso delle acque verso il basso. In seguito all'alternanza di periodi umidi con periodi

secchi, sia pure con un certo ritardo che dipende dalla velocità di filtrazione, anche le acque di falda sono soggette a fluttuazioni di livello, ma tali fluttuazioni non arrivano quasi mai ad interessare le zone superficiali degli affioramenti per cui non apportano sensibili turbamenti e possono essere considerate trascurabili.

Il territorio idrografico della Calabria è sostanzialmente organizzato in 13 "aree programma" individuate accorpando superfici contigue che presentano uniformità di caratteristiche fisico-territoriali ed affinità di problematiche di riequilibrio idrogeologico e di risanamento ambientale, in conformità agli indirizzi fissati nel D.P.C.M. 23/3/1990 (G.U. n. 79 del 4/4/1990):



Area 1: Bacini tirrenici fra i fiumi Lao (escluso) e Savuto (incluso)

Area 2: Bacini del fiume Crati

Area 3: Bacini del versante Ionico Settentrionale

Area 4: Bacini del versante Ionico Centrale fra il Crati e il fiume Nicà (escluso)

Area 5: Bacini del versante Ionico Centrale fra il fiume Nicà (incluso) e il fiume Neto escluso

Area 6: Bacini dei fiumi Neto e minori

Area 7: Bacini dei fiumi Corace, Tacina e minori

Area 8: Bacini dei fiumi Angitola, Amato e minori

Area 9: Bacini del versante Ionico Meridionale e Superiori

Area 10: Bacini dei fiumi Mesima e minori

Area 11: Bacini dei fiumi Petrace e minori

Area 12: Bacini del versante Ionico Meridionale Inferiore

Area 13: Bacini meridionali fra il mare Ionio e Tirreno - zona dello stretto

\\: Bacino interregionale dei fiumi Lao e Noce - L.R. N.3496

///: Bacino interregionale del fiume Sinni - L.R. N.3496

///: Bacino interregionale del fiume Sinni - L.R. N.3496

3.3.7 Assetto idrogeologico locale

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici locali, l'area di intervento progettuale è caratterizzata da fasce di fondovalle costituite da terreni di natura ciottolosa caratterizzati da valori di permeabilità medio-alti riconducibili al complesso idrogeologico delle alluvioni che risulta bordato e racchiuso ai margini da formazioni prevalentemente cenozoiche (mioceniche e plio-pleistoceniche) con permeabilità molto variabile data l'elevata eterogeneità litologica dei complessi sedimentari.

In particolare, il complesso basale (*bedrock*) è composto prevalentemente da rocce cristalline che dal punto di vista idrologico sono in genere impermeabili, ma quando presentano grande alterazione (si tratta quasi sempre di rocce rigide fratturate) divengono sede di una discreta circolazione idrica. Nascono così flussi idrodinamici sotterranei, stabili poiché non possono allargarsi a causa della scarsa solubilità delle rocce stesse. Nelle zone perimetrali degli affioramenti, spesso incisi da profonde valli di erosione, si presentano fessure che tendono ad allargarsi e localmente originare accumuli idrici degni di interesse.

L'area attraversata dal tracciato di progetto interessa numerose unità litologiche che, dal punto di vista della permeabilità, presentano caratteristiche differenti. A ciascun litotipo è stato attribuito un valore di permeabilità indicativo, stimato sulla base delle caratteristiche litologiche, delle condizioni tettoniche, in base a risultati di prove effettuate su litotipi simili e su dati di letteratura.

Sono state individuate le seguenti classi di permeabilità:

- permeabilità molto elevata;
- permeabilità elevata;
- permeabilità media;
- permeabilità medio-bassa/ridotta;
- permeabilità molto bassa o nulla.

Tali classi sono state anche restituite graficamente sull'elaborato "Carta Idrogeologica" e con una breve descrizione delle caratteristiche granulometriche dei diversi litotipi.

LEGENDA

| | |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>PERMEABILITA' MOLTO ELEVATA Litotipi: -Alluvioni (ar)= depositi sabbioso-luminosi e ghiaiosi. -Detriti (dtf)= clasti grossolani, spigolosi e caotici. -Ghiaie e sabbie di Messina (Qg)= ghiaie ad elementi granitoidi e metamorfici.</p> |
| | <p>PERMEABILITA' ELEVATA Litotipi: -Depositi colluviali (sol)= materiali eterogenei a matrice da sabbiosa ad argillosa. -Depositi di terrazzo (Qt)= sabbie e ghiaie in matrice limo-sabbiosa. -Ghiaie e sabbie di Messina (Qg)= ghiaie ad elementi granitoidi e metamorfici. -Sabbie, arenarie e calcareniti (Ps)= sabbie ed arenarie con inclusioni conglomeratiche. -Calcareniti di Floresta (Mcar)= arenarie arkosiche fossilifere a cemento calcareo.</p> |
| | <p>PERMEABILITA' MEDIA Litotipi: -Sabbie molassiche (Mar)= sabbie micacee con sottili intercalazioni di livelli siltosi o siltoso-argillosi. -Flysch (Msa)= alternanza di argille siltose, sabbie e silt con interstratificazioni arenacee. -Conglomerati poligenici (OMc)= elementi lapidei poligenici in matrice arenacea.</p> |
| | <p>PERMEABILITA' MEDIO-BASSA/RIDOTTA Litotipi: -Flysch (Mas)= alternanze argillose. -Flysch (Mas-Msa)= alternanze argilloso-arenacee. -Argille policrome (As)= argille a tessitura scagliosa. -Siltiti compatte (OMss)= siltiti grigie con intercalazioni centimetriche di arenarie.</p> |
| | <p>PERMEABILITA' MOLTO BASSA O NULLA Litotipi: -Argille grigio-azzurre (Qa)= argille siltose e silt argillosi con intercalazioni di sabbie micacee. -Argille scagliose (As)= argille policrome a tessitura scagliosa.</p> |

Generalmente, i terreni permeabili possono avere una permeabilità primaria (per porosità), cioè legata alle loro modalità genetiche, oppure una permeabilità secondaria (per fratturazione/fessurazione), cioè sviluppata dopo la loro formazione.

Nelle tabelle che seguono sono elencati i diversi litotipi, raggruppati in base alla loro permeabilità, con esplicitazione del tipo di permeabilità: se primaria o secondaria.

| Formazioni a permeabilità molto elevata | | |
|---------------------------------------------|------------|----------------------|
| Litotipo | Formazione | Tipo di permeabilità |
| Depositi alluvionali, mobili e stabilizzati | ar | Porosità |
| Detriti di falda | dtf | Porosità |
| Ghiaie di Messina | Qg | Porosità |

| Formazioni a permeabilità elevata | | |
|-----------------------------------|------------|--------------------------|
| Litotipo | Formazione | Tipo di permeabilità |
| Detriti e depositi colluviali | sol | Porosità |
| Depositi di terrazzo | Qt | Porosità |
| Ghiaie sabbie di Messina | Qg | Porosità |
| Sabbie, arenarie e calcareniti | Ps | Porosità e fratturazione |
| Calcareniti di Floresta | Mcar | Porosità e fratturazione |

| Formazioni a permeabilità media | | |
|---------------------------------------|------------|--------------------------|
| Litotipo | Formazione | Tipo di permeabilità |
| Sabbie compatte molassiche | Mar | Fratturazione e porosità |
| Flysch: interstratificazioni arenacee | Msa | Fratturazione e porosità |
| Conglomerati poligenici | OMc | Fratturazione e porosità |

| Formazioni a permeabilità medio-bassa/ridotta | | |
|-----------------------------------------------|------------|--------------------------|
| Litotipo | Formazione | Tipo di permeabilità |
| Flysch: intercalazioni argillose | Mas | Fratturazione e porosità |
| Flysch: Alternanze argilloso-arenacee | Mas-Msa | Fratturazione e porosità |
| Argille scagliose livelli superficiali | As | Fessurazione da ritiro |
| Siltiti compatte | OMss | Fratturazione |

| Formazioni a permeabilità molto bassa o nulla | | |
|-----------------------------------------------|------------|----------------------|
| Litotipo | Formazione | Tipo di permeabilità |
| Argille grigio azzurre | Qa | Porosità |
| Argille scagliose in profondità | As | Porosità |

Per semplicità di rappresentazione, *i depositi mobili dei letti fluviali attuali e quelli stabilizzati delle aree golenali e delle piane alluvionali* sono stati indicati come un'unica formazione (ar) alla quale è stata attribuita permeabilità molto alta.

Invece, la formazione delle *Ghiaie e sabbie di Messina* è stata considerata a permeabilità molto elevata dove prevalgono le ghiaie e a permeabilità elevata dove sono presenti intercalazioni di livelli francamente sabbiosi.

I terreni che di norma presentano valori di permeabilità molto elevati -litotipi rigidi e quindi molto fratturati, come sono in generale le calcareniti di Floresta- sono stati considerati soltanto a permeabilità elevata perché spesso le fratture sono riempite da materiali pelitici.

Le falde acquifere contenute in queste rocce sono generalmente modeste a causa della loro posizione apicale nell'assetto geostrutturale, della posizione morfologica degli affioramenti, spesso ubicati in prossimità di spartiacque geografici e della scarsa piovosità che caratterizza l'intero territorio e lo specifico bacino di alimentazione.

Lungo il tracciato di progetto, le manifestazioni esterne di queste falde sono date soltanto da sorgenti ed emergenze stagionali, spesso niente più che stillicidi, che tendono ad esaurirsi rapidamente con l'arrivo della stagione arida. Solo nell'entroterra di Motta S. Giovanni, alcuni chilometri a monte del tracciato di progetto (c.Vena) viene segnalata una sorgente più consistente (6-8 litri al secondo) sulla cui alimentazione gioca comunque un ruolo determinante il torrente S.Basilio e il bacino collinare là realizzato.

Formazioni carbonatiche permeabili verranno attraversate dalle gallerie intorno a Capo dell'Armi. Ma si tratta di aree in cui non sono segnalate sorgenti e il solo pozzo noto è quello a servizio dello stabilimento SIEL, per altro impostato a partire dalle ghiaie di Messina, la cui capacità erogazionale è di 4.5 l/sec.

Assai più interessanti sono, invece, le falde contenute nei *Depositi alluvionali* e già captate per mezzo di pozzi (falde di subalveo). La maggiore importanza di queste falde deriva dal fatto che i rispettivi acquiferi possiedono una struttura idrogeologica più continua, in genere corrispondente all'asse longitudinale della doccia valliva, un substrato impermeabile che impedisce la dispersione del flusso percolante, un'alimentazione da aree più estese e più piovose (entroterra aspromontano).

Si tratta spesso delle sole risorse idropotabili presenti lungo le aree di passaggio della strada, disposte in acquiferi molto delicati perché costituiti da materiali molto porosi e in zone generalmente poco protette (alvei fluviali), perché sfruttate al limite della loro capacità erogazionale e perché soggette ad insalinamento per richiamo di acque marine.

I pozzi che attingono a queste falde hanno portate di varia entità: alcuni forniscono quantità d'acqua inferiori a 1 lt/sec, altre comprese tra 1,5 e 4 lt/sec (subalveo della F. di Melito, della F. Molaro, della F. S.Vincenzo e bacini tra Pellaro e Lazzaro).

Con le falde in questione potrebbero interferire le pile dei viadotti nei tratti in cui essi attraversano le depressioni vallive.

I complessi arenaceo-sabbiosi del flysch e le sabbie compatte molassiche, molto simili tra loro sotto l'aspetto della permeabilità - che si esercita soprattutto per fratturazione e subordinatamente per porosità - sono caratterizzati da una circolazione idrica che si sviluppa lungo le fratture, nel caso della sabbie compatte e lungo fratture e strati, nelle arenarie. È possibile che in profondità le fratture tendano a serrarsi o a riempirsi di materiale a granulometria fine trasportato in sospensione, rallentando notevolmente la velocità di percolazione. In entrambi i complessi, gli interstrati siltosi e siltoso-argillosi intercalati nei banchi arenacei delimitano inoltre gli eventuali percorsi dell'acqua in profondità, frazionando la potenziale falda. Le emergenze quindi, anche quando diffuse, sono di portata ridotta.

Tutte le formazioni del basamento, quali *Argille scagliose e Siltiti*, sono complessi plastici, scarsamente permeabili per fessurazione da ritiro (AS) o per fratturazione. In questi litotipi, la circolazione idrica è generalmente scarsa e si sviluppa solo lungo le fratture più importanti per estensione e continuità, localizzandosi nella loro porzione corticale, alterata e decompressa, come testimoniano le modeste scaturigini che localmente si osservano e che sono talora captate dai contadini con piccole trincee drenanti o con pozzi poco profondi. In galleria si potranno avere

manifestazioni idriche molto limitate, più che altro in corrispondenza degli ammassi arenitici, che localmente possono essere inglobati nelle formazioni.

Nell'area compresa tra Capo dell'Armi e le alture di Pellaro, si estendono le spesse coltri ghiaioso-sabbiose (Qg) denominate "Ghiaie di Messina".

Queste formazioni caratterizzate da un'apprezzabile permeabilità per porosità, affiorano lungo le dorsali che separano le diverse fiumare e costituiscono un potenziale acquifero, specie dove hanno alla base le argille grigio-azzurre o altre formazioni poco permeabili. In molti casi la base dell'acquifero si colloca al di sotto del livello del mare.

Pur potenzialmente produttivi, questi acquiferi sono risultati sterili o perché scarsamente alimentati o perché sovrasfruttati.

Per quanto riguarda le sorgenti, la maggior parte di esse hanno portate modeste ($Q < 0,2$ lt/sec) e si concentrano per lo più nelle zone interne, dove ci sono gli acquiferi più estesi ed in particolare nella zona dove affiorano le formazioni carbonatiche sormontate dalle formazioni sabbiose plioceniche. Ma anche qui, a prescindere dalla distanza, nella maggior parte dei casi si tratta di emergenze di scarsa importanza idrogeologica.

Per quanto riguarda i pozzi, i dati relativi ai livelli statici non sono stati acquisiti per l'impossibilità di reperire i proprietari.

La maggior parte dei pozzi è ubicata sui depositi alluvionali che fiancheggiano gli alvei dei torrenti e delle fiumare o su quelli che formano le piane costiere. Essi attingono alle falde freatiche di subalveo e a quelle sostenute dal cuneo salino che penetra nell'entroterra.

3.4 Analisi comparativa delle alternative di progetto

Prima di arrivare all'individuazione delle aree sensibili del tracciato definitivo, sono stati valutati alcuni tracciati alternativi che sono però stati scartati per diverse criticità di carattere ambientale e vincolistico, ecc...

Dall'analisi dell'elaborato grafico "Corografia delle alternative di progetto" si evince che in realtà i tracciati alternativi in alcuni punti si sovrappongono, pertanto l'analisi delle diverse criticità sarà sviluppata per tratti omogenei all'interno dei quali effettivamente i tre tracciati alternativi e quello di

progetto definitivo si differenziano tra loro; in alcuni casi, lì dove i tracciati alternativi si sovrappongono, l'analisi potrà riguardare il tracciato di progetto ed una sola alternativa.

Dall'analisi della cartografie afferenti tale componente ("Carta del reticolo idrografico e dei ricettori delle acque di piattaforma", "Carta Idrogeologica" "Indirizzi di tutela derivanti dal Piano di Assetto Idrogeologico - Rischio idraulico" e "Profili Geologici") è possibile individuare i tratti da analizzare partendo da Reggio Calabria verso Melito di Porto Salvo e differenziati con una colorazione e numerazione diversa in carta (Alternativa 1 di colore rosso, Alternativa 2 di colore blu ed Alternativa 3 di colore verde). L'analisi dei tracciati alternativi è sviluppata per i seguenti tratti omogenei:

- primo tratto: bretella di collegamento con la S.S. 106 attuale, fino al Km 1+000 circa del tracciato di progetto;
- secondo tratto compreso tra il Km 1+000 ed il viadotto Ferrina (Km 7+000 circa);
- terzo tratto compreso tra il Km 10+000 circa ed il Km 14+000 circa;
- quarto tratto compreso tra il Km 17+000 circa e lo svincolo di Melito di Porto Salvo.

Nel primo tratto vi è sostanzialmente una ampia interferenza da parte delle alternative (1, 2 e 3) nell'attraversare in viadotto una porzione molto estesa di sedimenti alluvionali all'altezza della progressiva Km 0+500, in corrispondenza della Fiumara Macellara; mentre la soluzione progettuale scelta, per lo stesso corso d'acqua presenta un'intrusione minore.

Anche nel secondo tratto si ha una situazione simile, poiché le alternative, rispetto al tracciato scelto, attraversano una porzione più ampia di territorio ad elevata permeabilità ed inoltre attraversano un'area a rischio molto elevato di inondazione (R4) della F.ra S. Giovanni (Km 1+500), mentre il tracciato di progetto passa più a monte di tale area.

Per il tratto che si sviluppa dal Km 7+000 fino al Km 10+000 circa, il tracciato prescelto e le alternative di progetto, "corrono" pressoché parallele e per una buona parte di tale estensione sono addirittura coincidenti, pertanto valgono le stesse considerazioni che nel paragrafo successivo (Aree sensibili) sono riportate per il percorso viario oggetto del presente Studio.

Invece, per il tratto compreso tra il Km 10+000 ed il 14+000 non emerge alcuna rilevante discrepanza, poiché le differenze tra il tracciato definitivo e le alternative non hanno ripercussioni di alcun genere e sono legate solamente ad aggiustamenti geometrici per il raccordo del tratto in questione con i tratti che precedono e seguono. Invece, per il tratto successivo che copre lo sviluppo planimetrico tra il Km 14+00 ed il Km 17+000, valgono le osservazioni relative al tracciato definitivo e riportate nel successivo paragrafo.

Per l'ultimo tratto, le criticità sono inerenti prevalentemente al tracciato dell'Alternativa 3, poiché in coincidenza con l'attraversamento della Fiumara di Melito, il tracciato attraversa anche un campo pozzi, in destra orografica della fiumara stessa. Inoltre, sia l'Alternativa 3, sia l'Alternativa 1, superano la fiumara di Melito con il tragitto più lungo, in trasversale, rispetto all'ortogonalità del tracciato prescelto, che quindi interferisce in misura notevolmente minore.

Pertanto, dalla disamina delle alternative progettuali con il tracciato prescelto, si evince che il tracciato definitivo supera alcune delle criticità incontrate con le altre alternative, risultando così la soluzione progettuale ottimale.

3.5 Aree sensibili

L'opera in progetto si sviluppa in direzione NW-SE circa parallela alla costa e pressoché ortogonalmente ai corsi d'acqua, che scendono dal massiccio calabro-peloritano. Tali corsi d'acqua sono prevalentemente a carattere torrentizio, caratterizzati da elevato trasporto solido con improvvisi aumenti di portata e di norma possono essere sedi di modeste falde acquifere.

Le problematiche connesse con il territorio possono essere, sostanzialmente, di due tipi:

- interazione con la idrodinamica fluviale;
- interazione con la circolazione idrica sotterranea.

Le interferenze tra l'idrografia di superficie e l'andamento planimetrico dell'infrastruttura stradale in progetto sono relegate principalmente agli attraversamenti in viadotto/trincea/raso, agli imbocchi in galleria (ove la scarsa copertura soprastante può intersecarsi con qualche alveo fluviale) ed all'ubicazione dei cantieri, alcuni dei quali posti in adiacenza al margine degli argini delle fiumare.

Per gli attraversamenti in viadotto, le interferenze sono già state superate nella presente fase progettuale (vedere Relazione Idrologica ed Idraulica, allegata al Progetto) calcolando un franco libero in accordo e rispetto con quanto richiesto dall'Autorità di Bacino della Regione Calabria. Le simulazioni sono state effettuate (in moto permanente¹) per i seguenti corsi d'acqua:

- Valanidi II
- Macellara
- Lazzaro
- Fiumarella di Lume
- Molaro
- S. Elia
- Annà
- Melito

I risultati sono riportati nella tabella riepilogativa sottostante:

| Bacino interferente i viadotti della S.S. 106 | QTr=200 (m ³ /s) | franco asse monte (m) | franco asse valle (m) |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Sottobacino Fiumara Macellara | 10.20 | 13.92 | 15.88 |
| Torrente Marulla | 62.30 | 11.38 | 13.81 |
| Sottobacino Carro e Quattroni | 6.66 | 9.36 | 15.53 |
| Torrente Campoli | 28.50 | 4.84 | 8.25 |
| Fiumara Ferrina | 10.10 | 15.37 | 18.76 |

¹ Per tutti gli altri casi (fiumi e torrenti minori, ecc.) sono state effettuate verifiche in moto uniforme, tutte ampiamente verificate. Le verifiche idrauliche non sono state altresì effettuate, come è comprensibile, laddove non c'è interferenza con il tracciato stradale (tratti in galleria).

| Bacino interferente i viadotti della S.S. 106 | QTr=200 (m ³ /s) | franco asse monte (m) | franco asse valle (m) |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Torrente Oliveto | 4.00 | 43.40 | 44.15 |
| Torrente Saetta | 26.00 | 9.93 | 13.40 |
| Vallone Catrica | 19.95 | 14.71 | 18.11 |
| Sottobacino Vallone Acone | 39.70 | 17.54 | 19.33 |
| Fosso Saline | 2.00 | 11.14 | 13.19 |
| Fosso Pulica | 24.00 | 11.26 | 13.41 |
| Sottobacino Fiumara Montenero | 2.50 | 19.18 | 27.38 |
| Fiumara Montenero | 64.00 | 19.45 | 20.75 |

Dalla tabella si evince che il franco relativo è sempre superiore a quello richiesto dalla ABR della Regione Calabria pari a ½ dell'altezza cinetica e mai inferiore a 1.00m.

Nella sopra citata Relazione Idrologica ed Idraulica, sono anche stati calcolati i dati necessari alle verifiche delle protezioni di sponda mediante gabbioni nell'intercettazione e nell'inalveazione e di fossi che risultano direttamente interferiti con le opere di progetto e che saranno quindi deviati e risagomati, anche con dissipatori a gradonata; pertanto si riporta la scheda di sintesi con le caratteristiche degli interventi relativi alle deviazioni dei fossi:

| Bacino | QTr=200 (m ³ /s) | Interferenza | Intervento | lunghezza (m) |
|-----------------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Sottobacino Vallone Carro e Quattroni 1 | 3.60 | S.S. 106 km 1+860 | Deviazione con canale in massi legati sopra galleria Paviglianiti | 161.50 |
| Fosso Monteriano | 13.50 | S.S. 106 km 6+428 | Deviazione con canale in massi legati sopra galleria Motta-SanGiovanni | 73.00 |
| Vallone Giammassaro | 26.00 | S.S. 106 km 9+370 | Deviazione con canale in massi legati sopra galleria Vena | 362.00 |
| Sottobacino Molaro2 | 3.70 | S.S. 106 km 13+065 | Deviazione con canale in massi legati | 232.00 |

| Bacino | QTr=200 (m ³ /s) | Interferenza | Intervento | lunghezza (m) |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|
| Sottobacino fosso Pulica | 17.50 | S.S. 106 km 14+360 | Deviazione con canale in massi legati sopra galleria Pantano-Cresoli | 181.00 |
| Sottobacino fiumara S.Elia | 26.00 | Rampa monte svincolo Montebello Jonico | Deviazione con canale in massi legati | 190.00 |

Per quanto concerne l'ubicazione dei cantieri e l'eventuale interferenza con i corsi d'acqua, tali aree sono poste nei pressi degli argini fluviali che bordano le fiumare ed organizzati con una rete di fossi che allontanano le acque meteoriche provenienti dai versanti sovrastanti i piazzali e le aree di lavorazione, impedendone l'ingresso nelle aree suddette e convogliandole direttamente allo scarico. Pertanto, le interferenze segnalate sono prevalentemente di carattere reversibile, poiché alla fine dei lavori sarà ripristinato lo stato dei luoghi.

In generale, le aree prossime ai corsi d'acqua calabresi sono considerabili come sensibili (quindi vulnerabili), poiché sede di alcune falde idriche che possono essere intercettate dalle opere in progetto, come ad esempio: i pali di fondazione delle pile dei viadotti (ed i materiali utilizzati durante la loro realizzazione), i tratti del percorso in galleria, oppure, nel caso di eventuali sversamenti accidentali delle aree di lavorazione presso i cantieri, ecc....

Oltre alle problematiche di inquinamento e di interferenza con l'idrodinamica fluviale superficiale e sotterranea, è da considerare, ai fini della miglior realizzazione delle opere in programma, anche le criticità determinate dai possibili episodi di esondazione delle fiumare calabre, evidenziate con l'ausilio dei dati del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Calabria (vedere elaborato grafico "Indirizzi di tutela derivanti dal P.A.I. – Rischio idraulico").

Infine, una problematica che si verifica in simultanea con la costruzione dell'opera in esame è l'attraversamento in sotterraneo di litotipi a differente permeabilità e/o al passaggio di un contatto tettonico che può dar luogo a fenomeni di venute d'acqua in galleria. Pertanto tali aree sono catalogabili come sensibili, ma la problematica resta relegata alla durata dei lavori; inoltre risulta già evidenziata nella presente fase progettuale (Relazione Geologica e Geotecnica) ed è completamente superabile nei dettagli tecnici, nelle successive fasi progettuali.

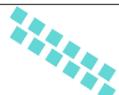
Da tutti gli aspetti fin'ora esplicitati e dall'analisi della natura del substrato litologico su cui saranno fondate le opere in progetto (in larga parte molto permeabile), si evince che, all'incirca l'intero territorio attraversato dal tracciato viario in esame è altamente sensibile.

Pertanto, per la salvaguardia dell'ambiente idrico di questa porzione di territorio calabrese, è stata adottata la soluzione progettuale dell'inserimento di un sistema chiuso di raccolta e trattamento delle acque meteoriche di piattaforma, dimensionato anche per eventuali sversamenti accidentali e quindi esteso a tutto il tracciato (per la descrizione dettagliata si rimanda all'elaborato: Relazione Idrologica ed Idraulica allegata al Progetto).

Infine, nel presente ambito di studio si è optato per un approccio più mirato e puntuale al fine di individuare e quindi restituire graficamente le aree/tratti sensibili lungo il tracciato di progetto, che tengano conto di tutti gli aspetti sopra citati, delle tipologie d'opera e della natura del substrato, arrivando ad identificare alcuni diversi livelli di attenzione che sono stati in seguito ripartiti secondo la sottostante classifica:

- area/tratto ad elevata sensibilità;
- area/tratto a media sensibilità;
- area/tratto a bassa sensibilità;

e restituite graficamente sulla “Carta di sintesi degli impatti”; della quale si riporta uno stralcio della Legenda, che contempla la graficizzazione delle interferenze/criticità principali, alle quali in planimetria, sono associati i tratti sensibili.

| AMBIENTE IDRICO | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|  | Interferenza con idrodinamica fluviale |
|  | Interferenza con locali falde acquifere |
|  | Intercettamento locali accumuli idrici (in sotterraneo) |

Di seguito si riporta la localizzazione di tali aree sensibili:

- Km 0+000 “Bretella”, località Mortara (RC), area del Cantiere Base C.B.1 e del Cantiere Industriale C.I.1; presso la Fiumara Valanidi II, rischio esondazione molto elevato (R4); restringimento della luce del ponte esistente ed interruzione dell'argine (sia destro che sinistro) = *sensibilità elevata*;
- Km 1+300 circa; Cantiere I. 2, presso Fiumara San Giovanni, rischio esondazione molto elevato (R4) = *sensibilità media*;
- Km 3+400 circa: Cantiere I. 3, presso Fiumarella di Lume, rischio esondazione molto elevato (R4) e campo pozzi = *sensibilità elevata*;
- Km 7+400 circa: Cantiere I. 4, presso il torrente Oliveto, rischio esondazione molto elevato (R4) e campo pozzi = *sensibilità elevata*;
- Km 9+500 circa: C.I. 5, presso il Vallone Giammassaro = *sensibilità bassa*;
- Km 13+000 circa: C.I. 6 (C.B. 2), presso la Fiumara Molaro, area di attenzione = *sensibilità bassa*;
- Km 17+400 circa: C.I. 7, presso la Fiumara di S. Elia, area di attenzione = *sensibilità bassa*;
- Km 20+700 circa: C.I. 8, presso la Fiumara di Melito, area di attenzione *p.p.* = *sensibilità bassa*;
- tutti i tratti in viadotto possono considerarsi come aree sensibili, ma con *sensibilità media* per i tratti in corrispondenza delle piane alluvionali con elevata presenza di pozzi e con le fondazioni di una o più pile nei sedimenti con permeabilità molto elevata (depositi alluvionali) e, aree con *sensibilità bassa*, i restanti attraversamenti; vedere i/le seguenti tratti/opere:
 - Viadotto Carro = *sensibilità bassa*;
 - Viadotto Macellara = *sensibilità media*;
 - Viadotto Lume = *sensibilità media*;

- Viadotto Campoli = *sensibilità media*;
- Viadotto Ferrina = *sensibilità media*;
- Viadotto Oliveto = *sensibilità media*;
- Viadotto Valiardi = *sensibilità media*;
- Viadotto Lazzaro = *sensibilità media*;
- Viadotto Catrica = *sensibilità media*;
- Viadotto Ambro = *sensibilità bassa*;
- Viadotto Molaro 2 = *sensibilità media*;
- Km 13+000 circa: tratti in trincea/rilevati su depositi alluvionali della Fiumara Molaro, con campo pozzi poco più a valle = *sensibilità bassa*;
- Viadotto Saline = *sensibilità bassa*;
- Viadotto Montenero 2 = *sensibilità bassa*;
- Viadotto S. Elia = *sensibilità bassa*;
- Viadotto S. Anna = *sensibilità media*;
- Viadotto Melito = *sensibilità media*;
- attraversamenti in sottoterraneo con passaggio tra litotipi con differente permeabilità e/o contatti tettonici con perdite di carico/percolazioni in galleria; la maggior parte classificabili come aree a *sensibilità bassa* (la criticità si risolve ad opera realizzata), tranne per due aree che salgono a *sensibilità media*, data la conformazione dell'assetto litologico particolare; vedere seguenti progressive (dai profili geologici):
 - Km 0+750 circa: passaggio dalla Formazione delle Ghiaie di Messina alle Sabbie molassiche compatte a differente permeabilità; locali accumuli idrici = *sensibilità bassa*;
 - Km 2+340 circa: contatto tettonico tra le Ghiaie di Messina e le Sabbie molassiche; probabile rinvenimento di accumuli idrici; inoltre il sondaggio S3 ha intercettato una presenza idrica alla quota di -10,2 m dal p.c. = *sensibilità bassa*;
 - Km 5+500 circa: passaggio tra le Ghiaie di Messina e le Sabbie, Arenarie e Calcareniti a differente permeabilità; locali accumuli idrici; inoltre è prevedibile la presenza di flussi percolanti, anche per infiltrazione da sub-alveo, nei tratti compresi tra le progressive: 4+950 e 5+020 e tra 5+160 e 5+310, caratterizzate da una scarsa copertura = *sensibilità bassa*;
 - tra Km 6+060 e 6+640: sviluppo tratto in sottoterraneo al contatto tra le sabbie molassiche alla base e le Ghiaie di Messina al tetto; probabili accumuli idrici soprattutto in concomitanza con afflussi meteorici abbondanti = *sensibilità bassa*;
 - tra Km 7+680 e 8+000 circa: contatto stratigrafico tra Sabbie compatte molassiche (base) e Sabbie, Arenarie e Calcareniti (tetto) con differente permeabilità; prevedibile riscontro di accumuli idrici temporanei in prossimità del suddetto contatto; inoltre il sondaggio S7 ha intercettato una presenza idrica alla quota di -36,80 m dal p.c. = *sensibilità media*;
 - Km 9+700 circa: contatto stratigrafico tra le Argille grigio-azzurre (base) e Ghiaie di Messina (tetto); elevata probabilità di rinvenimento di accumuli idrici (di portata variabile in funzione dell'alimentazione) in prossimità di tale piano di contatto tra le due formazioni = *sensibilità bassa*;
 - tratto da Km 10+030 al Km 10+400 circa: contatto in cui il complesso delle Argille scagliose funge da impermeabile di base e, collocandosi alla base delle Calcareniti (permeabili per fessurazione), potrebbe provocare afflussi idrici abbondanti in funzione della stagione = *sensibilità media*;
 - tratto da 10+730 a 10+810 circa: altro contatto tra differenti litologie con diversa permeabilità: Argille scagliose e Calcareniti; probabili accumuli idrici = *sensibilità bassa*;

- attraversamenti di contatti tettonici alle seguenti progressive: Km 10+030/058², 10+089, 10+375/451, 10+565/600, 10+665/672, 10+997, 11+.025, 11+265287, con probabili accumuli idrici = *sensibilità bassa*
- Km 13+100 circa: attraversamento di Calcareniti con lineazione tettonica e conseguente elevato grado di fratturazione che porta a non escludere probabile presenza di radunamenti idrici all'interno del complesso calcarenitico e delle intercalazioni arenaceo-siltose dell'adiacente Complesso Flyschoide = *sensibilità bassa*;
- Km 14+165/284 e 14+200/355 circa: in corrispondenza di contatti tettonici si potrebbero avere accumuli idrici, in funzione della stagione = *sensibilità bassa*;
- tra il Km 15+600 circa ed il Km 16+000 circa: in corrispondenza dell'attraversamento nelle porzioni alterate delle Siltiti stratificate compatte potrebbero verificarsi, in funzione della stagione, locali afflussi idrici di modesta entità = *sensibilità bassa*;
- tra il Km 16+800 ed il Km 17+100 circa: probabilità di rinvenire locali accumuli idrici = *sensibilità bassa*;
- Km 18+030 circa: il sondaggio S22 ha rinvenuto una falda idrica temporanea a -5,3 m dal p.c. (Complesso Flyschoide); locali accumuli idrici = *sensibilità bassa*;
- Km 20+200 circa: il sondaggio S25 testimonia la presenza di una falda idrica temporanea a -22,5 m dal p.c. e quindi non sono da escludere afflussi idrici di entità variabile in funzione dell'alimentazione = *sensibilità bassa*.

Come si evince anche dagli elenchi sopra riportati, la percentuale di aree sensibili (media ed elevata) è distribuita nei primi tre quarti di tracciato di progetto, mentre verso la progressiva Km 14+000 circa, il valore di sensibilità è mediamente basso.

Questo aspetto ribadisce che pur attraversando un territorio interamente vulnerabile, l'infrastruttura viaria in esame, nel tratto che si estenda da RC verso Melito e fino al Km 14+000

² La doppia numerazione è riferita al profilo geologico di monte ed al profilo geologico di valle.

circa è prevalentemente a sensibilità media ed elevata, mentre per il tratto restante, la sensibilità si attesta su un valore più basso. Occorre ribadire, inoltre, che molte delle criticità sopra accertate, sono di per sé già in gran parte risolte dalla presente fase progettuale (vedasi paragrafi seguenti).

Sulla "Carta di sintesi degli impatti", infine, proprio per non restituire doviziosamente tutte le aree sensibili sull'elaborato cartografico (l'elaborato non sarebbe risultato più molto fruibile), si è optato per la graficizzazione delle sole aree con sensibilità media ed elevata.

3.6 Effetti previsti in fase di costruzione

In funzione delle caratteristiche e delle valenze del territorio di inserimento progettuale e delle tipologie di intervento e delle relative azioni di progetto necessarie per la realizzazione delle opere e dei manufatti, la checklist degli impatti potenziali indotti, per la componente "Ambiente Idrico", in fase di costruzione risulta essere la seguente:

- Interferenze con corpi idrici superficiali e/o sotterranei
- Alterazione di processi di infiltrazione e ruscellamento
- Alterazione della qualità delle acque superficiali
- Alterazione della qualità delle acque sotterranee

3.6.1 Interferenze con corpi idrici superficiali e/o sotterranei

È evidente che una errata predisposizione delle aree di cantiere, con occupazione di aree di pertinenza idrica e/o con creazione di ostacoli o impedimenti al libero deflusso delle acque, anche in condizioni di piena fluviale, non possono non costituire situazioni interferenti, pericolose non solo per l'integrità dei corpi idrici, ma, e soprattutto, per la sicurezza del cantiere e delle aree sottostanti (le acque in piena avrebbero, infatti, la possibilità di prendere in carico materiali terrosi ed inerti presenti in corrispondenza dei piazzali e della pista stessa).

Nel caso in esame, tale problematica è presente e localizzata solo per una porzione modesta dell'area del Campo Base C. B. 1, in quanto si registra un'interferenza diretta con l'area di

esondazione, l'interruzione di argine ed il restringimento della luce del ponte stradale dell'attuale S.S. 106.

Per quanto concerne l'attraversamento in viadotto dei corsi d'acqua, l'interferenza è limitata alle pile che, distribuendosi lungo tutta la piana alluvionale unitamente alla criticità idraulica delle fiumare (Valanidi, Molaro, Sant'Elia, Annà e Melito), potrebbero essere realizzate in modo tale da contemplare il rischio di erosione alla base delle stesse.

Per altre interferenze, come la risagomatura degli alvei (cfr. paragrafo precedente), tali interventi pongono alcune sezioni idrauliche a rischio di impatto in quanto interessate direttamente dai lavori di adeguamento. L'impatto è ascrivibile alle operazioni di realizzazione di nuovi alvei artificiali e quindi gli alvei attuali saranno direttamente interessati da lavori che si ripercuoteranno sull'idrodinamica fluviale per un tratto maggiore (sia verso monte, che verso valle) rispetto a quello di stretta pertinenza realizzativa.

Per quanto riguarda l'intercettazione di falde sotterranee nei tratti in galleria, lo studio geologico ed idrogeologico ha rilevato che i terreni a maggiore permeabilità attraversati dalle gallerie sono interessati soltanto da sorgenti ed emergenze stagionali, spesso niente più che stillicidi.

3.6.2 Alterazione di processi di infiltrazione e ruscellamento

Durante le fasi costruttive, le azioni di progetto potenzialmente in grado di determinare un'alterazione dei processi di infiltrazione e ruscellamento idrico sono essenzialmente da ascrivere alla antitetica creazione di superfici esposte a grande permeabilità (fondo stabilizzato della pista di cantiere, piazzali di stoccaggio con fondo in terra, ecc...) e di superfici del tutto impermeabili (baraccamenti, parti asfaltate dei cantieri, ecc...).

L'entità di tali problematiche dipende dalle dimensioni delle aree in questione nei confronti delle aree di inserimento, dalla fasizzazione dei lavori (non concomitanza di tutte le fasi di cantiere all'interno dell'area in lavorazione), dai lay-out definitivi delle aree di lavorazione e dagli accorgimenti specifici in esse adottati.

Le opere previste in progetto comporteranno un incremento tutto sommato mediamente discreto delle superfici asfaltate, in quanto i tratti all'aperto in raso/trincea/rilevato sono relativamente corti rispetto all'intera estensione delle gallerie e dei viadotti.

Questo, in aggiunta alla vastità areale dei complessi idrogeologici presenti nell'area di studio ed alla mediamente limitata impronta delle aree di cantiere (interessate da piazzali, probabilmente asfaltati e manufatti) e delle opere in progetto, consente di considerare moderatamente significativa questa tipologia di impatto per l'infrastruttura esaminata.

In particolare, l'effetto più rilevante del processo di impermeabilizzazione del suolo consiste in una sostanziale riduzione di afflussi idrici nel sottosuolo e in un conseguente aumento del volume di acqua in superficie destinato ad essere convogliato all'interno della rete fognaria. In virtù, però di un territorio morfologicamente sensibile e con aree degradate (a luoghi la vegetazione è ridotta a pseudo-steppe mediterranea) l'area compresa tra le due carreggiate assume una rilevanza particolare.

3.6.3 Alterazione della qualità delle acque superficiali

Considerata la destinazione d'uso dei terreni circostanti la zona di intervento, è da scongiurare la possibilità che si verifichino sversamenti di sostanze inquinanti che possano raggiungere i corsi d'acqua e le vicine aree coltivate.

È quindi da prevedersi per l'intero periodo di lavorazione un adeguato e sicuro sistema di raccolta delle acque reflue per l'intera zona di pertinenza progettuale interessata dalle attività di lavorazione e l'allestimento di un temporaneo impianto di depurazione per le acque di scarico-lavaggio delle autobetoniere e di quelle di scarico da uso civile in ottemperanza alla normativa di riferimento.

Naturalmente la realizzazione delle opere di attraversamento degli alvei delle fiumare ne comporteranno la diretta interferenza dei lavori, con rischio di sversamento di detriti e materiali di risulta in alveo, provocandone l'intorbidimento delle acque o locali ostruzioni della sezione.

3.6.4 Alterazione della qualità delle acque sotterranee

Tale impatto, per ciò che concerne la fase costruttiva, è prevalentemente relegato alla realizzazione delle fondazioni delle pile che comporterà un'interazione diretta con la falda contenuta all'interno delle piane alluvionali.

Occorrerebbe che non vengano utilizzati fanghi o polimeri per la messa in opera delle palificate, poiché entrambi sono inquinanti, in particolare le bentoniti rilasciano metalli che hanno grande capacità dispersiva anche nei mezzi a porosità interstiziale. Per mitigare o addirittura escludere questo impatto, tipico della fase di cantiere, è quindi importante prediligere o scegliere tecniche di messa in opera dei pali che non richiedano l'impiego di fanghi³ e/o polimeri (pali infissi, pali trivellati con immissione del calcestruzzo contemporaneamente all'estrazione delle aste e delle terre di scavo), almeno nelle situazioni di maggiore sensibilità idrogeologica come quelle dei viadotti che attraversano le fiumare più imponenti: Valanidi, Molaro, Sant'Elia, Annà e Melito, che tra l'altro sono sedi di emungimento con un numero ragguardevole di pozzi. Inoltre, particolare attenzione si dovrà porre all'ubicazione delle vasche di contenimento dei fanghi ed al successivo smaltimento delle acque di lavaggio, avendo cura di non posizionarle nelle vicinanze dei corsi d'acqua.

3.7 Effetti previsti in fase di esercizio

In funzione delle caratteristiche e delle valenze del territorio di inserimento progettuale e delle tipologie di intervento e delle relative azioni di progetto implicite nell'esercizio delle opere in esame, la checklist degli impatti potenziali indotti, per la componente "Ambiente Idrico" in fase di esercizio risulta essere la seguente:

- Alterazione dell'infiltrazione e del ruscellamento
- Alterazione dell'idraulica fluviale
- Alterazione della circolazione idrica sotterranea
- Alterazione della qualità delle acque superficiali e sotterranee

3.7.1 Alterazione dell'infiltrazione e del ruscellamento

L'alterazione dei processi di infiltrazione può essere indotta da asportazione o creazione di copertura vegetale, alterazione della permeabilità e natura del suolo e variazioni dell'acclività.

Per quanto riguarda la modifica dell'attuale copertura vegetazionale delle aree di intervento, questa è in buona parte controbilanciata dall'elevato numero di tratti in sotterraneo e dalla bassissima percentuale di tratti in rilevato/trincea (circa 1,5 Km di estensione lineare totale, su 21 Km totali di progetto).

3.7.2 Alterazione dell'idraulica fluviale

La pericolosità idraulica è dovuta essenzialmente alla variabilità naturale del fenomeno di piena ed è misurato dalla probabilità di superamento della portata rispetto alla quale sono dimensionate le opere idrauliche, in un periodo di ritorno pari alla durata tecnico-economica di riferimento. Tale effetto si considera, pertanto esaurito in fase di costruzione: infatti le verifiche idrauliche eseguite hanno garantito franchi idraulici in accordo con i vincoli richiesti (sempre superiori ad almeno 1 metro come previsto dall'ABR della Calabria) ed hanno determinato l'assenza di effetti indotti dai livelli di piena (calcolati sui tempi di ritorno pari a $T_r=50 - 200 - 500$ anni) sulle opere di progetto e sulle strutture arginali esistenti (cfr. tabella riportata nel paragrafo "Aree sensibili"). Inoltre, nella fase realizzativa è prevista la realizzazione di protezioni spondali e delle pile dei viadotti mediante materassi di tipo Reno. Nell'ambito del progetto della S.S. 106 Jonica si ricorrerà alle opere in massi legati nel caso di protezioni di sponda, protezione delle pile dei viadotti nell'alveo attivo e inalveazione dei fossi; per le dimensioni, dettagli e particolari tecnici dei gabbioni e dei materassi tipo Reno si rimanda ai seguenti elaborati grafici: "Gabbioni metallici e Materassi tipo Reno" e "Protezione delle pile in alveo", allegati al Progetto.

³ Si può anche prevedere l'utilizzo di fanghi polimerici biodegradabili, caratterizzati da elevati coefficienti di dissolvenza sul medio-breve periodo, prevenendo così la diffusione di sostanze inquinanti in falda durante le attività di trivellazione e restituendo la permeabilità originaria al terreno interessato dalle trivellazioni.

3.7.3 Alterazione della circolazione idrica sotterranea

Uno dei parametri più attentamente valutati nel corso della presente analisi ambientale è stato proprio il rischio di interferenza con la circolazione idrica sotterranea. La realizzazione di un certo numero di gallerie che attraversano litotipi altamente permeabili fa supporre l'esistenza di un rischio di interferenza, così come la costruzione di opere dentro le valli fluviali delle fiumare che possono, a luoghi contenere anche delle falde idriche molto utili. Dalla campagna geognostica e dai dati bibliografici si è desunto che falde ad estensione regionale, non ve ne sono, ma che in realtà vi è una buona percentuale di intercettare accumuli idrici (nei rilievi costituiti da litotipi molto permeabili) e/o falde di sub-alveo (estese, in generale, lungo l'asse longitudinale della doccia valliva), la cui portata è strettamente connessa con la variazione stagionale del regime meteorico.

Pertanto, in fase di esercizio, le gallerie rese impermeabili alle infiltrazioni, costituirebbero un ostacolo temporaneo ad eventuali percolazioni, con conseguente però beneficio per la qualità delle eventuali falde sospese e trattenute all'interno dei litotipi molto permeabili del territorio in esame. Mentre, per ciò che concerne le pile dei viadotti fondati sui sedimenti alluvionali delle fiumare, tali strutture possono considerarsi in massima parte permeabili, rispetto all'estensione (in ampiezza) dei corsi d'acqua calabresi, costituendo così un blando intralcio al moto dell'acqua.

3.7.4 Alterazione della qualità delle acque superficiali e sotterranee

La presenza di una infrastruttura stradale è causa diretta di inquinamento dell'ambiente idrico sia diffuso che localizzato a causa del deposito di prodotti dei processi di combustione dei veicoli e dalla dispersione di inquinanti in caso di sversamento accidentale di sostanze contaminanti a seguito di incidenti.

Gli effetti riconducibili a questa tipologia di impatto vanno comunque distinti tra fenomeni di inquinamento acuto e fenomeni di inquinamento cronico.

I primi sono riconducibili, ad esempio, incidenti con sversamento di sostanze tossiche che raggiungono i corpi idrici adiacenti all'infrastruttura, mentre i secondi risultano legati direttamente alle sostanze depositate sulla superficie dell'infrastruttura dagli scarichi e dall'usura di parti dei mezzi che utilizzano l'infrastruttura stradale, da perdite di fluidi di varia natura; sostanze che

complessivamente subiscono un dilavamento meteorico e possono contaminare le acque superficiali e le acque sotterranee con cui vengono in contatto.

Particolarmente significativa è la possibile criticità di inquinamento localizzato dovuto allo sversamento accidentale di sostanze contaminanti in relazione ad incidenti stradali. In particolare deve essere considerato il caso di precipitazioni meteorologiche contemporanee e conseguente diffusione di inquinanti nel sistema idrico naturale attraverso il sistema di drenaggio della piattaforma stradale. In ogni caso, la pericolosità derivante dalla probabilità che tali acque risultino inquinate viene enfatizzata dalla elevata vulnerabilità derivante dalla natura alluvionale dei terreni di imposta delle opere e dalla soggiacenza della falda.

Dal prodotto tra una vulnerabilità elevata ed una pericolosità media scaturisce quindi un rischio di alterazione non del tutto trascurabile.

Proprio in virtù di tale situazione, è stata adottata già nella presente fase progettuale, una soluzione che comporta l'adozione di un sistema chiuso per il sistema di raccolta, collettamento e smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma e che prevede la dissabbiatura e la disoleatura prima della consegna negli alvei delle fiumare. Pertanto anche tale criticità, alla conclusione della fase realizzativa dell'opera, potrà considerarsi del tutto superata.

4 COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO

4.1 Area di studio e ricettori interessati

L'analisi della componente suolo e sottosuolo ha preso in esame una porzione di territorio più vasta rispetto alla ristretta zona di inserimento progettuale al fine di valutare con accuratezza i possibili eventuali elementi in condizione di interagire con il grado di inseribilità ambientale dell'opera, pur se da essa distanti.

Nell'ambito di tale settore di analisi sono quindi stati ricercati quei ricettori (litotipi di fondazione, elementi tettonici interferiti o lambiti, morfologie significative) in grado di interagire con il progetto stesso.

Relativamente alla componente suolo e sottosuolo la valenza dei ricettori è da considerarsi biunivoca, in quanto la loro rilevanza va ricercata sia dal punto di vista dei vincoli e dei condizionamenti che essi possono indurre sull'opera in progetto (è questo il caso della possibile presenza di dissesti o della presenza di terreni geotecnicamente scadenti sui quali fondare alcune opere d'arte), quanto delle modificazioni che essi possono subire a seguito della realizzazione delle opere stesse (ad esempio il rischio di innesco di decrementi delle qualità geotecniche di un terreno oppure il danneggiamento di morfologie di rilevante interesse scientifico).

All'interno dell'area in esame sono stati individuati sia quei ricettori considerati come elementi in grado di determinare impatti sul progetto, sia quegli elementi in condizione di essere alterati dalle azioni del progetto; ai primi appartengono le lineazioni tettoniche, i terreni litologicamente poco competenti e le aree instabili, ai secondi appartengono, soprattutto le aree in frana (attive/quiescenti) per il probabile innesco di una riattivazione e le aree già affette da degradazione/erosione intensa, le quali se non opportunamente sistemate alla fine dei lavori, potrebbero a lungo andare determinare effetti deleteri sull'opera infrastrutturale.

4.2 Riferimenti normativi

I principali riferimenti normativi da considerare a livello nazionale e regionale sono rappresentati da:

- Circolare Ministeriale LL.PP. 16 dicembre 1999, n. 349/stc - Decreto del Presidente della Repubblica n. 246 del 21 aprile 1993, art.8, comma 6 - Concessioni ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni e sulle rocce ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali.
- Decreto Ministeriale 25 ottobre 1999, n. 471 - Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'art.17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997 n.22, e successive modificazioni.
- Legge 9 dicembre 1998, n. 426 - Nuovi interventi in campo ambientale.
- Decreto Ministeriale LL.PP. 11 marzo 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini su terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Ord. P.C.M. n.3316 del 2 Ottobre 2003 recante "Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003" (l'Ordinanza riporta modifiche ed integrazioni alle Norme Tecniche per le costruzioni in zona sismica di cui agli allegati 2, 3 e 4 dell'Ordinanza n. 3274/03).
- Ord. P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la Classificazione Sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 "Pianificazione urbanistica in zone sismiche".
- Legge Regionale 27 Aprile 1998, n.7 "Disciplina per le costruzioni ricadenti in zone sismiche. Snellimento delle procedure in attuazione dell'art. 20 della Legge 10 dicembre 1981, n. 741".
- Regolamento regionale 12 novembre 1994, n.1 "Regolamento di attuazione relativo alle procedure per costruzioni in zone sismiche, di cui alla legge regionale n 17 dell'11 luglio 1994".
- Legge Regionale 24 maggio 1980 n. 14 "Istituzione dell'ufficio geologico regionale".

4.3 Caratterizzazione dello stato di fatto

4.3.1 Lineamenti morfologici regionali

Le caratteristiche di dettaglio dell'area di intervento sono riconducibili all'azione degli agenti esogeni ed all'assetto strutturale d'insieme di un più vasto ambito quale è la porzione meridionale della Calabria.

In particolare, l'evoluzione dell'intera regione è strettamente condizionata dall'associazione delle unità litologiche, caratterizzate da un grado di plasticità assai diverso; si passa infatti dai rigidi rilievi carbonatici (a nord) alle plastiche formazioni in facies di flysch, alle fortemente alterabili formazioni cristalline (Aspromonte) ed alle facilmente erodibili argille plio-pleistoceniche, col risultato di dar luogo a forme di erosione molto differenti.

La caratteristica morfologica più evidente dei principali rilievi montuosi della Calabria è rappresentata da una combinazione di forme arrotondate ed abbastanza livellate nelle aree sommitali, accompagnate da fianchi generalmente ripidi e relativamente scoscesi. Tale morfologia è direttamente connessa alla vicenda del sollevamento isostatico e con la litologia che contraddistingue le porzioni centrale e meridionale della regione caratterizzate da graniti, gneiss, micascisti e filladi intensamente fratturati e profondamente alterati, quindi facilmente erodibili e a luoghi franose.

In modo particolare l'Aspromonte, appartenente al sistema orografico calabro-peloritano, presenta i fianchi incisi da una caratteristica gradinata di spianate che da 1200-1300 m scendono fino a 250-300 m s.l.m.. In questo caso si tratta di spianate di erosione continentale e di abrasione marina intagliate sui versanti di un rilievo il cui sollevamento, secondo alcuni Autori, per fasi successive, mentre secondo ipotesi più recenti sembra che vi sia stata in origine un'unica superficie della fine del Pleistocene inferiore (circa 2 M.a.) smembrata da un sistema di faglie a gradinata ove i piani di faglia costituiscono le scarpate dai vari gradini morfologici. Alla periferia di tali superfici di spianamento continentale e marino esistono depositi marini del Quaternario post-calabro che formano diversi terrazzi caratterizzati da depositi marini fossiliferi e da una grande variabilità sia come numero, sia come altimetria.

Il dato più rilevante è l'eccezionale intensità dell'erosione in atto su tutta la Calabria, dovuta al rapido sollevamento della regione, nonché alle caratteristiche del clima e della composizione

litologica. La tipica espressione di tale intensità dell'erosione è costituita dalle fiumare, che formano valli brevi, molto inclinate, con il tratto inferiore relativamente ampio e sovralluvionato e che si dipartono "a raggiera" dalla cima dell'Aspromonte.

Tale raggiera vede al centro il culmine del rilievo dell'Aspromonte (circa 2000 m) e successivamente si distinguono i vari settori delimitati dai numerosi corsi d'acqua le cui valli nella fascia montana sono caratterizzate da numerosi e frastagliati solchi erosivi, mentre nella fascia intermedia e ancora più in quella litoranea mostrano forme morfologiche più definite, ovvero i depositi continentali, le aree di versante, le linee di displuvio ed infine le piane alluvionali ed i terrazzi fluviali.

I depositi continentali presentano una morfologia sub-pianeggiante con debole inclinazione di pochi gradi verso la costa e risultano spesso ricoperti da un orizzonte alluvionale dovuto alla gelivazione. La loro genesi è dovuta all'azione delle acque di ruscellamento superficiale che le hanno variamente sparse sulle superfici preesistenti, colmandone le depressioni e uniformandone la topografia. Le aree di versante, dovute sia ai piani di faglia che ai corsi d'acqua che hanno variamente eroso le pendici montuose e, le linee di displuvio (lungo le quali tra l'altro si articola gran parte della rete stradale), sono passaggi obbligati per lo sviluppo della rete idrica da monte verso valle. Tanto le piane alluvionali quanto i depositi fluviali che bordano le attuali incisioni, data la loro morfologia pianeggiante, si presentano e si sono presentati favorevolmente allo sviluppo di attività antropiche, soprattutto nelle zone dove le acque sono ormai regimate. Ma l'elemento morfologico più tipico è comunque rappresentato dal netto stacco, visibile lungo i versanti convessi, tra i resti di antiche superfici di erosione poste alla sommità dei versanti e la superficie di erosione attuale che si sovrappone alle precedenti con pendenze ed attività erosive più accentuate. Forme di ordine minore, almeno nella zona direttamente interessata dal tracciato, sono quelle a controllo climatico come i calanchi e le colate di fango che si possono registrare nelle aree di affioramento dei terreni più facilmente erodibili e, con maggiore frequenza, sui versanti esposti a sud.

In aree prossime al tracciato (zona compresa tra la Galleria Pantano ed il Viadotto Pudica) sono state osservate deformazioni gravitative di versante (DGPV); strutture del tipo "grandi frane" ad evoluzione lenta che ricalcano quelle diffusamente presenti su tutto il versante ionico aspromontano, le cui superfici di slittamento sono tanto profonde da doverne presumere la prosecuzione sotto il livello del mare e spesso anche al di là della linea di riva.

4.3.2 Lineamenti geologico-strutturali regionali

La porzione meridionale della Calabria che si estende a sud della “stretta” tra i golfi di Sant’Eufemia e Squillace, è caratterizzata nella porzione più meridionale dal massiccio dell’Aspromonte, costituito da rocce cristalline di età paleozoica, comprendenti rocce metamorfiche di alto e medio grado (paragneiss biotitici, micascisti granatiferi, gneiss occhiadini, con subordinate filladi e con intercalazioni di anfiboliti) e rocce intrusive acide (graniti).

I graniti affiorano nel nucleo centrale dell’arco calabro meridionale, al di sopra dei 1000-1200 m s.l.m. e sono in genere abbastanza integri e meno erodibili rispetto alle rocce affioranti alle quote inferiori (micascisti, graniti), intensamente tettonizzate, fratturate e più o meno disfatte, alterate anche in profondità e pertanto soggette a notevole degradazione, associata a fenomeni di frana e di intensa erosione. A tali affioramenti si aggiungono, lungo il versante ionico, estesi affioramenti di terreni di età compresa tra il Giurassico e l’Oligocene, appartenenti alle successioni calabridi: filladi, metareniti, argilloscisti, argilliti, flysch ed altre rocce ad affinità flyschioide, a deformazione essenzialmente duttile. Proprio da queste masse rocciose i torrenti traggono buona parte del loro trasporto solido.

Più a valle, metamorfiti e graniti si immergono al di sotto di una copertura di rocce sedimentarie di varie epoche. Modesti e discontinui lembi di brecce calcaree, calcareniti e calcari a rudiste (di età giurassica) affiorano alle quote intermedie dell’entroterra ionico; ben più estese e continue sono le successioni calcarenitiche, conglomeratiche, calcaree e torbiditiche appartenenti ai flysch tardo-orogeni della Formazione di Stilo (Miocene inferiore), alla serie altomiocenica in facies detritica trasgressiva ed al ciclo messiniano.

Infine, terreni sedimentari sciolti a composizione da sabbiosa fino ad argillosa, con subordinati corpi ghiaiosi, di ambiente sia marino, sia continentale, di età pleistocenica, formano depositi terrazzati su più livelli, estesi in particolare sul versante tirrenico. Laddove lo spessore dei terreni di copertura è modesto, al fondo delle incisioni torrentizie riaffiorano i terreni metamorfici più antichi, ma più spesso gli alvei restano contenuti solo nelle formazioni più recenti. In un caso e nell’altro, tuttavia, si verifica quasi ovunque un ulteriore apporto di materiali dalle sponde nell’alveo. Nella fascia costiera dove le formazioni sedimentarie recenti assumono notevole

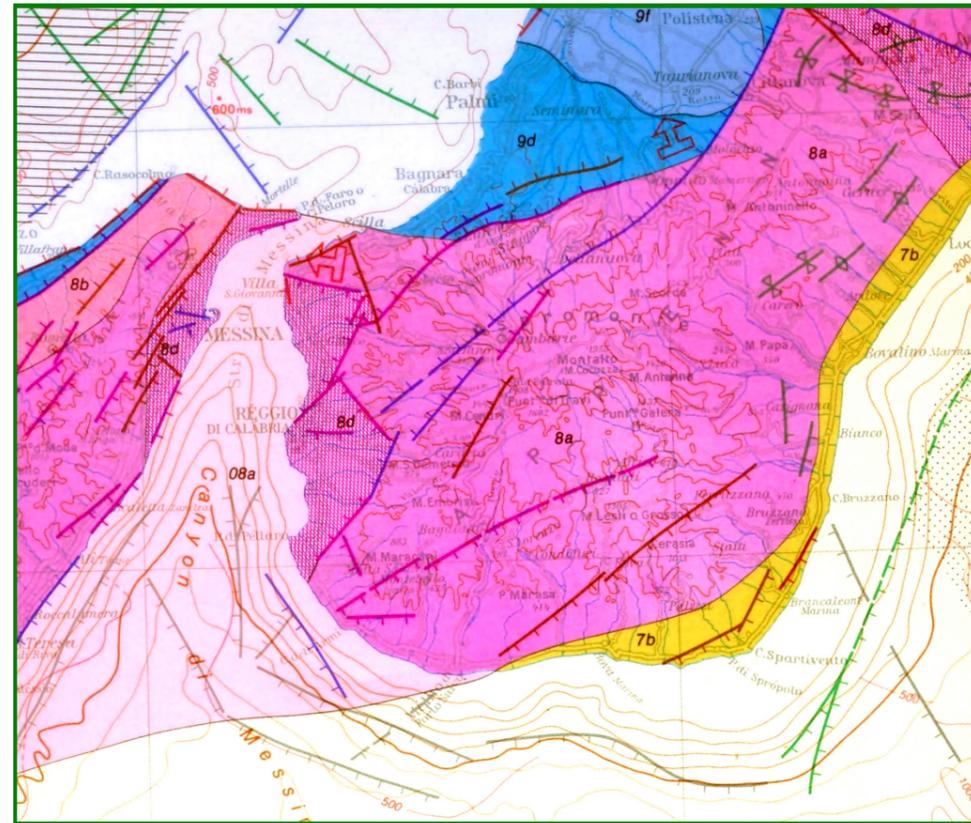
spessore, l’apporto di materiali cessa invece completamente, in quanto per la presenza di arginature, i corsi non ricevono, salvo casi sporadici, acqua dalle campagne circostanti.

Per ciò che concerne, invece, l’assetto strutturale della Calabria meridionale, l’individuazione della connessione tra strutture, lineazioni tettoniche e movimenti orogenetici, nel cristallino aspromontano è più ardua, poiché meno evidente rispetto ad altre aree, soprattutto a causa della profonda alterazione delle rocce e degli scarsi dati strutturali attualmente in possesso.

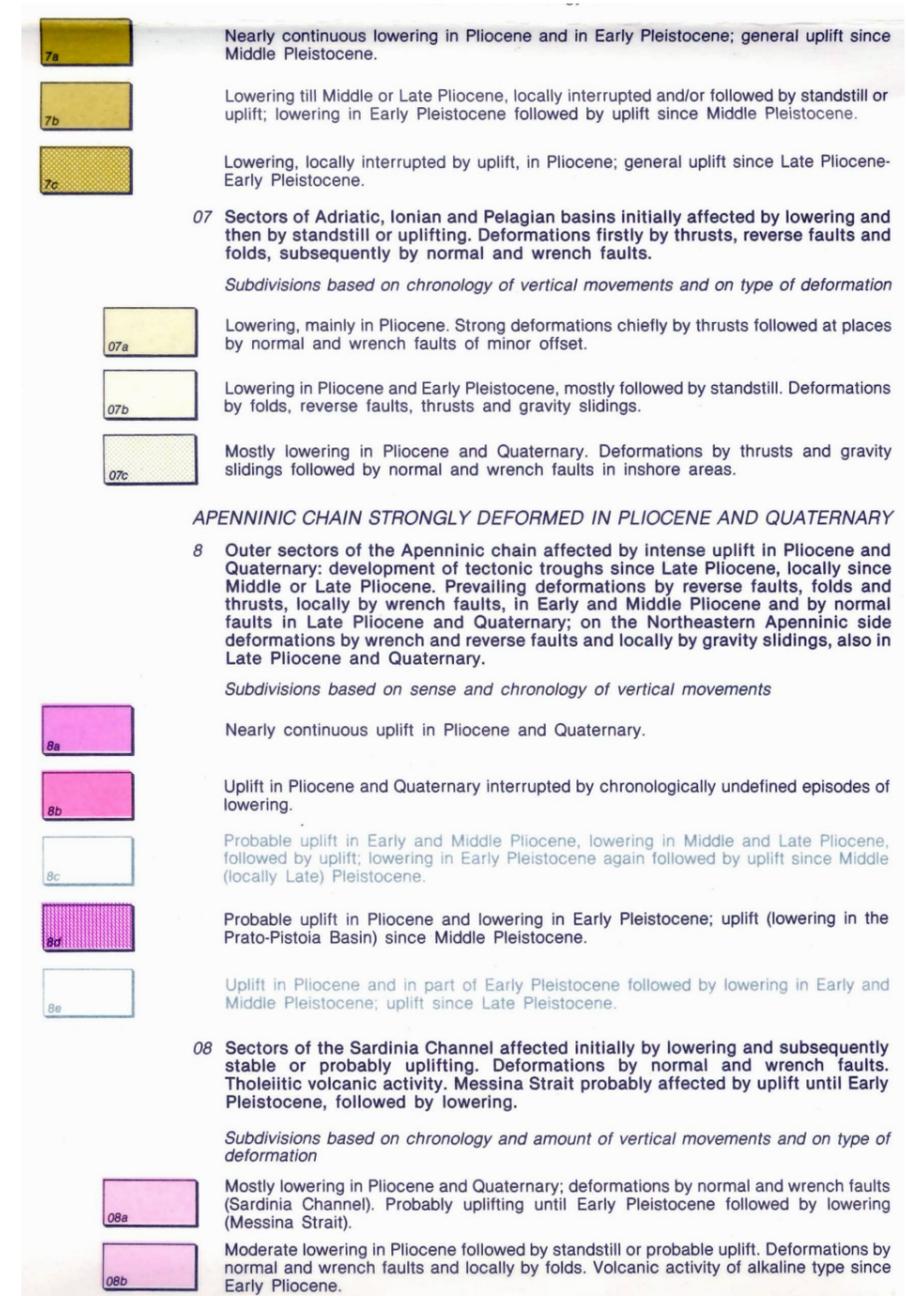
Unico dato “certo” sembra essere la genesi che ha dato luogo all’assetto odierno di questa porzione della Calabria: tale costituzione prende origine dallo scontro tra la placca europea e la placca africana e rappresenterebbe un “frammento” delle Alpi. Ma è verso la fine del Miocene (circa 6 M.a. fa) che vi fu la rotazione antioraria in corrispondenza dell’arco calabro-peloritano che portò i massicci grantici calabresi ad “accavallarsi” sugli appennini, in progressiva traslazione verso oriente a causa dell’apertura del mar Tirreno. A tutto ciò nel quaternario si associano fenomeni lenti e progressivi di emersione che espose i massicci calabresi agli agenti esogeni che hanno finito col modellarli, dando, a luoghi, forme tondeggianti. L’Aspromonte in particolare, reca impressi i segni di tali movimenti eustatici con numerosi terrazzamenti, di chiara origine marina.

Tali movimenti, però, attualmente, sono collegati all’accentuarsi, da una parte, del dislivello tra la fascia corrugata appenninica in sollevamento e del fondo marino tirrenico in sprofondamento e dall’altra dallo schiacciamento NS dell’arco calabrese, che si traduce in un suo progressivo flettersi verso E-SE e contemporaneamente alla formazione di fratture di tensione NNE-SSW sul lato interno di esso.

Dallo studio del CNR “Neotectonic map of Italy” si evince, infatti, che la zona interessata dal tracciato progettuale e che si estende dal capoluogo della regione fino quasi al confine tra i comuni di Motta San Giovanni e Montebello Jonico è interessata da un sollevamento che si protrae dal Pleistocene medio (1/1,5 M.a. circa) ad oggi, mentre la porzione restante dell’area in esame è soggetta a sollevamento dal Pliocene (5 M.a. circa).



Stralcio della "Neotectonic Map of Italy" (CNR, 1983), fuori scala.



4.3.3 Aspetti geomorfologici locali

L'area di pertinenza progettuale si snoda tra la fascia costiera-pedecollinare e la fascia intermedia, collinare della provincia di Reggio Calabria, percorrendo il tratto iniziale, in aree ove prevale la

morfologia pianeggiante e sub-pianeggiante (limitata alle pianure alluvionali e alle fasce litoranee della periferia meridionale del capoluogo) ed articolandosi successivamente tra le dorsali e le valli che si alternano pressochè parallele tra loro. Tale articolazione è caratterizzata da rilievi modesti con pendenze dei versanti a luoghi molto elevate e con quote massime che si aggirano sui 200/250 m s.l.m. e quote minime che raggiungono i 25/30 m s.l.m..

Alla sommità dei rilievi tabulari, si riscontrano le superfici dei terrazzi morfologici del Pleistocene superiore, mentre sui versanti più acclivi si rinvergono fenomeni franosi; complessivamente, gli elementi morfologici riscontrati nell'area evidenziano un quadro morfoevolutivo dominato da processi di natura idrica e da processi dovuti alla forza di gravità. Tale riprova è data dall'origine di Capo dell'Armi, che gli Autori interpretano come il protendimento verso il mare di un grande corpo di "frana", che si delinea a nord del tracciato con una rottura gravitativa su base tettonica. È opportuno ribadire che si tratta, tuttavia, di movimenti ad evoluzione lenta, come quelli lateral spreading, anch'essi piuttosto diffusi nell'area e che solo in tempi molto lunghi incidono sulla morfologia locale. Lungo il tracciato, piccoli movimenti gravitativi, talora interpretati come paleofrane di tipo superficiale (PAI, 2002) sono piuttosto frequenti, ma quelli osservabili lungo i primi cinque chilometri sono rari ed appaiono più come espressione di processi di erosione accelerata, che di movimenti franosi s.s..

La natura litologica del substrato, le forme ed i processi relativi sono stati riportati in carta mediante opportune simbologie e per quanto concerne i morfotipi ed i processi ad essi correlati, essi sono stati suddivisi in:

- morfologia di versante;
- morfologia delle acque superficiali;
- morfologia antropica.

Inoltre, è stato tenuto conto degli elaborati del P.A.I. (elaborato 15.1 "Carta inventario dei centri abitati instabili"), restituendo graficamente il censimento dei corpi e delle zone di frana in stato attivo e quiescente.

Lungo il tracciato, piccoli movimenti gravitativi, talora interpretati come paleofrane di tipo superficiale (PAI, 2002) sono piuttosto frequenti, ma quelli osservabili lungo i primi cinque chilometri sono rari e appaiono più come espressione di processi di erosione accelerata che di

movimenti franosi s.s. Invece, può essere interpretato come fenomeno di lateral spreading il movimento del terreno che interessa il fianco destro idraulico del Torrente Campoli in corrispondenza del previsto viadotto omonimo.

Più complessi sono i processi morfogenetici che hanno dato origine alla particolare forma assunta dalla depressione valliva del Torrente Oliveto, prima del suo sbocco nella pianura costiera di Lazzaro. (Km 7+200 – Km 7+800). Qua, infatti, alla ripidità delle sponde e ai notevoli salti di quota, si associa un deposito alluvionale di fondovalle che diventa sempre più esteso verso la costa. Le cause all'origine del fenomeno sono da ascrivere al sollevamento tettonico e alle faglie che si sviluppano nell'entroterra, ma quelle che ne hanno segnato l'evoluzione più recente vanno ricercate in fenomeni di lateral spreading, sviluppatisi contemporaneamente al sollevamento tettonico, alle conseguenti deformazioni gravitative profonde dei versanti (DGPV) e all'erosione che, assai più intensa in passato quando la regione era soggetta a condizioni meteorologiche diverse, è comunque assai attiva ancora oggi e, infine, alla deposizione del materiale solido con cui è avvenuta la progradazione della pianura costiera.

Del resto, i processi di erosione accelerata sono piuttosto marcati anche sui bacini dei corsi d'acqua successivi fino a Capo dell'Armi (Fosso Maliardi, Fiumara di Lazzaro, Vallone Giammassaro, Vallone Catrica).

Superato il capo, fino alla Fiumara Molaro, più che corsi d'acqua s.s. si hanno elementari compluvi che, pur potendosi presentare con incisioni abbastanza marcate, a causa del bacino più esiguo e della sensibile riduzione della piovosità, in atto non appaiono dotati di grande capacità erosiva, e le forme talora aspre che le contraddistinguono sono il risultato di processi erosivi assai antichi mantenuti attivi anche con il contributo dell'erosione eolica.

In quest'ambito, il solo fenomeno franoso che si dimostra ancora attivo è quello che si può osservare sul vallone Branca, in una zona poco a valle del tracciato.

Dopo il Molaro, ormai rigidamente regimato, il tracciato supera una serie di fossi idraulicamente poco significativi (F.Pantano, F.Pulica), ma articolati su un complesso geomorfico soggetto a fenomeni di deformazione gravitativa profonda, che verso il litorale marino trovano espressione anche nei Pantani di Saline e in processi di subsidenza costiera.

Si tratta di fenomeni i cui effetti più percepibili consistono in tracce di umidità lungo i piani di scorrimento e, talvolta, in una accentuazione dello stato di allentamento della roccia. La loro

influenza sulle opere previste in progetto è generalmente modesta ed è stata già considerata nella scelta strutturale delle gallerie o fondazionale dei viadotti.

In questa stessa area geografica, poco a monte della galleria La Guardia, affiorano le Argille Varicolori con il loro assetto calanchivo dovuto alla facile erodibilità dei litotipi. Qua i dissesti più comuni sono legati a fenomeni di creep e i mud flow, e generalmente si esauriscono nello spessore del materiale di copertura alterato e reso permeabile dalla fessurazione da ritiro.

All'imbocco della galleria Cacalupo (lato est) in aree prossime al tracciato stradale, sia a monte e sia a valle, sono stati osservati e cartografati affioramenti detritici riconducibili a processi colluviali e di soliflusso, che tuttavia non appaiono in grado di interferire con l'opera. Una loro interpretazione come fenomeni franosi s.s. è da escludere.

L'assetto geomorfico più aspro è quello che si riscontra nel tratto di territorio compreso tra la Fiumara di Annà e la Fiumara di Melito, particolarmente nel bacino del Vallone Carcea, dove i fenomeni erosivi sono tanto intensi da originare approfondimenti vallivi considerevoli, con versanti esposti al ruscellamento, e, nelle zone argillose, a frane tipo colata.

Infine, praticamente piatto è il talweg della Fiumara di Melito, soggetto ai normali processi dell'attività idraulica di un pattern anastomizzato, ma va segnalato che il tratto terminale del tracciato, in località Prunella è interessato da una paleofrana che in tempi recenti ha manifestato una certa tendenza alla riattivazione, soprattutto determinata da uno scarso o inefficiente drenaggio delle acque idrometeoriche.

Il tracciato progettuale, inoltre, attraversa in alcuni punti dei siti estrattivi e precisamente alla progr. Km 5+500 e tra il Km 9+000 ed il Km 9+500.

Sulla base di quanto sopra descritto, si può concludere che i principali agenti della morfogenesi sono rappresentati dalle acque meteoriche che, pur saltuarie e anche quando sono drenate in bacini generalmente piccoli, sono capaci di produrre ingenti fenomeni di trasporto solito in virtù di pendenze longitudinali e trasversali accentuate e che il tracciato, pur articolandosi in un territorio geomorfologicamente difficile, su sviluppa in zone stabili/quiescenti o facilmente stabilizzabili.

4.3.4 Assetto geologico locale

Le opere infrastrutturali in progetto sono situate all'interno di un territorio sub-pianeggiante-collinare il cui assetto geologico è strettamente condizionato dalla strutturazione del massiccio calabro-peloritano e dal suo attuale stato di graduale sollevamento.

L'area in cui si articola il tracciato ricade nel settore meridionale del blocco calabro, dove si individua il Bacino di Reggio delimitato a ovest dalla depressione tettonica dello Stretto di Messina e a Est dall'horst aspromontano.

Si tratta di una regione geologica alquanto complessa, caratterizzata da aspetti tettonico-strutturali che denotano una spiccata fase di sollevamento e una intensa sismicità, in presenza di formazioni diverse per età, litologia e comportamento geologico – tecnico.

La tettonica, nella fase attuale, appare contraddistinta da fenomeni di accentuata mobilità verticale, a cui è da ascrivere l'innalzamento strutturale della regione, accompagnati da notevoli fenomeni distensivi che si evidenziano attraverso faglie dirette, talora sismicamente attive, deformazioni gravitative profonde e fenomeni gravitativi in genere.

I terreni affioranti nell'area di interesse progettuale appartengono a diverse unità stratigrafico-strutturali, intendendo con questo termine unità delimitate da contatti tettonici ad estensione regionale di età definita, ognuna delle quali è caratterizzata da una determinata successione stratigrafica che, congiuntamente alla posizione geometrica nell'ambito dell'orogene, la differenzia dalle unità circostanti (Lentini et al., 2000).

Le unità stratigrafico-strutturali sono state raggruppate in "Complessi" comprendenti l'insieme delle unità ascrivibili allo stesso dominio paleogeografico (Ogniben, 1960) o che, seppure costituite da successioni stratigrafiche differenti, occupano una posizione strutturale confrontabile all'interno dell'orogene.

Nell'area in studio, affiorano anche altre formazioni, per lo più terrigene, che si sono depositate dopo le fasi dei ricoprimenti tettonici e che vengono ascritte ad un "Complesso tardorogeno" (Ogniben, 1960; 1969; Lentini e Vezzani, 1978).

Queste formazioni poggiano con giacitura discordante sulle unità del substrato e sono talora interessate da lineamenti strutturali neotettonici. La loro età è compresa tra l'Oligocene inferiore ed il Tortoniano e tendono a ringiovanire in direzione dell'avampaese.

Per l'area in esame, i rilevamenti diretti sono stati messi a confronto con le cartografie ufficiali dell'area (Carta Geologica d'Italia 1:100.000 del Servizio Geologico Nazionale, rilevata da E. Cortese nel 1896, Carta geologica della Calabria 1:25.000 della Cassa per il Mezzogiorno, rilevata da A.N.Burton, D.O.Hughes e L.D.James nel 1962, e la Carta geologica del versante occidentale dell'Aspromonte 1:50.000, di Ghisetti e Vezzani del 1980) e con altri rilevamenti inediti ma più aggiornati.

Di seguito si descrivono (indicando anche la sigla con la quale sono contraddistinti nella carta geologica) i terreni presenti nell'area indagata, partendo dai più recenti fino ai più antichi:

Depositi quaternari di facies continentale

- Depositi antropici (dm): derivanti dagli scarti dell'attività estrattiva, sono composti prevalentemente da materiali argillosi. (*Olocene-Attuale*).
- Depositi alluvionali dei letti fluviali attuali (a): sono costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie limose, depositi dalle fiumare e dai torrenti principali. I clasti più grossolani si presentano sempre arrotondati e derivano dal rimaneggiamento e dall'elaborazione idraulica di rocce cristallino-metamorfiche e, subordinatamente, da arenarie e calcareniti presenti nell'entroterra, mentre le sabbie sono quarzoso-micacee; Lungo le aste vallive principali, dove possono raggiungere spessori di alcune decine di metri, sono spesso ricoperti da rifiuti solidi urbani. Lungo i litorali i depositi sono costituiti da sabbie e da ghiaie ad elementi eterometrici. Nei depositi naturali la stratificazione è a cross-bedding. (*Olocene-Attuale*).
- Detriti di falda (dtf): si tratta di frammenti generalmente grossolani, spigolosi e caotici, accumulati al piede dei versanti più ripidi. (*Olocene*).
- Detriti di frana (df): composti da materiali eterogenei a pezzatura variabile, mal classati e spigolosi, in matrice generalmente fina. (*Olocene*).
- Depositi delle pianure alluvionali (ar): depositi sabbioso-limosi e ghiaiosi presenti ai margini delle aste fluviali nelle aree di esondazione. Nel tratto terminale delle valli, tali depositi si collegano direttamente a quelli che costituiscono le pianure costiere attuali. Si tratta di sedimenti localmente terrazzati, costituiti da ciottoli, ghiaie, sabbie e limi, provenienti dallo

smantellamento di rocce cristallino-metamorfiche e subordinatamente arenaceo-calcarenitiche. (*Olocene*).

- Detriti e depositi colluviali (sol): materiali eterogenei a matrice da sabbiosa ad argillosa, generati da antichi processi di soliflusso e dilavamento, e talvolta da fenomeni alluvionali, che hanno agito in concomitanza o separatamente ai processi di alterazione e di disfacimento del substrato. In qualche luogo, come ad esempio presso il cimitero di Pellaro, all'interno del deposito si rinvengono blocchi ciclopici di calcareniti "in facies di Floresta". Nei casi in cui il substrato era affiorante, e quindi la potenza valutabile più o meno approssimativamente, questi depositi sono stati cartografati come Coperture eluvio-colluviali e detritiche (cdt) sul relativo substrato Qg, Mas, Msa, Mcar, As, Oss. (*Olocene*).
- Depositi di terrazzo (Qt): si tratta di terreni sedimentatisi in ambiente continentale, su antiche spianate di abrasione marina dopo l'emersione, costituiti prevalentemente da sabbie e da ghiaie in matrice limo-sabbiosa talvolta preponderante. I termini a grana più fina sono di colore bruno-rossastro e spesso si confondono con le coperture eluviali. La giacitura degli strati, ancorché non facilmente distinguibile, è praticamente orizzontale o, al più, leggermente inclinata verso la linea di costa. (*Pleistocene medio-superiore*).

Proprietà geologico – tecniche dei Depositi quaternari di facies continentale

I litotipi quaternari di facies continentale riflettono le condizioni geolitologiche dei rispettivi bacini di alimentazione per quanto riguarda i componenti di base, e rispecchiano la capacità di trasporto insite nei meccanismi che hanno portato alla deposizione, per quanto riguarda i rapporti granulometrici. Generalmente prevalgono i materiali a granulometria grossolana ma, in ogni caso, la classazione dei sedimenti è alquanto approssimativa, pertanto l'assortimento granulometrico è piuttosto ampio.

Per altro, trattandosi di terreni sciolti, sono sempre facilmente scavabili, ma non consentono altrettanta facilità nella profilatura. Un cenno particolare va fatto per i Detriti e depositi colluviali che si rinvengono nei pressi del cimitero di Pellaro i quali, contenendo blocchi calcarenitici di dimensioni enormi, rendono più difficoltosa sia l'esecuzione che la corretta profilatura degli scavi.

La permeabilità si esercita esclusivamente per porosità (permeabilità primaria) ed assume valori generalmente elevati.

Le Ghiaie e sabbie micacee (Depositi di terrazzo) di terrazzo sono caratterizzate da un accettabile stato di addensamento e da proprietà geologico-tecniche ancora soddisfacenti sia per quanto riguarda la sensibilità all'acqua, che rimane piuttosto bassa, e sia per la plasticità, che si mantiene quasi sempre su livelli piuttosto modesti.

Si deve però evidenziare che dove prevalgono le componenti limo-argillose le proprietà fisico-meccaniche subiscono bruschi decadimenti.

In ogni caso, non sono prevedibili difficoltà negli scavi o per la loro profilatura.

Depositi quaternari di facies marina

- Ghiaie e sabbie di Messina (Qg): la formazione nota in letteratura con questa denominazione, si trova in trasgressione sulle formazioni plioceniche, ma spesso deborda verso quelle più antiche, raggiungendo anche le successioni mioceniche e le rocce dei complessi metamorfici. Questi depositi rappresentano antichi apparati fluvio-deltizi alimentati dai corsi d'acqua che scendono dall'entroterra aspromontano e sono caratterizzati dalla presenza di clasti arrotondati che, verso l'entroterra, tendono a divenire più spigolosi. Si tratta di una potente serie di ghiaie ad elementi granitoidi e metamorfici, con variabili tenori di sabbie quarzose piuttosto grossolane, che si presenta in strati con inclinazione di 25°, 30° e immersione verso l'attuale linea di costa. In tutta l'area a nord di Capo dell'Armi e particolarmente tra la Fiumarella di Lume e S.Gregorio, la formazione assume spessori considerevoli, anche superiori ai 100 metri. La costanza della giacitura in tutta l'area di affioramento, fa ritenere assai probabile un fenomeno di clinostratificazione originaria, prevalente sui processi tettonici. Questi terreni mostrano un buon grado di addensamento pur trovandosi allo stato incoerente; tuttavia non è raro che localmente vi siano strati e banchi con un debole grado di cementazione e dove ciò accade possono formarsi scarpate fortemente inclinate ma non eccessivamente franose. (*Pleistocene medio- superiore*).
- Argille grigio-azzurre (Qa): costituiscono il primi sedimenti pleistocenici affioranti nell'area esaminata. Si tratta di argille siltose e silts argillosi generalmente grigio-azzurri, con intercalazioni decimetriche di sabbie micacee che in presenza di maggiore apporto carbonatico diventano arenarie. Verso Est, vanno a sovrapporsi alle formazioni mioceniche (fianco destro della F Valanidi) in posizione di netta discordanza stratigrafica. Questi sedimenti, già abbastanza sporadici presso la costa, diventano gradualmente più

siltosi e più sabbiosi man mano che ci si avvicina all'Aspromonte. Nei luoghi in cui il tenore di argilla e la potenza erano maggiori (Lazzaro, Croce Valanidi, Longhi-Bovetto) sono state aperte numerose cave che ne hanno ridotto sensibilmente gli affioramenti. (*Pleistocene medio*).

Proprietà geologico – tecniche dei Depositi quaternari di facies marina

Le Ghiaie di Messina si presentano sempre allo stato incoerente, sono molto permeabili per porosità (permeabilità primaria) e mostrano una modesta capacità di resistenza all'erosione. Esse pertanto possono dar luogo a fenomeni di scorrimento gravitativo, spesso facilitati dalla clinostratificazione.

Le ghiaie di Messina sono utilizzabili tal quali nei sottofondi e nei rilevati e, con un minimo di selezione granulometrica, come inerti nella preparazione di calcestruzzi e dei conglomerati bituminosi.

Le Argille grigio-azzurre sono ovviamente coesive, da normal consolidate a sovraconsolidate, e praticamente impermeabili, tranne lungo le interstratificazioni sabbiose dove, possono registrarsi piccole e temporanee presenze d'acqua che possono generare moderati fenomeni di plasticità. Fra le altre caratteristiche geologico-tecniche delle Argille vanno segnalate la scarsa resistenza all'erosione, e una facile profilatura degli scavi.

Le argille grigio-azzurre possono trovare impiego nella produzione di laterizi, mentre il loro uso nel corpo stradale e nei relativi manufatti è da escludere.

Sedimenti pliocenici

- Sabbie, arenarie e calcareniti (Ps): la formazione, con cui si chiude verso l'alto la successione pliocenica, si è depositata in ambiente marino di tipo epicontinentale, instauratosi dopo la trasgressione iniziale. In questa formazione talvolta sono comprese inclusioni di calcare bioclastico e di conglomerati, piuttosto frequenti nella zona marginale dell'affioramento. Le inclusioni conglomeratiche sono più abbondanti verso l'antica terraferma come, per esempio, nei dintorni dell'abitato di Cataforio. Nelle zone in cui prevale la componente arenacea o calcarenitica, la stratificazione è incrociata. Nei livelli superiori è possibile riscontrare intercalazioni di argilla e silts di colore grigio-bruno, che diventano più frequenti verso ovest, a una certa distanza dalle antiche aree continentali

dove, evidentemente, il mare era più profondo. Questa formazione solo localmente è concordante con i terreni della serie pliocenica, con i quali spesso si rinvengono in discordanza, e sopravanza le formazioni più antiche mioceniche e/o paleozoiche, a testimonianza di una pronunciata fase di abbassamento e sommersione di tutta la struttura aspromontana. (*Pliocene superiore*).

- Trubi (Pm): si tratta di marne e argille marnose spesso affioranti in successioni ritmiche di strati più chiari o più scuri a secondo del rapporto in cui sono contenuti il calcare e l'argilla. Talvolta la discontinuità stratigrafica è resa più evidente dalla presenza di sottili intercalazioni sabbiose. In ogni caso si tratta di sedimenti di mare profondo ancorché soggetto a variazioni ritmiche. (*Pliocene medio-inferiore*).
- Conglomerati sabbiosi poligenici (Pcl): sono i sedimenti con cui inizia la trasgressione pliocenica. Si tratta di terreni a granulometria grossolana, costituiti da ciottoli poligenici (metamorfiti, granitoidi e calcari) arrotondati, distribuiti in matrice sabbiosa grossolana di prevalente natura quarzosa. La stratificazione non è molto evidente e segue da presso l'andamento spaziale del piano di contatto con il substrato. (*Pliocene inferiore*).

Proprietà geologico – tecniche dei Sedimenti pliocenici

Le Sabbie arenarie e calcareniti nel complesso sono piuttosto permeabili, con ovvia riduzione della permeabilità in corrispondenza delle interstratificazioni pelitiche. Piuttosto differente è invece la capacità di resistenza meccanica che, nelle fasce arenacee e calcarenitiche, è più elevata rispetto a quella riscontrabile nelle sabbie. Pertanto, mentre le prime consentono scavi relativamente più difficoltosi, ma dai profili netti, le altre sono più facilmente scavabili, ma danno luogo a frequenti "fuori sagoma". In ogni caso, facile risulta l'attacco con i mezzi meccanici, mentre la cementazione, pur debole, consente una buona profilatura degli scavi anche in presenza di pareti verticali. Va però evidenziato che, sia per fenomeni di saturazione e sia per riduzione sensibile dei tassi di umidità naturale, lungo le pareti degli scavi non armati possono verificarsi repentini e pericolosi franamenti.

Le Argille marnose e marne sono sempre sovraconsolidate, possiedono valori di resistenza all'erosione moderati, permeabilità scarsa o nulla. E plasticità moderata anche in caso di imbibizione. Scavabili con i comuni mezzi di scavo, consentono profilature regolari degli scavi anche in presenza di una diffusa stratificazione.

I Conglomerati sabbiosi poligenici sono discretamente addensati ma solo occasionalmente cementati per cui risultano molto permeabili e dotati di inedia resistenza all'erosione. Lo scavo in questi litotipi è ancora realizzabile con i comuni mezzi meccanici ma va previsto un maggior consumo in ragione della presenza di ciottoli e trovanti granitoidi duri e compatti.

Per quanto concerne il loro reimpiego, escludendo le marne e le argille marnose, tutti gli altri litotipi possono essere usati nei rilevati e nei sottofondi dopo la frantumazione dei frammenti più grossolani.

Sedimenti della successione miocenica

- Arenarie massicce e sabbie micacee (Mar): rappresentano i termini più alti della successione presenti lungo il tracciato. La formazione (Unità di Motta S.Giovanni?) è costituita da sabbie molassiche micacee, spesso disposte in banchi di potenza superiore al metro, separati da sottili intercalazioni di livelli siltosi o siltoso-argillosi che ne esaltano la stratificazione. Occasionalmente, sono presenti intercalazioni francamente conglomeratiche o anche grossi ciottoli isolati, di natura cristallino-metamorfica, inglobati nelle sabbie. L'ambito di affioramento si estende lungo la fascia collinare compresa tra Pellaro e Motta S.Giovanni, dove è meglio esposta. A est di Capo dell'Armi discreti affioramenti si hanno nei bacini della Fiumara di S.Elia (a nord di Caracciolina) e tra la F. di S.Elia e la F. di Annà. (*Miocene superiore*).
- Complesso flyschoidale (Mas, Msa): si tratta di un'alternanza di argille siltose, sabbie e silts, molto diffusa in tutta l'area. Nelle zone prossime alla costa ricopre il Calcare di Capo d'Armi, mentre nell'entroterra si spinge sulle argille caotiche. La proporzione dei vari costituenti varia considerevolmente sia in direzione verticale che orizzontale e; in base alla percentuale dei vari litotipi, il complesso è stato distinto in due unità, Argille siltose (Mas) composte da strati sottili prevalentemente argillosi con intercalazioni centimetriche arenaceo-sabbiose, e Sabbie argillose (Msa) costituite da strati e banchi, da decimetrici a metrici, di sabbie e arenarie, interstratificati con sottili livelletti argillosi. (*Miocene medio superiore*).
- Calcareniti in facies di Floresta (M): si tratta di coperture tardorogerene pre-collisionali che affiorano piuttosto estesamente nel territorio di Motta S.Giovanni dove danno luogo ad affioramenti di forma aspra, costituenti talora veri e propri monumenti naturali. L'origine

della formazione viene attribuita alla ripresa della sedimentazione detritica nel dominio calabride, dopo l'anticoprimento delle Antisicilidi (Carmisciano et al., 1981; Lentini et al.; 1987). Si tratta di una sequenza terrigena costituita generalmente da arenarie arkosiche fossilifere a cemento calcareo, e da calcari, biocalcareni, e in minor percentuale da calciruditi e calcilutiti con locali tracce di stratificazione incrociata. I calcari prevalgono nei pressi di Capo dell'Armi, mentre nell'entroterra diventano esclusive le calcareniti. Tutti gli affioramenti sono attraversati da uno o più sistemi di diaclasi dovuti sia alla mobilità dell'appoggio, quando giacciono direttamente sulle argille, e sia alla espansione laterale, sulle aree marginali degli affioramenti a morfologia più ardita. (*Miocene inferiore-medio*).

Proprietà geologico – tecniche dei Sedimenti miocenici

Pur essendo privi di una vera e propria cementazione, le sabbie molassiche micacee sono dotate di una discreta resistenza ai processi erosivi. Gli ammassi sono praticamente impermeabili; tuttavia lungo le discontinuità stratigrafiche anche in presenza di interstratificazioni francamente siltose, non è infrequente osservare tracce di passaggi d'acqua. La resistenza meccanica è ancora moderata per cui gli scavi possono avvenire con mezzi meccanici ordinari anche se la ricca componente quarzosa, più che la compattazione, produce una certa usura delle punte di scavo. In compenso, la sagomatura delle sezioni di sbancamento può essere ottenuta con relativa facilità. Il reimpiego di questi litotipi non è impossibile, tuttavia l'elevata percentuale di materiali limosi e comunque a granulometria fina, richiede la miscelazione con materiali più grossolani.

Per le caratteristiche litostratigrafiche e per le proprietà fisico- meccaniche dei costituenti, sui pendii più ripidi e disposti a franapoggio, il complesso flyschoidale dà luogo a frequenti movimenti franosi. Strutture di scivolamento planare sono state osservate in alcuni degli orizzonti più argillosi e siltosi lungo il fianco orientale della fiumara di Annà, e paleofrane e franamenti recenti sono stati individuati sulla destra idraulica della Fiumara di Melito. Tutti i litotipi compresi nella formazione sono facilmente scavabili, e in tutti i complessi è da tenere in considerazione la spiccata plasticità delle argille. Del resto, le buone proprietà geologico-tecniche delle componenti arenacee sono di gran lunga sovrastate da quelle scadenti delle argille che si riflettono anche sulla profilatura degli scavi.

Le Calcareniti sono materiali a consistenza lapidea, dotati di elevata resistenza alla compressione, al taglio, all'usura. ecc. tanto che spesso vengono usati come pietre ornamentali. Il loro abbattimento è difficile anche a causa della profonda ma non diffusa fratturazione che, se da

un lato parrebbe facilitarne l'attacco, dall'altro riduce di molto le tecniche di abbattimento e richiede particolari misure di sicurezza per prevenire il rilascio repentino di grossi blocchi. Se frantumati possono essere impiegati per qualsiasi uso, ma il loro impiego elettivo è quello del rivestimento di scarpate, in blocchi più o meno sbazzati, oppure a fini ornamentali nel rivestimento di muri, imbocco di gallerie, ecc.) in lastre e blocchi spaccati. La parte a maggiore percentuale di carbonati è più tenera, per cui può essere più facilmente utilizzata nella costituzione dei sottofondi stradali.

Complesso antisicilide

- Argille policrome o Argille scagliose Antisicilidi (AS): Si tratta di argille policrome a tessitura scagliosa, sovente in giacitura caotica, con frammenti di calcari micritici bianchi e siltiti carbonatiche grigie. Localmente, soprattutto verso il tetto della formazione, sono inglobati blocchi di quarzareniti le cui dimensioni arrivano a qualche decina di metri e la cui facies sembra essere quella del "Flisch numidico". (L'età della formazione è riferibile al *Cretacico superiore*, mentre quella della messa in posto è del *Miocene inferiore*).

Proprietà geologico – tecniche del Complesso antisicilide

Il complesso delle argille policrome è particolarmente sensibile all'acqua risultando l'argilla che lo compone di tipo smectitico e quindi predisposta a forti variazioni di volume. Difatti questi terreni se assorbono acqua tendono a rigonfiare e, man mano che il tenore di umidità aumenta, si plasticizzano fino a raggiungere la fluidificazione totale. In questo caso estremo, tendono a scorrere anche su versanti a moderata acclività, generando fenomeni franosi, di vario aspetto ma soprattutto di tipo colata (*mud flow*), che tendono ad arrestarsi soltanto quando l'acclività scende al di sotto del 15% di pendenza. A ciò va aggiunto che, a causa della ridotta permeabilità e della scarsa capacità di resistenza all'erosione, le acque di provenienza meteorica non assorbite dal terreno, anche su pendii a debole pendenza, tendono ad originare fenomeni di ruscellamento e di erosione accelerata.

La loro resistenza meccanica è in genere scadente, per cui gli scavi potranno essere eseguiti senza difficoltà con escavatori, ripper e altri mezzi simili, prevenendo un ovvio incremento di resistenza in corrispondenza degli olistoliti di maggiori dimensioni.

Nelle zone in cui le variazioni geolitologiche consentono l'accumulo di pur modeste quantità d'acqua, possono aversi cedimenti improvvisi dei fronti di attacco .

Le proprietà geologico-tecniche vanno considerate positive relativamente all'esecuzione degli scavi, generalmente facile, ma la stabilità dei fronti di scavo e il mantenimento del profilo delle scarpate richiederanno l'uso di adeguate strutture di sostegno.

Absolutamente da escludere è il loro reimpiego.

Coperture tardorogene

- Siltiti compatte (OMss): insieme all'unità successiva (Ocl) costituiscono le coperture tardorogene pre-collisionali dell'Oligocene superiore - Miocene inferiore. Quella ora esaminata si presenta come un'alternanza di sottili strati di siltiti grigie (prevalenti) con intercalazioni centimetriche di arenarie a granulometrica fine, sempre in facies di flysch. Si tratta di una formazione di probabile età oligocenica, rispetto alla quale però si può dire che numerosi elementi fanno propendere per un prolungamento verso un'età successiva. La stratificazione è generalmente ben visibile e in prevalenza si presenta con direzione nord nord est sud sud ovest, l'inclinazione è di circa 20° e l'immersione è verso est sud est. Tuttavia nelle aree di più intenso disturbo tettonico si hanno condizioni di giacitura anche nettamente diverse. D'altra parte, in tali aree, come anche in quelle di più intensa alterazione, il complesso risulta scompaginato e talvolta addirittura privo di strutture sedimentarie leggibili. (*Oligocene superiore - Miocene inferiore*).
- Conglomerati poligenici (Ocl): rappresentano la più antica delle formazioni sedimentarie affioranti nella zona, e sono costituiti da elementi lapidei poligenici arrotondati, in matrice arenacea con clasti di varia pezzatura. Gli elementi grossolani sono sempre arrotondati, come anche i grani della stessa matrice, che può diventare localmente prevalente fino a dar luogo a litotipi differenziati (arenarie conglomeratiche e conglomerati arenacei). La stratificazione non sempre è evidente, ma dove è più chiara da origine a strati e banchi di vario spessore (da decimetrici a metrici o anche superiori) che possiedono direzione presso a poco sub parallela alla linea di costa e immersione orientata prevalentemente verso sud est, con angoli di inclinazione di circa 20°. Poco al di fuori dell'area interessata dal tracciato stradale, il complesso è caratterizzato da alternanze spesso ritmiche di conglomerati, arenarie, siltiti e argille siltose. Va però detto che le siltiti e le argille siltose danno luogo a strati piuttosto sottili, mentre le arenarie e i conglomerati sono molto più potenti. Nell'insieme sembrerebbe trattarsi di un deposito in facies di flysch riferibile al Flysch di Stilo-Capo d'Orlando il quale in linea generale è caratterizzato da facies

torbiditiche conglomeratico-arenacee che evolvono, lateralmente e verso l'alto, a facies arenacee e arenaceo-pelitiche. (*Oligocene superiore*).

Proprietà geologico – tecniche delle Coperture tardorogene

Le siltiti sono sempre abbastanza compatte; tuttavia, nelle aree in cui prevalgono le componenti argillose, la presenza pur occasionale di acqua produce un sensibile decadimento delle proprietà geomeccaniche, così come fenomeni di rigonfiamento e ritiro che si ripercuotono anche nelle interstratificazioni arenitiche producendovi una diffusa fratturazione. Nel complesso la permeabilità è scarsa o nulla, con tendenza all'aumento in corrispondenza delle intercalazioni arenacee, particolarmente in quelle fratturate; la resistenza meccanica è moderata o addirittura bassa, ma la profilatura degli scavi può risultare di difficile esecuzione particolarmente quando l'alternanza siltiti-areniti è più frequente. Il loro impiego nei sottofondi o nei rilevati è da escludere.

Per quanto riguarda i conglomerati, il grado di diagenesi è sempre elevato, per cui riescono a generare scarpate sub-verticali, senza dar luogo a manifestazioni franose. La resistenza meccanica è generalmente elevata, particolarmente nelle inclusioni granitoidi ciclopiche, mentre la permeabilità, classificata in letteratura da media ad elevata, in realtà risulta moderata o bassa. Il loro scavo può presentare qualche problema, soprattutto in corrispondenza dei trovanti più grossi, a causa dei quali va preventivato che talvolta sarà difficile abatterli con i comuni mezzi meccanici, e mantenere profili ben precisi, per cui vanno preventivate delle sezioni fuori sagoma. Il loro impiego nella realizzazione dei sottofondi stradali e nei rilevati e senz'altro possibile, ovviamente dopo selezione granulometrica dei trovanti i quali, per altro, possono trovare utile collocazione come sostegno di scarpate o come riqualificazione paesaggistica.

Complesso calabride

UNITA' DELL'ASPROMONTE

Affiora estesamente nell'entroterra a nord della strada e costituisce l'ossatura del massiccio aspromontano e delle sue propaggini. È costituita da una basamento polimetamorfo intruso da plutoniti e può raggiungere uno spessore massimo di oltre 1000 metri. L'Unità è costituita da diversi litotipi (Paragneiss, gneiss occhiadini, plutoniti, micrograniti) con frequenti passaggi da un litotipo all'altro.

- Paragneiss e Gneiss occhiadini (go): queste metamorfite interessano marginalmente l'area in esame, ma nell'entroterra costituiscono affioramenti di notevole estensione con spessori sempre rilevanti. I paragneiss possono passare lateralmente a micascisti o a filladi. Il loro colore è scuro, rossastro all'alterazione, la grana varia da minuta a medio-grossa. La tessitura, eccezionalmente massiva, nell'area di interesse è decisamente scistosa; la struttura varia da porfiroblastica a blastica e a xenoblastica. Gli gneiss occhiadini sono di colore grigio, eterogranulari a grana grossa, tessitura orientata e struttura porfiroblastica con grossi cristalli di feldspato potassico e di quarzo. Spesso nell'ammasso è possibile osservare una rete di filoni acidi, microgranitici, aplo-pegmatitici e felsitici, decisamente più frequenti negli gneiss..

Proprietà geologico – tecniche del Complesso calabride

I litotipi metamorfici sono generalmente allo stato lapideo o sub-lapideo e quindi sono privi di plasticità, capacità di rigonfiamento e di ritiro, mentre possiedono elevata massa volumica, coesione residua ancora utilmente efficace e coefficienti di attrito interno certamente elevati.

Per quanto concerne il comportamento idrogeologico, paragneiss e gneiss sono teoricamente impermeabili e quindi, in linea teorica, non sono in grado di consentire un'attiva circolazione sotterranea, tuttavia, trattandosi di rocce rigide, reagiscono agli stress tettonici fratturandosi. Le litoclasti che così si formano restano serrate e non sempre sono collegate tra loro; però nelle zone di più intensa tettonizzazione e in tutte le fasce perimetrali degli affioramenti, spesso incise da profonde valli di erosione e interessate da fenomeni di lateral spreading, le fessure tendono a allargarsi e, localmente, possono consentire l'accumulo di corpi idrici degni di interesse, non tanto per le potenzialità idriche quanto, invece, per la tendenza al dissesto che essi sono capaci di accentuare.

In maniera analoga si comportano questi litotipi nei confronti della resistenza all'erosione: questa, infatti, è elevata finché le rocce sono integre, mentre diminuisce sensibilmente nelle zone fratturate e alterate, per cui non di rado sui pendii più ripidi si originano ingenti movimenti franosi, talvolta favoriti dalla scistosità quando si presenta con disposizioni spaziali a franapoggio.

Tali considerazioni valgono per i litotipi che conservano consistenza lapidea.

Si deve però evidenziare che queste rocce, almeno in superficie, sono notevolmente degradate per fenomeni d'alterazione cumulativa, per cui affioramenti relativamente freschi sono rinvenibili

solo in casi eccezionali. Infatti, a causa delle azioni della dinamica esogena, risultano disgregate o almeno alterate, e tendono ad assumere l'aspetto di un sabbione di tipo arcossico, il cui comportamento geologico-tecnico è quello tipico delle rocce semicoerenti di tipo arenitico.

4.3.5 Descrizione geologica del tracciato

Analizzando in dettaglio la geologia dell'area in esame, si può evidenziare come lo sviluppo planimetrico delle opere in esame interagisca prevalentemente con l'affioramento di litologie sedimentarie (sia marine, sia continentali) e solo in un'area ben delimitata interferisce con il metamorfico indifferenziato (paragneiss e gneiss occhiadini), a monte della progr. Km 9+200 circa.

La progressiva chilometrica iniziale del tracciato (Km 0+000) è posta sulla destra idrografica della Fiumara Macellari, ma i disegni di progetto prevedono anche un raccordo per l'aeroporto di Reggio Calabria che, partendo dal rilievo collinare poco a sud del punto iniziale del megalotto, attraversa la stessa fiumara e quindi interseca una successione di piccoli rilievi dalla sommità spianata - dove affiorano Depositi di terrazzo (Qt) - separati da modeste incisioni vallive i cui fianchi sono costituiti dalle Ghiaie e sabbie di Messina (Qg).

L'attraversamento della fiumara è previsto in viadotto, le cui strutture di appoggio saranno impostate all'interno della formazione delle Ghiaie e sabbie di Messina, che affiora lungo i fianchi della valle e costituisce il substrato della galleria n°1 compresa tra le progressive Km 0+270 e 0+360.

All'uscita dalla galleria, per superare la depressione morfologica del Vallone Carro, è previsto un viadotto le cui strutture portanti saranno attestate nel complesso delle Ghiaie di Messina. Il tracciato procede quindi verso sud, sviluppandosi in galleria per 730 metri. Questa è impostata nel primo tratto all'interno della Formazione delle Ghiaie di Messina (Qg) mentre, a partire dalla progressiva 0+830 essa attraversa le sabbie molassiche compatte (Mar) fino allo sbocco meridionale. Il contatto tra queste due formazioni geologiche è di tipo stratigrafico ed immerge verso nord.

