INDICE

1. ATMOSFERA 9
2. AMBIENTE IDRICO 10
2.1 Inquadramento generale 10
2.2 Idrografia superficiale 10
2.2.1 Corsi d'acqua 10
2.2.2 Laghi 13
2.3 Acque sotterranee 13
2.3.1 Falda idrica 13
2.3.2 Emergenze idriche 15
2.4 Qualità delle acque 16
2.4.1 Fiume Adige 16
2.4.2 Torrente Noce 16
2.4.3 Torrente Avisio 17
2.4.4 Torrente Fersina 17
2.5 Analisi meteo-climatica 17
2.6 Analisi delle interazioni opera-ambiente 18
2.7 Sintesi degli Impatti 18
2.7.1 Tratto in sotterraneo 19
2.7.2 Tratti all'aperto 20
Bibliografia 21
3. SUOLO E SOTTOSUOLO 24
3.1 Inquadramento generale 24
3.2 Geologia 25
3.3 Geomorfologia 26
3.3.1 Inquadramento geomorfologico 26
3.3.2 Morfologie presenti 27
3.3.3 Dissesti ed aree instabili 27
3.3.4 Fenomeni gravitativi del Monte Marzola 27
3.4 Stratigrafia 28
3.4.1 Caratteristiche geopedologiche dei terreni 30
3.5 Geologia strutturale 31
3.6 Geomeccanica – Geotecnica 32
3.7 Sismicità 32
3.8 Idrogeologia 32
3.8.1 Complessi idrogeologici 34
3.8.2 Permeabilità delle formazioni 35
3.9 Analisi delle interazioni opera-ambiente 36
3.9.1 Principali Criticità geologiche e costruttive 36

3.9.2 Sintesi degli Impatti ... 37
Bibliografia ... 39
4. VEGETAZIONE FLORA E FAUNA ... 43
4.1 Clima e cambiamenti climatici in atto ... 43
4.1.1 Precipitazioni ... 43
4.1.2 Temperature ... 44
4.1.3 Scenari futuri ... 44
4.2 Uso del suolo ... 45
4.3 Vegetazione ... 46
4.3.1 Formazioni forestali ... 46
4.4. Flora ... 57
4.4.1 Effetti del tracciato ... 62
4.5. Fauna invertebrata ... 63
4.6. Pesci ... 68
4.7. Erpetofauna ... 69
4.8. Ornitofauna ... 73
4.9. Mammalofauna ... 84
4.9.1 L'orso bruno in Trentino ... 87
4.10. Carta degli habitat faunistici ... 89
4.11. Impatti a carico della componente Vegetazione, Flora e Fauna Vegetazione ... 89
4.11.1 Fauna ... 90
4.12. Individuazione delle mitigazioni ... 93
4.12.1 Ripristino dei soprassuoli vegetazionali ... 93
4.12.2 Sottopassi per la fauna ... 93
4.12.3 Recinzione perimetrale anti-fauna ... 93
4.12.4 Contenimento inquinamento luminoso ... 93
4.12.5 Eliminazione piste di cantiere ... 93
4.12.6 Segnalazione delle barriere trasparenti ... 93
Bibliografia ... 94
5. ECOSISTEMI ... 96
5.1 Convenzione delle Alpi ... 96
5.2 Classificazione delle zone alpine ... 96
5.3 Caratteri fisici ... 97
5.3.1 L'Adige ... 97
5.3.2 Orografia ... 97
5.4 Unità ecosistemiche ... 99
5.5 Struttura degli ecosistemi ... 100
5.6. Impatti a carico della componente Ecosistemi ... 101
5.7. Interventi di mitigazione ... 102

5.7.1 Contenimento inquinamento luminoso ... 102
5.7.2 Ripristino di soprassuoli vegetali ... 103
Bibliografia ... 104
6. SALUTE PUBBLICA ... 105
7. CAMPI ELETTROMAGNETICI ... 107
7.1 Normativa di riferimento ... 107
7.2 Valutazioni ... 107
8. RUMORE ... 109
8.1 Normativa di riferimento ... 109
8.1.1 Il D.P.C.M. del 01/03/91 ... 109
8.1.2 Legge 447 del 26/10/95 ... 112
8.1.3 Il D.P.C.M. 14/11/97 ... 113
8.1.4 Regolamento attuativo rumore ferroviario (DPR 18/11/98) ... 115
8.1.5 Decreto 16 marzo 1998 ... 116
8.2 Caratterizzazione della sorgente ... 117
8.2.1 Descrizione della campagna di monitoraggio ... 117
8.2.2 Strumentazione ... 117
8.2.3 Analisi ed elaborazione dati rilevati ... 118
8.3 Illustrazione delle tecniche previsionali ... 121
8.4 Dati progettuali di base ... 122
8.5 Simulazioni ... 127
8.6 Tipologia, localizzazione e dimensionamento degli interventi di mitigazione ... 128
8.7 Sintesi dei risultati ... 132
8.7.1 Tratto aperto “Ischia di Lavis” ... 132
8.7.2 Tratto aperto “Scalo Filzi” ... 133
8.7.3 Tratto aperto “Besenello” ... 133
8.7.4 Tratto aperto “Var. A - Serravalle” ... 133
8.7.5 Tratto aperto “Var. B – S. Margherita” ... 134
8.7.6 Tratto aperto “Var. C - Marco” ... 134
9. VIBRAZIONI ... 136
9.1 Standard di riferimento e parametri indicatori di qualità ambientale ... 136
9.1.1 Generalità sulle vibrazioni ... 136
9.1.2 Quadro di riferimento normativo ... 136
9.2 Modelli revisionali e simulazioni per la determinazione della qualità ambientale in fase di esercizio ... 141
9.2.1 Introduzione ... 141
9.2.2 Sensibilità del territorio ... 142
9.2.3 Geolitologia ... 142
9.2.4 Indagini sperimentali ... 143