Proseguendo verso sud, il tracciato si articola ancora nel complesso sabbioso – molassico (Mar) e supera in viadotto il torrente Marulla 1 e Marulla 2, mentre con una galleria di scarsa copertura attraversa un modesto rilievo collinare.

La successiva galleria che giunge alla Fiumarella di Lume interessa lo stesso complesso sabbioso-arenaceo. In prossimità dell'imbocco settentrionale, lo spessore è ancora modesto ma tende ad aumentare man mano che il tracciato procede verso sud.

A partire dalla progressiva 2+320, le sabbie mioceniche cedono il posto alla formazione delle Ghiaie e sabbie di Messina (Qg) attraverso un contatto tettonico per faglia diretta, immergente grossomodo verso SSW. Le ghiaie costituiscono il substrato della galleria fin quasi all'imbocco meridionale. In prossimità di quest'ultimo si attraversano dei depositi sabbioso – limosi ascrivibili ad antichi depositi di soliflusso e dilavamento (sol) che già venivano a giorno anche sul versante settentrionale della Fiumarella di Lume.

L'attraversamento del corso d'acqua sarà realizzato mediante un viadotto della lunghezza di 160 metri, le cui pile andranno ad attestarsi lungo la sponda destra nei Depositi alluvionali (ar) mentre, in quella sinistra nelle Ghiaie di Messina (Qg).

A partire da questo punto (progr. Km 3+540), il tracciato si sviluppa in galleria per circa 2190 metri, ed attraversa per la maggior parte la formazione delle Ghiaie e sabbie di Messina (Qg) fino alla progressiva Km 5+580 dove incontra le Sabbie, arenarie e calcareniti plioceniche (Ps), attraversate fino alla progressiva 5+740 per poi interessare in corrispondenza dell'imbocco sud le Sabbie ed arenarie molassiche (Mar). Il contatto tra queste formazioni geologiche è di tipo stratigrafico ed è immergente grossomodo verso nord.

All'uscita della galleria, il tracciato interseca l'asta valliva del Torrente Campoli, che viene oltrepassato mediante un viadotto le cui spalle saranno attestate nei Depositi alluvionali (ar) per poi immettersi nuovamente in una galleria che, secondo le ricostruzioni stratigrafiche eseguite, si svilupperà grossomodo a cavallo del contatto tra le Sabbie ed arenarie molassiche (Mar) e le Ghiaie e Sabbie di Messina (Qg).

A questo punto il tracciato attraversa il torrente Ferrina, mediante un viadotto della lunghezza di 256 metri, le cui spalle andranno ad attestarsi all'interno del complesso sabbioso-arenaceo molassico (Mar), mentre le pile saranno poste all'interno dei Depositi alluvionali (ar).

Proseguendo verso sud, dal Km 6+875 il tracciato è previsto in galleria ed attraverserà esclusivamente terreni sabbioso – arenacei molassici (Mar) fino all'imbocco meridionale sul versante destro del Torrente Oliveto, da dove proseguirà in viadotto fino all'attacco della galleria successiva sul versante opposto. Le spalle del viadotto saranno attestate anch'esse nel

complesso molassico sabbioso – arenaceo (Mar) così come tre delle quattro pile previste, mentre solamente una andrà a collocarsi nei terreni alluvionali di fondovalle (ar).

La galleria successiva attraverserà in un primo tratto (fino alla progr. 7+840) i terreni molassici sabbioso – arenacei (Mar) per poi disporsi in prossimità del contatto tra questi ultimi e le Sabbie, arenarie e calcareniti del pliocene (Ps). Il contatto, di origine stratigrafica, è irregolare, per effetto di antichi fenomeni erosivi, e presenta un assetto blandamente immergente verso sud.

Allo sbocco il tracciato attraversa il Fosso Valiardi e si immette nuovamente in galleria - muovendosi all'interno della formazione sabbioso – arenacea molassica (Mar)- fino a raggiungere la vallata della Fiumara di Lazzaro che verrà oltrepassata mediante la realizzazione di un viadotto. Quest'ultimo, in destra idraulica avrà la spalla attestata in corrispondenza delle Sabbie ed arenarie molassiche (Mar) mentre in sinistra si appoggerà nel complesso delle Argille grigio – azzurre (Qa). Le pile che scandiscono le singole campate del viadotto saranno attestate nei terreni alluvionali del fondovalle (ar) ad eccezione di quella più settentrionale che appoggerà ancora nel complesso sabbioso – arenaceo (Mar).

Non appena attraversata la Fiumara di Lazzaro, il tracciato si muove prevalentemente in rilevato, attraversando terreni a caratterizzazione argillosa (Qa) cui frequentemente sono sovrapposti riporti a matrice argilloso – limosa prevalente, provenienti da scarti dell'attività estrattiva e di fornaci, e cartografati con l'acronimo di dm.

A partire dalla progressiva km 9+510 il tracciato riprende il suo sviluppo in galleria, e torna ad attraversare il complesso delle Argille grigio-azzurre (Qa) almeno fino alla progressiva km 9+700, per poi disporsi sul complesso delle Ghiaie e sabbie di Messina (Qg) che si rinviene fino all'imbocco meridionale della galleria.

Il contatto tra queste due formazioni è di tipo stratigrafico ed è immergente a sud, ma l'angolo di contatto può essere più o meno inclinato rispetto a quello schematizzato nelle sezioni.

Ancora più a sud, il tracciato attraversa in viadotto il Vallone Catrica, le cui spalle saranno attestate nel complesso delle Ghiaie di Messina (Qg) mentre la pila centrale sarà collocata all'interno dei depositi alluvionali di fondovalle (ar), per poi rientrare in galleria ed interessare il tratto a maggiore complessità geologica e tettonica.

Oltre Capo dell'Armi l'asse stradale abbandona l'orientamento N-S per disporsi in senso W-E.

Il passaggio dalla regione dello Stretto alla regione ionica, determina situazioni geostrutturali molto complesse e di non facile interpretazione. (L.D.James- N.B.Brown –Carta Geologica della Calabria)

Ciò probabilmente è determinato dalla complessità dei movimenti tettonici che prevedono in quest'ambito un asse di basculamento, più o meno passante per l'alto strutturale di Capo dell'Armi, lungo il quale si sono sviluppati movimenti di sollevamento a carattere regionale, in un contesto che prevede verso nord fenomeni distensivi (bacino di Reggio e, più in generale dello Stretto di Messina), mentre verso est e sud est si risentono gli effetti di rotazione e di basculamento del sistema sud calabrese.

In quest'area, l'imbocco settentrionale della galleria si imposta nel complesso delle Ghiaie e sabbie di Messina (Qg), per poi muoversi, dalla progressiva 10+010 alla progressiva. 10+030 in prossimità del contatto tra le Ghiaie di Messina (Qg) e le Calcareniti in facies di Floresta (Mcar) e, successivamente, tra la progr. 10+030 e 10+500, al contatto tra le Argille scagliose (As) e le Calcareniti di Floresta (Mcar);

A partire da questo punto e fino alla progressiva. 10+690, la galleria si svilupperà presumibilmente in una zona in cui vengono a contatto le Argille scagliose (As), le calcareniti di Floresta (Mcar) e il complesso flyschoidale, a componente argillosa prevalente (Mas). Proseguendo verso sud, il tracciato attraverserà dapprima la formazione calcarenitica (Mcar) per poi immettersi nel complesso delle Argille scagliose (As) che sarà interessato fin circa alla progressiva 11+000. Qui, per contatto tettonico, il fronte di avanzamento della galleria si svilupperà nel complesso sabbioso – arenaceo molassico (Mar) - che rappresenterà il litotipo dominante fino all'imbocco meridionale (progressiva 11+720).

A questo punto occorre precisare che i rapporti laterali tra le formazioni suddette sono generalmente di tipo tettonico, mentre le coperture pleistoceniche presentano un contatto di tipo stratigrafico. Per altro, l'elevato grado di disturbo tettonico e la scarsa densità dei sondaggi geognostici in quest'area, rendono particolarmente necessari ulteriori approfondimenti geognostici per evitare avventate estrapolazioni in profondità basate soltanto sull'assetto superficiale delle formazioni geologiche affioranti.

Successivamente la strada attraversa in viadotto il Fosso Ambro, attestando le spalle e le pile all'interno dei depositi alluvionali di fondovalle (ar) per poi muoversi (in galleria nella corsia monte

ed in trincea in quella valle) all'interno della formazione delle Calcareniti di Floresta (Mcar), per poi attraversare mediante un viadotto di 460 metri la Fiumara Molaro.

A partire dalla progressiva 12+669, il tracciato si sviluppa nuovamente in galleria attraversando i terreni flyschoidi a caratterizzazione argillosa (Mas) fino all'imbocco orientale (progr. 12+929) dove supera con un viadotto il secondo ramo della Fiumara Molaro il cui alveo è caratterizzato da estesi affioramenti di depositi alluvionali ciottolosi (Ar). Ovviamente, le strutture del viadotto trasferiranno il carico ai depositi alluvionali.

Dalla progressiva 13+090 il tracciato riprende il percorso in galleria; il fronte di attacco occidentale si sviluppa all'interno delle calcareniti di Floresta (Mcar) fino al Km 13+129 per poi passare, per contatto tettonico, all'interno dei terreni flyschoidi a componente prevalente sabbioso – arenacea (Msa). Questi ultimi litotipi saranno incontrati fino all'uscita sul versante orientale del rilievo.

Il tracciato supera quindi in viadotto una depressione morfologica, caratterizzata prevalentemente da terreni flyschoidi arenaceo–argilloso–siltosi (Mas, Msa) per poi tornare in galleria dalla progressiva 13+712 fino alla progressiva 14+380. Il tratto iniziale della galleria si sviluppa all'interno della formazione flyschoidale arenaceo–argillosa (Msa, Mas) fino alla progressiva 14+280 dove, a causa di un contatto tettonico, i materiali flyschoidi cedono il posto alle Argille scagliose (As).

Da qui e fino alla progressiva 14+938, il tracciato stradale si sviluppa in viadotto, in trincea ed in rilevato, andando ad interessare le Argille scagliose (As) su cui talvolta di rinvengono blocchi di Calcareniti di Floresta (Mcar); per tornare ancora in viadotto sulla formazione delle Siltiti (OMss) che, in corrispondenza della Fiumara Montenero cedono il passo ai Conglomerati massicci (Omcl).

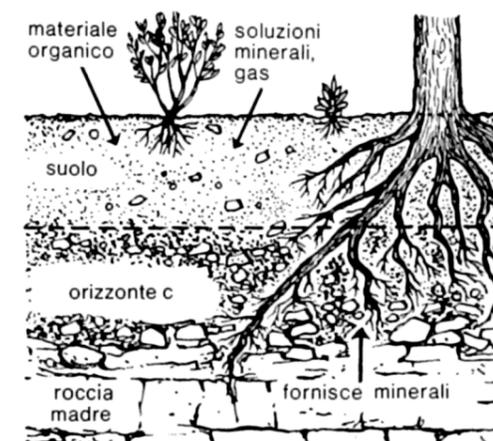
Dal Km 15+540 la strada prosegue in galleria, attraversando nel primo tratto, fino al Km 16+097, le siltiti compatte (OMss) per poi ritornare nel complesso delle Argille scagliose (As) che proseguono con continuità fino quasi all'imbocco orientale della galleria, dove viene a giorno un blocco di calcareniti di Floresta (Mcar).

Dopo l'uscita dalla galleria, l'attraversamento della Fiumara di S.Elia richiede la costruzione di un viadotto la cui spalla destra ricade nelle argille scagliose (As) e quella sinistra nel complesso flyschoidale arenaceo–argilloso–siltoso (Msa), mentre le pile andranno collocate nei sedimenti alluvionali di fondovalle (ar). Al viadotto sussegue una nuova galleria che attraversa il complesso

flyschoide arenaceo–argilloso (Msa, Mas) per poi ritornare in viadotto sulla Fiumara di Annà, sul cui *talweg* affiorano i normali depositi alluvionali.

Dopo la fiumara, il tracciato è previsto nuovamente in galleria (km 18+558) e attraversa fino all'uscita terreni flyschoidi arenaceo–argilloso–siltosi (Msa) localmente dislocati da una faglia, presso a poco in corrispondenza della progressiva 19+078.

Per l'attraversamento della Fiumara di Melito, l'ultimo tratto del megalotto 5 sarà realizzato in viadotto la cui spalla destra andrà disposta nel complesso flyschoide arenaceo – argilloso della galleria precedente (Msa) e quella sinistra nei depositi alluvionali (ar) presenti sull'ampio *talweg* e sulle relative aree golenale.



La figura sopra riportata mostra un profilo-tipo del suolo e dei suoi principali orizzonti, tenendo conto che non tutti i suoli hanno un ampio sviluppo dei suddetti orizzonti, ma ogni suolo ne sviluppa qualcuno a scapito di altri.

4.3.6 Caratterizzazione pedologica dell'area in esame

Il suolo è quel corpo naturale con determinate caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche che serve come nutrizione e supporto per le piante. Esso è uno strato relativamente sottile che costituisce la parte superiore della crosta terrestre ed è il prodotto della disgregazione chimico-fisica delle rocce sotto l'effetto combinato delle condizioni atmosferiche e dei micro e macro-organismi. Tale processo è influenzato dalla morfologia, dalle acque superficiali e sotterranee e, sempre più negli ultimi tempi, dall'attività umana.

Importante e fondamentale è la differenza tra suolo naturale e suolo agrario (lavorato).

Il suolo naturale si origina per azione di agenti fisici, chimici e biologici, cioè la roccia madre (substrato geologico), gli elementi del clima (calore solare ed acqua), la morfologia e gli organismi vegetali ed animali, in un arco di tempo mediamente lungo: esso ospita associazioni vegetali naturali (spontanee).

Il suolo agrario è il risultato, oltre che dei suddetti fattori pedogenetici, dell'attività dell'uomo; pertanto tali suoli sono modificati dall'uomo allo scopo di ottenere la massima produttività.

Quando si forma un suolo si ha un susseguirsi di processi di alterazione. La prima serie di questi interessa la roccia madre e dà origine ad un materiale detto substrato pedogenetico; questo subisce a sua volta varie trasformazioni per cui si differenziano in esso alcuni orizzonti, il cui numero dipende dal grado di evoluzione del profilo: solo a questo stadio si può parlare di suolo. È uso comune, in caso di realizzazione di fabbricati e/o infrastrutture ed in generale di costruzioni, che le loro fondazioni di norma poggino (o si spingano in profondità) direttamente sulla roccia madre, in quanto offre, rispetto al suolo, maggiore resistenza alla compressione. In tali casi la roccia madre costituisce il terreno di fondazione ed il suolo viene asportato/decorticato.

È opportuno ricordare che nel suolo giovane, cioè ai primi stadi di sviluppo, il profilo è poco profondo e privo o quasi di orizzonti diagnostici; mentre il suolo "maturo" è abbastanza organizzato e quindi si trova in perfetto equilibrio con l'ambiente che lo circonda. Quando per una causa qualsiasi, questo equilibrio viene turbato o si spezza, hanno origine alcuni processi di degradazione che comportano l'involuzione del suolo verso le forme primitive o, addirittura, la sua scomparsa.

Quanto descritto fino a questo punto sembrerebbe essere strettamente correlato al "substrato geologico", ma in realtà il *fattore suolo* è associato anche alle energie del rilievo e alle variazioni climatiche. Pertanto, i suoli, essendo fortemente dipendenti da tali condizioni, si distribuiscono nello spazio in modo articolato e complesso, costituendo dei veri e propri *sistemi*

ambientali/pedologici molto complessi e delicati. In prima approssimazione, per la Calabria, possono distinguersi alcuni di tali sistemi:

- La montagna
- I rilievi collinari Mio-Pliocenici
- Le superfici terrazzate del Pleistocene
- La pianura costiera e le alluvioni interne

Nel primo sistema ambientale/pedologico, rientrano circa 7000 Km² di territorio regionale caratterizzato da substrati geologicamente antichi (Era primaria) ove le rocce ignee e metamorfiche solo localmente sono ricoperte da sedimenti lacustri più recenti. La morfologia, che si presenta dolcemente ondulata sull'altopiano della Sila, diventa decisamente acclive nella fascia pre-silana, nelle Serre e nell'Aspromonte. I suoli sono riconducibili a due tipologie e cioè, i suoli profondi dell'altopiano ed i litosuoli delle aree a morfologia più acclive. I primi si originano da un profondo strato di alterazione del granito (alterite) e sono caratterizzati da granulometria grossolana. Presentano spesso un orizzonte superficiale ricco di sostanza organica che tendono a perdere rapidamente se sottoposti a coltivazione. Sono privi di carbonato di calcio e la reazione è acida. La loro scarsa capacità di trattenere gli elementi fertilizzanti rende alto il rischio di inquinamento dei corpi idrici. Tuttavia prevalgono le destinazioni silvo - pastorali anche se non mancano esempi di ottima frutticoltura ed orticoltura. In particolare la coltivazione della patata da seme ha trovato in questo ambiente condizioni favorevoli legate all'isolamento fisico (elevate quote altimetriche) che riduce notevolmente i rischi fitosanitari. I secondi presentano un contatto molto superficiale con la roccia inalterata (spesso entro i 50 cm) e risultano di conseguenza molto vulnerabili ai rischi di erosione. A tale proposito va ricordato che le Istituzioni regionali hanno condotto negli ultimi decenni, consistenti azioni di rimboschimento (140.000 ettari). I risultati in termini di protezione dell'ambiente sono tangibili.

Per i rilievi collinari mio-pliocenici, invece, l'alterazione può giungere anche ad una profondità decisamente notevole, quanto più grossolano e permeabile è il substrato, mentre appare tanto più intensa quanto più il materiale detritico si presenta nella frazione fine. Ai sedimenti fini (argille e limi) sono spesso associate morfologie ondulate e destinazioni d'uso cerealicole (grano duro), mentre ai substrati più grossolani corrispondono versanti più acclivi e destinazioni ad oliveto. I sistemi colturali in prevalenza estensivi e le peculiarità ambientali (scarsa disponibilità idrica,

bassa umidità relativa) se da una parte limitano le produzioni unitarie, dall'altra garantiscono elevati standard qualitativi.

Le superfici terrazzate presentano alcune peculiarità pedologiche legate ai forti processi di alterazione dei substrati di origine, testimoniati dai colori rossi dei suoli, alla parziale lisciviazione di argilla dall'orizzonte superficiale e rideposizione della stessa negli strati più profondi e alla reazione acida o sub-acida. L'orticoltura e la viticoltura rappresentano le destinazioni d'uso più interessanti.

Infine, per il 9% dell'intera superficie regionale (pianura costiera ed alluvioni) prevalgono i suoli profondi e fertili a tessitura franca o franco-sabbiosa, privi di condizioni limitanti a luoghi sono presenti suoli a tessitura più fine (argillosi). In tale ambiente si concentrano infatti alcuni comparti significativi per l'economia agricola della regione (agrumicoltura, frutticoltura precoce, orticoltura).

In particolare, il tracciato stradale di progetto, attraversa all'aperto, preferenzialmente i sistemi pedologici delle superfici terrazzate pleistoceniche (soprattutto nella prima parte – lato Reggio Calabria) e subordinatamente delle alluvioni interne e dei rilievi collinari mio-pliocenici. Unico punto singolare è la realizzazione dello svincolo di Lazzaro (lato monte), il quale attraversa *pro parte*, un affioramento di roccia metamorfica paleozoica, la cui morfologia acclive non permette lo sviluppo di un suolo molto profondo, che pertanto può essere classificato come un litosuolo. Tale suolo è caratterizzato da una capacità idrica di ritenuta, generalmente bassa ed è da molto povero a mediamente fornito di elementi nutritivi, con reazione da acida a sub-acida, pertanto nel complesso, il litosuolo sugli affioramenti di rocce metamorfiche lapidee è dotato di scarsa fertilità.

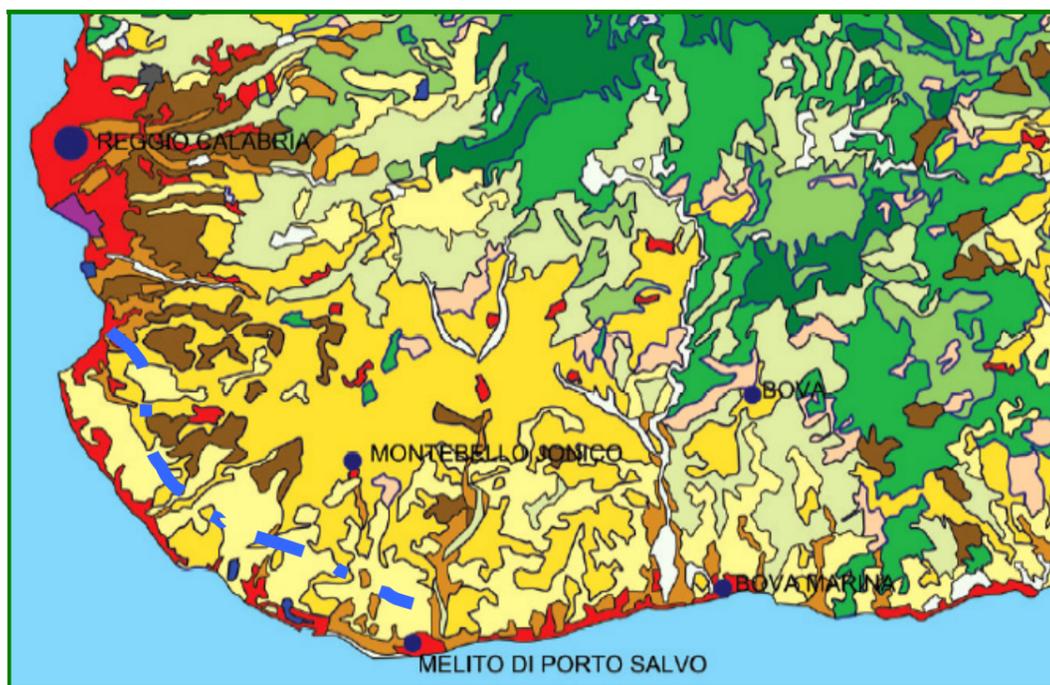
I suoli formati sulle superfici terrazzate pleistoceniche sono costituiti granulometricamente da sabbie e da ghiaie o ciottoli e presentano una caratteristica colorazione rossastra, più o meno intensa per la notevole presenza di sesquiossidi di ferro resi liberi per effetto della intensa decalcificazione determinata dalla grande permeabilità del substrato e sono, inoltre, sciolti e caratterizzati da porosità e da una povertà di elementi nutritivi, con reazione da acida a sub-acida. La fertilità è medio-elevata.

Per quanto riguarda i suoli che hanno origine sui terreni alluvionali, a differenza ad esempio dei litosuoli, possono presentare una tessitura equilibrata (franca o franco-sabbiosa), seguita da quella argillosa; in particolare, i terreni attraversati dall'opera in esame sono argilloso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi; la capacità idrica di ritenuta è piuttosto elevata e proporzionata alla composizione granulometrica. Il dilavamento, a cui il suolo è sottoposto, è meno accentuato di

quello che si verifica sui terrazzi pleistocenici, pertanto il valore del pH può oscillare tra valori di 7 e 7,5/7,6. nel complesso tali suoli presentano elevata fertilità.

Infine, per i suoli originatisi sui rilievi collinari mio-pliocenici, l'elevato tenore in argilla li rende eccessivamente plastici allo stato umido ed induriti e screpolati durante la stagione estiva; la capacità idrica di ritenuta è elevata e nel complesso risultano molto dotati dal punto di vista chimico, ma presentano notevoli deficienze per quanto concerne l'aspetto fisico e soprattutto per quanto concerne la tessitura argillosa, a cui sono spesso legati problemi di drenaggio interno non efficiente e lo stato di aggregazione, poiché sovente il suolo è privo di aggregazione con conseguente minore resistenza ai fenomeni erosivi. Alquanto migliori possono risultare i suoli sciolti e permeabili che derivano dall'alterazione delle arenarie e/o dei conglomerati e quelli prevalentemente sabbioso-ghiaiosi che danno origine alla colorazione rossastra e risultano intensamente decalcificati. In generale, l'alterazione di tali terreni arriva ad una profondità notevole quanto più grossolano e permeabile è il substrato. La reazione tende ad essere sub-acida e la fertilità è, in genere, bassa.

4.3.7 Descrizione dell'uso del suolo lungo il tracciato di progetto



Stralcio della "Carta dell'uso del suolo" (ABR, Calabria scala 1:250.000), fuori scala; in azzurro la schematizzazione del tracciato di progetto.

Dallo stralcio della Carta del Suolo della Regione Calabria (scala 1:250.000) si evince sostanzialmente come le zone urbanizzate risultano situate preferenzialmente lungo la costa, mentre verso l'interno si ha una prevalenza di territori a vocazione agricola, con vigneti, frutteti e seminativi.

| | |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE | Zone urbanizzate |
| | Aree industriali o commerciali |
| | Reti stradali e ferroviarie, aree portuali, aeroporti |
| | Zone estrattive |
| | Discariche |
| | Cantieri |
| TERRITORI AGRICOLI | Zone agricole eterogenee |
| | Vigneti e frutteti |
| | Oliveti |
| | Seminativi |
| | Prati stabili |
| TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI | Boschi misti |
| | Boschi di conifere |
| | Boschi di latifoglie |
| | Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea |
| | Zone aperte con vegetazione rada o assente |
| CORPI IDRICI | Lagune |
| | Bacini lacustri |

Da uno studio realizzato appositamente per il presente lavoro e realizzato ad una scala di maggior dettaglio (scala 1:10.000) si evince una articolazione non molto dissimile da quella della Carta regionale dell'uso del suolo. Iniziando dal territorio del Comune di Reggio Calabria, in località Mortara, il tracciato attraversa, all'aperto, prevalentemente due tipologie di destinazione

d'uso del suolo calabrese: le aree destinate ad agrumeto e le aree con vegetazione naturale e semi-naturale erbacea ed arbustiva. L'area ove il tracciato di progetto corre pressoché parallelamente alla linea di costa, ma in posizione più arretrata, verso l'entroterra, rispetto al precedente tratto già descritto, è articolata con destinazioni d'uso varie, ma prevalgono gli uliveti.

Di seguito si alternano alcune gallerie e viadotti fino alla progressiva Km 1+800 circa, che si attestano prevalentemente su terreni con vegetazione naturale e semi-naturale erbacea ed arbustiva. Verso il chilometro 3+250, l'infrastruttura stradale torna all'aperto attraversando aree coltivate prevalentemente a vigneto e/o altre colture e subordinatamente ad uliveti. Poco dopo il chilometro 3+500, il tracciato rientra in galleria, per ritornare all'aperto, in località Campoli, nei pressi del confine con il territorio comunale di Motta San Giovanni e al limite tra aree a destinazione d'uso di colture ad uliveto ed aree con vegetazione naturale e semi-naturale erbacea ed arbustiva. Proprio l'attraversamento del confine comunale avviene tramite viadotto ed il tracciato fino alla progr. Km 6+000 attraversa prevalentemente aree coltivate ad uliveto e/o a vigneto. All'incirca, presso il chilometro 6+750, la strada torna all'aperto in un'area con vegetazione naturale e semi-naturale e prosegue attraversando alcune aree destinate ad uliveto, così come per tutto il tratto che va dalla progr. Km 7+400 circa alla progr. Km 7+700.

All'altezza del Fosso Valiardi a monte della località Fornaci di Lazzaro, le carreggiate attraversano un territorio prevalentemente con vegetazione naturale e semi-naturale erbacea ed arbustiva, mentre, nell'approssimarsi alla fiumara di Lazzaro, il tracciato attraversa degli agrumeti e dei vigneti oltre alla vegetazione erbacea ed arbustiva che borda il corso d'acqua.

All'altezza del Km 9+000, l'infrastruttura attraversa due aree con la presenza di cave e discariche, intervallate da colture di uliveti, sui quali si snodano, in parte, anche lo svincolo. Da questo punto in poi, il tracciato alterna gallerie e tratti all'aperto essenzialmente in coincidenza di aree coltivate ad uliveti, fino al Km 11+750 circa, nei pressi del quale l'infrastruttura torna ad attraversare aree con vegetazione naturale e semi-naturale erbacea ed arbustiva, in prevalenza e subordinatamente modeste estensioni di vigneti e colture giungendo così nel Comune di Montebello Jonico, in sinistra orografica della fiumara di Molaro.

Nei pressi del Km 13+000, il tracciato corre in parte su coltivazioni di uliveti ed in parte su vegetazione erbacea ed arbustiva naturale e semi-naturale, quindi entra in galleria e dopo circa 500m, sorpassa con viadotti di differente sviluppo planimetrico, un corso d'acqua che, più a valle scorre attraversando l'abitato di Fucida (Comune di Montebello Jonico), le cui sponde presentano

prevalentemente vegetazione erbaceo-arbustiva naturale e semi naturale, e subordinatamente vigneti, colture, boschi/siepi.

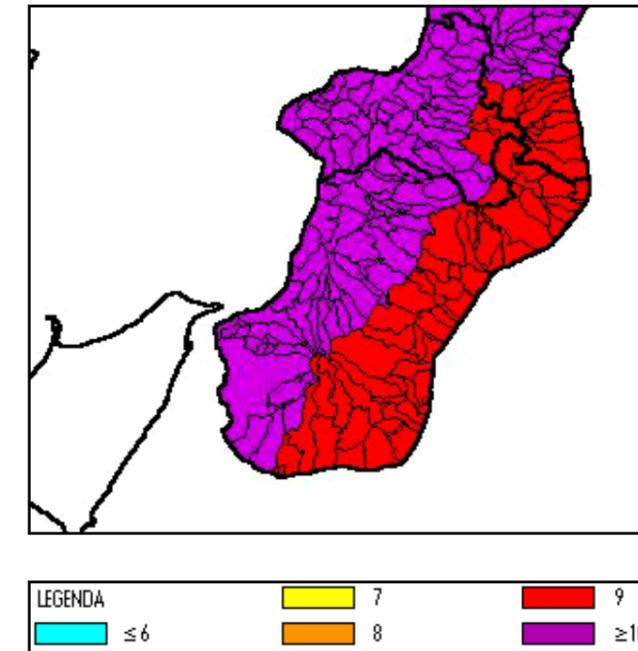
Il tracciato stradale prosegue in galleria fino al chilometro 14+350 circa, ove per circa 1100m attraversa con tre viadotti, aree coltivate ad uliveti, alternati a vigneti e a vegetazione naturale e semi-naturale erbacea ed arbustiva. All'altezza del chilometro 15+500 circa, l'infrastruttura entra in galleria per circa 2 chilometri e ritorna all'aperto per attraversare aree prevalentemente con vegetazione naturale e semi-naturale erbacea ed arbustiva soprattutto in prossimità della fiumara di S. Elia e quindi dove sarà realizzato il futuro svincolo di Sant'Elia. Subito a valle dell'attraversamento del confine comunale con il Comune di Melito di Porto Salvo, l'infrastruttura attraversa, prevalentemente in viadotto, una ampia porzione di territorio destinata a colture di uliveti. Alla progr. Km 18+500 circa, il tracciato entra in galleria e torna all'aperto al chilometro 20+350 circa, in un'area con vegetazione erbacea ed arbustiva naturale e seminaturale, per poi proseguire in viadotto nell'attraversamento della Fiumara di Melito di Porto Salvo, caratterizzata anch'essa dalla medesima vegetazione. In prossimità del chilometro 20+800 circa, le carreggiate attraversano a raso/trincea/rilevato una porzione di territorio con destinazione ad uliveto, per poi entrare in galleria in prossimità di un'area ad agrumeti.

Pertanto, riassumendo, il tracciato in esame nel presente lavoro, si sviluppa prevalentemente in galleria; nei tratti all'aperto, per lo più attraversa in viadotto aree a vocazione agricola con terreni destinati prevalentemente ad uliveti e subordinatamente ad agrumeti e vigneti. In corrispondenza delle fiumare e di alcuni tratti con morfologia moderatamente acclive, invece, vi è una prevalenza di aree con vegetazione naturale e seminaturale erbacea ed arbustiva. In virtù di quanto sopra rilevato, l'infrastruttura viaria non presenta interferenze ad elevata criticità e le eventuali intrusioni si limitano alla sottrazione di suolo irreversibile dei tratti in trincea ed in rilevato che raggiungono un'estensione lineare pari ad un chilometro e mezzo circa, sui 6 chilometri totali di tracciato all'aperto e rispetto ai 21 chilometri totali dell'intero sviluppo delle due carreggiate in progetto.

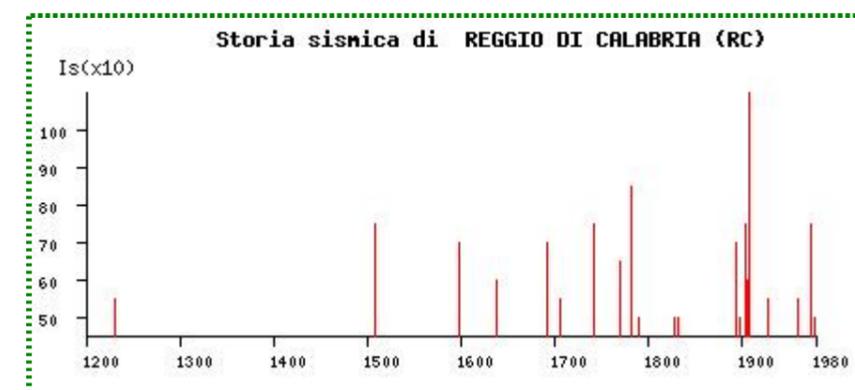
4.3.8 Aspetti sismici

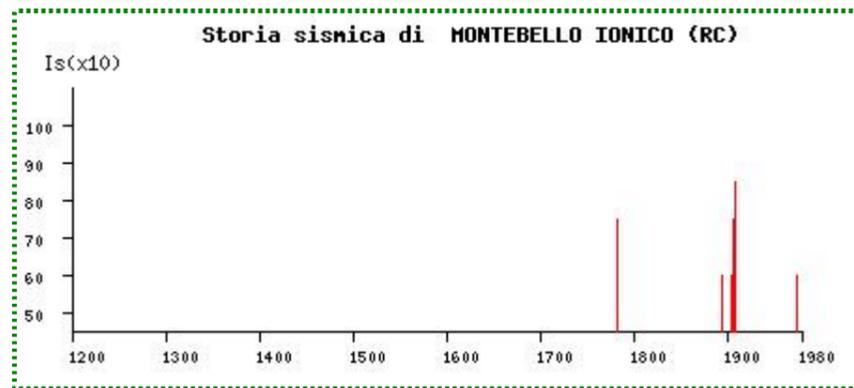
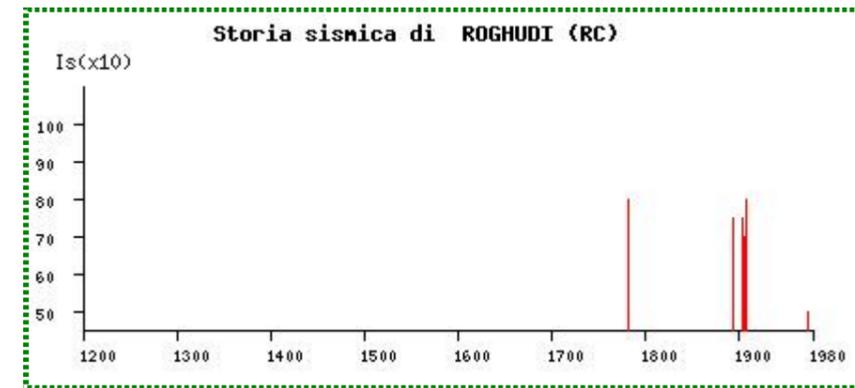
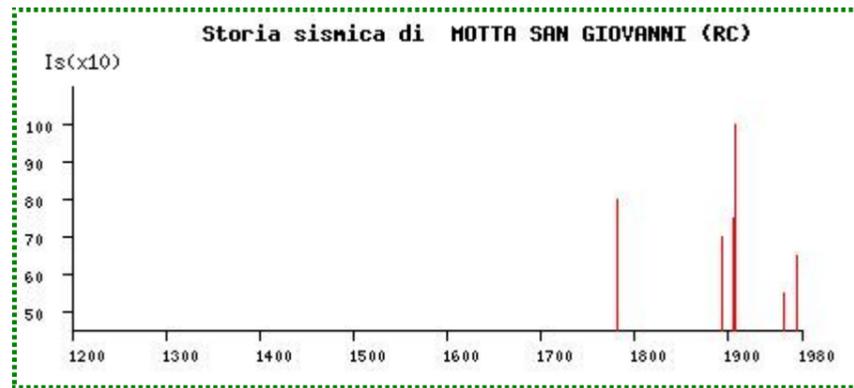
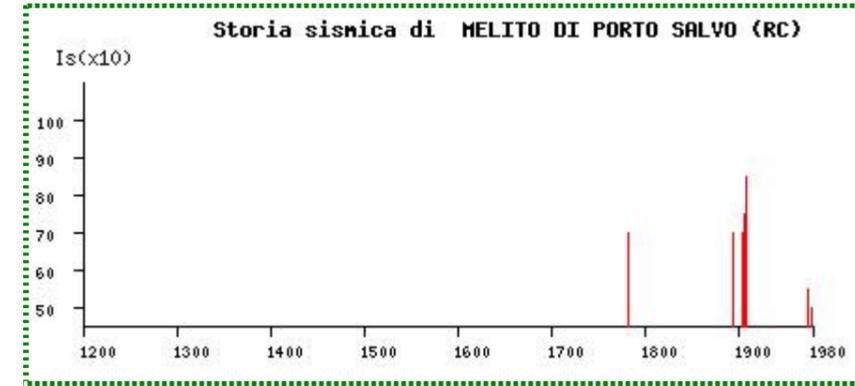
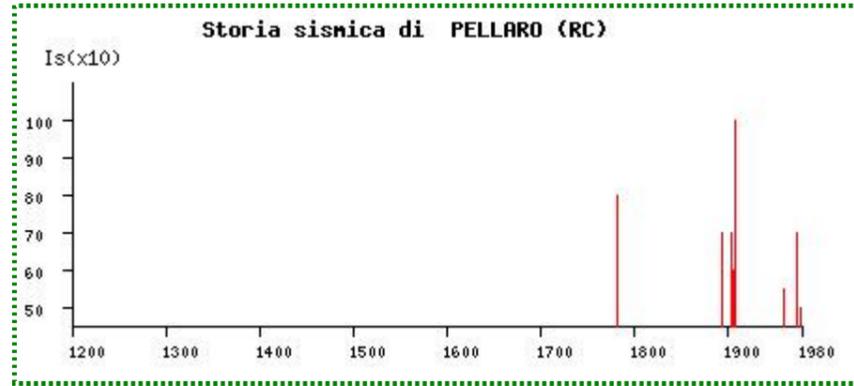
Dalla consultazione del DOM 4.1, cioè del database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti dell'area italiana, al di sopra della soglia del danno ($I_0 \geq 5$, $M_s \geq 4.0$), risulterebbe che

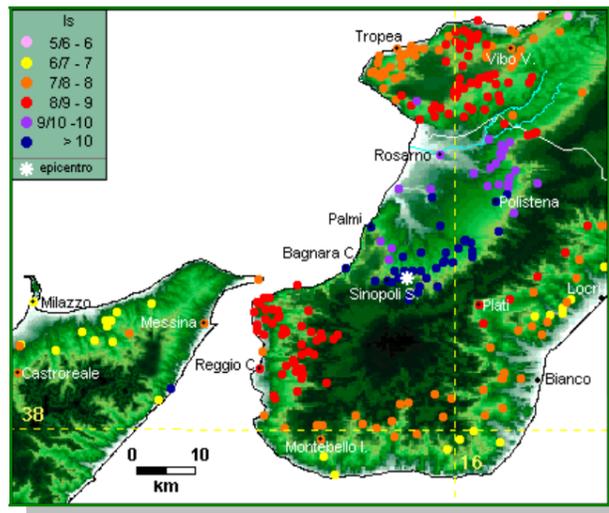
il territorio in esame è stato sede, in passato, di una discreta attività sismica. Per tali eventi, l'intensità al sito registrata appare compresa tra il IX ed il X grado della scala MCS.



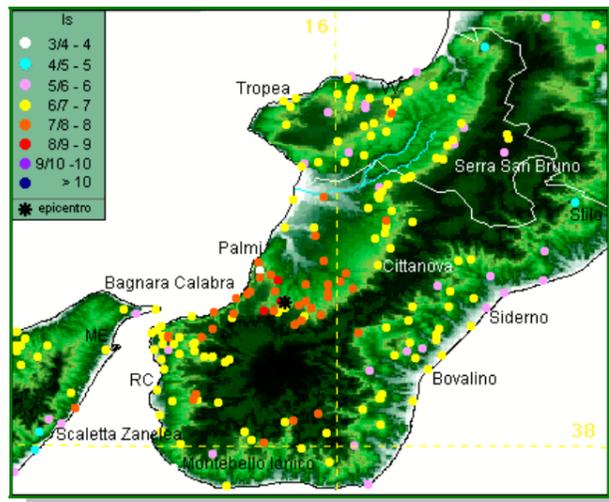
Is = intensità al sito (x10): l'area d'interesse progettuale ricade per buona parte nella zona caratterizzata da intensità ≥ 10 , mentre verso il Comune di Melito di Porto Salvo, l'intensità "scende" a 9.



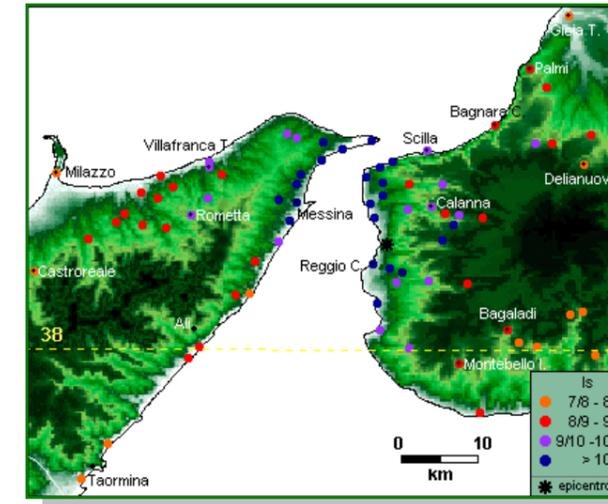




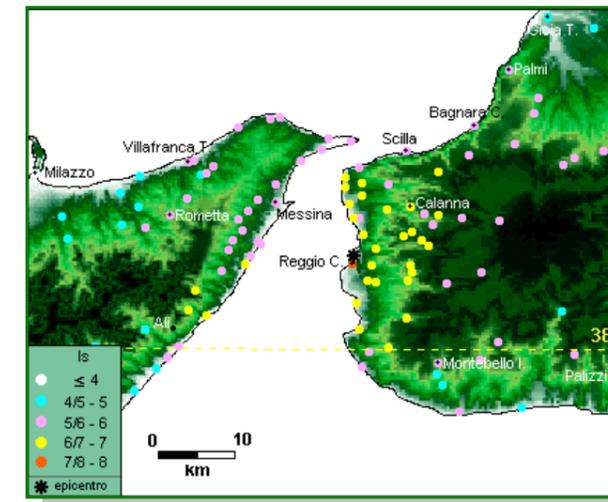
Evento sismico del 05-02-1783 "Calabria meridionale".



Evento sismico del 16-11-1894 "Bagnara Calabria".



Evento sismico del 28-12-1908 "Calabro – Messinese".



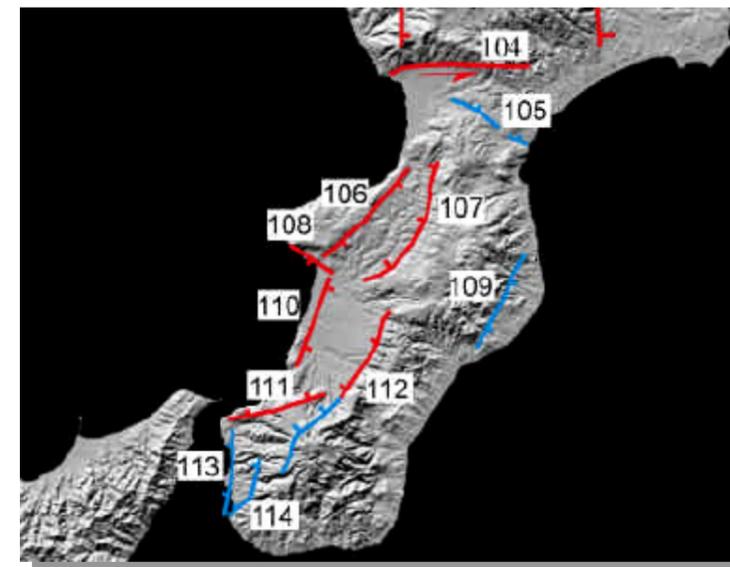
Evento sismico del 16-01-1975 "Reggio Calabria".

Dalle "Carte preliminari di scuotibilità del territorio nazionale" redatte dal C.N.R. nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica sono state dedotte le intensità sismiche riferite a determinati tempi di ritorno (espressi in anni) di seguito riportate:

| Tempi di ritorno | I (MCS) |
|------------------|---------|
|------------------|---------|

| | |
|-------|----------------|
| T50 | I ≤ V |
| T100 | I = VI |
| T200 | VII ≤ I ≤ VIII |
| T500 | VIII ≤ I ≤ IX |
| T1000 | IX ≤ I ≤ X |

Negli ultimi decenni, il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT) ha condotto delle ricerche in campo sismotettonico al fine di redigere l'“Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili”. Le interrelazioni con i dati reperiti ed elaborati, hanno portato alla caratterizzazione soltanto delle faglie primarie, ovvero le strutture principali (per lunghezza, entità dei rigetti, ruolo nel condizionamento dell'evoluzione geologica recente) all'interno di un sistema la cui espressione superficiale può anche essere estremamente complessa. La necessità di rappresentare faglie attive primarie ha comportato, dove possibile, la scelta di eliminare quelle strutture che, pur mostrando chiare evidenze di attività recente, sono comunque associate ad elementi principali e la cui attivazione è da riferire a movimenti simpatetici, a complessità dell'espressione superficiale della struttura sismogenetica, ecc.... in seguito sono state realizzate delle immagini per alcuni settori della penisola italiana, che riportano le tracce delle espressioni superficiali delle faglie attive o possibilmente attive. In generale, le linee tracciate interpolano le evidenze geologico-strutturali e geomorfologiche di attività recente, talora molto discontinue lungo una determinata struttura. Pertanto, per motivi di scala, la rappresentazione della geometria di superficie delle faglie risulta semplificata rispetto a quella, anche molto complessa, derivabile dalle osservazioni sul campo. La semplificazione è in parte lo specchio del livello delle conoscenze disponibili per i vari settori. Nel caso in cui i dati disponibili consentano di formulare ipotesi più attendibili (es.: Appennino centrale), sono stati rappresentati segmenti di faglia continui che approssimano l'emergenza delle strutture sismogenetiche.



Stralcio della “Carta delle faglie attive della Calabria” (elementi geologici di superficie)

Con il colore rosso sono riportate le espressioni superficiali di faglie con chiare evidenze geologiche e geomorfologiche di attività nel corso del Pleistocene superiore-Olocene e quindi di sicura importanza ai fini sismotettonici. In base a quanto osservato precedentemente le faglie rappresentate sono responsabili della dislocazione di depositi e/o forme riferibili o successivi all'ultimo massimo glaciale.

Con il colore celeste sono invece riportate le faglie per le quali è nota l'attività nel corso del Pleistocene. Tuttavia, la cronologia non è ulteriormente precisabile e non sono disponibili dati di superficie sull'attivazione delle faglie nel corso del Pleistocene superiore-Olocene. Queste strutture vengono comunque cartografate in previsione di un confronto con dati sismologici che potrebbero gettare luce sull'attività delle faglie stesse.

Le conoscenze sulle faglie attive dell'area rappresentata nella Figura sopra riportata sono lungi dall'offrire un quadro conclusivo. A parte il settore del Pollino mancano nella Calabria settentrionale dati provenienti da indagini paleosismologiche, mentre nella Calabria meridionale differenti gruppi di ricerca hanno proposto ipotesi divergenti sull'ubicazione delle faglie attive cui possono essere riferiti i principali terremoti storici. Per il primo settore si nutrono alcuni dubbi sulla cinematica di strutture come le faglie Lamezia-Catanzaro (104) o sulla cronologia della faglia Corigliano-Rossano (99) che addirittura potrebbe essere stata caratterizzata da attività esclusivamente pre-quadernaria.

Per quanto concerne la Calabria meridionale, i problemi più evidenti riguardano l'intera fascia comprendente la valle del Mesima e la piana di Gioia Tauro (faglie 106 Mesima Ovest, 107 Serre, 110 Gioia Tauro, 112 Cittanova). Infatti, sebbene in letteratura siano riportati indizi di attività nel Pleistocene superiore-Olocene per tutte le faglie citate (ad esempio, Cotecchia et al., 1986; Valensise e D'Addezio, 1994; Monaco e Tortorici, 1995; Tortorici et al., 1995), non è ancora chiaro se il sistema principale responsabile dei grandi terremoti calabresi sia da identificare nelle strutture immergenti verso SE o in quelle immergenti verso NW. A fronte di questi dubbi, non è stata operata una scelta rimandando la soluzione del problema ad auspicabili future acquisizioni di dati.

4.3.8.1 Aspetti normativi

Da un punto di vista amministrativo l'area di intervento ricade nell'ambito del territorio provinciale di Reggio Calabria e, di seguito, si riportano i comuni direttamente interessati dall'infrastruttura, dichiarati sismici ai sensi e per gli effetti della Legge 2 Febbraio 1974, n.64, con il proprio grado di sismicità **S** e la Zona sismica di appartenenza ai sensi del DPCM n. 3274 del 20-03-03:

- Reggio Calabria: S = 12; Zona 1;
- Motta San Giovanni: S = 12; Zona 1;
- Montebello Jonico: S = 12; Zona 1;
- Melito di Porto Salvo: S = 12; Zona 1;
- Roghudi Nuovo: S = 12; Zona 1.

Nel DPCM n. 3274 del 20-03-03 (e succ. mod. ed integr.) il territorio nazionale viene suddiviso in zone sismiche ciascuna caratterizzata da un diverso valore del parametro a_g = accelerazione di picco orizzontale del suolo.

La provincia di Reggio Calabria ricade, ai sensi della sopra citata Ordinanza in Zona 1 e, pertanto, il valore di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico risulta pari a $0,35 \cdot a_g/g$.

Quindi, ai sensi delle leggi attualmente in vigore, per le opere già realizzate vale la procedura di verifica antisismica, mentre per le opere di nuova realizzazione (come in questo caso), si devono attuare le norme tecniche per le costruzioni in Zona sismica 1.

4.3.8.2 Macrozonazione sismica

Il concetto di rischio sismico, come più in generale quello relativo a qualsiasi "rischio ambientale", deriva dal prodotto tra la pericolosità, la vulnerabilità di un territorio o di una sua porzione e l'esposizione, cioè il valore economico del bene e del suo uso.

$$R = V * E * P$$

dove:

V = Vulnerabilità: attitudine dei beni presenti in un sito a subire un certo livello di danno per effetto di un certo livello di scuotimento.

E = Esposizione: valore economico del bene e del suo uso.

P = Pericolosità sismica o Hazard: è la probabilità di eccedenza di un fissato valore del livello di scuotimento in un sito, in un prestabilito intervallo di tempo

Nell'ambito del presente lavoro si è ritenuto utile fornire una prima classificazione del territorio di intervento dal punto di vista della sua pericolosità sismica. È evidente come la completa definizione del rischio sismico viene qui proposta esclusivamente per le opere in progetto, esulando dagli scopi del presente lavoro sia la definizione di tale rischio per il tessuto infrastrutturale preesistente, sia l'approfondimento progettuale che viene demandato alle successive fasi progettuali.

Pertanto, la classificazione sismica eseguita è da intendersi nel senso di un raffronto fra le caratteristiche di vari comparti territoriali caratterizzati da diverse attitudini comportamentali. In definitiva, la macrozonazione sismica dovrebbe consentire la successiva definizione di un insieme di criteri d'uso del territorio volti al contenimento, entro limiti accettabili, degli effetti legati al manifestarsi di possibili terremoti futuri nell'ambito di un'area territorialmente alquanto vasta.

L'analisi storica dei danni prodotti dai terremoti evidenzia una netta correlazione tra i dissesti e la tipologia del substrato litologico. In particolare, le variazioni litologiche e morfologiche della porzione più superficiale del substrato possono determinare fenomeni di amplificazione del moto del suolo in grado di provocare maggiori danneggiamenti a scala locale. Proprio sulla base delle diverse aree di affioramento di litologie a differente grado di competenza e di comportamento geotecnico e geomeccanico è stato possibile mettere a punto il criterio di macrozonazione sismica adottato nell'ambito del presente lavoro.

Tale criterio si basa sul presupposto che le condizioni più favorevoli all'innescio di fenomeni di amplificazione locale siano rappresentate dalla presenza di eterogeneità geologiche e di potenti corpi costituiti da terreni incoerenti o poco coerenti sovrapposti ad un *bedrock* (substrato) composto da litologie maggiormente consolidate.

La normativa vigente ha individuato cinque categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni), così descritte:

- A. *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore minimo pari a 5m.
- B. *Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti* con spessori di diverse decine di metri caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$ o coesione non drenata $C_u > 250$ kPa).
- C. *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza* con spessori variabili tra diverse decine di metri fino a centinaia di metri caratterizzati da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$ - $70 < C_u < 250$ kPa).
- D. *Depositi di terreni da granulari a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti* caratterizzati da valori di $V_{S30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$ - $C_u < 70$ kPa).

E. *Profili di terreni costituiti da strati superficiali alluvionali* con valori di V_{S30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{S30} > 800$ m/s.

Dove V_{S30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio. Proprio in riferimento all'assetto geologico esposto in dettaglio nella specifica sezione del presente Studio ed ai risultati della campagna geognostica (dati penetrometrici e stese sismiche), inclusi nelle relazioni Geologica e Geotecnica allegate al Progetto, l'intero territorio di studio è stato così schematizzato:

| Sondaggio | Categoria di suolo |
|-----------|--------------------|
| S2 | B |
| S3 | C |
| S4 | B |
| S5 | C |
| S6 | C |
| S7 | C |
| S9 | C |
| S11 | B |
| S13 | B |
| S14 | C |
| S15 | C |
| S16 | B |
| S17 | C |
| S23 | C |
| S24 | C |
| S25 | B |
| S26 | B |

Dalla tabella sopra riportata si evince che esiste una pressoché equa ripartizione di terreni tra le categorie di Suolo B e C della normativa vigente.

Su questo assetto litotecnico-sismico vanno ad inserirsi ulteriori questioni legate alle possibili tipologie di assetto morfo-strutturale che possono costituire le maggiori cause predisponenti per il manifestarsi di rilevanti e locali effetti di amplificazione sismica, legati rispettivamente ad effetti di risonanza o di focalizzazione. Sul territorio in esame, il tracciato di progetto non "corre" sempre in ambito pianeggiante, ma attraversa aree di pendio, soprattutto agli imbocchi delle gallerie, alternate a tratti in viadotto per attraversare corpi sedimentari alluvionali, dove si può avere un riempimento di terreno "soffice", su un substrato più "rigido" e quindi potenzialmente si possono realizzare fenomeni di rifrazione delle onde sismiche, che risultano concentrate nelle zone centrali centro delle conche degli alvei fluviali. Tuttavia, tale approfondimento esula dalla presente trattazione e pertanto non sarà analizzato in questa sede.

Oltre alla utilizzabilità dei dati macrosismici per operare discriminazioni in termini di rischio sismico nell'ambito del territorio di intervento, gli ulteriori elementi che meritano di essere evidenziati sono quelli in grado di determinare potenziali focalizzazioni ed amplificazioni delle onde sismiche.

Come illustrato nell'allegato cartografico "Carta geomorfologica", nell'area studiata esistono numerose scarpate morfologiche la cui particolare conformazione potrebbe appunto indurre fenomeni di esaltazione sismica nelle fasce di versante immediatamente retrostanti.

4.3.8.3 Determinazione del terremoto di riferimento e dello spettro di risposta elastico

Le considerazioni sopra esposte forniscono indicazioni qualitative relative alle porzioni dell'area studiata che potenzialmente possono essere interessate da fenomeni di amplificazione sismica. Le ricadute di tale approccio sono pertanto squisitamente pianificatorie sia a livello di destinazione d'uso, che di definizione strutturale tipologica delle opere d'arte e dei manufatti previsti all'interno di tali ambiti.

Il presente sottoparagrafo è quindi finalizzato all'individuazione della risposta del terreno di fondazione soggetto alla sollecitazione sismica attraverso l'analisi dinamica lineare con spettro di risposta assegnato. Tale spettro di risposta è generato solo in campo elastico e costituisce un modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo (terremoto di riferimento).

Riferito ad un singolo terremoto, infatti, lo spettro elastico sintetizza la risposta massima di oscillatori elementari a comportamento elastico-lineare di diverso periodo. Esso è, dunque, la rappresentazione oggettiva e sintetica delle principali caratteristiche di un terremoto o, meglio, dei possibili terremoti che si possono verificare in un dato sito e non è legato allo specifico tipo di struttura ed al suo particolare comportamento durante un sisma.

Ai fini della progettazione della specifica struttura sottoposta ad importanti escursioni anelastiche e quindi nelle successive fasi progettuali, lo stesso spettro può essere trasformato nello strumento progettuale più adatto alla struttura e alla procedura di analisi/verifica adottata. Lo si può, infatti, trasformare in uno spettro di progetto, dividendolo per il fattore di struttura q , funzione delle caratteristiche comportamentali dell'opera in esame, per eseguire analisi dinamiche modali o statiche in campo elastico.

Ai sensi della normativa sismica vigente, le strutture devono essere progettate in maniera tale da garantire un certo comportamento per azioni che si prevede si possano verificare una sola volta in un lasso di tempo ed un diverso comportamento per azioni che invece si prevede si possano verificare ad intervalli temporali più brevi. Lo scopo delle norme è di assicurare che in caso di evento sismico sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile. Pertanto, per ciò che concerne la sicurezza nei confronti della stabilità è stato definito lo Stato Limite Ultimo – SLU, cioè sotto l'effetto della azione sismica di progetto per un sisma avente un periodo di ritorno di circa 500 anni, la costruzione pur subendo danni di grave entità agli elementi strutturali, deve mantenere una residua resistenza e rigidità nei confronti delle azioni orizzontali e l'intera capacità portante per carichi verticali, in altre parole non deve mai collassare.

Per quanto riguarda la protezione nei confronti del danno, la legge istituisce lo Stato Limite del Danno – SLD, ove, sotto l'effetto di un sisma con basso periodo di ritorno (frequente) la struttura non deve riportare danni gravi né alle strutture, né alle parti non strutturali, in particolare agli impianti, deve cioè mantenere esattamente le medesime condizioni precedenti l'effetto sismico.

L'output di calcolo dello spettro di risposta elastico, valutato in termini di accelerazione, su di una struttura elastica soggetta ad un evento sismico, è funzione del livello di sismicità della zona considerata e delle caratteristiche geotecniche del suolo di fondazione e si pone più per una valutazione di sicurezza nei confronti della stabilità (SLU); mentre non dipende dalla tipologia strutturale. In seguito, da quest'ultimo è possibile derivare gli spettri da utilizzare in fase di progetto nel calcolo sia dello stato limite ultimo, sia di quello del danno, ma la loro trattazione esula dai fini del presente Studio, pertanto non saranno trattati in questa sede.

Lo spettro di risposta elastico è costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5% e considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore dell'accelerazione massima convenzionale del terreno fondale ($a_g S$) che caratterizza il sito e che è disciplinato dalla normativa (tabelle riportate negli allegati dell'OPCM 3274/2003). Lo spettro della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left(1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1)\right) \quad 0 \leq T < T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \quad T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right) \quad T_C \leq T < T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right) \quad T_D \leq T$$

essendo:

$S_e(T)$ = ordinata dello spettro di risposta elastico;

a_g = accelerazione di picco in un terreno di fondazione (valore dell'accelerazione del terreno regolato dalla normativa vigente e pari al valore della Zona di appartenenza dei comuni attraversati);

S = parametro che caratterizza il profilo stratigrafico del suolo di fondazione (come stabilito dalla normativa: tabella di seguito riportata);

$\eta = (10/(5+\xi))^{1/2} \geq 0,55 =$ fattore correttivo dello smorzamento $\eta = 1$ per $\xi = 5$;

ξ = rapporto di smorzamento viscoso espresso in percentuale;

T = periodo di vibrazione in secondi dell'oscillatore lineare semplice;

T_B, T_C, T_D = parametri che determinano la forma dello spettro in relazione al tipo di suolo (come stabilito dalla normativa: tabella di seguito riportata).

| Categoria suolo | S | T _B | T _C | T _D |
|-----------------|------|----------------|----------------|----------------|
| A | 1,0 | 0,15 | 0,40 | 2,0 |
| B, C, E | 1,25 | 0,15 | 0,50 | 2,0 |
| D | 1,35 | 0,20 | 0,80 | 2,0 |

Sulla base di tali criteri e dei dati via via precedentemente esposti è stato possibile, tramite un programma di calcolo appositamente allestito, determinare graficamente lo "spettro elastico di risposta" in accelerazione per la componente orizzontale valevole, in via preliminare, per tutti i comuni interessati dall'infrastruttura di progetto ed in base alle diverse categorie di suolo precedentemente estrapolate (cfr. paragrafo precedente: B e C).

La normativa, comunque tiene conto anche di altri fattori come il Fattore d'Importanza (γ_I) per le diverse destinazioni d'uso e l'Effetto Morfologico per le amplificazioni sismiche locali.

In funzione delle diverse destinazioni d'uso delle possibili strutture (influenzanti il coefficiente di risposta sismica " $a_g S$ " che entra nel calcolo dell'accelerazione di progetto) sono stati introdotti dal Legislatore i seguenti valori:

$\gamma_I = 1,4$ per le opere di importanza primaria

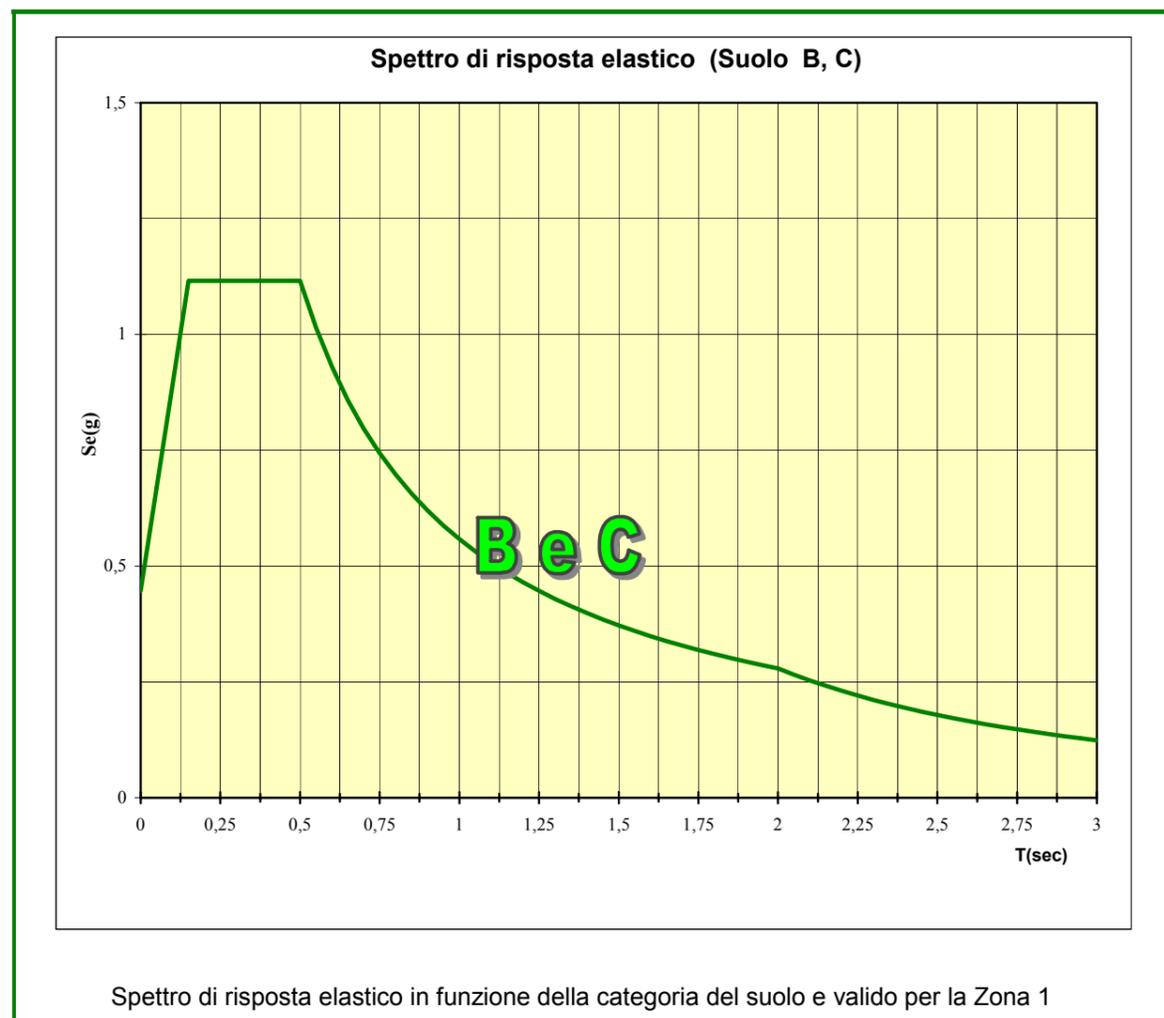
$\gamma_I = 1,2$ per le opere di rilevante interesse

$\gamma_I = 1,0$ per le opere non comprese nelle categorie precedenti.

L'opera in progetto rientra nella classe ($\gamma_I = 1,0$) delle opere non comprese nelle categorie precedenti.

Per quanto riguarda gli Effetti Morfologici, alcune normative, tra cui l'Eurocodice 8, tengono conto di tali effetti incrementando lo spettro di risposta del terremoto di progetto, di un fattore ulteriore, detto fattore di amplificazione topografica. Tale accorgimento è stato anche inserito nella normativa italiana OPCM 3274/2003 (Allegato 4, punto 2.2), in cui vengono definiti i fattori di amplificazione topografica per strutture importanti erette in prossimità di un pendio, ma la trattazione di questi casi particolari, così come la determinazione dello spettro di progetto (che tiene conto anche del fattore di struttura q) esula dagli scopi della presente trattazione e può essere sviluppata solo nelle successive fasi progettuali dai Progettisti dell'opera.

Il risultato dei calcoli è il seguente:



Dall'output di calcolo (grafico sopra esposto) si evince che osservando la variazione del valore dell'accelerazione in funzione del periodo T, per T=0, (struttura rigida), l'accelerazione massima della struttura coincide con la massima accelerazione del moto del terreno. Al crescere, poi del periodo, l'accelerazione assoluta del sistema cresce fino a raggiungere un suo valore massimo pari, in questo caso a circa 2 volte l'accelerazione massima del suolo. Usualmente, la differenza sostanziale nei diversi spettri che scaturiscono dal programma di calcolo per le diverse categorie di suolo, è l'ampiezza del "pianerottolo spettrale" che, invece, per i suoli di categoria B e C coincide e quindi pertanto non risulta apprezzabile la differenza tra le due categorie. Ciò nonostante il terreno di fondazione caratterizzato dai suoli B e/o C, per un evento con a_g/g pari a 0.35 ed S (parametro che caratterizza il profilo stratigrafico del suolo di fondazione) pari a 1.25

(vedere tabella normativa vigente), reagirà con oscillazioni intense, ma per un periodo di tempo tutto sommato mediamente breve.

4.4 Analisi comparativa delle alternative di progetto

Prima di arrivare all'individuazione delle aree sensibili del tracciato definitivo, sono stati valutati alcuni tracciati alternativi che sono però stati scartati per diverse criticità di carattere ambientale e vincolistico, ecc...

Dall'analisi dell'elaborato grafico "Corografia delle alternative di progetto" si evince che in realtà i tracciati alternativi in alcuni punti si sovrappongono, pertanto l'analisi delle diverse criticità sarà sviluppata per tratti omogenei all'interno dei quali effettivamente i tre tracciati alternativi e quello di progetto definitivo si differenziano tra loro; in alcuni casi, lì dove i tracciati alternativi si sovrappongono, l'analisi potrà riguardare il tracciato di progetto ed una sola alternativa.

Dall'analisi della cartografie afferenti tale componente ("Carta Geologica", "Carta Geomorfologica", "Carta dell'uso del suolo" e "Profili Geologici") è possibile individuare i tratti da analizzare partendo da Reggio Calabria verso Melito di Porto Salvo e differenziati con una colorazione e numerazione diversa in carta (Alternativa 1 di colore rosso, Alternativa 2 di colore blu ed Alternativa 3 di colore verde). L'analisi dei tracciati alternativi è sviluppata per i seguenti tratti omogenei:

- primo tratto: bretella di collegamento con la S.S. 106 attuale, fino al Km 1+000 circa del tracciato di progetto;
- secondo tratto compreso tra il Km 1+000 ed il viadotto Ferrina (Km 7+000 circa);
- terzo tratto compreso tra il Km 10+000 circa ed il Km 14+000 circa;
- quarto tratto compreso tra il Km 17+000 circa e lo svincolo di Melito P. Salvo.

Nel primo tratto, l'Alternativa 2, interferisce con un versante in frana quiescente con gli imbocchi di una galleria (in direzione Melito di P. S.), per poi passare ad intercettare una zona franosa complessa (Km 1+700) con altri imbocchi di un'altra galleria (lato RC). Quest'ultima criticità è riscontrabile anche per l'Alternativa 1 e l'Alternativa 3; mentre per la soluzione progettuale scelta, l'attraversamento di aree franose quiescenti si limita alla sola interferenza nei pressi del Km 1+700 (ovvero, nell'area in comune con gli altri tracciati). Per quanto riguarda, invece, l'uso del suolo, le

alternative di progetto (1, 2 e 3) interferiscono in maniera ampia e continua con le aree coltivate ad agrumeti, ed in percentuale maggiore rispetto al tracciato definitivo.

Subito dopo il Km 1+000 (2° tratto), l'Alternativa 1 e 3 interferiscono con due aree soggette a frane di scorrimento di tipo rotazionale/traslato, anche se quiescenti; verso il Km 4+500, invece, sono l'Alternativa 2 e 3 ad attraversare un'altra area in frana dello stesso tipo delle precedenti e poco dopo restano coinvolte nell'intercettazione di una zona franosa profonda quiescente. Inoltre, le tre Alternative attraversano aree coltivate a vigneti, uliveti ed anche agrumeti, rispetto al tracciato prescelto che interferisce solo con vigneti ed uliveti.

Dal Viadotto Ferrina fino al Km 10+000 circa (secondo tratto), il tracciato prescelto e le alternative di progetto, "corrono" pressoché parallele e per una buona parte di tale estensione sono addirittura coincidenti, pertanto valgono le stesse considerazioni che nel paragrafo successivo (Aree sensibili) sono riportate per il percorso viario oggetto del presente Studio.

Nel terzo tratto (km 10+000 ÷ 14+000), le Alternative, rappresentate dal tracciato dell'Alternativa 3, attraversano alcune aree in frana, ma attive e non quiescenti come quelle all'inizio, lato Reggio Calabria; mentre per la porzione di tracciato che si estende dal Km 14+000 al Km 17+000, si rinviene una ulteriore porzione di tracciati coincidenti, pertanto valgono le considerazioni del paragrafo seguente.

Nell'ultimo tratto (4°) infine, l'Alternativa 3 attraversa qualche porzione di terreno coltivato ad agrumi in percentuale maggiore rispetto agli altri tracciati; inoltre, le Alternative 1 e 3 attraversano in maniera trasversale le fiumare di S. Elia e Melito e non ortogonalmente come per il tracciato prescelto e l'Alternativa 1, che in questo caso risultano essere le soluzioni progettuali migliori. Infine, dal punto di vista geomorfologico, l'Alternativa 3 attraversa aree con litologie francamente argillose, caratterizzate dalla presenza di numerose aree con movimenti lenti del suolo e morfologie calanchive; infatti il tracciato dell'Alternativa 3 interferisce con una parte dell'area denominata "Calanchi di Maro Simone" (area SIC). Relativamente all'Alternativa n° 1, invece, il tracciato definitivo ha risolto un problema legato alla presenza, in corrispondenza della progressiva 18+250 di una frana attiva di ampie proporzioni all'interno della quale ricadevano gli imbocchi di una galleria. Lo spostamento verso nord del tracciato definitivo ha risolto completamente la criticità andando ad interessare litologie più francamente arenacee ed attraversando in galleria profonda tutte le piccole aree in frana presenti lungo il tracciato. Le altre differenze tra il tracciato definitivo e le alternative non hanno ripercussioni di alcun genere e,

come nel caso dei precedenti tratti, sono legate solamente ad aggiustamenti geometrici per il raccordo del tratto in questione con i tratti che precedono e seguono

Concludendo, le alternative di progetto, per la componente Suolo e Sottosuolo, attraversano molte aree morfologicamente delicate ed aree coltivate e/o allo stato naturale/semi-naturale; mentre con il tracciato definitivo (in esame nel presente Lavoro) sono state risolte alcune criticità molto elevate come quelle, ad esempio, dell'ultimo tratto (4°). Inoltre, la soluzione progettuale scelta consente coperture più appropriate per i tratti in galleria e per quanto concerne la sottrazione di suolo, quest'ultima interferenza è limitata ad un'estensione lineare di soli 1,5 chilometri a fronte dei circa 3 chilometri delle Alternative 1 e 2 e dei 4,7 circa chilometri dell'Alternativa 3. Pertanto, anche per ciò che concerne la sottrazione di suolo, la soluzione scelta risulta la migliore.

4.5 Aree sensibili

Il corridoio di inserimento progettuale, sulla base dell'inquadramento geologico effettuato interessa prevalentemente i terreni sedimentari dal Miocene inferiore all'Olocene. In particolare si tratta di successioni di calcari, calcareniti, arenarie, argille, alternanze argilloso-arenacee, calcari marnose, marne, fino a sabbie calcaree e ghiaie sabbiose poste anche in discordanza tra loro.

A causa della natura di tali litologie, unitamente alla presenza dei processi e dei morfotipi geomorfologici riscontrabili ed in considerazione della natura sismica del territorio indagato, nell'ambito della zona di intervento progettuale sono state individuate alcune aree di particolare sensibilità.

Dal punto di vista geologico-strutturale, le aree sensibili risultano poste in concomitanza con l'intercettazione di lineazioni tettoniche durante la fase di scavo in sotterraneo, soprattutto per quelle che si trovano in corrispondenza di un passaggio tra formazioni diverse per alterazione di una fascia di terreno più o meno ampia, le cui caratteristiche geotecniche risultano diverse dalle adiacenti litologie.

Alcune faglie risultano in prossimità degli imbocchi (es. Km 10+000 e 13+000 circa), pertanto a questa causa, unitamente alla scarsa competenza del litotipo (es. "Ghiaie di Messina", falde di detrito, ecc...) in cui sarà realizzata l'opera, si è ritenuto opportuno evidenziare l'instabilità strutturale-formazionale di alcuni imbocchi delle gallerie di progetto.

Dal punto di vista strettamente formazionale, due litotipi in particolare mostrano caratteristiche tali per cui le opere in sotterraneo (e/o in trincee troppo profonde) che li attraversano potrebbero incontrare delle difficoltà: le “Ghaie di Messina” (Pleistocene inf.-medio) e le Argille “siltose policrome” (Miocene medio-Pliocene medio); le prime sono recenti e con basso/nullo grado di cementazione, le seconde sono complessivamente eterogenee (localmente si possono osservare anche sottili orizzonti di lignite), contenendo all’interno anche blocchi (olistoliti) di mole non trascurabile e soggette a crolli. Inoltre, dai dati della campagna geognostica, che ha evidenziato alcuni locali e modesti accumuli idrici in alcune intercalazioni a granulometria differente, si può desumere, in alcuni tratti la presenza di porzioni di materiale elasticizzato e con caratteristiche geomeccaniche estremamente scadenti.

Alla luce di quanto fin qui esposto e a seguito dell’analisi morfologica e geologico-strutturale del territorio, dell’analisi delle schede delle gallerie (allegate alla Relazione Geologica), dell’output delle verifiche di stabilità agli imbocchi (allegato all’interno della Relazione Geotecnica) e dei dati del Piano di Assetto Idrogeologico dell’Autorità di bacino della Calabria (PAI), è stato possibile individuare le aree più sensibili, ai fini progettuali e dal punto di vista dell’interazione dell’opera con l’ambiente circostante. I dati così evidenziati sono stati opportunamente restituiti con apposite simbologie sull’allegata “Carta di sintesi degli impatti”, di cui si riporta uno stralcio della Legenda:

| LEGENDA | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| SUOLO E SOTTOSUOLO | |
|  | Area ad erosione intensa |
|  | Instabilità imbocchi |
|  | Scarsa copertura |
|  | Intercettamento faglia |
|  | Intercettamento frane (fonte PAI) |
|  | Intercettamento frane attive/crolli/colamenti |

Sulla planimetria sono stati, inoltre, restituiti graficamente i tratti in cui sono state rinvenute le criticità sopra elencate con associato un grado di sensibilità. Si è optato per una scala di tre gradi:

- area/tratto ad elevata sensibilità;
- area/tratto a media sensibilità;
- area/tratto a bassa sensibilità;

È da tener presente, che in un’area possono essere presenti più interferenze/criticità pertanto il grado di sensibilità può risultare, ovviamente, più alto.

Tale diversificazione, inoltre, è il risultato di un’analisi qualitativa tra la tipologia delle opere/manufatti da realizzare ed il contesto ambientale al contorno, con la conseguente differenziazione del tipo di interventi da adottare. In un’area ad elevata sensibilità, ad esempio, si dovrà intervenire già fin dalle successive fasi di progettazione, al fine di realizzare l’opera nella maniera più adeguata ed appropriata possibile.

Di seguito si riporta la localizzazione di tali aree sensibili:

- Km 2+300 ÷ 2+500 circa; Bretella di raccordo con l’attuale S.S. 106 Jonica (Galleria Regina) tratto con scarsa copertura e frane di scorrimento di tipo rotazionale/traslato (fonte: PAI), ma in stato quiescente = *sensibilità media*;
- Km 1+700; imbocchi (monte e valle) Galleria Paviglianiti, lato Reggio Calabria, si segnala la presenza di una frana di scorrimento di tipo rotazionale/traslato (fonte: PAI), in stato di quiescenza = *sensibilità bassa*;
- Km 3+550 circa; imbocco monte della Galleria S. Maria *p.p.*; lato Reggio Calabria, si segnala la presenza di una frana di scorrimento di tipo rotazionale/traslato (fonte: PAI), in stato di attività = *sensibilità bassa*;
- dal Km 4+900 fino agli imbocchi (monte e valle) della Galleria S. Maria, lato Melito di Porto Salvo, l’attraversamento in sotterraneo, presenta quasi in continuo, una scarsa copertura sovrastante le calotte e a tal punto che per la carreggiata di valle sarà opportuno un intervento di ritombamento = *sensibilità bassa*;
- Km 5+750/770 circa; imbocchi (monte e valle) Galleria S. Maria, lato Melito di Porto Salvo, si segnala la presenza di una zona franosa profonda (fonte PAI), in stato di quiescenza = *sensibilità bassa*;

- intorno al Km 6+400/500 circa; in coincidenza della Galleria Motta S. Giovanni (lati monte e valle), l'attraversamento in sotterraneo presenta una scarsissima copertura = *sensibilità bassa*;
- dal Km 7+100/200 fino agli imbocchi (lati monte e valle; Km 7+400circa) della Galleria della Candelora (lato Melito di Porto Salvo), si riscontrano sia una scarsissima copertura, sia la concomitanza di un'area interessata da intensa erosione dovuta alle acque superficiali = *sensibilità media*;
- il viadotto Oliveto (lati monte e valle e tra le gallerie Candelora e La Croce), presenta un appoggio di entrambe le spalle su aree interessate da intensa erosione ad opera dello scorrimento delle acque di ruscellamento = *sensibilità bassa*;
- Km 7+600 e 8+150; in corrispondenza degli imbocchi (lati monte e valle) della Galleria La Croce (per entrambe le direzioni), si rileva la presenza di aree ad intensa erosione dovuta alle acque superficiali = *sensibilità bassa*;
- il viadotto Saetta (lati monte e valle e tra le gallerie La Croce ed il Viadotto Valiardi), presenta un appoggio completo su un'area interessata da intensa erosione ad opera dello scorrimento delle acque di ruscellamento = *sensibilità bassa*;
- anche le spalle, in destra orografica del torrente Valiardi, del viadotto omonimo, appoggiano su un'area con intensa erosione da acque superficiali = *sensibilità bassa*;
- Km 8+650 circa; gli imbocchi (lati monte e valle) della Galleria Valiardi, lato Melito di Porto Salvo, sono situati in corrispondenza di un'area ad intensa erosione da acque superficiali = *sensibilità bassa*;
- la carreggiata di monte dello svincolo di Lazzaro (progr. Km 9+500 circa), intercetta in alcuni brevi tratti, alcune aree ad erosione intensa per ruscellamento delle acque di superficie = *sensibilità bassa*;
- Km 9+950 circa, gli imbocchi (lati monte e valle) della Galleria Del Capo (Agliola), lato Reggio Calabria, sono caratterizzati da una scarsissima/scarsa copertura, oltre che da un contatto tettonico di tipo distensivo = *sensibilità bassa*;
- Km 11+750 circa; gli imbocchi (lati monte e valle) della Galleria Del Capo (Agliola), lato Melito di Porto Salvo, insistono su un'area interessata da intensa erosione dovuta alle acque superficiali = *sensibilità bassa*;
- Il viadotto Ambro, posto subito dopo la Galleria del Capo ed il Viadotto Molaro (Km 11+800 circa), presenta le spalle in destra orografica del torrente omonimo fondate su un'area interessata da erosione intensa, mentre le spalle in sinistra orografica del viadotto in esame, sono situate in corrispondenza di una scarpata di frana di crollo/ribaltamento, in stato di attività = *sensibilità media*;
- Km 12+150 circa; le spalle, in destra orografica della Fiumara di Molaro, del Viadotto Molaro 2, poggiano su un'area interessata da frana di crollo/ribaltamento, considerata attiva = *sensibilità media*;
- Galleria Molaro (Km 12+800circa); caratterizzata da scarsa copertura per entrambe le carreggiate = *sensibilità bassa*;
- Km 13+000 circa; gli imbocchi (lati monte e valle) della Galleria Vena, lato Reggio Calabria sono caratterizzati da una scarsissima copertura in calotta e dalla presenza di un contatto tettonico = *sensibilità bassa*;
- Km 13+230 circa; durante avanzamento delle carreggiate in sotterraneo (Galleria Vena), si ha una scarsissima copertura = *sensibilità bassa*;
- dal Km 14+080 al Km 14+300 circa; tale tratto (in sotterraneo-Galleria Pantano) presenta: scarse coperture, lineamenti tettonici e presso gli imbocchi (lati monte e valle) della Galleria Pantano, lato Melito di Porto Salvo vi è un'area considerata come frana complessa (fonte: PAI), ma in stato di quiescenza = *sensibilità media*;
- tratto dal Km 14+300 al Km 15+000; le carreggiate ora in viadotto (Pulica) ora in rilevato e/o in trincea, attraversano aree caratterizzate da frane complesse e di colamento (fonte: PAI), ma in stato di quiescenza = *sensibilità bassa*;
- Km 15+250/300 circa; il viadotto Montenero 1 attraversa un'area caratterizzata da erosione intensa (soliflusso) = *sensibilità bassa*;

- dal Km 16+600 circa fino al Km 17+000; tratto in sotterraneo della Galleria La Guardia caratterizzato da scarsa copertura e presenza in superficie di un corpo di frana di scorrimento di tipo rotazionale/traslatoivo = *sensibilità bassa*;
- nei pressi del Km 18+000; imbocchi (lati monte e valle) della Galleria S. Elia, lato Melito di Porto Salvo, possono necessitare di interventi di stabilizzazione, inoltre, si rinvencono abitazioni, poco a monte dei sopra citati imbocchi = *sensibilità media*;
- per quanto concerne le progressive Km 18+520 e 20+330 circa, esse rappresentano l'ubicazione degli imbocchi della Galleria Cacalupo, lati monte e valle e per entrambe le direzioni di marcia si rileva un substrato litologico di natura argilloso-arenacea, che potrebbe necessitare di interventi di preconsolidazione, pertanto = *sensibilità media*;
- ulteriori aree a *sensibilità bassa* sono coincidenti con lo sviluppo lineare degli svincoli ubicati sul substrato alluvionale di alcune fiumare, come ad esempio: lo Svincolo di Melito, lo Svincolo di S. Elia-Montebello Jonico, lo Svincolo di Saline e pro parte lo Svincolo di Lazzaro, quest'ultimo proprio perché lo sviluppo di opere come i rilevati può comportare una attenzione maggiore nei calcoli dei cedimenti che si possono avere su sedimenti incoerenti, eterogenei con percentuali non trascurabili di materiali limosi.

Occorre ricordare, tuttavia, come molti degli imbocchi delle gallerie di progetto, qui classificati come aree sensibili (= sensibilità bassa), vedranno risolta la loro criticità già in fase di realizzazione, poiché è già stata prevista una fase di avanzamento lavori mediante scavo a cielo aperto. Ciò comporterà, ovviamente un ripristino dello stato dei luoghi con interventi particolareggiati, per i quali si rimanda all'apposita sezione del Quadro di Riferimento Progettuale (cfr. capitolo "Interventi di mitigazione ambientale").

Un ulteriore elemento suscettibile di modificazioni (peraltro reversibili) è dato dagli interventi sul territorio, già effettuati, come i pendii strutturati a terrazzi; quest'ultimi sono proprio la testimonianza di un intervento antropico sul territorio volto a riparare/migliorare le condizioni di stabilità dei pendii; pertanto anche se in pochissimi casi sono coinvolti dalle opere in progetto, tuttavia, gli interventi di mitigazione, studiati per l'infrastruttura in esame, rendono totalmente superabile l'interferenza tra l'assetto del territorio ed il progetto.

In virtù di quanto rilevato, riguardo all'uso del suolo lungo il tracciato progettuale (cfr. paragrafo "Descrizione dell'uso del suolo lungo il tracciato di progetto"), l'infrastruttura viaria non presenta

interferenze ad elevata criticità e le eventuali intrusioni si limitano alla sottrazione di suolo che nei tratti in trincea, a raso ed in viadotto sono limitati a circa sei chilometri lineari di estensione rispetto ai 21 totali dell'intero tracciato.

Per le aree di cantiere non direttamente interessate da particolarità del territorio sopra descritte, una di esse, in realtà presenta delle aree limitrofe come afferenti a zone di particolare attenzione. Difatti, il cantiere C. I. 6, situato in zona sub-pianeggiante, presenta, in realtà, nella porzione di territorio più verso l'entroterra, parte di un versante caratterizzato da fenomeni di intensa erosione dovuti alle acque superficiali. Per quanto concerne la sottrazione di suolo, tale interferenza resta limitata al periodo della durata dei lavori, pertanto viene considerata, di sensibilità medio-bassa (media per gli agrumeti, vigneti ed uliveti; bassa per la vegetazione naturale e semi-naturale erbacea ed arbustiva – cfr. "Carta dell'uso del suolo") e soprattutto reversibile.

Sull'elaborato grafico "Carta di sintesi degli impatti", inoltre, proprio per non restituire doviziosamente tutte le aree sensibili fin qui elencate (che renderebbero poco fruibile il documento), si è optato per la graficizzazione delle sole aree con sensibilità media ed elevata, restando inalterata la sensibilità complessiva del territorio, per lo meno da un punto di vista strettamente morfologico.

4.6 Effetti previsti in fase di costruzione

In funzione delle caratteristiche e delle valenze del territorio di inserimento progettuale, delle tipologie di intervento e delle relative azioni di progetto necessarie per la realizzazione delle opere e dei manufatti, la checklist degli impatti potenziali indotti, per la componente "Suolo e Sottosuolo", in fase di costruzione risulta essere la seguente :

- Attivazione e/o esaltazione dei fenomeni di dissesto
- Alterazione proprietà geotecniche e geomeccaniche dei litotipi
- Rischio di inquinamento del suolo

4.6.1 Attivazione e/o esaltazione fenomeni di dissesto

La pericolosità morfologica risulta essere discretamente elevata per il territorio di intervento. Tale situazione è da ascrivere alla concomitante situazione litologica (terreni recenti non consolidati) e strutturale (giaciture a franapoggio, lineazioni tettoniche, ecc...).

In tale contesto geomorfologico, le opere in progetto vanno ad inserirsi nell'ambito di una zona interessata da movimenti di versante attivi/quiescenti, per i quali le interazioni con i nuovi interventi potrebbero determinare un incremento dei carichi ed, al contempo, un decremento delle resistenze passive al piede del versante stesso. Ne deriva l'induzione di impatti potenziali di entità da bassa a media, con un areale di risentimento più o meno ampio.

Nelle zone in sotterraneo, all'attraversamento di lineazioni tettoniche si può determinare un aumento dei rischi di crollo rispetto agli ambienti limitrofi dove le rocce sono integre. Inoltre, in tali punti la roccia ha subito delle alterazioni/modifiche nelle sue proprietà geomeccaniche.

Problemi di instabilità e/o innesco di crolli e/o eventuali collassi di livelli litologici si potrebbero avere al fronte di scavo degli imbocchi delle gallerie (nelle aree già individuate come sensibili nel paragrafo precedente); così come nell'affrontare un intero scavo all'interno di particolari litotipi come le Argille varicolori per eventuali blocchi inclusi all'interno della formazione (peraltro eterogenea), per eventuali fenomeni di rigonfiamento dovuto alle argille stesse e/o per intensa plasticizzazione delle stesse e quindi con caratteristiche geomeccaniche estremamente scadenti (nelle Argille scagliose, soprattutto).

4.6.2 Alterazione proprietà geotecniche e geomeccaniche dei litotipi

Più ad sud-est, in corrispondenza dei sedimenti argillosi interessati dagli scavi per la realizzazione dei tratti stradali in rilevato si potrebbe avere un decremento delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione (le argille sono fortemente comprimibili e si potrebbero verificare cedimenti differenziali); mentre per i tratti in trincea oltre alla modifica delle proprietà meccaniche delle terre, un aumento dell'angolo di pendio superiore all'angolo limite di equilibrio delle argille potrebbe generare un conseguente possibile innesco di instabilità delle pareti di scavo, soprattutto nei tratti in cui le opere in trincea risultano maggiormente profonde.

4.6.3 Rischio di inquinamento del suolo

Per inquinamento del suolo si intende l'alterazione delle sue caratteristiche chimico-fisiche causato dall'apporto di sostanze estranee; il risultato di tale processo risulta essere la riduzione di fertilità e della capacità di autodepurazione, la predisposizione all'erosione accelerata e, soprattutto, la possibilità che dette sostanze estranee si introducano nelle "catene alimentari".

A seguito di uno sversamento di sostanze inquinanti, le concentrazioni nel sottosuolo di tali sostanze variano con la profondità in quanto la capacità autodepurante del terreno tende ad abbattere la concentrazione delle sostanze inquinanti man mano che si procede verso il basso.

L'entità di tale depurazione dipende, oltre che dalla degradabilità o meno dei diversi elementi contaminanti, dalle caratteristiche del mezzo litologico attraversato ed in particolare dalla permeabilità, dalla reattività e dallo spessore.

Tra questi fattori, quello più importante è sicuramente costituito dalla permeabilità in quanto con l'aumentare dei tempi di migrazione degli inquinanti cresce il tempo di attuazione dei processi autodepurativi operanti all'interno dello strato aerato soprastante le falde idriche.

La permeabilità verticale dei suoli affioranti nell'area di intervento può essere stimata nell'ordine di $7,3 \times 10^{-3}$ cm/sec.

In aggiunta a tale determinazione parametrica della permeabilità dei suoli presenti, nell'area oggetto del presente studio lo spessore dello strato pedologico risulta mediamente troppo ridotto per poter rappresentare un serio ostacolo ai moti di filtrazione delle sostanze inquinanti verso il basso.

Sulla base di tali elementi si ritiene di poter considerare elevata la capacità di propagazione verticale nel suolo delle sostanze inquinanti potenzialmente sversate, con conseguente elevato rischio di inquinamento specifico.

4.7 Effetti previsti in fase di esercizio

Una volta realizzata l'opera tutte le problematiche connesse con la potenziale alterazione delle condizioni geotecniche delle diverse aree interessate risulteranno sostanzialmente esaurite, eccezion fatta per le lineazioni tettoniche e le scarpate morfologiche che possono fungere da

amplificatori delle onde sismiche. La soluzione di tale aspetto, comunque, non può che avvenire tramite un'attenta ed oculata definizione degli interventi a livello di progettazione esecutiva.

In dettaglio, per quanto concerne l'attivazione e/o l'esaltazione dei fenomeni di dissesto e per l'alterazione delle proprietà geomeccaniche dei terreni attraversati, le criticità sono superate (a livello progettuale) già nella presente fase di progetto, che ha provveduto ad illustrare in dettaglio modalità di realizzazione (scavi a cielo aperto, sbancamenti e conseguenti ripristini ambientali) ed interventi di mitigazione. Infine, per il rischio di inquinamento del suolo, la progettazione di un sistema chiuso di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di piattaforma, opportunamente dimensionato (vedasi Relazione Idrologica ed Idraulica allegata al Progetto) può garantire la sicurezza relativa anche ad eventuali sversamenti accidentali che dovessero verificarsi sull'infrastruttura viaria.

5 COMPONENTE VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

L'analisi relativa a questa componente ha come obiettivi l'individuazione degli elementi, o associazioni vegetali naturali, che caratterizzano il territorio interessato dal progetto in esame, al fine di evidenziarne sia gli eventuali elementi di unicità e pregio, che le problematiche legate ad interferenze di tipo diretto o indiretto con la realizzazione dell'opera.

Relativamente alla fauna si è partiti dal presupposto che lo studio della vegetazione e delle singole biocenosi consenta l'individuazione degli habitat animali, rivelando quindi anche il grado di complessità ecologica delle singole zone.

L'area di studio presenta i segni dello sfruttamento attuale e passato compiuto dall'uomo, che ha alterato sensibilmente e in molti casi irreversibilmente, l'assetto vegetazionale originario, compromettendo anche le comunità animali presenti.

Nel caso della valutazione degli impatti attesi sui ricettori vegetazionali, le azioni di progetto sono potenzialmente in grado di determinare interferenze dirette ed indirette, in un intorno circoscrivibile all'area di cantierizzazione dell'opera, mentre nel caso del disturbo potenzialmente inducibile sulla fauna, la trattazione deve essere estesa ad un areale maggiore, per poter tenere correttamente conto degli eventuali corridoi di spostamento faunistico e delle possibili interferenze ad essi provocate dalle diverse azioni di progetto, tanto in fase di costruzione, quanto di esercizio.

5.1 Vegetazione - Caratterizzazione dello stato di fatto

L'analisi della componente vegetazione ha preso in esame una porzione di territorio più vasta rispetto alla ristretta zona di inserimento progettuale al fine di valutare con accuratezza i possibili eventuali elementi in condizione di interagire con il grado di inseribilità ambientale dell'opera, pur se da essa distanti.

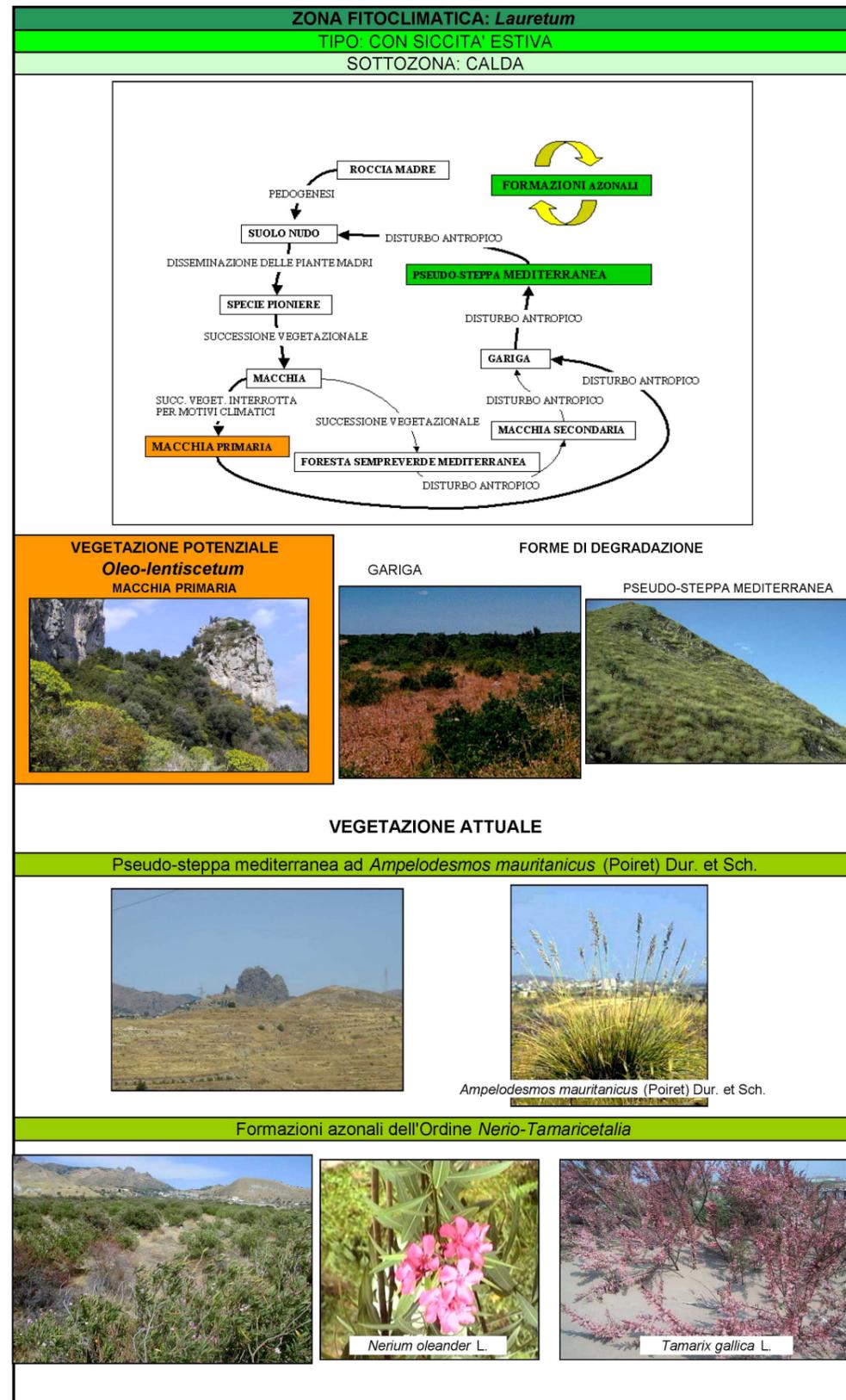
5.1.1 Vegetazione potenziale

L'area oggetto di studio è inquadrabile, dal punto di vista climatico, nella fascia mediterranea arida o termomediterranea, caratterizzata da piovosità soprattutto autunnale, che diminuisce molto in primavera e scende a livelli molto bassi nel periodo luglio-agosto, per risalire in autunno e in inverno.

La zona fitoclimatica è quella del *Lauretum*, sottozona calda, con temperatura media annua da 15° a 23°, temperatura media del mese più freddo maggiore di 7°C e media dei minimi minore di -4° C, precipitazioni medie annue tra 350 e 600 mm e lunghezza del periodo secco da 120 a 165 giorni.

La vegetazione "climax" è costituita dagli oleo-lentisceti con Olivo selvatico o Oleastro (*Olea europaea* L. var. *sylvestris*), Lentisco (*Pistacia lentiscus* L.), Carrubo (*Ceratonia siliqua* L.), Mirto (*Myrtus communis*), Euforbia arborea (*Euphorbia dendroides*), Ginepro (*Juniperus communis*) e parecchie specie in comune con la foresta del Leccio. Dal punto di vista fitosociologico questo tipo di vegetazione si identifica nell'Associazione dell'*Oleo-lentiscetum*, facente parte dell'Alleanza *Oleo-Ceratonion*, dell'Ordine *Pistacio-Rhamnetales*, della classe *Quercetea ilicis*.

All'alleanza "*Oleo ceratonion*", climax strettamente litoraneo degli aggruppamenti a Olivo e Carrubo, (più litoraneo e più caldo del *Quercion ilicis*) corrisponde una fascia di vegetazione in cui coincidono aspetti di vegetazione steppica litoranea e sublitoranea, ricchi di specie immigrate dall'Oriente del Mediterraneo e dalle steppe pre-asiatiche. Due associazioni a carattere più evoluto costituiscono le fasi culminanti attuali dell'*Oleo Ceratonion* nel nostro Paese: una più settentrionale, ma sempre strettamente litoranea, a Oleastro e Lentisco (*Oleo-Lentiscetum*) e una più meridionale a Carrubo (*Ceratonietum*), adattata a clima ancora più caldo e arido. L'associazione *Oleo-Lentiscetum* consiste in una macchia termofila litorale che si estende dalla costa fino ai 200 metri in ambiente pianeggiante o poco inclinato e fortemente battuto dai venti marittimi ricchi di salinità. Si estende nella Riviera di Ponente, Argentario, Lazio meridionale e quindi su tutte le coste dell'Italia meridionale fino al Gargano e alla Calabria. Si hanno stadi di contatto con l'associazione *Oleo Euphorbietum dendroidis* (macchia ad *Euphorbia dendroides*) e con vegetazione di macchia bassa dei *Rosmarinetalia* e dei *Cisto-Ericetalia*. Di maggiore importanza per l'assetto del paesaggio è la presenza di *Pinus halepensis* dell'Italia mediterranea, dal Gargano alla Sicilia. La maggior parte dei consorzi a *Pinus halepensis* dell'Italia mediterranea sono probabilmente inquadrabili in questa associazione come subassociazione differenziata.



Comunemente viene indicata come MACCHIA MEDITERRANEA. In realtà l'*Oleo-lentiscetum* è solo uno dei possibili tipi di macchia. Con questo termine si indica infatti una comunità di specie arbustive molto densa e con una composizione floristica simile a quella della foresta mediterranea sempreverde, ma senza gli individui arborei.

Si può originare dalla foresta sempreverde a seguito di azioni di disturbo antropico, come l'incendio ripetuto e i tagli frequenti e in questo caso si parla di "macchia secondaria" o può essere il risultato di una combinazione di fattori climatici (ad esempio il vento) ed edafici molto difficili, che mantengono la cenosi in una condizione di "paraclimax", impedendone l'evoluzione verso strutture propriamente forestali e prende il nome di "macchia primaria".

La macchia mediterranea si differenzia poi in numerose categorie, in base all'altezza ("macchia alta", "macchia bassa"), alla densità e alla composizione specifica.

L'*Oleo-lentisceto* rappresenta un tipo di macchia primaria, formazione molto termofila, un tempo diffusa nelle zone litoranee, oggi ridotta a piccoli frammenti, dove l'uomo non ha causato eccessive alterazioni.

Anche le formazioni riparie ad Oleandro nelle fiumare e nei torrenti temporanei costituiscono un tipo di macchia, appartenente all'Ordine *Tamaricetalia* della classe *Nerio-Tamaricetea*.

Attualmente, ad eccezione di alcuni tratti delle fiumare, le zone in esame non ospitano più le formazioni vegetali originarie, a causa dell'azione dell'uomo che, col pascolo, gli incendi e l'urbanizzazione, ha compromesso l'equilibrio naturale su cui si basava la sopravvivenza di queste associazioni vegetali. Queste, proprio per il fatto di essere dei "paraclimax", devono la loro esistenza al mantenimento di particolari fattori che, una volta modificati, assai difficilmente tornano allo stato originario.

Il clima mediterraneo è altamente instabile, alternandosi annate con estati estremamente siccitose ad altre in cui si verificano violente piogge autunnali. La sopravvivenza di un popolamento vegetale è dunque di per sé difficoltosa e, se alle avversità climatiche si unisce il disturbo antropico, anche le piante o le formazioni meglio adattate possono non farcela. Le piante possono infatti, col passare del tempo, sviluppare adattamenti alle avversità naturali, ma questo non si verifica nei confronti dell'attività umana che è per sua natura rapida e mutevole.

La degradazione della macchia a Oleastro, Lentisco e Carrubo inizia con la formazione della GARIGA, caratterizzata da vegetazione bassa e sporadica, con larghi tratti di terreno nudo affiorante.

Ulteriori stadi di degradazione della gariga conducono alla STEPPA, meglio definita come PSEUDO-STEPPA MEDITERRANEA, con un soprassuolo erbaceo a prevalenza di Graminacee.

L'involutione della vegetazione mediterranea da macchia a steppa può essere schematizzata così:

MACCHIA PRIMARIA → GARIGA → STEPPA → SUOLO NUDO

In Italia la vegetazione mediterranea si presenta spesso nelle sue forme di degradazione, a causa della fragilità intrinseca degli ecosistemi mediterranei, dei cambiamenti climatici, ma anche dello sfruttamento eccessivo del territorio da parte dell'uomo.

5.1.2 Motivi di interesse della vegetazione mediterranea

In condizioni di clima mediterraneo si origina una vegetazione molto eterogenea e questo costituisce di per sé un motivo di valorizzazione, in quanto dall'eterogeneità discende la biodiversità, di cui gli ambienti mediterranei costituiscono una riserva.

La flora mediterranea è inoltre composta da specie dotate di particolari adattamenti per superare l'aridità estiva, lo studio dei quali è di notevole interesse scientifico. Le strategie di adattamento ambientale possono essere di "resistenza" e di "tolleranza". Le prime consistono nell'insieme dei meccanismi che la pianta attiva per evitare l'insorgere di stress; le strategie di "tolleranza", invece, permettono alla pianta di svolgere normalmente le sue funzioni vitali anche in situazioni di carenza idrica.

Strategie di "resistenza" sono, ad esempio, la caduta delle foglie, la riduzione dell'apparato vegetativo e la riduzione della traspirazione per mezzo della chiusura stomatica. La chiusura degli stomi avviene nelle ore più calde della giornata. Tuttavia, quando la carenza idrica è molto prolungata si può avere una vera e propria condizione di "riposo" estivo.