9.2.5 Individuazione dei siti campione 145
9.3 Qualità ambientale in fase di esercizio 149
9.3.1 Interventi di mitigazione 151
9.3.2 Monitoraggio di controllo livelli vibrazionali attuali 152
9.3.3 Strumentazioni e metodologie di rilievo 153
9.3.4 Risultati del rilievo 153
10. PAESAGGIO 157
Premessa 157
10.1 Metodologia di lavoro 158
10.2 Studio dell'ambito in esame 159
10.3 Strutture visive del paesaggio 162
10.3.1 Tratti all'aperto del Progetto Preliminare del LOTTO 3 Tratta Nord 163
10.3.2 Tratti all'aperto del Progetto Preliminare DEL LOTTO 3 165
10.4 Rapporto opera – componente paesaggio: interferenze e mitigazioni 172
10.5 Interferenze e mitigazioni in fase di costruzione 175
Bibliografia: 175

ALLEGATI DEL QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

ALLEGATO	*TITOLO*	*SCALA*	*F.to*	*TAV.*
All. 1	Acque superficiali e sotterranee: carta idrogeologica	1:10.000	A1	1di9
All. 1	Acque superficiali e sotterranee: carta idrogeologica	1:10.000	A1	2di9
All. 1	Acque superficiali e sotterranee: carta idrogeologica	1:10.000	A1	3di9
All. 1	Acque superficiali e sotterranee: carta idrogeologica	1:10.000	A1	4di9
All. 1	Acque superficiali e sotterranee: carta idrogeologica	1:10.000	A1	5di9
All. 1	Acque superficiali e sotterranee: carta idrogeologica	1:10.000	A1	6di9
All. 1	Acque superficiali e sotterranee: carta idrogeologica	1:10.000	A1	7di9
All. 1	Acque superficiali e sotterranee: carta idrogeologica	1:10.000	A1	8di9
All. 1	Acque superficiali e sotterranee: carta idrogeologica	1:10.000	A1	9di9
All. 2	Ambiente geologico: carta geologica	1:10.000	A1	1di9
All. 2	Ambiente geologico: carta geologica	1:10.000	A1	2di9
All. 2	Ambiente geologico: carta geologica	1:10.000	A1	3di9
All. 2	Ambiente geologico: carta geologica	1:10.000	A1	4di9
All. 2	Ambiente geologico: carta geologica	1:10.000	A1	5di9
All. 2	Ambiente geologico: carta geologica	1:10.000	A1	6di9
All. 2	Ambiente geologico: carta geologica	1:10.000	A1	7di9
All. 2	Ambiente geologico: carta geologica	1:10.000	A1	8di9
All. 2	Ambiente geologico: carta geologica	1:10.000	A1	9di9
All. 3	Carta degli habitat e della fauna	1:10.000	A1	1di9

All. 3	Carta degli habitat e della fauna	1:10.000	A1	2di9
All. 3	Carta degli habitat e della fauna	1:10.000	A1	3di9
All. 3	Carta degli habitat e della fauna	1:10.000	A1	4di9
All. 3	Carta degli habitat e della fauna	1:10.000	A1	5 di 9
All. 3	Carta degli habitat e della fauna	1:10.000	A1	6di9
All. 3	Carta degli habitat e della fauna	1:10.000	A1	7di9
All. 3	Carta degli habitat e della fauna	1:10.000	A1	8di9
All. 3	Carta degli habitat e della fauna	1:10.000	A1	9di9
All. 4	Carta dell'uso del suolo e fisionomia della vegetazione	1:10.000	A1	1di9
All. 4	Carta dell'uso del suolo e fisionomia della vegetazione	1:10.000	A1	2di9
All. 4	Carta dell'uso del suolo e fisionomia della vegetazione	1:10.000	A1	3di9
All. 4	Carta dell'uso del suolo e fisionomia della vegetazione	1:10.000	A1	4di9
All. 4	Carta dell'uso del suolo e fisionomia della vegetazione	1:10.000	A1	5di9
All. 4	Carta dell'uso del suolo e fisionomia della vegetazione	1:10.000	A1	6di9
All. 4	Carta dell'uso del suolo e fisionomia della vegetazione	1:10.000	A1	7di9
All. 4	Carta dell'uso del suolo e fisionomia della vegetazione	1:10.000	A1	8di9
All. 4	Carta dell'uso del suolo e fisionomia della vegetazione	1:10.000	A1	9di9
All. 5	Carta delle aree protette	1:10.000	A1	1di9
All. 5	Carta delle aree protette	1:10.000	A1	2di9
All. 5	Carta delle aree protette	1:10.000	A1	3di9
All. 5	Carta delle aree protette	1:10.000	A1	4di9
All. 5	Carta delle aree protette	1:10.000	A1	5di9