Fra le strategie di "tolleranza" vanno annoverati, invece, vari meccanismi di opposizione alla disidratazione, attraverso l'attivazione di proprietà protoplasmatiche, non ancora completamente chiare.

Il denominatore comune delle specie appartenenti alle diverse associazioni che vegetano nel Mediterraneo è il carattere perenne delle foglie che è in accordo con la mitezza della stagione invernale. Un importante fattore limitante del clima mediterraneo è costituito dalla siccità estiva, da cui deriva uno dei più interessanti e a lungo studiati adattamenti al clima mediterraneo che va sotto il nome di "sclerofillia". Essa consiste nella modificazione delle foglie, generalmente piccole, che si presentano coriacee, con cuticole spesse e mesofillo molto denso, formato da più strati di tessuto a palizzata. In tal modo gli spazi intercellulari sono scarsi e questo implica una certa difficoltà negli scambi gassosi. Ciò protegge la foglia da un'eccessiva traspirazione ma, allo stesso tempo, ne riduce l'efficienza fotosintetica e, in ultima analisi, la capacità di crescita.

Le piante mediterranee, inoltre, sviluppano spesso un apparato radicale molto esteso e profondo, che consente di assorbire acqua dal suolo anche in situazioni di forte aridità, cosicché esse riescono a svolgere la fotosintesi in presenza di potenziali idrici nelle foglie fortemente negativi, sebbene in queste condizioni siano soggette ad un forte consumo delle riserve di amido.

La vegetazione mediterranea presenta dunque notevoli caratteri di interesse scientifico, ma la sua importanza è considerata anche dal punto di vista estetico-turistico e protettivo, nella lotta contro l'erosione e la desertificazione al cui rischio la Calabria, come altre regioni del Mediterraneo, è soggetta.

5.1.3 Vegetazione attuale

Da una prima analisi della documentazione cartografica in possesso il territorio appare diversificato tra una zona costiera con stabilimenti industriali e centri urbani e una zona più interna, a morfologia collinare, con coltivi, boschi e praterie aride. Le fiumare, con i loro alvei ampi e irregolari, interessano tutta l'area di studio, costituendo l'elemento naturale più caratteristico.

In occasione dei sopralluoghi si è potuto rilevare come lo stato della vegetazione sia lontano dalla situazione originaria e la zona sembra aver percorso tutte le tappe che caratterizzano il processo di trasformazione di un bioma naturale ad opera dell'uomo, per cui dapprima la macchia viene

utilizzata marginalmente per il pascolo, con semplici diradamenti, poi solitamente avviene l'abbattimento definitivo degli arbusti residui (anche col fuoco) e il pascolo viene sostituito dai campi coltivati, almeno ove questo è possibile. In zone di collina o media montagna le aree pietrose rimangono destinate al pascolo, e quelle spietrabili vengono adibite all'agricoltura. Attorno agli insediamenti umani aree più o meno estese vengono solitamente adibite ad insediamenti industriali, infrastrutture, discariche o altre attività, in seguito alle quali viene spesso cancellata ogni traccia non solo dell'ecosistema originario, ma anche di quelli via via derivati.

L'area oggetto di intervento rappresenta proprio quest'ultima situazione. All'interno di essa sono state individuate alcune categorie vegetazionali, riportate nella Carta della vegetazione:

- Uliveti
- Pseudo-steppa mediterranea
- Agrumeti
- Vegetazione delle fiumare
- Rimboschimenti
- Vigneti e colture ortensi
- Altre formazioni arboree

Uliveti

La coltura dell'Olivo (*Olea europaea* L. var. domestica) è piuttosto diffusa in provincia di Reggio Calabria, dove sono sfruttate soprattutto le aree marginali, lasciando agli Agrumi le zone migliori.

Si coltivano varietà di pregio quali l'*Ottobratica* e la *Sinopolese*. La prima presenta grande sviluppo, portamento espanso ed è rustica, con frutto medio, è precoce e dà una buona resa. Ne esistono due sottovarietà: *Ottobratica perciasacchi* e *Ottobratica rotondella*. Anche la *Sinopolese* ha grande sviluppo, portamento assurgente, il frutto è medio, dà una buona resa e ne deriva olio buono.

Ad eccezione di alcuni uliveti, le piantagioni non seguono i principi dell'olivicoltura intensiva, che prevede l'utilizzo delle sole stazioni effettivamente vocate a questo tipo di coltura, sia dal punto di vista climatico che pedologico e un sesto d'impianto di almeno m 4,5X5 e al massimo m 5X6. La maggior parte degli impianti della zona presenta invece sestì decisamente maggiori, spesso disordinati e sono utilizzate anche zone non confacenti a questo tipo di coltura.

In molti casi l'Olivo è consociato con Mandorlo (*Prunus amygdalus* Batsch), Fico (*Ficus carica* L.) o, molto spesso, col Fico d'India (*Opuntia ficus-indica* Miller). Quest'ultima è una tipica pratica dell'olivicoltura del passato, per sfruttare meglio il terreno in attesa che si completi il lento periodo formativo della specie principale. Oggi queste consociazioni non sono economicamente convenienti, in relazione alla possibilità di abbreviare il periodo formativo dell'Olivo e alla necessità di meccanizzare il più possibile le pratiche colturali. Tale consociazione non è neanche ecologicamente corretta data la diversa autoecologia dell'Olivo rispetto alle altre specie.

L'Olivo è una specie della fascia mediterranea temperata. Ottenuto per coltura dall'Oleastro, è stato esteso entro tutta l'area della lecceta, che costituisce il suo miglior habitat. Teme invece l'eccessiva aridità e per questo la sua coltivazione è più indicata nella sottozona fredda del *Lauretum*, le cui temperature medie sono più basse, le precipitazioni più alte e il periodo secco più breve. Viene coltivato per la produzione della drupa (oliva), che può essere spremuta in frantoio per ottenere l'olio, oppure, per le cultivar di grossa pezzatura, può essere destinata al consumo diretto. I residui della spremitura (bucette e sanse di oliva) sono destinati all'alimentazione zootecnica o come combustibile. Il legno, molto apprezzato, robusto e di colore bruno rossastro, si presta all'impiego in falegnameria e alla produzione di piccoli oggetti di artigianato.

Il Mandorlo è una specie molto rustica e più adatta ai climi aridi rispetto all'Olivo. Infatti, pur possedendo entrambe un apparato radicale profondo, nell'Olivo il fittone sparisce nei primi anni e le radici con prevalente funzione di assorbimento sono relativamente superficiali, mentre quelle che si spingono in profondità hanno prevalente funzione di ancoraggio; il Mandorlo invece ha radice fittonante, capace di esplorare, nelle zone semiaride, un'area 3-4 volte superiore alla proiezione della chioma. Nella zona è specie piuttosto diffusa, spesso in consociazione con l'Olivo, ma anche in impianti monospecifici.

Il seme contenuto nell'endocarpo (mandorla) è consumato come frutta secca, entra nell'industria alimentare per la preparazione dei confetti, oppure è impiegato nella preparazione della pasta di

mandorle Quest'ultima è utilizzata in pasticceria e per la preparazione del cosiddetto "latte di mandorla", tipico prodotto locale.

Il Fico è una specie estremamente rustica, diffusa in tutti i paesi del Mediterraneo, nei quali teme solo l'umidità. Lo si trova ovunque, anche spontaneo al di fuori delle colture, utilizzato come albero da frutto, da ombra e ornamentale. Grazie al suo potente apparato radicale resiste al secco, ai terreni salini e all'incoltura. Nella zona in esame non ci sono ficheti puri, ma soprattutto piante isolate per il consumo familiare o consociate all'Olivio e al Mandorlo.

Il Fico d'India è una Cactacea originaria dell'America del Sud, molto diffusa nel Mezzogiorno, specialmente in Sicilia, in Calabria e in Campania, dove è naturalizzata e in molti casi si rivela provvidenziale, poiché si moltiplica facilmente e prospera in terreni rocciosi o aridi, difficilmente utilizzabili per altre colture. Nell'area di studio è utilizzato per i frutti e anche come specie consolidatrice e miglioratrice del terreno, sui terrazzamenti e in consociazione con l'Olivio.

Pseudo-steppa mediterranea

La pseudo-steppa mediterranea rappresenta l'ultimo stadio di degradazione della macchia. Questa formazione è presente in modo consistente nell'area in esame ed è tipica delle aree in cui i fenomeni di degrado si protraggono per lungo tempo, in maniera continuativa e con intensità crescente, per cui si assiste all'involuzione delle associazioni vegetali originarie.

La pseudo-steppa è caratterizzata dall'aspetto quasi desertico e dalla presenza pressoché esclusiva di specie erbacee. Essa trae origine dall'azione millenaria dell'uomo, essendo il risultato dell'azione combinata del disboscamento, del successivo dilavamento meteorico del substrato, della forte siccità estiva e della scarsa capacità di ritenzione idrica del substrato. Le piante delle steppe si adattano a condizioni di vita spesso estreme, determinate dallo scarso apporto idrico e dalla forte insolazione.

La pseudo-steppa mediterranea rappresenta un momento molto delicato della dinamica vegetazionale. Dopo di essa infatti, ulteriori forme di degrado possono portare al suolo nudo, la cui comparsa rappresenta un grosso problema ambientale, essendo foriera di erosione, frane, scorrimento selvaggio delle acque e portare alla desertificazione, rischio a cui anche la Calabria, come tutte le regioni mediterranee, è soggetta.

La specie più tipica della pseudo-steppa mediterranea è il Tagliamani (*Ampelodesmos mauritanicus* (Poiret) Dur. et Sch.), graminacea perenne, formante grossi cespi da cui si dipartono fusti eretti e robusti e foglie tenaci, è pioniera e resiste agli incendi, in quanto le sue radici non muoiono.

Altra specie delle praterie steppiche xeroterme, anche se più sporadica della precedente, è il Barbone (*Andropogon distachyus* L.), il quale vegeta anche sulle rupi soleggiate.

Raramente si trova qualche esemplare di Lentisco (*Pistacia lentiscus* L.), relitto di formazioni vegetali del passato, così come la Ginestra (*Spartium junceum* L.), rustica e di facile coltivazione.

Nelle stazioni alle quote minori, più vicino ai coltivi e alle abitazioni, la pseudo-steppa è "contaminata" dalla presenza di altre specie infestanti o esotiche.

Ne sono un esempio l'Agave (*Agave americana* L.) che, coltivata e naturalizzata, tende a spontaneizzarsi, senza tuttavia entrare nella dinamica vegetazionale naturale; la Canna domestica (*Arundo donax* L.) in prossimità di ristagni d'acqua; la Parietaria (*Parietaria officinalis* L.) e la Carota selvatica (*Daucus carota* L.), specie sinantropiche tipiche degli incolti; l'Avena (*Avena sterilis* L.), infestante delle colture di cereali; i cardi (fam. Compositae), tra cui il Carciofo selvatico (*Cynara cardunculus* L. subsp. *Cardunculus*), diretto antenato del carciofo coltivato, tipico di incolti, siepi pascoli, bordi di vie.

Si trova anche la Robinia (*Robinia pseudoacacia* L.), introdotta in Italia nel XVII secolo ed ora completamente spontaneizzata in tutto il territorio, in luoghi abbandonati, siepi, argini, però sempre sinantropica. Questa specie in altre parti d'Italia si mostra molto invadente, mentre qui è solo sporadica. Infatti è una pianta rustica, resiste ai rigori invernali, preferisce posizioni esposte al sole, ma soffre la carenza idrica, dunque qui non si trova nel suo optimum, ma alcuni esemplari riescono a vegetare grazie a particolari condizioni microclimatiche che si realizzano in alcune stazioni. Tollera egregiamente interventi di potatura e capitozzatura ricacciando abbondantemente e per questo è in grado di colonizzare gli ambienti più diversi. Preferisce comunque suoli ricchi e profondi, che arricchisce in humus col degrado della sua lettiera. Alla fine dell'800 fu impiegata per la costruzione della ferrovia e si diffuse su ogni superficie degradata. I fiori sono apprezzati dagli insetti melliferi e sono importanti per la produzione di mieli, come il miele d'Acacia.

Altre specie che si rinvencono facilmente soprattutto vicino alle abitazioni sono i convolvoli (gen. *Convolvulus*), i caprifogli (gen. *Lonicera*) e il Finocchio selvatico (*Foeniculum vulgare* Miller), tipico degli incolti aridi, vicino ai coltivi.

In alcuni casi la steppa è coltivata con ulivi, mandorli, Vite e fichi d'India, in colture estremamente rade e irregolari.

La pseudo-steppa mediterranea, nei suoi aspetti più tipici, senza le infestanti, si colloca ad un livello molto basso della dinamica vegetazionale, tuttavia è di interesse scientifico, proprio come anello di una successione ed essendo l'ultima fase di una serie involutiva cui segue il suolo nudo, merita attenzione, anche in relazione alla particolarità e instabilità del clima mediterraneo.

Essa riveste anche una discreta importanza per il pascolo della capra Girgentana che viene praticato in queste zone.

Agrumeti

Gli Agrumi, benché piante esotiche, hanno ormai un posto importante nell'agricoltura e nella tradizione del nostro paese. In particolare nell'area in esame sono presenti vaste piantagioni di Bergamotto (*Citrus bergamia* Risso et Poit.) che si localizza quasi esclusivamente nella provincia di Reggio Calabria, nel litorale tra Villa S. Giovanni e Gioiosa Jonica. Le cultivar coltivate sono la *Castagnara* e la *Femminella*. Come nel caso dell'Olivicoltura, anche la coltivazione degli Agrumi non segue i moderni criteri di razionalizzazione e meccanizzazione, per i quali si dovrebbero adottare sesti di impianto di almeno m 6X6. Nella maggior parte degli agrumeti presenti nella zona le piante sono invece disposte a distanze ravvicinate, seguendo il criterio del maggior numero di alberi per unità di superficie, criterio oggi abbandonato per questo tipo di coltura perché, impedendo il passaggio dei mezzi meccanici, risulta non conveniente dal punto di vista economico.

In alcuni poderi viene tuttora praticata la mezzadria, contratto agrario secondo cui i prodotti e gli utili vengono divisi tra il proprietario del fondo e il colono.

Il prodotto è l'essenza di Bergamotto che trova largo impiego in profumeria (specialmente nella fabbricazione dell'Acqua di Colonia), in medicina per le sue virtù antisettiche e cicatrizzanti e

nell'industria dei liquori. Il frutto e le scorze vengono impiegati per la canditura ed entrano nella composizione di alcune mostarde.

Tra gli Agrumi è da segnalare anche la coltivazione del Mandarino (*Citrus nobilis* var. *deliziosa* Swingle), in particolare del Clementine, prodotto considerato un ibrido tra l'Arancio amaro e il Mandarino comune.

Il Bergamotto di Calabria ha ottenuto la certificazione DOP (Denominazione di Origine Protetta), che designa un prodotto agricolo o alimentare, le cui qualità e caratteristiche siano dovute essenzialmente o esclusivamente all'ambiente geografico comprensivo dei fattori naturali e umani e la cui produzione, trasformazione ed elaborazione avvengano nell'area geografica delimitata. L'intero ciclo produttivo deve essere svolto all'interno della stessa zona e quindi non riproducibile al di fuori di questa.

Il Clementine di Calabria è invece a marchio IGP (Indicazione Geografica Protetta), che designa un prodotto agricolo o alimentare, le cui qualità e caratteristiche siano attribuite all'origine geografica e la cui produzione e/o trasformazione e/o elaborazione avvengano nell'area geografica determinata. L'IGP non richiede necessariamente la produzione in loco della materia prima, purché questa consenta di ottenere un prodotto corrispondente ai requisiti imposti dal disciplinare di produzione.

Assieme agli agrumeti è da segnalare la presenza di altre piante da frutto, tra cui il Melo (*Malus domestica* Borkh), il Fico, la Vite (*Vitis vinifera* L.), il Pero (*Pyrus communis* L.), il Mandorlo e il Fico d'India.

Vegetazione delle fiumare

Le fiumare, fenomeno tipico dell'Italia meridionale, localizzato in particolare in Calabria e in Sicilia, sono di notevole interesse naturalistico, in quanto ospitano consorzi vegetali azonali. L'azonalità si riferisce ad una situazione particolare del suolo, per cui una determinata specie o un tipo forestale sono selezionati in modo severo da certe caratteristiche particolari del substrato. È il caso dell'Ordine *Nerio-Tamaricetalia*, le cui specie non richiedono un'alimentazione continua di acqua. Formazioni appartenenti a quest'Ordine si trovano frammentarie lungo il corso delle fiumare locali. Le specie più rappresentative di questa realtà sono Oleandro (*Nerium oleander* L.) e Tamerice

(*Tamarix gallica* L.). *Enula cepittoni* (*Inula viscosa* (L.) Aiton) si trova abbondante ovunque, mentre l'Agnocasto o Làgano (*Vitex agnus-castus* L.) è sporadico.

L'Oleandro è specie stenomediterranea tipica di fiumare, boschi rivieraschi e greti dei torrenti. Tollera sia la siccità che l'eccesso di acqua e per questo vegeta facilmente su suoli con falde superficiali ad intermittenza stagionale.

La Tamerice è originaria del Mediterraneo occidentale e rappresenta il tipico esempio di pianta colonizzatrice o pioniera di ambienti marini, in quanto tollera molto bene la salinità e i venti salmastri, oltre che la siccità prolungata e i terreni sabbiosi. La fiumara rappresenta dunque un habitat facilmente colonizzabile dalla stessa, dove la si trova in abbondanza.

Enula cepittoni è una specie eurimediterranea, largamente diffusa nella zona, non solo nell'ambito delle fiumare, ma anche su ruderi e incolti.

L'Agnocasto è un componente caratteristico, assieme ad Oleandro e Tamerici, della boscaglia alveare dei fiumi mediterranei. Si trova anche in alvei fluviali, fiumare, bassure umide fra le dune. Il continuo progredire delle bonifiche e disboscamenti l'ha spesso privata del suo biotopo naturale, così che ormai è specie rara.

Questo tipo di vegetazione si trova prevalentemente negli alvei, mentre le rive sono più facilmente infestate da vegetazione sinantropica tra cui il Ricino (*Ricinus communis* L.), la Parietaria, la Carota selvatica, la Lanciòla (*Plantago lanceolata* L.), il Rovo (gruppo di *Rubus ulmifolius* Schott) e il Finocchio selvatico.

Il Ricino un tempo era coltivato per l'olio e poi è inselvaticato e il Rovo è molto diffuso in tutta Italia.

Rimboschimenti

Una consistente porzione del territorio è coperta da boschi di origine artificiale.

Si tratta di popolamenti puri coetanei il cui impianto risale agli anni passati, dal dopoguerra in poi, quando la Calabria, così come il resto d'Italia, fu interessata da un'imponente azione di rimboschimento. Il fine di tale opera era principalmente antierosivo e occupazionale e in alcuni

casi non fu prestata particolare attenzione alla scelta delle specie, optando per esotiche a rapido accrescimento o conifere di facile reperibilità nei vivaia locali, senza considerare l'ecologia delle specie e soprattutto il loro inserimento fitosociologico e paesaggistico.

Come conseguenza di questo approccio alcuni rimboschimenti sono falliti, lasciando il suolo nudo. Altrove la copertura vegetale è continua, ma il sottobosco è assente e non c'è traccia di rinnovazione. L'uso massiccio delle conifere pone spesso il problema della rinnovazione perché questo tipo di bosco produce una lettiera difficilmente alterabile e se a questo si aggiungono il pascolo, gli incendi e l'assenza di interventi selvicolturali, le previsioni per il futuro appaiono abbastanza negative. Questo vale ovviamente in relazione ad un'ottica prettamente umana. Il bosco di per sé è infatti perfettamente in grado di riprodursi e perpetuarsi, ma con tempi e modalità suoi, che possono contrastare con le esigenze della società umana. La dinamica naturale del bosco prevede infatti il progressivo invecchiamento delle piante, il crollo di alcune per eventi accidentali e l'insediamento della rinnovazione nei "vuoti" lasciati da queste ultime, il tutto con tempi molto lunghi, dell'ordine delle decine o anche centinaia di anni. Un incendio poi, può provocare la mineralizzazione immediata della sostanza organica, fornendo così un'improvvisa disponibilità di elementi nutritivi, ma forti eventi piovosi successivi all'incendio, possono portare via gli stessi per dilavamento, con una perdita incalcolabile per l'ecosistema.

Boschi composti di specie esotiche come *Eucalyptus globulus* Labill.) poi, non hanno alcuna possibilità di perpetuarsi, in quanto specie non naturalizzata in Italia, per cui alla morte delle piante attuali, la dinamica vegetazionale dovrà ricominciare daccapo.

Vigneti e colture ortensi

L'area maggiormente interessata dalla coltura della Vite (*Vitis vinifera* L.) ricade nel comune di Pèllaro, zona di produzione vitivinicola famosa per l'omonimo vino. Viene prodotto con uve nerello campoto, alicante, malvasia bianca e bordeaux, ha colore rosso rubino più o meno carico, profumo vinoso, sapore asciutto, leggermente abboccato, franco, robusto e generoso, con tenore alcolico che può raggiungere i 18 gradi. Il Pèllaro è a denominazione IGT, assieme ad un altro famoso vino prodotto nella zona e diffuso in tutta la regione, che porta il nome di Calabria. Il marchio IGT (Indicazione Geografica Tipica) è un riconoscimento di qualità attribuita ai vini da tavola caratterizzati da aree di produzione generalmente ampie e con disciplinare produttivo poco restrittivo. L'indicazione può essere accompagnata da altre menzioni, quali quella del vitigno.

La vite, pianta arborea a portamento rampicante, vegeta bene in questi luoghi, in quanto è adatta ai climi caldi non troppo umidi. Tollera infatti estremi termici notevoli in senso caldo, meno in senso freddo e nei riguardi dell'umidità teme più l'eccesso che il difetto. La Vite prospera in terreni d'origine e natura molto diverse; solo terreni decisamente umidi o troppo ricchi di sostanza organica non sono adatti.

In tutto il territorio sono poi diffuse le colture ortensi. Si tratta di piccoli appezzamenti destinati principalmente al consumo familiare e sono rare le grandi superfici a monocultura.

Tra le specie presenti si annoverano Peperone (*Capsicum annuum* L.), Basilico (*Ocimum basilicum* L.), Pomodoro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), Patata (*Solanum tuberosum* L.), Cipolla (*Allium cepa* L.), Melo comune (*Malus domestica* Borkh.), Pero comune (*Pyrus communis* L.), Melanzana (*Solanum melongena* L.), Lattuga (*Lactuca scariola sativa* L.) e Finocchio (*Foeniculum vulgare dulce* Mill.).

Altre formazioni arboree

In corrispondenza dei fossi e delle abitazioni si rinvengono formazioni arboree anche molto dense, costituite da specie perlopiù infestanti, come Ailanto (*Ailanthus altissima* (Miller) Swingle), Ricino e Fico d'India, miste a Tamerici, Canne e Oleandro. In tali zone si è mantenuta la vegetazione arborea, seppur di carattere infestante, in quanto non appetibili al pascolo o all'agricoltura.

L'Ailanto è un tipico esempio di pianta esotica introdotta come ornamentale che si è poi diffusa in modo prepotente. Originario della Cina, naturalizzato in Italia, si diffonde vegetativamente negli incolti ed ha una crescita rapidissima. Anche Ricino e Fico d'India sono esotiche naturalizzate, così come la Canna domestica, coltivata per siepi e vari usi agricoli e spontaneizzata.

Queste formazioni non sono di pregio naturalistico e, in molti casi necessiterebbero di manutenzione per ridurre i rischi idraulici, eliminando la vegetazione instabile e le ostruzioni in alveo.

Un cenno a parte meritano i giardini privati in cui prosperano rigogliose molte piante esotiche e non. Tra le prime si ricordano numerose specie di palme tra cui la nordamericana Washingtonia (*Washingtonia robusta* Wendl), la Palma delle Canarie (*Phoenix canariensis* Chabaud), originaria delle Canarie, l'australiana Livistona (*Livistona australis* (R. Br.) Mart.) e la sudamericana Palma del Cile (*Jubaea spectabilis* H. B. K.), coltivate spesso come ornamentali nell'Italia meridionale e nelle isole. Molto frequente è anche la Bouganville (*Bougainvillea spectabilis* Willd.), originaria del Brasile e oggi comunemente coltivata nel Mediterraneo, di notevole effetto estetico per il colore delle brattee (rosso, arancio, rosato, ecc.), molto decorative e persistenti tutta l'estate.

Tra le specie autoctone sono diffuse il Pino domestico (*Pinus pinea* L.) e l'Alloro (*Laurus nobilis* L.).

5.1.3.1 Emergenze floristiche

Tenendo conto del fatto che nell'area in questione rientra il sito "Fiumara di Melito", segnalato nell'elenco dei siti di importanza comunitaria (SIC- codice IT9350132) individuati ai sensi della direttiva 92/43/CEE, si riporta di seguito un elenco floristico, nel quale sono segnalate le specie che, per il loro rilievo botanico (endemismo, rarità) rappresentano elementi di pregio del territorio indagato e un limite allo sfruttamento del territorio stesso. Si riporta quindi lo status di conservazione delle specie secondo le categorie di minaccia I.U.C.N. e le relative normative di protezione.

| Codice Habitat | Specie floristiche rilevanti | Status e normativa di protezione |
|----------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 6420 | <i>Orchis laxiflora</i> | CITES (Appendice B) IUCN |
| 6420 | <i>Euphorbia dendroides</i> | Endemica Berna Habitat (All.4) IUCN (a più basso rischio) |
| 5330 | <i>Cytisus aeolicus</i> | Berna Habitat (All.2, All.4) Endemica IUCN (vulnerabile) |

5.2 Fauna - Caratterizzazione dello stato di fatto

5.2.1 Inquadramento generale

Il territorio in esame appartiene alla Provincia faunistica appenninica, corrispondente al territorio peninsulare che ha come asse la catena appenninica. Questa regione, durante il Miocene, era frammentata in una serie di isole, fiancheggiate da territori di più antica emersione: la Dinaride e l'Egeide a est e la Tirrenide a ovest. Gli Appennini ebbero così la possibilità di essere colonizzati da elementi delle antiche faune balcaniche e tirreniche i cui resti, analogamente alle Alpi, si trovano oggi nelle grotte o nel suolo, pur non mancando neppure tra gli invertebrati petrofilii e anche tra quelli fitofagi. Sullo stock faunistico paleomediterraneo relitto, percentualmente più ricco e diversificato che nelle Alpi, si è sovrapposta, durante le crisi climatiche del Quaternario, una fauna d'origine settentrionale, costituita da elementi alpini, europei, eurasiatici ed eurosibirici, che hanno raggiunto l'estremo sud della penisola e la Sicilia. Tale fauna fredda, in seguito al miglioramento climatico verificatosi durante l'ultima glaciazione würmiana, ha subito una forte contrazione con una diminuzione percentuale delle specie d'origine settentrionale e contemporaneamente un loro accantonamento a quote sempre più elevate procedendo da nord a sud e, per contro, un aumento degli elementi mediterranei in senso inverso.

Nella provincia appenninica è possibile distinguere tre settori faunistici.

Il settore settentrionale, dalle regioni collinari delle Langhe, del Monferrato e dell'Oltrepò pavese fino alle valli dell'Ombrone e del Foglia, è caratterizzato da un'alta percentuale di elementi di origine settentrionale.

Il settore centrale, dall'Appennino umbro-marchigiano fino alle valli del Volturno e del Fortore, che conta le cime più elevate di tutta la catena e nel quale è presente un piano eualpino, quasi ovunque assente negli altri due settori; per tale ragione la percentuale di specie appartenenti a corotipi settentrionali è ancora elevata, i pochi boreoalpini appenninici sono tutti presenti nel settore centrale ed è più ricca la rappresentanza delle specie strettamente appenniniche, con numerosi invertebrati endemici centro-appenninici d'origine tirrenica o balcanica.

Il settore appenninico meridionale, invece, si chiude in Aspromonte e comprende poche vette superiori ai 2000 metri; decisamente più scarse sono le specie d'origine settentrionale, concentrate soprattutto nei boschi più umidi e freschi tra 1400 e 1700 metri, mentre un forte rilievo acquista in questo settore la componente mediterranea, che, con numerose specie xerotermofile,

sale fino a quote elevate, conferendo un carattere di mediterraneismo a questo settore appenninico, via via più accentuato con il diminuire della latitudine. Per quanto concerne i vertebrati, la provincia appenninica è caratterizzata dalla presenza di specie assenti nella provincia alpina, come i geotritoni del genere *Hydromantes* e la Salamandrina dagli occhiali (*Salamandrina terdigitata*), la Vipera dell'Orsini (*Vipera ursinii*), il Picchio dorsobianco (*Picoides leucotos*), l'Istrice (*Hystrix cristata*) e il Camoscio d'Abruzzo (*Rupicapra pirenaica ornata*), affine al Camoscio dei Pirenei.

Per quello che riguarda l'area di più stretto interesse progettuale, la descrizione delle potenziali presenze faunistiche, dedotta essenzialmente da dati bibliografici, integrate dalle osservazioni eseguite nel corso dei sopralluoghi effettuati specificatamente per il presente lavoro, viene illustrata per ambiti ecosistemici, direttamente ricondotti alle principali formazioni vegetazionali viste in precedenza.

5.2.2 Presenze faunistiche all'interno dell'area di studio

L'urbanizzazione della costa e lo sfruttamento a vario titolo delle aree collinari interne ha da tempo determinato modificazioni ambientali di entità tale da influenzarne sia tipologicamente che quantitativamente la fauna. L'urbanizzazione ha comportato la frammentazione delle aree naturali causando varie forme di disturbo, che si sono espresse con un generalizzato impoverimento rispetto alle potenzialità esistenti, essenzialmente per i vertebrati.

Tuttavia, mentre la componente ornitica, capace di rapidi spostamenti, ha risentito e risente in maniera relativa di tali influenze, altrettanto non è possibile affermare per gli anfibi, i rettili ed i mammiferi, per i quali si è verificata una sostanziale rarefazione delle presenze, con popolazioni piuttosto disperse ed in parte isolate, facenti capo alle specie più adattabili.

Tra gli Insettivori Erinaceidi è presente il Riccio europeo (*Erinaceus europaeus*) animale abituato alla convivenza con l'uomo, che può vivere anche in aree coltivate, parchi e giardini urbani.

Tra gli Insettivori Soricidi si segnalano, il Mustiolo (*Suncus etruscus*), la Crocidura a ventre bianco (*Crocidura leucodon*) e la Crocidura rossiccia (*Crocidura russula*). Il Mustiolo e la Crocidura a ventre bianco sono tipici dei climi caldo-aridi, mentre la Crocidura rossiccia è euriecia e antropofila.

L'area in esame presenta un certo numero di ambienti adatti alla Talpa europea (*Talpa europaea*), come prati, aree boscate, pascoli, coltivi, orti e giardini. In particolare essa è favorita dall'assenza di zone umide e di estese aree ad agricoltura intensiva.

Altra specie da segnalare è l'Orecchione grigio (*Plecotus austriacus*), appartenente all'Ordine dei Chiroteri. Fortemente antropofila, predilige gli ambienti agrari, evitando le aree boschive più estese rifugiandosi, nella buona stagione, nei sottotetti. Questa specie è stata segnalata nella Lista rossa dei Vertebrati italiani, pubblicata dal WWF Italia nel 1997. Inquinamento a parte, il maggior pericolo è rappresentato dall'azione di disturbo da parte dell'uomo, che non tollera la presenza dei rifugi nelle costruzioni e taglia i vecchi alberi cavi.

Tra i Lagomorfi trova un habitat favorevole la Lepre comune (*Lepus europaeus*). Questa specie frequenta infatti gli ambienti aperti, come praterie e steppa ma, in seguito alla messa a coltura delle terre, ha trovato una condizione ideale nelle zone coltivate, dove ci sono disponibilità alimentari in ogni periodo dell'anno.

Tra i Carnivori, una delle specie ecologicamente più adattabili e sensibili è la Faina (*Martes faina*), frequentatrice anche di ambienti rurali e delle periferie dei centri abitati, mentre evita le vaste aree aperte.

L'ambiente presenta condizioni favorevoli per l'Arvicola di savi (*Microtus savii*), roditore che ama gli ambienti aperti, quali praterie, incolti e zone coltivate. In particolare nelle colture ortive e nei frutteti trova spesso le condizioni adatte per pullulare, raggiungendo talvolta densità elevatissime.

Tra i Columbiformi è presente la Tortora dal collare orientale (*Streptopelia decaocto*), specie di clima arido, che in Italia è localizzata principalmente in parchi urbani e suburbani. Nidifica spesso sulle palme o sui manufatti.

Tra gli Apodiformi si segnalano il Rondone (*Apus apus*) e il Rondone pallido (*Apus pallidus*), specie adattata a sfruttare le costruzioni murarie, utilizzando i fori e le cavità presenti sugli edifici dei centri abitati, su palazzi, chiese e torri dei centri storici e sovente anche le cavità lasciate nei tetti sotto le tegole. Per la ricerca del cibo gli adulti sorvolano gli ambienti agricoli o naturali circostanti i centri abitati.

Nei rimboschimenti il Picchio verde (*Picus viridis*) può trovare un habitat favorevole, soprattutto dove sono presenti tronchi maturi adatti ad essere scavati per il nido e dove può contare sulla

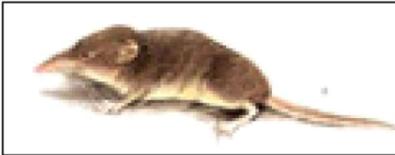
vicinanza di aree erbose, ricche di insetti che vengono catturati a terra. Non ama invece le aree densamente urbanizzate. È inserito nella Lista rossa del WWF. Un altro piciforme presente, ma non a rischio, è il Picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*), specie forestale ad ampia valenza ecologica, che ama i boschi, ma può occupare con successo ambienti artificiali o antropizzati, come parchi cittadini, alberature campestri, purché trovi risorse trofiche sufficienti e piante di diametro adatto alla nidificazione (indicativamente superiore ai 20 cm). L'alimentazione si basa soprattutto su forme adulte e larvali di Artropodi forestali, soprattutto corticicoli e fillofagi e anche xilofagi, ma può essere ampiamente integrata con semi e frutti, in funzione della disponibilità stagionale.

I diversi ambiti ecosistemici individuati nell'area di studio sono stati classificati in base al VALORE FAUNISTICO, inteso come capacità di ospitare una maggiore o minore varietà di specie animali e come importanza naturalistica delle stesse. Quest'ultima è data dalla fisiologia dell'animale, dai suoi cicli e dalle sue abitudini. Una specie che si adatta facilmente a molti ambienti, compresi quelli fortemente antropizzati, è sicuramente più diffusa e meno a rischio di una che ha esigenze specifiche, legate ad un ambiente particolare. La prima sarà dunque considerata di minor valore rispetto alla seconda.

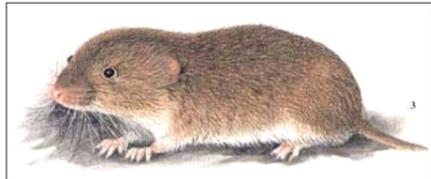
Aree urbanizzate, aree industriali, cave e discariche costituiscono l'ecosistema urbano, caratterizzato da scarso valore faunistico, in quanto frequentato da specie ad ampia valenza ecologica, in grado di adattarsi anche agli ambienti antropizzati, utilizzando come rifugi gli edifici urbani e nutrendosi di diversi tipi di alimenti reperibili in ambito urbano, tra cui anche i rifiuti. Alcune specie (soprattutto uccelli) fanno la spola tra città e campagna, nidificando nella prima e cercando il nutrimento nella seconda.

| AREE A SCARSO VALORE FAUNISTICO | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| aree urbane, aree industriali, cave e discariche | |
|  | <p>ORDINE: <i>Insectivora</i></p> <p>FAMIGLIA: <i>Erinaceidae</i></p> <p>SOTTOFAMIGLIA: <i>Erinaceinae</i></p> <p>SPECIE: <i>Erinaceus europaeus</i></p> <p>NOME VOLGARE: RICCIO EUROPEO</p> |
|  | <p>ORDINE: <i>Columbiformes</i></p> <p>FAMIGLIA: <i>Columbidae</i></p> <p>SPECIE: <i>Streptopelia decaocto</i></p> <p>NOME VOLGARE: TORTORA DAL COLLARE ORIENTALE</p> |
|  | <p>ORDINE: <i>Apodiformes</i></p> <p>FAMIGLIA: <i>Apodidae</i></p> <p>SOTTOFAMIGLIA: <i>Apodinae</i></p> <p>SPECIE: <i>Apus apus</i></p> <p>NOME VOLGARE: RONDONI NOME VOLGARE: RONDONI</p> |
|  | <p>ORDINE: <i>Apodiformes</i></p> <p>FAMIGLIA: <i>Apodidae</i></p> <p>SOTTOFAMIGLIA: <i>Apodinae</i></p> <p>SPECIE: <i>Apus pallidus</i></p> <p>NOME VOLGARE: RONDONI PALLIDI</p> |

Uliveti, agrumeti, vigneti e colture ortensi fanno parte dell'ecosistema agricolo e presentano un valore faunistico medio. In questi ambienti è largamente rappresentato l'ordine degli Insettivori, particolarmente favoriti dove l'agricoltura non fa largo impiego di prodotti chimici. Trovano una situazione favorevole anche erbivori, carnivori e roditori, grazie alla varietà di alimenti reperibili.

| AREE A MEDIO VALORE FAUNISTICO (1) | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| uliveti, agrumeti, vigneti e colture ortensi | |
|  | ORDINE: <i>Insectivora</i> FAMIGLIA: <i>Erinaceidae</i> SOTTOFAMIGLIA: <i>Erinaceinae</i> SPECIE: <i>Erinaceus europaeus</i> NOME VOLGARE: RICCIO EUROPEO |
|  | ORDINE: <i>Insectivora</i> FAMIGLIA: <i>Soricidae</i> SOTTOFAMIGLIA: <i>Crocidurinae</i> SPECIE: <i>Suncus etruscus</i> NOME VOLGARE: MUSTIOLO |
|  | ORDINE: <i>Insectivora</i> FAMIGLIA: <i>Soricidae</i> SOTTOFAMIGLIA: <i>Crocidurinae</i> SPECIE: <i>Crocidura leucodon</i> NOME VOLGARE: CROCIDURA A VENTRE BIANCO |
|  | ORDINE: <i>Insectivora</i> FAMIGLIA: <i>Soricidae</i> SOTTOFAMIGLIA: <i>Crocidurinae</i> SPECIE: <i>Crocidura russula</i> NOME VOLGARE: CROCIDURA ROSSICIA |
|  | ORDINE: <i>Insectivora</i> FAMIGLIA: <i>Talpidae</i> SOTTOFAMIGLIA: <i>Talpinae</i> SPECIE: <i>Talpa europaea</i> NOME VOLGARE: TALPA EUROPEA |

Queste aree hanno un maggior valore rispetto alle precedenti perché, anche se alcune specie sono in comune con l'ecosistema urbano, altre sono strettamente legate all'agricoltura tradizionale. Questa, qualora questa dovesse essere soppiantata dalle tecniche moderne non offrirebbe più le stesse condizioni di vita. Le nuove aziende agricole sono infatti molto più igieniche rispetto al passato, con condizioni climatiche controllate, e non offrono più quegli anfratti in cui gli animali potevano vivere indisturbati, di cui ha bisogno, ad esempio, l'Orecchione grigio. A questo bisogna aggiungere che molti pesticidi sono velenosi per gli animali selvatici, sia per il rischio di essere ingeriti, sia perché eliminano insetti ed erbe che costituiscono il loro nutrimento.

| AREE A MEDIO VALORE FAUNISTICO (2) | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| uliveti, agrumeti, vigneti e colture ortensi | |
|  | <p>ORDINE: <i>Chiroptera</i></p> <p>FAMIGLIA: <i>Vespertilionidae</i></p> <p>SOTTOFAMIGLIA: <i>Vespertilioninae</i></p> <p>SPECIE: <i>Plecotus austriacus</i></p> <p>NOME VOLGARE: ORECCHIONE GRIGIO</p> <p style="background-color: #90EE90;">NOTA. Insetto nella LISTA ROSSA dei Vertebrati del WWF</p> |
|  | <p>ORDINE: <i>Lagomorpha</i></p> <p>FAMIGLIA: <i>Leporidae</i></p> <p>SOTTOFAMIGLIA: <i>Leporinae</i></p> <p>SPECIE: <i>Lepus europaeus</i></p> <p>NOME VOLGARE: LEPRE COMUNE</p> |
|  | <p>ORDINE: <i>Carnivora</i></p> <p>FAMIGLIA: <i>Mustelidae</i></p> <p>SOTTOFAMIGLIA: <i>Mustelinae</i></p> <p>SPECIE: <i>Martes faina</i></p> <p>NOME VOLGARE: FAINA</p> |
|  | <p>ORDINE: <i>Rodentia</i></p> <p>FAMIGLIA: <i>Muridae</i></p> <p>SOTTOFAMIGLIA: <i>Arvicolinae</i></p> <p>SPECIE: <i>Microtus savii</i></p> <p>NOME VOLGARE: ARVICOLA DI SAVI</p> |

dagli animali degli altri ambiti, ma per loro natura sono adatte ad ospitare specie più esigenti in fatto di alimentazione e di habitat, con necessità specifiche che possono essere soddisfatte solo in particolari condizioni. È il caso, ad esempio, del Picchio verde che ha bisogno degli alberi per nidificare, attività possibile solo in bosco e per l'alimentazione necessita degli insetti che vivono sugli alberi e nella lettiera da essi prodotta, habitat non ricostituibile artificialmente. Gli animali delle fiumare poi, sono particolarmente interessanti per lo studio dei particolari adattamenti a questi ambienti. La pseudo-steppa dal canto suo rappresenta un importante terreno di caccia, dato che vi possono trovare nutrimento gli erbivori, gli insettivori e i carnivori.

Rimboschimenti ed altre formazioni arboree, pseudo-steppa mediterranea e vegetazione delle fiumare sono connotate come aree ad elevato valore faunistico. Esse sono frequentate anche

| AREE AD ELEVATO VALORE FAUNISTICO | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| rimboschimenti e altre formazioni arboree | |
|  | <p>ORDINE: <i>Lagomorpha</i></p> <p>FAMIGLIA: <i>Leporidae</i></p> <p>SOTTOFAMIGLIA: <i>Leporinae</i></p> <p>SPECIE: <i>Lepus europaeus</i></p> <p>NOME VOLGARE: LEPRE COMUNE</p> |
|  | <p>ORDINE: <i>Piciformes</i></p> <p>FAMIGLIA: <i>Picidae</i></p> <p>SOTTOFAMIGLIA: <i>Picinae</i></p> <p>SPECIE: <i>Picus viridis</i></p> <p>NOME VOLGARE: PICCHIO VERDE</p> <p style="background-color: #00ff00; color: black; padding: 2px;">NOTA: Inserito nella LISTA ROSSA dei Vertebrati del WWF</p> |
|  | <p>ORDINE: <i>Piciformes</i></p> <p>FAMIGLIA: <i>Picidae</i></p> <p>SOTTOFAMIGLIA: <i>Picinae</i></p> <p>SPECIE: <i>Dendrocopos major</i></p> <p>NOME VOLGARE: PICCHIO ROSSO MAGGIORE</p> |

Alle quote più elevate su tali praterie aride viene esercitata la pastorizia e in particolare è allevata la capra Girgentana o ibridi con la stessa. È una delle poche razze caprine in Italia iscritta al libro genealogico, che annovera solo otto specie ed è assai apprezzato anche all'estero per le sue particolari qualità.

Inoltre la CEE ha ufficialmente riconosciuto la Girgentana specie in via di estinzione e meritevole di particolare tutela, rilevando che perdere una specie significa la scomparsa di un patrimonio genetico di incalcolabile valore e mai più ricostruibile. La FAO ha avvertito governi ed opinione pubblica sulla gravità del rischio di estinzione in Europa del 43% delle razze di animali domestici. La protezione decretata dalla CEE per la Girgentana riveste indubbia importanza così come l'allarme lanciato dalla FAO.

Il tipo di allevamento è tipicamente familiare, i caprili vengono ricavati da locali, appositamente adattati, facenti parte integrante dell'abitazione in cui l'allevatore risiede con la famiglia. La vendita del latte, destinato al consumo diretto, avveniva in passato al dettaglio e a domicilio. Il subentrare di nuove norme in materia di sanità ed il conseguente divieto di stabulazione delle capre entro i centri abitati, hanno determinato l'abbandono dell'allevamento caprino da parte di molti allevatori.

L'indirizzo produttivo è quello della produzione del latte. Le capre preferiscono i terreni asciutti, scoscesi, rocciosi, che praticano con sicurezza. Pascolano ogni sorta di erbe magre e asciutte e, in mancanza di alture, si adattano bene anche a pascoli piani e a carattere steppico e sabbioso. I pascoli bassi umidi e anche quelli fertili e pingui della pianura, come pure i prati artificiali, che possono convenire alla pecora, non sono sempre i più adatti alle capre. Anzi, quando il foraggio è un po' troppo ricco di acqua, occorre mescolarlo al fieno asciutto, oppure somministrare questo agli animali prima dell'uscita al pascolo. L'ambiente della steppa sembra dunque molto adatto a questo mammifero, l'allevamento del quale sembra essere l'unico modo per sfruttare questi terreni, anche in considerazione del fatto che non è certo la pressione della pastorizia attuale a danneggiare la vegetazione, essendo essa limitata a pochi allevamenti con un ridotto numero di capi, il cui commercio dei prodotti è riservato quasi esclusivamente al mercato locale.

5.2.2.1 Specie di interesse conservazionistico

Molte tra le specie presenti nell'area di studio, in particolare all'interno del SIC "Fiumara di Melito", a causa del loro delicato status conservazionistico, sono state inserite nelle normative di protezione europee. Alcune di esse, oltre a far parte di programmi di conservazione internazionali, sono state anche incluse nella "Lista Rossa degli Animali d'Italia". Le categorie delle specie minacciate che compaiono ancora oggi nelle Liste Rosse sono state ampiamente riconosciute a livello internazionale e oggi sono utilizzate in molteplici pubblicazioni ed elenchi prodotti dall'IUCN,

ma anche da organizzazioni governative. Tali categorie hanno lo scopo di mettere in evidenza sia le specie a più alto rischio di estinzione che le misure di conservazione messe in atto per proteggerle. Se ne riporta qui di seguito un elenco dettagliato.

| Classe | Specie faunistiche rilevanti | Status e normativa di protezione |
|-----------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| ANFIBI | <i>Bufo viridis</i> | Berna app.2 Habitat all.4 |
| | <i>Hyla intermedia</i> | Berna app.3 |
| RETTILI | <i>Lacerta bilineata</i> | Berna app.2 Habitat all.4 |
| | <i>Podarcis sicula</i> | Berna app.2 Habitat all.4 |
| | <i>Coluber viridiflavus</i> | Berna app.2 Habitat all.4 |
| | <i>Vipera aspis</i> | Berna app.3 |
| | <i>Natrix natrix</i> | Berna app.3 |
| UCCELLI | <i>Galerida cristata</i> | L. 157/92, Berna app.3, Lista Rossa: carenza di informazioni |
| | <i>Streptopelia decaocto</i> | L. 157/92, 79/409 CEE all.2/II, Berna app.3 |
| | <i>Sturnus vulgaris</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Carduelis carduelis</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Upupa epops</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Saxicola torquata</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Cisticola juncidis</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Lanius senator</i> | L. 157/92, Berna app.2, Lista Rossa: a più basso rischio |
| | <i>Lanius collurio</i> | L. 157/92, 79/409 CEE all.1, Berna app.2 |
| | <i>Buteo buteo</i> | L. 157/92, Berna app.3, Bonn app.2, CITES all.A |
| | <i>Falco tinnunculus</i> | L. 157/92, Berna app.2, Bonn app.2, CITES all.A |
| | <i>Strix aluco</i> | L. 157/92, Berna app.2, CITES all.A e B |
| | <i>Tyto alba</i> | L. 157/92, Berna app.2, CITES all.A e B, Lista Rossa: a più basso rischio |
| | <i>Athene noctua</i> | L. 157/92, Berna app.2, CITES all.A e B |
| | <i>Milvus migrans</i> | L. 157/92, 79/409 CEE all.1, Berna app.3, CITES all.A, Bonn app.2, Lista Rossa: vulnerabile |
| | <i>Circus pygargus</i> | L. 157/92, 79/409 CEE all.1, Berna app.3, CITES all.A, Bonn app.2, Lista Rossa: vulnerabile |
| | <i>Coturnix coturnix</i> | 79/409 CEE all.2/II, Berna app.3, Bonn app.2, Lista Rossa: a più basso rischio |
| | <i>Ardea cinerea</i> | L. 157/92, Berna app.3, Lista Rossa: a più basso rischio |
| | <i>Streptopelia turtur</i> | 79/409 CEE all.2/II, Berna app.3 |
| | <i>Apus melba</i> | L. 157/92, Berna app.2, Lista Rossa: a più basso rischio |
| | <i>Merops apiaster</i> | L. 157/92, Berna app.2, Bonn app.2 |
| | <i>Hirundo rustica</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Delichon urbica</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Motacilla flava</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Oenanthe hispanica</i> | L. 157/92, Berna app.2, Lista Rossa: vulnerabile |
| | <i>Oenanthe oenanthe</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Motacilla alba</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| MAMMIFERI | <i>Erinaceus europaeus</i> | L. 157/92 |
| | <i>Meles meles</i> | Berna app.3 |
| | <i>Mustela nivalis</i> | L. 157/92 |

5.3 Analisi comparativa delle alternative di progetto

Prima di arrivare all'individuazione delle aree sensibili del tracciato definitivo, sono stati valutati alcuni tracciati alternativi che sono però stati scartati per diverse criticità di carattere ambientale e vincolistico, ecc...

Dall'analisi dell'elaborato grafico "Corografia delle alternative di progetto" si evince che in realtà i tracciati alternativi in alcuni punti si sovrappongono, pertanto l'analisi delle diverse criticità sarà sviluppata per tratti omogenei all'interno dei quali effettivamente i tre tracciati alternativi e quello di progetto definitivo si differenziano tra loro; in alcuni casi, lì dove i tracciati alternativi si sovrappongono, l'analisi potrà riguardare il tracciato di progetto ed una sola alternativa.

Dall'analisi della cartografie afferenti tale componente ("Carta della Vegetazione") è possibile individuare i tratti da analizzare partendo da Reggio Calabria verso Melito di Porto Salvo e differenziati con una colorazione e numerazione diversa in carta (Alternativa 1 di colore rosso, Alternativa 2 di colore blu ed Alternativa 3 di colore verde). L'analisi dei tracciati alternativi è sviluppata per i seguenti tratti omogenei:

- o primo tratto: bretella di collegamento con la S.S. 106 attuale, fino al Km 1+000 circa del tracciato di progetto;
- o secondo tratto compreso tra il Km 1+000 ed il viadotto Ferrina (Km 7+000 circa);
- o terzo tratto compreso tra il Km 10+000 circa ed il Km 14+000 circa;
- o quarto tratto compreso tra il Km 17+000 circa e lo svincolo di Melito di Porto Salvo.

Nel primo tratto (fino al Km 1+000 circa), il tracciato e le tre alternative corrono inizialmente in galleria; l'alternativa 2 presenta però dei tratti allo scoperto che interferiscono con uliveti e agrumeti; è da segnalare inoltre una interferenza da parte delle alternative (1, 2 e 3) nell'attraversare la cenosi vegetazionale della fiumara di Macellara (all'altezza della progressiva Km 0+500), anche se l'attraversamento avviene in viadotto ed esiste quindi una possibilità di ripristino; la soluzione progettuale scelta, invece, interferisce con la fiumara ma in una zona in cui la vegetazione è degradata a pseudosteppa, quindi di minor pregio.

All'inizio del secondo tratto, poco oltre il Km 1+000 le alternative 1, 2 e 3 attraversano in viadotto la vegetazione di un'altra fiumara, quella di S. Giovanni, mentre il tracciato di progetto attraversa la fiumara in corrispondenza di zone coltivate e agrumeti e zone a pseudosteppa mediterranea, quindi meno sensibili. Fino al Km 2+500 l'impatto delle tre alternative e del tracciato di progetto è lo stesso, in quanto corrono pressoché parallele e prevalentemente in galleria (tranne l'alternativa 3 che presenta diversi tratti in viadotto) sottopassando inizialmente zone a pseudosteppa e in seguito per lo più uliveti (tracciato di progetto) e altre coltivazioni.

All'altezza del Km 3+500 i tracciati interferiscono con la vegetazione della fiumara di Lume, oltre la quale ha inizio la lunga galleria S.Maria che termina quasi al Km 6. Fino al Km 7 (fine del secondo tratto) l'alternativa 2 e la 3 interferiscono con degli uliveti, mentre il tracciato di progetto li sottopassa in galleria, risultando quindi meno impattante.

Dal Viadotto Ferrina fino al Km 10+000 circa (secondo tratto), il tracciato prescelto e le alternative di progetto, corrono pressoché parallele e per una buona parte di tale estensione sono addirittura coincidenti, pertanto valgono le stesse considerazioni che nel paragrafo successivo (Aree sensibili) sono riportate per il percorso viario oggetto del presente Studio

All'inizio del terzo tratto le alternative e il tracciato di progetto viaggiano in galleria sottopassando degli uliveti, poi attraversano zone a pseudosteppa e coltivi, nel caso del tracciato di progetto però l'impatto sui coltivi è minore in quanto vengono attraversati in viadotto. Inoltre mentre il tracciato di progetto attraversa in un solo tratto e su viadotto la fiumara di Molaro, le alternative interferiscono con la stessa fiumara in due tratti, di cui soltanto il primo viene attraversato su viadotto. Fino alla fine del terzo tratto non vi sono differenze sostanziali di impatto sulla vegetazione tra le alternative e il tracciato di progetto.

Nell'ultimo tratto (4°) infine, l'Alternativa 3 attraversa qualche porzione di terreno coltivato ad agrumi in percentuale maggiore rispetto agli altri tracciati; inoltre, le Alternative 1 e 3 attraversano in maniera trasversale le fiumare di S. Elia e Melito e non ortogonalmente come per il tracciato prescelto e l'Alternativa 2, che in questo caso risultano essere le soluzioni progettuali migliori. Per il resto del tratto non si rinvergono differenze sostanziali tra le alternative ed il tracciato di progetto, tranne in corrispondenza della fiumara di Melito, dove il tracciato di progetto e l'alternativa 1 e 2 risultano interferire in misura minore con la vegetazione della fiumara in quanto la attraversano completamente in viadotto, al contrario dell'alternativa 3; si segnala inoltre il fatto che il tracciato di

progetto e le alternative 1 e 2 hanno una maggiore estensione dei tratti in galleria rispetto all'alternativa 3.

Pertanto, dalla disamina delle alternative progettuali con il tracciato prescelto, si evince che il tracciato definitivo supera alcune delle criticità incontrate con le altre alternative, risultando così la soluzione progettuale ottimale. Inoltre, la soluzione progettuale scelta consente coperture più appropriate per i tratti in galleria e per quanto concerne la sottrazione di suolo e quindi di vegetazione, quest'ultima interferenza è limitata ad un'estensione lineare di soli 1,5 chilometri a fronte dei circa 3 chilometri delle Alternative 1 e 2 e dei 4,7 circa chilometri dell'Alternativa 3. Pertanto, anche per ciò che concerne la sottrazione di suolo, la soluzione scelta risulta la migliore.

Per quanto riguarda la mitigazione/compensazione degli impatti, si è previsto, laddove possibile, il ripristino delle cenosi vegetali presenti prima dell'intervento.

Fondamentalmente gli interventi proposti richiamano le realtà potenzialmente o realmente presenti nell'area in esame, quali l'Oleo-Lentisceto, la vegetazione delle fiumare a Oleandro e Tamerice e il suolo agricolo (comprendendo con questo termine anche gli uliveti e gli agrumeti). Questi interventi vengono alternati a seconda della situazione su cui si inserisce l'opera. Si tende infatti a ripristinare lo stato originario nel caso dell'agricolo e della vegetazione delle fiumare, mentre laddove viene coinvolta la pseudo-steppa mediterranea o le altre formazioni arboree, si opta per la messa a dimora della vegetazione dell'Oleo-Lentisceto, o, nel caso delle sponde dei fiumi o dei fossi, di vegetazione igrofila. Per l'elencazione e la descrizione dettagliate degli interventi di mitigazione/compensazione si rimanda al "Quadro di Riferimento Progettuale".

5.4 Aree sensibili

L'individuazione delle situazioni di particolare sensibilità vegetazionale e faunistica, dovuta alle interferenze di tipo diretto o indiretto con elementi della vegetazione e della fauna presenti, è funzione in primo luogo della qualità intrinseca dell'elemento o unità interessata, ma anche delle caratteristiche tipologiche del progetto.

Il territorio in esame presenta una notevole porzione coltivata, mentre la parte restante è per lo più in avanzato stato di degrado, a causa dell'attività antropica e dell'instabilità del clima. Ciononostante permangono alcuni ambiti interessanti dal punto di vista naturalistico, proprio come

relitti di formazioni originarie, tanto più preziosi in un contesto di mediocrità e di precarietà come quello presente.

Ne sono un esempio la vegetazione delle fiumare e tutte le formazioni arboree, le prime come elementi fortemente caratterizzanti il territorio, le seconde come valido aiuto contro l'erosione e la durezza del clima. La stessa pseudo-steppa mediterranea, pur essendo al livello più basso della dinamica vegetazionale, essendo l'ultimo passaggio prima della comparsa del suolo nudo, merita attenzione e considerazione ed un'opportuna valutazione degli impatti su di essa.

L'opera attraversa, come già detto, in gran parte aree coltivate le quali, dal punto di vista ambientale, sono di per sé già alterate dall'azione antropica e quindi meno sensibili delle aree coperte da vegetazione spontanea.

Anche il sistema agricolo, quando attraversato da un'infrastruttura, è comunque soggetto ad impatti, che devono essere opportunamente segnalati e tenuti in considerazione, rimanendo comunque separati dalle problematiche di tipo naturalistico, nei confronti delle quali possono comunque trovare un punto di contatto. Basti pensare ai danni causati al territorio dall'abbandono delle campagne, che non porta alla rinaturalizzazione, ma piuttosto al degrado, di cui peraltro la zona in esame contiene già un'ampia testimonianza, con i suoi ex-coltivi ed ex-pascoli, pieni di infestanti o soggetti all'erosione.

Prima di analizzare gli impatti sulla fauna è bene inoltre precisare che la trattazione di questo tema deve tenere conto di tutte le specie presenti e non solo di quelle considerate rare o comunque tipiche di ambienti particolari. Se infatti l'eventuale presenza di tali specie deve indurre a prestare particolare attenzione agli eventuali siti importanti per la loro vita, non bisogna comunque dimenticare che l'intero patrimonio faunistico di una zona deve essere mantenuto il più possibile integro, per mantenere la biodiversità, che è una delle maggiori risorse del pianeta.

Quindi tutte le specie sono importanti e più di tutto è importante l'equilibrio che si instaura tra di loro e tra loro e l'ambiente circostante, per evitare decadimenti di popolazione o pullulazioni indesiderate, pericolose per l'uomo e per la natura. Danneggiare una specie può infatti provocare l'aumento delle sue prede e la diminuzione dei suoi predatori, con conseguenze importanti a livello genetico ed anche energetico, che si possono ripercuotere su tutto l'ecosistema e quindi anche sulla società umana.

5.5 Effetti in fase di costruzione

Durante la fase di cantiere si possono determinare, in corrispondenza delle aree di lavorazione, diverse tipologie di effetti, in alcuni casi a carattere temporaneo, mentre in altri a carattere permanente.

Occorre infatti distinguere le alterazioni permanenti indotte alla vegetazione e alla fauna dalla presenza e dall'utilizzo delle nuove opere d'arte, dalle interferenze a carattere temporaneo determinate dalle aree di cantiere e dalle attività di lavorazione.

Le prime, per loro natura, si configurano come alterazioni di tipo irreversibile, mentre le seconde, qualora accompagnate da idonei interventi di ripristino, possono essere considerate reversibili.

In funzione delle caratteristiche e delle valenze del territorio di inserimento progettuale, delle tipologie di intervento e delle relative azioni di progetto necessarie per la realizzazione di opere e manufatti, la lista degli impatti potenziali indotti, per la componente "Vegetazione, Flora e Fauna", in fase di costruzione risulta essere la seguente:

- Sottrazione di suolo e vegetazione agricola reversibile
- Sottrazione di suolo e vegetazione agricola irreversibile
- Sottrazione di vegetazione seminaturale reversibile
- Sottrazione di vegetazione seminaturale irreversibile
- Sottrazione di vegetazione arborea reversibile
- Sottrazione di vegetazione arborea irreversibile
- Alterazione dell'evoluzione delle serie vegetazionali reversibile
- Alterazione dell'evoluzione delle serie vegetazionali irreversibile
- Disturbo alla fauna reversibile
- Interruzione dei corridoi faunistici reversibile

5.5.1 Sottrazione di suolo e vegetazione agricola reversibile e irreversibile

La realizzazione di un'opera viaria comporta, tra gli altri effetti, la sottrazione di suolo, conseguenza grave e inevitabile al tempo stesso. Il suolo è, infatti, assieme al clima, l'elemento più importante all'interno di tutti gli ecosistemi. Esso si sviluppa dalla roccia madre in seguito al processo di pedogenesi e, col passare del tempo, subisce ulteriori alterazioni di natura chimica e fisica, tali da creare una materia unica e irriproducibile.

La durata della pedogenesi è diversa a seconda di tanti parametri, tra cui la natura della roccia madre e il clima e in ogni caso è più lenta rispetto alle attività umane.

Dunque sottrazione di suolo significa perdita di un elemento naturale indispensabile alla vita delle piante e di tutto l'ecosistema, dato che le piante sono produttori primari. La gravità di questo tipo di impatto appare ancora più evidente se si pensa ai tempi necessari per la ricostituzione di questa risorsa.

I terreni coltivati poi presentano una specifica attitudine, spesso indotta dall'uomo, per renderli atti all'esercizio dell'agricoltura. Essi quando sono lavorati correttamente acquisiscono particolari caratteristiche di struttura, tessitura, profondità, fertilità, dotazione in acqua, sostanza organica e sali minerali tali, da acquisire valore in funzione dei redditi che potranno produrre. La diminuzione di questo capitale, definito tale in quanto produttore di interessi, comporta dunque una perdita per la collettività, soprattutto laddove l'agricoltura è un comparto trainante.

A questi effetti bisogna poi aggiungere quelli derivanti dall'interruzione della continuità fondiaria, per cui alcuni terreni attraversati dall'opera non possono più essere lavorati in modo economicamente conveniente e di conseguenza vengono abbandonati.

Dal punto di vista naturalistico il danno è maggiore quando sono interferite le colture arboree rispetto alle erbacee.

Esse infatti costituiscono un elemento importante del sistema naturale, soprattutto quando si tratta dell'Olivo, pianta coltivata da sempre nel Mediterraneo, tanto da essersi inserita perfettamente nelle dinamiche vegetazionali e negli ecosistemi naturali.

Inoltre l'olivicoltura è attività piuttosto redditizia, soprattutto quando coinvolge, come in questo caso, varietà locali, dato che la difesa e la valorizzazione dei prodotti tipici è probabilmente la maggiore risorsa del mondo rurale in Italia.

Oltre a ciò è importante sottolineare che l'Olivo, in quanto albero, presenta un valore in sé, dato dalla quantità di tempo necessaria per farlo crescere, dalla lunghezza del suo ciclo di vita e dal fatto che gli alberi sono, per tutto l'ecosistema, come dei magazzini viventi di riserve nutritive. Essi infatti, per la costruzione dei propri organi utilizzano le risorse naturali e, data la loro lunga vita, queste risorse vengono rilasciate al sistema solo dopo molto tempo, sfuggendo così al rischio del dilavamento. Questa funzione è svolta in particolare dai fusti degli alberi, che assicurano agli ecosistemi la conservazione e la protezione di elementi fondamentali per la vita. In questi termini l'impatto è maggiore quando l'abbattimento coinvolge esemplari vecchi, perché porta a perdere una quantità di risorse accumulate dal lavoro della natura di molti anni e non ricostituibile in tempi brevi.

Un discorso analogo, anche se non proprio completamente sovrapponibile, può essere esteso agli agrumeti, impianti importantissimi non tanto dal punto di vista ecosistemico o fitosociologico, quanto in un'ottica di più ampio respiro. Basti pensare a prodotti come il Bergamotto o il Clementine, che hanno ottenuto certificazioni importanti come la DOP e l'IGP.

Oltre agli Agrumi e ai vini, altri prodotti calabresi presenti in provincia di Reggio Calabria, si fregiano del marchio DOP, come il Caciocavallo silano tra i formaggi e, tra le preparazioni di carni, il Capocollo di Calabria, la Pancetta di Calabria, la Salsiccia di Calabria e la Soppresata di Calabria, tutti alimenti legati strettamente alla campagna.

Le zone di produzione andrebbero tutelate in modo particolare, perché questi alimenti sono una delle forme basilari della cultura, dell'economia e della caratterizzazione ambientale del territorio rurale interessato.

Intendendo poi l'agricoltura come una forma di "manutenzione" del territorio si può capire il legame che esiste tra il mondo rurale e quello naturale.

Se è infatti vero che l'agricoltura e con essa il pascolo, ha profondamente e spesso irrimediabilmente modificato l'assetto naturale, è anche vero che la cessazione improvvisa di ogni attività non porterebbe alla graduale scomparsa di questo sistema artificiale, ma piuttosto ad un tracollo dello stesso, con danni ambientali gravissimi. Le specie infestanti prenderebbero il sopravvento, i terreni lavorati e non più saldi sarebbero soggetti all'erosione, lo stesso regime idrico, modificato dalle pratiche agronomiche, ne sarebbe sconvolto. Questo e molti altri aspetti devono indurre a rispettare il più possibile le superfici coltivate, evitando di frazionarle in particelle di dimensioni tali da non consentire un'organizzazione economica della coltura, cercando

ovunque possibile di ripristinare le colture preesistenti e agevolando sempre gli agricoltori nell'accesso alle proprietà.

5.5.1.1 Localizzazione degli impatti

La bretella di collegamento tra la vecchia S.S. 106 e il tracciato di progetto attraversa quasi interamente terreno agricolo, in particolare agrumeti, comportando asportazione di suolo e vegetazione irreversibile in corrispondenza della struttura, mentre agli imbocchi delle gallerie, l'area circostante potrà essere nuovamente coltivata al termine dei lavori.

Il tracciato inizia in viadotto, passando sopra la Fiumara Macellara e l'omonima strada, attraversando uliveti e agrumeti che, seppur danneggiati durante i lavori, potranno essere recuperati in seguito. Nella carreggiata Sud al viadotto segue una galleria artificiale. Il tratto di collegamento tra i due comprometterà in modo irreversibile una superficie coltivata ad agrumi, mentre sulla galleria artificiale, che pure attraversa gli agrumeti, la coltura potrà essere ripristinata. In carreggiata Nord invece al viadotto non segue la galleria e il tracciato elimina in modo irreversibile una parte degli agrumeti presenti. Segue per entrambe le carreggiate un tratto in viadotto che eliminerà temporaneamente alcuni agrumeti, prima di entrare in galleria. Di nuovo il tratto tra viadotto e galleria eliminerà in modo irreversibile parte degli agrumeti che, nell'area adiacente agli imbocchi, potranno essere ripristinati.

L'imbocco Nord della carreggiata Sud interferisce con vigneti e colture ortensi, che si tenterà di ripristinare almeno nel zona intorno al foro d'inizio del tunnel e lo stesso vale per l'imbocco Nord della carreggiata Nord previsto in zona di uliveti. Proseguendo, la carreggiata Sud elimina irreversibilmente le porzioni terminali delle medesime colture e di un agrumeto, mentre la carreggiata Nord interferisce sempre irreversibilmente con un uliveto e, in modo ancora più consistente con una zona ad agrumeti, dividendola in due, di cui una porzione piuttosto piccola. Segue, per entrambe le carreggiate, il Viadotto sul Torrente Marulla, la cui costruzione interferirà in modo temporaneo con gli agrumeti sottostanti. Al viadotto segue un'altra galleria, i cui imbocchi Nord interferiranno con alcuni uliveti, che potranno essere ripristinati nei tratti in artificiale iniziali. Alla galleria segue ancora un viadotto. Il tratto di collegamento taglierà in due la medesima zona coltivata con gli ulivi, eliminandone una parte in modo irreversibile, mentre l'area sotto il viadotto potrà continuare ad essere coltivata in futuro.

Dopo un'altra lunga galleria si giunge allo Svincolo Pellaro/Bocale. In questa zona gli imbocchi nord della galleria e la deviazione della strada esistente comporteranno l'eliminazione di vigneti e colture ortensi e quand'anche essi potessero essere ripristinati nei tratti di galleria in artificiale, è lecito esprimere dubbi sulla futura convenienza economica della coltivazione.

La porzione di svincolo a nord della Fiumara di Lume si posiziona in parte al centro di una zona coltivata a vigneti e colture ortensi, sottraendone in modo irreversibile una parte e probabilmente compromettendo in modo irreversibile le porzioni residue e in parte interferisce con alcuni agrumeti, creando anche in questo caso aree più piccole, che potranno essere ancora coltivate solo consentendo un facile accesso a uomini e mezzi.

Anche la Strada per Motta di progetto interesserà interamente aree coltivate eliminando piante e dividendo appezzamenti.

Il viadotto sulla Fiumarella di Lume attraversa ed elimina temporaneamente, in corrispondenza della spalla sud una porzione di vigneti e colture ortensi. Dopo il viadotto, il tratto di collegamento tra esso e la galleria elimina irreversibilmente una zona ad uliveti, che potrà essere ripristinata nei tratti in artificiale vicino agli imbocchi.

Alla fine della galleria, avvicinandosi al confine tra il Comune di Reggio Calabria e il Comune di Motta S. Giovanni, l'imbocco Nord della carreggiata Sud e il tratto tra galleria e viadotto di entrambe le carreggiate, interferiscono irreversibilmente con gli uliveti, mentre nei tratti sotto il viadotto che attraversa il Torrente e la Strada Campoli, le coltivazioni potranno essere ripristinate.

Entrando in Comune di Motta S. Giovanni il tratto tra il viadotto e la galleria elimina in modo irreversibile parte dei vigneti e colture ortensi presenti, che potranno essere ripristinati nei tratti in artificiale della galleria, immediatamente adiacenti agli imbocchi Sud e nel lungo tratto, sempre in artificiale, vicino al Torrente Monteriano, dove potranno essere ripristinati gli uliveti, i vigneti e le colture ortensi interferiti.

Segue un viadotto che attraversa la Fiumara Ferrina, la costruzione del quale porterà all'eliminazione temporanea di parte degli uliveti sottostanti, quindi c'è un tratto di collegamento alla galleria successiva che, ad eccezione del tratto in artificiale della stessa eliminerà irreversibilmente lo stesso tipo di coltura. Anche gli imbocchi Nord delle gallerie terminano ed interferiscono con gli uliveti, che nel tratto finale potranno essere ripristinati, mentre nei tratti di collegamento al viadotto seguente la sottrazione sarà irreversibile. Al di sotto del viadotto che

passa sul Torrente Oliveto si interferisce in modo reversibile con gli uliveti sottostanti, effetto che diventa irreversibile nel tratto di collegamento tra viadotto e galleria, mentre è reversibile nei tratti in artificiale della stessa. Sottrazione di piante di Olivo si avrà all'imbocco dell'imbocco Nord della carreggiata Nord, reversibile nel tratto in artificiale. Seguono due viadotti, di cui la costruzione del secondo, danneggia temporaneamente uliveti, vigneti e colture ortensi sottostanti, mentre il tratto dal viadotto alla galleria seguente determina asportazione irreversibile di altre piante d'Olivo che, nei tratti di galleria in artificiale, potranno essere rimpiazzati.

Si giunge così allo Svincolo di Lazzaro dove la deviazione della strada esistente intacca in modo irreversibile uliveti e agrumeti presenti, segue il viadotto sulla Fiumara di Lazzaro e sulla strada omonima che danneggia temporaneamente gli agrumeti, i vigneti e le colture ortensi sottostanti, mentre le rampe di svincolo sottraggono in modo irreversibile lembi di vegetazione agricola, nella fattispecie uliveti, vigneti e colture ortensi. Superato il viadotto sul Vallone Giamassano il tracciato entra in galleria. Gli imbocchi Nord sottraggono, come sempre ad eccezione dei tratti in artificiale, lembi di uliveto, che vengono temporaneamente intaccati anche sotto al viadotto seguente. I tratti di collegamento tra la galleria, il viadotto e l'altra galleria sottraggono invece vegetazione con effetto permanente. Anche in questo caso bisogna escludere le aree intorno agli imbocchi dove potrà esserci il ripristino della coltura. Alla galleria segue il viadotto sul Fosso Ambro che danneggia in via temporanea vigneti e colture ortensi sottostanti. In carreggiata Sud segue una galleria e poi entrambe le carreggiate attraversano in viadotto la Fiumara Molaro. La strada per Saline di progetto e le relative rampe di accesso al tracciato intaccano in modo irreversibile zone coltivate ad agrumi, ulivi, vigneti e colture ortensi.

Il tratto dal viadotto alla galleria successiva elimina in modo irreversibile lembi di uliveto, mentre la costruzione della galleria stessa in artificiale, permette il ripristino della coltura. Il tratto dalla galleria precedente alla successiva vede la perdita di altri ulivi, che possono invece essere ripristinati al termine dei lavori nella tratto in artificiale della carreggiata Nord. Alla galleria segue il viadotto sul Fosso Saline che prevede la rimozione temporanea di vigneti e colture ortensi, mentre nel tratto tra il viadotto e la galleria la sottrazione è irreversibile, ad eccezione, come sempre dei tratti in artificiale, sia per gli imbocchi Sud che per gli imbocchi Nord.

La parte del tracciato tra la galleria e il viadotto in carreggiata Sud attraversa un fosso con un tombino, mentre in carreggiata Nord c'è un viadotto, la costruzione del quale danneggia temporaneamente gli uliveti sottostanti. Dopo viadotto e tombino si arriva al viadotto sul Fosso Pulica che nella sua fase di costruzione danneggia in modo reversibile uliveti, vigneti e colture

ortensi sottostanti. Segue un altro viadotto e nel tratto tra i due si sottrae in modo irreversibile un lembo di uliveto. Prima di entrare in galleria si incontrano altri due viadotti, il tratto di collegamento dei quali intacca irreversibilmente una zona ad uliveti, vigneti e colture ortensi, tagliando appezzamenti molto piccoli.

Si entra infine in galleria, il tratto finale della quale è in artificiale, per cui prevederà la sottrazione e il successivo ripristino di uliveti, vigneti e colture ortensi.

Si arriva così allo svincolo di Montebello, di cui la strada Montebello di progetto eliminerà in modo irreversibile alcuni agrumeti. Il viadotto sulla Fiumara S. Elia, attraversa in parte anche agrumeti e uliveti, mentre il tratto tra viadotto e galleria asporta irrimediabilmente piante di Olivo, così come nel tratto che porta dalla galleria al viadotto successivo. Ovviamente anche in questo caso i tratti in artificiale potranno essere ripristinati.

Si arriva così al viadotto che attraversa la Fiumara di Annà che asporta in via temporanea lembi di uliveto.

Il tracciato entra di nuovo in galleria e ne esce in viadotto sulla fiumara di Melito, danneggiando in modo reversibile gli agrumeti e gli uliveti sottostanti, mentre la parte di tracciato dopo il viadotto comporta sottrazione irreversibile di uliveti.

Le rampe dello svincolo di Melito danneggiano in parte reversibilmente e in parte irreversibilmente gli uliveti sottostanti.

5.5.2 Sottrazione di vegetazione seminaturale e arborea reversibile e irreversibile

L'impianto del cantiere comporta inevitabilmente la sottrazione di specie vegetali, effetto che potrebbe facilitare il fenomeno dell'erosione del suolo. La superficie del terreno, infatti, privata della biomassa vegetale, è esposta all'impatto dei venti, della radiazione solare e delle precipitazioni che la colpiscono direttamente, determinando una combinazione di stress fisici, quali una più alta velocità del vento, una più bassa umidità, temperature più elevate, una maggior velocità di evaporazione e una maggiore escursione termica tra il giorno e la notte.

L'erosione inizia a piccola scala, su terreni non protetti, per il rimbalzare delle gocce di pioggia. Le particelle di terreno schizzano lontano anche due metri, interrando la superficie del suolo. Questo ne riduce la capacità di assorbimento, favorendo il ruscellamento dell'acqua in superficie.

Nel deterioramento della struttura fisica e chimico-fisica del suolo gioca un ruolo fondamentale anche l'uso dei pesanti macchinari usati in edilizia. Questi comprimono, deformano e producono vibrazioni, che provocano effetti dannosi soprattutto su terreni con scarse capacità di drenaggio. Sotto la pressione dei macchinari i terreni diventano aggregati plastici che creano uno strato impermeabile all'acqua e allo sviluppo delle radici.

Per sottolineare la gravità del fenomeno dell'erosione è importante sottolineare che questo non solo comporta la diminuzione di fertilità e quindi di produttività dei terreni ma, favorendo il ruscellamento dell'acqua in superficie, aumenta il rischio di alluvioni e infine che l'erosione del suolo rientra nelle cause del processo di desertificazione.

Le piante svolgono inoltre un'importante azione come fissatori dei gas tossici e come produttori di ossigeno, prodotto intermedio della fotosintesi, che si libera nella fase luminosa, in seguito alla fotolisi dell'acqua.

La fase di costruzione dell'opera comporterebbe eliminazione di vegetazione seminaturale erbacea e arbustiva, ma anche di aree coperte da rimboschimenti ed altre formazioni arboree, per cui si prevede una stessa tipologia di impatto, ma quantificabile in modo diverso. Se infatti erbe, arbusti e alberi, svolgono tutti la funzione di protezione del suolo, fissazione dei gas tossici, produzione di ossigeno e immagazzinamento di elementi nutritivi, gli alberi, per conformazione anatomica e durata del ciclo di vita, si collocano come elementi di maggior rilievo, degni quindi di particolare attenzione.

5.5.2.1 Localizzazione degli impatti

La bretella di collegamento tra la vecchia S.S. 106 e il tracciato di progetto attraversa qualche lembo di pseudo-steppa mediterranea, sottraendo vegetazione seminaturale erbacea in modo irreversibile.

Il tracciato inizia in viadotto, cui segue, in carreggiata Sud una galleria artificiale, il cui imbocco Nord si colloca nella pseudo-steppa, così come il tratto di collegamento col viadotto successivo. In

questo caso la vegetazione erbacea verrà sottratta in modo irreversibile ad eccezione del tratto in artificiale della galleria. In carreggiata Nord invece al viadotto iniziale non segue la galleria e il tracciato elimina in modo irreversibile una parte di pseudo-steppa mediterranea. Segue per entrambe le carreggiate un tratto in viadotto, che eliminerà temporaneamente alcuni lembi di pseudo-steppa, prima di entrare in galleria.

Proseguendo, la costruzione del Viadotto sul Torrente Marulla, interferirà in modo temporaneo con la pseudo-steppa sottostante. Al viadotto segue una galleria artificiale: il tratto di collegamento tra i due produce sottrazione irreversibile di pseudo-steppa, mentre al di sopra del tunnel la vegetazione potrà essere ripristinata. Alla galleria segue ancora un viadotto, sotto il quale si potrà ripristinare la copertura vegetale erbacea eliminata in fase di costruzione. Il tratto di collegamento tra il viadotto e la galleria successiva prevede sottrazione irreversibile di pseudo-steppa. La vegetazione potrà essere ripristinata anche nei tratti in artificiale della suddetta galleria.

Dopo la galleria si giunge allo Svincolo Pellaro/Bocale. In questa zona parte del viadotto e una delle sue rampe di accesso sulla Fiumarella di Lume attraversano ed eliminano temporaneamente la vegetazione arbustiva della fiumara. Segue una nuova galleria che, verso la fine, andando verso il confine del Comune di Reggio Calabria corre con copertura artificiale, su cui la porzione di pseudo-steppa eliminata può essere ripristinata, così come in corrispondenza dell'imbocco Nord della carreggiata Nord. Seguono il viadotto sul torrente/strada Campoli e quindi una nuova galleria che nella parte più vicina agli imbocchi Nord si presenta in artificiale, con conseguente sottrazione reversibile di vegetazione seminaturale erbacea, che diventa irreversibile nel tratto tra la galleria e il viadotto sulla Fiumara Ferrina, cui seguono un altro tratto in galleria, uno in viadotto e un altro in galleria

L'imbocco nord della carreggiata Sud intacca in modo irreversibile parte della vegetazione arborea del fosso Valiardi 1, che potrà essere ripristinata nel tratto in artificiale, mentre nel tratto che porta al viadotto sul Fosso Valiardi 2 ci sarà sottrazione irreversibile di pseudo-steppa, che è invece reversibile sotto entrambi i viadotti.

Dopo un'altra galleria si giunge allo Svincolo di Lazzaro, che interferisce in modo irreversibile su una piccola parte con vegetazione steppica della Fiumara di Lazzaro, mentre lo stesso tipo di impatto diventa reversibile sotto il viadotto che attraversa la fiumara stessa. Superato lo svincolo di Lazzaro non si hanno altre interferenze con la vegetazione seminaturale e arborea fino agli

imbocchi nord della galleria che parte dalla progr. Km 10+00 e arriva alla progr. Km 11+7, in corrispondenza di un rimboschimento, la cui vegetazione potrà essere ripristinata nei tratti in artificiale della galleria stessa. Segue il viadotto sul Fosso Ambro che danneggia in modo reversibile la pseudo-steppa sottostante. In carreggiata Sud segue quindi una galleria artificiale e poi entrambe le carreggiate attraversano in viadotto la Fiumara Molaro. I tratti di collegamento tra il viadotto sull'Ambro e la galleria della carreggiata Sud e tra il viadotto sull'Ambro e il viadotto sulla Fiumara Molaro sottraggono irreversibilmente la vegetazione della pseudo-steppa, mentre quest'ultimo viadotto disturba, anche se in modo reversibile, la vegetazione erbacea della pseudo-steppa e la vegetazione arbustiva delle fiumare. Segue una galleria artificiale, per la realizzazione della quale viene intaccata in modo reversibile la vegetazione erbacea della pseudo-steppa. Segue quindi un'altra galleria, per la quale, il tratto di raccordo con la precedente, nonché i due imbocchi, provocano sottrazione irreversibile di vegetazione erbacea della pseudo-steppa, ripristinabile nei tratti in artificiale intorno agli imbocchi Sud. Un discorso analogo vale per gli imbocchi Nord e per il tratto di collegamento col viadotto sul Fosso Saline, sotto al quale, la vegetazione erbacea della pseudo-steppa potrà essere ripristinata al termine dei lavori. Il Fosso Saline presenta anche vegetazione arborea, che verrà necessariamente eliminata durante la costruzione del viadotto, per essere ripristinata in seguito, mentre nel tratto di collegamento tra il viadotto e la galleria successiva, la sottrazione si configura come irreversibile. Il tratto terminale della galleria citata è in artificiale, facendo prevedere sottrazione di tipo reversibile di vegetazione erbacea della pseudo-steppa.

La costruzione del viadotto sul Fosso Pulica comporterà sottrazione reversibile di vegetazione erbacea della pseudo-steppa, mentre nel tratto di collegamento col viadotto seguente e tra questo e il viadotto sulla Fiumara Montenero, l'impatto si configura come irreversibile. Sotto entrambi i viadotti la sottrazione dello stesso tipo di vegetazione sarà reversibile. Il tratto di collegamento tra la Fiumara Montenero e la galleria prevede sottrazione irreversibile di vegetazione erbacea della pseudo-steppa, che potrà essere ripristinata nel tratto in artificiale vicino all'imbocco stesso. La parte terminale della galleria si prevede essere in artificiale, con conseguente sottrazione reversibile della vegetazione arborea del lembo di rimboschimento attraversato e di un'altra formazione lineare che corre vicino ad un fosso, oltre che della pseudo-steppa vicino agli imbocchi. Gli imbocchi Nord e il tratto di raccordo col viadotto dello svincolo, prevedono sottrazione irreversibile di vegetazione erbacea della pseudo-steppa. Il viadotto si estende sopra la Fiumara di S. Elia, intaccando in modo reversibile la vegetazione arbustiva della fiumara, mentre

per le rampe di collegamento, quando sono in viadotto determinano un impatto analogo, altrimenti provocano sottrazione irreversibile di vegetazione seminaturale arbustiva.

Al viadotto segue una galleria e poi un altro viadotto sulla Fiumara di Annà, per passare sulla quale sarà necessario asportare la vegetazione arbustiva sottostante, per poi ripristinarla in seguito.

Il tracciato entra poi di nuovo in galleria, sottraendo in modo irreversibile la vegetazione erbacea della pseudo-steppa nel tratto di raccordo tra il viadotto e gli imbocchi Sud, mentre nel tratto in artificiale della galleria stessa la vegetazione potrà essere ripristinata. Un discorso analogo vale per gli imbocchi Nord e per il tratto di collegamento col viadotto sulla Fiumara di Melito. Quest'ultimo danneggia in modo reversibile la vegetazione arbustiva sottostante, così come le rampe ad esso collegate, mentre le porzioni di svincolo non in viadotto provocano sottrazione di vegetazione arbustiva irreversibile.

5.5.3 Alterazione dell'evoluzione delle serie vegetazionali reversibile e irreversibile

La fase di cantiere determina occupazione temporanea di suolo, modifica della morfologia dei luoghi e, come già sottolineato, sottrazione di vegetazione.

Tutto questo altera, interrompe o addirittura azzerava la dinamica vegetazionale per la quale, in assenza di interferenze, si assiste su uno stesso territorio a una successione di specie che, partendo dal suolo nudo, porta dalle pioniere alle definitive, come conseguenza del progressivo arricchimento del suolo.

A volte questo processo evolutivo è "fermo" per cause naturali, come capita in seguito ad una frana, oppure nelle zone soggette a periodiche inondazioni, altre volte la causa è antropica. Sottraendo la vegetazione e occupando il suolo, si interferisce nella dinamica vegetazionale che, in assenza di interventi di ripristino, dovrà ripartire dal suolo nudo. Questo effetto è deleterio, perché si ritarda la comparsa delle specie definitive, di maggior valore naturalistico ed ecologico.

Bisogna poi aggiungere la propagazione nell'aria di sostanze inquinanti portate dai mezzi gommati, per cui si possono verificare stress da inquinamento e carenze nutrizionali a causa dell'ozono e delle emissioni di metalli pesanti da parte dei veicoli, in particolare Cadmio, Nichel,

Zinco e Piombo, che a sua volta può indurre una modifica nella composizione specifica delle cenosi vegetali.

Per questo tipo di impatto riveste un ruolo fondamentale la fase di mitigazione dello stesso perché può e deve diventare occasione di ripristino, ma anche di "spinta" nei confronti della dinamica vegetazionale, o può addirittura costituire il salto di qualità verso fasi più evolute, che col normale corso degli eventi si realizzerebbero in tempi più lunghi.

Nell'individuare questo tipo di impatto all'interno del corridoio di studio, si sono escluse le fiumare, perché, data l'"intermittenza" del loro funzionamento legata all'andamento stagionale, ospitano una vegetazione in molti casi peculiare e scientificamente interessante ma, dal punto di vista evolutivo, rappresentano un tipico caso di blocco evolutivo per cause naturali. Anche la pseudo-steppa è stata considerata esente da questo tipo di impatto, in quanto è l'ultimo stadio di una serie non evolutiva, ma involutiva, delicato sotto molti aspetti, ma non rappresentativo per questo tipo di impatto.

In definitiva è stata considerata solo la vegetazione arborea, in quanto la presenza di alberi, implica che nel passato c'è stata evoluzione che ha portato a questo tipo di formazione, più esigente e strutturata rispetto ad una formazione arbustiva. Sono state comprese anche le formazioni arboree di origine artificiale perché, anche se la formazione presente deriva da un impianto e non dalla libera evoluzione della natura, rimane comunque il fatto che queste possono innescare processi evolutivi e quindi si possono considerare come un punto di partenza per una futura serie evolutiva.

5.5.3.1 Localizzazione degli impatti

All'altezza della progr. Km 8+100 l'imbocco nord della carreggiata Sud intacca in modo irreversibile parte della vegetazione arborea del Fosso Valiardi 1, azzerandone l'evoluzione della compagine arborea, che potrà tuttavia ripartire in corrispondenza del tratto in artificiale dell'imbocco. Tale alterazione si configura sempre come irreversibile nel tratto di collegamento al viadotto che attraversa il fosso stesso, mentre sotto il viadotto l'impatto è di tipo reversibile.

Si ha alterazione dell'evoluzione delle serie vegetazionali anche alla progr. 11+700, in corrispondenza degli imbocchi Nord della galleria che parte dalla progr. Km 10+00, che si

localizzano in un rimboschimento. Anche in questo caso l'impatto è irreversibile agli imbocchi e nel tratto di collegamento col viadotto sul Fosso Ambro, mentre è reversibile nel tratto in artificiale della galleria.

Alla progr. Km 13+500, in corrispondenza del viadotto sul Fosso Saline viene alterata in modo reversibile l'evoluzione della vegetazione arborea presente, mentre nel tratto di collegamento con la galleria seguente l'alterazione è irreversibile.

5.5.4 Disturbo alla fauna reversibile

Le emissioni gassose ed acustiche, nonché l'operare da parte dei mezzi d'opera atti alla realizzazione delle opere in progetto possono determinare fenomeni di disturbo alla fauna presente nelle strette adiacenze delle aree di lavorazione.

La presenza dell'uomo durante le fasi di costruzione dell'opera, accompagnata dall'uso di macchinari grandi e rumorosi, arreca disturbo alla fauna. Per gli animali si tratta infatti di un improvviso e inspiegabile stravolgimento del loro habitat.

Inevitabilmente durante i lavori si distruggeranno dei rifugi e si disturberanno le quotidiane attività di riposo, accoppiamento, ricerca di cibo, ecc. Tale disturbo sarebbe amplificato se i lavori si svolgessero durante il periodo primaverile, in cui la maggior parte degli animali si dedica alla ricerca del partner. Allo stesso modo l'estate vede, per molte specie, la nascita dei piccoli e dunque anche questo si configura come un periodo delicato. Del resto per molti animali l'autunno è una stagione importante ai fini dell'accumulo delle scorte fondamentali per superare l'inverno.

Anche la stagione fredda sarebbe sconsigliabile in quanto costituisce un periodo di per sé difficile per gli animali, per quel che riguarda la ricerca di cibo e di rifugi ma, in ultima analisi si rivela comunque la stagione meno peggiore dal punto di vista faunistico per l'esecuzione dei lavori, data anche l'assenza dei migratori e di coloro che optano per il letargo.

L'impatto legato al disturbo alla fauna in fase di cantiere si configura sempre come reversibile, in quanto destinato a cessare con la fine dei lavori.

Questo tipo di impatto è stato localizzato solo nelle aree ad elevato valore faunistico, nei casi in cui si trovano vicini ambiti diversi, come la pseudo-steppe e la fiumara oppure la pseudo-setppa,

la fiumara e il bosco, per sottolineare l'importanza della variabilità ambientale e degli ecotoni. Spesso infatti gli animali cercano il cibo nella pseudo-steppe, per poi rifugiarsi nel bosco, oppure fanno la spola tra la fiumara e la pseudo-steppe a seconda della stagione, mentre una fauna particolare vive negli ambienti di passaggio tra due diverse situazioni.

Non sono invece stati presi in considerazione quegli ambiti che, seppur di elevato valore faunistico, vengono intaccati in modo del tutto marginale, su piccoli lembi marginali di aree più vaste, ipotizzando uno spostamento immediato e tutto sommato indolore, degli animali nella restante parte del territorio. Allo stesso modo si considerano poco interferite le aree ad elevato valore faunistico di modeste dimensione, completamente circondate da zone agricole, o comunque già disturbate da infrastrutture preesistenti.

5.5.4.1 Localizzazione degli impatti

Si prevede disturbo di tipo reversibile alla fauna in corrispondenza dell'attraversamento del Fosso Valiardi 1. Qui, anche se l'imbocco Nord della galleria della carreggiata Sud alla progr. 8+100, rappresenterà sempre un pericolo, per la parte circostante l'imbocco, così come per il fosso attraversato, l'impatto si configura come reversibile. Anche l'attraversamento in viadotto della Fiumara di Lazzaro comporta disturbo di tipo reversibile alla fauna.

Anche nel caso del viadotto sul fosso Ambro, si configura disturbo reversibile, così come nel caso del viadotto sulla Fiumara Molaro e anche l'attraversamento del Fosso Saline, comporta disturbo di tipo reversibile sulla fauna.

Disturbo di tipo reversibile alla fauna è previsto sotto al viadotto che attraversa la Fiumara Montenero e il fosso precedente.

La parte della Fiumara di S. Elia attraversata in viadotto e non occupata dalle rampe di svincolo, disturba la fauna in modo reversibile.

Anche in corrispondenza dello Svincolo di Montebello, come nel caso precedente, la parte di tracciato in viadotto sulla Fiumara di Melito non occupata dalle rampe di svincolo, arreca un disturbo di tipo reversibile.

5.5.5 Interruzione dei corridoi di spostamento faunistico reversibile

Le infrastrutture viarie rappresentano un ostacolo insormontabile per la maggior parte degli animali. Solo gli uccelli riescono infatti ad attraversarle senza difficoltà. Per gli altri è molto difficile, pericoloso, o anche impossibile.

Organismi troppo piccoli non hanno la forza o la possibilità di superare l'ostacolo, altri rimangono letteralmente paralizzati dalla paura e altri ancora, qualora riuscissero a raggiungere la sede stradale, scavalcando o aggirando le recinzioni, correrebbero l'elevatissimo rischio di essere investiti.

Il fatto che alcune specie si ritrovino così relegate da una parte o dall'altra dell'infrastruttura, costituisce un effetto con conseguenze importanti e deleterie su tutte le popolazioni animali, che vedono ridotti i loro territori e le relative risorse.

Questo effetto è particolarmente rilevante laddove l'opera interessa i corsi d'acqua. Questi sono infatti dei veri e propri corridoi preferenziali di spostamento, cui fanno riferimento moltissimi esseri viventi appartenenti a diversi regni. Basti pensare al trasporto di semi e piccoli animali operato dalla corrente, cui bisogna aggiungere il ruolo svolto dalla circostante vegetazione igrofila, che permette a molti animali di seguire il corso d'acqua in tutta la sua lunghezza, trovando allo stesso tempo rifugio e nutrimento.

L'impatto legato all'interruzione dei corridoi di spostamento faunistico è legato ai punti in cui l'opera interferisce con le fiumare, e con formazioni arboree di tipo lineare, a maggior ragione quando queste accompagnano i corsi d'acqua.

5.5.5.1 Localizzazione degli impatti

Si prevede interruzione reversibile dei corridoi di spostamento faunistico in corrispondenza dell'attraversamento della Fiumarella di Lume, del Fosso Valiardi 1, della Fiumara Molaro, del Fosso Saline, del tratto in viadotto non occupato dallo svincolo dell'attraversamento della Fiumara di S. Elia, dell'attraversamento della Fiumara di Annà e dell'attraversamento della Fiumara di Melito, nel tratto in viadotto non occupato dallo svincolo. Per una descrizione più approfondita degli impatti in fase di costruzione sulla fauna dovuti alla realizzazione dello svincolo di Melito si rimanda alla "Valutazione d'incidenza ambientale per il SIC "Fiumara di Melito", par. 7.3.5.1

5.5.6 Impatti legati alla cantierizzazione

L'attività del Cantiere Industriale 1, comporta sottrazione reversibile di vegetazione in parte seminaturale e in parte agricola degli agrumeti, mentre i cantieri industriali 2 e 3 interferiscono in modo reversibile sempre con la vegetazione agricola, rispettivamente di vigneti e colture ortensi e agrumeti. Il Cantiere Industriale 4 interferisce temporaneamente con una agrumeto e con la vegetazione arborea del Torrente Oliveto. Il Cantiere industriale 6 interferisce in modo reversibile con la vegetazione erbacea della pseudo-steppa mediterranea, mentre il Cantiere Industriale 7 intacca, sempre in modo reversibile, la vegetazione della Fiumara di S. Elia. Infine il Cantiere Industriale 8 interferisce temporaneamente con la vegetazione della Fiumara di Melito.

5.6 Effetti in fase di esercizio

La fase di esercizio è costituita dalla fruizione dell'infrastruttura viaria da parte delle automobili, che si presume continua e regolare durante tutto l'arco di vita dell'opera, con un impatto che si configura dunque costante e duraturo. In particolare gli effetti prevedibili per il comparto "Vegetazione, flora e fauna" sono:

- Disturbo alla fauna irreversibile
- Interruzione dei corridoi faunistici irreversibile

5.6.1 Disturbo alla fauna irreversibile e Interruzione dei corridoi faunistici irreversibile

Per questi tipi di impatto vale quanto esposto relativamente alla fase di cantiere, con la differenza dell'irreversibilità dell'impatto nella fase di esercizio. È probabile che qualche specie sarà in grado di adattarsi alle nuove condizioni, ma per molte altre la nuova situazione potrebbe rivelarsi insostenibile e queste potrebbero soccombere o decidere di allontanarsi dall'area per cercare luoghi più favorevoli. È sicuramente il caso delle specie più tipiche degli ambiti forestali, solitamente elusive e riservate, che mal si adatterebbero alla convivenza con la struttura in

progetto. A questo bisogna poi aggiungere la mortalità sicuramente indotta dall'infrastruttura, che rappresenterà comunque sempre un pericolo, oltre che un ostacolo per la fauna.

Un gravissimo impatto riguarda poi le specie che popolano i corsi d'acqua, interessati dalla costruzione di tombini. Quest'operazione di fatto stravolge l'essenza stessa dell'habitat in questione, artificializzando e dunque azzerando le componenti dell'ecosistema. Basti pensare al fatto che la cementificazione dell'alveo porta ad aumentare la velocità della corrente ed annulla tutte le irregolarità del fondo, caratteristiche irrinunciabili per le comunità biotiche. Di conseguenza il sito non presenterà più le caratteristiche atte ad ospitare la vita in esso. Infine si considerano molto pericolosi gli imbocchi delle gallerie, che rappresentano una trappola per gli animali che dovessero accidentalmente finire all'interno, soprattutto quando il tunnel è molto lungo e non permette di vedere la luce dall'altra parte.

5.6.1.1 Localizzazione degli impatti

Si prevede disturbo irreversibile alla fauna in corrispondenza dell'imbocco Nord della prima galleria della carreggiata Sud e dell'imbocco Nord della galleria della bretella di collegamento tra la vecchia S.S. 106 e il tracciato di progetto. Un impatto analogo si configura agli imbocchi Sud della galleria artificiale alla progr. Km 1+400, agli imbocchi Sud della galleria che inizia alla progr. Km 1+700.

Disturbo alla fauna di tipo irreversibile è previsto anche in corrispondenza dell'attraversamento della Fiumara di Lume, in particolare lungo il tratto della Strada per Motta, che corre parallela al letto della fiumara e, in generale, essendo tale attraversamento un punto nevralgico dal punto di vista trasportistico, nonché una zona attualmente piuttosto tranquilla, si prevede che la nuova situazione porterà dello scompiglio nelle popolazioni animali presenti.

Anche l'attraversamento del Fosso Valiardi 1 si pone come un momento delicato, per la vicina presenza dell'imbocco Nord della galleria della carreggiata Sud alla progr. 8+100, i quali rappresenteranno un pericolo costante per la fauna.

Gli imbocchi Nord della galleria alla progr. Km 11+700, collocandosi in zona boscata rappresentano un impatto di tipo irreversibile nei confronti della fauna. Nel tratto di

attraversamento del Fosso Saline una parte di forma triangolare dell'area golenale rimarrà di fatto separata dal resto, con gravi scompensi a livello faunistico.

Si prevede un disturbo di tipo irreversibile agli imbocchi Sud della galleria alla progr. Km 15+500, oltre che nei tratti di collegamento col viadotto.

Alla progr. Km 17+100 gli imbocchi Nord della galleria, nonché il tratto di collegamento col viadotto sulla Fiumara di S. Elia disturbano la fauna in modo irreversibile, così come accade nel tratto di fiumara occupata dalle rampe di svincolo.

Alla progr. Km 20+300 gli imbocchi Nord della galleria costituiscono una fonte irreversibile di disturbo, mentre in corrispondenza dello Svincolo di Montebello, la parte di fiumara occupata dalle rampe, sarà irreversibilmente compromessa dal punto di vista faunistico.

Per quello che riguarda l'impatto legato all'interruzione irreversibile dei corridoi di spostamento faunistico, esso è previsto in corrispondenza degli svincoli di Montebello e di Melito, dove vengono occupate dai manufatti parte dei letti delle fiumare attraversate.

Per una descrizione più approfondita degli impatti in fase di esercizio sulla fauna dovuti alla realizzazione dello svincolo di Melito si rimanda alla "Valutazione d'incidenza ambientale per il SIC "Fiumara di Melito", par. 7.3.4.3.

6 COMPONENTE ECOSISTEMI

Nell'ambito dell'area in esame è presente una serie di tipologie ecosistemiche con caratteristiche suddivisibili in base alle interazioni presenti.

Il termine "ecosistema" indica infatti l'insieme delle componenti biotiche ed abiotiche di una porzione di territorio e delle loro interazioni e dinamiche evolutive. Più precisamente si tratta di un'unità che include tutti gli organismi che in una certa area interagiscono con l'ambiente fisico, in modo tale che un flusso di energia porti ad una ben definita struttura trofica, con una ciclizzazione della materia all'interno del sistema.

Pertanto si tratta di entità in un equilibrio che in realtà è piuttosto difficile riscontrare in aree antropizzate, in quanto l'uomo, anche se non direttamente, è sempre in grado di influenzare lo sviluppo naturale anche delle aree immediatamente esterne a quelle di sua competenza.

L'analisi degli aspetti vegetazionali, floristici e faunistici, di uso del suolo e, naturalmente, morfologici ed antropici, ha permesso di individuare le unità omogenee relativamente ai caratteri ecologici.

6.1 Caratterizzazione dello stato di fatto

Gli ecosistemi presenti nell'area esaminata sono raggruppabili in tipologie principali riconducibili a diversi gradi di naturalità. Essi sono dunque classificabili in relazione alle modalità di rapporto con l'uomo, con decrescente grado di "artificialità":

- Ecosistema urbano
- Ecosistema agricolo
- Ecosistema seminaturale
- Ecosistema forestale
- Ecosistema delle fiumare

Se l'ecosistema delle aree urbanizzate è connotato, ovviamente, da un elevatissimo grado di artificialità, quello delle fiumare, laddove presenta la sua vegetazione tipica, è il più naturale.

L'ecosistema agricolo presenta caratteristiche intermedie, così come le formazioni seminaturali. L'ecosistema forestale si avvicina ad un sistema naturale, ma è più povero in quanto deriva da rimboschimenti effettuati con specie non sempre idonee.

6.1.1 Ecosistema urbano

Per ecosistema urbano si intende un ecosistema prodotto dai distretti urbani nel loro complesso, comprendente quindi anche le aree residenziali o industriali poste al di fuori dei limiti dei centri abitati oltre che cave e discariche.

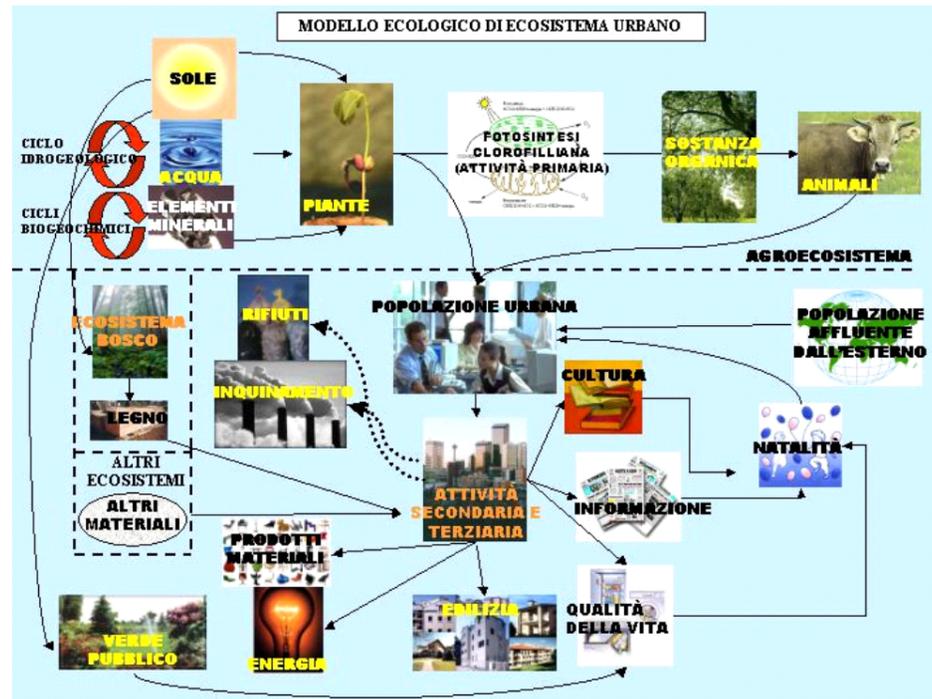
L'ecosistema delle aree urbanizzate si configura come un sistema incompleto, eterotrofo, che dipende, per la sussistenza (materia ed energia), da ampie aree, anche geograficamente lontane, determinando un'ingente uscita di sostanze di rifiuto e manifesta una crescita squilibrata, spesso di tipo invasivo, nei confronti degli ecosistemi limitrofi.

Inoltre gli organismi autotrofi, pur presenti e costituiti, ad esempio, dal verde pubblico e dalla flora spontanea, svolgono un ruolo fortemente accessorio (mitigazione degli estremi termici, dell'inquinamento atmosferico, del rumore), mentre è del tutto aleatorio il ruolo da essi svolto come produttori di sostanza organica.

L'ecosistema urbano manifesta rilevanti squilibri a livello energetico e trofico, infatti i flussi di energia e materia provengono in gran parte da sistemi esterni e l'entità dei flussi di cataboliti è rilevante.

Al suo interno i principali cicli della biosfera risultano alterati; in particolare l'infiltrazione e la percolazione di acqua sono fortemente impediti, a causa dell'impermeabilizzazione dei suoli.

Nella figura successiva è riportato un modello ecologico di ecosistema urbano.



6.1.2 Ecosistema agricolo

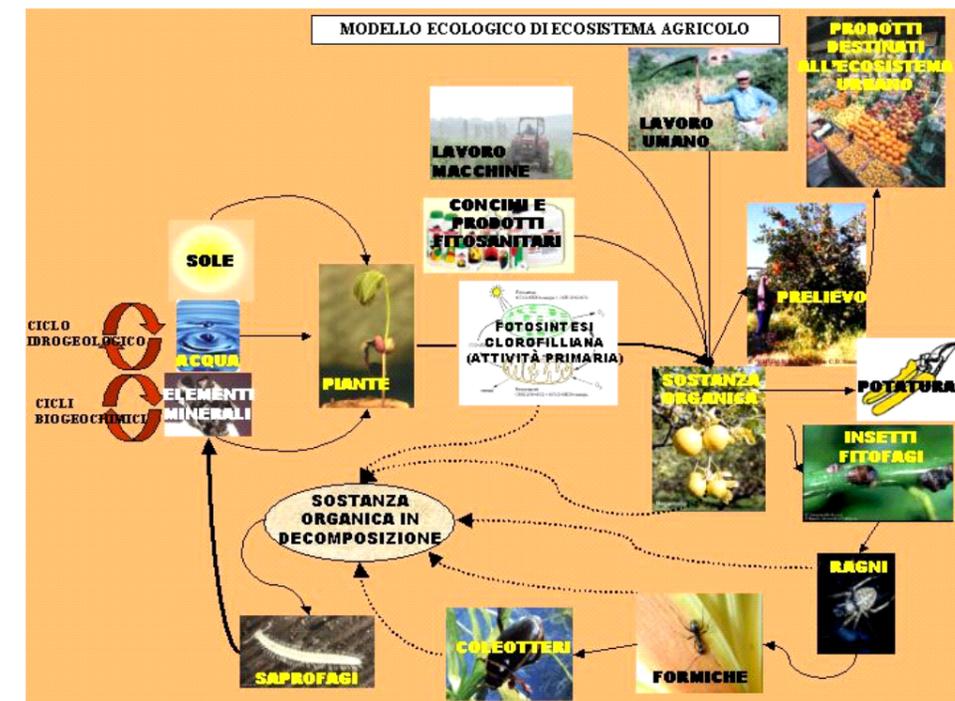
Una fetta consistente del territorio in esame è destinata all'uso agricolo. Le coltivazioni sono rappresentate da uliveti, agrumeti, vigneti e colture ortensi. Dove il territorio assume una destinazione spiccatamente agricola si instaura un equilibrio fra i più semplici e contemporaneamente il più artificiale, per cui nonostante le colture non possano essere definite formazioni vegetali naturali, costituiscono a loro modo un ecosistema, meglio definibile come agroecosistema. Quest'ultimo è caratterizzato da una scarsa diversità biologica, situazione voluta dall'uomo per massimizzare la produzione.

La vegetazione presente in queste coltivazioni è rappresentata dalla specie dominante (ortaggio o albero da frutto) e da altre specie, diverse a seconda dei terreni, delle pratiche agricole e del periodo dell'anno.

Nella figura successiva è riportato un modello ecologico di ecosistema agricolo.

La fonte principale di energia è il sole, che dà vita agli organismi autotrofi, i quali rappresentano i produttori primari di cui si nutrono gli animali. Negli agroecosistemi si producono vegetali e animali che andranno a costituire il nutrimento per la popolazione urbana, la quale svolge attività secondaria e terziaria. Quest'ultima è possibile grazie ai materiali provenienti da altri ecosistemi, come ad esempio il legno dal bosco. L'attività della popolazione urbana produce, tra le altre cose, inquinamento e rifiuti, ma anche edilizia, prodotti materiali, energia, cultura, informazione e qualità della vita. Gli ultimi tre elementi influenzano, assieme ad altri fattori, la natalità che, con la popolazione affluente dall'esterno, alimenta numericamente la popolazione urbana. Il verde pubblico ha un ruolo nel miglioramento della qualità della vita.

Quella proposta è ovviamente una semplificazione di un sistema, in realtà molto più complesso, in cui i legami sono più articolati e i rapporti causa-effetto talvolta sono più sfumati e coinvolgono altre componenti non citate, ma è utile perché permette il confronto con gli altri ecosistemi, evidenziandone così il grado di naturalità, da cui poi consegue il livello di dipendenza dall'esterno.



Le piante rappresentano il primo anello della catena alimentare, sono cioè i produttori che, con la fotosintesi, producono sostanza organica a partire da energia solare, acqua ed elementi minerali. I consumatori sono gli animali e principalmente gli Artropodi come gli insetti fitofagi seguiti, nella catena alimentare, da ragni, formiche e coleotteri e all'ultimo posto si trovano i microrganismi saprofiti (batteri, attinomiceti, alghe, funghi e protozoi) che, nutrendosi di sostanza organica in decomposizione sia vegetale (fitosaprofiti) che animale (zoosaprofiti), liberano di nuovo gli elementi minerali indispensabili per la ripresa del ciclo.

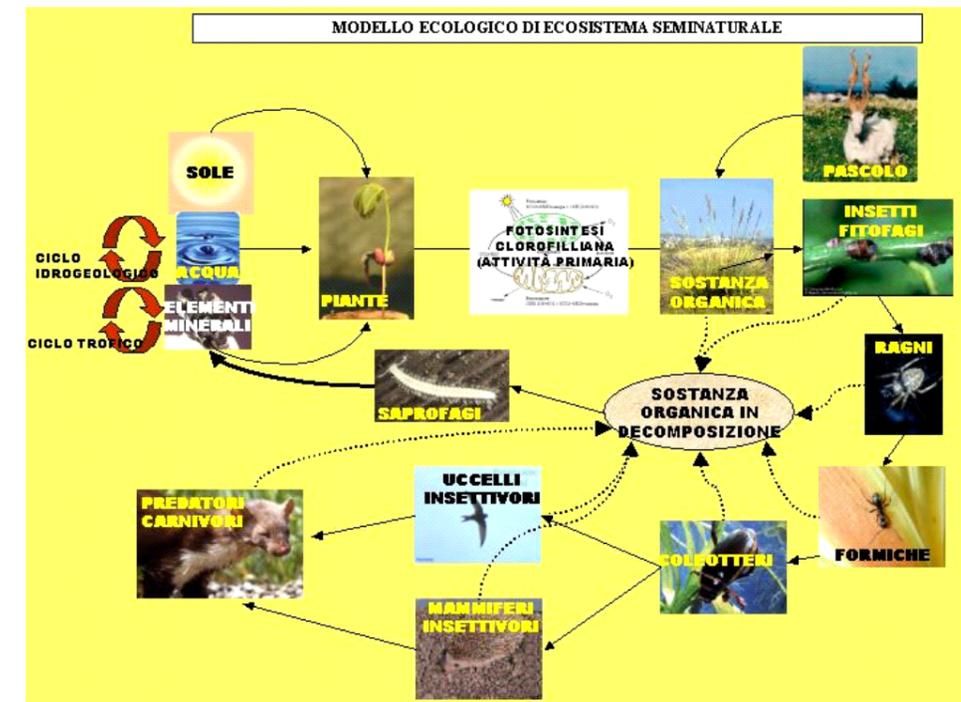
Dal punto di vista energetico le entrate sono rappresentate ancora una volta dal lavoro di fotosintesi delle piante, cui si accompagna il lavoro umano, quello delle macchine e l'energia apportata da concimi e prodotti fitosanitari, mentre le uscite sono costituite dal prelievo del frutto e dalla potatura.

6.1.3 Ecosistema seminaturale

Nelle aree coperte dalla pseudo-steppe mediterranea, le relazioni tra le varie componenti sono piuttosto complesse, seppur ancora influenzate dall'attività umana, tanto da poter connotare queste realtà come ecosistemi seminaturali. Questo termine indica quelle realtà in cui gran parte delle componenti floristiche rinvenibili è di origine spontanea, benché la fisionomia dell'ecosistema originario sia alterata. L'esistenza stessa della formazione vegetale a steppa è un frutto dell'attività umana che ne influenza tuttora il dinamismo, anche se in modo diverso rispetto al passato. Il pascolo, ad esempio, è una realtà molto più modesta, ridotta a pochi allevamenti, tale da non poter essere considerata un fattore determinante. Nel complesso si rileva una generale tendenza all'abbandono, per cui i cicli naturali, seppur compromessi da secoli di sfruttamento umano, sono comunque attivi.

Si determina così un flusso energetico abbastanza vicino a quello naturale, sostanzialmente chiuso, con cicli biogeochimici completi; da un lato all'interno dell'ecosistema si ha restituzione di sostanze organiche al suolo, così come appare libera la competizione inter ed intraspecifica, dall'altro possono giungere dalle aree vicine elementi del tutto artificiali. Il carattere di seminaturalità di questo sistema è direttamente riconducibile alla presenza delle attività umane, soprattutto il pascolo e la vicinanza dei centri abitati.

Nella figura successiva è riportato un modello ecologico di ecosistema seminaturale.



Le piante producono come sempre sostanza organica partendo da luce solare, elementi minerali e acqua cui si aggiunge, nel caso del pascolo, la sostanza organica, il calpestio e l'asportazione di specie apportati dagli animali, fattori che inducono la selezione dei popolamenti vegetali. Anche in questo caso ai produttori primari seguono i consumatori e cioè gli insetti fitofagi, i ragni, le formiche e i coleotteri e quindi uccelli e mammiferi insettivori, a loro volta fonte di nutrimento per i carnivori. Il ciclo si chiude sempre con i saprofiti, che liberano gli elementi minerali dalla sostanza organica in decomposizione.

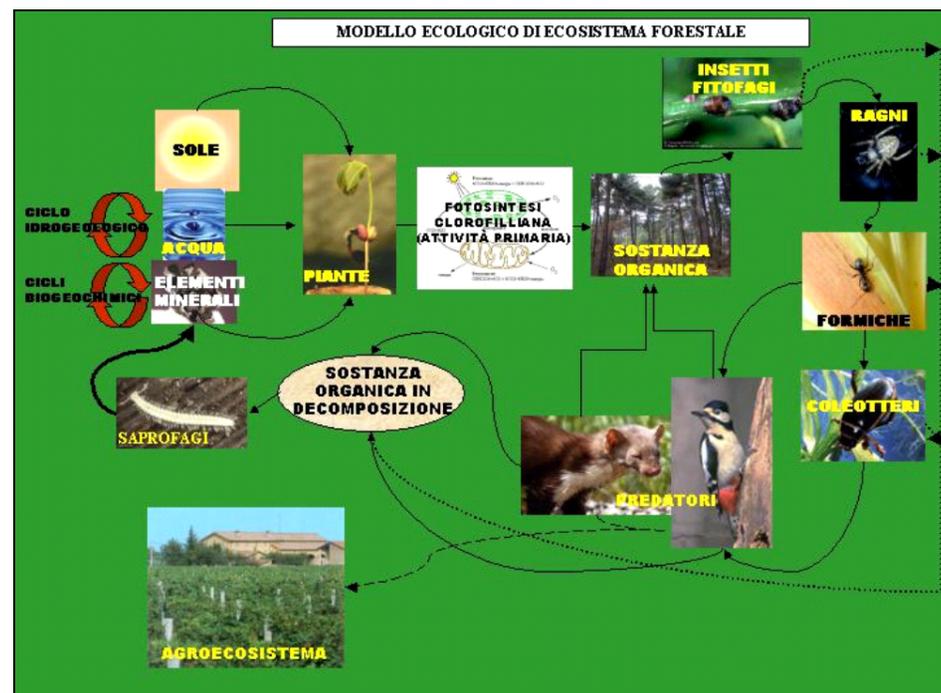
6.1.4 Ecosistema forestale

I rimboschimenti e le altre formazioni arboree costituiscono un ecosistema forestale. Queste cenosi sono di origine artificiale, trattandosi di specie impiantate e di infestanti di origine antropica. Tuttavia per le loro dimensioni e per il particolare microclima che si verifica al loro interno sono

assimilabili a boschi. La popolazione animale presente gode, al contrario di quella degli altri ecosistemi, di una certa tranquillità, dovuta alla scarsa frequentazione da parte dell'uomo.

Nei rimboschimenti gli esemplari arborei mostrano spesso diametri e chiome notevolmente sviluppati, adatti alla vita della fauna ornitica, inoltre lo spesso strato di lettiera favorisce il proliferare di varie specie di invertebrati. Nelle altre formazioni arboree, la presenza antropica è più vicina, ma non in modo invasivo. Tali formazioni mostrano maggiore stratificazione rispetto ai rimboschimenti, favorendo così la vita dei mammiferi che possono trovare un rifugio a poca distanza dalle colture, che per loro sono fonte di cibo, realizzando una forma di interscambio tra i due ecosistemi. Questo è valido anche per l'avifauna dei rimboschimenti, che può nidificare sugli alberi e usufruire, soprattutto durante l'inverno, del nutrimento delle colture.

Nella figura successiva è riportato un modello ecologico di ecosistema forestale.



Le piante producono come sempre sostanza organica partendo da luce solare, elementi minerali e acqua, costituendo nutrimento per gli insetti fitofagi e rifugio per i vertebrati. Questi ultimi si

nutrono degli insetti, visitando anche l'agroecosistema. Tutti gli organismi, alla loro morte si trasformano in sostanza organica in decomposizione che, grazie ai saprofiti permetterà l'avvio di un nuovo ciclo.

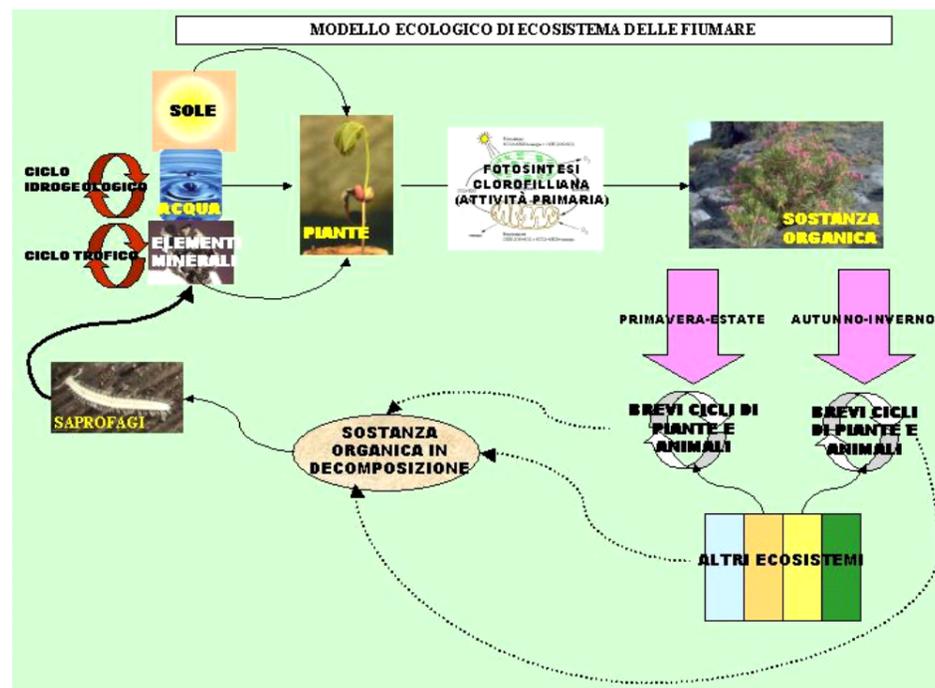
6.1.5 Ecosistema delle fiumare

Le fiumare rappresentano un ecosistema del tutto particolare. Esse infatti si mostrano completamente diverse a seconda del periodo dell'anno. Se nei mesi autunnali e invernali sono dei veri e propri corsi d'acqua assimilabili, per impetuosità ed imprevedibilità, ai torrenti di montagna, d'estate appaiono completamente secche fino a costituire piccole pianure prevalentemente argillose.

Questa differenza tra i due periodi dell'anno non permette l'instaurarsi di relazioni stabili e durature. Sul letto delle fiumare si insediano specie vegetali resistenti a regimi idrici contrastanti, mentre gli animali superiori frequentano le zone solo per brevi periodi.

D'altro canto questo tipo di alternanza è favorevole allo sviluppo di specie animali e vegetali che riescono a concludere il loro ciclo (nascita, sviluppo, riproduzione e morte), nel breve arco di tempo a disposizione, sia esso quello primaverile-estivo o quello autunno-invernale. Questi organismi, proprio per il loro particolare adattamento sono da considerarsi di interesse scientifico.

Nella figura successiva è riportato un modello ecologico di ecosistema delle fiumare.



Anche in questo caso l'energia solare innesca il processo di fotosintesi, da cui si originano i vegetali, che costituiscono la base della piramide alimentare. A questo punto le relazioni all'interno dell'ecosistema prendono strade diverse, a seconda della stagione, ognuna con cicli propri, cui partecipano elementi di altri ecosistemi. Alla fine tutto si trasforma in sostanza organica in decomposizione che, con l'intervento dei saprofagi, rientra nel ciclo.

6.2 Analisi comparativa delle alternative di progetto

Prima di arrivare all'individuazione delle aree sensibili del tracciato definitivo, sono stati valutati alcuni tracciati alternativi che sono però stati scartati per diverse criticità di carattere ambientale e vincolistico, ecc...

Dall'analisi dell'elaborato grafico "Corografia delle alternative di progetto" si evince che in realtà i tracciati alternativi in alcuni punti si sovrappongono, pertanto l'analisi delle diverse criticità sarà sviluppata per tratti omogenei all'interno dei quali effettivamente i tre tracciati alternativi e quello di progetto definitivo si differenziano tra loro; in alcuni casi, lì dove i tracciati alternativi si sovrappongono, l'analisi potrà riguardare il tracciato di progetto ed una sola alternativa.

Dall'analisi della cartografie afferenti tale componente ("Carta degli ecosistemi") è possibile individuare i tratti da analizzare partendo da Reggio Calabria verso Melito di Porto Salvo e differenziati con una colorazione e numerazione diversa in carta (Alternativa 1 di colore rosso, Alternativa 2 di colore blu ed Alternativa 3 di colore verde). L'analisi dei tracciati alternativi è sviluppata per i seguenti tratti omogenei:

- primo tratto: bretella di collegamento con la S.S. 106 attuale, fino al Km 1+000 circa del tracciato di progetto;
- secondo tratto compreso tra il Km 1+000 ed il viadotto Ferrina (Km 7+000 circa);
- terzo tratto compreso tra il Km 10+000 circa ed il Km 14+000 circa;
- quarto tratto compreso tra il Km 17+000 circa e lo svincolo di Melito di Porto Salvo.

Nel primo tratto (fino al Km 1+000 circa), il tracciato e le tre alternative corrono inizialmente in galleria; l'alternativa 2 presenta però dei tratti allo scoperto che interferiscono con l'ecosistema agricolo; è da segnalare inoltre una interferenza da parte delle alternative (1, 2 e 3) nell'attraversare l'ecosistema della fiumara di Macellara (all'altezza della progressiva Km 0+500); la soluzione progettuale scelta, invece, attraversa l'ecosistema di tipo seminaturale, quindi di minor pregio.

All'inizio del secondo tratto, poco oltre il Km 1+000 le alternative 1, 2 e 3 attraversano in viadotto l'ecosistema della fiumara di S. Giovanni, mentre il tracciato di progetto attraversa la fiumara in corrispondenza dell'ecosistema agricolo e seminaturale (pseudosteppa mediterranea) di minor valore naturalistico. Fino al Km 2+500 l'impatto delle tre alternative e del tracciato di progetto è lo stesso, in quanto corrono pressoché parallele e prevalentemente in galleria (tranne l'alternativa 3 che presenta diversi tratti in viadotto) sottopassando inizialmente l'ecosistema seminaturale della pseudosteppa e in seguito per lo più zone agricole.

All'altezza del Km 3+500 i tracciati interferiscono con l'ecosistema della fiumara di Lume, oltre la quale ha inizio la lunga galleria S.Maria che termina quasi al Km 6. Fino al Km 7 (fine del secondo tratto) l'alternativa 2 e la 3 interferiscono con l'ecosistema agricolo, mentre il tracciato di progetto lo sottopassa in galleria, risultando quindi meno impattante.

Dal Viadotto Ferrina fino al Km 10+000 circa (secondo tratto), il tracciato prescelto e le alternative di progetto, corrono pressoché parallele e per una buona parte di tale estensione sono addirittura coincidenti, pertanto valgono le stesse considerazioni che nel paragrafo successivo (Aree sensibili) sono riportate per il percorso viario oggetto del presente Studio

All'inizio del terzo tratto le alternative e il tracciato di progetto viaggiano in galleria, una volta allo scoperto attraversano l'ecosistema seminaturale e poi l'agricolo, nel caso del tracciato di progetto però l'impatto sui coltivi è minore in quanto vengono attraversati in viadotto. Inoltre mentre il tracciato di progetto attraversa in un solo tratto e su viadotto la fiumara di Molaro, le alternative interferiscono con la stessa fiumara in due tratti, di cui soltanto il primo viene attraversato su viadotto. Fino alla fine del terzo tratto non vi sono differenze sostanziali di impatto sugli ecosistemi tra le alternative e il tracciato di progetto.

Nell'ultimo tratto (4°) infine, le Alternative 1 e 3 attraversano in maniera trasversale le fiumare di S. Elia e Melito e non ortogonalmente come per il tracciato prescelto e l'Alternativa 2, che in questo caso risultano essere le soluzioni progettuali migliori. Per il resto del tratto non si rinvengono differenze sostanziali tra le alternative ed il tracciato di progetto, tranne in corrispondenza della fiumara di Melito, dove il tracciato di progetto e l'alternativa 1 e 2 risultano interferire in misura minore con l'ecosistema della fiumara in quanto la attraversano completamente in viadotto, al contrario dell'alternativa 3; si segnala inoltre il fatto che il tracciato di progetto e le alternative 1 e 2 hanno una maggiore estensione dei tratti in galleria rispetto all'alternativa 3.

Pertanto, dalla disamina delle alternative progettuali con il tracciato prescelto, si evince che il tracciato definitivo supera alcune delle criticità incontrate con le altre alternative, risultando così la soluzione progettuale ottimale. Inoltre, la soluzione progettuale scelta consente coperture più appropriate per i tratti in galleria e per quanto concerne la sottrazione di suolo, quest'ultima interferenza è limitata ad un'estensione lineare di soli 1,5 chilometri a fronte dei circa 3 chilometri delle Alternative 1 e 2 e dei 4,7 circa chilometri dell'Alternativa 3. Pertanto, anche per ciò che concerne la sottrazione di suolo, la soluzione scelta risulta la migliore.

Per ciò che concerne gli interventi di mitigazione/compensazione, si rimanda a quanto già esposto nel par. 5.3.

6.3 Aree sensibili

Il grado di sensibilità e la valenza ecosistemica degli ambiti individuati è naturalmente da attribuire a seconda del grado di artificialità proprio delle singole unità, quindi è direttamente relazionabile a questo fattore.

Pertanto le aree di maggior pregio ecosistemico sono sicuramente da ricondurre alle zone boscate, alle fiumare e ai corsi d'acqua in generale, senza trascurare l'importanza dell'ecosistema seminaturale, non solo come valore in sé, ma anche come punto di contatto tra il comparto agricolo e urbano e i settori più propriamente naturali.

Gli ecosistemi agricolo e urbano si rivelano invece fortemente artificializzati e quindi di valenza ecosistemica inferiore. Per suffragare quest'ultima affermazione si riportano di seguito quali sono i problemi ecologici che affliggono questi ecosistemi e sono di fatto insiti nella loro natura, per cui difficilmente rimovibili, se non stravolgendone completamente i principi ispiratori e di esistenza.

Segue la trattazione degli effetti in fase di costruzione e di esercizio sugli ecosistemi presenti nell'area di studio.

6.3.1 Problemi ecologici dell'ecosistema agricolo

Allo stato naturale il suolo è la base per la produzione di alimenti e foraggio e di materie prime organiche, è una riserva per le sostanze nutritive delle piante e per l'acqua piovana che raccoglie. Esso funziona da filtro, tampone, produttore e depuratore delle acque sotterranee.

Dopo l'inizio dello sfruttamento agricolo l'erosione del suolo è comparsa nei terreni in pendio. Le grandi superfici riunite e gli ambienti rurali, "ripuliti" da siepi e alberature dopo la ricomposizione fondiaria, sono esposti maggiormente all'influenza del clima. Attualmente in Europa la perdita annuale di suolo supera la formazione annuale di nuovi suoli di ben 50-100 volte. L'erosione del terreno causa perdite di sostanze nutritive e di humus, con diminuzione della produttività.

Il compattamento del suolo dovuto al passaggio dei mezzi agricoli arriva fino a 60 cm di profondità, per cui il volume dei pori, particolarmente di quelli più grandi, diminuisce, come il volume dell'aria e acqua in essi contenuti. Questo influenza l'insieme delle funzioni del suolo.

La lavorazione con le macchine agricole altera la struttura del suolo. Il terreno arato presenta, dopo 5 anni di coltivazione, una struttura laminare a blocchi angolari con il 50% di materiale organico non decomposto e basso contenuto di radici, mentre la situazione è migliore per i terreni lavorati con l'erpice.

Un altro problema è rappresentato dall'apporto di sostanze al suolo. Si devono distinguere due forme di immissione di sostanze nei terreni agricoli: l'apporto volontario per un determinato scopo (concimi, fitofarmaci) e la ricaduta accidentale di diverse emissioni antropiche trasportate dall'atmosfera, che non dipendono dalla coltivazione del terreno.

Per aumentare il rendimento esistono diversi metodi di concimazione, attraverso i fertilizzanti minerali o la concimazione organica.

Nei sistemi agricoli intensivi è notevole anche l'impiego di fitofarmaci. Nel terreno i pesticidi vengono assorbiti dalle particelle di suolo, si accumulano negli organismi, vengono decomposti chimicamente o biologicamente e passano nelle acque sotterranee per dilavamento. La parte dei residui agglomerati al suolo è rilevante.

Le conseguenze dei fitofarmaci sugli esseri viventi del suolo sono diverse a seconda dei principi attivi e delle specie di organismi.

Gli animali del suolo vengono a contatto con i prodotti agrochimici direttamente, durante il cospsargimento, o per l'assunzione dell'erbicida assieme al loro nutrimento, oppure di sostanze volatili tramite gli organi della respirazione, o ancora attraverso l'acqua capillare del suolo che discioglie gli erbicidi. Ragni, formiche, scarabei e carabidi, essendo predatori, vengono maggiormente a contatto diretto con le sostanze tossiche. Gli insetticidi danneggiano e distruggono anche le popolazioni di lombrichi.

L'ecosistema agricolo, soprattutto nell'ambito di una concezione "industriale" dell'agricoltura, appare quindi di per sé molto alterato, per cui l'intervento dell'uomo non ne stravolge l'equilibrio e non apporta grandi cambiamenti alle sue componenti, se non un ulteriore incentivo all'erosione e al compattamento del suolo, oltre che una maggiore immissione di inquinanti.

6.3.2 Problemi ecologici dell'ecosistema urbano

Le zone densamente popolate degli insediamenti urbani sono considerate ecosistemi estremi. Esse sono caratterizzate da continui problemi ambientali. Questi ultimi sono direttamente visibili nell'eccessiva edificazione sulle grandi superfici e nell'utilizzazione degli ambienti ai confini della città, per l'espansione delle abitazioni e delle vie di comunicazione.

I carichi che pesano sull'ambiente possono essere osservati nell'interpenetrazione immediata della città e dei suoi dintorni: incorporazione delle zone verdi adiacenti, eliminazione dei rifiuti (acque reflue, spazzatura, aria inquinata), migrazione delle specie e altro.

Le città sono costituite di mezzi tecnici come edifici, reti stradali, canalizzazioni, macchine e suppellettili e differiscono dunque in tutti i loro elementi biotici o abiotici dall'ecosistema dell'ambiente che le circonda.

Le cause sono da ricercare nelle progressive coperture delle superfici (asfalto, lastrico), nel compattamento del terreno, nelle emissioni delle industrie e degli impianti che producono energia, nelle grandi quantità di gas di scarico e nei piani di occupazione dei suoli.

Le caratteristiche ecologiche delle città possono essere esaminate facendo il confronto con un ecosistema naturale:

| PARAMETRO | CONFRONTO CON LO STESSO PARAMETRO IN UN ECOSISTEMA NATURALE |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Irradiazione totale | -20% |
| Irradiazione UV in inverno | da -70% a -100% |
| in estate | da -10% a -30% |
| Annuvolamento | da +5% a +10% |
| Nebbia dovuta agli aerosol in inverno | +100% |
| in estate | da +20% a +30% |
| Precipitazioni annuali | da +5% a +10% |
| Rugiada | -65% |
| Neve | da -5% a -10% |
| Temperatura annuale | da +0.5% a +1% |
| Temperatura minima invernale | da +1°C a +3°C |

| PARAMETRO | CONFRONTO CON LO STESSO PARAMETRO IN UN ECOSISTEMA NATURALE |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Durata del periodo di gelo | -25% |
| Giorni di gelo e ghiaccio | -45% |
| Evaporazione annuale | da -30% a -60% |
| Umidità relativa | -6% |
| Velocità del vento | da -20% a -30% |
| Periodo vegetativo | Da +8 a +10 giorni |

Si ha la tendenza alla riduzione dei produttori. Poiché dall'esterno l'uomo porta energia ai consumatori, i produttori non possono fornire loro una nutrizione sufficiente e non possono quindi condurre a termine il loro compito di fornire energia all'ecosistema. Per questo la relazione naturale produttori/consumatori si inverte nella piramide alimentare, a favore di una prevalenza di consumatori, costituiti da uomini e animali.

Il territorio cittadino agisce selettivamente a causa dell'alta densità di popolazione umana e dei suoi interventi intensivi e aritmici, per cui si sviluppano una flora e una fauna cittadine particolari che, con l'esclusione degli animali domestici e delle piante da giardino, talvolta anche degli uccelli, sono più povere di specie della campagna circostante e possiedono associazioni di specie caratteristiche.

Per la copertura dei terreni e la presenza di detriti artificiali difficilmente riutilizzabili, i decompositori non portano a termine i loro compiti di demolizione e reintroduzione di sostanze nutritive. I rifiuti devono perciò essere portati nelle discariche. Siccome anche i consumatori non possono svolgere totalmente il loro ruolo, gli ecosistemi antropici sono privi di autoregolazione, contrariamente agli ecosistemi naturali.

Da queste considerazioni emerge che anche l'ecosistema urbano, così come quello legato all'agricoltura intensiva, essendo già per sua natura fortemente alterato, non risente di particolari effetti collaterali dovuti alla realizzazione del progetto in esame, se non un aumento del carico di inquinanti e un'ulteriore diminuzione dei produttori.

6.4 Individuazione degli elementi di una potenziale Rete ecologica

Il tema delle reti ecologiche si è affermato in Europa, nell'ultimo decennio come tema centrale delle politiche ambientali ed ha portato ad una nuova concezione delle politiche conservative, passando dal concetto di conservazione di specifiche aree protette a quello di conservazione dell'intera struttura degli ecosistemi presenti nel territorio. La presa d'atto che una sorgente significativa di criticità ai fini della conservazione della natura è quella legata ai processi di frammentazione del sistema naturale, ha prodotto lo consapevolezza, negli anni più recenti, che non è sufficiente una politica di conservazione di unità territoriali (Parchi e Riserve) tra loro funzionalmente scollegate, "isole" entro il mare ostile delle attività umane ad elevata pressione ambientale. Questa evoluzione verso un approccio globale alla conservazione ha prodotto il concetto di rete ecologica, intesa come un sistema interconnesso di habitat, di cui salvaguardare la biodiversità.

La tutela degli ambienti naturali e delle comunità biologiche ivi incluse, non deve quindi limitarsi alla stretta protezione dell'area perimetrata ma deve tener conto delle dinamiche biologiche a scala di paesaggio. Una rete ecologica può essere considerata, in sintesi, come l'insieme delle unità ecosistemiche naturali o para-naturali (corsi d'acqua, zone umide e laghetti, boschi e macchie, siepi e filari) presenti su un dato territorio, tra loro collegate in modo funzionale. Si tratta più precisamente una rete fisica di aree centrali (parchi o riserve naturali), collegate da corridoi e sostenute da zone cuscinetto, per facilitare la dispersione e la migrazione delle specie ai fini della conservazione della natura, dentro e fuori le aree protette.

Un approccio importante alla conservazione della biodiversità consiste nell'interpretazione delle unità territoriali attraverso la prospettiva ecologica di una specie o di un gruppo di specie (faunistiche o floristiche) definite perciò specie guida.

Il territorio di indagine è caratterizzato dal prevalere di tre diversi ambiti paesaggistici (ambito costiero e delle valli urbanizzato, ambito collinare a destinazione agraria, ambito delle fiumare) che sono stati individuati dall'analisi dei segni principali del paesaggio, sia naturali che antropici che caratterizzano la struttura del territorio stesso (si veda Tavola "Carta degli ambiti paesaggistici").

Tramite un'analisi a scala di paesaggio di un ambito territoriale ampio rispetto al corridoio di studio, si possono individuare una serie di zone che potrebbero costituire elementi di una rete ecologica; tuttavia questi si presentano estremamente frammentati, sia a causa della forte antropizzazione dei rilievi collinari a destinazione agricola, sia dell'urbanizzazione costiera, tanto che individuare una loro potenziale interconnessione (elemento di base per costituire una vera e propria rete) risulta molto difficoltoso.

La geometria della rete ha infatti una struttura fondata sul riconoscimento di aree centrali (*core areas*) ove la specie guida mantenga popolazioni sostenibili nel tempo, fasce di protezione (*buffer*

zones) per ridurre i fattori di minaccia alle aree centrali, fasce di connessione (corridoi) che consentano lo scambio di individui tra le aree precedenti, in modo da ridurre i rischi di estinzione delle singole popolazioni locali.

Le scale delle reti di questo tipo sono molto variabili: potranno infatti essere di livello locale o sovra-regionale, in funzione delle specie considerate; le unità di riferimento a loro volta potranno essere costituite da microhabitat locali, da unità ecosistemiche spazialmente definibili, da ecomosaici a matrice naturale collegati attraverso una struttura di rete fortemente articolata in diverse unità geografiche.

Più in dettaglio le “core areas” (aree centrali; dette anche nuclei, gangli o nodi) consistono in aree naturali di grande dimensione, di alto valore funzionale e qualitativo ai fini del mantenimento della vitalità delle popolazioni delle specie protette. Costituiscono l’ossatura della rete ecologica. Si tratta di aree con caratteristiche di “centralità”, tendenzialmente di grandi dimensioni, in grado di sostenere popolamenti ad elevata biodiversità e quantitativamente rilevanti e di ridurre così i rischi di estinzione per le popolazioni locali delle specie protette, costituendo al contempo una importante sorgente di diffusione per individui mobili in grado di colonizzare (o ricolonizzare) nuovi habitat esterni; popolamenti con queste caratteristiche avranno anche maggiori probabilità di avere, al loro interno, forme di resistenza nei confronti di specie aliene potenzialmente capaci di sostituire quelle autoctone presenti. Le aree protette costituiscono vocazionalmente “core areas”.

Nell’ambito di studio le seguenti tre aree SIC potrebbero costituire delle “core areas”: “Fiumara di Melito” (IT9350132), “Calanchi di Maro Simone” (IT9350138) e “Capo dell’Armi” (IT9350140).

Le “Buffer zones” (zone cuscinetto o di protezione) consistono in settori territoriali limitrofi alle core areas. Hanno funzione protettiva nei confronti di queste ultime riguardo agli effetti deleteri della matrice antropica (effetto margine) sulle specie più sensibili. Situazioni critiche possono crearsi per le core areas in caso di contatto diretto con fattori significativi di pressione antropica; sono così da prevedere fasce esterne di protezione ove siano attenuate ad un livello sufficiente cause di impatto potenzialmente critiche.

Nell’ambito di studio aree che potrebbero avere la funzione di “buffer zones” sono molto limitate e poco estese; si tratta più che altro di alcune zone occupate dai rimboschimenti che si trovano a contatto dei SIC, quali ad esempio quelle situate ad est del SIC “Fiumara di Melito” e ad ovest del SIC “Calanchi di Maro Simone”. Anche le zone occupate dalla pseudo steppa mediterranea, come forme di degradazione della macchia mediterranea, se opportunamente tutelate e ripristinate potrebbero costituire delle zone di protezione; esse meritano comunque attenzione, anche in relazione alla particolarità e instabilità del clima mediterraneo.

I *corridoi ecologici* (*Wildlife/ecological corridors*) sono collegamenti lineari e diffusi fra core areas e fra esse e gli altri componenti della rete. La loro funzione è mantenere e favorire le dinamiche di dispersione delle popolazioni biologiche fra aree naturali, impedendo così le conseguenze negative dell’isolamento. Il concetto di “corridoio ecologico”, ovvero di una fascia continua di elevata naturalità che colleghi differenti aree naturali tra loro separate, esprime l’esigenza di limitare gli effetti perversi della frammentazione ecologica; sebbene i corridoi ecologici possano costituire a loro volta in determinate circostanze fattori di criticità (ad esempio per le possibilità che attraverso di essi si diffondano specie aliene invasive), vi è ampio consenso sull’importanza strategica di prevedere corridoi ecologici, opportunamente studiati, in un’ottica di superamento degli effetti negativi della artificializzazione diffusa del territorio.

La individuazione su cartografie tematiche di tali ambienti naturali continui non corrisponde necessariamente ad una loro efficacia funzionale, dipendendo quest’ultima da fattori intrinseci (area del corridoio, ampiezza, collocazione rispetto ad aree “core”, qualità ambientale, tipo di matrice circostante, ecc.) ed estrinseci (caratteristiche eto-ecologiche delle specie che possono, potenzialmente, utilizzarlo).

Nell’ambito di studio i corridoi ecologici consistono soprattutto negli ambiti delle principali fiumare (Fiumara Molaro, Fiumara di S.Elia, Fiumara di Anna e Fiumara di Melito), che tuttavia, si inseriscono all’interno di un paesaggio fortemente antropizzato che non consente loro di svolgere la funzione di collegamento tra le varie componenti.

In conclusione si può affermare, come già sottolineato in precedenza, che le aree ad elevata naturalità presenti nel territorio di studio e gli elementi che potrebbero costituire le “zone di protezione” e i corridoi di interconnessione risultano allo stato attuale talmente frammentati e ridotti da non poter svolgere una vera e propria funzione di rete ecologica.

6.5 Effetti in fase di costruzione

In funzione delle caratteristiche e delle valenze del territorio di inserimento progettuale, delle tipologie di intervento e delle relative azioni di progetto necessarie per la realizzazione delle opere e dei manufatti, la lista degli impatti potenziali indotti, per la componente “Ecosistemi”, in fase di costruzione risulta essere la seguente:

- Eliminazione o alterazione di habitat reversibile

- Eliminazione o alterazione di habitat irreversibile
- Alterazione degli ecosistemi naturali reversibile
- Alterazione delle componenti biologiche di connessione reversibile

6.5.1 Eliminazione o alterazione di habitat reversibile e irreversibile

Durante la fase di costruzione dell'opera possono essere condotte azioni la cui conseguenza diretta o indiretta potrebbe essere la compromissione di alcuni habitat. Con questo termine si intende l'insieme delle condizioni fisiche e chimiche che caratterizzano un ambiente e lo rendono adatto ad ospitare esseri viventi.

Negli ecosistemi dunque si può riconoscere l'esistenza di ambienti meno estesi e molto specializzati che sono indicati col nome di habitat: ad esempio, nelle foreste habitat particolari sono la lettiera, i tronchi e rami caduti e marcescenti, le radure, la chioma degli alberi, le cappelle di talune specie di funghi.

Nel caso in esame la componente abiotica dell'ecosistema può essere stravolta in seguito agli scavi e all'inquinamento idrico e atmosferico. A questo bisogna aggiungere l'effetto del calpestio di uomini e mezzi, per cui il terreno verrebbe premuto (verticalmente), traslato (orizzontalmente o lungo la pendenza), sbriciolato, dilavato, indurito e impastato. I suoli nudi subiscono inoltre una modificazione del microclima che porta ad aumento della temperatura ed evaporazione.

Questo tipo di impatto all'interno del corridoio di studio è stato localizzato in corrispondenza delle formazioni arboree naturali o artificiale e delle fiumare.

6.5.1.1 Localizzazione degli impatti

Si prevede alterazione reversibile dell'habitat della fiumara in occasione della costruzione del viadotto sulla Fiumarella di Lume, mentre in corrispondenza dell'imbocco Nord della carreggiata Sud, della galleria alla progressiva Km 8+100, che si trova nelle vicinanze del Fosso valardi 1, si prevede la distruzione irreversibile dell'habitat dell'ecosistema forestale che accompagna detto

fosso, effetto che si prolunga anche nel tratto che porta dalla galleria al viadotto che lo attraversa. Anche la costruzione di detto viadotto comporterà l'eliminazione del medesimo habitat che potrà, seppure lentamente, essere ricostituito, così come nel tratto di galleria artificiale sovrastante l'imbocco citato.

Anche per gli imbocchi Nord della galleria alla progressiva Km 11+700 si prevede la distruzione irreversibile dell'habitat dell'ecosistema forestale del rimboschimento interessato, impatto che potrà essere mitigato nel tratto in artificiale nei pressi dell'imbocco.

Anche l'attraversamento della Fiumara Molaro ne comprometterà l'habitat, anche se in modo reversibile e lo stesso vale per i viadotti sul Fosso Saline. È da segnalare la compromissione irreversibile dell'habitat della parte dell'area golenale di detto fosso che rimarrà isolata rispetto al resto, in seguito alla costruzione del tratto di collegamento tra il viadotto e la galleria.

Un altro caso di compromissione irreversibile di habitat dell'ecosistema delle fiumare lo si riscontra nel tratto della fiumara di S. Elia occupato dalle rampe di svincolo, mentre dove l'attraversamento avviene in viadotto, il medesimo impatto si configura come reversibile.

Un discorso analogo può essere trasferito all'attraversamento della Fiumara di Melito dove nella parte in viadotto l'impatto è reversibile, mentre dove ci sono le rampe di svincolo è irreversibile.

6.5.2 Alterazione degli ecosistemi naturali reversibile

Nel corridoio di studio gli ecosistemi più significativi sono quelli seminaturale, delle fiumare e forestale. Per valutare l'interferenza con essi si valutano le problematiche legate alle componenti biotiche e abiotiche. Laddove quindi sia modificato in modo sostanziale l'assetto vegetazionale o faunistico, o le condizioni fisiche, è possibile ipotizzare un'alterazione a livello ecosistemico, che può essere considerata reversibile, dove lo siano le alterazioni delle singole componenti.

Per localizzare questo tipo di impatto nel corridoio di studio all'interno degli ecosistemi seminaturale, delle fiumare e forestale, si verifica dove c'è un significativo disturbo della fauna, dell'habitat, o dell'assetto idraulico.

6.5.2.1 Localizzazione degli impatti

È prevista alterazione reversibile degli ecosistemi naturali in corrispondenza dell'attraversamento della Fiumara di Lume, della Fiumara Molaro, della parte in viadotto sulla fiumara di S. Elia, dell'attraversamento della Fiumara di Annà e dell'attraversamento in viadotto della Fiumara di Melito.

6.5.3 Alterazioni delle componenti biologiche di connessione reversibile

In molti paesaggi antropizzati, quale parzialmente risultano l'area interessata dall'intervento e i suoi dintorni, il libero movimento degli organismi animali è ridotto o addirittura impedito da una matrice dominante ad esso ostile, attribuendo così importanza ecologica a quei corridoi vegetazionali, più o meno relitti e residuali che rendono il territorio permeabile.

Il passaggio di una strada all'interno di un'area boscata, di una prateria o di un cespuglieto, comporta di fatto una compartimentazione del territorio, in cui le strade inducono il cosiddetto "effetto barriera".

Quando un biotopo viene diviso si parla di "effetto taglio", per cui si determinano ambiti dai confini fortemente marcati, privi di passaggi naturali da un ecosistema all'altro. Il budget energetico ridotto e la minore gamma di risorse dei biotopi isolati provocano una riduzione del numero di specie, soprattutto nei più alti gradi della piramide alimentare. La diminuzione delle superfici dei biotopi isolati riduce inoltre la possibilità di migrazione degli individui, che determina un impoverimento genetico della popolazione, fino alla sua estinzione.

I biotopi isolati possono tuttavia anche servire per brevi periodi come zone di rifugio e di passaggio per una gamma di specie determinata dal caso, comprendente specie in fuga da guasti ambientali (specie rifugiate) e migranti, per cui si può sviluppare un'alta introduzione di specie con perdita della stabilità ecologica, a causa delle modificazioni di specie stenoecie e rare per apporto di specie migranti.

Dapprima se ne vanno le grosse specie, che hanno una bassa densità di popolazione e necessitano di grandi spazi per vivere, quindi la cima della piramide alimentare diminuisce la pressione ecologica sulla società vivente, cosa che favorisce la moltiplicazione delle specie

sottostanti, cosicché si può arrivare a un notevole incremento del numero di individui di solo poche specie.

I rischi sopra elencati sono sempre presenti quando si "taglia" un territorio, mentre il grado con cui possono manifestarsi dipende dal livello di naturalità dell'area.

Ambiti particolarmente delicati da questo punto di vista sono ad esempio le formazioni vegetali che accompagnano i corsi d'acqua, comprese le fiumare, o comunque tutte quelle formazioni a sviluppo lineare che gli animali possono utilizzare per spostarsi.

6.5.3.1 Localizzazione degli impatti

Si prevede alterazione di una componente biologica di connessione in corrispondenza dell'attraversamento della Fiumara di Motta, del Fosso Valiardi 1, della Fiumara Molaro, del Fosso Saline, della parte in viadotto dell'attraversamento della Fiumara di S. Elia, dell'attraversamento della Fiumara di Annà e della parte in viadotto dell'attraversamento della Fiumara di Melito.

6.6 Effetti in fase di esercizio

In funzione delle caratteristiche e delle valenze del territorio di inserimento progettuale, delle tipologie di intervento e delle relative azioni di progetto implicite nell'esercizio delle opere in esame, la lista degli impatti potenziali indotti, per la componente "Ecosistemi", in fase di esercizio risulta essere la seguente :

- Alterazione degli ecosistemi naturali irreversibile
- Alterazione delle componenti biologiche di connessione irreversibile

6.6.1 Alterazione degli ecosistemi naturali irreversibile

Per quanto concerne l'alterazione irreversibile degli ecosistemi naturali, questo tipo di impatto è potenzialmente presente ovunque il tracciato passi attraverso un ecosistema naturale o seminaturale.

Bisogna infatti ricordare che in corrispondenza e nelle vicinanze di un'infrastruttura viaria si verificano particolari condizioni microclimatiche, che si estendono largamente fino alle zone ai margini, portando condizioni estreme a causa della più forte irradiazione e della maggiore riflessione, con temperature ed evaporazione più elevate. Nelle massicciate e nelle fessure del terreno si può accumulare aria fredda e inoltre le particelle di polvere formano nuclei di condensazione per nebbie e precipitazioni. Il cambiamento del microclima può portare ad una modificazione della composizione specifica di piante e animali e può interferire con i processi pedogenetici.

La diversità specifica può quindi diminuire; essa può aumentare qualitativamente e quantitativamente per l'introduzione di specie euriecie. Le specie stenoecie dei biotopi naturali invece emigrano definitivamente.

Premessa questa nota di carattere generale, si può passare alla localizzazione di tale tipo di impatto, per sottolineare dove questo è maggiore, cioè dove oltre agli effetti prima descritti, si aggiunge un'alterazione specifica di qualche componente dell'ecosistema attraversato.

6.6.1.1 Localizzazione degli impatti

Si prevede alterazione irreversibile degli ecosistemi naturali nella porzione triangolare di area golenale del Fosso Saline, che rimane separata dal resto e lo stesso tipo di impatto lo si prevede per le rampe dello svincolo sulla Fiumara di S. Elia e per le rampe dello svincolo sulla Fiumara di Melito.

6.6.2 Alterazione delle componenti biologiche di connessione irreversibile

L'alterazione irreversibile delle componenti biologiche di connessione si può ravvisare quando queste, pur non essendo eliminate e continuando quindi a svolgere la loro funzione connettiva, vengono in parte menomate, per cui l'animale di passaggio, può usufruire di una minor porzione del corridoio, perché una parte di esso non presenta più le caratteristiche ecologiche adatte.

6.6.2.1 Localizzazione degli impatti

Si prevede alterazione irreversibile delle componenti biologiche di connessione in corrispondenza delle rampe dei due svincoli di Montebello e di Melito.

7 VALUTAZIONE DI INCIDENZA AMBIENTALE PER IL SITO DI INTERESSE COMUNITARIO IT9350132 “FIUMARA DI MELITO”

7.1 Premessa

Il presente studio, relativo al progetto per la realizzazione di variante della S.S. 106, si pone come obiettivo l'individuazione di eventuali fattori di incidenza determinati dalla realizzazione e dall'esercizio delle opere di progetto sugli habitat e sulle specie vegetali ed animali individuate nel proposto Sito di Importanza Comunitaria denominato “Fiumara di Melito”(IT9350132), nonché di individuare tutte le azioni atte a prevenire, ridurre, mitigare e compensare le eventuali interferenze.

La Valutazione di Incidenza se correttamente realizzata ed interpretata consente di raggiungere un rapporto equilibrato tra conservazione degli habitat e delle specie ed uso sostenibile del territorio, principio basilare della rete Natura 2000.

Natura 2000 è la rete delle aree naturali e seminaturali d'Europa cui è riconosciuto un alto valore biologico e naturalistico. Oltre ad habitat naturali, Natura 2000 accoglie al suo interno anche habitat trasformati dall'uomo, come paesaggi colturali che presentano peculiarità e caratteristiche specifiche.

L'obiettivo di Natura 2000 è di contribuire alla salvaguardia della biodiversità degli habitat, della flora e della fauna selvatiche attraverso l'istituzione di Zone di Protezione Speciale sulla base della Direttiva “Uccelli” e Zone Speciali di Conservazione sulla base della Direttiva “Habitat”.

In Italia tramite il progetto Bioitaly (finanziato dallo strumento comunitario denominato “Life Natura”) sono state individuate un complesso di aree proposte come Siti di Importanza Comunitaria (pSIC). In particolare la Calabria annovera ben 171 pSIC, occupanti una superficie pari al 5% circa del territorio regionale, tutti ascrivibili alla regione biogeografia mediterranea.

Per la redazione del presente studio si è fatto riferimento all'art. 5 del DPR n. 357 dell'8/9/97.

7.2 Inquadramento territoriale

L'area interessata dal progetto è localizzata nella provincia di Reggio Calabria, in prossimità della costa jonica meridionale, qualche chilometro più a sud del Parco Nazionale dell'Aspromonte.

Il contesto in cui si inserisce risulta costituito prevalentemente da rilievi collinari di origine sedimentaria (depositi marini sabbioso-argillosi), su cui è presente una scarsa copertura vegetale sia per la natura dei suoli che per i notevoli impatti antropici presenti nella zona di foce e nell'entroterra. Il paesaggio vegetale originario, totalmente alterato, è rappresentato da forme di degradazione della macchia mediterranea, note come *pseudosteppe*. Si tratta di formazioni erbacee xerofile, utilizzate per il pascolo ovino. Qui la vegetazione arborea appare fortemente ridotta a piccoli nuclei di rimboschimento, costituiti da specie alloctone come *Pinus* spp. ed *Eucalyptus globulus*.

A causa della morfologia del territorio, i centri abitati sono disposti principalmente lungo un'esigua fascia costiera. Ben evidente è il degrado e l'incuria dovuti alle attività umane: fenomeni dilaganti di abusivismo edilizio; inquinamento dovuto alla mancanza di adeguati sistemi di depurazione delle acque e discariche abusive, diffuse soprattutto nella zona di foce.

Nelle aree più interne sono presenti piccoli centri abitati disposti per lo più nelle vicinanze della fiumara. Qui insistono le attività estrattive e le coltivazioni estensive di agrumi. Anche nell'entroterra, come lungo la costa, sono diffusi i fenomeni di degrado dovuti all'abusivismo edilizio e alla presenza di discariche abusive.

Nel contesto sopradescritto vengono a trovarsi tre pSIC denominati: “Fiumara di Melito” (IT9350132), “Calanchi di Maro Simone” (IT9350138) e “Capo dell'Armi” (IT9350140).

Il progetto di variante della S.S. 106 interessa in modo diretto solo il primo dei suddetti pSIC, per il quale si riporta nel presente lavoro lo Studio di Valutazione di Incidenza Ambientale, come prescritto nell'art. 5 del DPR 357/97.

I restanti pSIC, non essendo direttamente interessati dal progetto in questione, non sono stati sottoposti a Valutazione di Incidenza. Tuttavia si è ritenuto necessario, in questa sede, presentarne una descrizione sintetica, data la vicinanza con l'opera in progetto.

CAPO DELL'ARMI (IT9350140)

Il sito è rappresentato da un promontorio marino che si estende su una superficie di 67 ettari.

Costituito da un ambiente costiero con clima marcatamente arido, ospita una flora tipicamente xerica e caratterizzata dalla presenza di numerosa specie sub-mediterranee e saharo-sindiche. L'importanza dell'area risiede nel fatto di rappresentare una stazione marcatamente arida con presenza di specie xeroterme, molto rare in Italia o esclusive di questo promontorio.

L'abusivismo edilizio, l'eliporto e i rimboschimenti con specie non autoctone e la presenza di una cava attiva per l'estrazione di materiale litoide, localizzata nel settore di nord-ovest, determinano un alto grado di vulnerabilità del pSIC.

Da sottolineare è anche il fatto che l'area, anche se marginalmente, è attraversata dalla S.S. 106. Ne consegue una frammentazione degli habitat ed un disturbo per la fauna.

Al fine di fornire una più accurata descrizione dell'area, si allega al presente studio una scheda descrittiva.

SCHEDE DESCRITTIVE

CAPO DELL'ARMI

(IT9350140)

LOCALIZZAZIONE DEL SITO

Localizzazione centro sito: longitudine E 15 40 48

latitudine 37 57 22

Area: ha 67

Altezza: minima m 0 slm; massima m 132 slm; media m 80 slm

Regione amministrativa: Calabria

Regione bio-geografica: mediterranea

INFORMAZIONI ECOLOGICHE

Tipi di habitat presenti (Direttiva 92/43/CEE allegato 1):

- 5330 *Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici*

Descrizione generale della vegetazione, sintaxa, caratteristiche abiotiche: caratteristiche formazioni di boscaglia che raggiungono il massimo sviluppo nella zona termo-mediterranea, sia di suoli calcarei che silicei. In questo tipo di habitat sono inoltre incluse le numerose formazioni termofile endemiche del sud della penisola iberica, soprattutto termo-mediterranee ma in taluni casi meso-mediterranee; nella loro diversità locale, sono analoghe, e talvolta simili nell'aspetto, alla gran parte delle Phrygane del Mediterraneo orientale, comunque separate a causa della loro marcata singolarità strutturale.

Si riconoscono i seguenti sub-tipi: a) distese ad *Euphorbia*; b) garighe con dominanza ad *Ampelodesmos mauritanica*; c) boscaglie a *Chamaerops humilis*; d) steppe pre-desertiche mediterranee del *Periplocion angustifoliae* e *Anthyllidetalia terniflorae*; e) cespuglieti a ginestre dei generi *Cytisus* e *Genista* e formazioni dominate da *Lygos* spp.

Specie caratteristiche e specie chiave: (sub-tipo a) *Euphorbia dendroides*; (sub-tipo b) *Ampelodesmos mauritanica*; (sub-tipo c) *Chamaerops humilis*; (sub-tipo d) *Ziziphus lotus*, *Maytenus senegalensis* var. *europaeus*, *Periploca levigata* ssp. *angustifolia*, *Salsola webbii*, *Sideretis foetens*, *Ulex argentatus* ssp. *erinaceus*, *Lygos sphaerocarpa*, *L. monosperma*, *L. raetam* ssp. *gussonei*, *Genista umbellata*; (sub-tipo e), *G. cinerea* ssp. *speciosa*, *G. valentina*; *G. spatiodes* ssp. *retamoides*, *G. s.* ssp. *pseudoretamoides*, *G. haenseleri*, *G. ramosissima*, *G. ephedroides*, *G. dorycnifolia*, *Cytisus aeolicus*.

Copertura percentuale: 25%

Rappresentatività: buona

Grado di conservazione: media o ridotta

Valutazione globale: significativa

- 6220 * *Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*
Descrizione generale della vegetazione, sintaxa, caratteristiche abiotiche: praterie xerofile meso e termo-mediterranee ricche in terofite, con piante erbacee basse, annuali; fitocenosi a terofite di suoli oligotrofici, spesso substrati calcarei. Comunità vegetali perenni – *Thero-Brachypodietea*, *Thero-Brachypodietalia*: *Thero-Brachypodion*. *Poetea bulbosae*: *Astragalo-Poion bulbosae* (basofila), *Trifoglio-Periballion* (acidofila). Comunità vegetali annuali – *Tuberarietea guttatae*, *Trachyenetalia dystachyae*: *Trachynion dystachyae* (calcifila), *Sedo-Ctenopsion* (gipsofila), *Omphalodion commutatae* (dolomitico e silico-basofila).
 In Italia, questo habitat è presente principalmente nel Sud e nelle Isole: *Thero-Brachypodietea*, *Poetea bulbosae*, *Lygeo-Stipetea*).

Specie caratteristiche e specie chiave: *Brachypodium distachyum*, *B. retusum*.

Copertura percentuale: 20%

Rappresentatività: eccellente

Grado di conservazione: media o ridotta

Valutazione globale: eccellente

- 8210 *Pareti rocciose calcaree con vegetazione rupestre*
Descrizione generale della vegetazione, sintaxa, caratteristiche abiotiche: vegetazione delle fessure delle pareti calcaree, nella regione mediterranea e nell'area euro-siberiana fino ai livelli alpini, appartenente essenzialmente agli ordini *Potentilletalia caulescentis* e *Asplenietalia glandulosi*. Si possono identificare due livelli: a) termo e meso-Mediterraneo (*Onosmetalia frutescentis*) con *Campanula versicolor*, *C. rupestris*, *Inula attica*, *I. mixta*, *Odontites luskii*; b) montano e oro-Mediterraneo (*Potentilletalia speciosae*, che include *Silenion auriculatae*, *Galion degenii* e *Ramondion nathaliae*). Questo tipo di habitat presenta una grande diversità regionale, con molte specie endemiche.

Specie caratteristiche e specie chiave tipiche dell'Italia meridionale: *Dianthus rupicola*, *Antirrhinum siculum*, *Cymbalaria pubescens*, *Scabiosa limonifolia*.

Piante elencate in Direttiva 92/43/CEE allegato 2

Specie: Stipa austroitalica

Status: molto rara

Conservazione: media o limitata

Popolazione: isolata

Valutazione globale: eccellente

Altre specie importanti di flora e fauna

| Specie | Popolazione | Motivazione |
|-------------------------------|-------------|-------------|
| <i>Allium pentadactyli</i> | Rara | Endemica |
| <i>Aristida caerulescens</i> | Molto rara | Endemica |
| <i>Lavandola multifida</i> | Rara | Endemica |
| <i>Oryzopsis coerulescens</i> | Molto rara | Protetta |
| <i>Plantago amplexicaulis</i> | Rara | Protetta |
| <i>Salsola verticillata</i> | Rara | Protetta |
| <i>Scabiosa crenata</i> | Rara | Protetta |

DESCRIZIONE SITO

Tipi di habitat:

- Rocce, ghiaie, sabbie (5%)
- Aree deforestate coltivate con piante legnose (include orchidee, oliveti, vigneti) (5%)
- Rimboschimenti (coltivazioni di alberi esotici) (20%)
- Coltive cerealicole estensive (comprese colture a rotazione con arature regolari) (10%)
- Prati aridi, steppe (40%)
- Macchie e garighe (5%)
- Altre aree (comprende città, paesi, strade, incolti, cave, aree industriali) (15%)

Altre caratteristiche del sito

Ambiente costiero con clima marcatamente arido che ospita una flora xerica caratterizzata dalla presenza di numerose specie sud-mediterranee e saharo-sindiche.

Qualità e importanza

Stazione marcatamente xerica con presenza di specie xeroterme molto rare in Italia o esclusive di questo promontorio.

Vulnerabilità

Alto grado di vulnerabilità per urbanizzazione (case abusive, strade, eliporto). Rimboschimenti, messa a coltura.

Proprietà

Pubblico (50%); privato (50%).

CALANCHI DI MARO SIMONE (IT9350138)

Il sito, esteso per una superficie di 60 ettari, è caratterizzato dall'esistenza di aspetti calanchivi a *Lygeum spartum* che ospitano una flora steppica assente nel resto di Italia. Un'intensa erosione da parte degli agenti atmosferici sui suoli argillosi ne ha determinato la tipica morfologia calanchiva.

L'urbanizzazione, i rimboschimenti con specie alloctone, la presenza di un campo da calcio e la totale cementificazione del torrente di Maro Simone, ne determinano un alto grado di vulnerabilità.

Al fine di fornire una più accurata descrizione dell'area, si allega una scheda descrittiva.

SCHEDA DESCRITTIVA

CALANCHI DI MARO SIMONE

(IT9350138)

LOCALIZZAZIONE DEL SITO

Localizzazione centro sito: longitudine E 15 46 44

latitudine 37 55 35

Area: ha 60

Altezza: minima m 20 slm; massima m 168 slm; media m 80 slm

Regione amministrativa: Calabria

Regione bio-geografica: mediterranea

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Calanchi incisi nelle argille di età prevalentemente pliocenica di un contesto climatico che si colloca tra il meso-mediterraneo di tipo secco o subumido ed il termo-mediterraneo subumido o secco.

INFORMAZIONI ECOLOGICHE

Tipi di habitat presenti (Direttiva 92/43/CEE allegato 1):

- 6220 * *Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*

Descrizione generale della vegetazione, sintaxa, caratteristiche abiotiche: praterie xerofile meso e termo-mediterranee ricche in terofite, con piante erbacee basse, annuali; fitocenosi a terofite di suoli oligotrofici, spesso substrati calcarei. Comunità vegetali perenni – *Thero-Brachypodietea*, *Thero-Brachypodietalia*: *Thero-Brachypodion*. *Poetea bulbosae*: *Astragalo-Poion bulbosae* (basofila), *Trifoglio-Periballion* (acidofila). Comunità vegetali annuali – *Tuberarietea guttatae*, *Trachyenetalia dystachyae*: *Trachynion dystachyae* (calcifila), *Sedo-Ctenopsion* (gipsofila), *Omphalodion commutatae* (dolomitico e silico-basofila).

In Italia, questo habitat è presente principalmente nel Sud e nelle Isole: *Thero-Brachypodietea*, *Poetea bulbosae*, *Lygeo-Stipetea*).

Specie caratteristiche e specie chiave: *Brachypodium distachyum*, *B. retusum*.

Copertura percentuale: 60%

Rappresentatività: eccellente

Grado di conservazione: buona

Valutazione globale: eccellente

- 5330 *Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici*

Descrizione generale della vegetazione, sintaxa, caratteristiche abiotiche: caratteristiche formazioni di boscaglia che raggiungono il massimo sviluppo nella zona termo-mediterranea., sia di suoli calcarei che silicei. In questo tipo di habitat sono inoltre incluse le numerose formazioni termofile endemiche del sud della penisola iberica, soprattutto termo-mediterranee ma in taluni casi meso-mediterranee; nella loro diversità locale, sono analoghe, e talvolta simili nell'aspetto, alla gran parte delle Phrygane del Mediterraneo orientale, comunque separate a causa della loro marcata singolarità strutturale.

Si riconoscono i seguenti sub-tipi: a) distese ad *Euphorbia*; b) garighe con dominanza ad *Ampelodesmos mauritanica*; c) boscaglie a *Chamaerops humilis*; d) steppe pre-desertiche mediterranee del *Periplocion angustifoliae* e *Anthyllidetalia terniflorae*; e) cespuglieti a ginestre dei generi *Cytisus* e *Genista* e formazioni dominate da *Lygos* spp.

Specie caratteristiche e specie chiave: (sub-tipo a) *Euphorbia dendroides*; (sub-tipo b) *Amphelodesmos mauritanica*; (sub-tipo c) *Chamaerops humilis*; (sub-tipo d) *Ziziphus lotus*, *Maytenus senegalensis* var. *europaeus*, *Periploca levigata* ssp. *angustifolia*, *Salsola webbii*, *Sideretis foetens*, *Ulex argentatus* ssp. *erinaceus*, *Lygos sphaerocarpa*, *L. monosperma*, *L. raetam* ssp. *gussonei*, *Genista umbellata*; (sub-tipo e), *G. cinerea* ssp. *speciosa*, *G. valentina*; *G. spatoides* ssp. *retamoides*, *G. s.* ssp. *pseudoretamoides*, *G. haenseleri*, *G. ramosissima*, *G. ephedroides*, *G. dorycnifolia*, *Cytisus aeolicus*.

Copertura percentuale: 10%

Rappresentatività: significativa

Grado di conservazione: media o ridotta

Valutazione globale: significativa

Specie importanti di flora e fauna

| Specie | Popolazione | Motivazione |
|------------------------------|-------------|-------------|
| <i>Fagonia cretica</i> | Rara | Protetta |
| <i>Aristida caerulescens</i> | Rara | Endemica |

DESCRIZIONE SITO

Tipi di habitat:

- Macchie e garighe (10%)
- Prati aridi, steppe (60%)
- Colture cerealicole estensive (comprese colture a rotazione con arature regolari) (25%)
- Aree deforestate coltivate con piante legnose (include orchidee, oliveti, vigneti) (5%)

Altre caratteristiche del sito

Sito caratterizzato da intensa erosione che determina la tipica morfologia calanchiva.

Qualità e importanza

Aspetti calanchivi a *Lygeum spartum* che ospitano una flora steppica assente nel resto d'Italia.

Vulnerabilità

Alto grado di vulnerabilità per messa a coltura, rimboschimenti, urbanizzazione.

Proprietà

Privato (100%).

FIUMARA DI MELITO (IT9350132)

Le fiumare sono dei corsi d'acqua tipici del Meridione, a regime torrentizio, caratterizzate da fasi di piena ed intenso dilavamento, alternate a prolungate fasi di magra.

Una delle peculiarità delle fiumare è quella di avere un corso relativamente breve (30-35 km) e di percorrere grandi dislivelli in così brevi tragitti (passando da 2000 m a 0 m). Altro aspetto che rende uniche le fiumare rispetto agli altri corsi d'acqua è quello di non avere una vera e propria sorgente.

Le fiumare presentano inoltre una singolare morfologia per l'insistente azione di modellamento esercitata dalle acque, che rovinosamente confluiscono negli alvei talvolta incassati tra ripide

pareti. Lo scorrere vorticoso delle acque, durante i periodi di piena, porta alla formazione di ampi alvei (che possono raggiungere alcune centinaia di metri), che nei tratti pianeggianti, in vicinanza della foce, interessano vaste superfici, con consistenti ed estese golene.

L'alveo fluviale è costituito da numerosi rami intrecciati, diversamente interessati dallo scorrimento delle acque e da una serie di terrazzamenti fluviali con prevalenza di sabbie e ciottoli.

Questi corsi d'acqua ospitano una vegetazione prevalentemente erbacea ed arbustiva, mentre le aree golenali sono spesso interessate da vegetazione arborea con pioppi e salici. Lungo il tratto intermedio delle fiumare, dove il percorso sinuoso e a volte impervio crea ambienti rupestri marcatamente ombreggiati e umidi, predominano aspetti sciafili con abbondanza di felci e fitti tappeti muscinali. Laddove le acque scorrono lentamente ed il letto si presenta poco profondo, si riconoscono degli elementi di vegetazione acquatica.

Come tutti i corsi d'acqua, le fiumare possono essere considerate dei corridoi ecologici in grado di consentire una buona connettività tra diverse aree territoriali, soprattutto laddove siano presenti aree protette che svolgono un ruolo di "serbatoi" di biodiversità.

Sulla consistenza del patrimonio naturalistico delle fiumare incidono, ovviamente, numerosi fattori di degrado, tra cui: regimazione idraulica, cementificazione, attività estrattive in alveo, discariche abusive e varie fonti di inquinamento.

Anche se in taluni casi l'attività antropica ha contribuito alla formazione di fragili neo-ecosistemi, le sue conseguenze devastanti dal punto di vista ambientale, hanno seriamente compromesso gli equilibri degli ecosistemi acquatici e deturpato pregevoli aspetti del paesaggio vegetale. Frequente, è stata la distruzione completa della vegetazione ripariale, seguita dalla cementificazione del letto fluviale, che ha reciso i legami con le falde di subalveo ed ha compromesso la capacità di depurazione delle acque, alterando così le biocenosi animali e vegetali.

Il pSIC oggetto del presente studio è rappresentato dal tratto terminale della Fiumara di Melito, compreso tra Musupuniti e Melito di Porto Salvo, occupante una superficie di 193 ettari.

Elemento caratterizzante è la presenza di aspetti di vegetazione glareicola in buono stato di conservazione.

L'area è sottoposta ad una notevole pressione antropica derivante da varie attività: prelievo di inerti in alveo, discariche abusive, opere idrauliche quali briglie e muri arginali e coltivazioni in alveo. In particolare, la zona di foce risulta fortemente degradata a causa di una discarica abusiva che si estende per tutta la larghezza dell'alveo, perdendo così ogni carattere di naturalità.

7.3 Valutazione di incidenza ambientale

7.3.1 Vegetazione e flora

7.3.1.1 Metodologia

L'analisi della componente è stata eseguita mediante un inquadramento territoriale effettuato attraverso un'analisi bibliografica della letteratura specialistica, esistente per l'area considerata, relativa alle tematiche affrontate dall'ecologia vegetale e dalla fitosociologia.

Sono state considerate le caratteristiche fisionomico-strutturali e floristiche della vegetazione, connesse al grado di incidenza antropica, quindi di naturalità. L'analisi delle formazioni vegetali presenti nel territorio, insieme ai dati di tipo climatico, fornisce informazioni circa le potenzialità vegetazionali del territorio stesso, utili in particolare per la progettazione degli interventi di recupero. Tale analisi è stata completata attraverso un esame di maggior dettaglio nell'area d'intervento durante sopralluoghi di verifica.

Si precisa inoltre che le formazioni vegetali prese in considerazione nella presente Valutazione di Incidenza Ambientale sono riferibili esclusivamente all'area pSIC IT9350132 denominata Fiumara di Melito.

7.3.1.2 Caratteri floristici e vegetazionali

La flora che caratterizza un certo territorio è rappresentata dall'insieme di specie vegetali in esso presenti, mentre la vegetazione è costituita dalle comunità di piante (fitocenosi) che si stabiliscono naturalmente in un'area, in funzione delle caratteristiche ambientali presenti (geomorfologiche, climatiche) ed in seguito all'interferenza dell'uomo, che molto spesso ne modifica la costituzione in specie e la configurazione spaziale (struttura e fisionomia).

Per quanto riguarda i caratteri vegetazionali propri dell'area in esame, in riferimento alla zonazione altitudinale, essi possono essere ricondotti a quelli propri del piano basale essendo il dislivello compreso tra 0 e 251 metri s.l.m.

È possibile rivenire i seguenti sub-orizzonti:

- Orizzonte delle alofite costiere
- Orizzonte delle sclerofille sempreverdi mediterranee

Dal punto di vista fitoclimatico la zona rientra, invece, nel termotipo mediterraneo, rinvenibile al di sotto del limite altitudinale superiore delle sclerofille, che risulta caratterizzato da Leccete, Sugherete, Macchie e Pseudosteppe.

7.3.1.3 Emergenze floristiche

Tenendo conto del fatto che l'area in questione rientra nell'elenco dei siti di importanza comunitaria (SIC) individuati ai sensi della direttiva 92/43/CEE, si riporta di seguito un elenco floristico, nel quale sono segnalate le specie che, per il loro rilievo botanico (endemismo, rarità) rappresentano elementi di pregio del territorio indagato e un limite allo sfruttamento del territorio stesso. Si riporta quindi lo status di conservazione delle specie secondo le categorie di minaccia I.U.C.N. e le relative normative di protezione.

| Codice Habitat | Specie floristiche rilevanti | Status e normativa di protezione |
|----------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 6420 | <i>Orchis laxiflora</i> | CITES (Appendice B) IUCN |
| 6420 | <i>Euphorbia dendroides</i> | Endemica Berna Habitat (All.4) IUCN (a più basso rischio) |
| 5330 | <i>Cytisus aeolicus</i> | Berna Habitat (All.2, All.4) Endemica IUCN (vulnerabile) |

7.3.1.4 Vegetazione delle fiumare

Il tratto terminale della Fiumara di Melito, ricadente all'interno del pSIC, risulta caratterizzato quasi esclusivamente da piante erbacee pioniere che colonizzano substrati sciolti, notevolmente rimaneggiati a causa degli intensi e rovinosi eventi di piena. La copertura di queste formazioni erbacee è generalmente estesa a tutto l'alveo, risultando invece piuttosto ridotta nei canali principali di deflusso. Nei settori marginali dell'alveo si rinvencono inoltre sporadiche formazioni arbustive pure o miste, spesso costituite da pochi individui piuttosto addensati.

Nel complesso la vegetazione presenta una zonazione longitudinale (di tipo *corridoio*), in cui le fasce laterali risultano maggiormente colonizzate, in quanto i substrati sono tendenzialmente più consolidati per la minore frequenza di inondazione. Nella porzione centrale dell'alveo si possono, invece, individuare i canali preferenziali dello scorrimento dell'acqua e la vegetazione, di tipo prettamente erbaceo, risulta scarsa o assente. Si riscontra inoltre che sui terrazzi fluviali si impostano differenti formazioni erbacee che si alternano in funzione delle piccole variazioni di altimetria e granulometria dei suoli.

Il dilavamento e rimaneggiamento dei substrati, in particolare durante gli eventi di piena, non consente invece l'instaurarsi di formazioni vegetali di tipo arboreo.

7.3.1.5 Tipi di habitat presenti nel sito

In base alla documentazione nota per il pSIC, sono rinvenibili all'interno dell'area indagata, sei diversi tipi di habitat (di cui uno di importanza prioritaria) inclusi in Allegato I della direttiva 92/43/CEE, denominato: "Tipi di habitat naturali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione".

Vengono qui di seguito riportate le caratteristiche relative a ciascuno di essi.

92D0 Gallerie e forteti ripari meridionali (*Nerio-Tamaricetea* e *Securinegion tinctoriae*)

Descrizione generale della vegetazione, sintaxa, caratteristiche abiotiche: gallerie arboree e forteti puri con tamerici ed oleandri e formazioni legnose simili di zone umide; fiumi temporanei o perenni della zona termo-mediterranea, del sud-ovest della Penisola Iberica e delle località più igromorfiche comprese nelle aree Saharo-Mediterranea e Saharo-Indiana.

La formazione con *Tamarix africana* potrebbe non esser presa in considerazione.

Specie caratteristiche e specie chiave: *Nerium oleander*, *Vitex agnus-castus*, *Tamarix spp.*, *Securinega tinctoria*, *Prunus lusitanica*, *Viburnum tinus*.

Grado di conservazione: buono

Copertura percentuale: 20%

3290 Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il *Paspalo-Agrostidion*

Descrizione generale della vegetazione, sintaxa, caratteristiche abiotiche: fiumi mediterranei a flusso intermittente con fitocenosi a *Paspalo-Agrostidion*. Questi corrispondono alla tipologia fluviale 24.53, ma presentano la peculiarità di avere, in determinati periodi dell'anno, la mancanza di flusso con il letto del fiume completamente asciutto o caratterizzato da alcune pozze.

Specie caratteristiche e specie chiave: *Polygonum amphibium*, *Ranunculus fluitans*, *Potamogeton natans*, *P. nodosus*, *P. pectinatus*.

Grado di conservazione: medio o ridotto

Copertura percentuale: 20%

5330 Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici

Descrizione generale della vegetazione, sintaxa, caratteristiche abiotiche: caratteristiche formazioni di boscaglia che raggiungono il massimo sviluppo nella zona termo-mediterranea., sia di suoli calcarei che silicei. In questo tipo di habitat sono inoltre incluse le numerose formazioni termofile endemiche del sud della penisola iberica, soprattutto termo-mediterranee ma in taluni casi meso-mediterranee; nella loro diversità locale, sono analoghe, e talvolta simili nell'aspetto, alla gran parte delle Phrygane del Mediterraneo orientale, comunque separate a causa della loro marcata singolarità strutturale.

Si riconoscono i seguenti sub-tipi: a) distese ad *Euphorbia*; b) garighe con dominanza ad *Ampelodesmos mauritanica*; c) boscaglie a *Chamaerops humilis*; d) steppe pre-desertiche mediterranee del *Periplocion angustifoliae* e *Anthyllidetalia terniflorae*; e) cespuglieti a ginestre dei generi *Cytisus* e *Genista* e formazioni dominate da *Lygos spp.*

Specie caratteristiche e specie chiave: (sub-tipo a) *Euphorbia dendroides*; (sub-tipo b) *Ampelodesmos mauritanica*; (sub-tipo c) *Chamaerops humilis*; (sub-tipo d) *Ziziphus lotus*, *Maytenus senegalensis* var. *europaeus*, *Periploca levigata* ssp. *angustifolia*, *Salsola webbii*, *Sideretis foetens*, *Ulex argentatus* ssp. *erinaceus*, *Lygos sphaerocarpa*, *L. monosperma*, *L. raetam* ssp. *gussonei*, *Genista umbellata*; (sub-tipo e), *G. cinerea* ssp. *speciosa*, *G. valentina*; *G. spatioides* ssp. *retamoides*, *G. s. ssp. pseudoretamoides*, *G. haenseleri*, *G. ramosissima*, *G. ephedroides*, *G. dorycnifolia*, *Cytisus aeolicus*.

Grado di conservazione: medio o ridotto

Copertura percentuale: 5%

6420 Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del *Molinio-Holoschoenion*

Descrizione generale della vegetazione, sintaxa, caratteristiche abiotiche: praterie umide mediterranee, con piante erbacee alte e giunchi, molto diffuse nell'intero bacino mediterraneo, estese lungo le coste del Mar nero, in particolare nei sistemi dunali.

Specie caratteristiche e specie chiave: *Scirpus holoschoenus (Holoschoenus vulgaris)*, *Agrostis stolonifera*, *A. reuteri*, *Galium debile*, *Molinia caerulea*, *Briza minor*, *Melica cupanii*, *Cyperus longus*, *Linum tenue*, *Trifolium resupinatum*, *Schoenus nigricans*, *Peucedanum hispanicum*, *Carex mairii*, *Juncus maritimus*, *J. acutus*, *Asteriscus aquaticus*, *Hypericum tomentosum*, *H. tetrapterum*, *Inula viscosa*, *Oenanthe pimpinelloides*, *O. lachenalii*, *Eupatorium cannabinum*, *Prunella vulgaris*, *Pulicaria dysenterica*, *Tetragonolobus maritimus*, *Orchis laxiflora*, *Dactylorhiza elata*, *Succisa pratensis*, *Sonchus maritimus ssp. aquatilis*, *Silaum silaus*, *Sanguisorba officinalis*, *Serratula tinctoria*, *Genista tinctoria*, *Cirsium monspessulanum*, *C. pyrenaicum*, *Senecio doria*, *Dorycnium rectum*, *Erica terminalis*, *Euphorbia pubescens*, *Lysimachia ephemerum*.

Grado di conservazione: medio o ridotto

Copertura percentuale: 5%

3280 Fiumi mediterranei a flusso permanente con il *Paspalo-Agrostidion* e con filari ripari di *Salix spp.* e *Populus alba*

Descrizione generale della vegetazione, sintaxa, caratteristiche abiotiche: formazioni di piante erbacee annuali e nitrofile e cariceti degli ambienti ripariali dei grandi fiumi mediterranei, con *Paspalum paspaloides*, *P. vaginatum*, *Polypogon viridis (=Agrostis semiverticillata)*, *Cyperus fuscus* e filari ripari di *Salix spp.* e *Populus alba*

Specie caratteristiche e specie chiave: *Paspalum paspaloides*, *P. vaginatum*, *Polypogon viridis (=Agrostis semiverticillata)*, *Cyperus fuscus*, *Salix spp.*, *Populus alba*.

Grado di conservazione: medio o ridotto

Copertura percentuale: 5%

HABITAT PRIORITARI

6220 * Percorsi substepnici di graminacee e piante annue dei *Thero-Brachypodietea*

Descrizione generale della vegetazione, sintaxa, caratteristiche abiotiche: praterie xerofile meso e termo-mediterranee ricche in terofite, con piante erbacee basse, annuali; fitocenosi a terofite di suoli oligotrofici, spesso substrati calcarei. Comunità vegetali perenni – *Thero-Brachypodietea*, *Thero-Brachypodietalia*: *Thero-Brachypodion*. *Poetea bulbosae*: *Astragalo-Poion bulbosae* (basofila), *Trifoglio-Periballion* (acidofila). Comunità vegetali annuali – *Tuberarietea guttatae*, *Trachyenetalia dystachyae*: *Trachynion dystachyae* (calcifila), *Sedo-Ctenopsion* (gipsofila), *Omphalodion commutatae* (dolomitico e silico-basofila).

In Italia, questo habitat è presente principalmente nel Sud e nelle Isole: *Thero-Brachypodietea*, *Poetea bulbosae*, *Lygeo-Stipetea*).

Specie caratteristiche e specie chiave: *Brachypodium distachyum*, *B. retusum*.

Grado di conservazione: buono

Copertura percentuale: 20%

In base a quanto sopra descritto si deduce che ogni habitat può essere differenziato su basi floristiche per mezzo di un gruppo di specie (specie caratteristiche) che si trovano esclusivamente in esso o che mostrano una notevole elettività. Esso può inoltre essere ritenuto, per i valori di uno o più fattori ambientali da stabilire, affine ad altri habitat per la presenza di specie comuni, estranee però ad altri habitat. Ciò significa che una specie caratteristica non è sempre abbondante nell'ambito dell'aggruppamento che differenzia. La sua ampiezza ecologica per determinati fattori può essere tale da mantenerla rara nell'ambito di questo aggruppamento. Le specie caratteristiche possono quindi non essere le uniche presenti in un determinato habitat (Pirola, 1970).

Si evidenzia inoltre il fatto che gli elementi floristici sopraccitati non sono necessariamente rinvenibili tutti contemporaneamente nell'area in cui è presente l'habitat che caratterizzano. Per tale motivo si è ritenuto necessario effettuare dei rilevamenti floristici su campo.

7.3.1.6 Rilievi floristici in sito

Dai rilievi effettuati nell'area in esame, è stata rinvenuta la presenza, nella zona più a monte del pSIC, di specie quali *Phlomis fruticosa*, *Foeniculum vulgare*, *Spartium junceum*, *Verbascum thapsiforme*, *Velezia rigida*, *Euphorbia dendroides* e vaste formazioni a tappeto di *Helicrysum italicum*.

Scendendo verso la foce e, in particolare nell'area direttamente interessata dal tracciato, si osserva una netta diminuzione della copertura vegetazionale. Nella parte centrale dell'alveo, è presente *Scirpus holoschoenus*, *Inula viscosa*, *I. salicina*, *Xanthium strumarium*, *Rumex sp.*, *Arundo donax*, *Helicrysum italicum*, *Verbascum thapsiforme*, *Foeniculum vulgare* e *Mentha aquatica*. Avvicinandosi alle rive, in prossimità dei muri arginali è possibile invece rinvenire specie meno legate alla presenza dell'acqua quali *Rubus sp.* e *Capparis spinosa*.

Sono inoltre presenti in tutta l'area SIC formazioni di *Tamarix spp* e *Nerium oleander* che sono probabilmente riconducibili all'ordine *Tamaricetalia africanae*.

Concentrate prevalentemente sulle fasce laterali (anche se ridotte a pochi individui), è possibile rinvenire specie del tutto estranee alla fase vegetazionale tipica dell'area in esame, come *Eucalyptus globulus*, *Nicotiana glauca*, *Agave americana* e *Opuntia sp.* (specie ormai molto diffusa e spontaneizzata).

7.3.2 Fauna

7.3.2.1 Metodologia del lavoro

I popolamenti faunistici dell'area di studio in cui si colloca il progetto in esame, vengono qui trattati sulla base di dati bibliografici inerenti alla fauna della regione Calabria e della provincia di Reggio

Calabria. Sono state, inoltre, prese in esame le specie animali presenti nell'area SIC in questione e nei territori limitrofi ad essa.

Per l'analisi della componente è stata considerata la fiumara come un unico ecosistema omogeneo all'interno del quale è stato possibile distinguere l'esistenza di più habitat. Questa scelta è stata fondamentale dettata da tre ordini di motivi:

- i dati disponibili riguardo alla presenza delle specie sono spesso puntiformi, per cui non è possibile stabilire se una specie frequenta o meno altre zone, se non in base alla presenza o meno del suo habitat il quale può essere ben identificato dall'assetto vegetazionale;
- gli habitat sono accomunati dal fatto di condividere un popolamento animale per la massima parte simile, al di là di preferenze mostrate da una data specie per una certa tipologia vegetazionale anziché per un'altra. Infatti, piuttosto che l'essenza vegetale dominante, costituisce un fattore discriminante, almeno per la fauna a Vertebrati, la struttura stessa della vegetazione presente.
- l'habitat, così individuato, può essere visto come un'unità omogenea ai fini dell'analisi complessiva ambientale.

Le categorie sistematiche prese in considerazione riguardano Anfibi, Rettili, Uccelli e Mammiferi con qualche accenno agli Insetti.

Di seguito viene riportata una descrizione generale dei popolamenti faunistici tipici dell'area in esame, con l'indicazione delle specie che più lo caratterizzano.

7.3.2.2 Inquadramento faunistico

Il territorio compreso all'interno del comune di Melito Porto Salvo e circostante il pSIC, è caratterizzato prevalentemente da formazioni prative di natura pseudosteppica, fortemente rimaneggiate dall'attività antropica, con localizzate aree di rimboschimento (*Pinus spp.* ed *Eucalyptus globulus*) ed aree ad attività agricola estensiva (in prevalenza agrumeti ed oliveti), che hanno reso possibile l'esistenza di diversi habitat in grado di ospitare una fauna spesso adattata a situazioni ecotonali.

Concentrando l'attenzione sulla sola area SIC, si può osservare l'alternarsi di microhabitat a dominanza erbacea e microhabitat a dominanza arbustiva. Questi ultimi in particolare possono spesso ospitare un'alta diversità faunistica, rappresentando un richiamo per molti animali che trovano negli arbusti un luogo adatto, sia per il rifugio che per la nidificazione.

La fauna rinvenibile nell'area di studio non risulta particolarmente diversificata, ma è comunque interessante per la presenza di Rettili, Micromammiferi e Uccelli che si sono adattati ad ambienti influenzati dall'attività umana.

7.3.2.3 Tipi di popolamento

Non è possibile identificare un popolamento esclusivo della "fiumara", si può tuttavia prendere in considerazione i popolamenti delle aree limitrofe, per i quali la fiumara rappresenta un luogo idoneo per la nidificazione o per l'alimentazione.

Durante il periodo di piena primaverile è possibile rinvenire la presenza di specie anfibie che si recano all'acqua per l'accoppiamento e la ovideposizione quali *Rana bergeri* (rana verde di Berger), *Rana kl. hispanica* (rana verde di Uzzell), presenti probabilmente nelle raccolte d'acqua per l'irrigazione, come stagni artificiali e vasche; *Hyla intermedia* (raganella italiana), *Bufo viridis* (rospo smeraldino).

L'erpetofauna annovera specie quali *Lacerta bilineata* (ramarro), *Podarcis sicula* (lucertola campestre), *P. muralis* (lucertola muraiola) e *Coluber (Hierophis) viridiflavus var. carbonarius* (biacco). Nel greto fluviale è inoltre probabile la presenza di *Vipera aspis* (vipera comune) e *Natrix natrix* (biscia dal collare), il cui habitat ideale è rappresentato sia dalle rive fluviali che dalle raccolte d'acqua per l'irrigazione.

Le comunità più rappresentative sono, comunque, quelle dell'avifauna, in quanto esse presentano un numero ed una varietà di specie decisamente maggiori rispetto agli altri gruppi di vertebrati.

Da osservazioni dirette effettuate sul posto, è stato possibile osservare tra la fauna stanziale la presenza di *Galerida cristata* (cappellaccia), *Streptopelia decaocto* (tortora dal collare orientale), *Motacilla alba alba* (ballerina bianca), *Sturnus vulgaris* (storno), *Passer italiae* (passera d'Italia), *Carduelis carduelis* (cardellino), *Saxicola torquata* (saltimpalo), *Cisticola juncidis* (beccamoschino),

Muscicapa striata (pigliamosche), *Lanius senator* (averla capirossa), *Lanius collurio* (averla piccola), *Pica pica* (gazza), *Corvus corone cornix* (cornacchia grigia).

Alla sommità delle catene trofiche dominano i Rapaci diurni e notturni quali *Buteo buteo* (poiana), *Falco tinnunculus* (gheppio), *Strix aluco* (allocco), *Tyto alba* (barbagianni) e *Athene noctua* (civetta), che pur non nidificandovi, utilizzano questi spazi aperti come territori di caccia.

È importante sottolineare, infatti, che a causa della vicinanza con lo stretto di Messina, l'area indagata viene a porsi al centro di una delle principali rotte migratorie e può pertanto ospitare numerose specie avicole durante i periodi primaverili e tardo estivi, in cui hanno luogo rispettivamente la migrazione di andata e quella di ritorno. La check-list dell'area conta in tali periodi un totale di oltre 260 specie, che vengono qui omesse per semplicità. Ci si limiterà a fornire un elenco delle sole specie osservate durante il sopralluogo. Tra queste si rinvennero: *Milvus migrans* (nibbio bruno), *Circus pygargus* (albanella minore), *Coturnix coturnix* (quaglia), *Ardea cinerea* (airone cenerino), *Streptopelia turtur* (tortora), *Apus melba* (rondone maggiore), *Merops apiaster* (gruccione), *Hirundo rustica* (rondine), *Delichon urbica* (balestruccio), *Motacilla flava* (cutrettola), *Oenanthe hispanica* (monachella), *Oenanthe oenanthe* (culbianco), *Upupa epops* (upupa).

Tra i mammiferi di medie e piccole dimensioni che popolano l'area è possibile trovare specie sinantropiche come *Vulpes vulpes* (volpe) e *Mustela nivalis* (donnaia) i cui habitat ideali sono le aree aperte, boscaglie e rimboschimenti ad *Eucalyptus* spp. Tipica degli ambienti ecotonali è la presenza di *Meles meles* (tasso), mentre tra gli Insettivori troviamo *Erinaceus europaeus* (riccio). Sono inoltre presenti diverse specie di Chiroteri e Micromammiferi.

Per quanto riguarda l'entomofauna è possibile trovare taxa appartenenti ai Lepidotteri (in particolare durante il periodo delle fioriture), Ortoteri (sottordine Ensiferi), Coleoteri e Imenoteri. In particolare, in riferimento a questi ultimi è da sottolineare che gli aggruppamenti di *Tamarix* spp. presenti nella fiumara rappresentano un luogo idoneo per la nidificazione di *Vespa crabro* (calabrone). Tra gli Odonati, insetti anfibi che si radunano in prossimità delle raccolte d'acqua per la riproduzione, si annoverano diverse specie riscontrabili sia nella fiumara stessa, che nelle limitrofe raccolte d'acqua utilizzate per l'irrigazione. È stata rilevata la presenza di *Ischnura elegans*, *Coenagrion* spp. (per gli Zigotteri) e *Anax imperator*, *Aeshna* spp., *Trithemis annulata*, *Sympetrum* spp. (per gli Anisotteri).

7.3.2.4 Specie di interesse conservazionistico

Molte tra le specie sopra elencate, a causa del loro delicato status conservazionistico, sono state inserite nelle normative di protezione europee. Alcune di esse, oltre a far parte di programmi di conservazione internazionali, sono state anche incluse nella "Lista Rossa degli Animali d'Italia". Le categorie delle specie minacciate che compaiono ancora oggi nelle Liste Rosse sono state ampiamente riconosciute a livello internazionale e oggi sono utilizzate in molteplici pubblicazioni ed elenchi prodotti dall'IUCN, ma anche da organizzazioni governative. Tali categorie hanno lo scopo di mettere in evidenza sia le specie a più alto rischio di estinzione che le misure di conservazione messe in atto per proteggerle.

Se ne riporta qui di seguito un elenco dettagliato.

| Classe | Specie faunistiche rilevanti | Status e normativa di protezione |
|------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| ANFIBI | <i>Bufo viridis</i> | Berna app.2 Habitat all.4 |
| | <i>Hyla intermedia</i> | Berna app.3 |
| RETTILI | <i>Lacerta bilineata</i> | Berna app.2 Habitat all.4 |
| | <i>Podarcis sicula</i> | Berna app.2 Habitat all.4 |
| | <i>Coluber viridiflavus</i> | Berna app.2 Habitat all.4 |
| | <i>Vipera aspis</i> | Berna app.3 |
| | <i>Natrix natrix</i> | Berna app.3 |
| UCCELLI | <i>Galerida cristata</i> | L. 157/92, Berna app.3, Lista Rossa: carenza di informazioni |
| | <i>Streptopelia decaocto</i> | L. 157/92, 79/409 CEE all.2/II, Berna app.3 |
| | <i>Sturnus vulgaris</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Carduelis carduelis</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Upupa epops</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Saxicola torquata</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Cisticola juncidis</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Lanius senator</i> | L. 157/92, Berna app.2, Lista Rossa: a più basso rischio |
| | <i>Lanius collurio</i> | L. 157/92, 79/409 CEE all.1, Berna app.2 |
| | <i>Buteo buteo</i> | L. 157/92, Berna app.3, Bonn app.2, CITES all.A |
| | <i>Falco tinnunculus</i> | L. 157/92, Berna app.2, Bonn app.2, CITES all.A |
| | <i>Strix aluco</i> | L. 157/92, Berna app.2, CITES all.A e B |
| | <i>Tyto alba</i> | L. 157/92, Berna app.2, CITES all.A e B, Lista Rossa: a più basso rischio |
| | <i>Athene noctua</i> | L. 157/92, Berna app.2, CITES all.A e B |
| | <i>Milvus migrans</i> | L. 157/92, 79/409 CEE all.1, Berna app.3, CITES all.A, Bonn app.2, Lista Rossa: vulnerabile |
| | <i>Circus pygargus</i> | L. 157/92, 79/409 CEE all.1, Berna app.3, CITES all.A, Bonn app.2, Lista Rossa: vulnerabile |
| | <i>Coturnix coturnix</i> | 79/409 CEE all.2/II, Berna app.3, Bonn app.2, Lista Rossa: a più basso rischio |
| | <i>Ardea cinerea</i> | L. 157/92, Berna app.3, Lista Rossa: a più basso rischio |
| | <i>Streptopelia turtur</i> | 79/409 CEE all.2/II, Berna app.3 |
| | <i>Apus melba</i> | L. 157/92, Berna app.2, Lista Rossa: a più basso rischio |
| | <i>Merops apiaster</i> | L. 157/92, Berna app.2, Bonn app.2 |
| | <i>Hirundo rustica</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Delichon urbica</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Motacilla flava</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Oenanthe hispanica</i> | L. 157/92, Berna app.2, Lista Rossa: vulnerabile |
| | <i>Oenanthe oenanthe</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | <i>Motacilla alba</i> | L. 157/92, Berna app.2 |
| | MAMMIFERI | <i>Erinaceus europaeus</i> |
| <i>Meles meles</i> | | Berna app.3 |
| <i>Mustela nivalis</i> | | L. 157/92 |

7.3.3 Ecosistemi

Per ecosistema si intende l'insieme dei fattori biotici e abiotici che interagiscono tra loro in modo da costituire un sistema unico (lago, bosco, fiume, ecc) e che sono contemporaneamente interdipendenti.

L'area interessata dal progetto prevede interventi in due zone contigue ed omogenee da un punto di vista ecosistemico. Come già osservato la struttura delle fitocenosi ha dato origine a diversi microhabitat che da aree con dominanza di specie erbacee pioniere, passano a zone in cui predominano formazioni arbustive. Tuttavia è possibile identificare l'intero pSIC con un unico ecosistema, quello degli ambienti umidi.

7.3.3.1 Ecosistema degli ambienti umidi

Rientrano in tale contesto le cenosi che si sviluppano in connessione con ambienti umidi o direttamente in essi. Si tratta generalmente di sistemi con un ampio spettro di naturalità, che tuttavia, quando integri rappresentano degli ambiti di elevatissimo pregio naturalistico. Per il valore delle comunità che vi si ritrovano, sono generalmente inseriti in aree sottoposte a tutela. Risultano, infatti, essere ecosistemi particolarmente sensibili al degrado dovuto all'attività antropica.

Relativamente alla Fiumara di Melito l'artificializzazione delle sponde ha reso difficile l'insediamento nelle vicinanze di forme complesse di vegetazione ripariale, che rappresentano un ecotono tra l'ambiente fluviale e quello terrestre. Qui trovano il loro habitat ideale alcuni organismi animali, quali anfibi, rettili e uccelli che, pur non vivendo esclusivamente nell'acqua, sopravvivono grazie alla sua presenza.

La mancanza totale dell'acqua, anche se limitata a brevi periodi dell'anno, fa sì che non si instaurino popolazioni stabili di fauna anfibia. Risulta invece probabile la presenza di taxa macrobentoni, che hanno sviluppato nel loro ciclo vitale uno stadio di quiescenza che li renda in grado di superare la stagione secca.

7.3.4 Analisi degli impatti in fase di esercizio

Obiettivo di questa fase dello studio è l'elaborazione e la sintesi dei dati di analisi al fine di definire l'impatto dell'opera in progetto sulle componenti ambientali ritenute maggiormente sensibili e di valutare conseguentemente le misure di mitigazione più idonee per prevenire l'impatto stesso.

Le aree sono state identificate studiando la "sensibilità ambientale" del territorio intesa come maggiore o minore suscettibilità di una porzione di territorio a subire impatto in conseguenza dell'inserimento dell'opera.

7.3.4.1 Metodologia di analisi adottata

Sulla base dell'analisi ambientale del territorio oggetto di studio si perviene all'individuazione degli impatti sul territorio stesso.

Si considerano aree di impatto quegli ambiti in cui è stata stimata una minore capacità del territorio di recepire l'opera in progetto, in funzione della presenza di zone a sensibilità rilevante, della tipologia di tracciato e dell'importanza dei singoli elementi ambientali presenti.

Le interferenze individuate lungo il tracciato stradale riguardano sia la fase di esercizio che la fase di costruzione dell'opera. Per gli impatti legati alla presenza dei cantieri si rimanda al quadro di riferimento progettuale.

Le aree prese in esame sono quelle direttamente interferenti con il tracciato di progetto, anche se per completezza della trattazione sono state considerate anche le aree ritenute sensibili, se presenti a breve distanza dal tracciato.

7.3.4.2 Vegetazione e flora

Il progetto prevede la realizzazione di due viadotti che attraversano la fiumara in due punti distinti, della rampa, della rotatoria dello svincolo di Melito e della relativa bretella di collegamento per proseguire poi su sedime stradale esistente, lungo la sponda destra fino al congiungimento con la SS106 Jonica. Da quanto si evince dalla caratterizzazione del pSIC sopra riportata, gli elementi floristici di maggiore rilevanza risultano essere localizzati esclusivamente all'interno dell'alveo

fluviale. In questa sede la presenza dei viadotti riduce al minimo l'occupazione di suolo e la conseguente eliminazione delle specie vegetali presenti. L'impatto sulla vegetazione è limitato quindi a poche specie di tipo sinantropico rinvenibili lungo le rive della fiumara, peraltro già fortemente impattate a causa della presenza della strada attualmente in uso. In considerazione di ciò, non si riscontrano interferenze significative con la vegetazione in fase di esercizio.

7.3.4.3 Fauna

L'opera stradale maggiormente impattante è senza dubbio quella realizzata lungo la sponda fluviale, in quanto essendo al livello del suolo e decorrendo parallelamente lungo parte dell'asta fluviale, risulta facilmente accessibile dalla fauna. È importante sottolineare tuttavia che tale intervento sarà realizzato principalmente sul sedime stradale esistente, su cui si identifica quindi una preesistenza dell'impatto.

L'impatto legato all'interruzione irreversibile dei corridoi di spostamento faunistico è legato ai punti in cui l'opera interferisce con le fiumare, e con formazioni arboree di tipo lineare, a maggior ragione quando queste accompagnano i corsi d'acqua. Questi sono infatti dei veri e propri corridoi preferenziali di spostamento, cui fanno riferimento moltissimi esseri viventi appartenenti a diversi regni. Basti pensare al trasporto di semi e piccoli animali operato dalla corrente, cui bisogna aggiungere il ruolo svolto dalla circostante vegetazione igrofila, che permette a molti animali di seguire il corso d'acqua in tutta la sua lunghezza, trovando allo stesso tempo rifugio e nutrimento. Questo tipo di impatto è previsto quindi in corrispondenza dello svincolo di Melito, dove viene occupata dai manufatti parte del letto della fiumara attraversata. Le specie maggiormente a rischio sono quelle appartenenti all'erpeto fauna e alla terofauna. Particolare rilievo va dato alle migrazioni riproduttive degli anfibi che tornando all'acqua per l'accoppiamento e la ovideposizione possono, in determinati periodi dell'anno, dare luogo a veri e propri spostamenti di massa. Il tracciato, soprattutto nei tratti in rilevato e a raso, potrebbe rappresentare infatti una barriera al flusso di specie faunistiche terrestri da e verso la fiumara, che in quanto zona umida, rappresenta un luogo di attrazione per gli animali.

Gli eventuali interventi di mitigazione sono mirati alla riconnessione tra gli habitat separati dall'opera in progetto.

Un'altra zona critica, in cui si verifica un disturbo alla fauna in attraversamento è quella di confine tra i due ecosistemi agricolo e delle fiumare che si trova nelle vicinanze del perimetro del SIC; infatti le associazioni animali e vegetali che si rinvergono nell'ecosistema agricolo sono costituite da specie spesso attratte dalla presenza di sostanza organica resa disponibile dall'intervento dell'uomo. Questi ambienti sono spesso sfruttati per scopi alimentari da specie provenienti da zone limitrofe e non stanziali nell'ecosistema stesso; di conseguenza la zona di confine fra ecosistema agricolo e altri ecosistemi potrebbe essere soggetta al passaggio più frequente di animali che si spostano da un habitat all'altro. Questa zona viene attraversata dalla bretella di collegamento tra viadotto nord e sud, che per un certo tratto viaggia in rilevato, costituendo una barriera pressochè insormontabile per la fauna in attraversamento. Per ripristinare la continuità dei corridoi interrotti saranno previsti opportuni interventi di mitigazione, consistenti nella creazione di sottopassi faunistici (si veda il par. 7.3.6.6).

7.3.4.4 Ecosistemi

Frammentazione di ecosistemi: l'ecosistema è inteso come l'insieme di fattori biotici e abiotici interagenti tra loro e contemporaneamente interdipendenti che costituiscono un sistema unico, come un lago, un fiume, un bosco, ecc. Pertanto la frammentazione di questa componente è intesa come elemento critico, dal momento che può indurre alla formazione di aree relitte, dove l'isolamento genera un'interruzione del flusso genico tra le diverse popolazioni presenti nell'area, con conseguenti ripercussioni sui normali processi evolutivi.

Impedimento di connessioni/flussi tra ecosistemi adiacenti: gli ecosistemi sono inoltre legati reciprocamente in un ecomosaico interconnesso o "sistema di ecosistemi". Da qui l'importanza delle fasce ecotonali che si sviluppano ai loro margini. Va, inoltre, sottolineato che esistono specie animali che passano parte del loro ciclo vitale in un tipo di ecosistema e parte in un altro (ne è un esempio la fauna ad anfibi). L'interruzione di tali passaggi risulterebbe critica per la vita degli ecosistemi stessi.

L'opera in progetto costituisce un elemento di separazione tra ecosistemi diversi ma contigui e se il traffico veicolare dovesse aumentare a seguito della realizzazione del nuovo tracciato stradale, l'impatto sulla componente andrebbe a sommarsi ad un livello di fondo di media intensità.

7.3.5 Analisi degli impatti in fase di cantiere

La fase di cantiere può determinare l'innescò di interferenze in funzione della tipologia dell'intervento che si propone di realizzare e dei caratteri del contesto ambientale interessato.

Nel seguito, con riferimento alle componenti ambientali precedentemente descritte, si effettua l'esame delle potenziali problematiche indotte dal sistema di cantierizzazione in esame, relativamente alla sola area SIC, in prossimità della quale verrà posizionato il cantiere C.I.8.

Si prevede l'allestimento di un'area di cantiere nei pressi della riva sinistra, in corrispondenza dell'attraversamento più settentrionale della fiumara e la costruzione di una strada di servizio che, partendo dal cantiere, decorre parallela alla riva fino a ricongiungersi con l'attraversamento più meridionale della fiumara.

7.3.5.1 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

In generale gli impatti indotti su tale componente sono differenziabili per la fase di allestimento dei cantieri e per la fase di esecuzione dei lavori.

Fase di allestimento cantieri. Il principale impatto è rappresentato dall'occupazione del suolo con conseguente sottrazione di vegetazione e soppressione di habitat e microhabitat occupati dalle diverse specie animali. Tale intervento porta ad una modificazione dell'ecosistema circostante.

Fase di esecuzione dei lavori. Si prevede l'alterazione del metabolismo vegetale a causa delle emissioni di polveri durante i lavori e il disturbo (con conseguente allontanamento) della fauna, per i rumori prodotti.

La fase di allestimento dei cantieri e di preparazione dei siti su cui saranno posizionati, comporta la decorticazione e la successiva occupazione del suolo.

La sottrazione di suolo, dovuta all'azione di scavo ed all'occupazione di aree per il deposito di materiali determina generalmente effetti che vanno dall'eliminazione dei singoli individui fino all'asportazione di aree vegetate più o meno ampie, con conseguente impoverimento floristico e vegetazionale e diminuzione della produttività primaria (biomassa vegetale presente nell'ecosistema)..

Il viadotto sulla fiumara di Melito, danneggia in modo reversibile gli agrumeti, gli uliveti e la vegetazione arbustiva delle fiumare sottostanti.

Le rampe dello svincolo di Melito danneggiano in parte reversibilmente e in parte irreversibilmente gli uliveti e la vegetazione arbustiva delle fiumare sottostanti. La bretella di collegamento e la rotonda di svincolo provocano sottrazione irreversibile di vegetazione delle fiumare.

L'area di cantiere C I.8 causa la sottrazione reversibile di vegetazione delle fiumare, mentre l'area di espansione del cantiere l'espanto degli uliveti, che verranno in seguito reimpiantati.