All. 5	Carta delle aree protette	1:10.000	A1	6di9
All. 5	Carta delle aree protette	1:10.000	A1	7di9
All. 5	Carta delle aree protette	1:10.000	A1	8di9
All. 5	Carta delle aree protette	1:10.000	A1	9di9
All. 6	Caratteri del paesaggio	1:10.000	A1	1di9
All. 6	Caratteri del paesaggio	1:10.000	A1	2di9
All. 6	Caratteri del paesaggio	1:10.000	A1	3di9
All. 6	Caratteri del paesaggio	1:10.000	A1	4di9
All. 6	Caratteri del paesaggio	1:10.000	A1	5di9
All. 6	Caratteri del paesaggio	1:10.000	A1	6di9
All. 6	Caratteri del paesaggio	1:10.000	A1	7di9
All. 6	Caratteri del paesaggio	1:10.000	A1	8di9
All. 6	Caratteri del paesaggio	1:10.000	A1	9di9
All. 7	Morfologia del paesaggio ed analisi visiva	1:10.000	A1	1di9
All. 7	Morfologia del paesaggio ed analisi visiva	1:10.000	A1	2di9
All. 7	Morfologia del paesaggio ed analisi visiva	1:10.000	A1	3di9
All. 7	Morfologia del paesaggio ed analisi visiva	1:10.000	A1	4di9
All. 7	Morfologia del paesaggio ed analisi visiva	1:10.000	A1	5di9
All. 7	Morfologia del paesaggio ed analisi visiva	1:10.000	A1	6di9
All. 7	Morfologia del paesaggio ed analisi visiva	1:10.000	A1	7di9
All. 7	Morfologia del paesaggio ed analisi visiva	1:10.000	A1	8di9
All. 7	Morfologia del paesaggio ed analisi visiva	1:10.000	A1	9di9

All. 8	Censimento dei ricettori acustici - planimetria -tratto all'aperto "Ischia di Lavis"	1:5.000	A1	1di4
All. 8	Censimento dei ricettori acustici - planimetria -tratto all'aperto "Scalo Filzi"	1:5.000	A1xl	2di4
All. 8	Censimento dei ricettori acustici - planimetria -tratto all'aperto "Acquaviva-Besenello"	1:5.000	A1xl	3di4
All. 8	Censimento dei ricettori acustici - planimetria -tratto all'aperto "Marco"	1:5.000	A1xl	4di4
All. 9	Planimetria degli interventi di mitigazione del rumore e vibrazioni - tratto all'aperto "Ischia Di Lavis"	1:5.000	A1	1di4
All. 9	Planimetria degli interventi di mitigazione del rumore e vibrazioni - tratto all'aperto "Scalo Filzi"	1:5.000	A1xl	2di4
All. 9	Planimetria degli interventi di mitigazione del rumore e vibrazioni - tratto all'aperto "Acquaviva-Besenello"	1:5.000	A1xl	3di4
All. 9	Planimetria degli interventi di mitigazione del rumore e vibrazioni - tratto all'aperto "Marco"	1:5.000	A1xl	4di4
All. 10	Monitoraggio per il rumore e le vibrazioni	relazione	A4	
All. 11	Tabulati di output "mithra" - post opera diurno/notturno – post mitigazione diurno/notturno	relazione	A4	
All. 12	Schede dei livelli sonori ante operam, post operam, post mitigazione		A4	

1. ATMOSFERA

Normalmente la componente “atmosfera” viene trattata nei SIA dei progetti ferroviari soltanto per quanto riguarda la fase di cantierizzazione. Così è stato fatto anche in questa occasione, perché è evidente il concetto che è stato sviluppato sia nello studio trasportistico che nei quadri di riferimento programmatico e progettuale dell’intera tratta Fortezza-Verona fondato sull’obiettivo dello spostamento modale da gomma a ferro che il progetto si propone. Questa volta infatti non si tratta della solita generica finalità che è insita in tutti i progetti ferroviari.

Lo spostamento nell’ambito dello stesso corridoio è stato quantizzato e porta ad una riduzione dell’8,3% del traffico merci su strada e dell’1,5% della componente passeggeri nello scenario al 2020. Le suddette percentuali in valori assoluti corrispondono a 5,4 milioni di tonnellate/anno e quindi a circa 1500 veicoli merci/giorno e per quanto riguarda i passeggeri a 800.000/ l’anno e quindi a circa 1750 veicoli passeggeri al giorno. E’ evidente che lo spostamento di questi flussi da gomma a ferro non solo porta ad una riduzione diretta delle emissioni da traffico veicolare nello stesso corridoio, ma induce anche un’ulteriore contenimento delle quantità emesse dal traffico che permane in autostrada per le migliorate condizioni di livello di servizio.

L’impatto più significativo esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera è generato dal sollevamento di polveri: sia quello indotto direttamente dalle lavorazioni, sia quello indotto indirettamente dal transito degli automezzi sulla viabilità interna ed esterna.

Nella relazione descrittiva di Quadro di Riferimento Progettuale è stata riportata l’analisi svolta per la stima delle emissioni di polvere nei cantieri.

2. AMBIENTE IDRICO

Inquadramento generale

L'Adige percorre una piana alluvionale che, nel tardo Terziario e nel Quaternario, è stata incisa da fiumi e da ghiacciai; il substrato è costituito soprattutto da rocce carbonatiche mesozoiche e terziarie, con lembi di rocce paleozoiche prevalentemente vulcaniche. La sua pianura, in provincia di Trento, è delimitata da rilievi montuosi che raggiungono i 2.000 m s.l.m.

Il corso dell'Adige, partendo da Trento, è orientato inizialmente in direzione Nord – Sud; all'altezza di Volano (poco a Nord di Rovereto) cambia, assumendo orientazione Nord Est – Sud Ovest. In corrispondenza dell'Alta Pianura Veronese, il fiume curva decisamente assumendo una direzione da Nord Ovest a Sud Est e quindi l'Adige assume il tipico aspetto di un fiume di pianura, diminuendo la propria velocità, piegando successivamente verso Sud e quindi riprendendo l'andamento prevalente verso Est fino a sfociare nel Mar Adriatico. Il corso attuale dell'Adige nell'Alta Pianura Veronese si è formato in epoche relativamente recenti.