Per quanto riguarda gli impatti sulla fauna bisogna considerare che essa andrebbe incontro, in questa fase, ad una riduzione dell'estensione degli habitat. Si deve inoltre tenere presente che i rumori prodotti dai lavori, possono portare ad un allontanamento delle diverse specie faunistiche presenti nell'area circostante il cantiere. Un disturbo alla fauna e un'interruzione dei corridoi di spostamento faunistico entrambi di tipo reversibile vengono indotti in corrispondenza della parte di tracciato in viadotto sulla Fiumara di Melito non occupata dalle rampe di svincolo. Anche la presenza del cantiere e delle piste ad esso collegate può causare un'interruzione dei corridoi di spostamento faunistico. Una zona in cui potrebbe essere indotto un disturbo reversibile alla fauna in attraversamento è quella della pista prevista in corrispondenza del cantiere I.8, poichè si snoda lungo la zona di confine tra ecosistema agricolo e delle fiumare ed ecosistema agricolo e seminaturale (pseudosteppa mediterranea). La zona di confine tra ecosistemi e in particolar modo tra l'ecosistema agricolo ed altri ecosistemi rappresenta infatti, per i motivi già trattati a proposito degli impatti in fase di esercizio (si veda par. 7.3.4.3) una zona di possibile maggior transito animale. L'impatto legato al disturbo alla fauna e all'interruzione dei corridoi di spostamento faunistico si configura come reversibile in quanto destinato a cessare con l'allontanamento del cantiere.

Durante la fase di esecuzione dei lavori, l'azione di disturbo generata dal movimento dei mezzi determina una compattazione del suolo con diminuzione della sua fertilità.

Le emissioni di inquinanti atmosferici (NOx, SOx, metalli pesanti ecc.) connesse alla movimentazione degli automezzi, producono effetti cronici sulla vegetazione, che si manifestano, come per le polveri, con variazioni nella quantità e qualità della produttività primaria.

L'emissione di polveri legata alla movimentazione dei mezzi (escavatori per la decorticazione dell'area d'intervento, per scavi e reinterri), determina effetti temporanei sulle funzioni fisiologiche

dei vegetali presenti nell'area, modificando l'entità degli scambi gassosi, con incidenza sulla salute degli stessi e sul tasso di fotosintesi, quindi, sulla produttività primaria.

7.3.6 Mitigazioni

7.3.6.1 Mitigazioni in fase di cantiere

In corso d'opera, nella zona del cantiere I.8 si prevede la realizzazione di una duna schermante di terreno vegetale di altezza 2 metri, sopra alla quale verrà sistemata una siepe sempreverde schermante (una delle specie spontanee della zona che si presta bene alla creazione di barriere è il mirto).

7.3.6.2 Recupero delle aree di cantiere

Gli interventi di recupero previsti in questa sede, saranno finalizzati al ripristino delle condizioni iniziali. In particolare l'area del cantiere C.I.8 dovrà essere liberata dai macchinari e da quanto utilizzato nel corso della realizzazione dell'opera e, nella fase successiva, completamente ripulita.

Al termine dei lavori del cantiere le superfici temporaneamente occupate dovranno essere ripulite da qualsiasi rifiuto, da eventuali sversamenti accidentali o dalla presenza di inerti, conglomerati o altri materiali estranei.

I terreni da restituire a verde, se risultano compattati durante la fase di cantiere, dovranno essere lavorati prima della ristratificazione degli orizzonti rimossi.

A sistemazione ultimata degli strati più superficiali, verrà quindi effettuata una fresatura leggera in superficie. Se la stagione lo consentirà si procederà alla immediata semina di specie erbacee con elevata percentuale di leguminose (le radici delle leguminose svolgono un'importante funzione miglioratrice grazie al processo di azotofissazione che rende disponibili nel terreno consistenti quantità di azoto).

La semina delle formazioni prative sarà effettuata in primavera o in autunno (settembre - novembre o marzo - maggio), evitando comunque i mesi aridi e quelli con temperature minime inferiori a 0°C. Se le condizioni stagionali lo consentiranno la semina sarà effettuata immediatamente dopo il termine dei lavori.

Le specie erbacee che verranno utilizzate negli interventi di inerbimento ed i relativi quantitativi in percentuale nella miscela, sono i seguenti:

| SPECIE | % |
|----------------------------|-----|
| <i>Medicago lupulina</i> | 20% |
| <i>Medicago arabica</i> | 10% |
| <i>Trifolium pratense</i> | 10% |
| <i>Trifolium campestre</i> | 20% |
| <i>Papaver rhoeas</i> | 5% |
| <i>Bellis perennis</i> | 5% |
| <i>Agropyron repens</i> | 10% |
| <i>Dactylis glomerata</i> | 10% |
| <i>Poa annua</i> | 5% |
| <i>Bromus sterilis</i> | 5% |

Per questo cantiere è previsto, dopo la fine dei lavori, il ripristino delle condizioni ante-operam; in particolare nella zona di espansione del cantiere, dove verranno espianati gli ulivi, è necessario prevederne il relativo reimpianto. Per l'esecuzione degli impianti si dovrà adottare un sesto d'impianto quadrato 4X4 m. Questa distanza è indicata per facilitare le operazioni di pulizia, onde mantenere tali aree sgombre da arbusti ed erbe infestanti e renderle il più possibile simili a piccoli uliveti, in sintonia con gli impianti dei dintorni.

Per le modalità di messa a dimora degli alberi si rimanda al "Quadro di Riferimento Progettuale" par. 7.5.

Per il resto dell'area occupata dal cantiere si prevede invece la sistemazione con vegetazione delle fiumare (intervento di tipo 3) per la descrizione dell'intervento si rimanda al paragrafo 7.3.6.5.

7.3.6.3 Ripristino dello stato dei luoghi in corrispondenza dei viadotti

In corrispondenza dei viadotti nord e sud di attraversamento della fiumara di Melito si prevede il ripristino dello stato dei luoghi, ossia la realizzazione di una formazione vegetale che richiami le cenosi tipiche delle fiumare per quanto riguarda il viadotto sud e parte del viadotto nord, mentre nella restante parte del viadotto nord si prevede il reimpianto degli agrumeti presenti ante-operam.

Per la descrizione degli interventi si rimanda al Quadro di Riferimento Progettuale, intervento di tipo 3 e di tipo 8, par.7.4.3 e 7.4.6).

7.3.6.4 Sistemazione delle banche intermedie e dei piedi dei rilevati con ulivo e oleandro (intervento tipo 6)

Ai piedi della scarpata della rampa di svincolo di Melito si prevede la messa a dimora di una siepe di ulivo e oleandro (intervento di tipo 6 si veda "Quadro di Riferimento Progettuale" par. 7.4.7) con funzione schermante, con gli esemplari posti a distanza di 2 metri. Lo stesso tipo di intervento si propone ai piedi del rilevato della bretella di collegamento di Melito con funzione schermante ma anche di richiamo degli uliveti circostanti.

7.3.6.5 Sistemazione delle aree intercluse con vegetazione delle fiumare (intervento di tipo 3)

La realizzazione della rampa dello svincolo di Melito, porta a delimitare un'area non più coltivabile e per questo destinata ad un'opera di compensazione consistente nella realizzazione di una formazione vegetale che richiami le cenosi tipiche delle fiumare, adatte alle particolari condizioni ambientali e di notevole effetto decorativo. Si opta per un sesto di impianto quadrato di lato 4X4 m con Oleandro e Tamerice alternati.

7.3.6.6 Realizzazione di sottopassi faunistici

In corrispondenza della zona di contatto tra ecosistema agricolo e delle fiumare, la cui continuità è interrotta dall'attraversamento della bretella di collegamento, si prevede come intervento di mitigazione la realizzazione di un opportuno sottopasso faunistico, ossia un tunnel utilizzabile da anfibi, rettili e mammiferi di mole medio-piccola. La dimensione di detti manufatti dovrà essere valutata in funzione della taglia e delle caratteristiche comportamentali delle specie animali da salvaguardare. Si dovrà realizzare una struttura sotto la sede del manufatto (generalmente in calcestruzzo), eventuali movimenti di terra per la realizzazione di unità ambientali idonee alla fauna da salvaguardare, inerbimenti e piantumazioni, strutture complementari specifiche per la fauna, come recinzioni e opere quali ad es. barriere con invito. I sottopassi faunistici dovranno, per essere efficaci, essere accompagnati da deflettori posti agli imbocchi, in grado di indirizzare opportunamente gli animali.

L'intervento ideale comprenderà una serie di elementi (sottopasso, deflettori, fasce arbustive di mascheramento e piccole macchie di appoggio), che nel loro insieme massimizzeranno l'efficacia dei passaggi faunistici.

I ponti biologici consistono invece in sovrappassi a fini naturalistici (definiti anche ecodotti) o gallerie artificiali utilizzabili soprattutto per ungulati ed altri mammiferi terrestri. La loro realizzazione può prevedere utilizzi multipli, come ad esempio il transito di persone, ecc.

Soluzioni abbastanza semplici sono quelle che prevedono un tratto di vera e propria galleria artificiale entro cui passi l'infrastruttura. Anche i sovrappassi faunistici devono essere intesi come interventi complessi in cui intervengono elementi tecnici con funzioni complementari (recinzioni, vegetazione di mascheramento, inviti ecc.). Gli interventi per la formazione dell'opera (es. galleria artificiale) in generale potranno consistere in movimenti di terra per la formazione di eventuali terrapieni e dei raccordi del piano di campagna, preparazione del terreno, messa a dimora di unità vegetali secondo tecniche appropriate, realizzazioni di opere atte favorire specifiche presenze faunistiche ed infine programmazione di adeguati interventi di controllo e di manutenzione delle opere e di salvaguardia delle specie animali.

Un settore particolare di impatto ambientale e di risposta tecnica è quello relativo all'avifauna che, volando rasoterra attraverso la strada, può restare uccisa nello scontro con gli autoveicoli. La realizzazione di fasce arboreo–arbustive ai lati delle strade può alzare la linea di volo degli uccelli e ridurre più o meno significativamente i casi di impatto. La presenza di vegetazione arboreo–arbustiva ai lati della strada per limitare gli impatti con l'avifauna avrà caratteristiche differenti di struttura ed altezza a seconda della tipologia costruttiva della strada (rilevato, trincea, viadotto).

Gli interventi di mitigazione sono illustrati nelle tavole “Planimetria delle sistemazioni ambientali” e “Tipologici delle sistemazioni ambientali – Sistemazione Ambientale Svincolo di Melito e Area di Cantiere C.I.8”

8 COMPONENTE ATMOSFERA

8.1 Premessa

Lo studio, realizzato tramite l'uso di idoneo software previsionale, ha permesso di stimare, con il grado di approssimazione consentito dal modello, le concentrazioni degli inquinanti presso i ricettori e di realizzare carte tematiche di concentrazione degli inquinanti emessi dai veicoli transitanti dalla S.S. 106 "Jonica", limitatamente al Megalotto 5, che attraversa i comuni di Reggio Calabria (periferia meridionale), Motta San Giovanni, Montebello Jonico, Melito di Porto Salvo ed il comune Nuovo di Roghudi.

Lo studio si articola in:

- definizione dello stato dei luoghi attraverso sopralluoghi lungo le aste viarie per la caratterizzazione dei ricettori con individuazione di quelli sensibili;
- assunzione dei flussi di traffico futuri;
- valutazione del contributo alla qualità dell'aria dovuto al traffico veicolare mediante l'utilizzo di un modello di simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera (MISKAM).

Di seguito viene fornito un maggiore dettaglio dei suddetti passi operativi.

Definizione dello stato dei luoghi

Sono state effettuate delle indagini dirette per la conoscenza dei luoghi, sia sotto il profilo morfologico e urbanistico, sia sotto il profilo della caratterizzazione delle sorgenti di inquinanti atmosferici.

Si è poi proceduto all'individuazione dei ricettori sensibili con l'ausilio di sopralluoghi, nel corso dei quali sono stati caratterizzati tutti gli edifici prossimi alla viabilità in progetto.

Individuazione dei flussi di traffico da assumere a base delle simulazioni atmosferiche

I dati di traffico utilizzati per la simulazione sono stati estrapolati dallo studio trasportistico, considerando come anno di riferimento il 2018. Per la determinazione dei dati di traffico è stata scelta l'ipotesi alta, che corrisponde allo scenario peggiore e quindi più cautelativo.

Stima dei coefficienti di emissione da utilizzare come dati di input per il modello

Per il calcolo dei fattori di emissioni necessari al modello si è fatto riferimento alla versione più aggiornata del programma di calcolo COPERT II (1997).

Simulazioni della qualità dell'aria

Per stimare le concentrazioni degli inquinanti generate dai flussi di traffico transitanti sulla nuova S.S. 106 "Jonica", sono state effettuate delle simulazioni.

Il software scelto per questo tipo di simulazione è il MISKAM che permette una visione della simulazione caratterizzata da una scala cromatica associata alle concentrazioni dei vari inquinanti modellizzati.

Il modello richiede i seguenti dati di input:

- parametri atmosferici
- coefficienti di emissione per ogni asta viaria interessata dai transiti dei mezzi di cantiere.

Generalmente una applicazione modellistica necessita di una procedura rigorosa di confronto con le misure sperimentali, che consenta la verifica e la taratura del modello. Questo punto presuppone un disegno ottimale della rete di monitoraggio, sufficiente affidabilità, accuratezza e rappresentatività delle misure e una buona conoscenza delle emissioni delle sostanze inquinanti che influenzano la qualità dell'aria, sia in termini quantitativi che di distribuzione spaziale e temporale.

In questo specifico caso non è stato possibile effettuare la taratura del modello in quanto non esistono dati di monitoraggio degli inquinanti relativi alla zona di interesse. Nell'area, inoltre, non sono presenti centraline meteorologiche pertanto la scelta dei parametri atmosferici da utilizzare come input nel modello è stata fatta in base a considerazioni di dispersione degli inquinanti e sono state scelte condizioni di stabilità atmosferica che risultano essere comunque le condizioni peggiori.

8.2 Gli inquinanti

Al fine di caratterizzare l'impatto sulla qualità dell'aria delle attività oggetto di studio è necessario preliminarmente individuare e caratterizzare le sorgenti di inquinanti.

8.2.1 Gli Ossidi di Azoto

Per ossidi di azoto si intende generalmente l'insieme di ossido e biossido di azoto anche se in realtà costituiscono una miscela più complessa come viene riepilogato in tabella 8.1.

Tabella 8.1 - Costituenti gli ossidi di azoto

| Composto | Formula |
|------------------------------------------|-------------------------------|
| Ossido di diazoto | N ₂ O |
| Ossido di azoto | NO |
| Triossido di diazoto (Anidride nitrosa) | N ₂ O ₃ |
| Biossido di azoto | NO ₂ |
| Tetrossido di diazoto | N ₂ O ₄ |
| Pentossido di diazoto (Anidride nitrica) | N ₂ O ₅ |

Il monossido di azoto si forma in qualsiasi combustione ad elevata temperatura, insieme ad una piccola percentuale di biossido (circa il 5 % del totale). Le più grandi quantità di ossidi di azoto vengono emesse da processi di combustione civili ed industriali e dai trasporti autoveicolari (l'ossido rappresenta il 95 % del totale) anche se ne esiste una quantità di origine naturale (fulmini, incendi, eruzioni vulcaniche ed azione di alcuni batteri presenti nel suolo come i Nitrosomonas ed i Nitrobacter).

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

Il biossido di azoto è un inquinante secondario poiché non viene emesso direttamente dallo scarico o dai fumi industriali ma deriva generalmente dalla trasformazione in atmosfera consistente nell'ossidazione dell'ossido. Gli ossidi di azoto permangono in atmosfera per pochi giorni (4-5) e vengono rimossi in seguito a reazioni chimiche che portano alla formazione di acidi e di sostanze organiche.

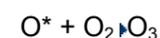
Gli ossidi di azoto si formano durante le reazioni di combustione ad elevate temperature (1200°) il monossido di azoto si produce in quantità maggiori del biossido in dipendenza della temperatura di combustione e della quantità di ossigeno libero.

Le reazioni che avvengono sono:



Il biossido di azoto, oltre che dalla seconda reazione, si forma anche dalle reazioni fotochimiche secondarie che avvengono in atmosfera.

Il biossido di azoto entra quindi in un giro di reazioni favorite dalle radiazioni ultraviolette nelle quali interviene anche l'ozono troposferico:



Tale ciclo viene alterato in presenza di idrocarburi incombusti presenti in atmosfera in quanto reagiscono con il radicale OH formando altri due radicali RO₂* e HO₂* i quali reagiscono con l'ossido di azoto convertendolo in NO₂:



In tal modo l'ozono non può più reagire con l'NO (reazione 1) e quindi si accumula negli strati bassi dell'atmosfera. I radicali RO₂ e HO₂, inoltre, ad elevate concentrazioni di NO_x reagiscono per formare i perossiacetilnitrati (tra i quali il più importante è l'acido perossiacetilnitroso o PAN) gli alchilnitrati e gli idroperossidi.

I livelli naturali di biossido di azoto oscillano tra 1 e 9 µg/m³ inoltre le medie annuali nelle città europee non vanno oltre i 40 µg/m³. Nei paesi industrializzati i livelli sono compresi fra 20 e 90 µg/m³.

Il biossido di azoto è quattro volte più tossico del monossido; a concentrazioni di circa 13 ppm (circa 4,4 mg/m³) esso procura irritazione alle mucose degli occhi e del naso mentre l'NO può portare alla paralisi del sistema nervoso centrale delle cavie sottoposte per 12 minuti a circa 2500 ppm (circa 3075 mg/m³).

Il livello più basso al quale è stato osservato un effetto sulla funzione polmonare nell'uomo dovuto all'esposizione al biossido di azoto, dopo una esposizione di 30 minuti, è pari a 560 µg/m³; per

questo l'Organizzazione Mondiale per la Sanità raccomanda per l'NO₂ un limite guida di 1 ora pari a 200 µg/m³, ed un limite per la media annua pari a 40 µg/m³.

Oltre agli effetti dannosi sulla salute dell'uomo, gli ossidi di azoto producono danni alle piante, riducendo la loro crescita, e ai beni materiali: corrosione dei metalli e scolorimento dei tessuti.

Sulle piante, l'esposizione al biossido di azoto induce la comparsa di macchie sulle foglie mentre il monossido rallenta il processo di fotosintesi.

Entrambi inoltre contribuiscono alla acidificazione delle precipitazioni con conseguente deterioramento degli edifici e delle opere d'arte.

8.2.2 Il Monossido di Carbonio

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore ed inodore emesso da fonti naturali ed antropiche (tra queste il 90 % deriva dagli scarichi automobilistici).

Una quota considerevole di CO deriva dall'ossidazione atmosferica di metano e di altri idrocarburi normalmente emessi nell'atmosfera, da emissioni da oceani e paludi, da incendi forestali, da acqua piovana e da tempeste elettriche.

L'origine antropica di tale inquinante, come detto, avviene principalmente tramite la combustione incompleta dei carburanti usati negli autoveicoli. In tal caso le emissioni di CO sono maggiori in un veicolo con motore al minimo o in fase di decelerazione, diminuiscono alla velocità media di 60-110 Km/h per poi aumentare nuovamente alle alte velocità.

La concentrazione media di CO nell'atmosfera oscilla tra 0.06 e 0.4 ppm nell'emisfero nordico, mentre nelle città italiane la concentrazione di CO è dell'ordine di 1 - 4 ppm come media annuale.

L'alto tempo medio di residenza del CO in atmosfera (circa quattro mesi), presuppone il suo utilizzo come tracciante dell'andamento temporale degli inquinanti primari al livello del suolo.

Il monossido di carbonio viene assorbito rapidamente negli alveoli polmonari. Nel sangue compete con l'ossigeno nel legarsi all'atomo bivalente del ferro dell'emoglobina, formando carbossiemoglobina.

Tra le sorgenti antropiche un ruolo importante spetta anche al fumo di tabacco: il suo contenuto di CO può arrivare a 700-800 ppm e il livello di carbossiemoglobina (composto formato dall'unione del CO con l'emoglobina del sangue) in un fumatore raggiunge il 7% contro lo 0,5% di un non fumatore che vive in un'aria pulita.

Il monossido di carbonio va considerato inquinante primario a causa della sua lunga permanenza in atmosfera, che può raggiungere i sei mesi. Gli effetti sull'ambiente sono da considerarsi trascurabili mentre quelli sull'uomo sono estremamente pericolosi.

La concentrazione di monossido di carbonio nelle città, a causa del traffico, è ben superiore a 0,1 ppm che costituisce il valore normale di un'aria non inquinata, e non sono rare medie di 30-40 ppm nei centri cittadini, raggiungendo, per qualche secondo, valori di 150-200 ppm in zone dove barriere architettoniche (sottopassi o gallerie) impediscono la libera circolazione dell'aria.

8.2.3 Gli Idrocarburi

Gli idrocarburi sono composti organici a base di carbonio ed idrogeno di natura alifatica (catena lineare o ramificata tra i quali il capostipite è il metano) o aromatica (catene cicliche tra i quali il capostipite è il benzene).

Tra questi rivestono importanza i VOC (Composti organici volatili) cioè un insieme di composti di natura organica caratterizzate da basse pressioni di vapore a temperatura ambiente, che si trovano quindi in atmosfera principalmente in fase gassosa.

Il numero dei composti organici volatili osservati in atmosfera, sia in aree urbane sia remote, è estremamente alto e comprende oltre agli idrocarburi volatili semplici anche specie ossigenate quali chetoni, aldeidi, alcoli, acidi ed esteri.

Le emissioni naturali dei VOC provengono dalla vegetazione e dalla degradazione del materiale organico; le emissioni antropiche, invece, sono principalmente dovute alla combustione incompleta degli idrocarburi ed all'evaporazione di solventi e carburanti.

Il principale ruolo atmosferico dei composti organici volatili è connesso alla formazione di inquinanti secondari. In particolare, di maggiore interesse in campo atmosferico a causa del loro importante ruolo nella formazione di specie ossidanti, è la classe degli alcheni, fra cui l'isoprene e i monoterpeni, composti particolarmente reattivi emessi naturalmente dalle piante.

I composti organici volatili rivestono un ruolo fondamentale nella formazione degli inquinanti è connesso alla formazione di inquinanti secondari. In particolare, di maggiore interesse in campo atmosferico a causa del loro importante ruolo nella formazione di specie ossidanti, è la classe degli alcheni, fra cui l'isoprene e i monoterpeni, composti particolarmente reattivi emessi naturalmente dalle piante.

I veicoli a benzina contribuiscono più degli altri alle emissioni di idrocarburi, essendo la benzina una miscela di idrocarburi semplici e molto volatili.

Negli autoveicoli le emissioni maggiori si hanno a velocità basse, mentre quelle minori a velocità comprese tra i 70 ed i 100 Km/h.

Gli idrocarburi interferiscono sui processi respiratori ed irritano gli occhi, mentre alcuni tra gli idrocarburi policiclici aromatici sono cancerogeni.

Il solo idrocarburo che eserciti un effetto dannoso sulle piante è l'etilene: esso rallenta la loro crescita interferendo con gli ormoni che ne regolano il metabolismo.

8.2.3.1 Il Benzene

Il Benzene (C₆H₆) è un idrocarburo volatile aromatico di odore caratteristico che viene immesso nell'aria principalmente per effetto delle emissioni autoveicolari e per le perdite durante le fasi di rifornimento.

Le concentrazioni medie di benzene oscillano fra 5 e 573 µg/m³ (WHO 1999) anche se presso le stazioni di rifornimento di carburanti si raggiungono i 10.000 µg/m³ (WHO 1987).

Gli effetti a breve termine sull'uomo agiscono sul sistema nervoso mentre quelli a lungo termine producono una riduzione progressiva delle piastrine nel sangue.

Per la sua tossicità il benzene è stato inserito dalla IARC (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo I, insieme alle sostanze con un accertato potere cancerogeno sull'uomo.

8.2.3.2 Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Gli IPA (Idrocarburi policiclici aromatici) sono composti organici costituiti da più anelli benzenici che si formano dalla combustione incompleta del carbone, olio, legno ed altri materiali organici soprattutto da fonti fisse. Nell'atmosfera sono stati identificati più di cento specie di IPA a partire dal naftalene presente in fase gassosa fino a composti con sette o più anelli, presenti adsorbiti sul particolato. Essi si formano dagli idrocarburi a catena piccola attraverso un processo chiamato piro-sintesi.

In presenza di luce solare gli IPA possono produrre composti a volte più tossici di quelli originali come succede per i nitro-IPA, formatasi dalla reazione con acido nitrico oppure per gli IPA ossidati derivanti dalla reazione con l'ozono.

8.2.4 Il Particolato

Per particolato atmosferico si intende l'insieme di particelle atmosferiche solide e liquide con diametro compreso fra 0,1 e 100 micron. Le particelle più grandi generalmente raggiungono il suolo in tempi piuttosto brevi e causano fenomeni di inquinamento su scala molto ristretta.

L'esperienza comune insegna che ciò che va in alto deve poi ricadere e ciò vale certamente anche per le particelle solide o liquide sospese nell'aria. Tuttavia l'aria esercita un effetto ritardante con una forza verso l'alto che è proporzionale alla velocità di caduta ed al raggio delle particelle. Inoltre il tempo di permanenza nell'aria dipenderà dalla natura dei venti e dalle precipitazioni. Le particelle più piccole possono rimanere nell'aria per molto tempo; alla fine gli urti casuali e la reciproca attrazione fanno ingrossare le stesse al punto da far loro raggiungere una velocità di caduta sufficiente a farle depositare al suolo. Oltre a questo meccanismo di deposizione a secco l'eliminazione dall'atmosfera avviene anche per effetto della pioggia.

Il particolato si origina generalmente sia da fonti antropiche che da fonti naturali.

Sia quelle antropiche che quelle naturali possono dar luogo a particolato primario (emesso direttamente nell'atmosfera) o secondario (formatasi in atmosfera attraverso reazioni chimiche) come viene riassunto in tabella 8.2 per il particolato fine ed in tabella 8.3 per quello grossolano.

Tabella 8.2 - Sorgenti di Particolato Fine

| Sorgenti antropiche | | Sorgenti naturali | |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Primario | Secondario | Primario | Secondario |
| Uso di combustibili fossili | Ossidazione di SO ₂ | Spray marino | Ossidazione di SO ₂ e H ₂ S emessi da incendi e vulcani |
| Emissioni di autoveicoli | Ossidazione di NOx | Erosione di rocce | Ossidazione di NOx prodotto da suolo e luce |
| Polveri volatili | Emissione di NH ₃ da agricoltura e allevamento | Incendi boschivi | Emissione di NH ₃ da animali selvatici |
| Usura di pneumatici e freni | Ossidazione di idrocarburi emessi dagli autoveicoli | | Ossidazione di idrocarburi emessi dalla vegetazione (terpeni) |

Tabella 8.3 - Sorgenti di Particolato Grossolano

| Sorgenti antropiche | | Sorgenti naturali | |
|---------------------------------|------------|--------------------------------|------------|
| Primario | Secondario | Primario | Secondario |
| Polveri volatili da agricoltura | | Erosione rocce | |
| Spargimento di sale | | Spray marino | |
| Usura asfalto | | Frammenti di piante ed insetti | |

Come si vede dalla tabella 8.3 il particolato grossolano è tutto primario.

Esistono vari modi per classificare il particolato atmosferico e tra questi i più usati sono basati su:

- Distribuzione dimensionale
- Taglio
- Dosimetria

Per caratterizzare la distribuzione dimensionale delle particelle si distinguono tre modi diversi (distribuzione trimodale): il modo più piccolo corrisponde alle particelle inferiori a 0,1 micron (modo di nucleazione) derivanti da combustioni e trasformazioni gas-particella, il modo centrale comprende particelle da 0,1 a 1 micron (modo di accumulazione) derivanti dalla coagulazione di particelle più piccole infine il modo più grande contiene le particelle con diametro aerodinamico compreso fra 2 e 100 micron (modo grossolano).

Una caratterizzazione meno rigorosa identifica la frazione fine (diametro compreso fra 1 e 3 micron) da quella grossolana.

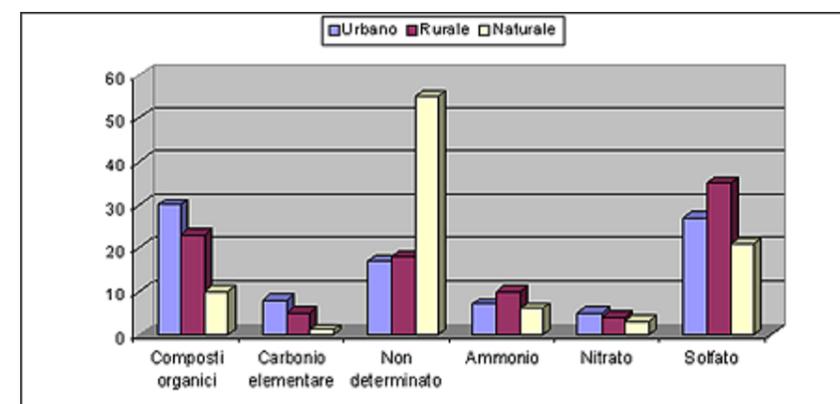
La classificazione rispetto al taglio si basa sui sistemi di prelievo intendendo per PM_x la frazione di particelle prelevata mediante un sistema di separazione inerziale la cui efficienza di campionamento, per la particelle con diametro minore di x micron, è uguale al 50 %. In tal modo si considera il PM_{2,5} come frazione fine e l'intervallo PM₁₀ - PM_{2,5} alla frazione grossolana.

La classificazione dosimetria si basa sulla capacità, da parte delle particelle, di penetrare nell'apparato respiratorio e suddivide il materiale particolato in frazione inalabile (entra nelle vie respiratorie), frazione toracica (raggiunge i polmoni), frazione respirabile (raggiunge gli alveoli). In tale classificazione la frazione toracica corrisponde al PM₁₀.

Le particelle possono essere identificate da una distribuzione trimodale con un minimo compreso fra 1 e 3 micron. La frazione più grande è detta "grossolana" mentre quella più piccola viene chiamata "fine". La frazione fine deriva principalmente da processi di combustione (primario) e da prodotti di reazione dei gas (secondario) mentre quella grossolana prende origine generalmente da processi meccanici.

La composizione del particolato dipende dalla tipologia dello stesso e quindi dall'area e dalla tipologia della sorgente di emissione come si può vedere nella figura 8.1.

Figura 8.1 - Composizione del Materiale Particolato



Nei tre grafici seguenti viene evidenziata la composizione percentuale del particolato di origine urbana, naturale e rurale. L'origine urbana riguarda prevalentemente le aree marine remote.

Figura 8.2 - Materiale particolato di origine urbana

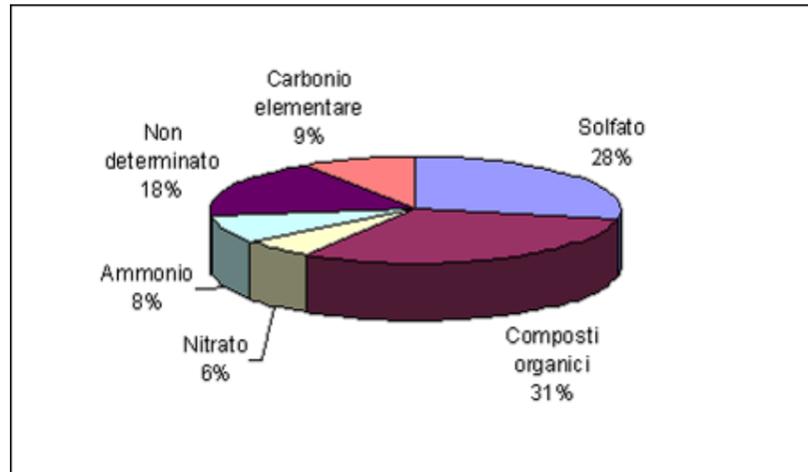


Figura 8.3 - Materiale particolato di origine naturale

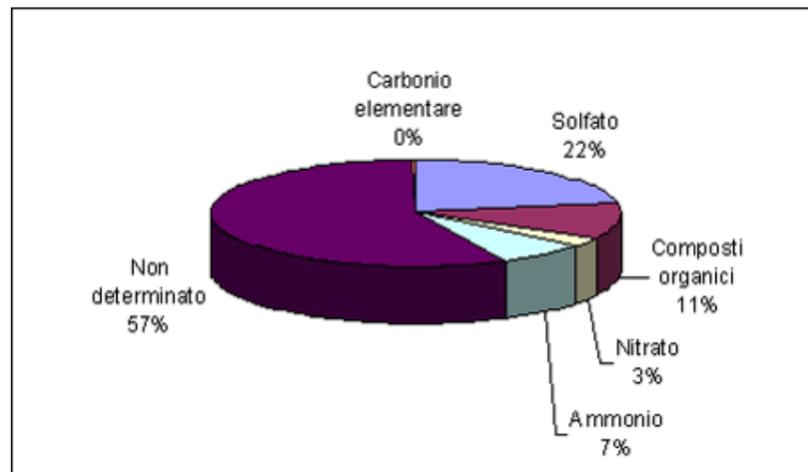
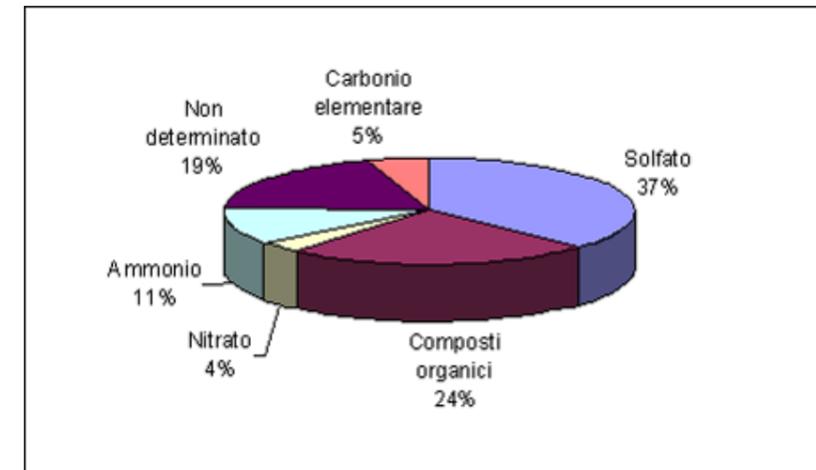


Figura 8.4 - Materiale particolato di origine rurale



Il particolato atmosferico può diffondere la luce del Sole assorbendola e riemettendola in tutte le direzioni; il risultato è che una quantità minore di luce raggiunge la superficie della Terra. Questo fenomeno può determinare effetti locali (temporanea diminuzione della visibilità) e globali (possibili influenze sul clima).

Inoltre la presenza di particolato favorisce la formazione delle nebbie, perché le particelle forniscono alle microscopiche goccioline che formano la nebbia nuclei intorno ai quali condensarsi.

Il particolato provoca danni ai materiali, come la corrosione dei metalli, danneggiamento ai circuiti elettrici ed elettronici, sia per azione chimica che meccanica, insudiciamento di edifici e opere d'arte, ridotta durata dei tessuti.

La polvere (per esempio quella dei cementifici) può provocare sulle piante delle incrostazioni che interferiscono con il processo di fotosintesi, in quanto intercettano la radiazione solare.

Esse possono provocare aggravamenti di malattie asmatiche, aumento di tosse e persino convulsioni, oltre agli effetti tossici diretti sui bronchi e sugli alveoli polmonari.

8.3 Normativa

Principale riferimento per valutare la qualità dell'ambiente atmosferico sono gli standard di qualità dell'aria, che le legislazioni europea ed italiana hanno fissato negli anni più recenti, in particolare:

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 marzo 1983
- Limiti di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria in ambiente esterno.
- Avviso di rettifica del Ministero della Sanità al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28.03.83 "Limiti di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria in ambiente esterno"
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203
- Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di tutela della qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16.04.1987 n. 183.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 20 maggio 1991
- Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria.
- Decreto del Presidente della Repubblica 10 gennaio 1992
- Atto di indirizzo e coordinamento in materia di sistemi di rilevazione dell'inquinamento urbano.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 6 maggio 1992
- Definizioni del sistema nazionale finalizzato al controllo ed assicurazione di qualità dei dati di inquinamento atmosferico ottenuti dalle reti di monitoraggio.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 15 aprile 1994
- Norme tecniche in materia di livelli e stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli articoli 3 e 4 del D.P.R. 24.05.1988 n. 203 e dell'art. 9 del D.M. 20.05.1991.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 25 novembre 1994
- Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al D.M. 15.04.1994.
- Circolare Ministero dell'Ambiente 28 aprile 1995, n. 9699/95/UL
- Individuazione dei livelli provinciali e regionali del sistema nazionale finalizzato al controllo ed assicurazione di qualità dei dati di inquinamento atmosferico ottenuti dalle reti di monitoraggio, di cui al D.M. 6.5.1992, e autorizzazione dei soggetti pubblici e privati allo svolgimento di alcune funzioni previste dall'articolo 5 dello stesso decreto 6.5.1992.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 maggio 1996
- Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 4 agosto 1999 n.351
- Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 2 aprile 2002, n.60
- Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

Con riferimento a tale legislazione gli inquinanti normati sono i seguenti:

- Biossido di zolfo espresso come SO₂
- Biossido di azoto espresso come NO₂

- Ozono espresso come O₃
- Monossido di Carbonio espresso come CO
- Piombo (Pb)
- Fluoro (F)
- Particelle Sospese Totali (PST)
- Idrocarburi totali (HC) escluso il metano espressi come C
- Benzene (B)
- Idrocarburi policiclici aromatici con riferimento al benzo(a)pirene (BP)
- Frazione respirabile delle particelle sospese (PM10)

La normativa individua per i vari composti inquinanti degli standard di qualità, generalmente sotto forma di soglie di superamento o livelli massimi, relativamente sia al lungo periodo che ad episodi critici in alcuni casi distinti per popolazione umana ed ecosistemi. In particolare vengono introdotte le seguenti definizioni:

Valori limite di qualità dell'aria: limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti nell'ambiente esterno (DPR 203 del 24/05/88);

Valori guida di qualità dell'aria: limiti delle concentrazioni e limiti di esposizione relativi ad inquinanti nell'ambiente esterno destinati:

- a) alla prevenzione a lungo termine in materia di salute e protezione dell'ambiente;
- b) 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 (DPR 203 del 24/05/88);

Obiettivi di qualità: individuano il valore medio annuale di riferimento da raggiungere e rispettare a partire da una determinata data (DM del 25/11/94). Questi standard, così come i livelli di protezione per la salute e per gli ecosistemi, vengono generalmente definiti attraverso indicatori di lungo periodo (medie annuali, esposizioni accumulate, ecc) e quindi individuano le condizioni

medie di non pericolosità dei diversi composti inquinanti che possono essere presenti in atmosfera. Come evidenziato nelle definizioni stesse, alcuni di questi standard non rappresentano vincoli immediati da rispettare, quanto condizioni di riferimento a cui tendere.

Stato di attenzione: situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme (DM 15/04/94).

Stato di allarme: situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina una potenziale condizione di superamento dei limiti massimi di accettabilità e di rischio sanitario per la popolazione (DM 15/04/94).

Livelli di attenzione e di allarme: le concentrazioni di inquinanti atmosferici che determinano lo stato di attenzione e lo stato di allarme (DM 15/04/94). I livelli di attenzione e di allarme fanno riferimento ad indicatori di breve periodo (medie orarie e giornaliere) e vengono utilizzati per identificare situazioni critiche di carattere episodico.

Tabella 8.4 - Indicatori per le concentrazioni di SO₂ in Italia e nella Comunità europea

| Indicatore | Limite µg/m ³ | Indice | Rif. Legisl. | Note |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| valore limite | 80 | mediana | dpr 203/88 | mediana delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco di 1 anno (1aprile – 31 marzo) |
| | 250 | 98° percentile | dpr 203/88 | 98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno (1 aprile – 31 marzo) |
| | 130 | mediana | dpr 203/88 | mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate durante l'inverno (1 ottobre–31 marzo) |
| valore guida | da 40 a 60 | media aritmetica | dpr 203/88 | media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno (1aprile – 31 marzo) |
| | da 100 a 150 | valore medio delle 24 ore | dpr 203/88 | il periodo di riferimento è dalle 00 alle 24 di ciascun giorno |
| valore limite orario per la protezione della salute umana | 350 | media oraria | d.m. 60/02 | da non superare più di 24 volte per anno civile. il margine di tolleranza è stabilito nella misura del 42,9% del valore limite, pari a 150 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/ce (19/7/99). tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005 |
| valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana | 125 | media giornaliera | d.m. 60/02 | da non superare più di 3 volte per anno civile. |
| valore limite per la protezione degli ecosistemi | 20 | media annuale (anno civile) e invernale (1 ottobre-31 marzo) | d.m. 60/02 | |
| livello di attenzione | 125 | media giornaliera | dm 25.11.94 | episodi acuti di esposizione della popolazione |
| livello di allarme | 250 | media giornaliera | dm 25.11.94 | episodi acuti di esposizione della popolazione |
| soglia di allarme | 500 | media oraria | d.m. 60/02 | il superamento deve essere misurato su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km ² oppure in una intera zona o un intero agglomerato, nel caso siano meno estesi |

Tabella 8.5 - Indicatori per le concentrazioni di NO₂ in Italia e nella Comunità europea

| Indicatore | Limite µg/m ³ | Indice | Rif. Legisl. | Note |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valore limite (NO ₂) | 200 | 98° percentile | DPR 203/88 | 98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate durante l'anno (1 gennaio – 31 dicembre) |
| Valore guida (NO ₂) | 50 | Mediana | DPR 203/88 | 50° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate durante l'anno (1 gennaio – 31 dicembre) |
| | 135 | 98° percentile | DPR 203/88 | 98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate durante l'anno (1 gennaio – 31 dicembre) |
| Valore limite orario per la protezione della salute umana (NO ₂) | 200 | Media oraria | D.M. 60/02 | Da non superare più di 18 volte per anno civile. Il margine di tolleranza è stabilito nella misura del 50% del valore limite, pari a 100 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2010 |
| Valore limite annuale per la protezione della salute umana (NO ₂) | 40 | Media annuale | D.M. 60/02 | Il margine di tolleranza è stabilito nella misura del 50% del valore limite, pari a 20 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2010 |
| Valore limite annuale per la protezione della vegetazione (NO _x) | 30 | Media annuale | D.M. 60/02 | |
| Livello di attenzione (NO ₂) | 200 | Media oraria | DM 25.11.94 | Episodi acuti di esposizione della popolazione |
| Livello di allarme (NO ₂) | 400 | Media oraria | DM 25.11.94 | Episodi acuti di esposizione della popolazione |
| Soglia di allarme (NO ₂) | 400 | Media oraria | D.M. 60/02 | Il superamento della soglia deve essere misurato su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km ² oppure in una intera zona o un intero agglomerato, nel caso siano meno estesi |

Tabella 8.6 - Indicatori per le concentrazioni di idrocarburi non metanici in Italia e nella Comunità europea

| Indicatore | Limite µg/m3 | Indice | Rif. Legisl. | Note |
|---------------|--------------|----------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valore limite | 200 | Media su 3 ore | DPCM 28.3.83 | Concentrazione media di 3 ore consecutive in periodo del giorno da specificarsi secondo le zone a cura delle autorità regionali competenti Da adottarsi solo in aree e periodi corrispondenti a superamenti significativi dello standard dell'aria per l'ozono |

Tabella 8.7 - Indicatori per le concentrazioni di O3 in Italia e nella Comunità europea

| Indicatore | Limite µg/m3 | Indice | Rif. Legisl. | Note |
|-------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valore limite | 200 | Media oraria | DPCM 28/03/83 | Da non raggiungere più di 1 volta in un mese |
| Livello per la protezione della salute | 110 | Media su 8 ore | DM 16/05/96 | Media mobile trascinata, calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h/h-8 Deve essere assicurato al minimo il calcolo di medie mobili, con parziale sovrapposizione, calcolata 4 volte al giorno sulla base degli 8 valori orari relativi agli intervalli 00 – 08, 08 – 16, 12 – 20, 16 – 24 (ore solari) |
| Livello per la protezione della vegetazione | 200 65 | Media oraria Media su 24 ore | DM 16/05/96 DM 16/05/96 | |
| Livello di attenzione | 180 | Media oraria | DM 25/11/94 e DM 16/05/96 | |
| Livello di allarme | 360 | Media oraria | DM 25/11/94 e DM 16/05/96 | |
| Valore bersaglio per la protezione della salute umana | 120 | Media massima giornaliera su 8 ore | Direttiva 2002/3/CE | La media massima giornaliera su 8 ore sarà determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata sarà assegnata al giorno nel quale finisce. Il valore bersaglio non deve essere superato per più di 25 giorni per anno civile. La rispondenza con il valore bersaglio viene verificata come media su 3 anni. Se non è possibile calcolare la media di 3 anni, i dati annuali minimi necessari sono i dati validi relativi a 1 anno. |
| Valore bersaglio per la protezione della vegetazione | 18 000 µg/m3-h | AOT40 | Direttiva 2002/3/CE | AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio. La rispondenza con il valore bersaglio viene verificata come media su 5 anni. Se non è possibile calcolare la media di 5 anni, i dati annuali minimi necessari sono i dati relativi a 3 anni. |
| Obiettivo a lungo termine per la | 120 | Media massima giornaliera su 8 | Direttiva 2002/3/CE | |

| Indicatore | Limite µg/m3 | Indice | Rif. Legisl. | Note |
|---------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|
| protezione della salute umana | | ore nell'arco di un anno civile | | |
| Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione | 6 000 µg/m3-h | AOT40 | Direttiva 2002/3/CE | AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio. |
| Soglia di informazione | 180 | Media oraria | Direttiva 2002/3/CE | |
| Soglia di allarme | 240 | Media oraria | Direttiva 2002/3/CE | Il superamento della soglia va misurato per 3 ore consecutive |

Tabella 8.8 - Indicatori per le concentrazioni di CO in Italia e nella Comunità europea

| Indicatore | Limite mg/m3 | Indice | Rif. Legisl. | Note |
|----------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valore limite | 40 | Media oraria | DPCM 28/03/83 | |
| | 10 | Media su 8 ore | DPCM 28/03/83 | |
| Valore limite per la protezione della salute umana | 10 | Media massima giornaliera su 8 ore | D.M. 60/02 | La media massima giornaliera su 8 ore viene individuata esaminando le medie mobili su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale finisce. Il margine di tolleranza è stabilito pari a 6 mg/m3 all'entrata in vigore della direttiva 2000/69 (13/12/2000). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2003, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005 |
| Livello di attenzione | 15 | Media oraria | DM 25.11.94 | Episodi acuti di esposizione della popolazione |
| Livello di allarme | 30 | Media oraria | DM 25.11.94 | Episodi acuti di esposizione della popolazione |

Tabella 8.9 - Indicatori per le concentrazioni di PTS in Italia e nella Comunità europea

| Indicatore | Limite µg/m3 | Indice | Rif. Legisl. | Note |
|-----------------------|--------------|-------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valore limite | 150 | Media aritmetica | DPCM 28/03/83 | Media aritmetica di tutte le concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno |
| | 300 | 98° percentile | DPCM 28/03/83 | 98° percentile di tutte le concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno |
| Livello di attenzione | 150 | Media giornaliera | DM 25.11.94 | Episodi acuti di esposizione della popolazione |
| Livello di allarme | 300 | Media giornaliera | DM 25.11.94 | Episodi acuti di esposizione della popolazione |

Tabella 8.10 - Indicatori per le concentrazioni di PM10 in Italia e nella Comunità europea

| Indicatore | Limite µg/m3 | Indice | Rif. Legisl. | Note |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obiettivo di qualità | 40 | Valore annuale | DM 25.11.94 | Il valore annuale è dato dalla media mobile dei valori giornalieri registrati |
| Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana - FASE 1 | 50 | Media su 24 ore | D.M. 60/02 | Da non superare più di 35 volte per anno civile Il margine di tolleranza è stabilito nella misura del 50% del valore limite, pari a 25 µg/m3, all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005 |
| Valore limite annuale per la protezione della salute umana - FASE 1 | 40 | Media annuale (anno civile) | D.M. 60/02 | Il margine di tolleranza è stabilito nella misura del 20% del valore limite, pari a 8 µg/m3, all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005 |
| Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana - FASE 2 | 50 | Media su 24 ore | D.M. 60/02 | Da non superare più di 7 volte l'anno Il margine di tolleranza è da stabilire in base ai dati, in modo che sia equivalente al valore limite della fase 1 |
| Valore limite annuale per la protezione della salute umana - FASE 2 | 20 | Media annuale (anno civile) | D.M. 60/02 | Il margine di tolleranza è stabilito pari a 10 µg/m3 al 1° gennaio 2005 con riduzione ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2010 |

Tabella 8.11 - Indicatori per le concentrazioni di Benzene in Italia e nella Comunità europea

| Indicatore | Limite µg/m3 | Indice | Rif. Legisl. | Note |
|-------------------------------------|--------------|---------------|--------------------|-----------------------------------------------------|
| Obiettivo di qualità | 10 | Media annuale | DM 25.11.94 | Calcolata come media mobile della media giornaliera |
| Livello di protezione per la salute | 5 | Media annuale | DM 2.04.2002, n.60 | |

8.4 Caratterizzazione e quantificazione delle sorgenti inquinanti

Al fine di caratterizzare l'impatto sulla qualità dell'aria è necessario preliminarmente individuare e caratterizzare le sorgenti di inquinanti, quantificando i fattori di emissioni delle varie sorgenti che saranno di seguito utilizzati come input nel modello previsionale.

8.4.1 Emissioni da traffico

8.4.1.1 Caratterizzazione delle emissioni da traffico veicolare

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

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

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

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

Emissioni allo scarico

I principali inquinanti presenti allo scarico dei motori a combustione interna sono il monossido di carbonio (CO), composti organici volatili (COV), ossidi di azoto (NO_x, miscela di NO e NO₂) e, particolarmente per i motori diesel, anidride solforosa (SO₂) e materiale particolato, quest'ultimo di granulometria inferiore a 10 µm (PM10), costituito in prevalenza da particelle carboniose e da idrocarburi pesanti adsorbiti.

L'emissione di CO, COV ed NO_x è conseguenza diretta del processo di combustione e delle condizioni in cui esso si sviluppa. L'equilibrio termodinamico delle numerose reazioni coinvolte nell'ossidazione stechiometrica con aria del carburante prevede che, nelle condizioni di temperatura e pressione allo scarico del motore, i gas siano costituiti unicamente da CO₂ ed H₂O, prodotti dalla combustione, e da N₂ ed altri componenti inerti contenuti nell'aria comburente. Tuttavia, lo studio della combustione all'interno dei cilindri di un motore mette in evidenza come, nelle distinte fasi che ne caratterizzano il ciclo di funzionamento (aspirazione, compressione, accensione ed espansione, scarico) si verifichino variazioni locali di temperatura molto intense, con velocità tali da non garantire tempi di permanenza sufficienti al raggiungimento dell'equilibrio. Anche se possibile dal punto di vista termodinamico, la completezza della combustione non viene in pratica mai raggiunta all'interno del motore per motivi di ordine cinetico: la composizione delle miscele gassose prodotte risulta dal "congelamento" degli equilibri chimici a temperature superiori a quelle di scarico.

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

Per gli idrocarburi incombusti, la cui ossidazione procede piuttosto rapidamente entro ampi intervalli di temperatura, secondo meccanismi di ossidazione a catena che coinvolgono atomi e radicali liberi estremamente attivi, l'ipotesi del blocco cinetico non è tuttavia sufficiente a spiegarne da sola l'emissione. L'arresto della combustione da cui essi traggono la loro origine è prevalentemente da attribuirsi agli intensi gradienti di temperatura che si verificano in zone di

spessore limitato lungo le pareti del cilindro (zona di "quenching") o all'interno di microfessure presenti sulla parete stessa, in corrispondenza delle quali si verificano brusche riduzioni locali della temperatura.

Un ulteriore fattore legato alle modalità di combustione nel motore che esercita una notevole influenza sulle emissioni è costituito dal rapporto A/F fra l'aria ed il carburante alimentato nei cilindri. In condizioni stechiometriche, tale rapporto vale, in termini di peso e per i carburanti di più comune utilizzo (benzina e gasolio), tra 14,5 e 15: valori inferiori danno luogo ad un eccesso di carburante rispetto all'aria (miscele ricche) mentre valori superiori indicano un eccesso d'aria rispetto a quella richiesta dalla stechiometria della combustione (miscele povere). La carenza di ossigeno che si verifica nelle miscele ricche favorisce la presenza di CO ed idrocarburi, prodotti di incompleta combustione, mentre riduce quella degli NO_x, la cui formazione è strettamente dipendente dalla disponibilità dell'ossigeno stesso. Per miscele prossime ai rapporti stechiometrici, le emissioni di CO ed idrocarburi si riducono sensibilmente mentre gli NO_x raggiungono le massime concentrazioni, in virtù della presenza di O₂ e delle alte temperature caratteristiche della combustione in tali condizioni.

Per miscele povere, l'ampia disponibilità di O₂ minimizza le concentrazioni di CO e quelle di idrocarburi che, tuttavia, presentano un successivo incremento per miscele estremamente povere, in seguito alle difficoltà di combustione per la massiccia presenza di aria; le concentrazioni di NO_x subiscono invece una costante riduzione, in funzione della progressiva diminuzione di temperatura con l'impoverimento della miscela, legata all'effetto diluente dell'aria in eccesso.

Contrariamente al caso dei composti sin qui considerati, la presenza o meno di SO₂ e particolato nelle emissioni dei motori risulta fortemente dipendente dal tipo di carburante utilizzato.

L'SO₂ deriva totalmente dall'ossidazione dello zolfo contenuto nel carburante, mentre il materiale particolato è legato alle difficoltà di combustione dei carburanti contenenti frazioni idrocarburiche pesanti: ambedue i composti sono pertanto caratteristici dei gas di scarico dei motori alimentati a gasolio, e risultano praticamente assenti in quelli a benzina.

L'entità e le caratteristiche qualitative delle emissioni dagli autoveicoli risultano pertanto determinate dalle modalità di combustione e dal tipo di carburante, diverso a seconda del tipo di motore utilizzato: benzina nei motori ad accensione comandata (ciclo Otto) o gasolio in quelli ad accensione spontanea (Ciclo Diesel). I due tipi di motori presentano anche condizioni di combustione assai diverse, che risultano inoltre variabili con il regime di funzionamento del motore

stesso, con la sua età e con il suo stato di manutenzione. I principali fattori che intervengono nel definire l'emissione allo scarico possono così riassumersi nei seguenti:

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

Emissioni per evaporazione

A causa dell'apprezzabile volatilità, una parte del carburante può essere emessa in atmosfera allo stato di vapore dal serbatoio o lungo la linea di alimentazione del motore.

Tali emissioni possono ritenersi trascurabili per i veicoli diesel data la bassa volatilità del gasolio.

Le perdite di carburante si sviluppano dal sistema serbatoio – motore sia quando il veicolo è in movimento (“running losses”), sia quando è fermo ma con il sistema serbatoio-motore caldo (“hot-soak losses”), ma anche con il veicolo fermo e freddo, essenzialmente a causa dell'escursione termica giornaliera (“diurnal losses”). Inoltre un'importante perdita si localizza nella fase di rifornimento allorché il carburante alimentato sposta verso l'esterno i vapori di benzina che satura la parte vuota del serbatoio.

Le tecniche per ridurre tali emissioni si avvalgono di cartucce di carbone attivo installate sul veicolo per l'adsorbimento dei vapori di benzina e di aspiratori installati presso l'area di rifornimento. Un'altra possibilità di attenuare le perdite risiede nella riduzione della volatilità del combustibile, normalmente espressa in termini di RVP (Reid Vapor Pressure).

In considerazione della tipologia di lavorazioni è plausibile ritenere che la principale fonte di inquinamento atmosferico sia rappresentata dagli scarichi dei mezzi in transito all'interno dei cantieri e lungo la viabilità.

8.4.2 Stima delle emissioni dovute a traffico veicolare

Per la stima delle emissioni dal settore dei trasporti su strada, nell'ambito del progetto europeo CORINAIR (COoRdination INformation AIR), è stato messo a punto un programma di calcolo, che viene periodicamente implementato, denominato COPERT II (Computer Programme for calculating Emissions from Road Traffic).

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

Per il calcolo dei fattori di emissioni necessari al modello si è fatto riferimento alla versione più aggiornata del programma di calcolo COPERT II (1997), che si descrive brevemente per il calcolo dei fattori di emissioni dei veicoli.

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

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

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

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

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

- percorso urbano;
- percorso extraurbano;

- percorso autostradale.

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

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

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

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

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

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

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

Nella Tabella 8.12 è riportato l'elenco delle varie categorie di veicoli che il programma considera e le relative normative di riferimento.

| veicolo | | | veicolo | | |
|-------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Autovetture | Benzina <1,4 l | PRE ECE ECE 15/00-01 ECE 15/02 ECE 15/03 ECE 15/04 91/441/EEC 94/12/EEC EC Proposal I (Post 2000) | Veicoli commerciali leggeri | Benzina < 3,5 t | Convenzionale 93/59/EEC EC Proposal II (96/69/EEC) |
| | Benzina 1,4 – 2,0 l | PRE ECE ECE 15/00-01 ECE 15/02 ECE 15/03 ECE 15/04 91/441/EEC 94/12/EEC EC Proposal I (Post 2000) | | Diesel < 3,5 t | Convenzionale 93/59/EEC EC Proposal II (96/69/EEC) |
| | Benzina 2,0 l | PRE ECE ECE 15/00-01 ECE 15/02 ECE 15/03 ECE 15/04 91/441/EEC 94/12/EEC EC Proposal I (Post 2000) | Veicoli commerciali pesanti | Benzina >3,5 t | Convenzionale |
| | Diesel <2,0 l | Convenzionale 91/441/EEC 94/12/EEC EC Proposal I (Post 2000) | | Diesel <7,5 t | Convenzionale 91/542/Stage I 91/542/Stage II |
| | Diesel >2,0 l | Convenzionale 91/441/EEC 94/12/EEC EC Proposal I (Post 2000) | | Diesel 7,5 – 16 t | Convenzionale 91/542/Stage I 91/542/Stage II |
| | LPG | Convenzionale 91/441/EEC 94/12/EEC EC Proposal I (Post 2000) | | Diesel 16 – 32 t | Convenzionale 91/542/Stage I 91/542/Stage II |
| | 2-Stroke | Convenzionale | | Diesel >32 t | Convenzionale 91/542/Stage I 91/542/Stage II |
| | | | Autobus | Autobus urbani | Convenzionale 91/542/Stage I 91/542/Stage II |
| | | | | Autobus extraurbani | Convenzionale 91/542/Stage I 91/542/Stage II |
| | | | Ciclomotori | <50 cm3 | ECE 47 97/24/EC |
| | | | Motocicli | 2 tempi >50 cm3 4 tempi 50 – 250 cm3 250-750 cm3 >750 cm3 | ECE 40/01 97/24/EC |

Tabella 8.12 – Categorie dei veicoli secondo la classificazione CORINAIR

| Categoria | Classificazione | Legislazione | Categoria | Classificazione | Legislazione |
|-----------|-----------------|--------------|-----------|-----------------|--------------|
|-----------|-----------------|--------------|-----------|-----------------|--------------|

8.4.2.1 Stima delle emissioni in funzione del parco circolante

A partire dalla specifica composizione del parco circolante transitante su ciascun tratto stradale analizzato sono stati determinati i fattori di emissione “a caldo” proposti dalla metodologia CORINAIR.

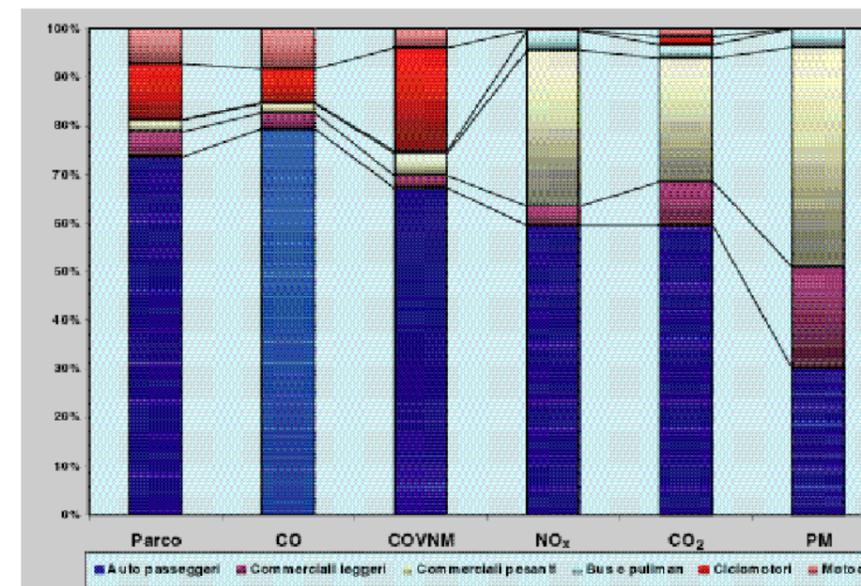
Le tipologie di veicoli prese in esame per il calcolo dei fattori di emissione sono le seguenti:

- autovetture alimentate a benzina;
- autovetture alimentate a diesel;
- veicoli commerciali leggeri diesel;
- veicoli commerciali pesanti diesel 7,5t <P<16 t;
- veicoli commerciali pesanti diesel 16 t < P < 32 t.

Per avere un'idea del peso di ciascuna classe di veicoli sia in termini di emissioni che di composizione del parco, a titolo di esempio si possono riportare i dati ottenuti dalla elaborazione di dati di base effettuata con il modello COPERT relativi al parco circolante italiano nel 1997 (Fig. 8.5).

I risultati che si osservano sono i seguenti:

- le emissioni di NO_x, PM e CO₂ dei mezzi commerciali pesanti hanno un peso relativo nettamente superiore rispetto alle emissioni globali emesse dalla categoria di veicoli pesanti
- le autovetture passeggeri (sia diesel, che benzina, che GPL) che costituiscono circa 75,80% dell'intero parco circolante hanno un peso relativo maggiore nelle emissioni di CO, NO_x e COVNM.



Negli ultimi anni la normativa sulle emissioni ha mostrato una continua evoluzione verso la riduzione delle emissioni stesse. Queste norme hanno un carattere internazionale, non interessano un solo paese sia per favorire la libera circolazione e vendita di veicoli sia per limitare l'inquinamento transfrontaliero.

Nelle tabelle successive sono riportate le varie normative che definiscono la classe di età per ciascuna tipologia di veicolo considerato; come caso esemplificativo, possiamo osservare che per le autovetture alimentate a benzina le sigle ECE 15/04, 91/441/EEC, 94/12/EEC, ecc., individuano, rispettivamente, le autovetture conformi alle normative entrate in vigore in Italia a partire da gennaio 1985, da gennaio 1993, ecc. I periodi di riferimento per la conformità dei veicoli alle varie norme sono quelli riportati in Tabella 8.13.

Figura 8.5 - Parco circolante italiano nel 1997

Tab.8.13 – Parco circolante secondo la normativa della Comunità Europea

| Categoria di veicoli | Classificazione | Legislazione |
|------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Autovetture a benzina | 1,4 ÷ 2,0 l | ECE 15/04 91/441/EEC 94/12/EEC EC Proposal I (post 2000) |
| Autovetture diesel | < 2,0 l | Convenzionale 91/441/EEC 94/12/EEC EC Proposal I (post 2000) |
| Veicoli commerciali leggeri diesel | < 3,5 t | Convenzionale 93/59/EEC EC Proposal II (96/69/EEC) |
| Veicoli commerciali pesanti diesel | 7,5 ÷ 16 t | Convenzionale 91/542/EEC Stage I 91/542/EEC Stage II |
| | 16 ÷ 32 t | Convenzionale 91/542/EEC Stage I 91/542/EEC Stage II |

Tab. 8.14 – Periodi di riferimento per la conformità dei veicoli

| Classe di età | Periodo di riferimento |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|
| Autovetture a benzina | |
| ECE 15/04 | fino 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- 16 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 |
| Veicoli commerciali pesanti diesel 16- 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 |

Dalle tabelle sottoriportate si può vedere l'evoluzione dei valori limite alle emissioni per le varie tipologie di veicoli in funzione delle normative di riferimento.

Ad esempio nel caso delle autovetture che sono oggetto di normativa da più tempo si osserva una drastica riduzione di emissioni dal 1980 al 1990; nel 2000 l'introduzione della partenza a freddo nel ciclo ha fatto sì che il valore limite del CO sia addirittura aumentato, mentre nelle prove su strada le emissioni si riducono del 40% circa, con l'adozione dei nuovi limiti di emissione.

Nel caso dei veicoli commerciali pesanti vi è una particolarità dovuta al fatto che le emissioni regolamentate si riferiscono alla potenza sviluppata del motore, espressa in KW/h, e non ai chilometri percorsi, come già sottolineato precedentemente. Questo trova riscontro nell'uso di queste macchine in cui il regime del motore è meno legato alla velocità del veicolo e più sensibile al carico trasportato.

Tab.8.15 – Evoluzione dei valori limite alle emissioni per le auto passeggeri in g/km

| Date Normativa | 1978 | 1980 | 1987 | 1990 | 1993 EURO I | 1997 EURO II | 2001 EURO III | 2006 EURO IV |
|--------------------|------|------|------|------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| AUTOVETTURE | | | | | | | | |
| Benzina | | | | | | | | |
| CO | 33.3 | 27.1 | 21.2 | 11.1 | 2.72 | 2.2 | 2.3 | 1 |
| HC | 22.2 | 1.9 | | | | | 0.2 | 0.1 |
| NOx | 3.61 | 3.03 | | | | | 0.15 | 0.08 |
| HC+NOx | | | 5.8 | 3.7 | 0.97 | 0.5 | | |
| Diesel | | | | | | | | |
| CO | 33.3 | 27.1 | 21.2 | 11.1 | 2.72 | 1 | 0.64 | 0.5 |
| HC | 22.2 | 1.9 | | | | | | |
| NOx | 3.61 | 3.03 | | | | | 0.5 | 0.25 |
| HC+NOx | | | 5.8 | 3.7 | 0.97 | 0.7 | 0.56 | 0.3 |
| PTS | | | 0.3 | | 0.14 | 0.08 | | |

Tab. 8.16 – Evoluzione dei valori limite alle emissioni per i veicoli commerciali leggeri in g/km

| Date Normativa | 1978 | 1980 | 1987 | 1995 EURO I | 1998 EURO II | 2001 EURO III | 2006 EURO IV |
|------------------------------------|------|------|------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| VEICOLI COMMERCIALI LEGGERI | | | | | | | |
| Benzina | | | | | | | |
| CO | 76.8 | 62.4 | 47.9 | 6.9 | 5 | 5.2 | 2.3 |
| HC | 4.9 | 4.4 | | | | | |
| NOx | 7.5 | 6.4 | | | | 0.2 | 0.1 |
| HC+NOx | | | 12.7 | 1.7 | 0.7 | | |
| Diesel | | | | | | | |
| CO | 76.8 | 62.4 | 47.9 | 6.9 | 1.5 | 1 | 0.7 |
| HC | 4.9 | 4.4 | | | | 0.3 | 0.2 |
| NOx | 7.5 | 6.4 | | | | 0.8 | 0.4 |
| HC+NOx | | | 12.7 | 1.7 | 0.7 | | 0.5 |
| PTS | | | | 0.3 | 0.2 | 0.11 | 0.06 |

Tab. 6.17 – Evoluzione dei valori limite alle emissioni per i veicoli commerciali pesanti in g/KWh

| Date Normativa | 1988 | 1993 EURO I | 1997 EURO II | 2000 | 2001 EURO III | 2003 | 2006 EURO IV |
|------------------------------------|------|-------------|--------------|------|---------------|------|--------------|
| VEICOLI COMMERCIALI PESANTI | | | | | | | |
| CO | 11.2 | 4.5 | 4 | | 2.1 | | 1.5 |
| HC | 2.4 | 1.1 | 1.1 | | 0.66 | | 0.46 |
| NOx | 14.4 | 8 | 7 | | 5 | | 3.5 |
| HC+NOx | | 0.36 | 0.15 | | 0.1 | | 0.02 |

8.4.2.2 Stima del parco circolante

I dati relativi al parco circolante costituiscono la base per la determinazione dei coefficienti di emissione.

La fonte di riferimento ufficiale in Italia è l'ACI (Automobile Club d'Italia) che fornisce i dati sui veicoli secondo la suddivisione in categorie di cilindrata e/o portata e data di immatricolazione necessarie per costituire la base dati del calcolo.

Di seguito sono stati confrontati 4 scenari (1994, 2000, 2005 e 2010) in cui per ciascuna categoria di veicoli esaminata, è stata considerata la percentuale di veicoli immatricolati in corrispondenza di una determinata normativa omologativa vigente, ovviamente i dati relativi agli anni 1994 e 2000 derivano effettivamente dai veicoli immatricolati mentre i dati 2005 e 2010 sono frutto di estrapolazioni (fonte di riferimento è l'ACI). Per tali scenari si è evidenziato un impoverimento delle classi più vecchie ed un corrispondente arricchimento di quelle più recenti: per le autovetture a benzina si osserva ad esempio che le classi di veicoli più vecchie (ECE 15/04) finiscono per rappresentare nel 2000, 2005, 2010 rispettivamente circa il 45%, 25% e lo 0%. Questo dà luogo ad un consistente rinnovo del parco veicoli leggeri con conseguente riduzione dei fattori di emissione.

Nello stesso arco temporale 1994, 2010, a fronte di un consistente rinnovo del parco veicoli leggeri, meno incidente risulta invece il rinnovo del parco veicoli commerciali pesanti.

Per il periodo che va dal 1994 al 2010 le Tab.8.18 e Tab.8.19 mostrano l'evoluzione della composizione del parco circolante rispettivamente per la categoria di veicoli leggeri (comprendente

autovetture a benzina e Diesel, veicoli commerciali leggeri Diesel), e per la categoria di veicoli commerciali pesanti (comprendente i veicoli pesanti diesel 7,5 t < P < 16 t e 16 t < P < 32 t).

Nella tabella 8.20 sono riportati i coefficienti di emissione calcolati per i quattro scenari di parco circolante ad una velocità di riferimento pari a 30 Km/h.

Tab.8.18 – Composizione del parco circolante per i veicoli leggeri

| PARCO CIRCOLANTE VEICOLI LEGGERI | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | 1994 | | 2000 | | 2005 | | 2010 | |
| Autovetture | Benzina | Diesel | Benzina | Diesel | Benzina | Diesel | Benzina | Diesel |
| ECE 15/04 | 50% | 15% | 45% | 10% | 25% | 3% | 0% | 0% |
| 91/441/EEC | 25% | 5% | 15% | 5% | 10% | 3% | 5% | 1% |
| 94/12/EEC | 0% | 0% | 15% | 5% | 25% | 6% | 15% | 5% |
| EC Proposal | 0% | 0% | 0% | 0% | 15% | 8% | 55% | 14% |
| Veicoli commerciali leggeri diesel | 1994 | | 2000 | | 2005 | | 2010 | |
| Convenzionale | 5% | | 3% | | 1% | | 0% | |
| 93/59/EEC | 0% | | 2% | | 2% | | 1% | |
| EC Proposal | 0% | | 0% | | 2% | | 4% | |
| TOTALE | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | |

Tab. 8.19 – Composizione del parco circolante per i veicoli commerciali pesanti

| PARCO CIRCOLANTE VEICOLI COMMERCIALI PESANTI DIESEL | | | | |
|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|
| Veicoli pesanti 7,5 t < P < 16 t | 1994 | 2000 | 2005 | 2010 |
| Convenzionale | 80% | 68% | 56% | 56% |
| 91/542/EEC - Stage I | 0% | 12% | 5% | 4% |
| 91/542/EEC - Stage II | 0% | 0% | 19% | 20% |
| Veicoli pesanti 16 t < P < 32 t | 1994 | 2000 | 2005 | 2010 |
| Convenzionale | 20% | 17% | 14% | 14% |
| 91/542/EEC - Stage I | 0% | 3% | 1.2% | 1% |
| 91/542/EEC - Stage II | 0% | 0% | 4.8% | 5% |
| TOTALE | 100% | 100% | 100% | 100% |

Tab. 8.20 – Fattori di emissione calcolato a v = 30 km/h per i vari scenari di composizione di parco veicolare

| EMISSIONE VEICOLI LEGGERI | | | | |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 1994 | 2000 | 2005 | 2010 |
| CO | 6.52 | 5.91 | 3.71 | 1.00 |
| NO _x | 1.22 | 1.08 | 0.65 | 0.14 |
| PTS | 0.0525 | 0.0387 | 0.0185 | 0.0085 |
| EMISSIONE VEICOLI PESANTI | | | | |
| | 1994 | 2000 | 2005 | 2010 |
| CO | 3.51 | 3.28 | 3.02 | 3.02 |
| NO _x | 8.75 | 8.47 | 7.77 | 7.77 |
| PTS | 0.84 | 0.80 | 0.696 | 0.696 |

Come è prevedibile si osserva una riduzione dei coefficienti di emissione soprattutto per i veicoli leggeri (comprendono, come già detto, i veicoli leggeri a benzina, quelli leggeri Diesel e i veicoli commerciali leggeri Diesel), le emissioni si riducono del 40% circa, con l'adozione dei nuovi limiti di emissione.

Nel caso dei veicoli commerciali pesanti non si osserva una riduzione sostanziale dei coefficienti di emissione, infatti nel periodo 2000 – 2005 la riduzione è di circa l'8%.

Non avendo dati ufficiali relativamente alla composizione del parco circolante nei Comuni interessati dal progetto sono stati utilizzati per il calcolo previsionale i dati dell'ACI.

Poiché i dati di traffico utilizzati per la simulazione sono stati estrapolati dallo studio trasportistico considerando come anno di riferimento il 2018, non avendo a disposizione previsioni relativamente al parco veicolare circolante e considerando che si avrà un non trascurabile abbattimento delle emissioni previsto dalle normative che regolamentano le emissioni dei veicoli, si è scelto, come riferimento per il calcolo dei fattori di emissione utilizzato per la modellizzazione della fase post operam, lo scenario cautelativo relativo al 2010.

In conclusione si riporta la sintesi dei principali passi logici seguiti nella individuazione dei fattori di emissione da assumere a base delle simulazioni.

Per la caratterizzazione dello stato post operam:

- Per ogni asta viaria è stato calcolato il coefficiente di emissione. Tale coefficiente di emissione, come già detto, dipende dai seguenti parametri: numero dei veicoli transitanti, tipologia dei veicoli transitanti, velocità di percorrenza. I veicoli leggeri e i veicoli pesanti sono stati ripartiti in base alla composizione del parco veicolare previsto nel 2010.
- In base alle considerazioni suddette, gli scenari di emissione per i veicoli leggeri e per quelli pesanti sono quelli riportati nelle Tabb. 8.21 e 8.22.

Si sottolinea che nei veicoli leggeri si comprendono le autovetture a benzina e diesel e i veicoli commerciali leggeri diesel mediati secondo le proporzioni della composizione del parco circolante mentre nei veicoli commerciali pesanti sono compresi quelli con peso $7,5 < t < 16$ e $16 < t < 32$.

I dati sotto riportati sono stati assunti nelle simulazioni per le determinazioni degli inquinanti.

Tab. 8.21 - Fattori di emissione di input del modello veicoli leggeri

| Velocità (Km/h) | CO g/Km | NO g/Km | PTS g/Km | Benzene g/Km |
|-----------------|---------|---------|----------|--------------|
| 10 | 9.61 | 0.65 | 0.029 | 1,72 |
| 20 | 5.38 | 0.65 | 0.023 | 0,97 |
| 30 | 3.71 | 0.65 | 0.019 | 0,67 |
| 40 | 2.78 | 0.66 | 0.016 | 0,51 |
| 50 | 2.24 | 0.69 | 0.013 | 0,41 |
| 60 | 1.93 | 0.73 | 0.012 | 0,35 |
| 70 | 1.69 | 0.77 | 0.011 | 0,30 |
| 80 | 1.78 | 0.84 | 0.012 | 0,31 |
| 90 | 2.04 | 0.91 | 0.013 | 0,35 |
| 100 | 2.47 | 0.99 | 0.015 | 0,40 |

Tab. 8.22 - Fattori di emissione di input del modello veicoli pesanti

| Velocità (Km/h) | CO g/Km | NO g/Km | PTS g/Km | VOC g/Km |
|-----------------|---------|---------|----------|----------|
| 10 | 6.49 | 16.81 | 1.54 | 4.58 |
| 20 | 4.01 | 10.33 | 0.98 | 2.60 |
| 30 | 3.03 | 7.78 | 0.69 | 1.76 |
| 40 | 2.48 | 6.36 | 0.56 | 1.36 |
| 50 | 2.12 | 5.44 | 0.48 | 1.11 |
| 60 | 1.87 | 4.79 | 0.42 | 0.95 |
| 70 | 1.68 | 4.40 | 0.37 | 0.84 |
| 80 | 1.53 | 4.26 | 0.34 | 0.73 |
| 90 | 1.41 | 4.23 | 0.31 | 0.67 |
| 100 | 1.31 | 4.30 | 0.29 | 0.60 |

8.5 Scelta del modello di diffusione atmosferica degli inquinanti

Nell'ambito degli studi sull'atmosfera la valutazione modellistica dei livelli di inquinamento, generati da una infrastruttura stradale, riveste un ruolo fondamentale di sostegno alle decisioni, anche se la molteplicità ed eterogeneità dei fenomeni atmosferici coinvolti e la complessità della loro interazione (talvolta sinergica), rendono i risultati di difficile interpretazione. I risultati della valutazione modellistica costituiscono, comunque, una stima sufficientemente adeguata e determinante delle reali concentrazioni di inquinanti dell'atmosfera.

L'obiettivo primario dello studio del comportamento degli inquinanti in atmosfera è la conoscenza della loro distribuzione spaziale e temporale.

I recenti progressi in questo campo hanno portato alla messa a punto di una grande varietà di modelli matematici di simulazione atti a descrivere la distribuzione di una determinata sostanza in atmosfera e indicati come modelli di dispersione.

Un tipo di classificazione dei modelli matematici di dispersione è quello relativo alla natura dei sistemi di riferimento adoperati. La descrizione matematica del fenomeno della dispersione può essere condotta secondo due principali approcci, corrispondenti all'uso di due diversi sistemi di riferimento spaziale; il primo, denominato euleriano, consiste nel descrivere il comportamento di una determinata sostanza presente nell'atmosfera attraverso un sistema di assi coordinati fissi.

Il secondo approccio, quello lagrangiano, riferisce invece la descrizione del fenomeno a un sistema di riferimento mobile e solidale con la sostanza in moto.

Tutti e due gli approcci teorici, quello euleriano e quello lagrangiano, possono poi portare, ammettendo determinate ipotesi semplificative, a modelli che per la loro particolare forma matematica vengono detti gaussiani. Essi sono fra i modelli di dispersione maggiormente usati nella pratica a causa della loro semplicità di impiego.

Il codice di calcolo utilizzato per eseguire la simulazione è il MISKAM che si basa su un modello matematico euleriano-gaussiano per la determinazione degli inquinanti.

Il modello è stato studiato e realizzato dall'Istituto di Fisica dell'Atmosfera dell'Università tedesca di Mainz.

Si tratta di un complesso modello fisico per la simulazione su piccola scala degli inquinanti dell'aria utilizzato per la ricostruzione del campo di vento e la dispersione al suolo degli inquinanti.

Date le caratteristiche è molto utile per indagare sia la dispersione al suolo dovuto a sorgenti puntiformi quali sorgenti industriali, sia per determinare gli effetti del traffico generato da una infrastruttura.

8.5.1 Scelta del modello

La scelta dello strumento modellistico da utilizzare deve tenere conto delle specificità del problema che si intende affrontare, in particolare le principali caratteristiche che concorrono alla definizione del problema sono:

- Scala spaziale
- Scala temporale
- Dominio
- Inquinante
- Meteorologia
- Sorgenti emissive
- Regime

Un tipo di classificazione dei modelli matematici di dispersione è quello relativo alla natura dei sistemi di riferimento adoperati. La descrizione matematica del fenomeno della dispersione può essere condotta secondo due principali approcci, corrispondenti all'uso di due diversi sistemi di riferimento spaziale; il primo, denominato lagrangiano, riferisce invece la descrizione del fenomeno a un sistema di riferimento mobile e solidale con la sostanza in moto.

I modelli euleriani, invece, fanno riferimento ad un sistema di coordinate fisse; sono basati sull'integrazione dell'equazione differenziale di diffusione che viene ricavata dal bilancio di massa esteso ad un volumetto d'aria infinitesimo sotto determinate ipotesi (fluido incompressibile,

diffusività molecolare trascurabile rispetto alla turbolenza, coefficiente di diffusività turbolenta orizzontale costante lungo le coordinate x e y).

In questo ambito, in particolare si è scelto un modello gaussiano.

Il modello gaussiano appartiene alla famiglia dei modelli analitici, così chiamati perché basati sull'integrazione in condizioni semplificate, dell'equazione generale di trasporto e diffusione.

Sono modelli in grado di descrivere l'andamento al suolo della concentrazione sottovento di una sorgente continua puntiforme.

Le ipotesi sotto cui viene risolta l'equazione di diffusione sono:

- stazionarietà ed omogeneità delle condizioni meteorologiche,
- velocità del vento non nulla,
- assenza di trasformazioni chimiche e fenomeni di rimozione,
- terreno piatto.

Nei modelli gaussiani si suppone che il pennacchio venga trasportato secondo la direzione del vento e diffuso nelle direzioni trasversali. L'effetto del trasporto è quantificato attraverso la velocità del vento. La dispersione è descritta per mezzo di coefficienti empirici che esprimono il grado di apertura del pennacchi in funzione della stabilità atmosferica e della distanza sottovento della sorgente.

Partendo dall'equazione generale di trasporto e diffusione, nell'ipotesi di fluido incompressibile ($\text{div } V=0$), ponendo a zero il termine di rimozione di inquinante ($R=0$) e trascurando i termini di diffusione molecolare ($D\Delta C \approx 0$) si ottiene la seguente equazione:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + V_x \frac{\partial C}{\partial x} + V_y \frac{\partial C}{\partial y} + V_z \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial \left[K_{xx} \frac{\partial C}{\partial x} \right]}{\partial x} + \frac{\partial \left[K_{yy} \frac{\partial C}{\partial y} \right]}{\partial y} + \frac{\partial \left[K_{zz} \frac{\partial C}{\partial z} \right]}{\partial z} + S(x, y, z, t)$$

dove:

- $C(x,y,z,t)$ è la concentrazione di inquinante in un generico punto di coordinate (x,y,z) al tempo t .
- V_i è la velocità del vento nella direzione i ($i=x,y,z$)
- K_{jj} è il coefficiente di diffusione turbolenta ($jj=xx,yy,zz$)
- $S(x,y,z,t)$ eventuale sorgente inquinante

Assumendo che:

- il processo sia stazionario cioè che sia $\delta C/\delta t = 0$
- il dominio sia omogeneo e caratterizzato dalla presenza di terreno piano;
- le caratteristiche meteorologiche dell'area permangano costanti nel tempo e nello spazio ed in particolare la velocità del vento sia agente solo in direzione
 - $V_y = V_z = 0$
 - $V_x = V = \text{cost}$
- il trasporto di inquinante dovuto alla turbolenza, nella direzione x , sia trascurabile rispetto al trasporto dovuto al vento. Sia cioè:

$$K_{xx} \frac{\delta^2 C}{\delta x^2} \ll V_x \frac{\delta C}{\delta x}$$

- i coefficienti di diffusione K_{yy} e K_{zz} siano costanti in y e z ;
- il termine di sorgente sia indipendente dal tempo, valga Q nel punto di coordinate $(0,0,0)$ e sia nullo in tutti gli altri punti dello spazio. Questa ipotesi è espressa dalla funzione δ di Dirac:
 - $S(x,y,z) = Q \delta(x) \delta(y) \delta(z)$
- l'inquinante non sia reattivo.

L'equazione diviene:

$$V_x \frac{\delta C}{\delta x} = K_{yy} \frac{\delta^2 C}{\delta^2 y} + K_{zz} \frac{\delta^2 C}{\delta^2 z} + S(x,y,z) \quad (1)$$

Assumendo inoltre le seguenti condizioni al contorno:

- $C(0,y,z) = C_f$
- $C(x,y,z) = C_f$

Dove C_f è la concentrazione di fondo, ovvero quantità di inquinante presente in atmosfera già prima della emissione che si considera.

La soluzione analitica dell'equazione 1 è del tipo:

$$C(x,y,z) = \frac{Q}{4\pi x (K_{yy} K_{zz})^{\frac{1}{2}}} \exp \left[- \left(\frac{V}{4x} \right) \left(\frac{y^2}{K_{yy}} + \frac{z^2}{K_{zz}} \right) \right] + C_f$$

Ponendo:

$$\sigma_y^2 = 2K_{yy} \frac{x}{V}$$

$$\sigma_z^2 = 2K_{zz} \frac{x}{V}$$

si ottiene:

$$C(x,y,z) = \frac{Q}{2\pi V (\sigma_y \sigma_z)} \exp \left[- \frac{1}{2} \left(\frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{z^2}{\sigma_z^2} \right) \right] + C_f \quad (2)$$

che è l'equazione di una gaussiana doppia con deviazioni standard σ_y e σ_z (coefficienti di dispersione del modello).

È importante notare che, fissato lo scenario meteorologico in termini di σ_y e σ_z e V , la funzione $C(x,y,z)$ dipende linearmente dalla emissione Q .

Considerando ora di avere a che fare con sorgenti puntiformi elevate

$$S(x,y,z)=Q \delta(x) \delta(y) \delta(z-H)$$

e che:

$$K_{zz} \frac{\partial C}{\partial z} = 0 \quad \text{a} \quad z=0$$

cioè che il suolo sia completamente riflettente nei confronti delle particelle di inquinante, la 2 assume la seguente forma:

$$C(x,y,z) = \frac{Q}{2\pi V(\sigma_y, \sigma_z)} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right) \left[\exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(z-H_e)^2}{\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(z+H_e)^2}{\sigma_z^2}\right) \right] + C_f$$

dove H_e è l'altezza effettiva della sorgente.

Con l'equazione soprascritta è possibile calcolare la concentrazione in un qualsiasi punto $P(x,y,z)$ di un pennacchio livellato ad altezza H_e , e con origine nel punto $(0,0,H_e)$ in un sistema ortogonale con asse X orientato lungo la direzione media di trasporto del vento.

8.5.2 Input del modello

Il modello ha richiesto la definizione di due parametri di ingresso:

- Parametri meteorologici: ai fini della determinazione degli inquinanti sono state scelte le condizioni peggiori per la dispersione degli inquinanti, ossia stabilità atmosferica. I parametri utilizzati sono:
- Direzione del vento: Campo di vento isotropo
- Velocità del vento (m/s): 0,5
- Classe di Pasquill (A=1 a G=7): G=7
- Parametri relativi alle sorgenti

Lo scenario simulato è relativo all'esercizio dell'infrastruttura in progetto al 2018.

Per la determinazione dei dati di traffico è stata scelta l'ipotesi alta, che corrisponde allo scenario peggiore e quindi più cautelativo.

| Tratta | Leggeri/g | | Pesanti/g | | Equivalenti/g | | Equivalenti/hp | | Liv. di Servizio | |
|-----------------------------------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|
| | Dir. Taranto | Dir. Reggio C. | Dir. Taranto | Dir. Reggio C. | Dir. Taranto | Dir. Reggio C. | Dir. Taranto | Dir. Reggio C. | Dir. Taranto | Dir. Reggio C. |
| Ipotesi Bassa - Avvio esercizio (2008) | | | | | | | | | | |
| Motta San Giovanni - Cazzaro | 10.042 | 9.559 | 580 | 611 | 12.363 | 12.005 | 1.236 | 1.201 | A | A |
| Bocale-Motta San Giovanni | 12.091 | 11.582 | 901 | 927 | 15.693 | 15.291 | 1.569 | 1.529 | B | B |
| Cazzaro - Saline Ioniche | 10.042 | 9.559 | 580 | 611 | 12.363 | 12.005 | 1.236 | 1.201 | A | A |
| Saline Ioniche - S.Elia Montebello Ionico | 10.042 | 9.559 | 580 | 611 | 12.363 | 12.005 | 1.236 | 1.201 | A | A |
| S.Elia Montebello Ionico - Roghudi | 8.206 | 7.747 | 287 | 322 | 9.352 | 9.036 | 935 | 904 | A | A |
| Roghudi - Melito | 8.206 | 7.747 | 287 | 322 | 9.352 | 9.036 | 935 | 904 | A | A |
| Flusso eff. | 10.560 | 10.071 | 660 | 690 | 13.201 | 12.833 | 1.320 | 1.283 | A | A |
| Flusso eff. bid. | 20.631 | | 1.351 | | 26.034 | | 2.603 | | | |
| Ipotesi Bassa - Terzo decennio (2038) | | | | | | | | | | |
| Motta San Giovanni - Cazzaro | 15.719 | 14.964 | 876 | 923 | 19.222 | 18.656 | 1.922 | 1.866 | B | B |
| Bocale-Motta San Giovanni | 18.927 | 18.131 | 1.359 | 1.399 | 24.364 | 23.729 | 2.436 | 2.373 | C | C |
| Cazzaro - Saline Ioniche | 15.719 | 14.964 | 876 | 923 | 19.222 | 18.656 | 1.922 | 1.866 | B | B |
| Saline Ioniche - S.Elia Montebello Ionico | 15.719 | 14.964 | 876 | 923 | 19.222 | 18.656 | 1.922 | 1.866 | B | B |
| S.Elia Montebello Ionico - Roghudi | 12.845 | 12.127 | 433 | 487 | 14.576 | 14.073 | 1.458 | 1.407 | B | B |
| Roghudi - Melito | 12.845 | 12.127 | 433 | 487 | 14.576 | 14.073 | 1.458 | 1.407 | B | B |
| Flusso eff. | 16.531 | 15.766 | 997 | 1.042 | 20.517 | 19.934 | 2.052 | 1.993 | B | B |
| Flusso eff. bid. | 32.296 | | 2.039 | | 40.450 | | 4.045 | | | |
| Ipotesi Alta - Avvio esercizio (2008) | | | | | | | | | | |
| Motta San Giovanni - Cazzaro | 10.409 | 9.909 | 599 | 632 | 12.807 | 12.436 | 1.281 | 1.244 | A | A |
| Bocale-Motta San Giovanni | 12.533 | 12.006 | 930 | 958 | 16.255 | 15.837 | 1.625 | 1.584 | B | B |
| Cazzaro - Saline Ioniche | 10.409 | 9.909 | 599 | 632 | 12.807 | 12.436 | 1.281 | 1.244 | A | A |
| Saline Ioniche - S.Elia Montebello Ionico | 10.409 | 9.909 | 599 | 632 | 12.807 | 12.436 | 1.281 | 1.244 | A | A |
| S.Elia Montebello Ionico - Roghudi | 8.506 | 8.031 | 296 | 333 | 9.691 | 9.363 | 969 | 936 | A | A |
| Roghudi - Melito | 8.506 | 8.031 | 296 | 333 | 9.691 | 9.363 | 969 | 936 | A | A |
| Flusso eff. | 10.947 | 10.440 | 682 | 713 | 13.675 | 13.293 | 1.367 | 1.329 | A | A |
| Flusso eff. bid. | 21.387 | | 1.395 | | 26.968 | | 2.697 | | | |
| Ipotesi Alta - Terzo decennio (2038) | | | | | | | | | | |
| Motta San Giovanni - Cazzaro | 17.504 | 16.664 | 969 | 1.021 | 21.379 | 20.747 | 2.138 | 2.075 | B | B |
| Bocale-Motta San Giovanni | 21.076 | 20.190 | 1.504 | 1.548 | 27.090 | 26.381 | 2.709 | 2.638 | C | C |
| Cazzaro - Saline Ioniche | 17.504 | 16.664 | 969 | 1.021 | 21.379 | 20.747 | 2.138 | 2.075 | B | B |
| Saline Ioniche - S.Elia Montebello Ionico | 17.504 | 16.664 | 969 | 1.021 | 21.379 | 20.747 | 2.138 | 2.075 | B | B |
| S.Elia Montebello Ionico - Roghudi | 14.304 | 13.504 | 479 | 538 | 16.218 | 15.657 | 1.622 | 1.566 | B | B |
| Roghudi - Melito | 14.304 | 13.504 | 479 | 538 | 16.218 | 15.657 | 1.622 | 1.566 | B | B |
| Flusso eff. | 18.408 | 17.556 | 1.102 | 1.153 | 22.817 | 22.166 | 2.282 | 2.217 | C | B |
| Flusso eff. bid. | 35.964 | | 2.255 | | 44.983 | | 4.498 | | | |

I dati estrapolati per l'anno 2018 per le tre tratte sono in veicoli/giorno:

| Tratto | Direzione Taranto | | Direzione Reggio Calabria | |
|------------------------------------|-------------------|---------|---------------------------|---------|
| | leggeri | pesanti | leggeri | pesanti |
| Bocale-Motta San Giovanni | 15381 | 1121 | 14734 | 1155 |
| Cazzaro- S. Elia Montebello Ionico | 12774 | 722 | 12161 | 762 |
| S. Elia Montebello Ionico-Melito | 10439 | 357 | 9855 | 401 |

Assumendo per i veicoli leggeri un traffico notturno pari al 10% e per i veicoli pesanti un traffico notturno pari al 20% si ottengono i seguenti traffici.

| Tratto | Direzione Taranto | | | Direzione Reggio Calabria | | |
|------------------------------------|-------------------|------------|-----------|---------------------------|------------|-----------|
| | leggeri | giorno 90% | notte 10% | leggeri | giorno 90% | notte 10% |
| Bocale-Motta San Giovanni | 15381 | 13843 | 1538 | 14734 | 13261 | 1473 |
| Cazzaro- S. Elia Montebello Ionico | 12774 | 11497 | 1277 | 12161 | 10945 | 1216 |
| S. Elia Montebello Ionico-Melito | 10439 | 9395 | 1044 | 9855 | 8870 | 986 |
| | pesanti | giorno 80% | notte 20% | pesanti | giorno 80% | notte 20% |
| Bocale-Motta San Giovanni | 1121 | 897 | 224 | 1155 | 924 | 231 |
| Cazzaro- S. Elia Montebello Ionico | 722 | 578 | 144 | 762 | 609 | 152 |
| S. Elia Montebello Ionico-Melito | 357 | 286 | 71 | 401 | 321 | 80 |

Coefficienti di emissione calcolati con la metodologia CORINAIR relativamente al parco veicolare del 2010 come descritto nei paragrafi precedenti per i quattro inquinanti caratteristici CO, NO₂, PTS, Benzene.

8.6 Risultati delle simulazioni

Il modello di simulazione fornisce come output mappe di isoconcentrazione per i quattro inquinanti simulati: monossido di carbonio, biossido di azoto, particolato totale e benzene all'altezza di 1 metro da terra.

Come si osserva dai risultati delle simulazioni i valori di concentrazione per tutti gli inquinanti sono abbondantemente al di sotto dei limiti normativi.

Il Monossido di Carbonio (CO) presenta concentrazioni intorno all'infrastruttura di circa 0,1 mg/m³. Le concentrazioni risultano notevolmente inferiori rispetto allo standard di qualità dell'aria di 10 mg/m³ prevista dal DPCM 28 marzo 1983.

Analoghi risultati si ottengono considerando le Particelle Totali Sospese (PTS). La loro concentrazione in condizioni sfavorevoli alla dispersione raggiunge al massimo 50 µg/m³, valore decisamente inferiore ai 150 µg/m³, standard di qualità dell'aria previsto dal DPCM del 28/03/83. Con tale modello di simulazione non è possibile stimare il valore del PM₁₀, di conseguenza, non conoscendo la distribuzione dimensionale del particolato non è possibile fare considerazioni sulle concentrazioni di tale inquinante.

Per il Biossido di Azoto (NO₂) si può osservare il rispetto dei limiti legislativi. Infatti, anche in condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti, ed in condizioni di traffico massimo, sono state calcolate concentrazioni massime pari a circa 100 µg/m³ inferiori ai 200 µg/m³, standard di qualità previsto dalla normativa.

La concentrazione di benzene per il quale il DM 02/04/2000 prevede come limite per la salute umana da raggiungere entro il 2010 i 5.0 µg/m³. Dalla simulazione si ottengono valori che si attestano intorno ai 4,5-5 µg/m³, appena entro i limiti normativi. Tale risultato deriva assumendo un parco veicolare peggiorativo, dal punto di vista dei coefficienti di emissione, relativo al 2010 pertanto è prevedibile ritenere un rispetto dei limiti normativi per lo scenario al 2010.

Dall'analisi dei risultati delle simulazioni di dispersione degli inquinanti, è possibile evidenziare che l'esercizio della S.S. 106 "Jonica" non porta a situazioni critiche per quanto riguarda la qualità dell'aria.

8.7 Effetti in fase di costruzione

In considerazione della tipologia dell'opera in progetto, gli impatti sulla componente atmosfera riferibili all'area indagata sono riconducibili principalmente ad un problema d'immissione di polveri nei bassi strati dell'atmosfera, di deposizione al suolo e di emissioni dei mezzi d'opera correlati ai lavori.

Ai primi deve essere attribuito l'aumento delle concentrazioni dei prodotti di combustione del carburante, quali il monossido di carbonio, gli ossidi di azoto, il benzene ed il particolato, mentre ai secondi si deve l'aumento delle concentrazioni di polveri in atmosfera. Particolarmente sentito risulta il problema delle polveri in prossimità delle attività di cantiere, polveri prodotte soprattutto dalla frantumazione, smarino e dal trasporto dei materiali. La natura delle polveri e di conseguenza la loro pericolosità per l'essere umano dipendono dalla tipologia dei materiali trattati: in questo caso si tratterà essenzialmente di minuscoli frammenti di materiale inerte proiettati in atmosfera dalle suddette attività.

La diffusione di polveri che si verifica nell'ambiente esterno in conseguenza delle attività di scavo e movimentazione di materiali rappresenta un problema molto sentito dalle comunità locali per due ordini di considerazioni:

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

9 COMPONENTE RUMORE

9.1 Premessa

Nel presente capitolo si illustrano le ricadute ambientali relativamente alla componente rumore prodotte dalla realizzazione del nuovo tracciato della S.S. 106 "Jonica", limitatamente al Megalotto 5, che attraversa i Comuni di Reggio Calabria (periferia meridionale), Motta San Giovanni, Montebello Jonico, Melito di Porto Salvo ed il Comune di Roghudi Nuovo.

Lo studio è stato impostato attraverso la caratterizzazione dello stato acustico ante operam mediante opportuna campagna di indagine fonometrica e attraverso una caratterizzazione dello stato acustico futuro realizzato tramite l'uso di idoneo software previsionale che ha permesso di quantificare il rumore immesso presso i ricettori e di realizzare carte tematiche per la fase di corso d'opera. In dettaglio, i passi operativi svolti sono i seguenti:

Richiamo dei principali riferimenti normativi

Analisi acustica del territorio interessato dal progetto e individuazione dei ricettori sensibili

Sono state fatte effettuate delle indagini dirette di conoscenza dei luoghi, sia sotto il profilo morfologico e antropico, sia sotto il profilo della caratterizzazione delle sorgenti acustiche attualmente presenti. Si è così proceduto all'individuazione dei ricettori, con particolare riferimento a quelli sensibili con l'ausilio delle indagini in situ, nelle quali sono stati caratterizzati gli edifici prossimi all'infrastruttura.

Caratterizzazione del clima acustico ante operam

È stata eseguita una campagna di misure fonometriche su tutto il territorio circostante l'infrastruttura di progetto, presso i ricettori e presso punti caratteristici del territorio.

Per quanto riguarda l'ubicazione dei punti di rilievo fonometrico, sono state scelte aree di indagine in corrispondenza dei punti di maggiore criticità, in funzione sia della presenza di ricettori, sia del grado di sensibilità degli stessi ricettori, e in corrispondenza di punti e/o zone la cui disposizione possa dare una caratterizzazione generale di tutte le situazioni urbanistico-insediative presenti nell'intorno dell'infrastruttura.

Sulla base dei dati di monitoraggio acustico rilevati si è proceduto alla ricostruzione del clima acustico ante operam nelle aree interessate dalla viabilità oggetto dello studio.

Sulla base della ricostruzione del clima acustico complessivo in fase ante operam e dei risultati delle simulazioni sono state formulate delle valutazioni di massima sull'effettivo contributo del completamento della nuova viabilità al clima acustico complessivo delle aree in oggetto.

Individuazione dei livelli sonori di riferimento

I decreti di riferimento per le situazioni ante operam e post mitigazione sono il D.M. 14/11/97 e il D.M. 30/03/04

Scelta e taratura del modello di simulazione

Per definire i valori del clima acustico nella situazione futura è stato necessario effettuare delle simulazioni. Il modello di previsione scelto per questo tipo di analisi è il software commerciale SoundPLAN che permette una visione della simulazione caratterizzata da una scala cromatica associata ai livelli di rumore e di ottenere tabelle numeriche con i livelli di rumore previsti ai vari piani dei singoli edifici.

Con questo software di simulazione è stato possibile evidenziare per tutti i ricettori considerati l'andamento dei livelli sonori sia diurno che notturno. Ciò costituisce la base di progettazione per sviluppare le eventuali ipotesi di interventi antirumore.

Caratterizzazione del clima acustico post operam

Lo scopo della metodologia utilizzata è quello di calcolare per ciascun ricettore sensibile indagato un livello equivalente diurno e notturno riferito al traffico medio giornaliero e verificare che i valori rispettino i limiti previsti della normativa di riferimento.

Valutazione delle tipologie di interventi di mitigazione acustica.

9.2 Normativa

9.2.1 D.P.C.M. 1° marzo 1991

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

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

I limiti ammissibili in ambiente esterno vengono stabiliti sulla base del piano di zonizzazione acustica redatto dai Comuni che, sulla base di indicatori di natura urbanistica (densità di popolazione, presenza di attività produttive, presenza di infrastrutture di trasporto, ecc.) suddividono il proprio territorio in zone diversamente "sensibili". A tali zone, caratterizzate in termini descrittivi nella Tabella 1 del DPCM (ripresa nella Tabella A del DPCM 14/11/97) sono associati dei valori di livello di rumore limite diurno e notturno espressi in termini di livello equivalente continuo misurato con curva di ponderazione A (ripresi nella Tabella C del DPCM 14/11/97), corretto per tenere conto della eventuale presenza di componenti impulsive o componenti tonali. Tale valore è definito livello di rumore ambientale corretto, mentre il livello di fondo in assenza della specifica sorgente è detto livello di rumore residuo.

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

Tab. 9.1 - Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente (Leq A) relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento. (DPCM 1 marzo 1991)

| Classi di destinazione d'uso del territorio | Tempi di riferimento | |
|---------------------------------------------|----------------------|----------|
| | Diurno | Notturmo |
| 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 |

Criterio differenziale

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

Non si applica alle infrastrutture lineari di trasporto.

Criterio assoluto

È riferito agli ambienti esterni, per il quale è necessario verificare che il livello di rumore ambientale corretto non superi i limiti assoluti stabiliti in funzione della destinazione d'uso del territorio e della fascia oraria.

In attesa della zonizzazione del territorio comunale, si applicano per le sorgenti sonore fisse i limiti di accettabilità riportati in Tabella 9.2, dove:

- con zona territoriale omogenea «A» il D.M. 1444/68 intende le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestono carattere storico, artistico o di particolare pregio ambientale;

- con zona territoriale omogenea «B» il D.M. 1444/68 intende le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate diverse dalle zone A (si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12.5 % - un ottavo - della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore a 1.5 mc/mq).

Tab.9.2 – Valori limite di immissione in dB(A) (ex Art. 6 DPCM 1/3/91)

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

9.2.2 Legge Quadro sull'inquinamento acustico

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

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

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

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

Il primo articolo, brevissimo illustra le finalità della legge:

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

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

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

9.2.2.1 Le competenze dello Stato

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

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

- La determinazione dei valori definiti nell'articolo 2,
- La definizione della normativa tecnica e della sua applicazione per quanto riguarda i nuovi prodotti,
- La determinazione delle tecniche di rilevamento del rumore,
- Il coordinamento dell'attività di ricerca,
- La determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore e dei requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti,
- L'indicazione dei criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie e delle infrastrutture dei trasporti,
- La determinazione dei requisiti dei sistemi di allarme ed antifurto,
- La determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di pubblico intrattenimento,

- l'adozione di piani pluriennali per il contenimento delle emissioni sonore prodotte per lo svolgimento di servizi pubblici essenziali,
- La determinazione dei criteri di misurazione del rumore emesso da aeromobili e imbarcazioni,
- La determinazione dei criteri per la classificazione degli aeroporti, l'adozione di misure per il controllo e la riduzione del rumore, l'individuazione delle aree di rispetto urbanistico, la progettazione e la gestione dei sistemi di monitoraggio.

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

In particolare, a 7 anni dall'entrata in vigore della L. 447/95 la situazione è la seguente: iter avviato e concluso per quindici decreti attuativi, e precisamente:

- D. Min. Ambiente 11/12/1996 "Applicazione del criteri differenziale per gli impianti di ciclo continuo"
- D.P.C.M. 18/9/1997: "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante"
- D. Min. Ambiente 31/10/1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale"
- D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- D.P.C.M. 5/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- D.P.R. 11/12/1997 n. 496 "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili".
- D.P.C.M. 19/12/1997 "Proroga dei termini per l'acquisizione e l'installazione delle apparecchiature di controllo e registrazione nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 18 settembre 1997.

- D. Min. Amb. 16/3/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"
- D.P.C.M. 31/03/1998 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 «Legge quadro sull'inquinamento acustico»".
- D.P.R. 18/11/1998 n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'Articolo 11 della L. 447 del 26/10/95 in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"
- D.P.C.M. 16/04/1999 n.215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi".
- D. Min. Amb. 20/5/1999 "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico".
- D. Min. Amb. 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".
- D.P.R. 3/04/2001 n.304 "Regolamento recante disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle attività motoristiche, a norma dell'articolo 11 della legge 26 novembre 1995, n. 447".
- D. Min. Amb. 23/11/2001 "Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".
- iter avviato dal Ministero Ambiente e in via di conclusione (concerto con il Min. LL.PP.) per il decreto in materia di inquinamento acustico derivante da traffico stradale.

9.2.2.2 Le competenze delle Regioni

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

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

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

- I criteri per la identificazione delle priorità temporali degli interventi di bonifica acustica del territorio.

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

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

9.2.2.3 Le competenze delle Province

Sono di competenza delle province (art. 5):

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

9.2.2.4 Le competenze dei Comuni

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

- La classificazione del territorio comunale,
- L'adozione dei piani di risanamento di cui all'art. 7,
- Il controllo del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio di concessioni edilizie e licenze relative a nuovi impianti ed infrastrutture relativi ad attività produttive, sportive, ricreative e "postazioni di servizi commerciali polifunzionali",
- L'adozione di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico,

- La rilevazione ed il controllo delle emissioni sonore prodotte dai veicoli,
- Le autorizzazioni comunali per lo svolgimento di attività o manifestazioni temporanee in luogo pubblico o aperto al pubblico qualora queste prevedano macchinari od impianti rumorosi.

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

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

Sono fatte salve le azioni espletate dai comuni ai sensi del D.P.C.M. 1° marzo 1991 prima della data di entrata in vigore della presente legge, così come gli interventi di risanamento eseguiti dalle imprese; qualora questi ultimi risultassero inadeguati rispetto ai limiti previsti dalla classificazione del territorio comunale viene concesso il tempo necessario per l'adeguamento.

La zonizzazione del territorio comunale è senza dubbio l'adempimento di maggior rilievo tra quelli previsti, e costituisce la condizione di base per tutti gli adempimenti successivi. I valori limite introdotti dal D.P.C.M. 14/11/97, ad es., sono applicabili esclusivamente in presenza della classificazione del territorio comunale.

9.2.2.5 Il Piano di Risanamento Acustico

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

I piani di risanamento acustico devono contenere:

- L'individuazione della tipologia ed entità dei rumori presenti, incluse le sorgenti mobili, nelle zone da risanare.

- L'individuazione dei soggetti a cui compete l'intervento.
- L'indicazione delle priorità, delle modalità e dei tempi per il risanamento.
- La stima degli oneri finanziari e dei mezzi necessari.
- Le eventuali misure cautelari a carattere d'urgenza per la tutela dell'ambiente e della salute pubblica.

In caso di inerzia del comune ed in presenza di gravi e particolari problemi di inquinamento acustico si provvede all'adozione del piano a cura della regione.

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

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

9.2.2.6 Disposizioni in materia di impatto acustico

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

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

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

- ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.

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

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

Le domande per il rilascio di concessioni edilizie e licenze relative a nuovi impianti ed infrastrutture relativi ad attività produttive, sportive, ricreative e “postazioni di servizi commerciali polifunzionali” devono contenere una documentazione di previsione di impatto acustico.

La domanda di licenza o autorizzazione all’esercizio di attività di cui al punto precedente che si prevede che possano produrre valori di emissione superiori a quelli considerati accettabili dalla presente legge deve contenere l’indicazione delle misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall’attività o dagli impianti; la relativa documentazione deve essere inviata all’ufficio competente per l’ambiente del comune ai fini del rilascio del relativo nullaosta.

9.2.2.7 Ordinanze urgenti

Qualora sia richiesto da eccezionali ed urgenti necessità di tutela della salute pubblica o dell’ambiente il sindaco, il presidente della provincia, il presidente della giunta regionale, il prefetto, il Ministro dell’ambiente, e il presidente del consiglio dei ministri nell’ambito delle loro rispettive competenze, con provvedimento motivato possono ordinare il ricorso temporaneo a speciali forme di contenimento o di abbattimento delle emissioni sonore, inclusa l’inibitoria parziale o totale di determinate attività.

Nel caso di servizi pubblici essenziali tale facoltà è riservata unicamente al presidente del consiglio dei ministri.

Restano salvi i poteri degli organi dello stato preposti, in base alle leggi vigenti alla tutela della sicurezza pubblica.

9.2.2.8 Sanzioni amministrative

Nell’art. 10 si legge:” Fatto salvo quanto previsto dall’art. 659 del codice penale, chiunque non ottempera al provvedimento legittimamente adottato dall’autorità competente è punito con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma da 1.033 € a 10.330 € (da £. 2.000.000 a £. 20.000.000)”.

Chiunque supera i valori limite di emissione e immissione è punito con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma da 517 € a 5.170 € (da £. 1.000.000 a £. 10.000.000).

La violazione dei regolamenti è punita con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma da 259 € a 10.330 € (da £. 500.000 a £. 20.000.000).

I gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture ivi comprese le autostrade in caso di superamento dei valori limite hanno l’obbligo di predisporre e presentare al comune entro un anno piani di contenimento ed abbattimento del rumore e sono obbligati ad impegnare una quota non inferiore al 5% dei fondi per la manutenzione ed il potenziamento delle infrastrutture; per l’ANAS questa quota è ridotta all’1,5%.

9.2.2.9 Regolamenti di attuazione

Entro un anno dall’entrata in vigore della legge dovevano essere emanati regolamenti di esecuzione, distinti per sorgente sonora relativamente al traffico veicolare marittimo ed aereo e loro infrastrutture.

I regolamenti saranno armonizzati con le direttive U.E. recepite dallo Stato.

Le attività militari sono regolate da comitati misti.

Durante le trasmissioni TV è vietato trasmettere pubblicità a volume più alto dei programmi.

Le regioni possono concedere contributi ai comuni, con precedenza per quelli che hanno presentato il piano di risanamento.

Fino all'adozione dei provvedimenti e regolamenti di competenza statale si applicano, per quanto non in contrasto con la presente legge, le disposizioni contenute nel D.P.C.M. 1° marzo 1991 fatta eccezione per le infrastrutture dei trasporti.

Le imprese devono entro sei mesi dalla classificazione del territorio comunale presentare il piano di risanamento; altrimenti devono adeguarsi ai limiti fissati.

Entro 90 giorni dall'entrata in vigore della legge, inoltre doveva essere emanato un apposito regolamento nel quale fossero individuati gli atti normativi incompatibili con la legge 447 da ritenersi abrogati con effetto dalla data di entrata in vigore del regolamento medesimo.

9.2.3 D.P.C.M. 14 novembre 1997

Il DPCM del 14/11/97 «Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore», pubblicato sulla G.U. n. 280 del 1/12/97, in attuazione alla Legge Quadro sul rumore (Art. 3 Comma 1, lettera a), definisce per ogni classe di destinazione d'uso del territorio (Tabella 9.3):

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

Con riferimento alle varie classi di destinazione d'uso vengono individuati i **valori limite di emissione** riportati in Tabella 9.4, che fissano il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.

I valori limite si applicano a tutte le aree del territorio circostanti la sorgente di rumore secondo le rispettive classificazioni in zone, non viene specificato l'ambito spaziale di applicabilità del limite essendo evidentemente correlato alla magnitudo della fonte di emissione e alla tipologia di

territorio circostante. I rilevamenti e le verifiche sono effettuate in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

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

Per ogni classe di destinazione d'uso del territorio vengono individuati i **valori limite di immissione** riportati in Tabella 9.5, cioè il valore massimo assoluto di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente esterno, misurato in prossimità del ricettore.

Nel caso di infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e di tutte le altre sorgenti regolate da Regolamenti di Esecuzione di cui all'Art. 11 della 447/95, i limiti non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza. All'esterno delle fasce di rispetto tali sorgenti concorrono viceversa al raggiungimento dei limiti assoluti di rumore.

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

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

Tali valori non si applicano:

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

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

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

Tab. 9.3 – Classi di zonizzazione acustica del territorio (ex Art. 1 DPCM 14/11/97 - Tab. A)

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>CLASSE I</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>CLASSE II</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>CLASSE III</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>CLASSE IV</p> <p>Aree di intensa attività umana</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>CLASSE V</p> <p>Aree prevalentemente industriali</p> <p>Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</p> |
| <p>CLASSE VI</p> <p>Aree esclusivamente industriali</p> <p>Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi</p> |

Tab. 9.4 – Classi di zonizzazione acustica del territorio (ex Art. 1 DPCM 14/11/97 - Tab. A)

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

Tab. 9.5 – Valori limite di immissione in dB(A) (ex Art. 3 DPCM 14/11/97 - Tab. C)

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

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

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

I valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime e aeroportuali.

Con riferimento alle varie classi di destinazione d'uso vengono infine individuati i valori di qualità riportati in Tabella 9.6. Essi rappresentano i livelli di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla Legge Quadro.

Tab. 9.6 – Valori di qualità in dB(A) (ex Art. 7 DPCM 14/11/97 - Tab. D)

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

9.2.4 D.P.R. 30 marzo 2004, n° 142

Regolamento recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Articolo 1 (Definizioni)

1. Ai fini dell'applicazione del presente decreto si intende per:

- a) infrastruttura stradale: l'insieme della superficie stradale, delle strutture e degli impianti di competenza dell'ente proprietario, concessionario o gestore necessari per garantire la funzionalità e la sicurezza della strada stessa;
- b) infrastruttura stradale esistente: quella effettivamente in esercizio o in corso di realizzazione o per la quale è stato approvato il progetto definitivo alla data di entrata in vigore del presente decreto;

- c) infrastruttura stradale di nuova realizzazione: quella in fase di progettazione alla data di entrata in vigore del presente decreto e comunque non ricadente nella lettera b);
- d) ampliamento in sede di infrastruttura stradale in esercizio: la costruzione di una o più corsie in affiancamento a quelle esistenti, ove destinate al traffico veicolare;
- e) affiancamento di infrastrutture stradali di nuova realizzazione a infrastrutture stradali esistenti: realizzazione di infrastrutture parallele a infrastrutture esistenti o confluenti, tra le quali non esistono aree intercluse non di pertinenza delle infrastrutture stradali stesse;
- f) confine stradale: limite della proprietà stradale quale risulta dagli atti di acquisizione o dalle fasce di esproprio del progetto approvato; in mancanza, il confine è costituito dal ciglio esterno del fosso di guardia o della cunetta, ove esistenti, o dal piede della scarpata se la strada è in rilevato o dal ciglio superiore della scarpata se la strada è in trincea, secondo quanto disposto dall'articolo 3 del decreto legislativo n. 285 del 1992 e successive modificazioni;
- g) sede stradale: superficie compresa entro i confini stradali, secondo quanto disposto dall'articolo 3 del decreto legislativo n. 285 del 1992 e successive modificazioni;
- h) variante: costruzione di un nuovo tratto stradale in sostituzione di uno esistente, fuori sede, con uno sviluppo complessivo inferiore a 5 km per autostrade e strade extraurbane principali, 2 km per strade extraurbane secondarie ed 1 km per le tratte autostradali di attraversamento urbano, le tangenziali e le strade urbane di scorrimento;
- i) ambiente abitativo: ogni ambiente interno, ad un edificio, destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al decreto legislativo 15 agosto 1991, n. 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne a locali in cui si svolgono le attività produttive;
- l) ricettore: qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa; aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici ed aree esterne destinate ad attività ricreative ed allo svolgimento della vita sociale della collettività; aree territoriali edificabili già individuate dai piani regolatori generali e loro varianti generali, vigenti al momento della presentazione dei progetti di

massima relativi alla costruzione delle infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera b), ovvero vigenti alla, data di entrata in vigore del presente decreto per le infrastrutture di cui al l'articolo 2, comma 2, lettera a);

m) centro abitato: insieme di edifici, delimitato lungo le vie d'accesso dagli appositi segnali di inizio e fine. Per insieme di edifici si intende un raggruppamento continuo, ancorché intervallato da strade, piazze, giardini o simili, costituito da non meno di venticinque fabbricati e da aree di uso pubblico con accessi veicolari o pedonali sulla strada, secondo quanto disposto dall'articolo 3 del decreto legislativo n. 285 del 1992 e successive modificazioni;

n) fascia di pertinenza acustica: striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale, per la quale il presente decreto stabilisce i limiti di immissione del rumore.

Articolo 2 (Campo di applicazione)

1. Il presente decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali di cui al comma 2.

2. Le infrastrutture stradali sono definite dall'articolo 2 del decreto legislativo del 30 aprile 1992, n. 285, e successive modifiche, nonché dall'allegato 1 al presente decreto:

A. autostrade;

B. strade extraurbane principali;

C. strade extraurbane secondarie;

D. strade urbane di scorrimento;

E. strade urbane di quartiere;

F. strade locali.

3. Le disposizioni di cui al presente decreto si applicano:

a) alle infrastrutture esistenti, al loro ampliamento in sede e alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti, alle loro varianti;

b) alle infrastrutture di nuova realizzazione.

4. Alle infrastrutture di cui al comma 2 non si applica il disposto degli articoli 2, 6 e 7 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997.

5. I valori limite di immissione stabiliti dal presente decreto sono verificati, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, in conformità a quanto disposto dal decreto del Ministro dell'ambiente del 16 marzo 1998 e devono essere riferiti al solo rumore prodotto dalle infrastrutture stradali.

Articolo 3 (Fascia di pertinenza acustica)

1. Per le infrastrutture stradali di tipo A, B, C, D, E ed F, le rispettive fasce territoriali di pertinenza acustica sono fissate come dall'allegato 1. tabelle 1 e 2.

2. Nel caso di fasce divise in due parti si dovrà considerare una prima parte più vicina all'infrastruttura denominata fascia A ed una seconda più distante denominata fascia B.

3. Nel caso di realizzazione di nuove infrastrutture, in affiancamento ad una esistente, la fascia di pertinenza acustica si calcola a partire dal confine dell'infrastruttura preesistente.

Articolo 4 (Limiti di immissione per infrastrutture stradali di nuova realizzazione)

1. Il presente articolo si applica alle infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 3, lettera b).

2. Per le infrastrutture di cui al comma 1 il proponente l'opera individua i corridoi progettuali che possano garantire la migliore tutela dei ricettori presenti all'interno della fascia di studio di ampiezza pari a quella di pertinenza, estesa ad una dimensione doppia in caso di presenza di scuole, ospedali, case di cura e case di riposo.

3. Le infrastrutture di cui al comma 1, rispettano i valori limite di immissione fissati dall'allegato 1, tabella I.

Articolo 5 (Limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti)

1. Il presente articolo si applica alle infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 3, lettera a), per le quali si applicano i valori fissati dall'allegato 1, tabella 2.

2. I valori limite di immissione di cui al comma 1, devono essere conseguiti mediante l'attività pluriennale di risanamento di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 29 novembre 2000, con l'esclusione delle infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento di infrastrutture esistenti e delle varianti di infrastrutture esistenti per le quali tali valori limite si applicano a partire dalla data di entrata in vigore del presente decreto, fermo restando che il relativo impegno economico per le opere di mitigazione è da computarsi nell'insieme degli interventi effettuati nell'anno di riferimento del gestore.

3. In via prioritaria l'attività pluriennale di risanamento dovrà essere attuata all'intenso dell'intera fascia di pertinenza acustica per quanto riguarda scuole, ospedali, case di cura e case di riposo e, per quanto riguarda tutti gli altri ricettori, all'interno della fascia più vicina all'infrastruttura, con le modalità di cui all'articolo 3, comma 1, lettera i), e dall'articolo 10, comma 5, della legge 26 ottobre 1995, n. 447. All'esterno della fascia più vicina all'infrastruttura, le rimanenti attività di risanamento dovranno essere armonizzate con i piani di cui all'articolo 7 della legge n. 447 del 1995.

Articolo 6 (Interventi per il rispetto dei limiti)

1. Per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 3, il rispetto dei valori riportati dall'allegato 1 e, al di fuori della fascia di pertinenza acustica, il rispetto dei valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, è verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione nonché dei ricettori.

2. Qualora i valori limite per le infrastrutture di cui al comma 1, 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 di carattere abitativo;
- c) 45 dB(A) *Leq* diurno per le scuole.

3. I valori di cui al comma 2 sono valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento.

4. Per i ricettori inclusi nella fascia di pertinenza acustica di cui all'articolo 3, devono essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul ricettore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, tenuto conto delle implicazioni di carattere tecnico-economico.

Articolo 7 (Interventi diretti sul ricettore)

1. Per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 3, gli interventi di cui all'articolo 6, comma 2, sono attuati sulla base di linee guida predisposte dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con i Ministri della salute e delle infrastrutture e dei trasporti.

Articolo 8 (Interventi di risanamento acustico a carico del titolare)

1. In caso di infrastrutture di cui all'articolo 1, comma 1, lettera b), gli interventi per il rispetto dei limiti di cui agli articoli 5 e 6 sono a carico del titolare della concessione edilizia o del permesso di costruire, se rilasciata dopo la data di entrata in vigore del presente decreto.

2. In caso di infrastrutture di cui all'articolo 1, comma 1, lettere c), d), e) ed h), gli interventi per il rispetto dei propri limiti di cui agli articoli 4, 5 e 6 sono a carico del titolare della concessione edilizia o del permesso di costruire, se rilasciata dopo la data di approvazione del progetto definitivo dell'infrastruttura stradale per la parte eccedente l'intervento di mitigazione previsto a salvaguardia di eventuali aree territoriali edificabili di cui all'articolo 1 comma 1, lettera l), necessario ad assicurare il rispetto dei limiti di immissione ad una altezza di 4 metri dal piano di campagna.

Articolo 9 (Verifica dei limiti di emissione degli autoveicoli)

1. Fermo restando quanto stabilito dalle norme nazionali e comunitarie in materia di sicurezza e di emissioni sonore, gli autoveicoli sono sottoposti a verifica, secondo le disposizioni di cui all'articolo 80 del decreto legislativo 30 aprile 1992 n. 285, e successive modifiche, per accertarne la rispondenza alla certificazione di omologazione ai fini acustici.

Articolo 10 (Monitoraggio)

1. I sistemi di monitoraggio per il rilevamento dell'inquinamento da rumore prodotto nell'esercizio delle infrastrutture stradali devono essere realizzati in conformità alle direttive impartite dal

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, sentito il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti ai sensi dell'articolo 227 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285.

2. Per i sistemi di cui al comma 1, i gestori provvederanno sulla base dei compiti istituzionali avvalendosi degli ordinari stanziamenti di bilancio.

Articolo 11 (Disposizioni finali)

1 Ai fini della valutazione degli interventi di risanamento di cui all'allegato 1 del decreto del Ministro dell'ambiente del 29 novembre 2000, sono da considerare anche gli interventi di risanamento acustico effettuati alla data di entrata in vigore del presente decreto.

Allegato 1
Tab. 1
(strade di nuova realizzazione)

| TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada) | SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo D.N. 5.11.01- Norme funz. e geom. per la costruzione delle strade) | Amplazza 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 |
| 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

2. Sono fatte salve le prescrizioni inserite nei provvedimenti di approvazione di progetti definitivi, qualora più restrittive dei limiti previsti, antecedenti alla data di entrata in vigore del presente decreto.

Tab. 2
(STRADE ESISTENTI E ASSIMILABILI)
(impianti in sede, affiancamenti e varianti)

| TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada) | SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1990 e direttive PUT) | Amplazza 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 1990) | 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 | 50 |
| 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

In base al suddetto decreto, l'infrastruttura in oggetto è classificabile come strada di nuova realizzazione pertanto i limiti di riferimento presso il ricettore sono 65 dB(A) per il giorno e 55 dB(A) per la notte.

9.3 Misura dell'impatto acustico

9.3.1 La misura del rumore

I fenomeni sonori possono dividersi in suoni propriamente detti e rumori. Possiamo definire i suoni come i fenomeni acustici gradevoli, mentre per rumori si intendono quelli fastidiosi e pericolosi. Sia i suoni che i rumori sono prodotti dalle vibrazioni dei corpi (sorgenti sonore), che si trasmettono ad un mezzo elastico e che possono essere rilevate da un ricevitore. La sensazione sonora è provocata da una serie di variazioni di pressione atmosferica che si verificano con velocità sufficiente perché possano essere percepite dall'orecchio.

Il numero di variazioni di pressione in 1 secondo è detto frequenza del rumore e si misura in Hertz (Hz) (Hz = n° di variazioni di pressione/s).

Nel caso dell'orecchio la superficie ricevente è il timpano costituito essenzialmente da una membrana, le cui vibrazioni vengono trasmesse al cervello che le traduce in "sensazione uditiva".

Affinché un suono possa essere udito dall'uomo bisogna che abbia due prerogative:

L'energia sonora deve avere un livello di intensità compreso tra un minimo, al quale si dà il nome di soglia di udibilità, ed un massimo, oltre il quale la troppa intensità sonora produce una sensazione dolorosa detta soglia del dolore.

La sua frequenza deve essere compresa fra due frequenze limite: quella inferiore pari a 16 Hz e quella superiore di 16.000 Hz. Oltre tali frequenze si hanno gli ultrasuoni, per i quali l'orecchio umano non è sensibile, mentre al di sotto dei 16 Hz non esiste suono udibile ma "infrasuoni" o vibrazioni meccaniche.

Il comportamento dell'orecchio umano nei riguardi del suono non è lineare; infatti la sensazione sonora varia con la frequenza con cui il suono viene emesso e la variabilità dipende inoltre dal livello della pressione sonora. Si può affermare, anche se in maniera approssimativa, che l'orecchio umano è poco sensibile ai suoni di basse frequenze (inferiori a 200 Hz) e più sensibile ai suoni di frequenze medie (1.000÷4.000 Hz).

Il campo dinamico dell'udito umano è molto ampio; infatti il rapporto tra l'intensità sonora della soglia del dolore e l'intensità della soglia di udibilità è pari a 1014 :1. Quindi, per la valutazione dell'intensità sonora, poiché l'impiego di una scala così ampia non è facile e poiché l'orecchio

umano non ha una risposta acustica lineare, è stata introdotta una scala logaritmica: la scala in deciBel (dB).

Il deciBel è definito come:

$$dB = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

dove:

P= è il valore della pressione sonora, Pascal;

P0= è il valore di riferimento, convenzionalmente fissato a 20 µPa, ed è il valore più piccolo della pressione in grado di produrre, alla frequenza di 1.000 Hz, una sensazione sonora in un orecchio normale.

Un evento sonoro viene caratterizzato dallo spettro acustico, che costituisce l'insieme dei dati che rappresentano la distribuzione del livello di pressione acustica fra le diverse componenti sonore alle differenti frequenze. Si ricorre alla rappresentazione grafica, riportando in ascisse, in scala logaritmica, le frequenze delle singole componenti parziali della sorgente sonora, e in ordinate il livello di pressione acustica.

I rumori possono essere continui quando il fenomeno sonoro si prolunga nel tempo, discontinui se subisce interruzione.

In funzione delle variazioni nel tempo del livello sonoro, i rumori possono essere distinti in:

- Rumore stazionario: rumore che presenta fluttuazioni trascurabili durante il periodo di osservazione (< ± 2.5 dB(A));
- Rumore non stazionario: rumore che presenta sensibili fluttuazioni durante il periodo di osservazione (> ± 2.5 dB(A));
- Rumore fluttuante (non stazionario): rumore il cui livello varia in modo continuo durante il periodo di osservazione e non presenta carattere impulsivo;

- Rumore intermittente (non stazionario): rumore il cui livello diminuisce bruscamente fino a raggiungere il livello del rumore di fondo e questo più volte durante il periodo di osservazione;
- Rumore impulsivo (non stazionario): rumore consistente in uno o più impulsi di energia sonora, ogni impulso avendo una durata minore di circa 1 s.

La misura del rumore viene effettuata con uno strumento di precisione, le cui caratteristiche corrispondono a norme nazionali ed internazionali (in Italia le norme CEI 29/xx), chiamato fonometro.

Il fonometro è lo strumento più utilizzato per la misura dell'ampiezza dei suoni in maniera obiettiva e riproducibile; il nome dello strumento non deve trarre in inganno, non si tratta infatti di un misuratore di Phon, che è l'unità di misura del livello della sonorità (loudness level), ma di un misuratore del livello di pressione sonora come spiega più efficacemente il suo nome in inglese: Sound Level Meter.

Il fonometro può essere di due tipi, analogico o digitale; oggi si producono unicamente fonometri digitali, ma essendo questo tipo di strumenti affidabile nel tempo e costoso da sostituire è comune trovare ancora in uso strumentazione completamente analogica.

Ogni fonometro è composto da un microfono, un preamplificatore, un circuito di pesatura dove sono inserite delle curve di ponderazione definite da standard internazionali da applicare al segnale in ingresso, un filtro (od un banco di filtri nei fonometri più recenti e costosi) per dividere il segnale in bande di frequenza più o meno strette, un amplificatore, un rivelatore di valore efficace (RMS) cui fa capo un circuito contenente più costanti di tempo ed infine le uscite: una o più uscite propriamente dette, un circuito di memorizzazione ed un display alfanumerico. Dal punto di vista metrologico i fonometri devono attenersi a determinate normative, tra queste le principali sono la IEC 651-1979, la IEC 804-1985 e la ANSI S1.4-1983.

Queste stabiliscono differenti classi di precisione:

- Classe 0 Strumenti da laboratorio.
- Classe 1 Strumenti di precisione (per misure in campo ed in laboratorio).
- Classe 2 Strumenti idonei a misure in campo generiche.

- Classe 3 strumenti per monitoraggio (esiste solo per IEC 651).

Il fonometro fornisce una misura oggettiva del valore delle variazioni di pressione acustica rispetto alla pressione ambientale indisturbata e non può valutare direttamente il grado di disturbo soggettivo di differenti rumori o dello stesso rumore rispetto a differenti osservatori.

Per far ciò si utilizza un circuito elettronico dove la sensibilità varia con la frequenza simulando il comportamento dell'orecchio umano normale: una curva di ponderazione.

Esistono più curve di ponderazione stabilite dallo I.E.C., tre di esse, le curve A B C riproducono le differenti risposte dell'orecchio a segnali di differente ampiezza: da 0 a 45 dB per la A, da 45 a 75 per la B, ed oltre 75 dB per la C.

Dato che la loro applicazione modifica fortemente il segnale trasmesso, si può comprendere facilmente la grande difficoltà di applicazione che esse presentano.

Con gli anni e la necessità di far condurre misure di rumore anche a personale non particolarmente addestrato, due di esse, quelle relative ai segnali di ampiezza più elevata (B e C) sono cadute in disuso per cui ora si adopera in ogni caso la sola curva A commettendo un errore di approssimazione crescente con il crescere del livello del segnale in ingresso, principalmente nelle basse frequenze.

Oltre a queste curve esistono anche la curva LIN, che è una curva "All pass" che viene utilizzata quando non interessa conoscere il segnale udibile, ma quello effettivamente presente ove si effettua la misura; e la curva D che è stata creata con l'intento di riprodurre il fastidio delle persone per il rumore dei jet e viene utilizzata per misure di valutazione del rumore aeroportuale.

Il fonometro fornisce livelli della pressione sonora se utilizzato in posizione Lin, mentre fornisce livelli sonori se utilizzato con una curva di pesatura, nella fattispecie la curva A.

Nella maggior parte dei casi il rumore inteso come segnale che si deve misurare non è costante, ma fluttuante.

Al fine di misurarne il valore correttamente, le variazioni devono essere seguite il più fedelmente possibile; a tal fine occorre poter variare la risposta dello strumento.

Il rivelatore di RMS ha generalmente quattro costanti di tempo integrate il cui utilizzo è regolato dalle normative sulle modalità di misura:

la costante SLOW (1 secondo) è la più adoperata in quanto consentiva sugli strumenti con indicazione ad ago di riuscire, interpretando le oscillazioni dello stesso a stabilire il valore del livello di uscita con minori ambiguità.

La costante FAST (125 millisecondi) che sugli strumenti ad ago dava oscillazioni esagerate ed impediva sovente una lettura agevole, sui moderni fonometri integratori consente una maggiore precisione nell'analisi automatica del segnale, coincide con il tempo di integrazione dell'orecchio umano che è di circa 100 millisecondi, fornendo così un'informazione dell'evolversi della sonorità secondo l'esperienza soggettiva.

La costante IMPULSE ha la caratteristica di avere un tempo di salita estremamente rapido, (35 ms, il tempo tipico di uno sparo) ed un lungo decadimento, caratterizzato da una velocità di 3 dB/s per poter rappresentare l'effetto dei rumori impulsivi sull'orecchio umano che non è adeguatamente mostrato dalle costanti SLOW e FAST.

Questo avviene perché un suono di breve durata viene percepito a livello di sensazione sonora come più basso di uno, analogo come livello, ma di durata più lunga; pur essendo invece, più pericoloso non avendo il tempo l'organismo di approntare le necessarie difese interne.

La costante PEAK (35 ms) dà il valore massimo raggiunto dal segnale nel periodo di misura e lo mantiene memorizzato per una successiva lettura.

Essendo quella sonora una forma di energia, il suo potenziale nocivo non risiede solo nel suo livello, ma anche nella sua durata.

In presenza di suoni variabili nel tempo, il suono può essere campionato durante un periodo di tempo detto intervallo di campionamento, in maniera sistematica e continuativa.

Dall'analisi di questi campioni effettuata in opportuni fonometri detti fonometri integratori si ottiene come risultato un valore unico che tiene conto di tutto ciò che è avvenuto dal punto di vista acustico durante l'intervallo di campionamento.

Questo valore prende il nome di livello (acustico) continuo equivalente o Leq ed ha il medesimo contenuto di energia e conseguentemente il medesimo potenziale nocivo per l'udito del livello acustico fluttuante.

Il Leq viene utilizzato ogniqualvolta è necessario conoscere il livello di rumore in un determinato punto di misura: è diventato praticamente indispensabile per poter effettuare misure affidabili ed è definito dalla seguente formula:

$$Leq = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \left[\int_0^T \frac{P(t)^2}{P_0^2} dt \right]$$

Dove $P(t)$ è la pressione istantanea, P_0 è la pressione di riferimento, 20 μ Pa, T è il tempo di misura.

Un altro parametro generato dal circuito integratore è il SEL, o livello di esposizione sonora, che è un parametro in grado di tenere conto oltre che della variabilità in livello di un segnale anche della sua durata temporale, permettendo così di confrontare fenomeni di durata diversa e con diversi livelli e di ottenerne una valutazione univoca della pericolosità.

Il SEL è definito dalla seguente formula:

$$SEL = 10 \log_{10} \frac{1}{T_0} \left[\int_0^T \frac{P(t)^2}{P_0^2} dt \right]$$

dove i termini hanno il medesimo significato di quelli dell'equazione precedente a parte T_0 che è il tempo standard pari ad un secondo.

Alcuni fonometri dispongono inoltre di un analizzatore statistico, questo apparato fornisce una analisi statistica delle variazioni del livello sonoro.

Questa appare come una serie, generalmente definibile dall'utente (almeno parzialmente) di valori indicati con L_n o livelli percentili, dove n è un numero da 1 a 99 e sta ad indicare la percentuale temporale del periodo di misura durante la quale un determinato valore è stato superato: ad esempio avere un L_{50} di 75,4 dBA vuol dire che il valore superato per il 50% del tempo di misura.

I livelli percentili hanno importanza in quanto vengono utilizzati come indicatori di fenomeni acustici: ad esempio il percentile L_{10} viene utilizzato come indicatore del rumore da traffico ferroviario, in quanto è strettamente correlato con il livello equivalente generato dal traffico da tale sorgente, il percentile L_{50} viene utilizzato come indicatore del rumore da traffico veicolare, in quanto è analogamente strettamente correlato con il livello equivalente generato dal traffico veicolare.

9.3.2 Caratterizzazione acustica del rumore da traffico veicolare

Il rumore da traffico è il risultato del contributo di diverse sorgenti sonore, i veicoli. In particolare si possono distinguere rumori prodotti da:

- motore;
- impianto di aspirazione e scarico;
- trasmissione;
- impianto di raffreddamento;
- contatto ruota - pavimentazione;
- moto del veicolo in marcia (rollio, vibrazioni).

La rumorosità prodotta dal motore è composta dal rumore di combustione (componente principale nei motori diesel, mentre di solito non è rilevante nei motori a benzina) e dal rumore meccanico, dovuto agli organi di distribuzione, manovellismo ed in generale al movimento delle parti, e dipende quindi dalle caratteristiche costruttive del motore.

Il rumore di aspirazione e di scarico è provocato dal passaggio intermittente di gas nei relativi condotti e dalle perturbazioni che ne seguono; occorre osservare che la rumorosità dello scarico in genere non è rilevante, poiché è agevole per i costruttori ridurla mediante adeguati silenziatori (marmitta).

Il rumore prodotto dalla trasmissione non è in genere di rilevante importanza fatta eccezione per i veicoli dotati di motori molto silenziosi, oppure nel caso di organi di trasmissione usurati o con notevoli difetti di ingranamento.

La rumorosità dell'impianto di raffreddamento è usualmente avvertibile all'interno dell'abitacolo ma non all'esterno durante il passaggio del veicolo; diviene rilevante soltanto nel caso di veicoli incolonnati in ingorgo, nel qual caso lo spettro di rumorosità si incrementa soprattutto alle alte frequenze.

Il rumore di rotolamento dei pneumatici diviene la fonte di rumorosità principale alle alte velocità (eccetto per i grandi automezzi pesanti) e cresce in genere con l'usura. Anche il tipo e le condizioni della pavimentazione influenzano notevolmente il rumore da rotolamento: la presenza di acqua sull'asfalto ad esempio porta ad un notevole incremento di rumorosità, soprattutto alle alte frequenze.

In generale si può affermare che a bassa velocità prevale il rumore del motore, mentre ad alta velocità diviene importante anche il rotolamento.

Le condizioni di circolazione possono modificare notevolmente la forma dello spettro del rumore da traffico stradale, dominato comunque dalle basse frequenze.

La rumorosità indotta in un sito dal traffico stradale, espressa in Livello Equivalente Continuo Ponderato A, dipende da due classi di parametri: la distribuzione temporale dei veicoli (nelle varie ore del giorno e al variare del giorno della settimana) e le caratteristiche di circolazione del luogo (rettilineo, curva, presenza di incroci o semafori, pendenza della strada, ecc.). In sostanza il Livello Equivalente è correlato alla portata oraria della strada ed alla velocità media dei veicoli. Inoltre per ogni tipo di strada esiste una correlazione fra velocità e portata oraria: la velocità generalmente decresce al crescere della portata oraria fino alla saturazione (portata massima) dopodiché si verifica una proporzionalità diretta fra portata e velocità (in queste condizioni la distanza fra i veicoli diviene costante).

Una distinzione immediata per caratterizzare le sorgenti di rumore si può fare in base al peso, definendo traffico leggero quello causato da veicoli di peso fino a 3500 Kg e traffico pesante quello caratterizzato da un peso superiore.

Gli spettri di emissione di queste sorgenti sono piuttosto differenti: in tutti e due gli spettri si riscontra la presenza di una doppia dominante, ma c'è una prevalenza di basse frequenze nel traffico pesante e di alte nel traffico leggero.

In quest'ultimo caso, infatti assume particolare importanza oltre al rumore del motore, anche il rumore causato dal rotolamento dei pneumatici sull'asfalto ed il rumore aerodinamico legato all'attrito dell'aria contro le superfici del veicolo, in special modo le parti superiori del cofano e dell'abitacolo e gli specchietti retrovisori esterni.

Il rumore complessivamente emesso dalla strada verso le zone laterali dipende quindi in maniera rilevante dalla composizione veicolare del traffico: bastano percentuali basse di veicoli pesanti per far sì che il loro rumore domini completamente lo spettro.

Occorre aggiungere che le componenti in alta frequenza risultano meno importanti nell'analisi del rumore da traffico perché decadono più rapidamente con la distanza rispetto alle basse frequenze.

Ulteriori elementi di valutazione sono: la velocità di avanzamento dei veicoli che influenza in maniera lineare i livelli di rumore, la scorrevolezza del traffico ed infine lo stile di guida dei mezzi.

Nel percorso stradale quest'ultimo fattore si manifesta particolarmente nel caso di variazioni altimetriche e/o di percorsi tortuosi.

9.3.3 Cenni sulla propagazione

Nella propagazione del suono avvengono più fenomeni che contemporaneamente provocano l'abbassamento del livello di pressione sonora e la modifica dello spettro in frequenza.

Principale responsabile dell'abbassamento del livello di pressione sonora è la divergenza del campo acustico, che porta in campo libero (propagazione sferica) ad una riduzione di un fattore quattro dell'intensità sonora (energia per secondo per unità di area) per ogni raddoppio della distanza.

Di minore importanza, ma capace di grandi effetti su grandi distanze, è l'assorbimento dovuto all'aria, che dipende però fortemente dalla frequenza e dalle condizioni meteorologiche (principalmente dalla temperatura e dall'umidità).

Vi sono poi da considerare l'assorbimento da parte del terreno, differente a seconda della morfologia (suolo, copertura vegetativa e altimetria) dell'area in analisi, inoltre l'effetto dei gradienti di temperatura, della velocità del vento ed effetti schermanti vari causati da strutture naturali e create dall'uomo.

La differente attenuazione delle varie frequenze costituenti il rumore da parte dei fattori citati e la contemporanea tendenza all'equipartizione dell'energia sonora tra le stesse portano ad una modifica dello spettro sonoro "continua" all'aumentare della distanza da una sorgente, specialmente se questa è complessa ed estesa come una struttura stradale.

9.3.4 Influenza dell'orografia sulla propagazione sonora

La presenza di ostacoli modifica la propagazione teorica delle onde sonore generando sia un effetto di schermo e riflessione, sia un effetto di diffrazione, ovvero di instaurazione di una sorgente secondaria.

Quindi, come è nell'esperienza di tutti, colli o, in alcuni casi, semplici dossi o trincee sono in grado di limitare sensibilmente la propagazione del rumore, o comunque di variarne le caratteristiche.

Tale attenuazione aumenta al crescere della dimensione dell'ostacolo e del rapporto tra dimensione dell'ostacolo e la distanza di questo dal ricevitore; in particolare le metodologie di analisi più diffuse utilizzano il cosiddetto "numero di Fresnel" che prende in considerazione come parametri la lunghezza d'onda del suono e la differenza del cammino percorso dall'onda sonora in presenza o meno dell'ostacolo.

Infine si segnala tra gli altri, il fenomeno della concentrazione dell'energia sonora che può essere determinato da riflessioni multiple su ostacoli poco fonoassorbenti.

Tipicamente tale fenomeno può creare un effetto di amplificazione con le sorgenti poste nelle gole.

9.3.5 Effetti del rumore sulla popolazione

Numerose ricerche hanno evidenziato che il rumore prodotto dai mezzi di trasporto può avere effetti negativi non solo sugli operatori e sugli utenti, ma anche sulle popolazioni che vivono in prossimità di strade, ferrovie, aeroporti.

Il confine che separa effetti propriamente sanitari (danno) ed effetti di natura socio-psicologica (disturbo, annoyance) non è nettamente stabilito, anche se studi condotti da Cosa e Nicoli (cfr. M. COSA, "Il rumore urbano e industriale", Istituto italiano di medicina sociale, 1980), definiscono una scala di lesività in cui sono caratterizzati 6 campi di intensità sonora:

- 0 ÷ 35 dB(A): rumore che non arreca fastidio né danno.
- 36 ÷ 65 dB(A): rumore fastidioso e molesto che può disturbare il sonno e il riposo.
- 66 ÷ 85 dB(A): rumore che disturba e affatica, capace di provocare danno psichico e neuro-vegetativo e in alcuni casi danno uditivo.
- 86 ÷ 115 dB(A): rumore che produce danno psichico e neurovegetativo e può indurre malattia psicosomatica.
- 116 ÷ 130 dB(A): rumore pericoloso: prevalgono gli effetti specifici su quelli psichici e neurovegetativi.
- 131 ÷ 150 dB(A): rumore molto pericoloso: impossibile da sopportare senza adeguata protezione; insorgenza immediata o rapida del danno.

Gli autori hanno inoltre codificato una gerarchia di effetti sull'uomo attribuibili al rumore:

- danno a carico dell'organo uditivo (specifico);
- danno a carico di altri organi e sistemi o della psiche (non specifico);
- disturbo del sonno e del riposo;
- interferenza sulla comprensione delle parole o di altri segnali acustici;

- interferenza sul rendimento, sull'efficienza, sull'attenzione e sull'apprendimento;
- sensazione generica di fastidio (annoyance).

Mentre esiste una letteratura molto vasta sui rischi di danno uditivo ed extra-uditivo negli ambienti di lavoro, non altrettanto si può dire per quanto riguarda il rumore ambientale non confinato. Non esiste, allo stato attuale delle conoscenze, alcuna evidenza che i danni all'apparato uditivo possano essere attribuiti al rumore da traffico, se non per categorie molto particolari di soggetti esposti (ad esempio lavoratori aeroportuali). Più in generale la rilevanza sanitaria del rumore ambientale, ed in particolare del rumore da traffico, è argomento assai controverso per cui di fatto le normative e le politiche di controllo del rumore ambientale sono sostanzialmente finalizzate alla prevenzione del disturbo e dell'annoyance.

Oltre al volume citato di M. COSA, gli studi specifici disponibili in letteratura a cui si è fatto riferimento sono quelli condotti da P. Borsky (Università Columbia U.S.A.), da Griffiths (Università Surrey Inghilterra), da Aubree (Centre Scientifique et technique du Batiment), da Vernet.

Frequentemente il disturbo del rumore da traffico sulle comunità viene studiato attraverso statistiche a campione, in cui si chiede agli intervistati di esprimere un giudizio soggettivo sul grado di insoddisfazione, tenuto conto di fattori quali il tipo di disturbo (effetti sul sonno, interferenza con la comprensione e con il lavoro), le caratteristiche sociali e ambientali dell'habitat, la presenza di altri fattori concomitanti di disturbo. Obiettivo di tali indagini è correlare la valutazione soggettiva del disturbo con indicatori acustici oggettivi e misurabili. Da tali indagini risulta, in generale, che l'indice soggettivo di disturbo è ben correlato alla dose di rumore percepito, misurata dal *Leq*.

Numerosi studi hanno peraltro evidenziato che, a parità di *Leq*, il rumore ferroviario viene valutato meno negativamente del rumore stradale tanto che, a parità di disturbo, il *Leq* del rumore ferroviario può mediamente essere di 4÷5 dB(A) superiore al *Leq* del rumore stradale.

Questo fatto è probabilmente attribuibile alla diversa composizione spettrale del rumore ferroviario e di quello stradale: essendo più ricco di toni gravi, il rumore stradale presenta un maggiore contenuto energetico, ovvero un più alto livello sonoro lineare. Nel rumore ferroviario, inoltre, sono scarsamente presenti le componenti impulsive.

La migliore accettabilità del rumore ferroviario è legata parzialmente anche a fattori fisiopsicologici, quali la migliore "immagine" sociale della ferrovia e la maggiore costanza e

“prevedibilità” del segnale acustico. Il rumore ferroviario ha invece un maggiore impatto sulla comprensione del parlato rispetto al rumore stradale: ciò è dovuto alla maggiore presenza, nello spettro del rumore di un treno, di componenti tonali di frequenza medio-alta, da cui soprattutto dipende l’intelligibilità del linguaggio.

L’interferenza del rumore con il sonno dipende sia dal livello sonoro massimo, sia dalla durata del rumore, sia ancora dal clima acustico della località.

Uno studio effettuato in Francia sulle reazioni istantanee al passaggio di veicoli (treni, vetture o autocarri) ha permesso di stabilire i seguenti risultati. Sebbene l’adattamento fisiologico al rumore non sia migliore per il traffico ferroviario rispetto quello stradale, i treni causano un minore disturbo sul sonno in quanto, a parità di *Leq*, risulta minore il numero di eventi disturbanti.

Bisogna infine tenere presente che, per l’effetto della ponderazione in curva A utilizzata in tutte le misure di rumore che si propongono di prevedere i possibili effetti sull’uomo, le basse frequenze “pesano” in misura limitata sullo spettro complessivo in emissione dai convogli.

Il rumore di natura aerodinamica dunque, caratterizzato sostanzialmente da basse frequenze, influisce in misura ridotta sul livello equivalente, che rappresenta il contenuto energetico sonoro riferito alla sensazione umana.

Si possono formulare in conclusione tre ordini di considerazioni.

Il rumore ferroviario ha un impatto sulla popolazione complessivamente minore di quello stradale.

Non si ha alcuna evidenza che il rumore ambientale (e quello ferroviario in particolare) abbia conseguenze di rilevanza sanitaria, anche se il disturbo sulle popolazioni può essere molto significativo, soprattutto per l’interferenza con la comprensione del linguaggio.

L’indicatore di rumore livello equivalente continuo utilizzato per la previsione di impatto del progetto e il successivo dimensionamento delle opere di mitigazione è rappresentativo del disturbo della popolazione.

9.4 I ricettori acustici

La progettazione degli interventi di mitigazione del rumore ha richiesto la preventiva definizione e classificazione del sistema ricettore, al fine di poter successivamente applicare gli obiettivi di mitigazione con criteri omogenei e ripetibili.

Sono definiti ricettori, ai sensi del DPR del 18/11/98 n° 459, tutti gli edifici adibiti ad ambiente abitativo, comprese le relative aree esterne di pertinenza ove, per ambiente abitativo, si intende ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fermo restando che per gli ambienti destinati ad attività produttive vale la disciplina di cui al decreto legislativo 15/8/91 n° 277, salvo per quanto concerne l’immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive.

Sono inoltre definiti ricettori tutti gli edifici adibiti ad attività lavorativa o ricreativa, le aree naturalistiche vincolate, i parchi pubblici, le aree esterne destinate ad attività ricreativa e allo svolgimento della vita sociale della collettività, le aree territoriali edificabili (aree di espansione) già individuate dai vigenti PRG.

La ricerca e la catalogazione dei ricettori è stata effettuata in base a specifici sopralluoghi nei mesi di luglio-agosto 2003.

Il tracciato stradale della futura SP 106 Jonica attraversa un’area caratterizzata dall’alternanza di dorsali e valli, su una fascia costiera e collinare in cui si distribuiscono case sparse e piccoli nuclei urbanizzati localizzati in prossimità della costa.

Per una ricostruzione fedele dello scenario attuale è stato eseguito un censimento di dettaglio entro i 250 metri di distanza: dalla linea di progetto (corridoio dei 500 mt.) e dalle strade previste per la connessione (rampe e svincoli futuri) alla rete viaria esistente.

Nel censimento di dettaglio viene classificato ogni singolo edificio (ricettore) per destinazione d’uso e altezza.

Nell’area territoriale che si estende dai 250 metri a 500 metri di distanza dalla linea di progetto, il censimento ha riguardato i soli ricettori sensibili (ospedali, scuole, case di cura e cimiteri).

Per ogni ricettore sensibile è stata compilata una scheda descrittiva: stato di conservazione, tipo di infissi, presenza di eventuali sorgenti di rumore vicine all'edificio e orientazione rispetto al tracciato di progetto, includendo in ogni scheda foto descrittive.

Il lotto oggetto di studio è costituito da una fascia parallela (verso l'entroterra) al tracciato attuale della S.S. 106 Jonica.

Il tracciato di progetto ha inizio nella periferia sud del Comune di Reggio Calabria e arriva all'interno del territorio comunale di Melito di Porto Salvo in località Prunella, attraversando i comuni di: Motta San Giovanni, Montebello Jonico, Rogudi Nuovo.

Periferia Comune di Reggio Calabria

La zona è interessata da un'interconnessione del futuro tracciato di progetto con il tracciato attuale della S.S.106 Jonica.

Il tracciato previsto della strada di connessione corre parallelo alla fiumara Valanidi per andare a confluire nell'asse di progetto futuro in zona Mortara, contrada S.Gregorio.

Nell'area di studio le zone edificate sono a prevalente destinazione residenziale, con presenza di edifici commerciali ed industriali, situati verso la costa, di medie e notevoli dimensioni.



Abitazioni Via Mortara



Abitazioni Jonica III tratto



Industrie vicine alla costa

L'edificato si sviluppa attorno a via Mortara e lungo i margini della strada Jonica terzo tratto (vecchio tracciato della strada statale divenuta strada urbana di scorrimento).

In via Mortara gli edifici sono di vari tipi, abbiamo costruzioni più vecchie con abitazioni indipendenti ad 1-2 piani e condomini più moderni che arrivano fino a 5-6 piani e si alternano zone a media/elevata densità costruttiva con zone a case sparse. Sono presenti 2 ricettori sensibili (due asili nido).



Scuola materna Pokemon



Scuola materna Punto d'incontro

Lungo i fianchi della Strada Jonica terzo tratto le abitazioni sono più vecchie e molte sono in cattivo stato di conservazione, gli edifici si addensano in prossimità della strada e sono ravvicinati tra loro, anche qui c'è successione di singole abitazioni di limitato sviluppo verticale e condomini che arrivano fino ai 5-6 piani; la zona acusticamente è esposta ad un'area industriale posta verso la costa a distanza di 250 metri circa dal tracciato di progetto, le fabbriche presenti (di notevoli dimensioni) sono attive anche nelle ore notturne e a tale scenario si aggiunge la presenza della linea ferroviaria (vedi carta dei ricettori).

La strada di connessione in progetto si spinge poi verso l'interno in direzione est entrando in galleria per riemergere in superficie in corrispondenza della confluenza con il tracciato di progetto della futura Jonica.

In questo punto, località Macellara, ha inizio la progressiva del megalotto 5.

La zona è interessata dalla presenza di annessi agricoli ed edifici residenziali costruiti nelle adiacenze delle due strade comunali presenti nell'area di progetto: via Macellara e via Macellara superiore.



Abitazioni Via Macellara superiore



Abitazioni Via Macellara



Condomini di recente costruzione a Pellaro in prossimità della Jonica

I ricettori presenti sono per la maggior parte abitazioni singole, alcuni edifici sono condomini.

Lo stato di conservazione delle costruzioni è discreto, si annota la presenza di ruderi.

Procedendo in direzione sud le costruzioni diventano più diradate, la maggior parte di esse sono ruderi e scheletri di edifici abbandonati.

In corrispondenza della progressiva Km 1+000, in direzione ovest alla distanza di circa 300 metri dal tracciato di progetto c'è un cimitero.

Alla progressiva Km 2+000 in direzione ovest si trova un piccolo nucleo residenziale con condomini di 3-4 piani, proseguendo l'asse di progetto si riporta in galleria per poi tornare in superficie in corrispondenza della progressiva Km 3+000 ove da progetto è previsto lo svincolo "Pellaro/Bocale".

Nei pressi dello svincolo gli edifici presenti sono sparsi, di dimensioni contenute e presumibilmente costruiti in varie epoche, ma tutti in buono stato di conservazione.

La strada di svincolo si sviluppa fino alla Jonica attuale, gli edifici presenti sono residenziali (condomini) di recente costruzione ed elevato sviluppo verticale (fino 8-9 piani).

In corrispondenza della progressiva al Km 3+500 l'asse di progetto rientra in galleria, le costruzioni presenti in prossimità dell'imbocco sono per lo più singole abitazioni di limitato sviluppo verticale (di 1-2 piani).

Il tratto in galleria si prolunga fino alla progressiva Km 5+000, in corrispondenza dell'uscita ci si trova in località Campoli, gli edifici presenti sono ricettori residenziali e produttivi di medio sviluppo verticale, sono sparsi e distanziati tra loro.

A 400 mt. di distanza dell'asse di progetto, in direzione ovest, ci sono una scuola e una cava con notevole movimento di inerti.

Proseguendo si entra nel Comune di Motta S. Giovanni.

Comune di Motta San Giovanni

Percorso un tratto di galleria di circa 500 mt. l'asse di progetto torna in superficie dalla progressiva Km 5+800 fino alla progressiva Km 6+800. Nell'area di studio ci sono pochi ricettori e la maggior parte sono annessi agricoli.

In corrispondenza della progressiva Km 6+700 l'asse di progetto incrocia la strada per Motta San Giovanni, in prossimità della quale troviamo un piccolo nucleo industriale e ruderi anch'essi a precedente destinazione industriale, i primi ricettori residenziali si trovano ad una distanza superiore ai 250 metri.



Nucleo industriale nei pressi della comunale per Motta S. Giovanni

Proseguendo, il territorio circostante all'asse di progetto è agricolo/incolto, gli edifici presenti sono piccoli annessi agricoli, solo in corrispondenza della progressiva Km 7+800 troviamo alcuni ricettori residenziali (case sparse).

Alla progressiva Km 8+700 troviamo un piccolo nucleo residenziale alla distanza di 100-150 mt. ad ovest dell'asse di progetto, mentre in direzione est a ridosso della fiumara Lazzaro a distanza di 50 e 100 mt. dal tracciato di progetto troviamo alcuni edifici industriali e a distanza di 250 mt. Sono presenti edifici residenziali.

In corrispondenza della progressiva Km 9+400 è previsto da progetto lo svincolo "Lazzaro", nell'area attorno allo svincolo i pochi ricettori presenti sono annessi agricoli e ruderi. La strada di svincolo si ricongiunge poi al tracciato attuale della Jonica, i ricettori più vicini sono una distanza superiore a 250 mt. in direzione ovest e fanno parte del nucleo urbano di Lazzaro, sono per lo più condomini di medio/elevato sviluppo verticale in buono stato di conservazione (costruzione recente).

Più avanti l'asse di progetto rientra in galleria per poi tornare in superficie per un brevissimo tratto (progressiva Km 10+000) in viadotto. Nell'area di studio c'è un ricettore residenziale di 1 piano e alcuni annessi agricoli.

L'asse di progetto rientra in galleria e procede sottoterra fino alla progressiva Km 11+800 tornando in superficie nei pressi della fiumara Molaro all'interno del territorio comunale di Montebello Jonico.

Comune di Montebello Jonico

Proseguendo, alla progressiva Km 12+500 è previsto lo svincolo di "Saline Joniche", il primo fronte di ricettori (edifici residenziali) si trova a notevole distanza (500 metri) in direzione nord-est ed è costituito dall'agglomerato urbano di Acone, gli edifici presenti sono in cattivo stato di conservazione, la maggior parte di essi sono ruderi di limitato sviluppo verticale (1-2 piani).

Da segnalare in direzione sud-ovest la presenza di un grosso nucleo industriale di proprietà delle ferrovie dello stato, "Officine Omega", che si estende fino alla Jonica attuale, poco prima del limite industriale troviamo alla distanza di 20 mt. dallo svincolo futuro alcuni ricettori residenziali (singole abitazioni) di 1-2 piani.



Officine FS

In corrispondenza della progressiva Km 13+000 il tracciato di progetto rientra in galleria.

A distanza di 100 mt. in direzione sud-ovest (via Stinò) c'è il cimitero di Saline Joniche e alcune case sparse a destinazione residenziale con sviluppo verticale da 1 a 3 piani.

Alla progressiva Km 14+000 in prossimità di via Sezzo troviamo alcuni edifici a destinazione residenziale di limitato sviluppo verticale e in medio stato di conservazione.

Proseguendo il terreno circostante al tracciato di progetto è agricolo e a larghe aree incolto.

Fino alla progressiva Km 16+000 si incontrano isolati annessi agricoli e qualche abitazione ma sempre ad elevate distanze dall'asse di progetto (superiori a 250 mt.).

Alla progressiva Km 16+000 in direzione sud all'asse di progetto (verso Pentadattilo) nell'area di studio c'è un nucleo residenziale con alcuni condomini e nella maggior parte singole abitazioni in medio stato di conservazione, l'area è prevalentemente agricola.

In corrispondenza della progressiva Km 17+400 è previsto lo svincolo di "S.Elia-Montebello Jonico", i primi ricettori esposti si trovano ad una distanza rilevante dall'asse di progetto (500 mt.), sono invece vicini alla strada di connessione con la Jonica, prevista da progetto, sono di medio sviluppo verticale e la maggior parte di essi è in cattivo stato di conservazione.

Comune di Roghudi Nuovo

Procedendo si entra per un breve tratto nel territorio comunale di Roghudi Nuovo ove nelle aree che vengono attraversate dal tracciato di progetto non si riscontra la presenza di ricettori, unica segnalazione la presenza di un cimitero.

Comune di Melito di Porto Salvo

In prossimità della progressiva Km 18+400 l'asse di progetto entra nel territorio comunale di Melito di Porto Salvo, nell'area di studio si riscontra la limitata presenza di ricettori residenziali (case sparse) e alcuni annessi agricoli.

Alla progressiva Km 20+600 è previsto lo svincolo di "Melito", in prossimità della frazione Prunella.

Nelle immediate vicinanze dello svincolo (frazione Prunella) ci sono due ricettori sensibili: una casa di cura per disabili (con degenza) e un'asilo.

Il resto delle costruzioni di Prunella sono abitazioni in precario stato di conservazione e di limitato sviluppo verticale.



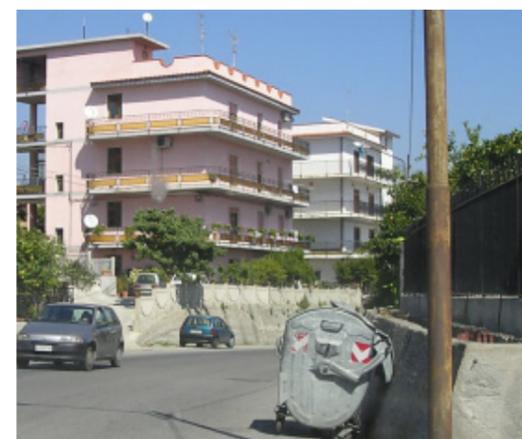
Scuola materna (Prunella)



Casa di cura (Prunella)

La strada di ricongiungimento alla S.S. 106 attuale si sviluppa parallelamente alla strada provinciale SP 183 attraversando a 250 metri di distanza dallo svincolo in direzione sud dall'asse di progetto la fiumara di Melito.

Gli edifici a ridosso della SP 183 sono in discreto stato di conservazione (alcuni di essi sono state edificati recentemente) e sono per lo più condomini di medie dimensioni e case indipendenti.



Condomini lungo la Sp 183 (recenti)



Scuola lungo la Sp 183 (recenti)

Lungo la SP 183 si segnala la presenza di una scuola (ricettore sensibile).

9.5 Caratterizzazione acustica ante operam

9.5.1 Campagna di monitoraggio acustico

Lo scopo delle campagne di monitoraggio acustico effettuate nell'area in cui sarà realizzata l'infrastruttura è stato quello di caratterizzare la situazione attuale, al fine di individuare l'entità e le caratteristiche delle situazioni critiche. La considerazione di eventuali criticità è indispensabile per progettare e valutare qualsiasi intervento di adeguamento.

Gli obiettivi delle campagne di monitoraggio sono stati mirati alla definizione dei livelli sonori ante operam in campo esterno in corrispondenza di alcune postazioni site al piano campagna nell'ambito dell'area di inferenza acustica prossima al tracciato di progetto.

Le misure hanno riguardato sostanzialmente i seguenti aspetti:

- L'analisi dell'ambiente acustico, per poter determinare livelli di rumore da considerare rappresentativi delle aree in prossimità dell'infrastruttura oggetto di studio. Sono stati scelti i punti di maggior criticità, in funzione sia della densità di ricettori presenti, sia del grado di sensibilità degli stessi ricettori e comunque in corrispondenza di punti e/o zone la cui disposizione rispetto alla strada possa dare una caratterizzazione generale di tutte le situazioni urbanistico-insediative presenti. La scelta della localizzazione dei punti di misura è stata comunque effettuata con il duplice scopo di caratterizzare in maniera significativa il clima acustico dell'ambito territoriale di intervento e di poter tarare il modello previsionale di calcolo (SoundPLAN) adottato per la determinazione dei livelli sonori post-operam e post-mitigazione.
- Il rilievo simultaneo e correlato dei livelli e dei flussi di traffico, al fine di tarare le correlazioni tra rumore e traffico da utilizzare nei modelli di simulazione.

9.5.2 Rispetto delle procedure

La caratterizzazione acustica di un ambiente o di una sorgente richiede la definizione di una serie di indicatori fisici (*Leq*, *Ln*, *Lmax*, composizione spettrale, etc.) per mezzo dei quali "etichettare" il fenomeno osservato.

Tale caratterizzazione, ottenuta con strumentazione conforme alle prescrizioni contenute nelle direttive comunitarie/leggi nazionali, o fornite in sede di regolamentazione tecnica delle misure del rumore, deve riguardare le condizioni di esercizio o di funzionamento in cui può normalmente operare la sorgente o il mix di sorgenti di emissione presenti nell'area.

Il monitoraggio del rumore ante operam è stato svolto con metodiche e strumentazione unificate, in grado di fornire le necessarie garanzie di riproducibilità e di attendibilità al variare dell'ambiente di riferimento e del contesto emissivo.

In questo modo è stato possibile garantire:

- uno svolgimento omogeneo e sinergico delle attività di monitoraggio su tutta l'area di studio prossima al tratto interessato dal progetto;
- la ripetibilità delle misure.

La strumentazione impiegata e le metodiche di misura rispettano i riferimenti di legge nazionali e gli standard nazionali (UNI) ed internazionali (norme EN, ISO), in particolare:

- EN 60651-1994 Class 1 Sound Level Meters (CEI 29-1)
- EN 60804-1994 Class 1 Integrating- averaging Sound Level Meters
- EN 61094/1-1994 Measurements microphones – Part 1
- EN 61094/2-1993 Measurements microphones – Part 2
- EN 61094/4-1995 Measurements microphones – Part 3
- EN 61260-1995 Measurements microphones – Part 4
- IEC 942-1988 Octave band and fractional octave band filters (CEI 29-4)
- ISO 226-1987 Electroacoustics _ Sound Calibrators (CEI 29-14)
- UNI 9884-1991 Acoustics – Normal equal – loudness level contours
- DPCM 1/03/1991 Caratterizzazione acustica del territorio (rumore ambientale)

- Legge 447-95 Legge quadro sull'inquinamento acustico
- DPCM 14/11/1997 Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- DM 16/03/1998 Tecniche di rilevamento dell'inquinamento acustico

Le metodiche di misura rispettano le prescrizioni di legge relative alle condizioni meteorologiche, alla calibrazione ed al rumore di fondo.

In particolare, per quanto riguarda le condizioni meteorologiche, le misure sono state eseguite tenendo conto dell'assenza di condizioni meteorologiche quali: gelo, suolo coperto da strato di neve, nevicata, pioggia persistente, e velocità del vento superiore a 8 m/s ; inoltre, sono stati evitati periodi caratterizzati da elevata instabilità atmosferica.

Per la calibrazione degli strumenti, si è proceduto a calibrare il fonometro, all'inizio ed alla fine di ogni serie di misurazioni, con strumento di Classe 1, secondo le indicazioni del costruttore.

Tutte le misure effettuate sono state ritenute valide, in quanto i livelli di pressione sonora, rilevati con calibratore prima e dopo le misure, non hanno evidenziato variazioni maggiori di ± 0.1 dBA.

In relazione al rumore di fondo, nel corso dei rilievi di sorgenti specifiche, il livello sonoro ponderato A, prodotto da sorgenti di rumore diverse da quelle oggetto dell'indagine, ed il livello sonoro che risulta dall'effetto del vento, sono risultati inferiori di almeno 10 dB rispetto al livello sonoro misurato.

9.5.3 Sorgenti di rumore presenti nell'area

Nell'area di studio (corridoi di ampiezza 500 e 1000 mt.) non si rilevano sorgenti di rumore significative oltre al traffico veicolare.

Unici casi ove sono presenti sorgenti di rumore industriale sono all'interno del comune di Reggio Calabria in località San Leo nei pressi della fiamara Valanidi II, e a ridosso della strada comunale per Motta San Giovanni.

In località San Leo è presente una fabbrica molto rumorosa (Stabilimento IMA), ad esercizio continuo che immette rumore percepibile soprattutto nelle ore notturne.



Stabilimento IMA

All'interno del corridoio di 500 metri, in vicinanza della strada comunale per Motta San Giovanni, c'è un piccolo nucleo industriale-artigianale attivo nelle ore diurne con aziende di lavorazioni meccaniche leggere.

Le strade presenti nell'area di studio sono strade a basso traffico (per cui si registrano bassi livelli di rumore), unica eccezione per la SP 183 che mette in comunicazione la Jonica, a partire dallo svincolo di Melito, con Bagaladi.

Su questa strada il numero di transiti è nettamente più elevato che nelle altre strade presenti nell'area di studio ed in più si riscontrano numerosi passaggi di mezzi pesanti e velocità dei veicoli oltre il limite.

9.5.4 Individuazione dei punti di misura fonometrici

La campagna di monitoraggio dei livelli sonori che attualmente caratterizzano l'ambito territoriale interessato dalla viabilità di progetto è stata effettuata presso 74 postazioni di misura differenti, 20 delle quali sono state individuate specificatamente per la verifica di taratura del modello previsionale e una postazione è stata scelta per effettuare la misura continuativa H24. Le postazioni di misura sono riportate nella planimetria allegata.

Le postazioni per le misure di caratterizzazione ante operam di durata pari a 10 minuti sono state individuate con l'intento di coprire l'intera area di studio.

Per la tutela della qualità della vita dei residenti, la distribuzione delle misure è più densa in corrispondenza dei nuclei urbanizzati e ove questi sono distanti più di 250 mt. dal futuro tracciato di progetto, i rilievi fonometrici vengono effettuati in corrispondenza del primo fronte impattato (entro e non oltre i 500 mt.).

9.5.4.1 Campagna fonometrica: misure spot 10 minuti

Le misure sono state effettuate con distribuzione a “macchia di leopardo” concentrando l’attenzione nelle aree dove sono presenti ricettori.

Si è seguito un criterio di rassegna diviso per aree territoriali seguendo la progressiva del megalotto 5.

Nell’area di San Gregorio (progressiva 0) alla periferia meridionale del comune di Reggio Calabria si sono effettuate la misure: 1, 2, 31, 32, 46, 47.

Le misure 1, 2, 31, 32, sono state effettuate nelle ore notturne per meglio caratterizzare il clima acustico attuale, vista la presenza di industrie attive 24 ore su 24.

La zona è praticamente piatta con un leggero avvallamento per la presenza della fiumara Valanidi II, le costruzioni sono distribuite principalmente lungo via Mortara e lungo la Jonica terzo tratto (vecchio percorso della Jonica ora strada comunale). Gli edifici sono per la maggior parte di limitato sviluppo verticale.

Nelle ore notturne si riscontra chiaramente il rumore proveniente dalla Jonica (vista l’assenza di barriere naturali o fronti di edifici alti a schermatura).

Le misure 2 e 32 (effettuate rispettivamente alle ore 21:00 e 23:45) registrano il rumore di fondo proveniente dallo stabilimento industriale IMA, inoltre sulla strada Jonica III tratto al passaggio dei veicoli si riscontra riverbero dovuto alle pareti degli edifici molto vicine da entrambi i lati della strada.

La velocità dei transiti veicolari è sostenuta, il numero dei passaggi veicolari invece è molto contenuto.

Durante la misura 2 è c’è stato il passaggio di una macchina sportiva (rumorosa) a velocità molto elevata inoltre un piccolo autobus ha stazionato di fronte alla postazione per alcuni secondi con il motore acceso.

Durante la misura 32 si è rilevato un treno in lontananza ed il passaggio di un aereo.



Passando alla progressiva km 0 + 000 (inizio megalotto 5 vedi carta dei punti di misura) siamo in zona Mortara in quest’area sono state effettuate le misure: 28, 29, 30.

Le misure sono state eseguite nelle ore diurne, nell’area in oggetto c’è una piccola zona urbanizzata prevalentemente residenziale, gli edifici si distribuiscono lungo le due strade presenti sui lati di un avvallamento (via Mortara e via Mortara superiore). Si tratta prevalentemente di singole abitazioni che presentano un discreto stato di conservazione.

I traffici veicolari registrati durante le tre misure sono molto limitati, si riscontra la presenza di attività artigianali di modesta entità.

Durante l'esecuzione della misura 29 si sono registrati rumori di un piccolo cantiere edile in prossimità della postazione di misura.



Più avanti alla progressiva km 1+ 000 si sono eseguite 2 misure nel corridoio dei 250 mt. (misure 48 e 49) e 1 nel corridoio dei 500 presso il cimitero di Pellaro (misura 24).

Il territorio è rurale gli edifici presenti sono quasi tutti ruderi durante le misure non ci sono stati transiti veicolari.

Durante la misura 48 si è registrato il rumore di un elicottero all'ottavo minuto ed il rumore di fondo dei mezzi di una cava (camion) nelle immediate vicinanze della postazione.

Nella misura 49 c'è stato al primo minuto il passaggio di un aereo.

Durante la misura 24 sul piazzale del cimitero di Pellaro c'era una ruspa al lavoro, per l'esposizione dell'area e l'assenza di ostacoli è nettamente avvertibile anche il rumore di fondo del traffico sulla Jonica attuale.



In corrispondenza della progressiva Km 2 sono state eseguite tre misure: 25, 26 e 27.

Siamo ancora nel comune di Reggio. L'area è prevalentemente agricola con presenza di singole abitazioni distanziate tra loro lungo via Loggia e via Loggia superiore (Ville con giardino), i transiti veicolari sono stati molto limitati (2,1,2 veicoli transitati in corrispondenza delle singole misure), mentre durante le tre le misure si sono registrati rumori di fondo della Jonica attuale, rumori di cantieri edili e di attività artigianali (di limitata entità).



In corrispondenza della progressiva Km 3, ove è previsto lo svincolo di progetto Pellaro/Bocale, sono state effettuate le misure 50, 51 e 52.

L'area è caratterizzata da edifici condominiali di dimensioni elevate rispetto alla restante parte dell'area di studio.

Durante la misura 50 al settimo minuto si è registrato il passaggio di un aereo, i transiti veicolari sono limitati (6 automobili e 3 motoveicoli).

Nelle misure 51 e 52 si sono registrati passaggi più frequenti (rispettivamente 22 e 19 autoveicoli). Nonostante le strade sono ad utilizzo locale la densità abitativa elevata lascia presumere flussi di traffico leggermente più sostenuti.



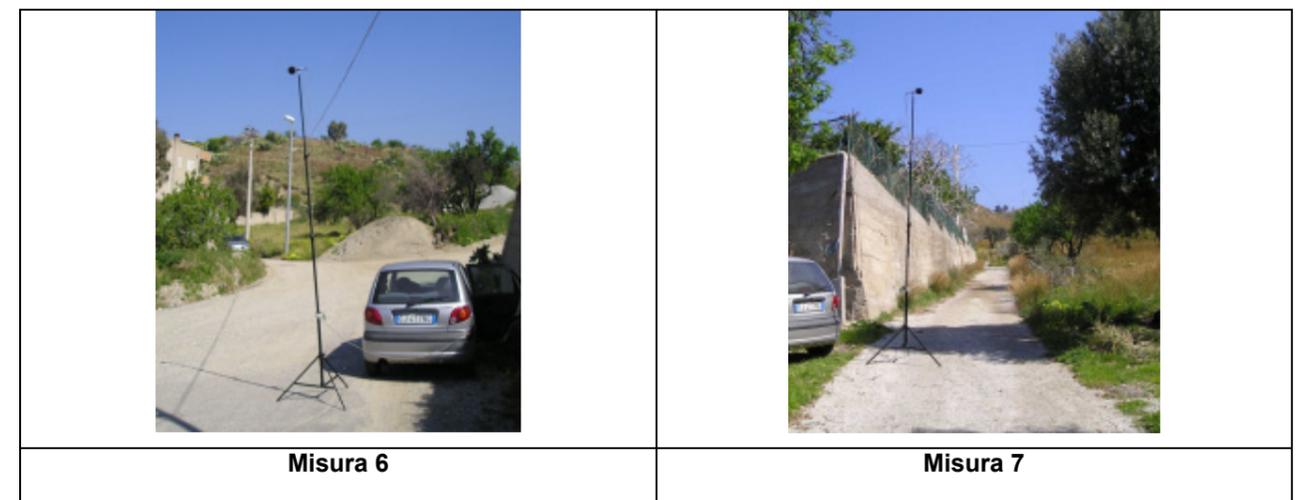
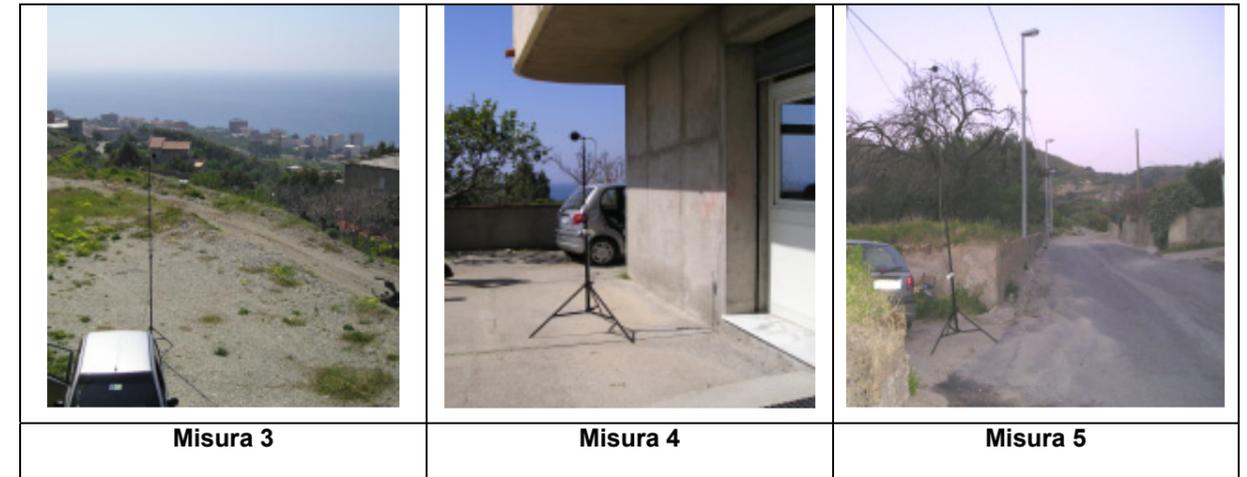
Fino alla progressiva Km 5 + 000 non sono presenti nell'area di progetto ricettori, siamo entrati nel territorio comunale di Motta S.Giovanni in località Campoli.

Tra la progressiva Km 5 + 000 e la progressiva Km 6 + 000 sono state effettuate le misure: 3, 4, 5, 6 e 7.

Le misure sono state effettuate in prossimità delle strade ma solo in corrispondenza della misura 5 si sono riscontrati passaggi veicolari (3 automobili).

L'area è urbanizzata solo in corrispondenza della "Strada per Campoli" il resto del territorio è agricolo. Questa parte dell'area di studio è più vicina al percorso della S.S. Jonica (il rumore di fondo è particolarmente evidente).

La misura 4 è stata effettuata ad 1,5mt. di distanza da un edificio scolastico.



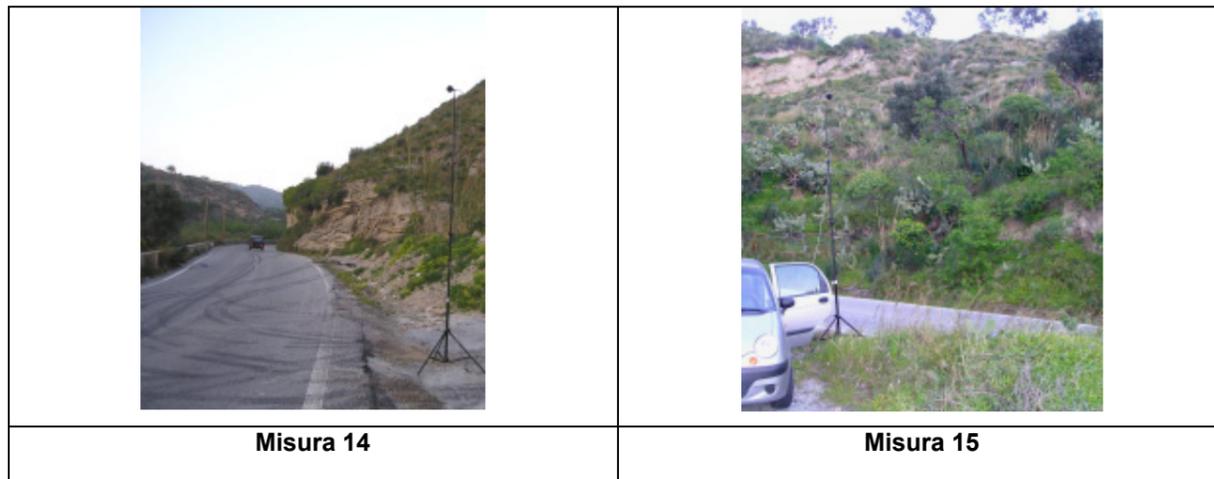
Si passa poi alla progressiva Km 7 + 000 ove in corrispondenza della strada comunale per Motta S.Giovanni

In corrispondenza del corpo stradale sono state effettuate 2 misure nelle ore di punta: misure 14 e 15 (rispettivamente ore 18:45 e 8:50), essendo Motta San Giovanni, uno dei pochi centri importanti presenti verso l'interno (l'altro è Bagaladi).

Nell'area sono presenti edifici industriali/artigianali, i primi edifici residenziali sono situati verso la Jonica ad una distanza superiore ai 250 metri.

Il flusso veicolare è più sostenuto la sera ed è prevalentemente in direzione di Motta S.Giovanni, (22 passaggi alle 19:00 contro 12 passaggi alle 9). i veicoli viaggiano ad una velocità sostenuta.

Nella misura 15 si riscontra rumore di fondo di lavorazioni meccaniche leggere provenienti dal piccolo nucleo industriale presente sottostrada.



Le misure 8, 9, 10 e 45 sono state effettuate in corrispondenza delle progressive Km 12-13, nel territorio comunale di Montebello Jonico: lungo via Stinò (sotto al cimitero di Saline Joniche), lungo la strada per Acone e a ridosso delle Officine F.S. (per caratterizzazione del rumore industriale).

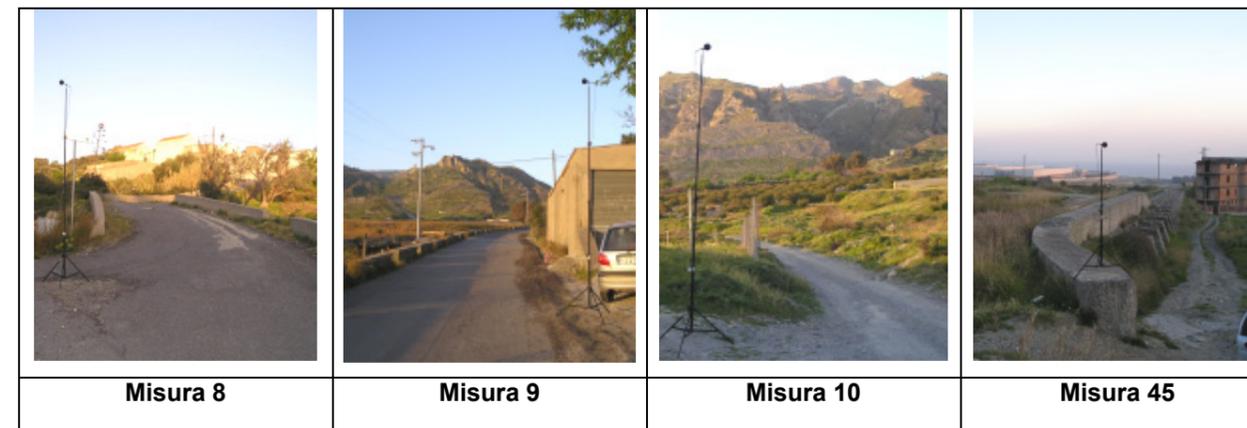
Lungo via Stinò vengono registrate le misure 8 e 9, si rilevano rispettivamente durante le misure 15 e 18 passaggi veicolari.

Gli edifici presenti sono sparsi e distanziati tra loro e sono a destinazione residenziale.

La misura 8 è stata effettuata al di sotto del cimitero di Saline Joniche.

La misura 10 è stata effettuata lungo la strada per Acone, una strada bianca che conduce al nucleo edificato di Acone, un piccolo paese in via d'abbandono (buona parte degli edifici sono ruderi).

La misura 45 è stata effettuata in prossimità delle Officine F.S. (non si è rilevato rumore proveniente dall'interno)



Alla progressiva Km 14 in contrada Fucida ed in via Serro sono state eseguite le misure: 11, 12 e 13.

L'area è rurale e i pochi edifici presenti sono a destinazione agricola e residenziale.

Il numero dei passaggi veicolari è limitato (rispettivamente 5, 2 e 5).



In corrispondenza delle progressive Km 16-17 sono state effettuate le misure 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 e 43.

L'area è all'interno dei comuni di Montebello Jonico e di Melito di Porto Salvo, proprio in corrispondenza di quest'area è previsto da progetto lo svincolo S.Elia-Montebello Jonico.

Le misure 34, 35, 36 e 39 sono state eseguite lungo via Pentadattilo in località Musa Torre.

Lungo via Pentadattilo si sono registrati in corrispondenza delle misure 34 e 35 i seguenti passaggi veicolari: 19 veicoli e 14 veicoli.

L'area è urbanizzata solo in corrispondenza di via Pentadattilo, il resto del territorio è agricolo.

Gli edifici presenti sono a destinazione residenziale, di costruzione recente e di medie/notevoli dimensioni.

La misura 35 è stata eseguita di fronte ad un edificio scolastico.



Le misure 37 e 38 sono state eseguite in località Anna di Melito, gli edifici presenti sono di recente costruzione, i passaggi veicolari sono pochi (4, 0 veicoli).

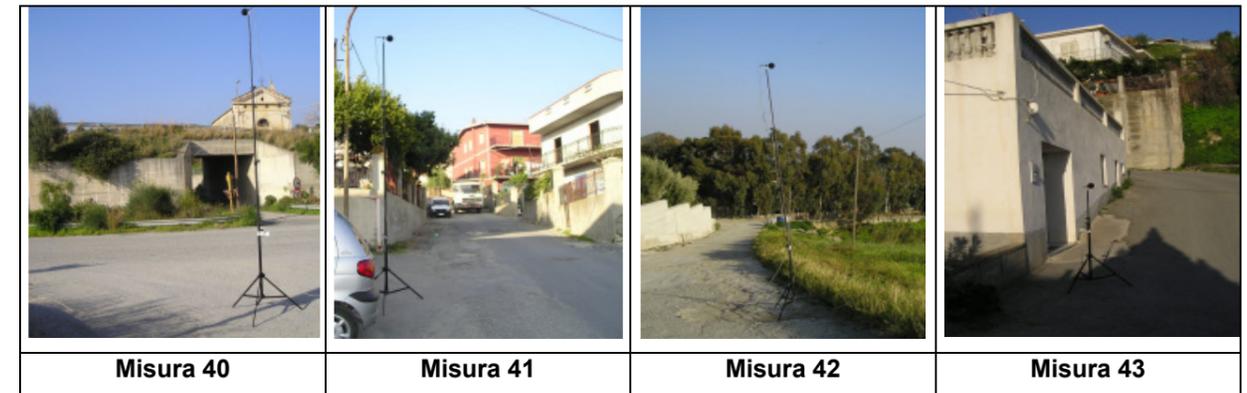
Le misure sono state eseguite in presenza di un vento moderato.



Le misure 40, 41, 42 e 43 (Saline Joniche) sono state effettuate in via Caracciolino e nel suo proseguimento.

Gli edifici si concentrano in piccoli nuclei urbanizzati presenti lungo le strade, sono prevalentemente a destinazione residenziale con alcuni di essi ad uso agricolo. Il resto del territorio è agricolo.

I passaggi veicolari sono poco numerosi.

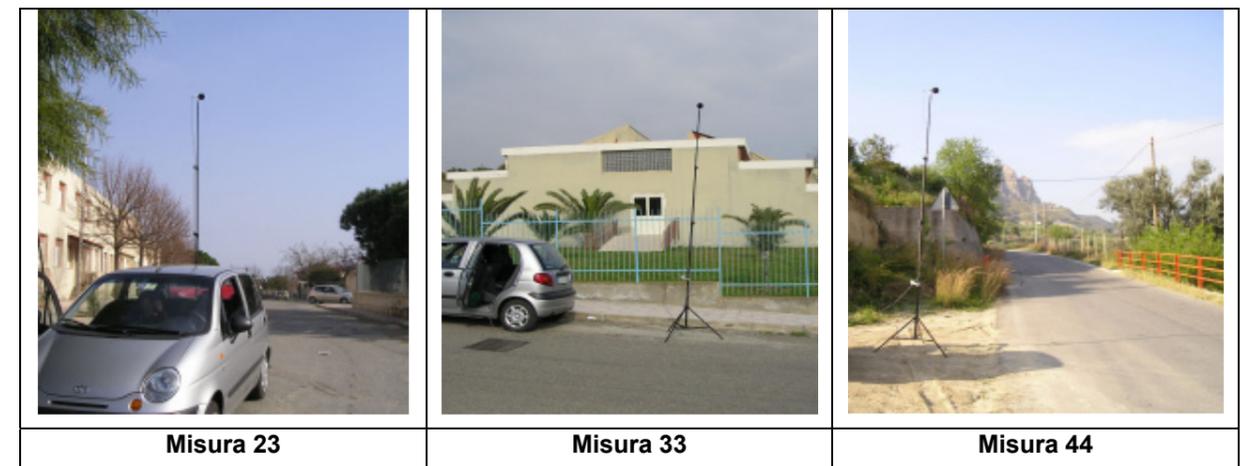


Le misure 23 e 33 sono state effettuate all'interno del paese di Rogudi Nuovo (piccolo nucleo urbanizzato edificato dopo che un'alluvione ha raso al suolo il vecchio nucleo di Rogudi).

Gli edifici sono tutti uguali e sono tutti condomini a tre piani.

La misura 23 è stata effettuata sul ciglio della valle presente alle spalle del paese (3 passaggi veicolari), durante la misura è passato un gregge di pecore ed un trattore.

La misura 33 è stata eseguita di fronte alla scuola (9 passaggi veicolari).



La misura 44 è stata eseguita nel proseguimento di via Pentadattilo (0 passaggi veicolari) il territorio circostante è agricolo con limitata presenza di edifici agricoli e 2 edifici residenziali.



Le misure: 16, 17, 18 e 19 sono state eseguite lungo la strada provinciale SP 183.

Questa strada è la strada più importante nell'area oggetto di studio, mette in comunicazione l'interno dell'Aspromonte con la costa e il comune di Melito di Porto Salvo con Bagaladi.

Sulla SP 183 si registra il numero di transiti più elevato di tutte le strade rilevate, ad eccezione della Jonica, (per le misure 16, 17, 18 e 19 rispettivamente 46, 86, 48 e 72 passaggi veicolari in 10 minuti) sia di automobili che di mezzi pesanti, inoltre la velocità dei veicoli è elevata (soprattutto andando verso l'interno. Per questo motivo la strada SP183 costituisce una sorgente di rumore da traffico ed è stata utilizzata per le misure di taratura (inoltre l'orografia del territorio è un'ampia valle con al centro la fiumara Melito).

Gli edifici circostanti sono di varie dimensioni e in prossimità della Jonica si addensano lungo la strada quasi a costituire un unico isolato continuo.

Verso l'interno vicino al tracciato di progetto il tessuto urbano si dirada (gli edifici costruiti verso l'interno sono di costruzione più recente e di dimensioni più elevate).

Più avanti il territorio diventa prevalentemente agricolo.



Le misure 20, 21 e 22 sono state eseguite in località Prunella proprio in corrispondenza del futuro svincolo di Melito (previsto da progetto).

La misura 20 è stata eseguita sul bivio per Prunella, si sono registrati 13 passaggi veicolari (siamo al limite di un ponte che attraversa la Fiumara di Melito).

La misura 21 è stata eseguita di fronte la scuola di Prunella ove sono stati registrati 31 passaggi veicolari.

L'edificio si concentra in un punto a 250 metri di distanza dall'asse di progetto dove si trova una casa di cura (presidio riabilitativo "Nadia Vadalà") e dove è stata effettuata la misura 22 (2 passaggi veicolari), gli edifici presenti sono residenziali di limitato sviluppo verticale.

Le strade presenti nell'area di studio sono strade a basso traffico (per cui si registrano bassi livelli di rumore), unica eccezione per la SP 183 che mette in comunicazione la Jonica, a partire dallo svincolo di Melito, con Bagaladi. Nei pressi di questa strada all'interno del corridoio di studio troviamo, in località Prunella, due ricettori sensibili, uno dei quali è una casa di cura per disabili con degenza notturna (Piccola Opera "Nadia Vadalà") presso il quale è stata effettuata la misura continuativa di 24 ore. Il microfono è stato posizionato all'ultimo piano (tre piani) a distanza di 1 metro dalla facciata dell'edificio.

L'asse del tracciato e le rampe di svincolo previste da progetto per la confluenza con la SP 183 si trovano a circa 250 mt. di distanza da questa postazione.



H24 Microfono in facciata



H24 Vista dall'interno

9.5.4.2 Campagna fonometrica: misure di taratura

Le misure di taratura sono state effettuate in presenza di una sorgente di rumore significativa e in corrispondenza di un sito dalle caratteristiche geomorfologiche opportune.

Tali misure vengono eseguite con uno strumento posizionato in prossimità della sorgente di rumore (che costituisce la postazione fissa) ed uno posizionato alla distanza variabile in punti significativi del territorio circostante (che costituisce la postazione mobile).

La postazione mobile viene posizionata in vari punti attorno alla postazione fissa per coprire un'area necessaria ad una corretta caratterizzazione della propagazione del rumore.

Le strade che costituiscono una sorgente significativa per il numero di passaggi sono:

- SP 183 progressiva Km 19+000
- Via Stinò progressiva Km 13+000
- Via comunale per Motta San Giovanni Km 6+750

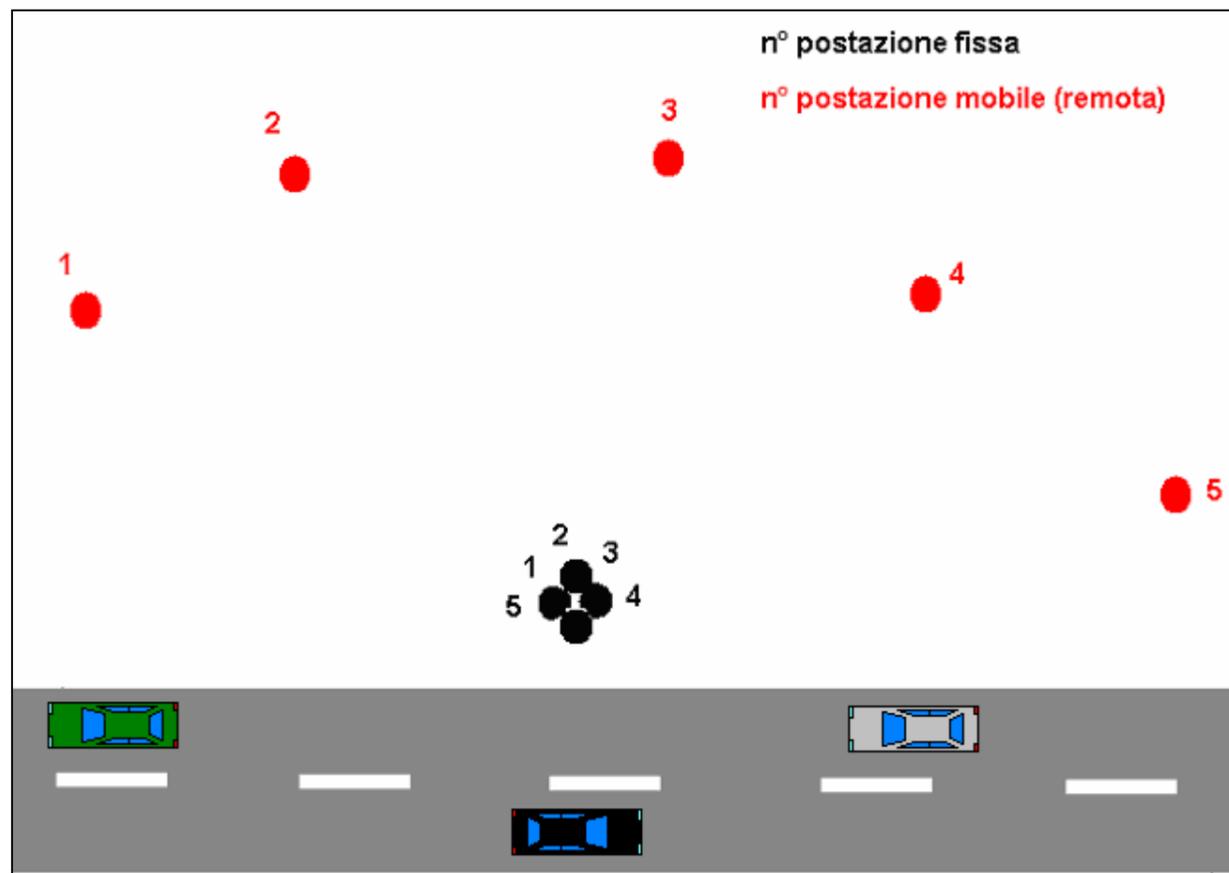
La scelta è ricaduta sulle prime 2 strade per le caratteristiche geomorfologiche del territorio (nella terza alternativa la disposizione degli ostacoli tra postazione fissa e postazione mobile generava un abbattimento del rumore eccessivo tale da non definire le caratteristiche di propagazione del suono).

L'obiettivo di queste misure è ottenere una serie di rilievi sperimentali che ricostruiscono attraverso interpolazione di dati la propagazione dell'onda di pressione emessa da una sorgente sonora nel territorio circostante, pertanto è essenziale la scelta opportuna del luogo, nell'area di studio, ove effettuare queste misure.

È necessario che ci sia un'unica sorgente di rumore che caratterizza l'area, per esempio una strada trafficata e che il numero di passaggi veicolari siano superiori ad una certa soglia, in maniera tale da applicare la schematizzazione di sorgente di rumore cilindrica.

Per lo studio della propagazione è essenziale eseguire due misure simultaneamente, una in vicinanza alla sorgente ed l'altra in una posizione più remota (100 mt. c.ca) quindi occorre un territorio in cui non siano presenti ostacoli naturali (alberi, rilevati di terra ecc.) tra postazione di misura vicina e la postazione più remota.

Per tutta la serie di misure la postazione in prossimità della sorgente non viene mai spostata mentre quella remota viene spostata a coprire un'ideale ventaglio attorno alla sorgente e caratterizzare completamente l'area.



Dalle misure 8, 9 che sono state effettuate in corrispondenza della progressiva Km 12, nel territorio comunale di Montebello Jonico: lungo via Stinò (sotto al cimitero di Saline Joniche) si sono rilevati rispettivamente 15 e 18 passaggi veicolari anche se il numero è esiguo (100 veicoli l'ora c.ca) via Stinò è una delle strade più trafficate dell'area di studio.

La conformazione orografica del territorio attorno a via Stinò consente di posizionare un fonometro sul ciglio stradale ed un altro a 100 metri di distanza (lungo un ideale semicerchio) senza che fra i due punti ci sia un ostacolo alla propagazione del suono.

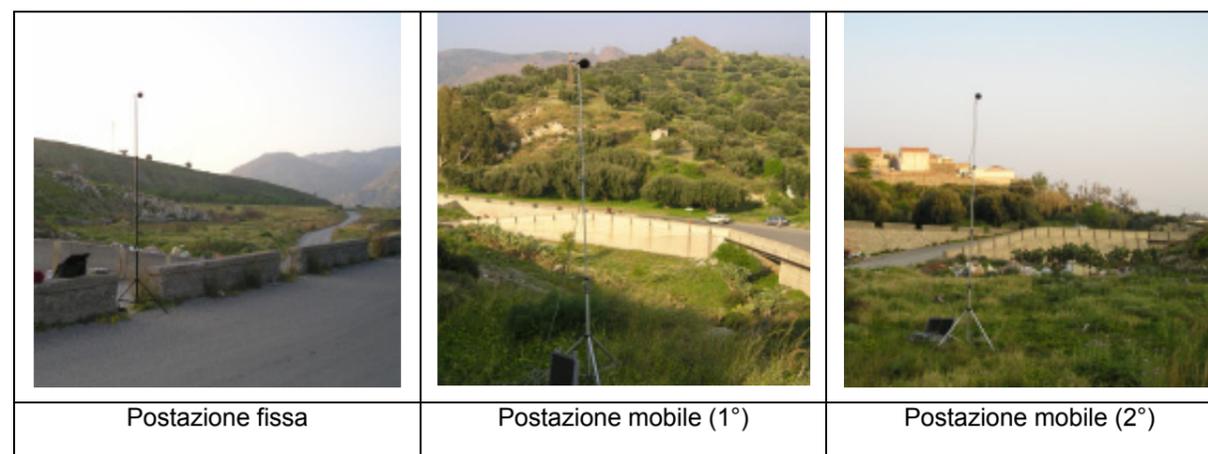
Le misure di taratura in via Stinò sono state effettuate dalle 16:30 alle 18:30 del giorno 16/03/2004.

La postazione fissa è situata in corrispondenza dell'intersezione del tracciato di progetto con via Stinò (vedi carta dei punti di misura). La serie è costituita complessivamente da 12 misure di cui 6 in postazione fissa (vicina alla sorgente) e 6 in postazione mobile (remota).

Durante le misure si sono rilevati rispettivamente 16, 7, 25, 16, 16 e 15 passaggi veicolari.

Durante la quarta ripetizione (misure 4 e 10 di taratura) al 400° secondo un gregge passa molto vicino alla postazione mobile (remota).

Durante la quinta ripetizione (misure 5 e 11 di taratura) si è registrato un intenso rumore di fondo proveniente da un laboratorio artigianale.



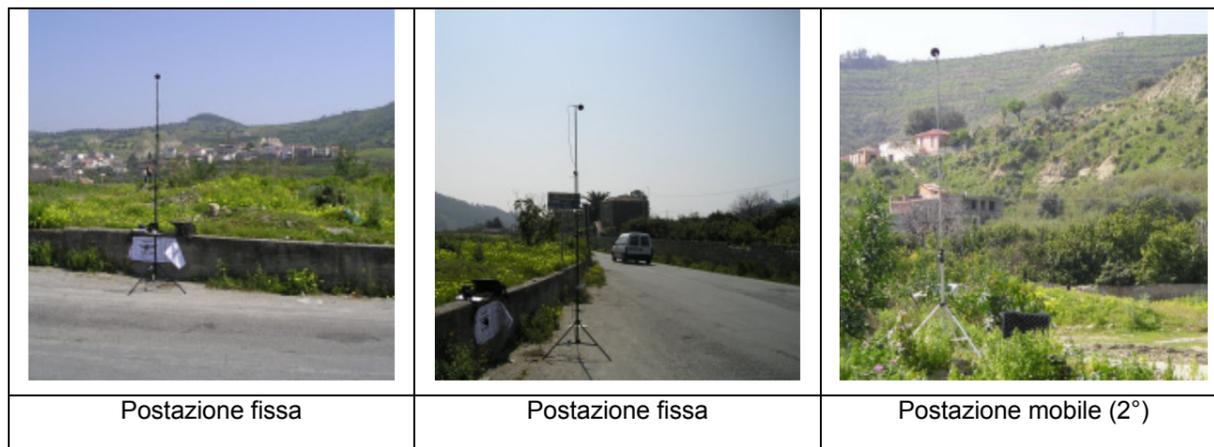
Le restanti 10 misure di taratura sono state eseguite lungo la strada provinciale SP 183.

Questa strada è la strada più importante nell'area oggetto di studio, mette in comunicazione l'interno dell'Aspromonte con la costa e il comune di Melito di Porto Salvo con Bagaladi, il numero di transiti veicolari rilevati dalle precedenti misure è il più intenso rispetto a tutte le altre strade presenti.

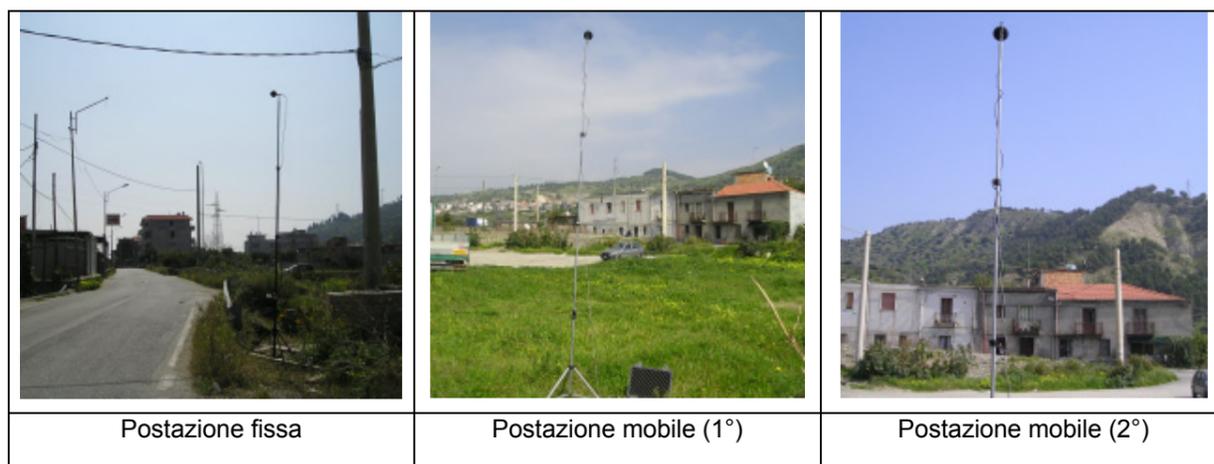
L'orografia del territorio è particolarmente favorevole a misurare la propagazione del suono (un'ampia valle con al centro la fiumara Melito e la strada SP 183 che vi corre parallela).

Si sono effettuate due serie di misure il 17/03/2004.

La prima serie è stata eseguita in prossimità del bivio per Prunella (misure 13, 14, 15, e 16 di taratura) in corrispondenza dell'intersezione del tracciato di progetto con l'attuale SP 183 dalle ore 11:20 alle 12:00, durante questa serie si sono registrati rispettivamente 60 e 45 passaggi veicolari (13-15, 14-16) con velocità elevata dei veicoli.



La seconda serie è stata eseguita spostandoci verso la Jonica attuale (misure 17, 18, 19, 20, 21, 22 di taratura) in corrispondenza dell'interconnessione tra futura rampa d'accesso e la SP 183, la zona è più edificata e si sono rilevati rispettivamente 50, 62, 66 transiti veicolari (misure 17-20, 18-21, 19-22)



In allegato viene riportato un dossier fotografico con stralcio di cartografia per una descrizione più definita.

Ogni singola misura acustica è stata legata ad una contemporanea rilevazione, della medesima durata temporale, dei valori del traffico sulla strada più prossima alla postazione di misura onde consentire l'analisi dei flussi di traffico.

Per un maggior dettaglio di quanto analizzato si rimanda alle tabelle delle postazioni di misura riportate nel presente paragrafo e agli output strumentali delle misurazioni effettuate allegate al presente studio.

In particolare nella tabella sottostante si riporta il dettaglio dei transiti osservati nelle varie postazioni di misura.