La conformazione delle valli trasversali a quella principale del Fiume ha consentito la realizzazione di numerosi sbarramenti per la formazione di bacini di ritenuta. Attualmente sono presenti nel Bacino dell'Adige, 31 bacini artificiali con capacità d'invaso variabili da valori massimi di 183 milioni di m^3 (S. Giustina) e 118 milioni di m^3 (Resia) a valori minimi di 100.000 m^3 (Val d'Ega) e 90.000 m^3 (Sarentino).

Per regolarizzare le piene dell'Adige è stata realizzata la galleria Adige-Garda che, in località Mori, deriva una portata massima di 500 m^3/s, immettendo l'acqua nel lago di Garda presso Torbole.

Idrografia superficiale

Corsi d'acqua

I corsi d'acqua di quest'area sono numerosi ed i principali sono: il Fiume Adige, il Torrente Noce, il Torrente Avisio ed il Torrente Fersina. Molti sono i corsi d'acqua, affluenti di destra dell'Adige, che incidono i versanti fino ad arrivare a valle spesso formando delle conoidi alluvionali. Ad esclusione dell'Adige, gli altri torrenti non sono direttamente interessati dal tracciato. Se ne da comunque, di seguito, una breve descrizione.

Fiume Adige

L'Adige sorge vicino al passo Resia in provincia di Bolzano, a 1.586 m s.l.m. e sfocia nel Mare Adriatico, in prossimità di Chioggia, dopo aver percorso 409 km.

Nel corso dell'anno, la portata dell'Adige cambia notevolmente. Procedendo da Nord verso Sud la velocità, dovuta alla notevole pendenza dell'alveo, tende a diminuire ed il Fiume, che nel suo tratto iniziale trascinava con sé anche grossi massi, diminuisce progressivamente la propria velocità.

A Sud di Verona l'Adige scorre in un alveo pensile a causa del potente spessore di sedimenti trasportati dalla corrente ed alla progressiva costruzione degli argini artificiali. L'attuale corso in pianura si è formato in epoche recenti.

Nella provincia di Trento il bacino idrografico dell'Adige ha una superficie di 1.032 km^2 ed ha tre principali affluenti che sono il Noce, l'Avisio e il Fersina; la pendenza media tra Salorno e Borghetto è dello 0,1%.

Ad esclusione dell'area a Nord di Trento, il sistema idrografico è caratterizzato da molti sottobacini di rilevante importanza per estensione, densità del drenaggio e per attività idrogeologica; i principali sono quelli del Rio Cavallo, del T. Leno, del Rio S. Valentino, del T. Ala, del T. Aviana, del T. Sorna e dell'Arione.

Tra i più importanti bacini artificiali creati per necessità idroelettriche si ricordano quello di Prà da Stua (capacità di invaso 1.500.000 m^3), posto alla testata del torrente Aviana, e degli Speccheri (capacità 10.000.000 m^3) che trattiene le acque dell'alto corso del torrente Leno.

La parte settentrionale del bacino dell'Adige, fino a Sud di Trento, è caratterizzata dall'affioramento di rocce calcaree interessate da fenomeni carsici e da superfici di discontinuità che le rendono molto permeabili; di conseguenza la rete idrografica è di limitato sviluppo e nell'area si verificano frane di scoscendimento e processi di erosione superficiale.

La parte meridionale del bacino dell'Adige ha invece numerosi sottobacini importanti; i corsi d'acqua hanno uno spiccato regime torrentizio, risultando asciutti per lunghi periodi di tempo. I maggiori affluenti dell'Adige hanno formato dei coni di deiezione di notevoli dimensioni sui quali sono presenti numerosi centri abitati; la dimensione di queste conoidi dimostra l'intensa attività erosiva e di trasporto espletata dai corsi d'acqua in passato.

Torrente Noce

Il Torrente Noce è affluente di destra dell'Adige e confluisce in quest'ultimo a Sud di Zambana; ha origine dal Corno dei Tre Signori (Val del Monte) e dal Monte Cevedale (Valle della Mare). Il suo percorso è lungo circa 67 km.

Il bacino del Noce può essere suddiviso in due grandi unità, la Val di Sole e la Val di Non, in relazione a fattori morfologici e geologi, uso del territorio ed urbanizzazione.
Inizialmente attraversa la Val di Sole, caratterizzata da un sistema idrografico a ramificazione scarsa, con aste di limitato sviluppo ad elevato carattere torrentizio, e successivamente attraversa la Val di Non che presenta una rete idrografica più evoluta.
Il Torrente viene sfruttato a scopo idroelettrico. Sono stati realizzati, lungo il suo corso, degli invasi artificiali: il bacino del Careser in Val de la Mare (capacità di invaso 16.800.000 m^3), il bacino di Pian Palù nella Val del Monte (capacità 8.000.000 m^3), il Lago di S. Giustina, nei pressi di Cles, (capacità172.000.000 m^3); quest'ultimo è il maggiore di tutti i bacini artificiali del Trentino. Nei pressi di Mollaro è presente un'altra opera di captazione per l'alimentazione della centrale di Mezzocorona.
In Val di Sole, a causa dell'elevata acclività dei versanti e delle scadenti caratteristiche geotecniche delle formazioni e dei suoli affioranti, si manifestano fenomeni di dissesto particolarmente significativi ma abbastanza limitati e localizzati. In tutta la Valle è alto il rischio dei fenomeni alluvionali soprattutto in corrispondenza dei coni di deiezione.
In Val di Non la natura del substrato (costituito prevalentemente da formazioni calcaree associate a marne e arenarie) ha favorito l'erosione fluvio-glaciale; l'idrografia complessa ed evoluta è giustificata dalla facilità di erosione dei corsi d'acqua. Anche in Val di Non, come in Val di Sole, i dissesti sono localizzati soprattutto in corrispondenza dell'affioramento dei depositi glaciali accanto ai calcari marnosi e alle marne, facilmente erodibili. Nel 1954, alla confluenza del Noce nel fiume Adige, si è verificato il crollo della parete rocciosa sovrastante l'abitato di Zambana.

Torrente Avisio

Affluente di sinistra dell'Adige; confluisce in quest'ultimo a Sud di Lavis (dopo aver percorso circa 89 km) formando una vasta conoide di deiezione. Il corso del torrente è regolato da alcuni importanti sbarramenti idroelettrici.
Il controllo delle piene dell'Avisio è molto importante perché si riflette sul regime dell'Adige.

Torrente Fersina

Affluente di sinistra dell'Adige, sfocia in quest'ultimo, a Trento, dopo aver percorso circa 30 km; il Fersina presenta un tipico regime torrentizio e anche durante i periodi di magra ha una minima portata. Il suo bacino è di piccole dimensioni con limitati apporti idrici.

A causa della bassa permeabilità del substrato e della pendenza dei versanti, in occasione di eventi meteorici eccezionali il torrente si può ingrossare e mettere in movimento i depositi alluvionali.

Il sistema idrografico di questo torrente è sviluppato e alimentato da numerose sorgenti; il regime idrico è influenzato dalle opere di derivazione realizzate per l'alimentazione delle centraline di Palù, S. Orsola e Canezza.

Laghi

Ad Ovest dell'area di studio è presente una valle, denominata Valle dei Laghi; in essa si trovano alcune conche endoreiche con piccoli laghi che ne raccolgono le acque superficiali. Tra di essi il Lago di Lamar è l'unico che in parte rientra nell'area cartografata (a Sud di Zambana Vecchia). Questo lago, privo di immissari e di emissari, si trova alla quota di 714 m s.l.m., ha una superficie di circa 40200 m^2, una profondità massima di 16 m ed una profondità media di 9.6 m. Il volume è di 384000 m^3. Ghiaccia nel periodo invernale. E' un lago impostato lungo una struttura tettonica regionale di tipo "giudicariense", con morfologia modificata da esarazione glaciale.

Nell'area del Lago di Lamar esiste un carsismo molto sviluppato, di cui l'esempio più noto è l'abisso di Lamar, condotto subverticale profondo oltre 400 m, con ingresso in corrispondenza del versante destro del lago, a quota superiore allo stesso, ramificato in diversi pozzi, in cui le ricerche speleologiche hanno evidenziato una circolazione idrica a diverse quote.

Più ad Ovest del Lago di Lamar è presente il Lago di Terlago, anch'esso privo di emissari. Per il Lago di Terlago è provata, da studi anche recenti, una connessione idrogeologica con le sorgenti di località Ischia Podetti, poste al bordo occidentale del fondovalle atesino.

Acque sotterranee

Falda idrica

Quasi tutte le falde idriche della provincia di Trento sono di tipo freatico e sono alimentate direttamente dai corsi d'acqua presenti in corrispondenza dei depositi alluvionali; per questo motivo sono particolarmente esposte all'inquinamento sia dovuto alla dispersione diretta nel terreno, sia con il contatto con corsi d'acqua inquinati.

L'Adige rappresenta il livello di base della circolazione idrica sotterranea ed i suoi livelli idrometrici controllano il livello dell'acquifero multistrato di fondovalle, che a sua volta raccoglie e drena le acque provenienti dagli acquiferi porosi laterali della valle (acquiferi di conoide alluvionale o di falda detritica) e gli sversamenti delle acque circolanti nei massicci carbonatici che orlano la valle dell'Adige.

Nei sedimenti permeabili della conoide del Torrente Avisio è presente una falda idrica che, procedendo dall'apice della conoide verso l'Adige, si suddivide in una falda libera superficiale e in una o più falde confinate, protette da livelli argillosi e limosi. La conoide dell'Avisio costituisce una riserva di acqua potabile rinnovabile con le precipitazioni, con le infiltrazioni in subalveo dell'Avisio e con le acque ruscellanti dai versanti montuosi.

Nella zona compresa tra il Torrente Vela e il Rio Sardagna è presente un acquifero, confinato da rocce a bassa permeabilità e ricaricato a monte, che alimenta numerose sorgenti alcune delle quali al servizio dell'acquedotto potabile di Trento.

Nella zona compresa tra il Rio Gola e la Roggia Bondone (Romagnano) è presente il passaggio tra rocce a bassa permeabilità e rocce permeabili per fratturazione e per carsismo; l'acquifero, costituito dai calcari grigi liassici, è compartimentato verso Nord dalle formazioni a bassa permeabilità permo-triassiche che formano un'anticlinale.

Nella zona tra Romagnano ed Aldeno è accertato un significativo apporto idrico dal massiccio carbonatico verso il fondovalle atesino in corrispondenza della conoide della Roggia Bondone, in un'area in cui la parete rocciosa è tettonizzata. La conoide, sovrapposta ad alluvioni atesine, è captata da pozzi per uso potabile.

Nella zona di Aldeno l'acquifero contenuto nella successione giurassica è delimitato da rocce poco permeabili cretacico-terziarie. Questo acquifero, presente anche nella zona tra il Dos Colonna e Nomi, è in contatto con litotipi cretacico-terziari la cui geometria favorisce l'intrappolamento delle acque nella parte sudorientale del massiccio carbonatico.