Postazioni di misura e transiti rilevati

| N° Misura | Località | Transiti leggeri | Transiti pesanti | Transiti furgoni | Transiti moto | Transiti treni | Altro |
|-----------|----------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | S. Gregorio via Mortara (RC) | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | Notturna |
| 2 | S.Leo Jonica III tratto (RC) | 10 | 1 | 3 | 0 | 0 | Notturna Presenza d'industria alto impatto acustico, passaggio auto alta velocità Furgone ed autobus in sosta davanti al microfono |
| 3 | Zona rurale prossimità fumaiole | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Presenza cava sottostante rumore di fondo jonica attuale |
| 4 | Di fronte a scuola elementare Campo sportivo al Fumaiole | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Rumore di fondo Jonica attuale |
| 5 | Strada per Campoli | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | Territorio semirurale |
| 6 | Campoli vicino cava Bocale II | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Territorio semirurale |
| 7 | Bocale II | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Vento leggero |
| 8 | Via Stinò cimitero di Saline Joniche Montebello Jonico | 12 | 0 | 3 | 0 | 0 | Vento medio |
| 9 | Via Stinò | 16 | 1 | 1 | 0 | 0 | Attività artigianale di lavorazione legname rumori di segheria, velocità elevata dei veicoli. |
| 10 | Saline Joniche strada bianca per Acone | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | Rumore di segheria di fondo |
| 11 | Saline Joniche via Serro | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | Vento medio |
| 12 | Saline Joniche Traversa di Via Serro | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | Vento leggero |
| 13 | Saline Joniche contrada Fucida | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | Vento ridotto |
| 14 | Strada comunale per Motta S.Giovanni | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | Velocità dei veicoli elevata, vento assente |
| 15 | Strada comunale per Motta S.Giovanni | 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | Vento leggero, rumore di fondo di attività artigianali |
| 16 | Incrocio Jonica con sp 183 Melito | 39 | 3 | 4 | 0 | 0 | Rallentamento dei veicoli per svolta obbligatoria |
| 17 | Sp 183 melito di porto salvo | 75 | 2 | 5 | 4 | 0 | Vento leggero 1 ruspa in transito |

| N° Misura | Località | Transiti leggeri | Transiti pesanti | Transiti furgoni | Transiti moto | Transiti treni | Altro |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|----------------|------------------------------------------------------------|
| 18 | Sp 183 di fronte a scuola | 40 | 1 | 3 | 4 | 0 | Rumore di fondo di attività artigianali |
| 19 | SP 183 incrocio urbana di quartiere | 67 | 0 | 3 | 2 | 0 | Vento leggero |
| 20 | Bivio per prunella Melito di Porto Salvo | 10 | 1 | 2 | 0 | 0 | Vento medio |
| 21 | Prunella di fronte scuola | 28 | 0 | 0 | 3 | 0 | Vento moderato |
| 22 | Prunella di fronte casa di cura "Nadia Vadalà" | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | Vento moderato |
| 23 | Rogudi nuovo davanti chiesa | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | Passaggio gregge e trattore vento assente |
| 24 | Pellaro piazzale cimitero | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Lavori di ristrutturazione rumore intenso |
| 25 | Pellaro S.Giovanni via Loggia | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | Rumore di attività di cantiere in sottofondo |
| 26 | Pellaro S.Giovanni via Loggia superiore | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | Vento leggero |
| 27 | Pellaro S.Giovanni via Loggia superiore, di fronte attività produttiva | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | Rumore di attività produttive |
| 28 | Via Macellara RC | 10 | 2 | 0 | 3 | 0 | Vento leggero |
| 29 | Via Macellara incrocio con via Macellara superiore RC | 15 | 0 | 0 | 2 | 0 | Rumore di attività artigianali |
| 30 | Via Macellara superiore RC | 7 | 0 | 0 | 2 | 0 | Vento assente |
| 31 | Via Mortara (Piazzale) San Gregorio RC | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | Notturna |
| 32 | S.Leo Jonica III tratto (RC) | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | Rumore d'aereo ad 1 minuto inizio misura |
| 33 | Rogudi nuovo di fronte Scuola Via Gorio | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | Vento sostenuto |
| 34 | Melito frazione Musa Via Pentadattilo | 16 | 0 | 0 | 3 | 0 | Vento sostenuto |
| 35 | Melito frazione Musa Via Pentadattilo di fronte scuola | 12 | 0 | 1 | 1 | 0 | Vento sostenuto |
| 36 | Melito frazione Musa Via Pentadattilo | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | Vento sostenuto, rumore di sottofondo della Jonica attuale |
| 37 | Anna di Melito | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | Vento sostenuto |
| 38 | Anna di Melito | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Vento sostenuto, rumore di sottofondo della Jonica attuale |
| 39 | Via Musa torre frazione di melito | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | Vento medio |
| 40 | Saline Joniche Montebello Jonico-Jonica III tratto | 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | Rumore di sottofondo della Jonica |

| N° Misura | Località | Transiti leggeri | Transiti pesanti | Transiti furgoni | Transiti moto | Transiti treni | Altro |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|----------------|--------------------------------------------------------------------|
| 41 | Montebello Jonico via Caracciolino | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | Vento debole |
| 42 | Montebello Jonico via Caracciolino | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Posizione elevata rumori di fondo Jonica |
| 43 | Montebello Jonico di fronte a scuola materna Caracciolino | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | Rumore di fondo di canale irriguo |
| 44 | Pentadattilo sotto sito comunitario | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Vento sostenuto |
| 45 | Saline Joniche di fronte ad Officine grandi riparazioni vallone Acone | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Vento moderato |
| 46 | San Gregorio di fronte a scuola materna Punto d'incontro RC | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | Vento assente |
| 47 | San Gregorio via Mortara | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | Rumore di fondo di attività di cantiere |
| 48 | Pellaro di fronte a cimitero | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Rumore camion cava vicina in sottofondo elicottero |
| 49 | Pellaro località S.Giovanni | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Aereo in decollo inizio misura |
| 50 | Pellaro via S.Filippo | 6 | 0 | 0 | 3 | 0 | Rumori di attività di cantiere in sottofondo e aerei in sottofondo |
| 51 | Pellaro via S.Filippo | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | Vento moderato |
| 52 | Pellaro via Sottolume | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | Rumore di fondo da Jonica attuale |
| 53 | Via Stinò prossimità cimitero di Saline Joniche (misure taratura) Postazione fissa | 11 | 1 | 0 | 4 | 0 | Rumori di fondo attività artigianali |
| 54 | Via Stinò prossimità cimitero di Saline Joniche (misure taratura) Postazione fissa | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | Rumori di fondo attività artigianali |
| 55 | Via Stinò prossimità cimitero di Saline Joniche (misure taratura) Postazione fissa | 21 | 0 | 0 | 4 | 0 | Rumori di fondo attività artigianali |
| 56 | Via Stinò prossimità cimitero di Saline Joniche (misure taratura) Postazione fissa | 15 | 0 | 0 | 1 | 0 | Rumori di fondo attività artigianali |

| N° Misura | Località | Transiti leggeri | Transiti pesanti | Transiti furgoni | Transiti moto | Transiti treni | Altro |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 57 | Via Stinò prossimità cimitero di Saline Joniche (misure taratura) Postazione fissa | 13 | 0 | 0 | 3 | 0 | Cane all'ultimo minuto |
| 58 | Via Stinò prossimità cimitero di Saline Joniche (misure taratura) Postazione fissa | 13 | 1 | 0 | 1 | 0 | Rumori di fondo attività artigianali |
| 59 | Via Stinò prossimità cimitero di Saline Joniche (misure taratura) Postazione mobile | 11 | 1 | 0 | 4 | 0 | Rumori di fondo attività artigianali |
| 60 | Via Stinò prossimità cimitero di Saline Joniche (misure taratura) Postazione mobile | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | Rumori di fondo attività artigianali |
| 61 | Via Stinò prossimità cimitero di Saline Joniche (misure taratura) Postazione mobile | 21 | 0 | 0 | 4 | 0 | Rumori di fondo attività artigianali |
| 62 | Via Stinò prossimità cimitero di Saline Joniche (misure taratura) Postazione mobile | 15 | 0 | 0 | 1 | 0 | Dal 400° secondo un gregge invade la seconda postazione, il 4° veicolo registrato passa più vicino alla 2° postazione |
| 63 | Via Stinò prossimità cimitero di Saline Joniche (misure taratura) Postazione mobile | 13 | 0 | 0 | 3 | 0 | Abbaiare di cane all'ultimo minuto, per la posizione elevata il 2° microfono registra un rumore di fondo più elevato del primo (attività artigianali) |
| 64 | Via Stinò prossimità cimitero di Saline Joniche (misure taratura) Postazione mobile | 13 | 1 | 0 | 1 | 0 | Rumori di fondo attività artigianali |
| 65 | SP 183 prossimità svincolo Prunella (Postazione fissa) | 52 | 5 | 1 | 2 | 0 | Velocità veicoli elevata |
| 66 | SP 183 prossimità svincolo Prunella (Postazione fissa) | 37 | 5 | 3 | 0 | 0 | Velocità veicoli elevata |
| 67 | SP 183 prossimità svincolo Prunella (Postazione mobile) | 52 | 5 | 1 | 2 | 0 | Velocità veicoli elevata |

| N° Misura | Località | Transiti leggeri | Transiti pesanti | Transiti furgoni | Transiti moto | Transiti treni | Altro |
|-----------|---------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|----------------|--------------------------|
| 68 | SP 183 prossimità svincolo Prunella (Postazione mobile) | 37 | 5 | 3 | 0 | 0 | Velocità veicoli elevata |
| 69 | SP 183 incrocio strada di quartiere (Postazione fissa) | 47 | 0 | 0 | 3 | 0 | Velocità veicoli elevata |
| 70 | SP 183 incrocio strada di quartiere (Postazione fissa) | 54 | 2 | 2 | 4 | 0 | Velocità veicoli elevata |
| 71 | SP 183 incrocio strada di quartiere (Postazione fissa) | 61 | 3 | 0 | 2 | 0 | Velocità veicoli elevata |
| 72 | SP 183 incrocio strada di quartiere (Postazione mobile) | 47 | 0 | 0 | 3 | 0 | Velocità veicoli elevata |
| 73 | SP 183 incrocio strada di quartiere (Postazione mobile) | 54 | 2 | 2 | 4 | 0 | Velocità veicoli elevata |
| 74 | SP 183 incrocio strada di quartiere (Postazione mobile) | 61 | 3 | 0 | 2 | 0 | Velocità veicoli elevata |

9.5.4.3 Modalità di svolgimento dei rilievi e strumentazione utilizzata

Le indagini fonometriche sono state svolte in giorni feriali non interessati da eventi anomali in grado di modificare significativamente i flussi autoveicolari (nei giorni 24-25/09/2003, 7-8-9/10/2003, 17-18-19/03/2004), secondo gli standard previsti per il rispetto delle procedure di monitoraggio.

Le misure di clima acustico sono state effettuate con i seguenti strumenti ed attrezzature:

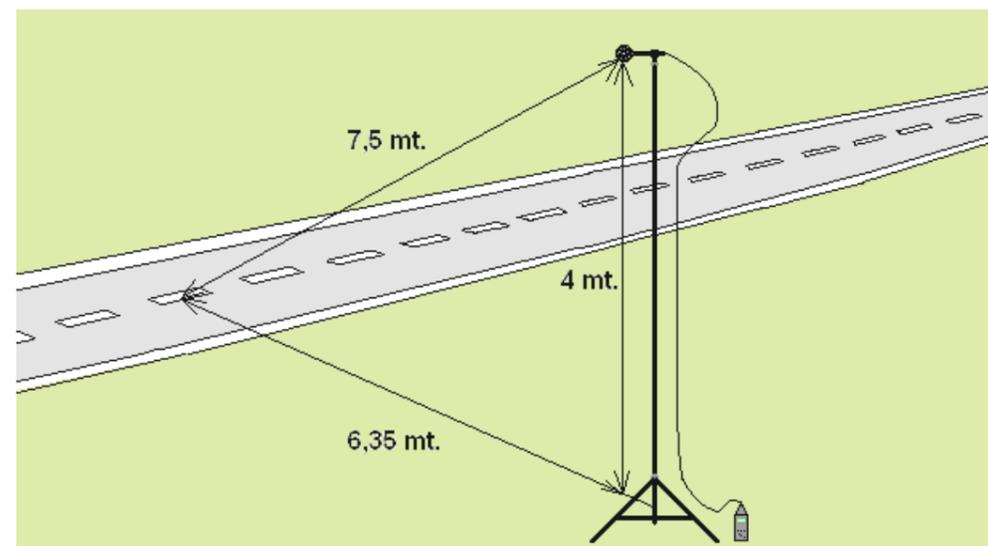
- N. 2 analizzatori digitali LARSON DAVIS LD 2900B conformi alle prescrizioni della norma IEC 651-1979 classe 1, IEC 804-1985 classe 1, IEC 225 e ANSI S 1.4-1983 classe 1 e conformi agli standard EN 60651/1994 e EN 60804/1994 dotati di preamplificatore LARSON DAVIS mod. 900B, microfono di precisione a condensatore LARSON DAVIS mod. 2541 e schermo antivento BRÜEL & KJAER UA 0237
- Calibratore acustico LARSON DAVIS tipo CAL200 conforme alle prescrizioni della norma IEC 942-1988 classe 1L e ANSI S 1.40-1984

- N. 2 analizzatori digitali LARSON DAVIS LD 824, conformi alle prescrizioni EN 60651 ed EN 60804 e CEI 29-10 e conformi agli standard EN 60651/1994 e EN 60804/1994;
- Calibratore acustico BRÜEL & KJÆR Mod. 4231 conforme alle prescrizioni della norma IEC 942-1988 classe 1 ed ANSI S 1.40-1984.
- Centralina meteo per temperatura, velocità direzione del vento, umidità relativa con il rilievo programmabile continuo e con software applicativo della Oregon Scientific mod. WMR 918 s.n 000685/00.
- Macchina fotografica digitale Nikon Coolpix.
- Computer portatile Toshiba Satellite Pro
- Fonte d'energia portatile Einhell Energiestation EGS 12

9.5.4.4 Misurazioni eseguite

I rilievi sono stati eseguiti a con microfono a 4 m di altezza dal suolo cercando di mantenere la distanza tra la proiezione del microfono a terra e la mezzzeria della strada pari a 6.35 m. (7,5 metri distanza mezzzeria microfono) come indicato nel D.M. 16 marzo 1998 recante "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" (come riportato nella figura sottostante).

In corrispondenza dei ricettori sensibili, la misura viene effettuata ad 1 metro di distanza dalla facciata e con altezza variabile a seconda dello sviluppo verticale dell'edificio (per edifici da un piano come nella maggior parte dei casi sul progetto in esame l'altezza da terra del microfono è fissata ad 1,5 metri da terra).



Il microfono è stato posizionato su di un treppiede ad una altezza dal terreno di 4 metri, collegato allo strumento attraverso un cavo di prolunga ed in quella condizione è stata eseguita la necessaria calibrazione della strumentazione.

Il tempo di misura adottato per le rilevazioni del clima acustico è stato di 600 secondi, cioè 10 minuti.

Nel corso delle misure sono stati rilevati, il livello sonoro equivalente globale (L_{EQ}), con scala di ponderazione A (L_{AEQ}), ed i livelli di pressione sonora parziali rilevati nelle bande di 1/3 di ottava.

Nel presente studio sono contenuti i verbali di misura ricavati dai dati memorizzati dall'analizzatore utilizzato per le misure.

In particolare, i principali parametri acustici rilevati sono stati i seguenti:

- Livello equivalente continuo (L_{eq})
- Livello massimo (L_{max}),
- Livelli statistici, percentile 1, 5, 10, 50, 90, 95 ($L1$, $L5$, $L10$, $L50$, $L90$, $L95$).

Le grandezze acustiche sono state integrate con il rilevamento, nel medesimo intervallo corrispondente ai rilievi fonometrici, del flusso veicolare distinto per tipologia (veicoli leggeri,

pesanti, moto), in corrispondenza delle strade che potessero influire sui risultati della misura stessa, nonché delle altre sorgenti di volta in volta individuate.

Livello equivalente (L_{eq})

L'indicatore ambientale primario per la caratterizzazione acustica di un ricettore è fornito dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" definito dalla relazione analitica:

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \left[\int_0^T \frac{P_A(t)^2}{P_0^2} dt \right]$$

dove:

$p_A(t)$: valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma I.E.C. n. 651)

p_0 : valore della pressione sonora di riferimento assunta uguale a 20 microPascal in condizioni standard

T: intervallo di tempo di integrazione.

Il livello equivalente di rumore esprime il livello energetico medio della pressione sonora ponderato in curva A ed è utilizzato dal DPCM 1/3/1991 e dalle successive normative per la definizione dei limiti di accettabilità.

La scelta di tale indicatore di rumore, se da un lato è imposta dalla necessità di verificare il rispetto della normativa di settore vigente in Italia, ha comunque ampi riscontri negli studi di socio-acustica svolti a livello internazionale.

Il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A, utilizzato come indicatore di riferimento è, per sua definizione, un parametro che non fornisce utili indicazioni sulla natura delle sorgenti sonore responsabili del clima acustico. I valori di livello equivalente che il rilevamento fornisce devono quindi poter essere interpretati con altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore.

Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli percentili, i livelli minimo e massimo, la "time history" in dB(A) fast, la distribuzione statistica dei valori della "time history", lo spettro di frequenza.

Livelli statistici $L_1 - L_5$

Gli indici percentili L_1 ed L_5 connotano gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco): valori di L_5 nel periodo notturno maggiori di 70÷80 dB(A) rappresentano un indicatore di disturbo sul sonno da incrociare con la verifica dei L_{max} rilevati in dB(A)Fast.

Livello statistico L_{10}

In presenza di sorgenti quasi-gaussiane quali alti flussi di traffico, L_{10} assume valori di qualche decibel più alti dei relativi valori di L_{eq} . Questa differenza diminuisce in presenza di eventi ad alto contenuto energetico verificabili dal decorso storico dei L_{max} e, in tali casi, L_{eq} può diventare più alto di L_{10} .

L'indice percentile L_{10} è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", espresso dalla differenza tra L_{10} e L_{90} e rappresenta la variabilità degli eventi di rumore rilevati. Generalmente è utilizzato come indicatore del rumore da traffico ferroviario.

Livello statistico L_{50}

L_{50} è utilizzabile come indice di valutazione della tipologia emissiva delle sorgenti: se la sorgente risulta alquanto costante, l'indice L_{50} tende al valore di L_{eq} rispetto al quale si mantiene alcuni decibel più basso. Il percentile L_{50} è utilizzato spesso come indicatore del rumore da traffico veicolare.

Livelli statistici $L_{95} - L_{99}$

I livelli statistici L_{95} e L_{99} sono rappresentativi del rumore di fondo dell'area in cui è localizzata la stazione di monitoraggio e consentono di valutare il livello delle sorgenti fisse che emettono con modalità stazionarie. La differenza $L_{95} - L_{min}$ aumenta all'aumentare della fluttuazione della sorgente.

Livello massimo L_{max}

Il livello massimo L_{max} connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico quali il passaggio di moto, di autoambulanze, una sirena, ecc.

L_{max} è il migliore descrittore del disturbo e delle alterazioni delle fasi del sonno, e di tutte le condizioni di esposizione dove conta di più il numero degli eventi ad alto contenuto energetico rispetto alla “dose” (fasi di apprendimento, disturbo alle attività didattiche, attività che richiedono concentrazione, ecc.).

Livello minimo L_{min}

Il livello minimo L_{min} connota la soglia di rumorosità di un’area, permettendo di valutare la necessità di tenere conto o meno degli effetti sul clima acustico della introduzione di una sorgente di bassa potenza sonora ecc.

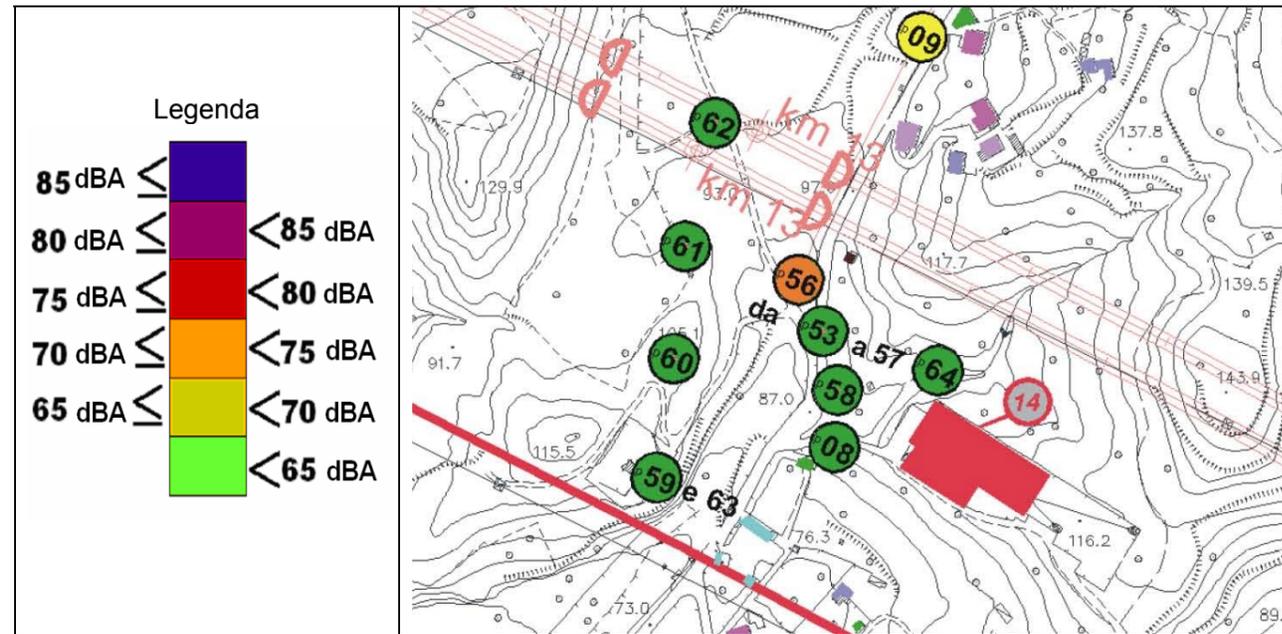
Inoltre, come già sopra indicato, per ciascuno dei punti di misura e dei rilievi effettuati, allo scopo di caratterizzare i livelli sonori rilevati, contemporaneamente alle misurazioni fonometriche sono state effettuate le rilevazioni dei flussi di traffico (distinti tra veicoli leggeri, pesanti e motocicli) in corrispondenza delle strade lungo le quali sono localizzati i punti di misura.

Di seguito si riportano in sintesi i parametri rilevati:

| N° Misura | Orario | Leq | Lmax | Lmin | Ln 01 | Ln 05 | Ln 10 | Ln50 | Ln90 | Ln95 |
|-----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 20.40 | 65,3 dBA | 92,6 dBA | 29,2 dBA | 68,9 dBA | 58,6 dBA | 54,1 dBA | 46 dBA | 43,9 dBA | 43,5 dBA |
| 2 | 21.05 | 67,1 dBA | 94,9 dBA | 55,4 dBA | 77,8 dBA | 69,2 dBA | 67,1 dBA | 58,4 dBA | 57,2 dBA | 56,9 dBA |
| 3 | 12.05 | 48 dBA | 57,1 dBA | 39,6 dBA | 53,7 dBA | 51,4 dBA | 50,4 dBA | 47,2 dBA | 44 dBA | 43,1 dBA |
| 4 | 13.00 | 51,1 dBA | 69,4 dBA | 36,5 dBA | 58,1 dBA | 55,3 dBA | 53,9 dBA | 49,5 dBA | 44 dBA | 42,9 dBA |
| 5 | 15.10 | 45,6 dBA | 62,6 dBA | 32,6 dBA | 55,5 dBA | 51,6 dBA | 48,8 dBA | 41 dBA | 36,1 dBA | 35,1 dBA |
| 6 | 15.30 | 49,1 dBA | 67,3 dBA | 35,1 dBA | 58,9 dBA | 54,8 dBA | 51,5 dBA | 45 dBA | 40,1 dBA | 39 dBA |
| 7 | 15.40 | 42,6 dBA | 65,1 dBA | 36,1 dBA | 50,4 dBA | 45,6 dBA | 44,1 dBA | 40,8 dBA | 38,4 dBA | 37,4 dBA |
| 8 | 16.40 | 58,3 dBA | 76,9 dBA | 33,1 dBA | 70,2 dBA | 65,6 dBA | 61,4 dBA | 45,4 dBA | 37,6 dBA | 36,5 dBA |
| 9 | 16.55 | 65,3 dBA | 88,4 dBA | 30,3 dBA | 76,3 dBA | 69,1 dBA | 64,5 dBA | 48,3 dBA | 42,2 dBA | 38 dBA |
| 10 | 17.15 | 47,2 dBA | 73,1 dBA | 28 dBA | 60 dBA | 50,5 dBA | 46,6 dBA | 40,2 dBA | 33,5 dBA | 31,7 dBA |
| 11 | 17.55 | 55,4 dBA | 77,8 dBA | 36,4 dBA | 67,6 dBA | 70,4 dBA | 57,2 dBA | 45,8 dBA | 39,8 dBA | 38,8 dBA |
| 12 | 18.05 | 54,6 dBA | 74,4 dBA | 26,7 dBA | 68 dBA | 62,1 dBA | 56,2 dBA | 36,3 dBA | 30,2 dBA | 29,3 dBA |
| 13 | 18.20 | 54,6 dBA | 78,3 dBA | 31,6 dBA | 67,5 dBA | 57,1 dBA | 51,6 dBA | 40 dBA | 34,9 dBA | 34,1 dBA |
| 14 | 19.00 | 61,2 dBA | 90,4 dBA | 23,9 dBA | 71,9 dBA | 67,5 dBA | 63,7 dBA | 42,2 dBA | 28 dBA | 26,9 dBA |
| 15 | 9.00 | 63,3 dBA | 84,1 dBA | 42 dBA | 74,5 dBA | 69,2 dBA | 64,3 dBA | 53,2 dBA | 44,6 dBA | 43 dBA |
| 16 | 11.10 | 62,5 dBA | 78,2 dBA | 48,3 dBA | 70,9 dBA | 67,5 dBA | 65,9 dBA | 59,6 dBA | 54,2 dBA | 52,9 dBA |
| 17 | 11.20 | 70 dBA | 89,6 dBA | 48,1 dBA | 80 dBA | 73,5 dBA | 71,9 dBA | 65,8 dBA | 58,8 dBA | 56,9 dBA |
| 18 | 11.40 | 66,3 dBA | 85,8 dBA | 41,7 dBA | 78,3 dBA | 72,9 dBA | 69,8 dBA | 57,1 dBA | 47,7 dBA | 46,2 dBA |
| 19 | 11.55 | 68,4 dBA | 96,2 dBA | 44,1 dBA | 77,8 dBA | 73,8 dBA | 71,9 dBA | 61 dBA | 50,5 dBA | 48,3 dBA |

| N° Misura | Orario | Leq | Lmax | Lmin | Ln 01 | Ln 05 | Ln 10 | Ln50 | Ln90 | Ln95 |
|-----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 20 | 12.10 | 60,8 dBA | 78,7 dBA | 38,3 dBA | 70,6 dBA | 66,2 dBA | 64,2 dBA | 56,2 dBA | 46,7 dBA | 43,9 dBA |
| 21 | 12.22 | 62,8v | 80,1 dBA | 35,2 dBA | 75,5 dBA | 70,4 dBA | 65,4 dBA | 50,3 dBA | 38,8 dBA | 37,7 dBA |
| 22 | 12.55 | 52,5 dBA | 75,8 dBA | 41 dBA | 63,1 dBA | 57,3 dBA | 55 dBA | 47,2 dBA | 44,5 dBA | 43,8 dBA |
| 23 | 13.20 | 52,5 dBA | 75,8 dBA | 41 dBA | 63,1 dBA | 57,3 dBA | 55 dBA | 47,2 dBA | 44,5 dBA | 43,8 dBA |
| 24 | 15.20 | 64 dBA | 80,1 dBA | 40 dBA | 77 dBA | 72,3 dBA | 65,6 dBA | 48 dBA | 43,5 dBA | 42,8 dBA |
| 25 | 15.45 | 54,1 dBA | 68,1 dBA | 38,2 dBA | 60,9 dBA | 59,9 dBA | 58,9 dBA | 50,3 dBA | 47,5 dBA | 47,1 dBA |
| 26 | 16.05 | 47,8 dBA | 68,9 dBA | 34,4 dBA | 58,1 dBA | 53,1 dBA | 50,6 dBA | 43,2 dBA | 38,2 dBA | 37,2 dBA |
| 27 | 16.20 | 49,7 dBA | 69,7 dBA | 32,3 dBA | 60,6 dBA | 53,4 dBA | 51,5 dBA | 47 dBA | 37,1 dBA | 35,5 dBA |
| 28 | 16.45 | 65,8 dBA | 88,7 dBA | 35,9 dBA | 76,6 dBA | 71,3 dBA | 66,7 dBA | 52,7 dBA | 43 dBA | 41 dBA |
| 29 | 17.00 | 55,8 dBA | 72,5 dBA | 34,5 dBA | 66,3 dBA | 61,2 dBA | 58,2 dBA | 47,2 dBA | 38,4 dBA | 37,6 dBA |
| 30 | 17.12 | 54,2 dBA | 77,3 dBA | 30,4 dBA | 65,7 dBA | 59,8 dBA | 56,5 dBA | 46,2 dBA | 37,2 dBA | 35 dBA |
| 31 | 23.15 | 51,3 dBA | 74,5 dBA | 40,5 dBA | 62,2 dBA | 52,2 dBA | 50,1 dBA | 48,1 dBA | 45,5 dBA | 44,6 dBA |
| 32 | 23.45 | 57,7 dBA | 79,6 dBA | 44,7 dBA | 71 dBA | 59,9 dBA | 56 dBA | 48,6 dBA | 47 dBA | 46,5 dBA |
| 33 | 11.50 | 55,8 dBA | 73 dBA | 43,8 dBA | 66,7 dBA | 61,6 dBA | 58,3 dBA | 50,9 dBA | 47,3 dBA | 46,5 dBA |
| 34 | 12.10 | 60,5 dBA | 79,5 dBA | 43,2 dBA | 71,6 dBA | 66,6 dBA | 62,8 dBA | 52,8 dBA | 48,5 dBA | 47,8 dBA |
| 35 | 12.25 | 59,1 dBA | 77,1 dBA | 41,1 dBA | 72,5 dBA | 63,7 dBA | 60,4 dBA | 52 dBA | 46,3 dBA | 44,8 dBA |
| 36 | 12.40 | 60,6 dBA | 87,4 dBA | 47,7 dBA | 71,4 dBA | 64,5 dBA | 62,3 dBA | 56,3 dBA | 51,2 dBA | 49,8 dBA |
| 37 | 13.05 | 58,3 dBA | 85,2 dBA | 47,7 dBA | 65,3 dBA | 61,9 dBA | 60,3 dBA | 55,7 dBA | 52,4 dBA | 51,3 dBA |
| 38 | 13.20 | 54,6 dBA | 74,6 dBA | 45,9 dBA | 63,6 dBA | 58,3 dBA | 56,3 dBA | 51,9 dBA | 49 dBA | 48,4 dBA |
| 39 | 13.40 | 54,8 dBA | 76,7dBA | 39,7 dBA | 66 dBA | 59 dBA | 56,2 dBA | 48,8 dBA | 43,4 dBA | 42,4 dBA |
| 40 | 15.15 | 58,2 dBA | 81,3 dBA | 44,2 dBA | 70,1 dBA | 63,2 dBA | 59,3 dBA | 53,6 dBA | 48,9 dBA | 47,3 dBA |
| 41 | 15.30 | 50,5 dBA | 73,1 dBA | 39,2 dBA | 61,6 dBA | 55,6 dBA | 53,2 dBA | 44,8 dBA | 41,5 dBA | 40,8 dBA |
| 42 | 15.52 | 47,4 dBA | 74,8 dBA | 37,7 dBA | 55,8 dBA | 51,6 dBA | 49,8 dBA | 44,4 dBA | 40,5 dBA | 39,7 dBA |
| 43 | 16.10 | 53,9 dBA | 72 dBA | 44,9 dBA | 65,2 dBA | 57 dBA | 54 dBA | 50,6 dBA | 47,9 dBA | 47,2 dBA |
| 44 | 16.30 | 52,3 dBA | 79,9 dBA | 36,7 dBA | 60,8 dBA | 54,4 dBA | 51 dBA | 43,6 dBA | 39,7 dBA | 39 dBA |
| 45 | 18.30 | 60,1 dBA | 95,8 dBA | 39,1 dBA | 66,8 dBA | 60,9 dBA | 57,2 dBA | 44,5 dBA | 41 dBA | 40,5 dBA |
| 46 | 9.30 | 55,9 dBA | 80,7 dBA | 38,4 dBA | 67,2 dBA | 61 dBA | 58 dBA | 46,5 dBA | 41,2 dBA | 40,5 dBA |
| 47 | 9.40 | 56,4 dBA | 82,6 dBA | 37,3 dBA | 68,5 dBA | 60,5 dBA | 56,2 dBA | 44,4 dBA | 40,6 dBA | 39,9 dBA |
| 48 | 10.30 | 53,6 dBA | 70,7 dBA | 33,6 dBA | 65,6 dBA | 60,1 dBA | 55,9 dBA | 46,6 dBA | 37,9 dBA | 36,4 dBA |
| 49 | 10.45 | 44,2 dBA | 73,7 dBA | 33,8 dBA | 52,3 dBA | 49,3 dBA | 47 dBA | 39,2 dBA | 36,3 dBA | 35,7 dBA |
| 50 | 11.15 | 58,6 dBA | 83,1 dBA | 35,9 dBA | 70,8 dBA | 65,1 dBA | 60,8 dBA | 48,5 dBA | 40,6 dBA | 39,1 dBA |
| 51 | 11.25 | 61,3 dBA | 77,9 dBA | 38,6 dBA | 73,1 dBA | 68,7 dBA | 64,8 dBA | 50 dBA | 43,2 dBA | 41,8 dBA |
| 52 | 11.45 | 55,6 dBA | 74,9 dBA | 42,1 dBA | 65,4 dBA | 62 dBA | 59,1 dBA | 51,4 dBA | 44,7 dBA | 45,9 dBA |

La distribuzione dei punti di misura è riportata nella “Carta dei punti di misura acustici”, allegata. Ad ogni punto di misura è stato associato un colore della scala cromatica con l'intento di fornire un'informazione quali-quantitativa dei livelli acustici rilevati, di immediata interpretazione.



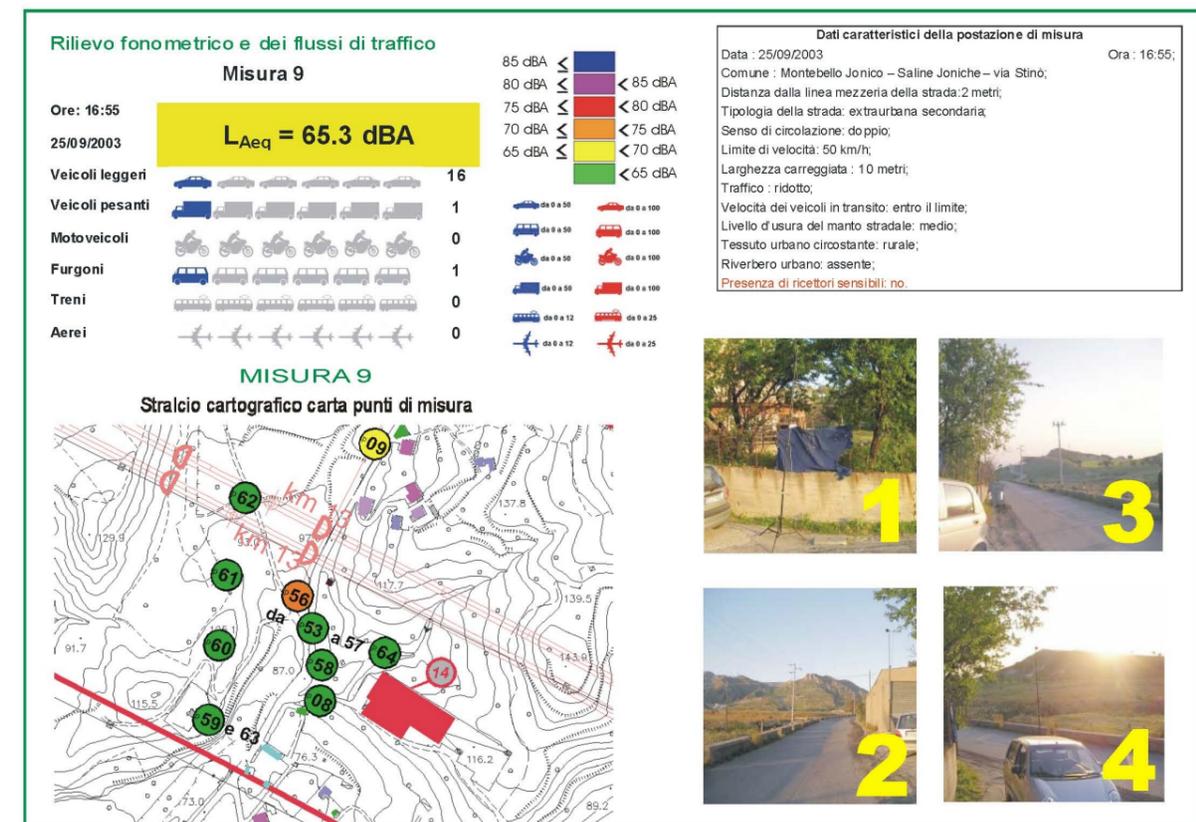
Stralcio della carta dei punti di misura con in legenda la scala cromatica

A corredo della carta dei punti di misura sono state redatte 70 schede che riportano le principali informazioni sulle postazioni di misura.

Le schede contengono:

- indicazione delle postazioni di misura
- direzione dei sensi di marcia delle vie
- direzione di ripresa fotografica.
- tipologia strada
- senso di circolazione
- larghezza della carreggiata
- tipo di pavimentazione stradale
- tessuto urbano circostante
- presenza di riverbero urbano (per riflessione del rumore alle pareti)

- presenza di ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura...)
- documentazione fotografica delle postazioni di misura con
- relativi livelli equivalenti L_{Aeq}
- indicazione dei flussi di traffico (per tipologie di veicoli) rilevati durante la misurazione.
- data e ora di effettuazione della misura
- legenda per interpretazione della simbologia adottata.



9.6 Il modello di simulazione SoundPLAN

La determinazione dei livelli post-operam e post-mitigazione indotti dall'infrastruttura di progetto è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN.

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni in campo stradale e ferroviario già effettuate in altri studi analoghi.

SoundPLAN è un modello previsionale ad “ampio spettro” in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario, aeroportuale e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.

9.6.1 Linee guida RLS 90 / DIN 18005 per le sorgenti veicolari

Queste linee guida definiscono gli standard tecnici e le procedure di misura per predire e abbattere il rumore di strade e parcheggi. In particolare viene valutato presso il ricettore il livello sonoro diurno (6.00÷22.00) e notturno (22.00÷6.00) e confrontato con i limiti legislativi. RLS 90 considera la sorgente puntiforme con propagazione, attenuazione del suolo, schermatura. Lo standard utilizza due diversi modelli: il modello per la sorgente e quello per la propagazione. Il primo utilizza i dati di traffico e fornisce i risultati di livello di rumore prendendo come riferimento un punto a 25 m di distanza dalla strada ed a 4 m dal suolo. I livelli di rumore sono definiti LME, Level Mean Emission. Il modello di propagazione utilizza come input LME per il giorno e la notte e fornisce il livello di rumore presso il ricettore diurno e notturno.

9.6.2 Modalità operative e parametri utilizzati nell'applicazione del SoundPLAN

Come base cartografica è stata utilizzata una cartografia digitale semplificata realizzata ad hoc, contenente le informazioni necessarie alla modellizzazione del campo acustico che si crea nell'area interessata dalla realizzazione dell'infrastruttura.

Sulla base così realizzata sono state caricate nel modello tutte le informazioni necessarie alla definizione degli “oggetti” della simulazione: sorgenti acustiche e ricettori (comprese le altezze ed il n° di piani dei ricettori di interesse determinati tramite appositi sopralluoghi).

9.6.2.1 Modalità di inserimento dei dati di cartografia e di progetto nel modello di simulazione

La cartografia di base in formato 3D è stata convertita in file di formato DXF 3D; si è quindi proceduto all'elaborazione del progetto allo scopo di poterlo restituire come dato di input del SoundPLAN.

La successiva fase operativa è consistita nella ricostruzione in ambiente Autocad delle impronte delle diverse tipologie d'opera del progetto.

Lo svolgimento di queste attività si è reso necessario per poter effettuare un corretto inserimento nel SoundPLAN di tutti i dati relativi alla cartografia, agli edifici ricettori ed al progetto; l'importazione di tali dati nel modello ha costituito, infatti, il passo operativo successivo.

Successivamente, per assegnare l'elevazione ad ognuno degli oggetti presenti sulla mappa è stato creato un modello digitale del terreno DGM che definisce una superficie sull'intera area di calcolo attraverso una triangolazione che unisce tutti i punti dei quali è nota la quota.

9.6.2.2 I dati di traffico

I dati di traffico utilizzati per la simulazione sono stati estrapolati dallo studio trasportistico, considerando come anno di riferimento il 2018. Per la determinazione dei dati di traffico è stata scelta l'ipotesi alta, che corrisponde allo scenario peggiore e quindi più cautelativo.

| Tratta | Leggeri/g | | Pesanti/g | | Equivalenti/g | | Equivalenti/hp | | Liv. di Servizio | |
|-------------------------------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|
| | Dir. Taranto | Dir. Reggio C. | Dir. Taranto | Dir. Reggio C. | Dir. Taranto | Dir. Reggio C. | Dir. Taranto | Dir. Reggio C. | Dir. Taranto | Dir. Reggio C. |
| Ipotesi Bassa - Avvio esercizio (2008) | | | | | | | | | | |
| Motta San Giovanni - Cazzaro | 10.042 | 9.559 | 580 | 611 | 12.363 | 12.005 | 1.236 | 1.201 | A | A |
| Bocale-Motta San Giovanni | 12.091 | 11.582 | 901 | 927 | 15.693 | 15.291 | 1.569 | 1.529 | B | B |
| Cazzaro - Saline Ioniche | 10.042 | 9.559 | 580 | 611 | 12.363 | 12.005 | 1.236 | 1.201 | A | A |
| Saline Ioniche - S.Elia Montebello Ionico | 10.042 | 9.559 | 580 | 611 | 12.363 | 12.005 | 1.236 | 1.201 | A | A |
| S.Elia Montebello Ionico - Roghudi | 8.206 | 7.747 | 287 | 322 | 9.352 | 9.036 | 935 | 904 | A | A |
| Roghudi - Melito | 8.206 | 7.747 | 287 | 322 | 9.352 | 9.036 | 935 | 904 | A | A |
| Flusso eff. | 10.560 | 10.071 | 660 | 690 | 13.201 | 12.833 | 1.320 | 1.283 | A | A |
| Flusso eff. bid. | 20.631 | | 1.351 | | 26.034 | | 2.603 | | | |
| Ipotesi Bassa - Terzo decennio (2038) | | | | | | | | | | |
| Motta San Giovanni - Cazzaro | 15.719 | 14.964 | 876 | 923 | 19.222 | 18.656 | 1.922 | 1.866 | B | B |
| Bocale-Motta San Giovanni | 18.927 | 18.131 | 1.359 | 1.399 | 24.364 | 23.729 | 2.436 | 2.373 | C | C |
| Cazzaro - Saline Ioniche | 15.719 | 14.964 | 876 | 923 | 19.222 | 18.656 | 1.922 | 1.866 | B | B |
| Saline Ioniche - S.Elia Montebello Ionico | 15.719 | 14.964 | 876 | 923 | 19.222 | 18.656 | 1.922 | 1.866 | B | B |
| S.Elia Montebello Ionico - Roghudi | 12.845 | 12.127 | 433 | 487 | 14.576 | 14.073 | 1.458 | 1.407 | B | B |
| Roghudi - Melito | 12.845 | 12.127 | 433 | 487 | 14.576 | 14.073 | 1.458 | 1.407 | B | B |
| Flusso eff. | 16.531 | 15.766 | 997 | 1.042 | 20.517 | 19.934 | 2.052 | 1.993 | B | B |
| Flusso eff. bid. | 32.296 | | 2.039 | | 40.450 | | 4.045 | | | |
| Ipotesi Alta - Avvio esercizio (2008) | | | | | | | | | | |
| Motta San Giovanni - Cazzaro | 10.409 | 9.909 | 599 | 632 | 12.807 | 12.436 | 1.281 | 1.244 | A | A |
| Bocale-Motta San Giovanni | 12.533 | 12.006 | 930 | 958 | 16.255 | 15.837 | 1.625 | 1.584 | B | B |
| Cazzaro - Saline Ioniche | 10.409 | 9.909 | 599 | 632 | 12.807 | 12.436 | 1.281 | 1.244 | A | A |
| Saline Ioniche - S.Elia Montebello Ionico | 10.409 | 9.909 | 599 | 632 | 12.807 | 12.436 | 1.281 | 1.244 | A | A |
| S.Elia Montebello Ionico - Roghudi | 8.506 | 8.031 | 296 | 333 | 9.691 | 9.363 | 969 | 936 | A | A |
| Roghudi - Melito | 8.506 | 8.031 | 296 | 333 | 9.691 | 9.363 | 969 | 936 | A | A |
| Flusso eff. | 10.947 | 10.440 | 682 | 713 | 13.675 | 13.293 | 1.367 | 1.329 | A | A |
| Flusso eff. bid. | 21.387 | | 1.395 | | 26.968 | | 2.697 | | | |
| Ipotesi Alta - Terzo decennio (2038) | | | | | | | | | | |
| Motta San Giovanni - Cazzaro | 17.504 | 16.664 | 969 | 1.021 | 21.379 | 20.747 | 2.138 | 2.075 | B | B |
| Bocale-Motta San Giovanni | 21.076 | 20.190 | 1.504 | 1.548 | 27.090 | 26.381 | 2.709 | 2.638 | C | C |
| Cazzaro - Saline Ioniche | 17.504 | 16.664 | 969 | 1.021 | 21.379 | 20.747 | 2.138 | 2.075 | B | B |
| Saline Ioniche - S.Elia Montebello Ionico | 17.504 | 16.664 | 969 | 1.021 | 21.379 | 20.747 | 2.138 | 2.075 | B | B |
| S.Elia Montebello Ionico - Roghudi | 14.304 | 13.504 | 479 | 538 | 16.218 | 15.657 | 1.622 | 1.566 | B | B |
| Roghudi - Melito | 14.304 | 13.504 | 479 | 538 | 16.218 | 15.657 | 1.622 | 1.566 | B | B |
| Flusso eff. | 18.408 | 17.556 | 1.102 | 1.153 | 22.817 | 22.166 | 2.282 | 2.217 | C | B |
| Flusso eff. bid. | 35.964 | | 2.255 | | 44.983 | | 4.498 | | | |

I dati estrapolati per l'anno 2018 per le tre tratte sono in veicoli/giorno:

| Tratto | Direzione Taranto | | Direzione Reggio Calabria | |
|------------------------------------|-------------------|---------|---------------------------|---------|
| | leggeri | pesanti | leggeri | pesanti |
| Bocale-Motta San Giovanni | 15381 | 1121 | 14734 | 1155 |
| Cazzaro- S. Elia Montebello Ionico | 12774 | 722 | 12161 | 762 |
| S. Elia Montebello Ionico-Melito | 10439 | 357 | 9855 | 401 |

Assumendo per i veicoli leggeri un traffico notturno pari al 10% e per i veicoli pesanti un traffico notturno pari al 20% si ottengono i seguenti traffici.

| Tratto | Direzione Taranto | | | Direzione Reggio Calabria | | |
|------------------------------------|-------------------|------------|-----------|---------------------------|------------|-----------|
| | leggeri | giorno 90% | notte 10% | leggeri | giorno 90% | notte 10% |
| Bocale-Motta San Giovanni | 15381 | 13843 | 1538 | 14734 | 13261 | 1473 |
| Cazzaro- S. Elia Montebello Ionico | 12774 | 11497 | 1277 | 12161 | 10945 | 1216 |
| S. Elia Montebello Ionico-Melito | 10439 | 9395 | 1044 | 9855 | 8870 | 986 |
| | pesanti | giorno 80% | notte 20% | pesanti | giorno 80% | notte 20% |
| Bocale-Motta San Giovanni | 1121 | 897 | 224 | 1155 | 924 | 231 |
| Cazzaro- S. Elia Montebello Ionico | 722 | 578 | 144 | 762 | 609 | 152 |
| S. Elia Montebello Ionico-Melito | 357 | 286 | 71 | 401 | 321 | 80 |

Coefficienti di emissione calcolati con la metodologia CORINAIR relativamente al parco veicolare del 2010 come descritto nei paragrafi precedenti per i quattro inquinanti caratteristici CO, NO2, PTS, Benzene.

9.6.3 Modalità di restituzione dei risultati delle simulazioni effettuate

I risultati delle simulazioni effettuate con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN sono stati riportati con le seguenti modalità:

Negli elaborati grafici in formato A1 sono riportate le mappe di rumore restituite direttamente dal SoundPLAN, relative al periodo di riferimento temporale diurno e notturno. Le mappe sono relative alle situazioni post operam e post mitigazioni.

Sempre in formato A1 è riportata la numerazione dei ricettori cui fanno riferimento

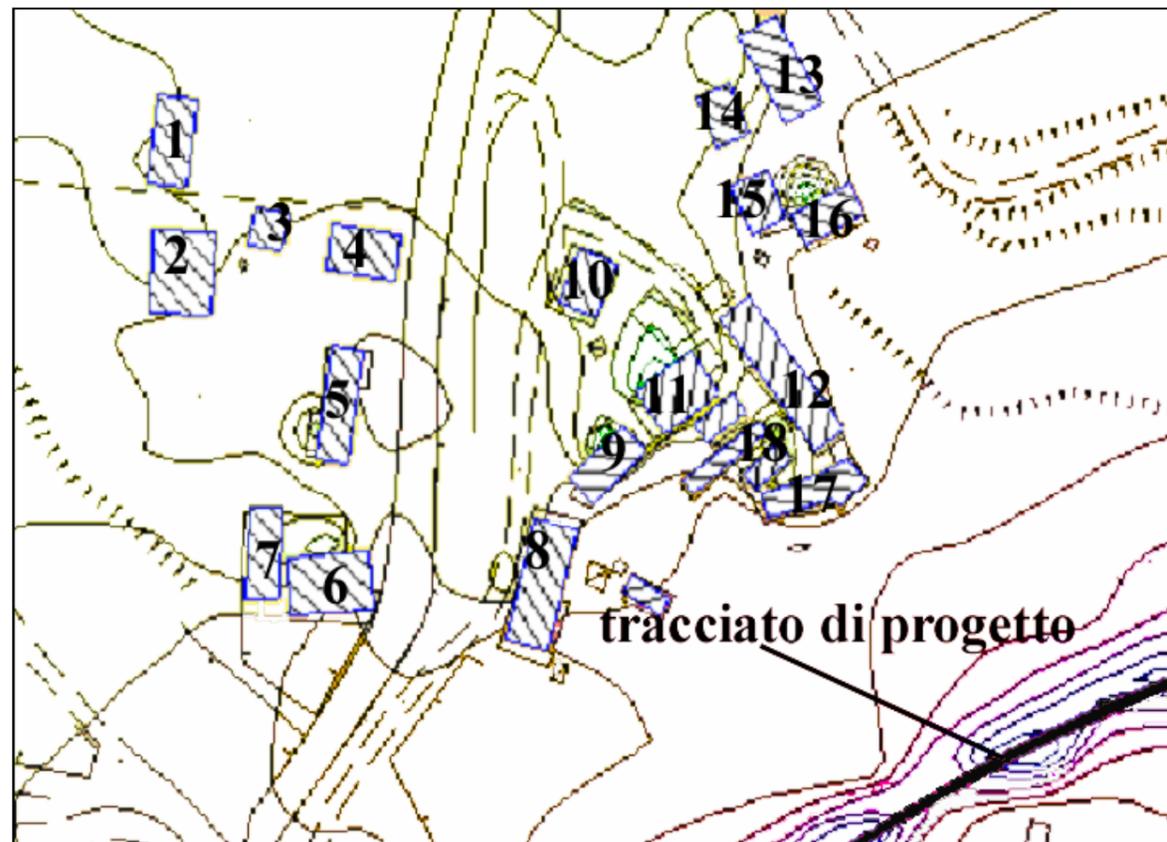
Attraverso l'uso della modellizzazione del territorio, dell'indicizzazione dei ricettori presenti nel corridoio di studio e della simulazione si realizza l'analisi acustica che come risultato restituisce le mappe di clima acustico ante operam, post operam e post mitigazioni e le corrispettive dei livelli di rumore in facciata. Attraverso il confronto delle mappe acustiche fornite in output dalle simulazioni è possibile esaminare, il livello di rumore diffuso dall'infrastruttura di progetto nell'area interessata.

Fornita la modellizzazione geometrica del corridoio di studio l'algoritmo di simulazione esegue la modellizzazione acustica.

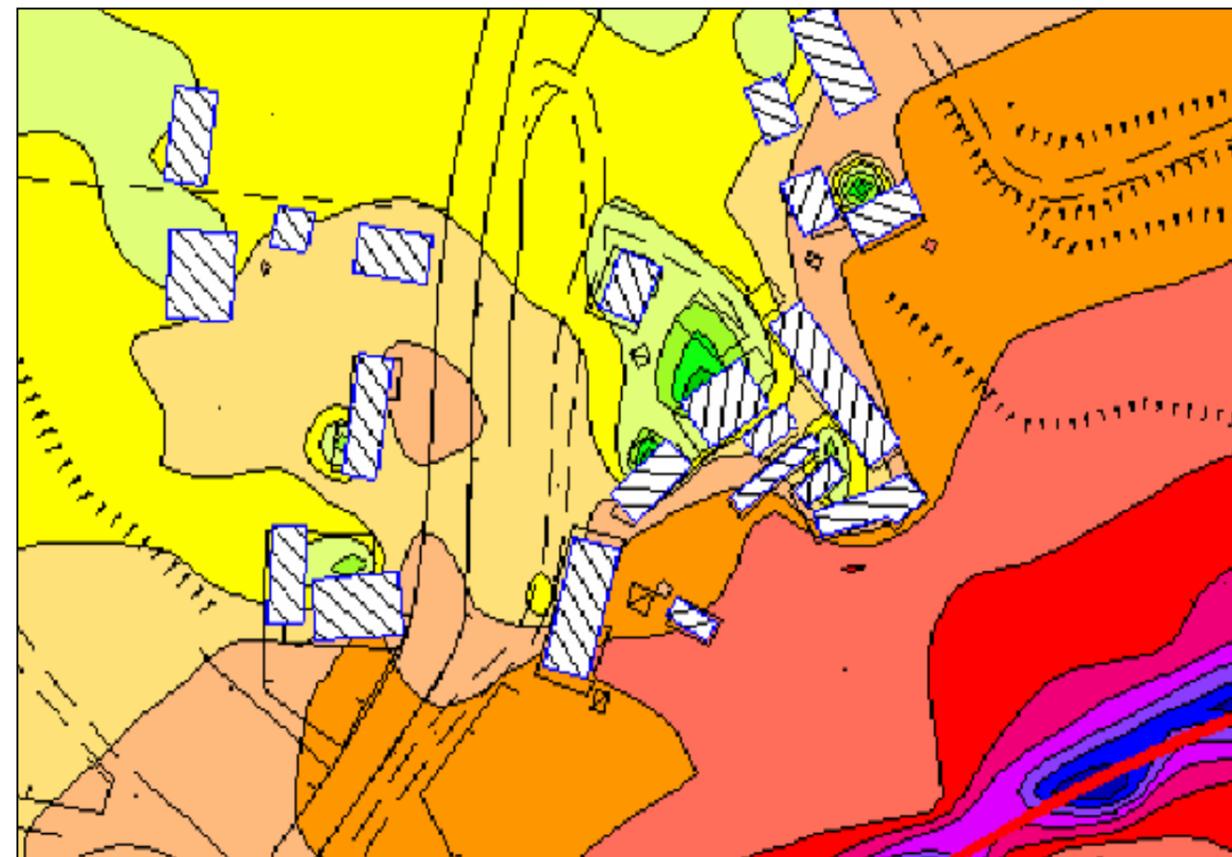
Il modello di calcolo si basa sul metodo del Ray Tracing e definisce la propagazione del rumore sia su grandi aree, fornendone la mappatura, sia per singoli punti fornendo i livelli globali e la loro scomposizione direzionale.

Alle mappe di simulazione acustiche sono complementari le mappe dei livelli di rumore in facciata a cui sono allegate delle tabelle che riportano i livelli di rumore piano per piano per ogni singolo edificio. (Nelle fase preliminare della modellizzazione dello scenario 3D si sono indicizzati con un codice numerico tutti i ricettori presenti nell'area di studio, lo stesso codice è stato utilizzato dalla simulazione per andare a redigere le tabelle dei ricettori impattati allegate alle rispettive tavole dei livelli di rumore in facciata).

Stralcio di mappa con numerazione dei ricettori



Stralcio di mappa acustica a 4 metri



Esempio di una tabella con livelli di rumore in facciata

| N° Ricettore | Piani | limite normativo | | livelli simulati | | | | POST MITIGAZIONI | | | |
|--------------|-------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | | Limite normativo diurno dB(A) | Limite normativo notturno dB(A) | Livello diurno dB(A) | Livello notturno dB(A) | Differenziale diurno dB(A) | Differenziale notturno dB(A) | Livello diurno dB(A) | Livello notturno dB(A) | Differenziale diurno dB(A) | Differenziale notturno dB(A) |
| 1 | 1 | 65 | 55 | 57,9 | 54,8 | -7,1 | -0,2 | 45,9 | 42,8 | -19,1 | -12,2 |
| 1 | 2 | 65 | 55 | 58,1 | 55 | -6,9 | 0 | 48 | 44,9 | -17 | -10,1 |
| 2 | 1 | 65 | 55 | 57,7 | 54,6 | -7,3 | -0,4 | 49,8 | 46,7 | -15,2 | -8,3 |
| 2 | 2 | 65 | 55 | 58,9 | 55,8 | -6,1 | 0,8 | 51,3 | 48,2 | -13,7 | -6,8 |
| 3 | 1 | 65 | 55 | 56 | 52,9 | -9 | -2,1 | 49,3 | 46,2 | -15,7 | -8,8 |
| 3 | 2 | 65 | 55 | 56,2 | 53,1 | -8,8 | -1,9 | 50,1 | 47 | -14,9 | -8 |
| 3 | 3 | 65 | 55 | 57,6 | 54,5 | -7,4 | -0,5 | 51,5 | 48,4 | -13,5 | -6,6 |
| 4 | 1 | 65 | 55 | 57,9 | 54,8 | -7,1 | -0,2 | 45,7 | 42,6 | -19,3 | -12,4 |
| 4 | 2 | 65 | 55 | 58,1 | 55 | -6,9 | 0 | 47,3 | 44,2 | -17,7 | -10,8 |
| 5 | 1 | 65 | 55 | 50,2 | 47,1 | -14,8 | -7,9 | 45,6 | 42,5 | -19,4 | -12,5 |
| 6 | 1 | 65 | 55 | 51,9 | 48,8 | -13,1 | -6,2 | 47,6 | 44,5 | -17,4 | -10,5 |
| 6 | 2 | 65 | 55 | 53 | 49,9 | -12 | -5,1 | 49 | 45,9 | -16 | -9,1 |
| 7 | 1 | 65 | 55 | 53,3 | 50,2 | -11,7 | -4,8 | 42,7 | 39,6 | -22,3 | -15,4 |
| 7 | 2 | 65 | 55 | 53,8 | 50,7 | -11,2 | -4,3 | 45,5 | 42,4 | -19,5 | -12,6 |
| 8 | 1 | 65 | 55 | 65,2 | 62,1 | -0,2 | 7,1 | 52,2 | 49,1 | -12,8 | -5,9 |
| 9 | 1 | 65 | 55 | 56 | 52,9 | -9 | -2,1 | 54 | 50,9 | -11 | -4,1 |

9.6.3.1 Previsione di impatto del rumore da traffico sui ricettori in fase di esercizio

Le simulazioni effettuate hanno evidenziato che in assenza di mitigazioni alcune delle abitazioni intorno all'area di intervento progettuale potranno essere soggette ad immissioni rumorose oltre i limiti imposti dalla normativa, pertanto si è ritenuto necessario inserire una barriera acustica di protezione per i ricettore. In seguito agli interventi di mitigazione previsti, barriera di lunghezza pari a circa 161 m e alta 5 m, i livelli di rumorosità in base ai risultati del calcolo previsionale saranno ricondotti all'interno dei limiti previsti dalla normativa pressoché per tutti i ricettori. Il ricettore 89, ubicato a ridosso della strada e ai 3 piani di altezza, continuerà ad avere un superamento nei limiti normativi notturni ai piano più alti. Infine per il ricettore sensibile n 15, ubicato al termine del lotto, non sono previsti interventi di mitigazione data la sua posizione, infatti è ubicato su di uno sperone roccioso sopra l'infrastruttura, pertanto qualunque intervento sulla futura infrastruttura che non sia un tunnel fonico risulta inefficace. Il decreto legge 447/95 consiglia in questi casi il risanamento attraverso la sostituzione degli infissi tradizionali con infissi fonoassorbenti.

L'operazione di sostituzione degli infissi sulla facciata acusticamente impattata allo stato attuale è un'operazione problematica. L'argomento più controverso è l'assoluta inefficacia dal punto di vista acustico dell'infisso una volta aperto, consuetudine peraltro frequente nei periodi caldi dell'anno e se ci si cala nel caso specifico (estremità sud della Calabria) ancora più confacente.

Frequentemente con sostituzione degli infissi, è necessario, da parte dell'ente preposto, un esproprio di facciata che consente l'uniformità di intervento in termini temporali. Per le forniture dei prodotti (infissi) se si superano i limiti fissati è necessario approntare una gara d'appalto. Attraverso la gara d'appalto l'ente si aggiudica il prodotto alle condizioni più proficue, ma le azioni necessarie alla stesura del bando di gara, del capitolato allegato e di valutazione e verifica, richiedono tempi e costi di difficile valutazione ma non trascurabili. Rimane privo di soluzione il problema del rumore con infisso aperto, visto che i decreti attuativi definiscono i livelli massimi consentiti in facciata e non all'interno di ambienti chiusi.

Da precedenti esperienze diffuse da RFI, alla sostituzione dell'infisso è seguita l'installazione di impianti di condizionamento, all'installazione di impianti di condizionamento sono seguiti contenziosi per l'esborso dei consumi elettrici.

Nella tabella rappresentata (output di testo del programma di simulazione) viene messo in evidenza, quando è positivo, il superamento dei limiti (Δ tra il valore misurato ed il limite normativo).

Per una consultazione più approfondita dei livelli di rumore in facciata per ogni singolo ricettore si rimanda alle tabelle di output numerici allegate nel presente SIA alle planimetrie dei livelli di rumore in facciata post operam e post mitigazioni, si pone in evidenza che per alcuni ricettori sensibili la destinazione d'uso è esclusivamente diurna e nonostante vengono riferiti con impatto residuo notturno sono riportati per pura completezza.

Quindi in base a quanto esposto la soluzione ottimale rimane l'interposizione di schermi acustici, direttamente in fase di realizzazione della struttura, andando a particolareggiare lo studio acustico nel caso specifico dove l'altezza delle barriere sarebbe gravosa, da affiancare in soluzione estrema alla sostituzione di infissi fonoisolanti.

C'è da segnalare che il ricettore n° 15 risulta già dotato di infissi ad elevato isolamento acustico

Considerata l'importanza logistica e trasportistica dell'infrastruttura di progetto, tenuto conto dei attuali volumi di traffico sulla SS 106 Jonica e valutando l'elevata velocità di percorrenza della futura infrastruttura, garantita da dall'elevata capacità specifica della sezione stradale (il megalotto 5 prevede la realizzazione di una nuova sede stradale di tipo B, ossia a carreggiate separate con due corsie per senso di marcia), si stima che l'impatto acustico prodotto dagli svincoli e le viabilità accessoria sia da considerare trascurabile rispetto a quello provocato dall'esercizio dell'infrastruttura di progetto.

Nel presente studio d'impatto ambientale si è prodotta una campagna di misure acustiche volte definire la situazione ante operam o situazione attuale.

Dall'esame degli output strumentali si è verificato che l'impatto acustico provocato dal traffico veicolare sull'attuale Jonica è l'effetto più invasivo sulle aree residenziali e non che si trovano nei dintorni dell'attuale infrastruttura.

Dalle stime dei flussi di traffico riportate dalla relazione del quadro di riferimento progettuale

| Anno | Veicoli leggeri | | Veicoli pesanti | |
|------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| | Ipotesi bassa | Ipotesi alta | Ipotesi bassa | Ipotesi alta |
| 2008 | 1.3079 | 1.3558 | 1.2690 | 1.3109 |
| 2018 | 1.6390 | 1.7208 | 1.5585 | 1.6300 |
| 2028 | 1.9222 | 2.1053 | 1.8060 | 1.9660 |
| 2038 | 2.0474 | 2.2799 | 1.9154 | 2.1186 |

L'incremento del livello servizio stimato a 30 anni sulla Jonica di circa il doppio rispetto l'attuale ciò comporta un aumento dei livelli acustici stimato di circa 2-3 dBA minimo.

Le principali cause dell'aumento di rumore saranno imputabili sia al raddoppio dell'emissione da parte della sorgente, sia al congestionamento dei flussi di traffico che saranno causa di rallentamenti ed accelerazioni, ulteriori cause di rumori indotti sull'ambiente circostante.

Inoltre è da porre in evidenza la scarsa antropizzazione del corridoio di progetto rispetto all'area adiacente la Jonica attuale (da cui si desume che l'impatto verrebbe provocato su una percentuale di popolazione residente molto più elevata).

Tali considerazioni risultano completamente esaustive e non si ritiene necessario simulare sul tracciato attuale il livello di rumore provocato da un raddoppio dei livelli di traffico che richiederebbero uno studio acustico sul tracciato attuale della Jonica con nuovo censimento dei ricettori.

9.7 Analisi comparativa delle alternative di progetto

Nel presente paragrafo viene eseguita l'analisi acustica comparativa del tracciato definitivo, con i 3 tracciati alternativi proposti, i quali per diverse criticità di carattere ambientale e vincolistico si presentano come soluzioni progettuali da respingere.

L'analisi dell'elaborato grafico "Corografia delle alternative di progetto" pone in evidenza in numerosi tratti delle differenze minime dei tracciati alternativi (in alcuni punti si sovrappongono), pertanto l'analisi delle criticità sarà sviluppata per tratti omogenei all'interno dei quali concretamente i tre tracciati alternativi e quello di progetto definitivo si differenziano tra loro; in alcuni casi, lì dove i 4 tracciati coincidono (il tracciato di progetto e le tre alternative), l'analisi potrà riguardare il tracciato di progetto ed una sola alternativa.

Dall'analisi della cartografie afferenti tale componente è possibile individuare i tratti da esaminare partendo da Reggio Calabria verso Melito di Porto Salvo e differenziati con una colorazione e numerazione diversa in carta (Alternativa 1 di colore rosso, Alternativa 2 di colore blu ed Alternativa 3 di colore verde). L'analisi dei tracciati alternativi è sviluppata per i seguenti tratti omogenei:

- primo tratto: bretella di collegamento con la S.S. 106 attuale, fino al Km 1+000 circa del tracciato di progetto;
- secondo tratto compreso tra il Km 1+000 ed il ed il Km 17+000 circa

- il terzo tratto compreso tra il Km 17+000 circa e lo svincolo di Melito P. Salvo.

Nel primo tratto, l'Alternativa 2 e 3 coincidono, l'alternativa 1 coincide con il tracciato attuale della Jonica fino al km -2 interferendo acusticamente una zona di per se impattata dai traffici attuali. L'Alternativa 1 e l'Alternativa 2 (che coincidono) percorrono con una serie di gallerie e viadotti in zone meno urbanizzate anche se la soluzione progettuale è la meno invasiva.

Passando al secondo tratto sia la soluzione progettuale che le tre alternative di progetto percorrono prevalentemente tratti in galleria risultando acusticamente poco impattanti (i corridoi di progetto risultano poco edificati) la soluzione progettuale rimane la meno invasiva da un punto di vista acustico.

Dal Viadotto Ferrina fino al Km 17+000 circa (secondo tratto), il tracciato prescelto e le alternative di progetto, "corrono" pressoché parallele e per una buona parte di tale estensione sono addirittura coincidenti, pertanto valgono le stesse considerazioni che, nel paragrafo successivo (Aree sensibili), sono riportate per il percorso viario oggetto del presente Studio.

Nell'ultimo tratto (3°) infine, l'Alternativa 1 e l'Alternativa 3 attraversano alcune porzioni di aree agricole a modesta urbanizzazione in percentuale maggiore rispetto agli altri 2 tracciati che coincidono (tracciato di progetto e alternativa 2); inoltre, le Alternative 1 e 3 attraversano in maniera trasversale le fiumare di S. Elia e Melito e non ortogonalmente come per il tracciato prescelto e l'Alternativa 2, che in questo caso risultano essere le soluzioni progettuali migliori. Da un punto di vista acustico, per questa ultima area omogenea, le alternative di progetto 1 e 3 risultano chiaramente più invasive (in particolare la 3).

Concludendo, le alternative di progetto, per la componente Rumore, eccetto la parte iniziale attraversano molte aree a scarsa presenza antropica ed aree coltivate e/o allo stato naturale/semi-naturale; mentre con il tracciato definitivo (in esame nel presente Lavoro) sono state risolte criticità elevate (barriera acustica primo tratto), a differenza dei tracciati alternativi che richiedevano ulteriori interventi di mitigazione. Pertanto, anche per ciò che concerne l'impatto acustico, la soluzione scelta risulta la migliore.

9.8 Aree sensibili

Il corridoio di inserimento progettuale, sulla base dello studio acustico effettuato interessa prevalentemente aree parzialmente antropizzate.

Aumentando il dettaglio nell'esame dell'insieme considerato si individuano aree a media e bassa sensibilità.

1. Dall'inizio del tracciato di progetto fino alla progressiva di innesto della bretella con la futura Jonica (km 0) le opere si trovano in un'area a sensibilità media, l'impatto provocato dalla futura infrastruttura ricade su un'area di periferia relativamente antropizzata con limitata presenza di edifici grandi dimensioni e intensa presenza di edifici di medie e modeste dimensioni, la situazione attuale è compromessa dalla presenza dell'attuale infrastruttura, si riscontra la limitata presenza di edifici sensibili (asili di 1 o 2 piani) schermati dagli edifici limitrofi, è l'unico tratto ove si pone una barriera di mitigazione ove la futura infrastruttura è molto prossima agli edifici;
2. dal km 0 al km 0 + 400 il tracciato di progetto percorre un tratto a media sensibilità con limitata presenza antropica;
3. dal km 3 al km 3 + 500 il tracciato di progetto percorre un tratto a bassa sensibilità con limitata presenza antropica;
4. dal km 6 + 600 al km 7 il tracciato di progetto percorre un tratto a bassa sensibilità con limitata presenza antropica;
5. dal km 8 + 700 al km 9 il tracciato di progetto percorre un tratto a bassa sensibilità con limitata presenza antropica;
6. dal km 12 + 900 al km 13 + 100 il tracciato di progetto percorre un tratto a bassa sensibilità con limitata presenza antropica;
7. dal km 17 al km 17 + 700 il tracciato di progetto percorre un tratto a bassa sensibilità con limitata presenza antropica;
8. dal km 18 al km 18 + 500 il tracciato di progetto percorre un tratto a bassa sensibilità con limitata presenza antropica;

9. dal km 20 +400 al km 21 il tracciato di progetto percorre un tratto a media sensibilità con limitata presenza antropica.

9.9 Effetti previsti in fase di costruzione

Durante la realizzazione dell'opera si verificano emissioni acustiche di tipo continuo, dovute agli impianti fissi (ad esempio generatori di corrente), e discontinuo dovuti al transito dei mezzi di trasporto o all'attività di mezzi di cantiere.

Naturalmente l'entità degli impatti acustici varia, zona per zona, in funzione delle tecniche e delle attività di costruzione che vengono previste, nonché in base al grado di confinamento (lavorazioni sul piazzale o all'interno delle strutture in fase di montaggio) che caratterizza le singole parti del cantiere nell'ambito delle diverse fasi di lavoro.

L'analisi dell'impatto acustico delle attività di cantiere è particolarmente complessa. La molteplicità delle sorgenti, degli ambienti e delle posizioni di lavoro, unitamente alla variabilità delle macchine impiegate e delle lavorazioni effettuate dagli addetti, nonché alla variabilità dei tempi delle diverse operazioni rendono infatti molto difficoltosa la determinazione dei livelli di pressione sonora.

Le macchine utilizzate nel cantiere possono essere distinte in tre categorie: semoventi, fisse o carrellabili, portatili o condotte a mano.

Le macchine semoventi possono essere suddivise in mezzi di trasporto (camion, carrelli elevatori, betoniere, ecc.), macchine di movimentazione terra (escavatori, pale meccaniche, perforatrici, ecc.) e macchine per finiture (rulli, vibrofinitrici, ecc.).

Per quanto riguarda le macchine fisse o carrellabili, esse sono numerose e di diversa tipologia (compressori, gruppi elettrogeni, betoniere, seghe circolari da banco, gru, ecc.).

Ancor più numerose sono le macchine portatili o condotte a mano (martelli demolitori, smerigliatrici, cannelli ossiacetilenici, motoseghe, ecc.).

Nelle attività di cantiere il rumore è dovuto non solo alle macchine ma anche a svariate lavorazioni manuali che vengono eseguite con diversi attrezzi (badili, mazze, mazzette, scalpelli, picconi, ecc.).

Di seguito si riportano esempi, tratti da bibliografia, dei livelli di pressione sonora a diretto contatto con le macchine, relativi ad attività e lavorazioni tipiche dei cantieri, idonei a valutare l'emissione complessiva del cantiere in funzione delle differenti fasi lavorative.

Dall'analisi di numerosi cantieri si è osservato che nel corso di dette lavorazioni l'andamento dei livelli sonori nel tempo è privo di componenti impulsive e lo spettro in frequenza rilevato ortogonalmente alle macchine è generalmente privo di componenti tonali a partire da m 5 di distanza dalla sorgente e si presenta completamente piatto a partire da una distanza massima di m 30 dalle macchine.

Con più macchine in lavorazione contemporaneamente le caratteristiche dell'emissione della singola macchina vengono a confondersi e, all'aumentare della distanza, il rumore appare come un rombo indistinto.

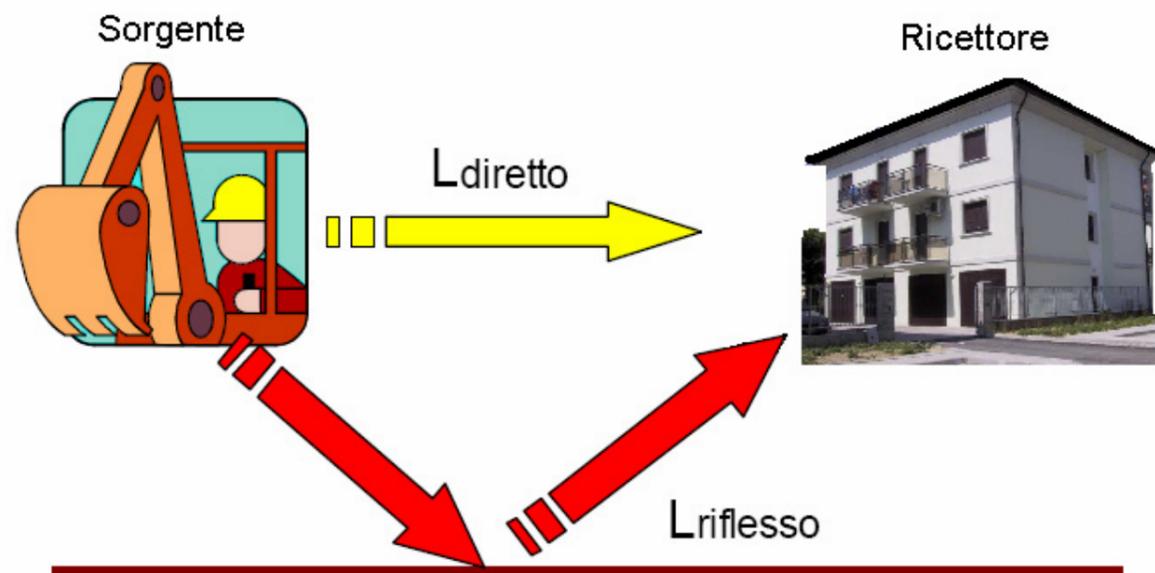
Le attività in corso nel cantiere cambiano con l'avanzamento dello stato dei lavori, e conseguentemente cambiano continuamente il tipo ed il numero dei macchinari impiegati contemporaneamente, generalmente in maniera non standardizzabile.

Esempi di LAeq di macchine tipiche utilizzate nei cantieri

| MACCHINA | MIN | LEQ IN dBA PIÙ FREQUENTI | MAX |
|-----------------------------------|------|-----------------------------|-------|
| Autocarro | 63,7 | 78,0 - 81,0 | 82,1 |
| Escavatore | 68,7 | 83,0 - 84,0 | 92,2 |
| Paia meccanica gommata | 76,8 | 88,0 - 90,0 | 94,6 |
| Pala meccanica cingolata | 86,0 | 90,0 - 92,0 | 102,0 |
| Ruspa | 86,5 | 88,0 - 90,0 | 93,2 |
| Macchina per paratie | 94,1 | 95,0 - 96,0 | 96,5 |
| Macchina battipalo | 85,0 | 88,0 - 90,0 | 92,0 |
| Macchina trivellatrice | 87,6 | 88,0 - 90,0 | 91,5 |
| Gru | 65,6 | 80,0 - 82,0 | 88,0 |
| Autogrù | 76,8 | 81,0 - 83,0 | 86,0 |
| Betoniera a bicchiere | 77,3 | 81,0 - 82,0 | 86,0 |
| Autobetoniera | 92,0 | 84,0 - 86,0 | 92,8 |
| Pompa calcestruzzo | 77,2 | 84,0 - 86,0 | 89,0 |
| Gruppo elettrogeno | 72,4 | 80,0 - 90,0 | 98,0 |
| Sega circolare | 85,5 | 95,0 - 98,0 | 101,8 |
| Vibratore per cemento armato | 74,1 | 75,0 - 81,0 | 86,9 |
| Trancia - Piegaferro | 78,0 | 79,0 - 81,0 | 81,2 |
| Martello elettrico | 94,1 | 98,0 - 102,0 | 104,0 |
| Martello pneumatico | 97,7 | 100,0 - 105,0 | 112,0 |
| Cannello per impermeabilizzazione | 79,9 | | 91,1 |
| Tagliasfalto a martello | 90,5 | 97,0 - 98,0 | 98,6 |
| Tagliasfalto a disco | 90,5 | 99,0 - 102,0 | 105,2 |

Esempi di LAeq di lavorazioni tipiche di cantieri edili

| ATTIVITA' - Lavorazione | min | Leq in dBA più frequenti | max |
|-----------------------------------------|------|-----------------------------|------|
| COSTRUZIONI | | | |
| - Montaggio/smontaggio ponteggi | 74,3 | 77,0 - 78,0 | 79,9 |
| - Allestimento armature in ferro | 75,8 | 80,0 - 82,0 | 92,4 |
| - Legatura | 68,7 | | 74,3 |
| - Casseratura | 80,3 | 82,0 - 84,0 | 86,3 |
| - Allestimento armature in legno | 78,1 | 85,0 - 86,0 | 86,8 |
| - Getti | 82,0 | 85,0 - 97,0 | 88,0 |
| - Disarmo con percussioni | 82,2 | 88,0 - 91,0 | 94,3 |
| - Posa mattoni | 68,2 | 78,0 - 80,0 | 83,8 |
| - Scalpellatura manuale | 79,5 | 84,0 - 85,0 | 89,1 |
| - Martellatura manuale | 85,4 | 92,0 - 95,0 | 95,8 |
| - Carico/scarico manuale macerie | 71,9 | 82,0 - 86,0 | 87,8 |
| - Posa in opera prefabbricati | 78,4 | 79,0 - 81,0 | 82,2 |
| INFRASTRUTTURE | | | |
| Scavo meccanico (assistenza a terra) | 78,2 | 80,5 - 81,5 | 82,7 |
| - Scavi manuali | | 81,5 | |
| - Posa manufatti | 72,5 | 75,0 - 76,0 | 78,4 |
| - Rivestimento (murature) | 80,3 | | 83,8 |
| - Stesura nero a mano | 77,4 | | 84,1 |
| - Riasfaltatura | 77,9 | 85,0 - 89,0 | 90,5 |
| GENERALI | | | |
| - Trasferimenti attrezzature/materiali | 67,7 | 79,0 - 82,0 | 86,7 |
| - Pulizie cantiere | 64,0 | 70,0 - 72,0 | 72,7 |
| - Rumore di fondo | 59,0 | | 71,5 |



Per un'analisi più approfondita da un punto di vista cartografico si rimanda alle singole schede di cantiere allegate al presente SIA.

La presente analisi acustica dei cantieri segue concordemente alla numerazione assegnata il senso delle progressive del tracciato di progetto.

Il primo cantiere C.B.1/C.I.1 (campo base e campo industriale) ubicato all'interno del comune di Reggio Calabria in corrispondenza di zona Mortara risulta tra più impattanti per l'alta densità di costruzioni residenziali presenti nell'area circostante questo cantiere.

Il n° di mezzi interessato dalle attività di questo cantiere sarà sicuramente tra più alti dei cantieri valutati in sede progettuale, ciò è dovuto all'alta importanza strategica e logistica di questa sede a ridosso dell'attuale Jonica, in una zona con presenza di un nucleo industriale a ridosso della costa e in prossimità dell'autostrada.

L'altezza dei ricettori limitrofi lungo il perimetro del cantiere C.B.1 e C.I.1 è limitata (palazzine basse) e barriere antirumore di tipo fonoassorbente di limitato sviluppo verticale sono sufficienti a garantire un adeguato isolamento acustico.

Visto il posizionamento delle abitazioni rispetto al cantiere si dovrebbero schermare i lati sud-ovest posti a ridosso della Jonica III tratto (vecchio tracciato divenuta ora una strada urbana), e spostare la aree di scarico dei materiali dalla parte opposta (lo stesso per le attività rumorose in genere, la zona a ridosso dell'attuale Jonica in posizione sopraelevata è già impattata dai cospicui flussi di traffico e l'incremento introdotto dalle attività di cantiere risulterebbe del tutto trascurabile).

Per quanto riguarda la movimentazione dei mezzi da cantiere è necessario attuare, in sintonia con quanto previsto dal cronoprogramma dei lavori, un quadro dei transiti che si concentri nelle ore diurne, cercando di ridurre al minimo gli impatti nelle ore notturne.

Per evitare transiti notturni è necessario predisporre nel cantiere aree di stoccaggio materiali.

I materiali stoccati andrebbero conservati nella zona sud-ovest a ridosso della Jonica III tratto (strada vecchia) contribuendo favorevolmente alla funzionalità delle barriere acustiche, tale tipo di accorgimento relativamente alle aree di stoccaggio può essere reiterato per gli altri cantieri.

Per quanto riguarda il cantiere 2 C.I.2 (in zona Pellaro) non risulta particolarmente impattante da un punto di vista acustico. Il cantiere è sito in una zona bassa densità di popolazione il lato sud è direttamente esposto sugli edifici e si prevede l'utilizzo di barriere antirumore di tipo fonoassorbente di limitato sviluppo verticale (edifici bassi).

Il terzo cantiere (cantiere C.I.3 in zona Nocella) conforme al cantiere precedente è posizionato in una zona a bassa densità di popolazione, la schermatura acustica sarebbe opportuna nella zona nella zona nord-ovest del perimetro per una porzione non più lunga di 1/6 c.ca dell'intero perimetro. Visto l'esiguo numero dei ricettori presenti e il limitato sviluppo verticale, sono sufficienti barriere basse per attenuare l'emissione di rumore dal cantiere.

L'area circostante il quarto cantiere per il secondo tratto di collegamento per la strada Bocale-Motta (sito in località San Filippo) è priva di abitazioni, non si presentano quindi problemi di impatto acustico.

L'area circostante il quarto cantiere C.I.4 è priva di abitazioni, non si presentano quindi problemi di impatto acustico, nel caso di espansione la parte a sud-ovest cade a ridosso di alcune abitazioni ed eventualmente andrebbe schermata con barriere di limitato sviluppo verticale.

L'area circostante i cantieri C.I.5, C.I.6, C.I.7 e il campo base C.B.2 è priva di abitazioni, non si presentano quindi problemi di impatto acustico.

Per il cantiere C.I.8 posizionato all'interno del alveo asciutto fiumara di Melito non si presentano criticità dal punto di vista acustico, nel caso di espansione del cantiere la parte ad est cade a ridosso dell'edificato di Prunella ed eventualmente andrebbe schermata con barriere di limitato sviluppo verticale, la zona è caratterizzata dalla presenza di due ricettori sensibili quindi un controllo più accurato della dislocazione delle attività rumorose a sud dell'area di cantiere risulta opportuno.

Per quanto riguarda il rumore causato dalla circolazione dei mezzi di cantiere vanno in primis definiti due fasi di costruzione

- Prima fase di realizzazione dei tratti all'aperto e innalzamento viadotti;
- Seconda fase di scavo e realizzazione gallerie.

Il numero dei mezzi impiegati è nettamente differente tra la prima e la seconda fase.

Nella prima fase, fatta eccezione per il cantiere n° 5 impegnato per il ritombamento Lazzaro con 9 veicoli l'ora, viene impiegato un numero limitato di veicoli si va da un max di 3 mezzi l'ora per il cantiere n° 1 ad un minimo di 0,2 mezzi l'ora per il cantiere n° 2 provocando un impatto acustico certamente limitato.

Nella seconda fase, visto il quantitativo di metricubi di materiale di scavo asportato per la realizzazione delle gallerie, il numero di mezzi impiegati è nettamente superiore raggiungendo il max per il cantiere n° 2 con 48 transiti l'ora distribuiti lungo le apposite piste a servizio del cantiere stesso (si sommano gli autocarri in uscita con materiale di scavo a betoniere in ingresso con il CLS per le pareti delle gallerie), di riflesso l'impatto acustico provocato è certamente superiore.

Si pone in evidenza che nella prima fase di cantiere per la realizzazione dei tratti all'aperto e dei viadotti si utilizzano due turni lavorativi giornalieri organizzando i transiti nel periodo diurno 6-22 h e eliminando in tal modo gli impatti di rumore nel periodo notturno (22-6 h).

Nella fase di scavo delle gallerie si utilizzano tre turni lavorativi (24 ore su 24), in tal modo si produce un disturbo di rumore per i transiti dei mezzi anche nelle ore notturne (22-6 h), di fatto questa scelta funzionale riduce il numero di giorni necessario per la realizzazione dei tunnel consentendo anche di ridurre il periodo dell'impatto temporaneo da cantiere.

10 VIBRAZIONI

10.1 Premessa

L'analisi dei fenomeni vibrazionali associabili alle azioni di progetto insite nella fase di costruzione e successiva entrata in esercizio degli interventi in esame, non può non partire dall'individuazione delle sorgenti realmente presenti sul territorio, tra quelle potenzialmente in grado di indurre fenomeni vibrazionali (attività industriali, traffico stradale e ferroviario, traffico aeroportuale, lavori di costruzione e scavo, uso di esplosivi, etc.).

| SORGENTI DI VIBRAZIONI | GAMME DI FREQUENZA (Hz) |
|-------------------------------------------------------|-------------------------|
| Traffico (su strada e rotaia) | da 1 a 80 |
| Esplosioni | da 1 a 300 |
| Battitura di pali | da 1 a 100 |
| Macchine esterne all'edificio | da 1 a 300 |
| Macchine interne all'edificio | da 1 a 1000 |
| Attività umane interessanti indirettamente l'edificio | da 0,1 a 100 |
| Attività umane interessanti direttamente l'edificio | da 0,1 a 12 |
| Vento | da 0,1 a 10 |

Gamme di frequenza caratteristiche per diverse sorgenti di vibrazioni

A fronte di una ridotta area di risentimento, la differente natura delle azioni di progetto in grado di indurre tali moti determina una duplice estensione dell'area di indagine: confinata ad uno stretto intorno dell'area di intervento per quanto riguarda alcune tipologie di sorgenti (tipicamente riconducibili alle attività di cantiere ed all'esercizio) ed estesa ad un'area vasta per altre (correlata con l'input/output di materiali da/per i cantieri).

Per quanto riguarda i ricettori, questi sono essenzialmente riconducibili agli edifici dei primi fronti, con particolare riguardo alle condizioni strutturali e di manutenzione degli stessi.

Poiché le vibrazioni partono da una sorgente ed arrivano ad un ricettore, è infine evidente come l'analisi di questa componente non possa prescindere dalla corretta parametrizzazione anche del mezzo litologico attraverso il quale i treni di onde viaggiano.

10.2 Normativa di riferimento

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni per gli individui e per gli edifici. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in

sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione e per la valutazione degli effetti sulla integrità strutturale.

Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 "Evaluation of human exposure to whole body vibration - Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz) (1989)". La norma assume particolare rilevanza pratica poiché ad essa fanno riferimento le norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale relativi alla componente ambientale "Vibrazioni", contenute nel D.P.C.M. 28/12/1988. Ad essa, seppur con non trascurabili differenze, fa riferimento la norma UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo (1990)".

Per ciò che attiene invece la stabilità e l'integrità strutturale degli edifici si deve far riferimento alle norme UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici (1991)" e ISO 4866 "Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibration and evaluation of their effects on buildings (1990)" in sostanziale accordo tra di loro.

10.2.1 Norma ISO 2631/2

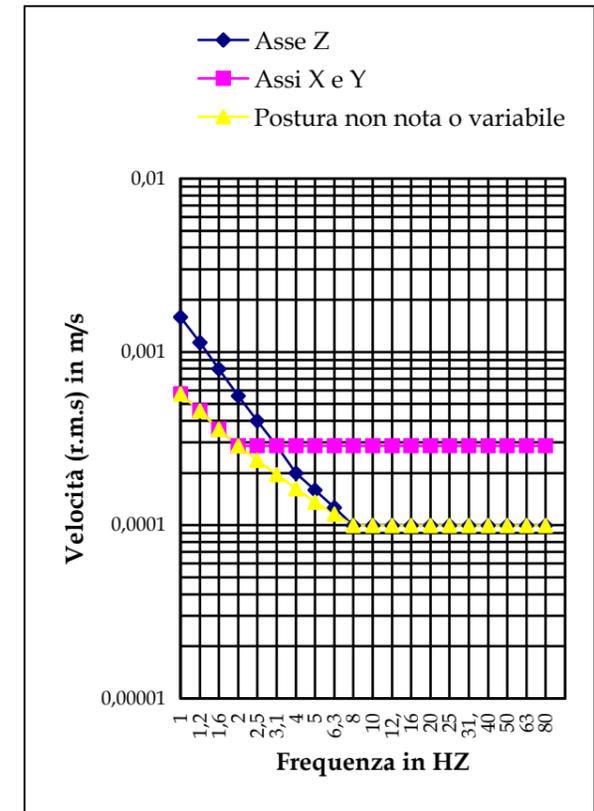
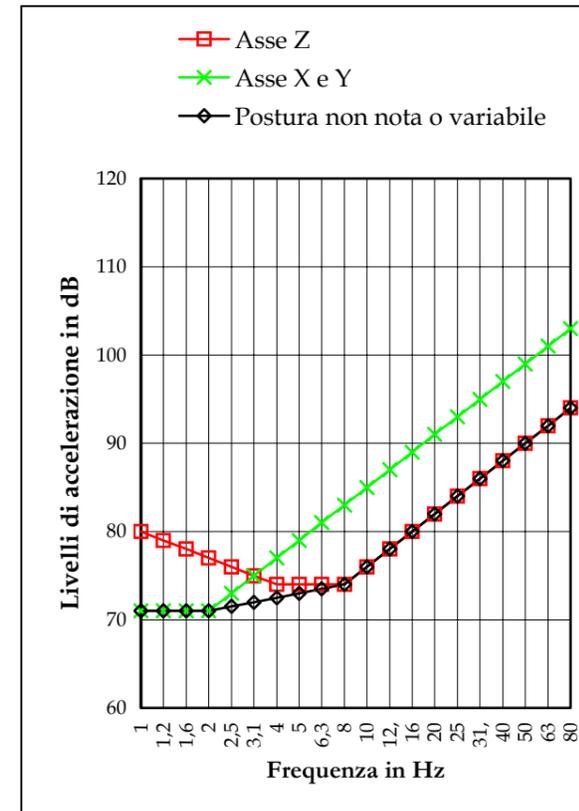
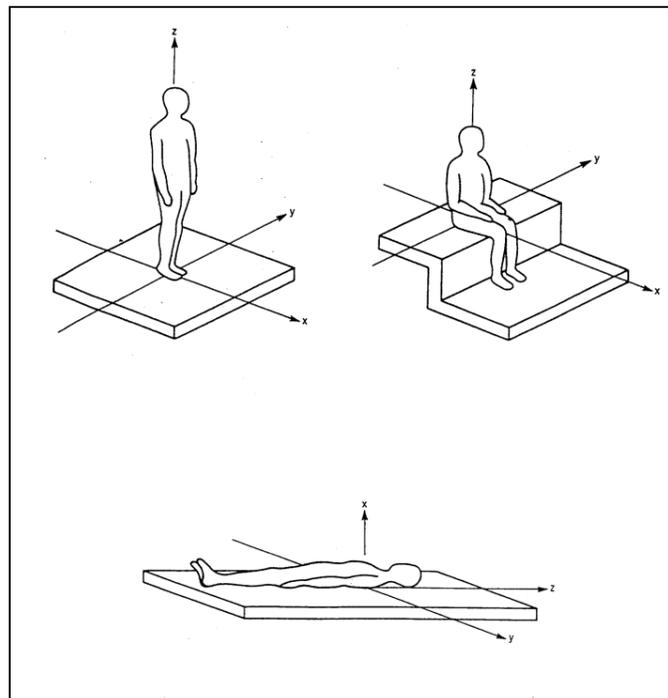
La ISO 2631/2 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide (ad esempio solai) per persone in piedi, sedute, coricate.

Le vibrazioni trasmesse negli edifici sono classificate in tre tipologie:

- continuous vibration, quando il livello di vibrazione permane per un lungo periodo di tempo sostanzialmente costante;
- intermittent vibration, quando si ha un insieme di eventi vibratorii di breve durata separati da intervalli con ampiezza più bassa;
- transient vibration (impulsive), quando danno luogo ad un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può causare una serie di oscillazioni della struttura che si estinguono velocemente nel tempo (meno di 2 secondi).

Gli assi di riferimento x, y e z sono definiti nel seguente modo:

- 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.



Curve base ISO 2631/2

La ISO 2631/2 definisce le curve relative alle soglie di percezione per le accelerazioni e per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava), relative all'asse z, agli assi x e y, e al caso di postura non nota o variabile nel tempo. Le curve sono rappresentate nei seguenti grafici e i valori numerici nelle tabelle di seguito:

| Frequenza (frequenza centrale di un terzo di banda d'ottava) | Accelerazione (r.m.s.) m/s ² | | | Velocità (r.m.s.) m/s | | |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| | Asse z | Assi x e y | Postura non nota o variabile | Asse z | Assi x e y | Postura non nota o variabile |
| 1 | 1 x 10 ⁻² | 3.6 x 10 ⁻³ | 3.6 x 10 ⁻³ | 1.59 x 10 ⁻³ | 5.73 x 10 ⁻⁴ | 5.73 x 10 ⁻⁴ |
| 1.25 | 8.9 x 10 ⁻³ | 3.6 x 10 ⁻³ | 3.6 x 10 ⁻³ | 1.13 x 10 ⁻³ | 4.58 x 10 ⁻⁴ | 4.58 x 10 ⁻⁴ |
| 1.6 | 8 x 10 ⁻³ | 3.6 x 10 ⁻³ | 3.6 x 10 ⁻³ | 7.96 x 10 ⁻⁴ | 3.58 x 10 ⁻⁴ | 3.58 x 10 ⁻⁴ |
| 2 | 7 x 10 ⁻³ | 3.6 x 10 ⁻³ | 3.6 x 10 ⁻³ | 5.57 x 10 ⁻⁴ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 2.87 x 10 ⁻⁴ |
| 2.5 | 6.3 x 10 ⁻³ | 4.51 x 10 ⁻³ | 3.72 x 10 ⁻³ | 4.01 x 10 ⁻⁴ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 2.37 x 10 ⁻⁴ |
| 3.15 | 5.7 x 10 ⁻³ | 5.68 x 10 ⁻³ | 3.87 x 10 ⁻³ | 2.88 x 10 ⁻⁴ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 1.95 x 10 ⁻⁴ |
| 4 | 5 x 10 ⁻³ | 7.21 x 10 ⁻³ | 4.07 x 10 ⁻³ | 1.99 x 10 ⁻⁴ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 1.62 x 10 ⁻⁴ |
| 5 | 5 x 10 ⁻³ | 9.02 x 10 ⁻³ | 4.3 x 10 ⁻³ | 1.59 x 10 ⁻⁴ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 1.36 x 10 ⁻⁴ |
| 6.3 | 5 x 10 ⁻³ | 1.14 x 10 ⁻² | 4.6 x 10 ⁻³ | 1.26 x 10 ⁻⁴ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 1.16 x 10 ⁻⁴ |
| 8 | 5 x 10 ⁻³ | 1.44 x 10 ⁻² | 5 x 10 ⁻³ | 9.95 x 10 ⁻⁵ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 9.95 x 10 ⁻⁵ |
| 10 | 6.3 x 10 ⁻³ | 1.8 x 10 ⁻² | 6.3 x 10 ⁻³ | 9.95 x 10 ⁻⁵ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 9.95 x 10 ⁻⁵ |
| 12.5 | 7.81 x 10 ⁻³ | 2.25 x 10 ⁻² | 7.81 x 10 ⁻³ | 9.95 x 10 ⁻⁵ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 9.95 x 10 ⁻⁵ |
| 16 | 1 x 10 ⁻² | 2.89 x 10 ⁻² | 1 x 10 ⁻² | 9.95 x 10 ⁻⁵ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 9.95 x 10 ⁻⁵ |
| 20 | 1.25 x 10 ⁻² | 3.61 x 10 ⁻² | 1.25 x 10 ⁻² | 9.95 x 10 ⁻⁵ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 9.95 x 10 ⁻⁵ |
| 25 | 1.56 x 10 ⁻² | 4.51 x 10 ⁻² | 1.56 x 10 ⁻² | 9.95 x 10 ⁻⁵ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 9.95 x 10 ⁻⁵ |
| 31.5 | 1.97 x 10 ⁻² | 5.68 x 10 ⁻² | 1.97 x 10 ⁻² | 9.95 x 10 ⁻⁵ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 9.95 x 10 ⁻⁵ |
| 40 | 2.5 x 10 ⁻² | 7.21 x 10 ⁻² | 2.5 x 10 ⁻² | 9.95 x 10 ⁻⁵ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 9.95 x 10 ⁻⁵ |
| 50 | 3.13 x 10 ⁻² | 9.02 x 10 ⁻² | 3.13 x 10 ⁻² | 9.95 x 10 ⁻⁵ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 9.95 x 10 ⁻⁵ |
| 63 | 3.94 x 10 ⁻² | 1.14 x 10 ⁻¹ | 3.94 x 10 ⁻² | 9.95 x 10 ⁻⁵ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 9.95 x 10 ⁻⁵ |
| 80 | 5 x 10 ⁻² | 1.44 x 10 ⁻¹ | 5 x 10 ⁻² | 9.95 x 10 ⁻⁵ | 2.87 x 10 ⁻⁴ | 9.95 x 10 ⁻⁵ |

Valori numerici per le curve base ISO 2631-2

L'Annex 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 i fattori di moltiplicazione da applicare alle curve di soglia di percezione al variare del periodo di riferimento (giorno e notte), del tipo di vibrazione (vibrazioni continue o intermittenti, vibrazioni transitorie) e del tipo di insediamento (ospedali, laboratori di precisione, residenze, uffici, industrie); i valori dei fattori di moltiplicazione sono indicati nella tabella seguente. In alcune circostanze, tuttavia, è stato riscontrato disturbo per gli individui anche con livelli vibratori di poco superiori a quelli di percezione.

| Area | Tempo | Continuous vibration o intermittent vibration | Transient vibration |
|-------------------|--------|--------------------------------------------------|---------------------|
| Aree critiche | Giorno | 1 | 1 |
| | Notte | | |
| Aree residenziali | Giorno | 2 ÷ 4 | 30 ÷ 90 |
| | Notte | | |
| Uffici | Giorno | 4 | 60 ÷ 128 |
| | Notte | | |
| Fabbriche | Giorno | 8 | 90 ÷ 128 |
| | notte | | |

Fattori moltiplicativi per le curve di soglia di percezione ISO 2631-2

L'analisi da condurre consiste in un confronto banda per banda tra i livelli di accelerazione misurati e quelli ammissibili cioè quelli delle curve di soglia moltiplicate per il coefficiente esposto nell'Annex A.

Le misure devono essere effettuate lungo le tre direzioni x, y e z nel punto della superficie in cui avviene il contatto con gli individui o comunque, ove non si possa identificare un punto isolato, dove l'ampiezza delle oscillazioni è maggiore.

10.2.2 Norma UNI 9614

Per la misura delle vibrazioni secondo la UNI 9614 si deve considerare il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerazione o in alternativa il livello dell'accelerazione espresso in dB definito come:

$$L = 20 \text{Log} \left(\frac{a}{a_0} \right)$$

dove:

a è il valore efficace dell'accelerazione;

$a_0 = 10^{-6}$ m/s² è il valore dell'accelerazione di riferimento.

Essendo gli effetti delle vibrazioni di frequenza diversa cumulativi, secondo questa norma, vanno impiegati metodi di misura basati sulla valutazione complessiva dell'accelerazione nell'intervallo tra 1 e 80 Hz.

La banda di frequenza 1-80 Hz deve essere limitata da un filtro passabanda con una pendenza asintotica di 12 dB per ottava.

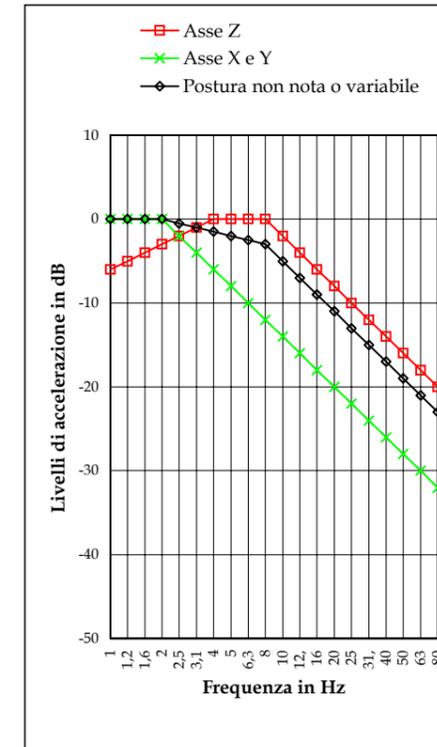
Nel caso di vibrazioni di livello costante si deve misurare il valore dell'accelerazione ponderato in frequenza o il corrispettivo livello L_w nell'intervallo tra 1 e 80 Hz con i filtri riportati in figura.

In alternativa si può effettuare un'analisi in terzi d'ottava nel seguente modo:

$$L_w = 10 \log \sum_i 10^{L_{i,w}/10}$$

dove:

$L_{i,w}$ sono i livelli rilevati per terzi d'ottava ponderati in frequenza con i filtri di figura seguente



Filtri di ponderazione UNI 9916

La posizione dei rilievi deve essere quella in cui il soggetto si trova prevalentemente esposto; nel caso in cui tale posizione non si possa individuare, vanno effettuati i rilievi nel centro dell'ambiente in studio.

La UNI 9614 fornisce inoltre un criterio per la stima del livello di accelerazione depauperato dagli effetti delle vibrazioni residue.

I valori così ottenuti devono essere confrontati con i limiti indicati in appendice (che non costituisce parte integrante delle norme), riportati in tabella seguente, oltre i quali le vibrazioni sono da ritenersi oggettivamente disturbanti. Nel caso di postura non nota i limiti da considerare sono quelli per gli assi x e y.

| | Asse z | | Assi x e y | |
|----------------------------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|
| | a (m/s ²) | L (dB) | a (m/s ²) | L (dB) |
| Aree critiche | 5,0 x 10 ⁻³ | 74 | 3.6 x 10 ⁻³ | 71 |
| Abitazioni (notte) | 7,0 x 10 ⁻³ | 77 | 5,0 x 10 ⁻³ | 74 |
| Abitazioni (giorno) | 10,0 x 10 ⁻³ | 80 | 7,2 x 10 ⁻³ | 77 |
| Uffici | 20,0 x 10 ⁻³ | 86 | 14.4 x 10 ⁻³ | 83 |
| Fabbriche | 40,0 x 10 ⁻³ | 92 | 28.8 x 10 ⁻³ | 89 |

Valori e livelli limiti delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza (UNI 9614).

Nel caso di vibrazioni di livello non costante (secondo quanto riportato in appendice) si deve

rilevare l'accelerazione equivalente ($a_{w,eq}$) o il livello dell'accelerazione ($L_{w,eq}$) così definiti:

$$a_{w,eq} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [a_w(t)]^2 dt}$$

$$L_{w,eq} = 10 \text{Log} \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{a_w(t)}{a_0} \right]^2 dt \right]$$

dove:

$a_w(t)$ è l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza espressa in m/s²;

T è la durata del rilievo espresso in secondi;

$a_0 = 10^{-6}$ m/s² è l'accelerazione di riferimento.

I valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, o i corrispondenti livelli devono essere confrontati con gli stessi limiti per le accelerazioni di livello costante. Per le vibrazioni

impulsive si deve confrontare il valore di picco dell'accelerazione moltiplicato per 0,71 o il livello di picco diminuito di 3 dB con quelli riportati in tabella seguente

| | Asse z m/s ² | Assi x e y m/s ² |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Aree critiche | 5,0 10 ⁻³ | 3.6 10 ⁻³ |
| Abitazioni (notte) | 7,0 10 ⁻³ | 5,0 10 ⁻³ |
| Abitazioni (giorno) | 0,30 | 0,22 |
| Uffici e fabbriche | 0,64 | 0,46 |

Valori limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza UNI 9916 validi per le vibrazioni impulsive

Nel caso si manifestino più di 3 eventi impulsivi giornalieri i limiti fissati per le abitazioni, gli uffici e le fabbriche vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata, moltiplicandoli per un fattore correttivo F. Nessuna riduzione può essere applicata per le aree critiche.

Nel caso di impulsi di durata inferiore a 1 s si deve porre $F = 1.7 \cdot N^{-0.5}$. Per impulsi di durata maggiore si deve porre $F = 1.7 \cdot N^{-0.5} \cdot t^{-k}$, con $k = 1.22$ per pavimenti in calcestruzzo e $k = 0.32$ per pavimenti in legno (N è il numero di eventi giornalieri). Qualora i limiti così calcolati risultassero inferiori ai limiti previsti per le vibrazioni di livello stazionario, dovranno essere adottati questi ultimi valori.

Dato che le vibrazioni negli edifici sono generalmente di entità molto bassa, l'accelerazione misurata sperimentalmente può essere influenzata da sorgenti diversa da quella in esame e/o dal rumore elettrico della linea strumentale di misura. Le vibrazioni devono quindi essere rilevate anche a sorgente disturbante inattiva impiegando lo stesso metodo.

Definendo L_w' i livelli rilevati a sorgente attiva e L_w'' quelli a sorgente inattiva, la UNI 9614 definisce tre possibili casi

$L_w' - L_w'' < 6$ dB: i risultati delle misure possono essere stati fortemente influenzati dal rumore di fondo;

$6 \text{ dB} < L_w' - L_w'' < 10$ dB: i risultati delle misure possono essere influenzati dal rumore di fondo; in questo caso si deve considerare il livello corretto

$$L_{w,c} = 10 \log(10^{\frac{L_w'}{10}} - 10^{\frac{L_w''}{10}})$$

$L_w' - L_w'' > 10$ dB: i risultati sono influenzati dal rumore di fondo in maniera non significativa.

Infine il fattore di cresta, definito come il rapporto tra il valore di picco ed il valore efficace ambedue ponderati in frequenza, misurato in un intervallo di tempo maggiore di un minuto, deve essere maggiore di 6 onde evitare di sottostimare gli effetti delle vibrazioni.

10.2.2.1 La costante di tempo Slow

Secondo quanto riportato nella UNI 9614, per la classificazione del tipo di vibrazione, si deve far riferimento al livello dell'accelerazione complessivo ponderato in frequenza rilevato mediante costante di tempo Slow.

Con costante di tempo si indica il tempo τ , espresso in secondi, con il quale si effettua un'operazione di media mobile esponenziale del segnale quadratico. Secondo quanto riportato dalle norme ISO 8041 e UNI ENV 28041 che indicano le caratteristiche degli strumenti di misura di vibrazione, detta operazione, nel caso ci si riferisca all'accelerazione è espressa da:

$$a_{rms,\tau}(t) = \frac{1}{\tau} \int_{-\infty}^t a^2(t_0) \cdot e^{\left(\frac{t_0-t}{\tau}\right)} dt_0$$

che fornisce come risultato il valore equivalente della vibrazione continua, oppure da:

$$L_{rms,\tau}(t) = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{\tau} \int_{-\infty}^t \frac{a^2(t_0)}{a_0^2} \cdot e^{\left(\frac{t_0-t}{\tau}\right)} dt_0 \right]$$

che fornisce il livello equivalente della vibrazione continua.

E' importante sottolineare che i valori così espressi sono valori efficaci (RMS).

Questa operazione di pesatura esponenziale in un segnale consente di dare risalto agli eventi recenti, di attenuare eventi ad alta frequenza e di rivelare le tendenze di lunga durata.

I valori delle varie costanti di tempo sono state normalizzate internazionalmente in:

Slow: $\tau = 1$ s;

Fast: $\tau = 0.125$ s;

Impulse: $\tau = 0.035$ s.

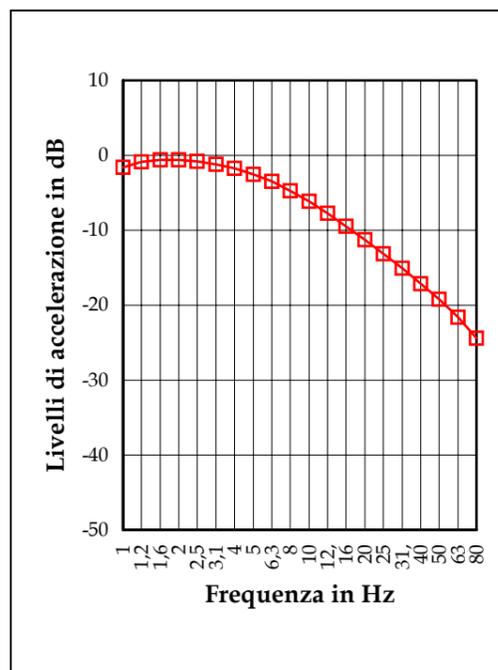
10.2.2.2 Progetto di Norma Sperimentale UNI 9614 del 2002

Rispetto alla norma UNI 9614 del 1990, il progetto di norma sperimentale UNI 9614 del 2002 presenta diversi aspetti positivi. Prima di tutto il sistema di riferimento lungo cui effettuare le misure viene definito rispetto alla struttura in esame e non al soggetto esposto.