L'acquifero dei calcari giurassici e della Dolomia Principale, nella zona tra Pomarolo e Isera, è compartimentato dall'intersezione di due distinti sistemi tettonici principali il primo dei quali compressivo, con andamento NNE - SSW e vergenza verso SE, appartenente al sistema giudicariense e l'altro appartenente alla parte terminale del Sistema Schio – Vicenza. In questa zona sono presenti più trappole idrogeologiche le cui acque sorgive provengono da una circolazione profonda; queste acque vengono veicolate verso l'esterno da sistemi disgiuntivi NW-SE, che rappresentano la prosecuzione nordoccidentale della grande linea tettonica regionale Schio-Vicenza.

Le portate più rilevanti si trovano al margine meridionale della zona, in comune di Isera, laddove il complesso idrogeologico carbonatico viene sostituito, per ribassamento tettonico, dai litotipi cretacico-terziari, con la formazione di un'ulteriore soglia di permeabilità.

Emergenze idriche

Le sorgenti presenti lungo il tracciato in esame sono legate principalmente a contatti stratigrafici o a contatti di natura tettonica e quindi a zone di maggior fratturazione che dovranno quindi essere sottoposte a studi dettagliati nel corso delle indagini geognostiche.

Vengono descritte di seguito le sorgenti in provincia di Trento presenti sia lungo il tracciato in esame, sia più distanti ma comunque importanti in quanto interferite in modo indiretto.

Nel tratto compreso tra il Torrente Vela e il Rio Sardagna, sono presenti, ad Est del tracciato, le sorgenti "*Scala*", "*Vela*", "*Fontane basse*" e "*Maso Costa*" e, ad Ovest del tracciato, la sorgente "*Val dell'Orsa*"; queste sorgenti hanno portate variabili tra 8 l/s (portata di magra) e 32 l/s (portata di piena) e riforniscono l'acquedotto potabile di Trento. In quest'area, ad Ovest del tracciato (nei pressi di Sopramonte) sono presenti delle sorgenti (esterne all'area cartografata), tra le quali "*S. Anna 1 e 2*", del sistema acquedottistico del Bondone, che sono alimentate da una circolazione idrica superficiale entro depositi quaternari.

A Nord di Aldeno, al raccordo tra il versante ed il fondovalle, sono presenti tre sorgenti (una delle quali in località "*Capitello*") le cui caratteristiche fisico - chimiche indicano una circolazione profonda e le cui acque sono utilizzate per l'irrigazione nel fondovalle.

In prossimità di Aldeno sono presenti la sorgente "*Postal*" (in comune di Cimone; portata circa 1,6 l/s), la sorgente "*bivio Cei*" (utilizzata a scopo irriguo), la sorgente "*Chiausa*" (dismessa) ed una sorgente abbandonata. A Sud di Aldeno è presente la sorgente "*Vallonga*" che ha una portata di circa 0,6 l/s.

A monte di queste sorgenti ne sono presenti delle altre ("*Fontana sotto la costa*", "*Spagnolli alta*", "*Vigile alta*") collegate però ad una diversa circolazione idrica legata ad un acquifero delimitato, da quello sottostante, da rocce a bassa permeabilità.

Nell'area tra il Dos Colonna e Nomi sono presenti due sorgenti (una delle quali definita "Magnesia") che servono l'acquedotto di Pomarolo localizzate entrambe ad Ovest del tracciato; ad Est, in una zona esterna a quella cartografata, è presente un'altra sorgente, la sorgente "*Pozze*" (portata 0,1 l/s), utilizzata per uso domestico nel comune di Nomi.

A Nord Ovest del nucleo industriale di Rovereto è presente la sorgente "*Pradaglia*", in comune di Isera, che ha una portata di 10 l/s ed è utilizzata per uso igienico.

Nella zona tra Isera e Mori sono presenti le sorgenti "*Foianeghe*" (ad Ovest del tracciato), captata per uso potabile con una portata di 0.8 l/s, e "*Pradaglia Ischia*" (ad Est del tracciato), captata per consumo umano con una portata di 0.25 l/s.

Qualità delle acque

Fiume Adige

A causa dei numerosi insediamenti e soprattutto della presenza dei centri abitati di Trento e di Rovereto, l'Adige ha un'evidente e costante grado di inquinamento, sia di natura organica sia legato ai reflui immessi dalle zone industriali.

Lungo tutto il corso dell'Adige la qualità delle acque oscilla, per i valori chimici, tra una II classe (ambiente leggermente inquinato) e una III classe (ambiente inquinato); i valori batteriologici rientrano invece nella III classe.

La qualità delle acque degli affluenti è varia: alcuni hanno migliorato le loro condizioni grazie alla presenza di impianti di depurazione.

Procedendo verso Sud l'inquinamento tende a diminuire. La concentrazione dei nitrati si mantiene in media su valori compresi fra 2 e 4 mg/l mentre per i fosfati è mediamente compresa fra 0,1 e 0,5 mg/l.

Per l'inquinamento batteriologico, durante il periodo 1995-1997 si è registrato un miglioramento lungo tutto il corso (II classe di qualità) ad eccezione della stazione di Mori; la tendenza inversa di quest'ultima è probabilmente causata dai continui sbalzi di portata legati alla posizione (immediatamente a valle dello sbarramento di Mori).

Torrente Noce

Per quanto riguarda il Torrente Noce si può fare una distinzione tra il tratto che attraversa la Val di Sole ed il tratto che attraversa la Val di Non. Nel primo tratto, la qualità delle acque è strettamente legata alla consistente frequentazione turistica, elevata sia nei periodi estivi sia nei periodi invernali, che ha determinato un inquinamento delle acque di tipo microbiologico; l'inquinamento chimico - fisico sembra invece meno significativo.

In Val di Non la qualità delle acque del Noce, dal punto di vista chimico-fisico e batteriologico, è migliore rispetto a quella della Val di Sole; in particolare i fattori che influiscono sull'inquinamento delle acque sono: l'agricoltura intensiva, i consistenti prelievi a scopo irriguo e la maggiore presenza di agglomerati rurali. Questi fattori determinano situazioni d'inquinamento più spinto negli affluenti del Noce che non sul corso d'acqua principale.

Torrente Avisio

La qualità delle acque dell'Avisio tende a migliorare procedendo dal tratto superiore verso quello inferiore a causa della presenza di paesi a vocazione turistica che influenzano pesantemente sia il contenuto batteriologico sia le qualità chimico-fisiche.
Da un punto di vista batteriologico, in prossimità di Lavis è registrato un leggero inquinamento (II classe di qualità) mentre da un punto di vista chimico-fisico le acque appartengono ad una buona classe di qualità chimica (I classe di qualità), anche se gli ingenti prelievi idrici penalizzano il giudizio complessivo sulla qualità ambientale del corso d'acqua.

Torrente Fersina

La qualità chimico - fisica delle acque è buona (I classe di qualità) mentre, a livello microbiologico, le acque del Fersina si presentano di buona qualità nel tratto iniziale, e da leggermente inquinate ad inquinate (II e III classe di qualità) nei pressi di Trento alla confluenza con l'Adige.

Analisi meteo-climatica

Nell'area appartenente alla provincia di Trento, nonostante la costante presenza di rilievi montuosi e quindi una certa omogeneità territoriale, è possibile individuare varie zone climatiche (tipo sub-mediterraneo, tipo temperato oceanico, tipo continentale-alpino). In generale quasi tutti i tipi di clima possono essere ricondotti alla classe dei Climi Mesotermici Umidi e in particolare al Tipo Temperato Oceanico, cioè senza periodo arido, con inverni freddi ed asciutti ed estati relativamente fresche e piovose.
La piovosità media annua è varia (dipende dalla quota, dall'orientamento della valle, dalla distanza della catena alpina) ma è comunque notevole, variando da un minimo di 700-800 mm fino ad oltre 1.500 mm (alle quote più elevate o nelle valli più aperte).
I massimi di piovosità si hanno in primavera ed in autunno, con piogge di notevole durata e media intensità; in inverno prevalgono le precipitazioni nevose mentre in estate le piogge sono di breve durata e di alta intensità.
Gran parte della valle dell'Adige è caratterizzata da una temperatura media annua intorno a 10-11° C, con piovosità media annua intorno a 800-1.000 mm, distribuita ancora su due massimi, di cui quello primaverile prevalente, un minimo in inverno ed un altro meno spiccato in estate.
I dati meteorologici indicano un generale innalzamento della temperatura media annua in Europa Centrale, dal 1900 al 1940, confermato da analisi isotopiche (Grafenstein et al., 1996); in Italia centro settentrionale, tra il 1981 ed il 1995, 12 estati su 15 sono risultate più calde del normale (Giuliacci, 1996).

Anche a Trento la temperatura media annua è aumentata tra il 1975 ed il 1998 (Rizzonelli, 1999).

L'andamento delle precipitazioni e delle temperature, registrato alla stazione di Cles nella Valle di Non, mostra una generale diminuzione della piovosità ed un aumento della temperatura a partire dall'inizio degli anni '80, in armonia con la situazione europea.

Analisi delle interazioni opera-ambiente

Allo stato attuale possono essere anticipate alcune ipotesi sull'assetto idrogeologico, suddividendo il territorio interessato dall'opera in due parti: una comprendente le opere all'aperto e le opere necessarie all'imbocco della galleria; una seconda che interessa lo sviluppo dell'opera in sotterraneo.

Per quanto riguarda i tratti all'aperto, il tracciato di progetto sarà impostato sui depositi alluvionali dell'Adige e, per un tratto, sui depositi caotici della frana di Mori.

I depositi affioranti nella valle alluvionale dell'Adige sono sede di importanti falde idriche, alimentate direttamente dal corso d'acqua e raccolgono e drenano le acque che defluiscono dagli acquiferi dei rilievi che la lambiscono e dalle conoidi di deiezione e conoidi detritiche.

Per quanto riguarda l'opera in sotterraneo, in corrispondenza dei passaggi tra gli acquiferi delle formazioni Triassiche e Giurassiche e gli acquiclude del Triassico e del Cretacico - Terziario, si potranno avere venute, anche permanenti, decisamente significative.

In corrispondenza delle formazioni carbonatiche si potrebbero incontrare numerose venute veicolate da condotti carsici, che potrebbero interferire con una serie di sorgenti poste alla base delle pareti calcaree.

Da un punto di vista strutturale, i problemi principali sono connessi alla presenza di importanti lineamenti tettonici e zone di faglia. L'incontro con queste zone comporta un peggioramento delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso e venute d'acqua in galleria, anche importanti e permanenti.

In corrispondenza di zone di faglia è inoltre possibile l'instaurarsi di importanti circuiti idrogeologici profondi che potrebbero essere intercettati dalla galleria.

Sintesi degli Impatti

L'influenza che l'opera in esame ha sull'ambiente circostante è sostanzialmente diversa a seconda che il tracciato si sviluppi in sotterraneo o all'aperto.

Si possono prevedere quantità di acqua potenzialmente drenata non trascurabili. Ciò comporterà la necessità di ricorrere ad ogni intervento che sia in grado di minimizzare il drenaggio di acqua in fase di costruzione e, contemporaneamente, prevedre ogni intervento teso a restituire all'ambiente l'acqua sottratta al masso attraverso il drenaggio.