Viene inoltre definita un'unica procedura valida per la misura delle vibrazioni di livello costante, non costante e impulsive.

Sempre per quanto riguarda le misure non bisogna più considerare il valore quadratico medio ma bensì il valore massimo. Difatti è esperienza comune che il soggetto esposto sia disturbato non tanto dal valore medio quanto dai valori più alti delle vibrazioni.

E' definito un unico filtro combinato valido per tutti gli assi mediante il quale bisogna rilevare il valore massimo (MTVV) del valore efficace dell'accelerazione rilevata con costante di tempo Slow (metodo "running rms").



Filtro progetto di norma UNI 9614 del 2002

10.2.3 Norme UNI 9916 e ISO 4866

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 "Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibration and evaluation of their effects on buildings" in cui viene richiamata, sebbene non faccia parte integrante della norma, la DIN 4150, parte 3.

Tali norme, in sostanziale concordanza tra di loro, forniscono una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii per valutare gli effetti sugli edifici in relazione alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Vengono inoltre fornite metodologie per ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o anche su edifici diversi a parità di eccitazione.

La gamma di frequenza presa in considerazione sono variabili da 0,1 Hz a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale come per esempio il vento, nonché ad eccitazione causata dall'uomo. In alcuni casi l'intervallo di frequenza può essere più ampio, come ad esempio vibrazioni indotte da macchinari all'interno degli edifici stessi, tuttavia eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono in grado di influenzare significativamente la risposta dell'edificio. Le vibrazioni causate da urti prodotti da esplosioni, da battiture di pali o da altre sorgenti a ridosso della struttura non sono inclusi nella sopraccitata gamma di frequenza, ma lo sono però i loro effetti sulla struttura.

| Sorgenti di vibrazione | Gamme di frequenza (Hz) |
|-------------------------------------------------------|-------------------------|
| Traffico (su strada e rotaia) | 1 ÷ 80 |
| Esplosioni | 1 ÷ 300 |
| Battitura di pali | 1 ÷ 100 |
| Macchine esterne all'edificio | 1 ÷ 300 |
| Macchine interne all'edificio | 1 ÷ 1000 |
| Attività umane interessanti indirettamente l'edificio | 0,1 ÷ 100 |
| Attività umane interessanti direttamente l'edificio | 0,1 ÷ 12 |
| Vento | 0,1 ÷ 10 |

Gamme di frequenza caratteristiche per diverse sorgenti di vibrazioni (UNI 9916).

L'Appendice A della UNI 9916 contiene una guida semplificata per la classificazione degli edifici secondo la loro probabile reazione alle vibrazioni meccaniche trasmesse attraverso il terreno.

La classificazione viene effettuata in base ai seguenti fattori:

- tipo di costruzione;
- tipo di fondazione;
- tipo di terreno;
- fattori di importanza sociale.

Le strutture comprese nella classificazione riguardano:

- tutti gli edifici residenziali e gli edifici utilizzati per le attività professionali (case, uffici, ospedali, case di cura, ecc.);

- gli edifici pubblici (municipi, chiese, ecc.);
- edifici vecchi ed antichi con un valore architettonico, archeologico e storico;
- le strutture industriali più leggere spesso concepite secondo le modalità costruttive in uso per gli edifici abitativi.

Mentre non sono considerate le seguenti strutture:

- strutture con più di dieci piani;
- strutture più pesanti, come i reattori nucleari e le loro parti accessorie ed altri impianti di potenza pesanti, i laminatoi, le strutture dell'industria chimica pesante, tutti i tipi di sbarramento e le strutture contenenti liquidi e materiali granulari (per esempio serbatoi e cisterne), le strutture per lo stoccaggio del petrolio, i silos ecc.;
- tutte le strutture sotterranee;
- tutte le strutture marittime.

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.

| Categorie di struttura | Gruppi di edifici | | |
|----------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 1 | 2 | |
| Resistenza decrescente alle vibrazioni | 1 | Costruzioni industriali pesanti da cinque a sette piani, di tipo resistente ai terremoti. Strutture pesanti, compresi ponti, fortezze, bastioni. | Costruzioni industriali ad ossatura pesante di due o tre piani costruiti in cemento armato oppure a struttura metallica con rivestimento di fogli o pannelli di tamponamento costruiti di pietre, mattoni o di elementi prefabbricati di acciaio, solai in acciaio o in calcestruzzo prefabbricato o gettato in opera. Costruzioni industriali pesanti in acciaio o calcestruzzo armato con struttura composita. |
| | 2 | Edifici pubblici pesanti ad ossatura in legno, di tipo resistente ai terremoti. | Immobili da cinque a nove piani e più, uffici, ospedali, costruzioni industriali ad ossatura leggera in calcestruzzo armato od a struttura in acciaio con pannelli di tamponamento in pietre, mattoni o elementi prefabbricati non concepiti per resistere ai terremoti. |
| | 3 | Case di uno o due piani a ossatura in legno e costruzioni di uso similare, con tamponamenti e/o rivestimenti di tipo resistente ai terremoti. | Costruzioni industriali abbastanza leggere di tipo aperto ad un solo piano, giunti per tramezzi, ossatura in acciaio, alluminio, in legno o in calcestruzzo con rivestimenti in foglio leggero e tamponamenti in pannelli leggeri di tipo resistenti ai terremoti. |
| | 4 | Costruzioni a più piani, abbastanza pesanti utilizzate come magazzini di media importanza o come abitazione da cinque a sette piani o più. | Abitazioni a due piani e costruzioni di utilizzo similare costruite in pietra, mattoni o elementi prefabbricati comportanti un solaio e un tetto rinforzato o interamente costruite in calcestruzzo armato o materiali simili, tutte di tipo resistente ai terremoti. |
| | 5 | Case da quattro a sei piani ed edifici di utilizzo urbano, costruiti in pietre o mattoni, con muri portanti di costruzione più pesante, comprese le case padronali e le residenze di tipo "piccolo castello". | Edifici da abitazione e simili da quattro a dieci piani principalmente costruiti in pietre leggere e mattoni, legati in gran parte da muri interni di materiali simili e da solai in calcestruzzo armato prefabbricato o gettato in opera almeno a ciascun piano. |
| | 6 | Case di due piani ed edifici di utilizzo similare costruiti in pietre, in mattoni o argilla, con solette e copertura in legno. Torri costruite in pietra, in mattoni o argilla, con solette e copertura in legno. Torri costruite in pietra o mattoni, di tipo resistente ai terremoti. | Case di abitazione ed edifici di utilizzo similare a due piani, compresi uffici costruiti con muri in pietra, in mattoni, in elementi prefabbricati e con strutture di soletta e di copertura in legno o prefabbricate. |
| | 7 | Chiese di grande altezza, saloni e strutture simili in pietra o in mattoni con arcate o di tipo "articolato" con o senza volte, comprese le chiese di minor importanza con arcate e costruzioni simili. Chiese basse ad ossatura pesante di tipo "aperto" (cioè non controventate) e rimesse, compresi stalle, garages, costruzioni simili con solette e coperture in legno molto pesanti. | Case e costruzioni simili ad uno o due piani, costruzioni più leggere realizzate con materiali leggeri prefabbricati o preparati in opera con combinazioni di questi materiali. |
| | 8 | Rovine ed altre costruzioni in cattivo stato. Tutte le costruzioni della categoria 7 aventi un valore storico. | |

Categorie di struttura e gruppo di edifici

Le fondazioni sono classificate in tre classi:

Classe A:

- pali legati in calcestruzzo armato e acciaio;
- platea rigide in calcestruzzo armato ed in acciaio;
- pali di legno legati tra loro;
- muri di sostegno a gravità.

Classe B:

- pali non legati in cemento armato;
- fondazioni continue (a trave rovescia);
- pali e platee in legno.

Classe C:

- i muri di sostegno leggeri;
- fondazioni massicce in pietra;
- assenza di fondazioni, muri appoggiati direttamente sul terreno.

Il terreno viene classificato in sei classi:

- Tipo a: rocce non fessurate o rocce molto solide, leggermente fessurate o sabbie cementate;
- Tipo b: terreni compattati a stratificazione orizzontale;
- Tipo c: terreni poco compattati a stratificazione orizzontale;
- Tipo d: piani inclinati, con superficie di scorrimento potenziale;

- Tipo e: terreni granulari, sabbie, ghiaie (senza coesione) e argille coesive sature;
- Tipo f: materiale di riporto.

Per la classificazione degli edifici viene riportato sempre in appendice A la seguente tabella:

| Classe dell'edificio* | Categoria di struttura | | | | | | | | |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----|--------|--------|----|------------|--------|--------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| | Classe di fondazione (maiuscolo) e tipo di terreno (minuscolo) | | | | | | | | |
| Resistenza decrescente alle vibrazioni | 1 | Aa | | | | | | | |
| | 2 | Ab | Aa | Aa | Aa | | | | |
| | 3 | | Ab, Ba | Ab, Ba | Ab | Aa, Ab | | | |
| | 4 | | Ac, Bb | Bb | Ac | Ac, Ba, Bb | | | |
| | 5 | | Bc | Ac | | Bc | Ba | | |
| | 6 | | Af | | Ad | Bd | Bb, Ca | Ba | |
| | 7 | | | Af | Ae | Be | Bc, Cb | Bb, Ca | |
| | 8 | | Bf | | | | Be, Cc | Bc, Cb | |
| | 9 | | | | | | Cd | Bd, Cc | Aa |
| | 10 | | | Bf | | | Ce | Be, Cd | Ab |
| | 11 | | | | Cf | Cf | | Ce | Ba |
| | 12 | | | | | | Cf | | Bc, Ca |
| | 13 | | | | | | | Cf | Bd, Cb, Cc |
| | 14 | | | | | | | | Cd, Ce, Cf |

*Numero di classe elevato = alto grado di protezione richiesto

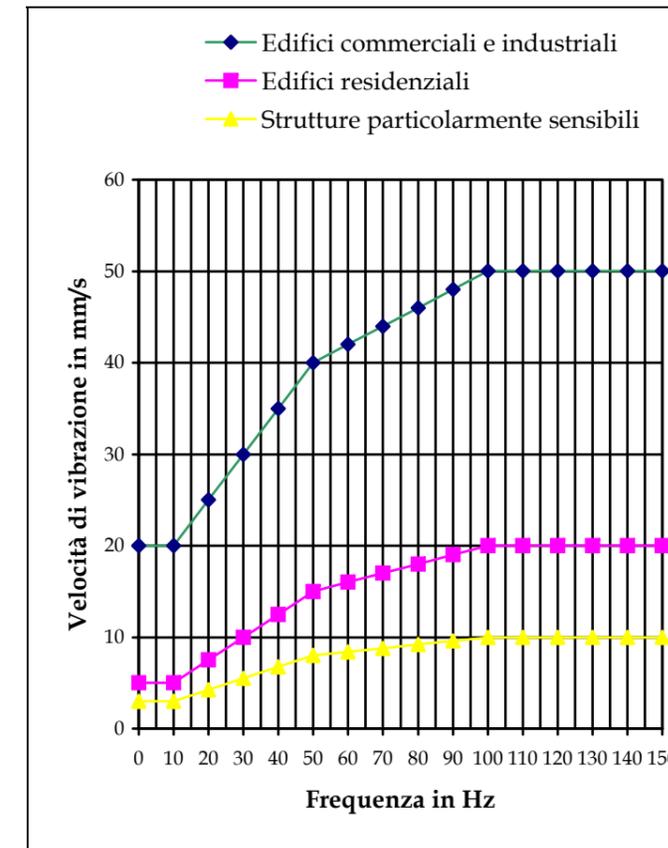
L'Appendice B della UNI 9916, che ha solo carattere informativo in quanto non costituisce parte integrante della norma, contiene i criteri di accettabilità dei livelli delle vibrazioni.

| Tipi di strutture | Velocità di vibrazione in mm/s* | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------|------------|---------------------------------------|
| | Misura alle fondazioni | | | Misura al pavimento dell'ultimo piano |
| | Campi di frequenza (Hz) | | | Frequenza diverse |
| | < 10 | 10 ÷ 50 | 50 ÷ 100** | |
| Edifici utilizzati per scopi commerciali, edifici industriali e simili | 20 | 20 ÷ 40 | 10 ÷ 50 | 40 |
| Edifici residenziali e simili | 5 | 5 ÷ 15 | 15 ÷ 20 | 15 |
| Strutture particolarmente sensibili, non rientranti nelle categorie precedenti e di grande valore intrinseco | 3 | 3 ÷ 8 | 8 ÷ 10 | 8 |

* Si intende la massima delle tre componenti della velocità nel punto di misura.
 ** Per frequenze maggiori di 100 Hz possono applicarsi i valori riportati in questa colonna

Velocità limite di vibrazioni in funzione delle frequenze e della tipologia di edificio (UNI 9916).

Bisogna sottolineare che i valori riportati in tabella si intendono riferiti ai cosiddetti danni maggiori (danneggiamento di elementi strutturali, fessure nelle colonne di supporto, apertura di giunti, serie di fessure nella muratura) e non ai danni di soglia (formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco, o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici intonacate o sulle superfici di muri a secco; inoltre formazione di fessure filiformi nei giunti a malta delle costruzioni in mattoni e in calcestruzzo).



Limitazioni delle velocità di vibrazione delle fondamenta in funzione della frequenza UNI 9916.

La norma DIN 4150/3 lega la probabilità del verificarsi di danni sull'edificio in funzione della velocità limite di vibrazione calcolata rispetto alla risultante delle velocità nelle tre diverse direzioni:

$$v_{lim} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

| Velocità limite (mm/s) | Danni |
|------------------------|-----------------|
| < 2,5 | Nessuno |
| 2,5 ÷ 6 | Molto probabili |
| 6 ÷ 10 | Improbabili |
| > 10 | Possibili |

Danni alle costruzioni in funzione della velocità limite (DIN 4150/3).

La normativa ISO 4866 presenta una modalità di verifica di resistenza al massimo sforzo di flessione ricavato in funzione della velocità massima:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{E_{\text{dyn}} \rho} * \sqrt{3 \frac{G_{\text{tot}}}{G_{\text{beam}}}} * k_n v_{\max}$$

dove:

E_{dyn} è il modulo di elasticità dinamico;

ρ è la densità;

$\frac{G_{\text{tot}}}{G_{\text{beam}}}$ è il coefficiente di carico posto che $G_{\text{tot}} = G_{\text{beam}} + G_{\text{other loads}}$;

k_n è un coefficiente che può assumere valori tra 1 e 1,33 a seconda delle condizioni al contorno e al modo vibrazionale.

10.2.4 Confronto tra i limiti massimi di disturbo alle persone e di stabilità degli edifici

Al paragrafo 9 della norma UNI 9916 viene precisato che danni strutturali all'edificio nel suo assieme attribuiti a vibrazioni continue sono estremamente rari e comunque è necessario che le

vibrazioni raggiungano livelli tali da causare prima fastidio e dolore agli occupanti l'edificio medesimo.

Ciò non implica che si possano escludere a priori danni alle strutture una volta verificato che i livelli delle vibrazioni siano inferiori a quelli stabiliti dalle varie normative per il disturbo alle persone.

Infatti per la valutazione degli effetti sull'uomo si deve considerare un intervallo di frequenze tra 1 e 80 Hz mentre gli edifici possono essere interessati da una gamma di frequenza più ampia. Pertanto, nel caso in cui un edificio rispondesse ad una particolare eccitazione con uno spettro il cui contenuto energetico fosse distribuito soprattutto a frequenze maggiori di 80 Hz, si potrebbe sottostimare il problema verificando il rispetto delle norme ISO 2631-2 e UNI 9916.

Inoltre, se si volessero confrontare i limiti delle due "famiglie" di norme esprimendoli entrambi in termini di velocità, bisognerebbe tenere conto che quelli relativi al disturbo per gli individui sono riferiti a valori efficaci di velocità mentre quelli relativi alla stabilità degli edifici a valori di picco.

Nei casi in cui la gamma di frequenze caratteristiche delle vibrazioni indotte negli edifici sia compresa tra 1 a 80 Hz si può ritenere sufficiente la verifica dei livelli per il disturbo agli individui.

10.3 Effetti previsti in fase di costruzione

In funzione delle caratteristiche e delle valenze del territorio di inserimento progettuale e delle tipologie di intervento e delle relative azioni di progetto necessarie per la realizzazione delle opere e dei manufatti, la checklist degli impatti potenziali indotti, per la componente "Vibrazioni", in fase di costruzione risulta essere la seguente :

- impatto vibrazionale indotto dalle sorgenti interne all'area di cantiere
- impatto vibrazionale indotto dalle sorgenti mobili sulla viabilità

10.3.1 Impatto vibrazionale indotto dalle sorgenti interne all'area di cantiere

L'alterazione del clima vibrazionale durante la costruzione dell'opera è riconducibile, in forma semplificata, alle fasi di approntamento delle aree di cantiere, al loro esercizio, nonché al transito dei mezzi pesanti per il trasporto in entrata ed in uscita dei materiali.

Durante la realizzazione delle opere in progetto si verificano emissioni vibrazionali di tipo continuo durante il giorno (impianti fissi, lavorazioni di lunga durata), discontinuo (mezzi di trasporto, lavorazioni di breve durata) e puntuale (demolizioni, esplosioni).

In funzione delle diverse fasi di lavoro, saranno evidentemente attivate differenti azioni costruttive, quindi differenti macchinari e lavorazioni ed in ultima analisi, differenti caratteristiche delle sorgenti vibrazionali.

I lavori di scavo legati alla realizzazione dell'opera in progetto provocano vibrazioni che propagandosi attraverso il terreno interessano l'ambiente circostante, le strutture vicine e i loro occupanti. Nel caso delle gallerie sotterranee, queste risultano impostate a profondità di sicurezza dal punto di vista della propagazione di moti vibrazionali, anche se sono da evidenziare situazioni in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie interessate dalla presenza di edifici vicini alle gallerie stesse, con coperture litologiche ridotte.

In definitiva, le attività di cantiere legate alla realizzazione dell'opera stradale determineranno impatti localizzati su ricettori posti a distanze tali da risultare significative (di norma si considerano 50 m come fascia di sensibilità, oltre i quali l'effetto dei moti energizzanti indotti sul substrato litologico perde di significato).

In ogni caso, a differenza della condizione di esercizio, durante le attività di cantiere non è univocamente determinata la geometria e le caratteristiche della sorgente perturbatrice ed inoltre le attività che vengono svolte sono molteplici e di svariata natura. Per valutare l'entità dell'impatto da vibrazione prodotto in fase di cantiere è indispensabile individuare le tipologie di lavorazioni svolte, il tipo di macchinari utilizzati e le modalità di impiego.

Bisogna inoltre distinguere il tipo di opera da realizzare. Nel caso di opere orizzontali le principali fonti di vibrazioni sono costituite dalle operazioni di movimentazione delle terre (escavatori, autocarri, bulldozer) e compattazione del terreno (rulli vibrocompattatori). Nel caso

della realizzazione delle opere in elevazione, le azioni di progetto più significative si riducono all'uso di macchinari per l'escavazione per la realizzazione delle strutture di fondazione.

10.3.2 Impatto vibrazionale indotto dalle sorgenti mobili sulla viabilità

Nel caso della rete stradale potenzialmente utilizzata dai mezzi d'opera, è evidente come le più sfavorevoli condizioni siano da attribuire ai percorsi caratterizzati da pavimentazioni in peggior stato di manutenzione (caratterizzati da elevata scabrosità, in grado di determinare una maggiore emissione energetica al contatto ruote/pavimentazione), andamento acclive e curvilineo (due elementi che determinano maggiori quantità di moto per i veicoli in transito e variazione del regime del motore), ristrettezza della sede stradale e vicinanza di ricettori residenziali (minore dispersione laterale delle emissioni vibrazionali) e substrato "rigido" (minore attenuazione dei moti vibrazionali trasmessi dai passaggi di veicoli, specie se pesanti).

A questo proposito alcuni settori dell'area di progetto risultano sfavorevoli a causa della elevata acclività delle strade sulle quali transiteranno i mezzi d'opera per l'allontanamento dello smarino estratto nel corso delle attività di scavo delle gallerie e del materiale di risulta, nonché per l'approvvigionamento delle aree di lavorazione.

Per quanto riguarda il fondo delle strade sulle quali i veicoli pesanti saranno instradati, questo ad un primo e sommario esame, risulta sostanzialmente in buono stato di manutenzione, tranne casi sporadici (per una trattazione di maggiore dettaglio sullo stato manutentivo della viabilità afferente l'area di indagine si rimanda alla Componente Rumore).

10.4 Effetti previsti in fase di esercizio

In funzione delle caratteristiche e delle valenze del territorio di inserimento progettuale e delle tipologie di intervento e delle relative azioni di progetto implicite nell'esercizio delle opere in esame, la checklist degli impatti potenziali indotti, per la componente "Vibrazioni", in fase di esercizio risulta essere la seguente :

- Induzione di fenomeni perturbativi

10.4.1 Induzione di fenomeni perturbativi

In fase di esercizio l'opera in questione comporterà modifiche rispetto alla situazione attuale per quanto riguarda l'impatto da vibrazioni nello stretto intorno del tracciato stradale, ciò è da ascrivere alla presenza di alcuni ricettori posti a distanze significative, inferiori ai 50 m.

La propagazione di livelli vibratori nelle zone afferenti è atteso a seguito dei transiti dei mezzi pesanti, soprattutto in corrispondenza dei tratti con tipologia a raso o rilevato basso, in quanto la sorgente perturbatrice assume una configurazione approssimabile a lineare che induce livelli vibratori maggiori rispetto a quelli indotti da sorgenti assimilabili a puntiformi (come ad esempio nel caso di pile dei viadotti).

Sulla base delle considerazioni espresse nell'ambito del paragrafo dedicato allo stato di fatto, emerge una situazione intrinsecamente favorevole, sostanzialmente caratterizzata da buone capacità di smorzamento ed attenuazione, ed alla limitata estensione di tratti a raso o rilevato basso.

11 SALUTE PUBBLICA

11.1 Area di studio e ricettori interessati

La valutazione degli effetti del progetto sulla salute pubblica delle popolazioni che insistono sull'intorno del corridoio di inserimento progettuale (popolazioni che rappresentano i ricettori virtuali di tale analisi) non può che avvenire all'interno di un'area di studio arealmente non circoscrivibile in maniera univoca. Pertanto tale ambito di studio è da intendersi in maniera estensiva e non circoscritta territorialmente.

11.2 Stato attuale

La salute pubblica delle popolazioni che insistono sull'area di intervento e sulle immediate vicinanze risente negativamente di numerosi fattori di decremento ambientale connessi con le emissioni energetiche (acustiche, vibrazionali ed elettromagnetiche) e chimiche (sostanze inquinanti e patogene).

All'interno dell'area indagata sono individuabili due di queste tipologie di sorgenti: gli elettrodotti ed i veicoli circolanti sulla rete stradale.

Per quanto riguarda questi ultimi, le fonti inquinanti potenzialmente in grado di danneggiare con i loro effetti indiretti la salute pubblica possono essere circoscritte ad i soli veicoli circolanti sulle strade più importanti (S.S. 106 attuale e S.S. 183), mentre praticamente nullo risulta il contributo ascrivibile alle strade di natura interpodereale, data la frequentazione irrisoria e le minime velocità medie di percorrenza.

Più delicato risulta il discorso relativo agli elettrodotti che attraversano l'area: l'esame di queste sorgenti di inquinamento elettromagnetico esula, in ogni caso, da una specifica trattazione in quanto il progetto in esame non riveste alcuna implicazione di natura elettromagnetica.

11.3 Aree sensibili

Al momento le aree a rischio sono quelle più antropizzate che insistono sull'attuale S.S.106 sia intermini di inquinamento acustico che atmosferico. Inoltre lo stato attuale della viabilità intercomunale ha un livello basso sia per la sicurezza che per il rapporto con l'attuale S.S.106.

Inoltre, come evidenziato dagli studi sul traffico, l'attuale S.S.106 risulta una strada con un alto tasso di incidentalità, con circa tre incidenti al chilometro ogni anno.

Le aree maggiormente sensibili dopo la realizzazione dell'opera coincideranno con i settori a ridosso dell'area di inserimento stradale in quanto saranno quelle che maggiormente risentiranno del potenziale peggioramento delle condizioni del clima acustico ed atmosferico dovuto all'inserimento di circolazione stradale in un'area che ne è attualmente priva. Le caratteristiche fruizionali del territorio di inserimento fanno sì che queste possano sostanzialmente coincidere con quelle che sono state illustrate nell'ambito dei precedenti paragrafi sulle componenti ambientali "rumore" e "atmosfera".

11.4 Effetti previsti in fase di costruzione

In fase di costruzione gli impatti sulla salute pubblica sono riconducibili ai problemi di natura acustico-vibrazionale riscontrabili in corrispondenza delle aree di lavorazione, ad un parziale decremento atmosferico dovuto al transito di veicoli pesanti all'interno dell'area incentrata sui cantieri stessi ed al disturbo, temporale e psicologico, dovuto al transito di questi stessi mezzi d'opera tra le zone di cantiere ed i collegamenti con la rete viaria principale da utilizzare per l'entrata/uscita nell'area operativa.

Tali effetti sono stati ampiamente trattati all'interno delle componenti "rumore" ed "atmosfera".

11.5 Effetti previsti in fase di esercizio

L'entrata in esercizio della nuova arteria stradale comporterà effetti in parte negativi ed in parte positivi sulla salute pubblica dell'area; infatti se la circolazione di autoveicoli sulla nuova strada non potrà non comportare un decremento della situazione atmosferica ed acustica delle aree abitate a più stretto ridosso dell'opera viaria, anche se tutti i parametri simulati rientrano nei limiti normativi, va anche tenuto conto del fatto che questa stessa strada determinerà una razionalizzazione dei flussi trasportistici ed un'ottimizzazione dei tempi di spostamento e percorrenza per gli utenti di un'area molto estesa, tutti elementi migliorativi delle generali condizioni di salute pubblica della popolazione che insiste sul territorio servito dalla nuova strada. Per quanto riguarda i livelli di incidentalità della rete stradale attuale, poco può dirsi a livello previsionale se non il fatto che la progettazione messa a punto ha tenuto conto degli aspetti di sicurezza in caso di incidenti in

galleria. Al fine di evitare che si verifichino sversamenti di sostanze inquinanti che possano raggiungere le vicine aree coltivate e i corsi d'acqua è stato previsto un sistema di raccolta delle acque di piattaforma di tipo chiuso, che convoglia le acque a diversi impianti di trattamento. Per quanto riguarda il rischio di inondazione dei cantieri solo una modesta frazione dell'area del campo base C.B.1 interferisce direttamente con l'area di esondazione. Per quanto concerne gli aspetti più strettamente legati agli effetti di natura acustico-vibrazionale ed atmosferica, in corrispondenza dei cantieri e della viabilità interessata dai mezzi d'opera, verranno approntati tutti gli interventi di mitigazione previsti per le fasi di costruzione, come riportato nei capitoli inerenti alle singole componenti.

11.6 Stabilimenti a rischio di incidente rilevante

Dalle indagini eseguite per l'individuazione degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante, risulta che nell'area oggetto dell'intervento è presente un solo stabilimento ricadente negli obblighi dell'All. V del D. Lgs. 334/99. Lo stabilimento, di proprietà della LIQUIGAS S.p.A. ed è ubicato all'interno del territorio comunale di Reggio Calabria, in Via Calamizzi, 7. Rispetto all'area di progetto, come evidenziato nell'allegato elaborato cartografico "Carta degli stabilimenti a rischio di incidenti rilevanti", lo stabilimento è ubicato a nord rispetto al corridoio di interesse, distante circa 3 km dall'inizio del tracciato di progetto dal lato di Reggio Calabria.

Lo stabilimento è destinato al ricevimento, stoccaggio e spedizione di Gas di Petrolio Liquefatto, normalmente conosciuto come GPL. Il GPL che è costituito sostanzialmente da due sostanze distinte Propano e Butano (entrambi Gas di Petrolio Liquefatti) le cui massime quantità presenti in deposito sono pari a 115 ton e 136 ton rispettivamente per il propano e per il Butano, presentano entrambe una classificazione di pericolo F+ (estremamente infiammabile) classificazione che viene mantenuta anche per la miscela.

Il trattamento (ricevimento, immagazzinamento e spedizione) delle sostanze sopra descritte potrebbe determinare tre possibili tipi di incidente:

- rilascio in aria accidentale di prodotto infiammabile;
- dispersione in aria con incendio;
- dispersione in aria con esplosione.

Gli effetti che ne deriverebbero nel caso di incendio o di esplosione possono essere di due tipi:

- irraggiamento termico nel caso di incendio;
- onda d'urto e proiezione di frammenti nel caso di esplosione (eventualità indicata anche come molto remota)

Vista la natura delle sostanze presenti non ne dovrebbe derivare nessun danno ambientale e gli effetti si esauriscono in breve termine.

Nel caso di rilascio in aria gli effetti da esposizione alla nube gli effetti che ne deriverebbero sarebbero i seguenti:

- debole irritazione delle mucose;
- esposizioni prolungate possono provocare vertigini, mentre brevi esposizioni, anche ad elevate concentrazioni non provocano effetti pericolosi sull'uomo.

Le precauzioni adottate possono essere divise in due diverse tipologie

- precauzioni impiantistiche;
- precauzioni operative

Le prime sono misure di tipo preventivo e sono finalizzate alla ottimizzazione delle dotazioni impiantistiche..

Relativamente alle prescrizioni operative esse sono rivolte essenzialmente ad evitare il verificarsi di cause di rilascio attraverso la dotazione di un Manuale operativo, un'organizzazione aziendale con compiti di controllo e gestione della sicurezza e la pianificazione di verifiche e controlli periodici.

Inoltre è prevista l'adozione di procedure volte ad escludere e/o minimizzare errori operativi ed un periodico addestramento di tutti gli operatori con esercitazioni e simulazioni.

12 PAESAGGIO

12.1 Inquadramento paesaggistico di area vasta

L'ambito paesaggistico di riferimento si inquadra nel lembo terminale dell'Appennino Calabro interrotto dalla catena settentrionale dei Monti Peloritani in Sicilia dallo Stretto di Messina.

Il paesaggio è caratterizzato da una stretta fascia litoranea da versanti più o meno scoscesi appartenenti al massiccio dell'Aspromonte con vette comprese fra i 1000 e i 1300 metri, disposte lungo un crinale ondulato. Le numerose e profonde fiumare che incidono il rilievo formando ampie vallate alluvionali si riversano a raggiera dai monti verso la costa, brevi e ripide si aprono in prossimità della stretta fascia litoranea.

Geologicamente il paesaggio è caratterizzato dalla presenza di rocce metamorfiche e intrusive, oltre che da affioramenti di rocce sedimentarie quali calcari, arenarie e depositi ghiaiosi e sabbiosi.

Il paesaggio vegetale di tipo naturale caratterizza le quote superiori del rilievo con vaste praterie secondarie, insediate intorno alla quota di 1000 metri s.l.m. ed alle quote superiori, spesso soggette ad interventi di riforestazione con impiego di conifere e latifoglie esotiche, che dominano la dorsale della cresta fino al limite delle colture.

Il paesaggio agrario dei versanti collinari è fortemente caratterizzato da vaste aree disboscate mentre nelle aree vallive è occupato prevalentemente dall'oliveto, e in maniera significativamente estesa dalla coltura specializzata dell'agrumeto.

Le colture arboricole, in prevalenza agrumeti ed uliveti, interessano la stretta fascia costiera e si addentrano spesso per lunghi tratti, lungo le aree di divagazione delle fiumare. Il paesaggio agrario "storico" persiste ancora in ampie aree in cui gli elementi costitutivi (dalla rete viaria rurale, alla chiusura dei poderi, al sistema colturale, alle sedi umane) testimoniano in un insieme coordinato, una sopravvissuta armonia di forme, di tecniche e di funzioni.

L'insediamento collinare è fortemente connotato da centri di antica formazione.

L'insediamento interessa i versanti collinari al di sotto dei quattrocento metri, mentre i versanti montani appaiono fortemente spopolati e poco accessibili.

Un carattere fondamentale dell'insediamento è l'alternanza storica dell'abitare, che in età classica privilegia le zone costiere costruendo città nodali per i traffici marittimi, mentre in età medioevale e moderna privilegia i versanti collinari costruendo centri strategici con ampie possibilità di difesa arroccati sulle pendici dei monti che rappresentano uno dei motivi tipici del paesaggio. Con il loro isolamento e la stretta aggregazione delle case essi richiamano un passato insicuro rimasti sino ad epoche recenti l'unica forma di insediamento. Ma oggi soggetti ad abbandoni, modificazioni, e migrazioni verso la costa.

La decisione di costruire i centri abitati in alto, in posizioni che a noi oggi sembrano irrazionali, risiede in tutto un modo di concepire l'insediamento: un modo antico. E' stato così per lunghi periodi, quando i nostri stati peninsulari avevano perduto ogni egemonia sui mari e nel Mediterraneo veleggiavano le navi corsare, saracene o turchesche, sbarcando sulle coste per predare beni materiali e fanciulle.

Alla fine dell'800 le colture irrigue e il potenziamento delle vie di comunicazione litoranea favoriscono il trasferimento della popolazione verso la costa e la formazione di nuovi centri, "le marine".

Ne deriva una struttura territoriale a pettine formata dai centri costieri e dai centri montani di origine, struttura che oggi tende a diventare una conurbazione lineare, un asse insediativo litoraneo che, quasi senza soluzione di continuità, copre tutto l'arco perimetrale ionico-tirrenico e che a Sud mantiene essenzialmente il carattere residenziale-turistico, mentre a Nord, per la presenza di concentrazioni produttive e di nuclei urbani più consistenti, si articola in una trama insediativa più complessa e articolata.

Lo sviluppo insediativo e il cambiamento della gerarchia e delle strutture urbane hanno determinato nella fascia costiera una forte pressione antropica con profonde e notevoli trasformazioni del paesaggio, mentre nelle aree collinari, hanno provocato l'abbandono e il conseguente degrado del sistema insediativo e del paesaggio agrario tradizionale.

Il paesaggio quindi letto a scala vasta si caratterizza con un'unità consistente costituita dalle agglomerazioni urbane ed un'unità paesistica rappresentata dal paesaggio agrario via via sempre più "selvaggio" verso le alture aspromontane.

Entrambe le unità vivono momenti di anonimata; quella urbana, come vedremo successivamente privo di linee architettoniche nei modelli urbanistici di rilievo; la seconda di un tessuto agricolo che

ha perso le caratteristiche originarie sia per le mutate tecniche di lavorazione dei fondi sia per le colture che nel tempo sono state introdotte, una evidente quindi differenziazione tra le unità paesistiche che mettono in luce un confuso uso del territorio con una marcata frattura tra le aree costiere e la collina.

A questi si aggiunge una terza unità paesistica rappresentata dalle aree delle fiumare.

Mentre un tempo il paesaggio era un degradare di cromatismi ben individuabili e caratteristici di un'area tra le più interessanti proprio per la giacitura sia nei confronti del territorio peninsulare che da quello insulare oggi risulta difficile pensare ad una ricucitura sia esteriore che formale anche se "il paesaggio", costituendo per definizione la sommatoria delle vicende storico-politiche dei popoli che lo hanno abitato assume di per se la caratterizzazione di uno spaccato di un particolare periodo della nostra storia.

12.2 Gli ambiti paesaggistici

Il tratto di litorale compreso tra Reggio Calabria (Pellaro) e Melito Porto Salvo (Capo d'Armi) si estende per circa 8 km ed è caratterizzato da un tratto di costa rettilineo con arenile sabbioso ed uno stretto lembo più pianeggiante oggi urbanizzato con a Nord le pendici collinari dell'Aspromonte.

Nel tratto costiero in oggetto sfociano una serie di fiumare con portate variabili stagionalmente.

Tutta la fascia costiera è attualmente occupata da opere antropiche (linea ferroviaria con Stazioni di Pellaro e Motta S. Giovanni, infrastrutture viarie, insediamenti residenziali e produttivi, ecc.).

Questo quadro è riconducibile a tre distinte unità paesaggistiche che contraddistinguono l'ambito dove è previsto l'intervento in progetto.

In particolare si può parlare delle seguenti unità:

- Ambito costiero e delle valli
- Ambito delle fiumare
- Ambito collinare.

Ambito costiero e delle valli

La disomogenea composizione di questo ambito non è relativa esclusivamente alle destinazioni ma anche alle singole articolazioni infatti le residenze sono costituite da edifici multipiano, singoli fabbricati monofamiliari, case a schiera ecc.; così anche per gli insediamenti produttivi, assortiti come tipologie di lavorazioni e di conseguenza di volumi. La complessa articolazione dei volumi si associa a una serie di vuoti urbani che rappresentano luoghi pubblici (parcheggi, viabilità ecc.) e privati (orti, spazi di isolamento, corti, ecc.).

Il tessuto urbano presente all'interno di questo ambito paesaggistico è costituito da tipologie edilizie non omogenee infatti sono presenti sia complessi residenziali che produttivi.

La linea ferroviaria e la S.S. 106 costituiscono elementi storici del paesaggio urbano in quanto esistenti ancor prima che si generassero gran parte di tali insediamenti e quindi gli stessi sono andati integrandosi sia nel tessuto, in quanto spazio già destinato a tale occupazioni, sia come valenza storico-testimoniale, perché nella percezione visiva tradizionale la "Jonica" e la ferrovia costituiscono elementi di caratterizzazione.

L'ambito attraversato verte in un avanzato stato di caoticità urbana, senza identità in un complesso di anonimie estetica e funzionale: la vicinanza al mare eleva notevolmente queste tendenze infatti si alternano a vegetazioni di tipo mediterranee (relitti agrari), testimonianza delle antiche coltivazioni, giardini con sistemazioni a verde di piante non autoctone.

Ambito delle fiumare

L'ambito di studio è caratterizzato dalla presenza di svariati corsi d'acqua.

Tali torrenti hanno caratteristiche atipiche in quanto rappresentano le "Fiumare di Calabria" corsi d'acqua completamente secchi nel periodo estivo e in piena quando raccolgono le acque piovane defluenti dai monti nei periodi autunnali-primaverili.

L'idrografia, per quanto concerne la lettura del paesaggio, è considerata unicamente in questo studio anche come componente morfologica in quanto l'intero sistema fluviale riferito costituisce un

elemento di modificazione e di conseguenza rappresenta un elemento che determina una particolare situazione paesaggistica.

Nel nostro caso infatti il reticolo idrografico presenta una serie di fiumare più o meno consistenti defluenti verso il mare.

Questi torrenti, di lunghezza contenuta hanno nel tempo modellato il territorio per cui l'erosione apportata al suolo è evidente: l'incisione del corso d'acqua ha infatti determinato delle depressioni, molte delle quali dal caratteristico profilo a "V". La pendenza consistente dovuta infatti al rapporto altezza/lunghezza determina una rilevante vorticosità di caduta dell'acqua, nelle stagioni invernali di piena, per cui il fenomeno erosivo si presenta progressivo.

In complesso, l'azione di modellamento dei fiumi è risultata determinante, la plasticità delle forme caratterizza infatti il paesaggio per cui i versanti di contorno risultano composti da pendici allungate con i promontori determinatisi, ordinati al reticolo idrografico.

Il fenomeno appena descritto caratterizza il paesaggio: una articolata struttura fluviale associata ad una morfologia "a pieghe" dei versanti con un impatto visivo anche per i depositi arenacei che offrono un cromatismo chiaro, ovviamente contrastante rispetto ai tradizionali colori del territorio circostante.

Ambito collinare

Oltre l'ambito costiero, verso l'entroterra, si estende un ambito a destinazione agraria dai tipici aspetti e connotati.

Infatti l'ambito è caratterizzato da lembi di vegetazione mediterranea a volte con carattere di continuità, con alterne coltivazioni arboree ed erbacee.

La collina che introduce alle quote più elevate aspromontane è invece caratterizzata da un paesaggio brullo, coperto da aree cespugliate spontanee. Marcate sono anche le incisioni sul territorio, anche se il profilo delle colline verso l'Aspromonte è moderatamente articolato.

Sono presenti una serie di coltivazioni arboree dai cromatismi intensi che contrastano con quelli tenui degli incolti ed ancor di più dalle sedi fluviali dai chiari depositi arenari.

12.3 Gli aspetti formali e compositivi ed i segni del territorio

A livello di trama fondamentale del territorio, la configurazione orografica ed idrografica di questa porzione meridionale della Calabria evidenzia due direttrici principali individuabili, una "costiera" che segue la linea di costa ed un'altra, a "raggiera" trasversale alla prima.

Nell'ambito di tale trama territoriale a grande scala, gli elementi di interesse percettivo strutturanti sono rappresentati essenzialmente dagli elementi orografici che definiscono la configurazione fisica del territorio e dai principali elementi del sistema antropico che definiscono il profilo insediativo, rappresentati qui dall'insediamento periferico di Reggio Calabria e dalla conurbazione diffusa lungo la costa e dagli elementi del sistema infrastrutturale (sia ferroviario, che stradale).

Già ad uno sguardo di insieme appare evidente come il territorio oggetto del presente lavoro presenti un elemento del sistema fisico che evidenzia la direttrice radiale legata al reticolo idrografico costituito da corsi d'acqua che defluiscono verso la costa.

Sull'altra direttrice invece, quella costiera si sono innestati gli elementi propri del sistema antropico, con il tracciato della S.S. 106, e quello della Ferrovia che seguono la linea costiera.

Ortogonalmente a questa direttrice, si sviluppano altre infrastrutture di ordine inferiore quali le viabilità di accesso ai centri abitati dell'interno.

Sotto il profilo percettivo la configurazione del territorio è poi delineata nei suoi caratteri peculiari dai "segni complementari". Rientrano in questa categoria gli elementi dell'ambiente fisico che qualificano il paesaggio vegetale di quest'area e quelli che contribuiscono a specificare ulteriormente il sistema antropico.

Tra questi, tanto quelli del sistema insediativo (case sparse, borghetti, aree industriali e strade di importanza comunale), quanto quelli del sistema vegetazionale (boschi e macchia e pseudosteppa mediterranea) ribadiscono, anche se con minore evidenza, le principali direttrici individuate.

12.4 Il sistema insediativo

La struttura insediativa presente sul territorio è individuata dalla conurbazione diffusa lungo la fascia costiera dello stretto di Messina, con il capoluogo reggino in posizione baricentrica e, a sud, dalle sequenze di centri di minore importanza lungo la fascia jonica.

È interessante notare come l'area periferica di Reggio Calabria, che si estende lungo la fascia costiera nel tratto compreso lungo la battigia e, rispettivamente, la superstrada ionica e l'autostrada A3 forma un polo urbano la cui espansione è tuttora ancora in atto, in ciò favorita dalle principali vie di comunicazione a carattere regionale ed interregionale, e di fatto si configura come "saldatura" col vicino centro di Villa S. Giovanni, formando così una fascia costiera edificata senza soluzione di continuità, un sistema urbano vero e proprio a forma di mezza luna, lungo circa 20 Km, le cui punte possono essere situate in Villa S. Giovanni a nord e Pellaro centro a sud.

A seguire lungo la direttrice nord-sud, sulla fascia costiera jonica, sono poi presenti sequenze di singoli centri di minore importanza, scandite dalle "Marine": Lazzaro, Saline, Melito P.S, insediamenti che, in generale si sviluppano tra la linea di costa e le vie di comunicazione litoranee o a cavallo di quest'ultime.

Spostandoci dalla linea di costa verso l'entroterra possiamo individuare sul territorio le "frange extraurbane" ed i "nuclei urbani periferici e montani" che circondano il capoluogo reggino, e la serie di Comuni della provincia reggina. Le prime rappresentano quelle aree prevalentemente collinari, con densità edilizia bassa, caratterizzate da modesti processi di espansione; si tratta di aree che alternano zone edificate in fregio alle principali vie di comunicazione a livello locale, a tratti totalmente inedificati. I nuclei urbani periferici e montani sono quei centri edificati, quasi sempre di remota formazione sparsi sul territorio, prevalentemente nelle zone collinari e montane; per caratteristiche orografiche e di posizione si configurano come realtà urbane in parte autonome, e spesso con una loro precisa identità.

In linea generale, per il capoluogo e, in misura minore, per i rimanenti Comuni che compongono il sistema insediativo oggetto di studio, possiamo identificare delle aree omogenee:

- il centro storico, ovvero la parte più antica delle città, la cui connotazione principale è l'elevata concentrazione di attività terziarie e commerciali, l'elevata densità residenziale e la bassa accessibilità al trasporto privato;

- fasce di diverso grado di gravitazione; di primo grado (o corona interna) in genere comprendente l'anello di città circostante il centro con elevata concentrazione residenziale e terziaria, per esempio nel caso di Reggio Calabria i quartieri di Santa Caterina a nord e Sbarre a sud; di secondo grado (o corona esterna) costituita dalle zone periferiche con carattere essenzialmente residenziale, con non elevata densità insediativa, nel caso del capoluogo reggino per esempio si hanno sia centri abitati conurbati al centro principale come Gallico o Pellaro, sia rioni come Archi, Modena, Arghillà, creati intorno al preesistente tessuto urbano in seguito a forti interventi di edilizia economica e popolare a partire dai primi anni '70.

Il sistema di infrastrutture e canalizzazioni che interessa la zona sono:

- sistema degli acquedotti, che mostra da un lato segni di faticanza di alcune reti dall'altro una nuova espansione dovuta alle recenti programmazioni comprensoriali;
- sistema fognante a servizio di ciascun comune, con alcuni aspetti di accentuata negatività e con un numero limitato di impianti di depurazione;
- sistema degli elettrodotti, costituito da una rete distributiva ad alta tensione (150Kv) e media tensione (20 Kv).

12.5 Analisi demografica

I dati sull'andamento demografico si accompagnano a quelli analoghi dell'espansione edilizia; le dinamiche che hanno portato alla costituzione dell'attuale composizione sociale dell'area studiata sono molteplici e legate ai processi di sviluppo descritti di seguito.

Fin dagli anni '50, il concentrarsi dei servizi nel polo urbano, e la debolezza del tessuto economico, provocarono una forte migrazione dai paesi limitrofi montani e collinari verso le città, nella speranza di trovare un posto di lavoro e migliori condizioni di vita. Tale fenomeno immigratorio, con i suoi alti e bassi, prosegue tuttora (Reggio Calabria da sola ha oltre il 30% della popolazione della provincia) anche se più moderato; l'attenuazione della dinamica demografica è motivata anche dalla consistente diminuzione del saldo naturale appena controbilanciato dal tasso di natalità, ed è da notare ancora l'attuale tendenza a "decentrarsi", ovvero il forte incremento

demografico delle zone periferiche dove è presente una qualità della vita migliore di quella del centro urbano.

Tali dati si evincono anche dall'analisi della tabella sottostante indicante l'andamento demografico dell'intera area oggetto del presente studio, in cui meglio è evidenziato il fenomeno di mobilità sopra descritto. Questo fenomeno di "scivolamento" della popolazione dalle zone dell'entroterra verso i centri abitati costieri determina un progressivo decremento demografico delle zone interne ed una crescente concentrazione della popolazione dell'area lungo la fascia costiera.

| | Fascia costiera (sotto i 100 m.s.m.) | | Zone interne (sopra i 100 m.s.m.) | | Totale | Reggio Calabria | |
|------|-----------------------------------------|------|--------------------------------------|------|--------|-----------------|-----|
| | Popolazione | % | Popolazione | % | | Popolazione | % |
| 1951 | 146961 | 77,6 | 42422 | 22,4 | 189383 | 140734 | 74% |
| 1961 | 159274 | 79,6 | 40819 | 20,4 | 200093 | 153380 | 77% |
| 1971 | 171171 | 81,6 | 38597 | 18,4 | 209768 | 165822 | 79% |
| 1981 | 179389 | 82,7 | 37526 | 17,3 | 216915 | 173486 | 80% |
| 1991 | 185051 | 83,3 | 37187 | 16,7 | 222238 | 177580 | 80% |

Distribuzione territoriale della popolazione dell'area.

Una seconda manifestazione si ha nei consistenti flussi di tipo "gravitazionale" dovuti a fenomeni di attrazione esercitata dai comuni di maggiore consistenza demografica nei confronti di quelli minori. Tali fenomeni sono caratteristici di Reggio Calabria e Melito Porto Salvo, ovvero di quei centri che, per dotazione di servizi o posizione geografica, sono riusciti a mantenere nei confronti del territorio flussi migratori attivi mentre nella restante parte dell'area si verifica un fenomeno quasi generalizzato di persistente perdita demografica.

Per meglio comprendere la dinamica di quanto detto, si è fatto riferimento ai dati statistici degli ultimi censimenti, pervenendo così all'individuazione della classe demografica per i 5 comuni compresi nell'area, a seconda che essi presentino un incremento sistematico della popolazione (classe a), una dinamica demografica incerta (classe b), un decremento sistematico della popolazione (classe c).

I dati così raccolti (fonte ISTAT 1991) sono riportati nella tabella seguente

| | Altitudine (msm) | | Popolazione | | | | | Classe demografica |
|--------------------|------------------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------------------|
| | Centro | Comune | 1951 | 1961 | 1971 | 1981 | 1991 | |
| Reggio Calabria | 31 | 0/1803 | 140734 | 153380 | 165822 | 173486 | 177580 | a |
| Motta S. Giovanni | 450 | 0/947 | 6646 | 6561 | 6669 | 6786 | 6592 | b |
| Montebello Jonico | 425 | 0/1081 | 8708 | 8247 | 7674 | 7567 | 7521 | c |
| Melito Porto Salvo | 28 | 0/781 | 8717 | 8769 | 8795 | 9237 | 10727 | a |
| Roghudi | 55 | 24/1818 | 1769 | 1678 | 1637 | 1868 | 1530 | b |
| AREA | | | 168525 | 180596 | 192568 | 200925 | 205941 | |

* I Comuni sono stati raggruppati in 3 classi:
 classe a, incremento sistematico della popolazione;
 classe b, dinamica demografica incerta;
 classe c, decremento sistematico della popolazione.

Andamento demografico.

Ma tra i centri che ricadono all'interno del versante calabrese meridionale, certamente maggiore importanza occupa il capoluogo reggino che, con i suoi 177.000 abitanti, da solo contiene più dell'80% dell'intera popolazione presente sul territorio oggetto di studio, ed è interessato sia da fenomeni di mobilità interna verso i quartieri costieri, sia da flussi migratori provenienti dagli altri comuni.

Per gli altri Comuni del versante meridionale calabrese l'edificato residenziale e produttivo è caratterizzato dal tipo rurale concentrato in piccole frazioni sorte in prossimità della costa, lungo la S.S. 106 Jonica che rappresenta il principale asse di comunicazione.

Gli edifici produttivi presenti nella zona sono essenzialmente adibiti :

- alla trasformazione dei prodotti agricoli e caseari
- all'artigianato locale
- all'allevamento zootecnico

Per ciò che riguarda la demografia e la distribuzione della popolazione sul territorio la fascia costiera e quella collinare si differenziano, e risulta quanto di seguito dettagliato nella tabella seguente.

Anche per questi centri si ritrovano zone a densità edilizia assai differente. In linea di massima si tratta di sequenze di località abitate senza soluzione di continuità che si estendono lungo le principali vie di comunicazione, con grossi centri costieri nel tratto compreso fra la battigia e la S:S: 106 e centri sparsi sui territori comunali, quasi sempre di remota formazione e caratterizzati da decremento sistematico della popolazione.

| Distribuzione della popolazione residente per Comune e località abitate | | |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|----------|
| | Altitudine | Abitanti |
| Motta S.Giovanni | 0/947 | 6592 |
| Lazzaro | 16 | 2949 |
| Motta S.Giovanni | 450 | 1856 |
| Riaci Capo | 11 | 153 |
| San Basilio | 600 | 349 |
| Valanidi | 350 | 439 |
| altre località | | 846 |
| Montebello Jonico | 0/1081 | 7521 |
| Fossatello | 515 | 299 |
| Fossatello jonico | 575 | 1260 |
| Masella | 295 | 683 |
| Molaro | 285 | 89 |
| Montebello Jonico | 425 | 464 |
| Saline ioniche | 35 | 2902 |
| San Luca- Marcelluzzo | 652 | 218 |
| Stinò | 187 | 299 |
| altre località | | 1307 |
| Melito Porto Salvo | 0/781 | 10727 |
| Caredia-Lacco | 112 | 526 |
| Melito Porto Salvo | 28 | 9110 |
| Musuponiti | 231 | 162 |
| Pentidattilo | 320 | 162 |
| Prunella | 96 | 695 |
| altre località | | 72 |
| Roghudi | 24/1818 | 1530 |
| Roghudi nuovo | 55 | 1530 |

12.6 Caratteri socioeconomici

L'analisi degli ultimi dati statistici del censimento di industria e commercio mostra un tessuto socio-economico nell'area di studio estremamente debole e quasi completamente a carattere terziario; ancorato a innumerevoli e polverizzate attività o di tipo commerciale, o legate ai servizi necessari alla vita delle città, o al cosiddetto turismo di passaggio. Il confronto tra i dati del 1990 e del 1993 (dati regionali SVIMEZ/ISTAT) sui principali indicatori economici rileva che nel periodo considerato il trend di sviluppo regionale è sostanzialmente peggiorato, si è ridotta la popolazione attiva del -10,24% e gli occupati sono passati da 611.000 a 595.000 con una flessione del 2,8%.

La composizione degli occupati al 1993 vede 110.000 unità in agricoltura pari al 18,51% (-17,30% rispetto al 1990); 121.000 nell'industria pari al 29,37% (+9,0% rispetto al 1990); 363.000 nel terziario pari al 61,11% (-1,1% rispetto al 1990).

Il settore agricolo, di non trascurabile importanza nel quadro dell'economia della zona studiata, non offre produzioni particolari, in linea di massima i pianori delle colline sono coltivati a vigneti e sono presenti piante di ulivo e di quercia, mentre le piane sono coltivate ad agrumeti comprendenti in massima parte aranci e bergamotto.

Il settore dell'artigianato attualmente è molto debole e nell'area urbana di Reggio è quasi del tutto scomparso. È caratterizzato da attività tradizionali di basso rischio e tendenzialmente in declino.

Il settore industriale è alquanto scarso, su base regionale le imprese nel 1991 con un numero di addetti inferiore a 10 risultano circa il 94% del totale, mentre il 5% ha dimensione compresa tra 10 e 49 addetti.

In Calabria, dunque, non esiste in pratica la grande impresa industriale, quella di medie dimensioni, 100/499 addetti, è limitata solo all'1% del totale. Nel territorio si segnalano poche grosse realtà produttive. Il settore manifattiero è presente con aziende di piccole dimensioni e prospettive di crescita modeste, in crisi è anche il comparto tessile. Il settore edilizio è a tutt'oggi l'attività prevalente imprenditoriale, interessante è anche la presenza del settore agro-alimentare nell'area nord della città che in questi anni ha manifestato una certa vivacità imprenditoriale.

Sul territorio il terziario si caratterizza prevalentemente di attività che rientrano nel cosiddetto terziario di consumo (commercio al minuto, pubblici esercizi, servizi ricreativi) che assorbe circa il 90% degli addetti alle attività extragricole e di quelle legate alle attività di trasporto e al notevole flusso di passaggio attraverso lo stretto di Messina.

Di seguito si riporta una tabella indicante il numero di imprese, di istituzioni, di unità locali, e il numero di addetti ivi impiegati riferita ai due comuni più significativi del territorio e popolazione (da 14 anni in su) impiegata nelle attività economiche più importanti. Tale situazione è quella relativa all'anno 1991 (fonte ISTAT).

| | Imprese | | Istituzioni | | Unità' locali | | Agricoltura | industria | Altre | totale |
|-------------|---------|---------|-------------|---------|---------------|---------|-------------|-----------|--------|--------|
| | N° | Addetti | N° | Addetti | N° | Addetti | | | | |
| Melito P.S. | 522 | 1266 | 6 | 579 | 643 | 2096 | 243 | 612 | 2067 | 2922 |
| Reggio C. | 6402 | 19330 | 143 | 5921 | 7728 | 42210 | 1338 | 8033 | 41388 | 50759 |
| Provincia | 23504 | 53966 | 454 | 15773 | 27891 | 104700 | 30910 | 31949 | 104841 | 167700 |

Quadro economico.

Accanto a quanto già scritto è importante tenere conto anche della domanda turistica calabrese che costituisce fenomeno significativo e in decisa crescita durante la stagione estiva. Per quanto concerne il dato regionale, il movimento turistico segue un andamento diversificato a seconda che si consideri il settore alberghiero o quello extra-alberghiero. Il primo settore, tra maggio e agosto 1990, ha registrato un'andamento positivo caratterizzato dalla crescita sia degli arrivi dei turisti (più 3,2% rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente) che delle presenze (più 12,8%), dove con tale termine si intendono coloro che usufruiscono delle attrezzature turistiche, e quindi con tempi di permanenza sul posto almeno superiori alle 24 ore. Analizzando invece gli esercizi extra-alberghieri si avverte una lieve flessione nelle presenze (meno 1%) e negli arrivi (meno 0,4%) anche se la domanda complessiva rappresenta oltre il 42% del totale. Dall'analisi del movimento clienti in Calabria, il totale degli arrivi è di 671.558 (di cui 628.964 italiani e 42.594 stranieri) mentre il totale delle presenze è di 4.151.881 (di cui 3.912.937 italiani e 238.944 stranieri), questo su una base nazionale di 59.057.446 di arrivi e 251.216.039 presenze. Il movimento turistico straniero è in crescita nella regione (più 6,7% per gli esercizi extra-alberghieri e più 19,5% per quelli alberghieri, nei primi otto mesi del 1990); mentre il movimento dei clienti italiani ha fatto registrare, rispetto all'anno precedente, una flessione nel settore extra-alberghiero e un incremento nel settore alberghiero. I mesi scelti per le vacanze sono ancora una volta risultati quelli estivi, infatti il numero più alto di turisti in Calabria è stato raggiunto ad agosto con 2.390.491 presenze. Gli esercizi ricettivi presenti nella regione sono risultati, nel 1990, 636, con una crescita dello 0,3% negli esercizi e dell'1,3% nei posti letto.

La fascia costiera da Reggio Calabria a Palizzi Marina, pur segnalandosi come località di alto interesse turistico poiché manca di un piano strategico complessivo capace di offrire un'offerta strutturata, che legghi tra loro opportunità naturalistiche, culturali e storiche, ha presentato ritmi incrementali insoddisfacenti, ma con una inversione di tendenza negli ultimi anni. Oltre alle rilevazioni ufficiali, che forniscono solo una misura imprecisa, in difetto, del movimento turistico,

bisogna considerare che una rilevante componente del flusso turistico si indirizza verso le abitazioni private (dal 70% all'80% del totale nel mese di agosto) caratterizzandosi come di tipo "stanziale" con lunghe permanenze.

12.7 Emergenze di interesse archeologico e storico-testimoniale

La porzione di territorio interessato dal progetto stradale si sviluppa immediatamente a sud di Reggio Calabria tra le località di Mortara, nei pressi della foce della fiumara Valanidi, e Melito Porto Salvo, e costituisce una fascia limitrofa allo stretto che separa la Calabria dalla Sicilia. Posto nella punta estrema della Calabria il territorio in esame presenta caratteri geomorfologici abbastanza accidentati ad eccezione di una stretta fascia pianeggiante presso la costa, intervallata dalle foci di numerosi corsi d'acqua, quasi sempre a carattere torrentizio, denominati fiumare ed ha rappresentato in passato un'area di ottima vivibilità per l'insediamento umano. Risalgono infatti almeno all'Età del Bronzo le prime attestazioni di insediamenti soprattutto nell'area della città di Melito e nei suoi dintorni, in siti noti come Prastara, Monasterace e Spilingara e altri.

La particolare conformazione territoriale potrebbe aver anche condizionato fin dall'antichità l'assetto dei principali assi viari facenti capo a Reggio Calabria, estremo della via Annia-Popilia e della via costiera ionica, e potrebbe aver determinato la creazione di vie secondarie. Ciò avvenne sicuramente tra l'età classica e l'Alto Medioevo quando, con la sparizione di insediamenti costieri a favore di siti d'altura, si dovette necessariamente sviluppare un reticolo di diverticoli stradali irradianti dalla via litoranea verso i centri dell'entroterra. Anche allora, comunque, la strada costiera continuò a rappresentare l'asse viario principale di questa zona. Il suo tracciato, originatosi in epoca magnogreca ed utilizzato in età romana, continuava ad essere ricordato infatti negli itinerari di età tardoantica e medievale.

Lungo la fascia in esame si può ripercorrere un itinerario fitto di testimonianze antiche, in gran parte venute alla luce recentemente con la ricerca archeologica sul campo, itinerario tracciato anche da storici e geografi antichi, scandito da vari promontori che costituivano punti di riferimento essenziali per la navigazione.

Negli itinerari medievali viene sempre citata una località, Leucopetra, che dovrebbe corrispondere a Capo d'Armi e che viene ad assumere un ruolo centrale nella storia del territorio a sud di Reggio Calabria. Ciò non deve stupire visto che questo promontorio, porta d'accesso meridionale allo

Stretto, continuava a costituire un punto di riferimento visivo per i naviganti anche in età post-antica e medievale, dato confermato dalla perpetuazione del suo nome nelle carte geografiche della zona a sud di Reggio Calabria.

La storia del territorio tra Reggio Calabria e Lazzaro dall'inizio della sua occupazione fu saldamente legata alle sorti della prima: la città greca, il cui centro abitato era di ridotte dimensioni, era collegata "a numerose frazioni dell'immediata periferia". A differenza di tutte le altre città calabresi il territorio di Reggio Calabria presentava un notevole fronte mare confinando sulla terra con quello di Locri, ciò che determinerà dal V secolo a. C. una continua lotta tra le due città. Dalla parte meridionale il limite del territorio reggino era fissato da tutti gli storici al fiume Halex, ad est del quale c'era un altro fiume il Kaikinos. La loro identificazione è oggi difficile: è possibile che l'Halex corrisponda all'attuale area di Melito e il Kaikinos alla fiumara Amendolea.

Gli storici e geografi, come Strabone, ricordano i numerosi borghi che tendevano a disporsi nella chora intorno a Reggio Calabria, offrendo l'immagine di un'area intensamente abitata per quell'epoca. E' infatti probabile che tale città iniziasse, subito dopo la sua fondazione avvenuta nell'VIII secolo a. C. ad opera di popolazioni calcidesi e messeniche, ad espandere il proprio controllo nelle aree limitrofe promuovendo piccoli stanziamenti in punti strategicamente importanti per un sempre miglior controllo dello stretto. Così sembrano potersi interpretare l'insediamento di Occhio di Pellaro localizzabile vicino al capo Pellaro che chiude a sud l'insenatura dominata a settentrione da Reggio Calabria stessa, in un tratto dove probabilmente la S.S. 106 coincide con l'antico percorso romano. I dati archeologici inducono a credere che tutto questo bacino pianeggiante caratterizzato dalla ricchezza delle acque e delle argille, nella sua estrema importanza per l'economia agricola della colonia di Reggio Calabria, dovette continuare ad essere tenuto sotto il controllo reggino per molto tempo. Il sito di Pellaro mantenne infatti a lungo quella tradizione d'uso a carattere artigianale, segnalata dai ritrovamenti, che determinò la sua sopravvivenza anche in età tardoantica e medievale.

Importanti rinvenimenti archeologici sono stati effettuati anche nell'area di Bocale: una necropoli di età ellenistica, alcune tombe bizantine, una torre risalente al Medioevo, frammenti di ceramica a vernice nera del IV secolo a. C. che potrebbero essere significativi per la localizzazione del vecchio abitato.

Del sito di Lazzaro è da tempo nota la frequentazione a partire dall'età greca. Per la conoscenza della presenza greca in questa porzione di territorio fondamentale fu il rinvenimento in località

Stretto della Ferrina di una ricca stipe votiva ed un santuario. Attestazioni analoghe in questo tratto della costa ionica a sud di Reggio Calabria si riscontrano in altri depositi votivi messi in luce a Saline Ioniche. Numerosi altri rinvenimenti sparsi, anche di consistenza monumentale come un edificio, sono segnalati nello stesso sito da uno studioso locale agli inizi del Novecento, senza che ne restino tracce. Non solo le aree di pianura ma anche i siti di altura che circondavano Reggio Calabria, come S. Niceto, hanno restituito indizi di frequentazione di età ellenistica (IV-III secolo a. C.).

Nel corso del III secolo a. C. i Romani iniziarono l'espansione verso il sud di Italia, ponendo una guarnigione anche a Reggio Calabria e iniziando nel corso del II secolo una sanguinosa pacificazione con la deduzione di nuove colonie di diritto romano e latino. La legge Plautia-Papiria dell'89 a. C. permise alle città calabresi di diventare municipi romani e la Calabria, con la riforma amministrativa augustea, fu inclusa nella III Regione Lucania et Bruttii. Per l'ultimo periodo della Repubblica e gran parte dell'impero non si registrano episodi di rilievo: le città si organizzarono, lo sfruttamento delle campagne avvenne con ville e fattorie, la lingua, i riti e i culti erano ormai quelli romani. Reggio Calabria continuava anche nella sua funzione di porto di collegamento sullo stretto di Messina e, nel periodo tardo-imperiale, divenne anche sede del corrector della regione. Le vicende dell'area reggina continuarono ad essere legate a quelle del capoluogo, oggetto di uno spopolamento a causa di terremoti e vicende belliche. Durante l'epoca imperiale molto probabilmente Reggio Calabria non superò mai l'estensione del precedente insediamento greco.

L'età romana segnò una riorganizzazione del territorio. In una prima fase molte ville rustiche si svilupparono in siti già in precedenza occupati; successivamente si diffuse il modello della villa residenziale. La documentazione archeologica data i ritrovamenti più antichi al III secolo a. C.; sono resti di fattorie ellenistico-romane che indicano una lenta e progressiva rinascita economica della Calabria già immediatamente dopo la sua conquista da parte dei romani. Da questo momento e fino al III secolo d. C. si assiste in Calabria ad un proliferare di ville ed insediamenti a carattere agricolo che in alcuni casi continueranno a sopravvivere fino al tardoantico, segnando il passaggio dal periodo romano all'Alto Medioevo quando si trasformarono in piccoli borghi. In età repubblicana accanto alle piccole fattorie di tradizione ellenistica si formarono i grandi insediamenti fondiari che utilizzavano la manodopera servile per portare avanti l'agricoltura e l'allevamento.

Un importante documento letterario in cui si cita esplicitamente il territorio tra Reggio Calabria e Lazzaro risale alla fine dell'età repubblicana: Cicerone ricorda il promontorio di Capo d'Armi come

sede di un complesso abitativo, in località Lazzaro, e di una stazione di imbarco probabilmente utilizzata tra il 42 e il 40 a. C. nelle operazioni militari contro Sesto Pompeo.

L'itinerarium Antonini cita a venti miglia da Reggio Calabria la statio di Decastadium : probabile l'identificazione con l'attuale centro di Melito Porto Salvo dove sono note varie testimonianze archeologiche dall'età ellenistica ma soprattutto romana. Di notevole importanza sono i due miliari di età costantiniana rinvenuti a Melito, segnacoli del XX e XXI miglio della strada costiera che confermano la notizia dell'itinerario. Ma non mancano altre importanti attestazioni archeologiche in questa porzione di territorio tra le quali almeno due ville rurali di età imperiale nelle contrade Annà e S. Leonardo.

Il radicale cambiamento dei precedenti equilibri avvenuto in generale alla fine dell'Impero romano comportò in parallelo anche l'evolversi della situazione in Calabria e nel territorio di Reggio Calabria. Con l'instaurarsi dei latifondi ecclesiastici e delle sedi vescovili, con i mutamenti geomorfologici specie nelle zone costiere a causa del divagamento dei fiumi, la regione assunse quell'aspetto che ha mantenuto fino all'inizio dell'età moderna. Il nome Calabria risale al VII secolo d. C.

Nella tarda età romana la vita economica della costa dello Stretto fu molto attiva. Infatti la funzione strategica dell'area risultò fondamentale durante la guerra tra Goti e Bizantini nel VI secolo d. C.; Reggio Calabria, importante presidio marittimo commerciale e militare, addirittura sembra accrescere in questa fase la sua importanza diventando una base navale dell'Impero Bizantino. A sud di Reggio Calabria lungo la costa importanti segni di vitalità produttiva si colgono a Pellaro in località Fiumarella, dove furono individuati impianti produttivi e industriali per la produzione delle anfore risalenti ad un periodo tra IV e VI secolo d. C. Per il territorio di Lazzaro e Capo d'Armi già nel XVIII secolo si erano rinvenute tracce di necropoli tardoantiche, così come nel territorio di Motta S. Giovanni. Dati recenti interessano soprattutto Lazzaro dove l'importante insediamento individuato arriva almeno fino al VII secolo d. C., così come nelle aree limitrofe esistevano siti a carattere artigianale-produttivo. Da questi dati si evince come le aree a sud di Reggio Calabria fossero nella Tarda Antichità e nell'Alto Medioevo estremamente attive.

Il panorama insediamentale cambiò nel corso dell'VIII secolo, quando i possedimenti dei Bizantini nell'Italia meridionale si ridussero alla Calabria e ad un settore della Puglia. Ciò determinò la trasformazione di questo territorio in una terra di frontiera. I Bizantini dovettero stabilire piccoli ma numerosi insediamenti, come attestano i rinvenimenti tra i torrenti Valanidi e Macellari, quali tre

tombe di età bizantina a sepolture multiple databili tra la fine del IX e l'inizio del X secolo in località Cozzetta. Le fonti arabe ci tramandano il ricordo del territorio legato alla pastorizia e all'allevamento dei bovini attività successivamente scomparse. Rinvenimenti monetali di età bizantina intorno al castrum di S. Niceto confermano la rilevanza economica della zona.

L'arrivo degli Arabi nel IX secolo aggravò la precaria situazione, anche se i Bizantini si impegnarono al massimo per mantenere saldo il presidio di Reggio Calabria e del suo territorio. Non sappiamo quale fosse il punto di approdo delle navi saracene nel X secolo durante le scorrerie che interessarono questo territorio, ma l'insenatura dopo Punta Pellaro sembra essere stato particolarmente adatto, nonostante la modifica della linea di costa per il maremoto del 1908 (nel 1908 il maremoto sommerse quasi completamente la borgata di Pellaro che fu ricostruita più a monte; sulla spiaggia attuale esistono resti interrati delle abitazioni del vecchio centro),.

Tra il IX e l'XI secolo, momento di arrivo dei Normanni, si verificò una rilevante trasformazione dei nuclei abitativi rurali con la costruzione di castelli e castra in siti d'altura. Nell'area dello Stretto lo sviluppo di questo nuovo modello insediativo si associò alla necessità di preservare un centro portuale di grande importanza strategica come Reggio Calabria determinando lo sviluppo di numerosi centri d'altura restrostanti collegati con la città che si disposero ad arco attorno ad essa e furono accomunati dallo stesso toponimo, Motta. Accanto ad essi si attesta l'esistenza di numerosi luoghi di culto, come chiese e monasteri. A metà del secolo XI alla minaccia araba si aggiunse quella normanna. La Calabria fu presa in meno di 10 anni dal 1054 fino alla caduta di Reggio Calabria nel 1060.

I centri fortificati nati in precedenza continuarono a vivere anche in età bassomedievale. Uno di questi è Pentadattilo, castello di fondazione bizantina, di lingua e rito greco fin dalle sue origini, che visse i periodi di maggiore prosperità economica quando ricoprì il ruolo di fortificazione di frontiera a salvaguardia delle coste dello Stretto, durante il governo arabo della Sicilia e la guerra del Vespro con conseguente divisione in due parti degli antichi domini normanno-svevi. Con l'ingresso del Regno di Napoli nell'orbita aragonese (1442) trovandosi i due regni nell'ambito di una stessa monarchia lo stretto cessò di essere frontiera e il castello e il paese di Pentadattilo cominciò il declino, come anche gli altri nati nell'epoca precedente.

12.8 Aree critiche

Per quanto riguarda gli ambiti paesaggistici, è evidente come le maggiori sensibilità siano da attribuire a quegli ambiti di maggiore valenza e minore capacità di adattamento alle modificazioni ad essi apportate; nello specifico, la maggiore sensibilità può essere attribuita ad un ambito piuttosto che all'altro, in quanto se è vero che l'ambito costiero si presenta maggiormente esposto e permeabile da un punto di vista percettivo (tra l'altro è "in vista" da parte di punti d'osservazione e corridoi prospettici siti nelle zone morfologicamente più rilevate), è anche vero che risulta più infrastrutturato rispetto a quello collinare, risultando, di fatto, meno sensibile ad ulteriori inserimenti infrastrutturali. Ne consegue una sostanziale equivalenza dei due ambiti paesaggistici presenti all'interno del corridoio di inserimento progettuale.

A scala di maggior dettaglio, risultano sensibili le aree delle fiumare attraversate dalle opere in progetto e i tratti più lontani dai centri abitati e dal corridoio infrastrutturale che si sviluppa lungo la costa, mentre non appaiono critiche le aree dell'ambito collinare attraversato per la maggior parte in galleria.

Più articolata appare la situazione per quanto riguarda le sensibilità inerenti il paesaggio inteso nei suoi segni strutturanti e complementari. In via generale si può affermare che a grande scala il maggiore grado gerarchico attribuisce ai segni strutturanti una maggiore sensibilità; a scala di maggiore dettaglio, però, i segni strutturanti assumono una capacità di assorbimento delle modificazioni eventualmente apportate tale da rendere più sensibili alcuni segni complementari di grande vulnerabilità (anche in relazione alle estensioni specifiche degli stessi), quali gli elementi minori dei boschi e della macchia.

Pertanto a scala di dettaglio, massima sensibilità è da attribuirsi a tali segni complementari presenti in corrispondenza dell'imbocco nord della galleria Del Capo.

Infine, dal punto di vista percettivo, la sensibilità del territorio interessato è generalmente assai rilevante in corrispondenza degli ambiti delle fiumare, con condizioni di intervistibilità elevate. A tale elevata sensibilità contribuiscono localmente anche le visuali osservabili dalle viabilità che corrono lungo i fondovalle ed i versanti delle fiumare, anche se in entrambi i casi le caratteristiche dinamiche dei fruitori di tali visuali (di fatto, persone che passano a bordo di veicoli transitanti su tali strade) ne riduce parzialmente il grado di sensibilità effettiva.

12.9 Effetti previsti in fase di cantiere

In funzione delle caratteristiche e delle valenze del territorio di inserimento progettuale e delle tipologie di intervento e delle relative azioni di progetto necessarie per la realizzazione delle opere e dei manufatti, la checklist degli impatti potenziali indotti, per la componente "Paesaggio", in fase di costruzione risulta essere la seguente :

- Alterazione dei sistemi paesaggistici

12.9.1 Alterazione dei sistemi paesaggistici

Un particolare aspetto degli impatti in fase di costruzione riguarda l'impatto sul paesaggio che può essere attribuito alla presenza dei cantieri (intesi nella loro concezione più ampia, comprendente non solo le aree di stretta pertinenza, ma anche quelle delle zone di stoccaggio provvisorio, della viabilità di servizio e delle opere di installazione degli impianti), i quali, con una occupazione sia pur circoscritta nel tempo, connoterà l'ambiente dell'area dei lavori, anche in relazione all'ampiezza notevole del bacino percettivo incentrato sulle aree di lavorazione.

Le interferenze indotte dalle opere in progetto possono manifestarsi sul paesaggio principalmente sotto l'aspetto dell'intrusione visiva e dell'alterazione dei bacini visuali.

Data la necessità di avere a disposizione aree vaste e pianeggianti per l'approntamento delle aree di cantiere, gli stessi verranno posizionati nelle aree più vicine alla costa o all'interno delle valli attraversate dalle fiumare: quindi se da un lato andranno ad interessare aree in avanzato stato di caoticità urbana, dall'altra parte potranno interessare anche ambiti più sensibili e naturali quali quelli delle fiumare.

Per contro va anche evidenziato comunque il carattere transitorio delle aree di cantiere, con conseguente piena capacità di recupero delle aree esterne rispetto all'impronta delle opere da realizzare; in ogni caso questo aspetto di temporaneità non deve far prescindere da una necessaria organizzazione delle aree di lavorazione tenendo conto di una doppia di finalità di indurre la minima interferenza possibile alla struttura ed alla funzionalità dell'ambito in cui si collocano e di favorire la massima capacità di recupero dello stato originario dei luoghi o di trasformazione di questi stessi.

12.10 Effetti previsti in fase di esercizio

In funzione delle caratteristiche e delle valenze del territorio di inserimento progettuale e delle tipologie di intervento e delle relative azioni di progetto implicite nell'esercizio delle opere in esame, la checklist degli impatti potenziali indotti, per la componente "Paesaggio", in fase di esercizio risulta essere la seguente :

- Alterazione della percezione visiva

12.10.1 Alterazione della percezione visiva

Come già affermato in fase di caratterizzazione dello stato di fatto, sono le caratteristiche del territorio e quelle tipologiche dell'intervento progettuale a determinare la profondità massima della percettibilità visiva. In tal senso, l'eventuale modifica delle reciproche condizioni spaziali e il grado di risalto percettivo delle opere e dei manufatti di nuova realizzazione rispetto ai preesistenti ed alla configurazione dei luoghi, sono maggiormente i due elementi in grado di indurre alterazioni delle attuali condizioni di intervisibilità, alterazione che può naturalmente avere connotazioni positive (riduzione dell'attuale grado di percezione) o negative (incremento del grado di visibilità attuale).

In tal senso, le soluzioni progettuali adottate prevedono la realizzazione di tipologie estreme che possono determinare, come nel caso delle gallerie naturali o artificiali, la totale scomparsa di questa problematica, mentre nel caso dei viadotti possono enfatizzare al massimo tale tipologia di impatto.

La criticità di questa problematica viene enfatizzata dalla frequente presenza di bacini percettivi aperti entro i quali il tracciato va ad inserirsi (attraversamento delle fiumare), al punto da sussistere per buona parte dei tratti in viadotto, ed anche per alcuni tratti in rilevato o in trincea che precedono e seguono i viadotti stessi. In questa situazione, un ruolo positivo viene, fortunatamente, giocato dalla scarsa fruizione del territorio attraversato; questa assenza, o quanto meno rarefazione, della fruizione del territorio riduce fortemente il numero dei ricettori potenzialmente in grado di subire l'impatto ed è il motivo per il quale a fronte di ampi tratti del tracciato per i quali è stata evidenziata la sussistenza di tale tipologia di impatto, le zone per le

quali si è provveduto a progettare le idonee misure di mitigazione specifica sono significativamente meno sviluppate.

12.11 Il rischio archeologico

12.11.1 Valutazione del rischio archeologico assoluto

Il rischio assoluto esprime un maggiore o minore rischio archeologico cui sono soggetti i siti e le evidenze presenti all'interno di un territorio indipendentemente dalla localizzazione del tracciato stradale e della sua tipologia nei vari segmenti, comprese le opere connesse.

Premettendo che il territorio in esame è sottoposto in generale ad una significativa criticità archeologica connessa con le stesse caratteristiche storiche dell'area, sono state considerate tre categorie di rischio archeologico assoluto: alto, basso, nullo, delle quali si definiscono le caratteristiche:

1. Rischio alto: sono state considerate a rischio alto tutte le porzioni di territorio dove le indicazioni bibliografiche o d'archivio (si ricorda che le foto aeree non hanno fornito indicazione per l'individuazione di nuovi siti) hanno indicato la presenza di evidenze archeologiche localizzate con certezza. Le aree interessate da vincolo o da proposta di vincolo sono ovviamente rientrate in questa categoria di rischio.
2. Rischio basso: si sono classificate a basso rischio quelle aree dove, pur non risultando dalle fonti prese in considerazione o dalla analisi delle foto aeree presenza di evidenze archeologiche accertate, esiste una possibilità minima dell'estensione del contesto archeologico attestato nel settore limitrofo.
3. Rischio nullo: sono state considerate sottoposte a rischio assoluto nullo tutte quelle zone, anche molto ampie, che non conservano presenze archeologiche, e per le quali non si è ritenuto necessario e motivato estendere un'ipotetica criticità archeologica.

Sono da considerarsi ad alto rischio archeologico i tratti di costa compresi tra Pellaro e Bocale, tra Lazzaro e Capo dell'Armi e l'area di Milito di Porto Salvo. Sono tutte e tre aree ad alto rischio visti i numerosi rinvenimenti attestati nelle diverse aree di diversa epoca e cronologia.

Sono da considerarsi a basso rischio archeologico assoluto le aree comprese tra la Fiumara Valanidi e la Fiumara Macellara dove, pur non essendo state rinvenute presenze consistenti e non essendoci menzione nelle fonti bibliografiche e di archivio di resti archeologici, le fonti attestano tra le due fiumare piccoli insediamenti risalenti all'età protostorica e bizantina; in realtà gli unici rinvenimenti al momento certi sono localizzabili in località Cozzetta che non rientrano nel settore oggetto di studio.

Altre aree classificabili a basso rischio archeologico sono i territori a monte di Saline Joniche e la Fiumara di S. Elia: in corrispondenza della prima area sono stati rinvenuti alcuni frammenti erratici mentre nella seconda area, sulle pendici della Fiumara di S. Elia sono stati individuati alcuni insediamenti sparsi di epoche diverse.

Tutte le altre aree sono da considerarsi a rischio nullo.

12.11.2 Valutazione del rischio archeologico relativo

La valutazione del rischio archeologico relativo prende in considerazione l'interferenza potenzialmente esistente fra le diverse evidenze sottoposte a rischio assoluto e le opere infrastrutturali da realizzare nell'ambito di intervento. In questo tipo di valutazione diventa molto importante considerare la tipologia delle opere, oltre alla distanza delle evidenze archeologiche dal tracciato stesso; inoltre è opportuno prevedere, per quanto possibile, le possibili estensioni di aree archeologiche che possano essere intercettate dalle opere in corso.

Sulla base di questo e di quanto esposto fino ad ora, sono state considerate quattro categorie di rischio archeologico relativo: alto, medio, basso e nullo e si individuano i tratti del tracciato sottoposti alle diverse categorie di rischio archeologico relativo.

In genere i segmenti con andamento in galleria sono stati considerati sempre sottoposti a rischio nullo in quanto le opere da realizzare non sembrano incidere sugli strati potenzialmente interessati da depositi archeologici. Nei tratti in galleria solo il primo breve segmento degli stessi può essere suscettibile di un minimo rischio solo qualora siano attestate presenze archeologiche in un ambito immediatamente circostante o coincidente con la sede del tracciato.

Inoltre i tratti interessati da viadotto, poiché prevedono comunque opere in profondità, sono stati considerati sottoposti comunque a un basso rischio archeologico anche quando non rilevate presenze archeologiche negli ambiti di immediata vicinanza; qualora invece attestate evidenze vicino al tracciato stesso è mutata la valutazione del rischio, come si potrà leggere di seguito.

Si prendono in considerazione i seguenti settori:

1 SETTORE: Dall'innesto della Jonica attuale al km 1. Questo primo segmento non appare interessato da presenze archeologiche disposte nelle immediate vicinanze. Comunque, come già evidenziato nel paragrafo del rischio assoluto, tutta l'area compresa tra la Fiumara Valanidi e la Fiumara Macellara, pur non presentando presenze consistenti e non essendoci menzione nelle fonti bibliografiche e di archivio di resti archeologici, (le fonti attestano solamente che tra le due fiumare erano presenti piccoli insediamenti risalenti all'età protostorica e bizantina) deve essere considerata a medio rischio archeologico. Questo primo tratto in progetto è costituito dalle rampe di collegamento alla Jonica attuale (in rilevato e trincea) e da due lunghe gallerie (Regina monte e valle) di avvicinamento al tracciato della nuova Jonica; questa, in tale tratto iniziale, è articolata in due viadotti (Macellara e Carro) e due tratti in galleria (Carro monte e valle e il primo tratto della galleria Macellara monte e valle). Per tutti i tratti all'aperto bisogna considerare quindi un rischio archeologico relativo di grado medio. Sarà necessario quindi prevedere nelle fasi di scavo la presenza dell'archeologo in cantiere.

2 SETTORE: Dal km 1 al km 2. Segmento caratterizzato da due gallerie (secondo tratto della Macellara monte e valle e Marulla monte e valle) e dai viadotti (Marulla I° e II°). I viadotti localizzati in prossimità del km 1, 500, sono stati considerati sottoposti ad un alto rischio per la presenza dell'evidenza n. 8, un'area di frammenti (ceramica a vernice nera, pareti di grosso vaso, frammenti di embrici, cfr. scheda corrispondente) di età romana segnalata nel corso di una ricognizione di superficie effettuata negli anni recenti. Esiste quindi la possibilità di rinvenire altri materiali, depositi o strutture archeologiche nel sottosuolo nel corso dei lavori di escavazione per la realizzazione dei viadotti.

Si ritiene assolutamente necessaria la presenza di un archeologo per tutta la durata dei lavori di scavo e sbancamento.

3 SETTORE: Dal km 2 al km 3. Segmento che prevede un ampio tratto in galleria (Pavigliani) non interessato da presenze archeologiche. Il rischio archeologico relativo è nullo.

4 SETTORE: Dal km 3 al km 4. Questo tratto è articolato in due gallerie (parte terminale della galleria Pavigliani monte e valle e parte iniziale della galleria S. Maria) e, tra queste, un viadotto di 150 metri (Viadotto Lume monte e valle) ed uno svincolo (pellaro/Bocale). Si rileva la scarsa presenza di evidenze archeologiche ad eccezione della n. 26 (cfr. scheda) riferibile ad una lapide funeraria di età romana rinvenuta nelle immediate vicinanze nel corso di una ricognizione: l'area può essere definita ad alto rischio archeologico assoluto. Considerato il luogo in cui la lapide, che è riferibile alla chiesa del Carmine, è stata rinvenuta come materiale erratico non sembra potersi presumere l'esistenza di una necropoli funeraria o altro contesto situato nelle immediate vicinanze cui potrebbe riferirsi la lapide stessa, tuttavia per la tipologia delle opere da realizzare si ritiene opportuno considerare questo viadotto sottoposto ad un rischio relativo di grado medio, mentre i rami di svincolo non appaiono sottoposti a rischio di alcun tipo.

Per le opere di scavo e sbancamento per la realizzazione del viadotto sarà necessario prevedere la presenza dell'archeologo in cantiere.

5 SETTORE: Dal km 4 al km 5. Segmento che prevede un tratto in galleria (S. Maria) non interessato da presenze archeologiche, ad eccezione dell'evidenza n. 30, ruderi di una torre distrutta anni fa (cfr. scheda corrispondente), situata al di sopra del rilievo all'interno del quale verrà realizzata la galleria. Il rischio archeologico relativo è da considerarsi nullo.

6 SETTORE. Dal km 5 al km 6. Il settore è interessato da un ampio segmento in galleria (S. Maria monte e valle) e, in prossimità del km 6, in esterno anche da due viadotti sui due sensi di marcia (Viadotto Campoli monte e valle). Non sono attestate presenze archeologiche. Il rischio archeologico relativo è da considerarsi nullo.

7 SETTORE: Dal km 6 al 7. Non è attestata la presenza di resti archeologici. Il segmento è costituito dalla galleria Motta-San Giovanni (monte e valle) e dal primo tratto della galleria Candelora (monte e valle) e, tra questi, un viadotto (Ferrina monte e valle). Il rischio archeologico relativo è da considerarsi nullo.

8 SETTORE: Dal km 7 all'8. Due tratti in galleria (tratto finale galleria Candelora monte e valle e tratto iniziale galleria La Croce monte e valle) e, tra questi, un viadotto (Oliveto monte e valle). Non sono documentate presenze archeologiche ad eccezione dei ruderi della chiesa n. 33 (cfr. scheda), situata in località Santolaro in un luogo molto aperto sulla sommità di un'alta radura. Per la sua dislocazione non è soggetta a rischio archeologico e tutto il tratto è da considerarsi a rischio archeologico relativo nullo.

9 SETTORE: Dal km 8 al 9. Questo è il segmento di tracciato indubbiamente sottoposto a maggiori criticità archeologiche. E' caratterizzato dall'alternanza di gallerie (tratto terminale della La Croce monte e valle, galleria Valiardi monte e valle), viadotti (Saetta monte e valle e Lazzaro monte e valle), brevi tratti all'aperto e dallo svincolo di "Lazzaro".

Questa porzione di territorio è interessata da presenze archeologiche molto importanti riferibili all'insediamento e sito di Lazzaro (cfr. scheda n. 37 e relative sottoschede) occupato dal V secolo a. C. al V d. C., attraversato dalla fiumara S. Vincenzo. Sui resti fu imposto un vincolo nel 1977, poi ampliato nel 1984 fino ad interessare un'ampia area di interesse archeologico oggetto di annuali campagne di scavo a partire dal 1995. Attualmente ancora non si conosce con esattezza l'effettiva estensione dell'area dell'insediamento identificata dalle fonti antiche forse con l'antica Leucopetra Regina, stazione viaria sulla via Jonica Reggio-Taranto.

Il tracciato stradale lambisce in un tratto l'area di interesse archeologico, in particolare la necropoli (cfr. 37 B) facente parte dell'insediamento.

I tratti interessati dai viadotti e la prima porzione della galleria da realizzare in corrispondenza del km 8, 500 sono soggetti ad un alto rischio archeologico relativo.

Per la parte in galleria si indica come necessaria un'assistenza archeologica nel corso dei lavori di escavazione della prima parte, mentre per le aree sede dei futuri viadotti si reputa indispensabile una ricognizione di superficie preliminare alle opere infrastrutturali da realizzare.

10 SETTORE: Dal km 9 al km 10. Alternanza di tratti all'aperto, in galleria (Altibano monte e valle) e viadotti (Giammassaro monte e valle e Catrica monte e valle). Il segmento contiene anche lo svincolo "Lazzaro". Non si rilevano presenze archeologiche nelle immediate vicinanze, ad eccezione del tracciato stradale (n. 39), oggi non più esistente e localizzato, dalle fonti, a circa 500 metri dal tracciato stradale in progetto.

In questo settore solamente i tratti in viadotto sono sottoposti ad un basso rischio archeologico, i tratti in galleria a rischio nullo.

11 SETTORE: Dal km 10 all'12. Il segmento è quasi totalmente interessato da un ampio tratto in galleria (del Capo monte e valle), mentre nella parte finale fino al km 12 da un viadotto (Ambro monte e valle). Non sono rilevate presenze archeologiche in questo settore del tracciato, quindi il rischio archeologico relativo è da considerarsi nullo.

12 SETTORE: Dal km 12 al 15. Alternanza di gallerie (Molaro, Vena e Pantano, monte e valle), tratti all'aperto, viadotti (Molaro 2, Saline, Pulica, monte e valle) e lo svincolo di Saline. Non sono attestate presenze archeologiche in prossimità del tracciato perciò tutto il settore è da considerarsi a rischio archeologico relativo nullo.

13 SETTORE: Dal km 15 al 17. Il primo segmento sarà interessato dalla realizzazione di due viadotti (Montenero 1 e 2 monte e valle), alternato a tratti all'aperto, il secondo da una lunga galleria (La Guardia monte e valle) che terminerà poco oltre il km 17. Non sono rilevate presenze archeologiche nelle immediate vicinanze. L'evidenza n. 50 (cfr. scheda), insediamento di età greco-romana in località Pietrerosse indicato dalla Soprintendenza, è localizzata a circa 500 metri dal tracciato. Si prevede un basso rischio archeologico solo per i tratti in viadotto.

14 SETTORE: Dal km 17 al km 20. Tratti all'aperto, viadotti (S. Elia, S. Anna, monte e valle) e lunghi tratti in galleria (S. Elia, Cacalupo, monte e valle). Non sono documentate presenze archeologiche, perciò il rischio archeologico relativo è da considerarsi nullo.

15 SETTORE: Dal km 20 al km 21. E' l'ultimo tratto interessato dal progetto infrastrutturale, il megalotto terminerà in corrispondenza del km 20,900. Il primo tratto si sviluppa in galleria (tratto terminale della galleria Cacalupo monte e valle), seguito da un tratto in viadotto (Melito monte e valle) e dallo svincolo di Melito, città sede di un antico insediamento fin dal neolitico e identificata dalle fonti come la Statio Decastadium (cfr. scheda n. 55 e relative sottoschede).

Il tratto in viadotto e la strada di collegamento per Melito sono soggetti ad un basso rischio archeologico.

Per le opere di scavo e sbancamento è necessario prevedere la presenza dell'archeologo in cantiere.

13 INTERAZIONE OPERA/AMBIENTE

L'interazione tra l'opera in progetto e l'ambiente di inserimento, intendendo con tale termine l'ambiente nella sua interezza naturalistica, paesaggistica, antropica e socioeconomica, si esplica fondamentalmente in due diversi momenti tra loro completamente diversi per azioni di progetto attivate e per compatibilità innescate: la fase di cantiere e la successiva fase di esercizio.

Tale duplice approccio è d'altro canto esplicitato dalla specifica trattazione portata avanti separatamente nell'ambito dei precedenti capitoli dedicati alle singole componenti ambientali.

L'intervento strutturale in esame consente, a fronte di impatti territoriali sostanzialmente concentrati nelle tratte all'aperto e quindi presso gli imbocchi delle gallerie e negli attraversamenti fluviali, di innescare una serie di ricadute positive in termini di collegamento viario e di nuovo assetto infrastrutturale: la convenienza realizzativa del Megalotto 5 si associa a quella dell'intera SS 106 "Jonica", denotando con ciò che l'intervento in oggetto, almeno in questo tratto, trova rispondenza nei benefici apportati alla popolazione. Infatti, ad un incremento dell'utenza automobilistica, previsto dagli studi trasportistici, un maggior numero di persone potranno godere di un tracciato più fluido, con ridotte perdite di tempo e ridotta incidentalità rispetto al percorso attuale.

Complessivamente l'intervento in progetto si configura come un'opera di concertazione fra gli Enti e le Amministrazioni territorialmente interessati e, volta alla minimizzazione degli impatti sull'ambiente circostante.

13.1 Sensibilità complessiva ante-operam

Il territorio analizzato presenta complessivamente valori di sensibilità significativi che possono essere ricondotti essenzialmente all'interno di una duplice distribuzione: una fascia a maggiore sensibilità corrispondente alla zona abitata della periferia meridionale di Reggio Calabria ed una seconda area, di sensibilità medio-bassa corrispondente al restante sviluppo territoriale dell'infrastruttura.

All'interno di tali aree i valori di sensibilità e le principali valenze ambientali sono riconducibili essenzialmente alla presenza sia di elementi morfologico-strutturali e di interesse storico-culturale, sia di aree caratterizzate da elevata significatività paesaggistica e vegetazionale e da

elevata vulnerabilità idrica; mentre, in percentuale minore risulta, l'esistenza di situazioni caratterizzate da attuali forme di inquinamento atmosferico e acustico.

13.2 Le aree critiche

In un contesto ambientale come quello relativo all'area di intervento la realizzazione delle opere in esame (gallerie, viadotti, rilevati, ecc...), determina una serie di impatti simili e/o differenziati tra loro, ma sostanzialmente presenti in diversi settori dell'area studiata.

Dove è riscontrabile un'unica tipologia di impatto, od una piccola associazione caratterizzata dalla netta prevalenza di una tipologia di impatto, l'eventuale successivo intervento di mitigazione può essere eseguito con una certa omogeneità tecnica che deve tenere in debito conto esclusivamente le implicazioni direttamente connesse con quel determinato tentativo di minimizzazione delle alterazioni indotte dall'opera.

Più complesso appare il discorso in corrispondenza di quelle aree al cui interno si esplicano più impatti in grado di interagire mutuamente tra loro. In questi casi la soluzione di minimizzazione degli impatti dovrà pertanto essere ricercata tenendo conto della sinergia che si attua tra i vari effetti ambientali, effetti per la cui soluzione è anche possibile che possano essere approntati un insieme di interventi le cui rese funzionali possono anche presentare divergenze tra le singole componenti. La particolarità di queste aree fa sì che gli intorni relativi alle aree di influenza (aree sensibili) dei singoli impatti vengano evidenziate come aree critiche, una dizione che bene rende l'idea della complessità sia degli effetti che dei relativi interventi di mitigazione, entrambi operanti a livello sinergico.

L'assetto ambientale dell'area di studio e le caratteristiche tecniche del progetto interagiscono tra loro in maniera tale da determinare la possibilità di evidenziare due distinte aree critiche all'interno dell'intero territorio in esame.

La prima di queste aree coincide con la periferia meridionale di Reggio Calabria (località Mortara, circa), con densità abitativa medio-alta, presenza di testimonianze storico-archeologiche elevata, presenza di corsi d'acqua con propensione all'erosione molto alta, aree in frana (anche se quiescenti) e zone intensamente coltivate. All'interno di questo areale che si estende all'incirca per tutto il tratto appartenente alla "Bretella" che collegherà l'attuale S.S. 106 con la nuova viabilità, la criticità è ascrivibile essenzialmente alla densità abitativa che se da un lato è testimonianza diretta

della pressoché totale assenza di ecosistemi naturali ed una valenza paesaggistica in parte compromessa, dall'altro evidenzia le problematiche direttamente connesse con una nuova infrastruttura; quali il rischio di un aumento di inquinamento acustico, atmosferico, e di una eventuale nuova criticità legata alla dinamica fluviale dei corsi d'acqua attraversati e/o alla riattivazione di fenomeni di dissesto già presenti sul territorio.

L'altra area è pressoché coincidente con lo Svincolo di Melito (ultime progressive del tracciato) e a differenza della prima area già individuata, si caratterizza proprio per i fattori opposti; cioè la presenza di un habitat naturale e caratteristico (infatti, la fiumara di Melito è un'area di interesse comunitario pSIC), una probabile interferenza con locali falde idriche e ad una interruzione dei corridoi faunistici (irreversibile) lungo il pressoché totale sviluppo dello Svincolo. Tali fattori la rendono, pertanto, un'area caratterizzata da valenze vegetazionali, faunistiche ecosistemiche, idrologiche e subordinatamente paesaggistiche, la cui entità varia in funzione della superficie specifica delle singole zone ad omogenea copertura vegetazionale che si snodano lungo le sponde della fiumara e dell'assetto idrologico locale.

13.3 Analisi degli impatti

L'analisi degli impatti ambientali ha lo scopo di identificare i potenziali impatti critici esercitati dal progetto sull'ambiente nelle fasi di costruzione ed operatività e manutenzione e, di prevederne e valutarne gli effetti prodotti, attraverso l'applicazione di opportuni metodi di stima e valutazione.

A seconda delle diverse interazioni tra l'opera, nelle sue diverse accezioni e parti, ed il territorio, si possono venire a creare situazioni per le quali le modificazioni possono essere di entità e segno diverso.

Nell'ambito del presente Studio di Impatto Ambientale si è giunti ad individuare le seguenti tipologie di impatto (inteso nel senso di "mutazione o cambiamento") definibili in relazione alla valenza degli effetti, alla loro durata ed al loro grado di permanenza :

- impatti negativi (effetti che determinano un peggioramento delle valenze considerate rispetto alle scale di qualità prese in considerazione) ed impatti positivi (effetti che determinano un miglioramento delle valenze considerate rispetto alle scale di qualità prese

in considerazione): i primi presenti nella zona meridionale di Reggio Calabria mentre i secondi si determinano attraverso un auspicabile decongestionamento della tratta costiera dell'attuale S.S. 106 (nel campo della salute pubblica);

- impatti a breve termine (impatti che producono alterazioni immediate e di breve durata) ed impatti a lungo termine (impatti che producono alterazioni che perdurano oltre la fase di costruzione e di iniziale esercizio dell'opera) rispettivamente riconducibili alle emissioni inquinanti in fase di cantiere (rumori, polveri, vibrazioni, etc.) ed alle alterazioni paesaggistiche in fase di esercizio;
- impatti reversibili (impatti che possono essere eliminati mediante mitigazioni tecniche) o impatti irreversibili (impatti che producono modificazioni definitive) rispettivamente riconducibili alla maggior parte delle modificazioni alla fase di cantiere ed a quella di esercizio;
- impatti diretti o primari (impatti determinati dallo svolgimento delle attività di progetto) o impatti indiretti o secondari (impatti che si determinano per relazione indiretta, indotta, cumulativa o sinergica tra le azioni primarie di progetto e le componenti ambientali, in aree di impatto e/o su componenti ambientali non direttamente collegate alle attività di progetto in esame) riconducibili alle sottrazioni dirette di vegetazione o all'alterazione di processi idraulici ed entità ecosistemiche.

Una sintesi delle entità degli impatti attesi a seguito dell'esplicitarsi delle diverse azioni di progetto è contenuto nelle successive elaborazioni, nelle quali gli impatti sono stati evidenziati per le diverse aree critiche sinergiche evidenziate nel presente capitolo.

13.3.1.1 Alterazione di rischio idrogeologico

La costruzione di viadotti provoca un'interferenza con le aree (censite dall'AdB della Calabria) ad elevato rischio di esondazione e la possibilità di intercettare con le opere di fondazione alcune locali falde idriche, con conseguente rischio di alterazione delle caratteristiche dell'acquifero intercettato.

13.3.1.2 *Sottrazione suolo agrario temporanea e permanente*

La sottrazione del suolo agrario ha carattere permanente in corrispondenza del tracciato stradale e delle opere annesse, mentre risulta reversibile nelle aree assegnate ai cantieri.

La sottrazione di terreno comporta, inoltre, l'alterazione della continuità poderale (terreni non vantaggiosamente lavorabili per la dimensione ridotta) e la formazione di aree intercluse.

13.3.1.3 *Suscettività di attivazione dissesti morfologici*

Alcuni tratti in sotterraneo con scarsa copertura e/o aree d'imbocco galleria in zone affette da movimenti franosi quiescenti e/o attivi comportano una conseguente cautela in fase di costruzione ed una maggiore accortezza nel ripristino a lavori ultimati.

13.3.1.4 *Alterazione corridoio ecologico*

Soprattutto nell'area del pSIC della Fiumara di Melito (IT9350132), l'impatto sullo spostamento della fauna risulta più elevato.

13.3.1.5 *Alterazione di clima acustico*

La realizzazione della nuova infrastruttura di progetto di fatto produce un'alterazione del clima acustico nelle zone di tratti in superficie all'interno del corridoio di studio. L'alterazione maggiore avverrà, proprio, nel tratto iniziale dell'ambito di studio ove si interferisce con la zona periferica del comune di Reggio Calabria.

13.3.1.6 *Alterazione paesaggistico-percettiva*

L'alterazione percettiva mostra un impatto sostanzialmente di media entità in corrispondenza dell'attraversamento della fiumara di Melito, data la scarsa presenza antropica e nonostante

l'alterazione della trama territoriale: la giacitura della strada contrasta, infatti con le direzioni principali (strade comunali, corsi d'acqua, ecc...) che caratterizzano l'ambiente circostante.

13.3.1.7 *Interferenza storico-testimoniale*

L'interferenza è parziale e risulta essere solo con frammenti erratici relegati nella prima parte del tracciato e che non sono stati rilevati nell'area di Melito.

13.4 **Qualità ambientale post-operam e post-mitigazione**

Dal punto di vista della qualità dell'aria e del clima acustico attuale, la realizzazione delle opere in progetto non comporterà decrementi rispetto allo stato attuale, se non limitatamente alla fase di cantiere.

La riduzione di aree vegetate, nella soluzione progettuale esaminata, è stimata ad appena un chilometro e mezzo circa di sviluppo lineare del tracciato, contro i circa 21 dell'intero Progetto, pertanto si ritiene sostanzialmente limitata alle fasi di costruzione per l'occupazione di suolo da parte delle aree di cantiere.

Nessuna variazione è attesa per quanto riguarda il clima vibrazionale attuale, poiché le azioni di progetto in programma non determinano effetti significativi e sulla base delle considerazioni espresse nell'ambito del paragrafo dedicato alla descrizione dello stato di fatto, emerge una situazione intrinsecamente favorevole, sostanzialmente caratterizzata da buone capacità di smorzamento ed attenuazione, ed alla limitata estensione di tratti a raso o rilevato basso.

A livello di alterazione delle configurazioni paesaggistiche, la sensibilità del territorio è generalmente assai rilevante in corrispondenza degli ambiti delle fiumare, con condizioni di intervisibilità elevate. A tale elevata sensibilità contribuiscono localmente anche le visuali osservabili dalle viabilità che corrono lungo i fondovalle ed i versanti delle fiumare, anche se in entrambi i casi le caratteristiche dinamiche dei fruitori di tali visuali (di fatto, persone che passano a bordo di veicoli transitanti su tali strade) ne riduce parzialmente il grado di sensibilità effettiva.

Pertanto, le implicazioni sono in modo prevalente di interazione con il substrato geologico, con la circolazione idrica sotterranea, l'idrodinamica fluviale e di interferenza diretta con associazioni vegetazionali (vegetazione delle fiumare) ed unità ecosistemiche (ecosistema agricolo).

Le interazioni con il substrato geologico e con la circolazione idrica sotterranea sono di entità tale da determinare lievi e temporanee modifiche della qualità ambientale specifica. Soprattutto perché i tratti più critici con scarsa copertura nei tratti in sottterraneo e/o l'intercettazione di aree in frana sono già stati trattati nella presente fase di progettazione e risolti con accorgimenti costruttivi, cioè con la realizzazione di scavi all'aperto (sbancamenti) e successivi rimodellamenti morfologici. Mentre, per quanto concerne la circolazione idrica sotterranea, della maggior parte dei viadotti da realizzare, l'eventuale presenza delle pile, perpendicolari alle linee di deflusso, non è tale da alterare in maniera significativa la potenziale falda contenuta all'interno delle alluvioni.

Relativamente all'idrodinamica fluviale, i calcoli per il dimensionamento dei viadotti, effettuati nel rispetto delle Norme dell'Autorità di Bacino della Calabria (Tr=200 anni), portano ad escludere un'interferenza diretta delle acque con gli impalcati delle opere di scavalco delle fiumare calabresi interessate dal presente Progetto.

Per quanto concerne l'interferenza con l'associazione vegetazionale presente nell'ambito delle fiumare e con l'ecosistema agricolo, già nel presente Studio sono state affrontate tutta una serie di soluzioni progettuali di mitigazione e/o compensazione consistenti nel ripristino di agrumeti e/o uliveti e nell'opportuna messa a dimora di essenze arbustive autoctone delle fiumare. Nei casi in cui si interferivano porzioni di territorio con vegetazione degradata a pseudosteppa, si è intervenuto, in senso migliorativo, ripristinando l'originaria vegetazione dell'Oleo – lentisceto che rappresenta l'associazione vegetazionale potenziale della zona.