Sarà necessario prevedere:

- tipologie di lavorazione tali da minimizzare la fascia di disturbo che si viene inevitabilmente a creare al contorno dello scavo;
- sezioni strutturali di rivestimento della galleria quasi totalmente "impermeabilizzate"
- sezioni strutturali che tengano quindi in conto anche il sovraccarico dovuto alle pressioni idrostatiche;
- opere per la raccolta ed il trattamento delle acque di prima pioggia e gli sversamenti accidentali di liquidi inquinanti;
- opere di restituzione dell'acqua drenata all'ambiente inteso nel suo insieme.

Tratto in sotterraneo

Interferenza con la falda acquifera

Come noto, lo scavo di una galleria in presenza di falda acquifera, genera un moto di filtrazione verso il cavo determinando quindi un'alterazione del regime idraulico nell'intorno e a distanza dalla stessa galleria. È in ogni modo importante sottolineare che con ogni probabilità le maggiori venute d'acqua, sempre che non venga incontrato un possibile bacino ipogeo continuo, saranno presenti in corrispondenza delle zone di faglia (intensamente fratturate se non addirittura milonitizzate) che interesseranno la futura galleria. Esse infatti rivestono un ruolo determinante nella circolazione idrica sotterranea.

In alcuni punti in cui il tracciato intercetterà il passaggio tra rocce a bassa permeabilità permo-triassiche e rocce permeabili per carsismo e fratturazione. In corrispondenza del passaggio tra questi complessi idrogeologici si possono verificare venute consistenti e permanenti di acqua che potrebbero avere dei riflessi sulle sorgenti della zona, con un impatto a breve termine sulle sorgenti poste al limite di permeabilità e un impatto a lungo termine per le sorgenti poste ad una distanza maggiore.

Procedendo dalla zona di Aldeno verso Sud, il tracciato è previsto in un'area prossima al raccordo tra versante e fondovalle e può intercettare l'acquifero giurassico, con conseguenti variazioni della portata delle sorgenti. Nella zona di Aldeno la galleria può costituire una via per il drenaggio delle acque della falda, ma in questo caso solo le

sorgenti prossime alla base dell'Adige ne risentirebbero significativamente, per il limitato bacino di ricarica a monte. L'intercettazione dell'acquifero compartimentato più a Sud, deve far prevedere un drenaggio permanente delle acque, con effetti a breve e lungo termine sulle sorgenti, a causa della presenza del sistema cataclasato che veicola le acque all'esterno.

Rischio d'inquinamento delle acque sotterranee

Questo rischio sussiste soprattutto in fase di realizzazione visto che lo scavo si sviluppa per un tratto cospicuo in rocce intensamente fratturate e carsificate e quindi molto permeabili, sede di falde acquifere.

Tratti all'aperto

Interferenza con corsi d'acqua

Il progetto, proprio perché realizzato per la maggior parte in sotterraneo, non ha grandi interferenze con l'ambiente idrico superficiale.

Rischio d'inquinamento delle acque superficiali

Nei tratti in cui il tracciato non è in galleria si presenta il rischio di inquinamento delle acque superficiali sia per sversamenti accidentali diretti di sostanze inquinanti, sia per dilavamento della piattaforma ferroviaria ad opera delle acque meteoriche (acque di prima pioggia); in fase di cantiere il rischio che si può presentare riguarda anche l'intorbidimento delle acque superficiali.

Le acque meteoriche provenienti dalla piattaforma verranno in generale recapitate in opportuni fossi che le recapiteranno in pozzetti sgrassatori, opportunamente localizzati, atti al trattenimento sia dei solidi contenuti nelle acque meteoriche, separati mediante sedimentazione, sia degli oli e dei grassi, separati sfruttando il loro minor peso rispetto all'acqua.

Questi pozzetti hanno grande semplicità di funzionamento ed è di grande importanza la loro periodica manutenzione, comportante lo svuotamento mediante mezzi di spurgo.

Rischio di inquinamento della falda per acque di prima pioggia e/o per sversamenti accidentali

Il tratto all'aperto si sviluppa in corrispondenza di terreni alluvionali a permeabilità variabile da media a bassa; in corrispondenza di questi sedimenti è presente un importante falda freatica che, in occasione di sversamenti accidentali e del dilavamento ad opera delle acque di prima pioggia, può essere raggiunta da sostanze inquinanti.

Bibliografia

Fuganti A., Möller P., Morteani G., Dulski P.: “Gadolinio ed altre terre rare usabili come traccianti per stabilire l’età, il movimento ed i rischi delle acque sotterranee: esempio dell’area di Trento”. Geologia Tecnica e Ambientale, n° 4, 1996.

Morteani G.: “La storia del Lago di Tovel in base ai sedimenti della Baia Rossa (Trentino)”. Geologia Tecnica e Ambientale, n° 3, 1999.

Servizio Geologico d’Italia - Carta Geologica in scala 1:100.000, Foglio n° 21 Trento. Servizio Geologico d’Italia - Carta Geologica in scala 1:100.000, Foglio n° 36 Schio. Amministrazione Provinciale di Trento: studi e dati reperiti sul sito **www.provincia.tn.it** e sul sito **www.mtsn.tn.it**.

BARTOLUCCI C.M. (1990) - Caratterizzazione geomeccanica di un ammasso roccioso durante scavo di una galleria con TBM. Tesi di laurea inedita. Università degli Studi di Roma "La Sapienza". Facoltà di Ingegneria

BIASI L. (1991) – L’antica zona mineraria dell’Altipiano del Calisio. Nat. Alp., v. 41, 3, pp. 1-48.

BORSATO A. (coord.) (2000) – Acquiferi carsici in Trentino, caratteristiche chimico-fisiche, idrogeologia, vulnerabilità e inquinamento. Museo Tridentino di Scienze Naturali., rapporto inedito.

CADROBBI L. & NOBILE M. (1999) - Studio di massima sulle potenzialità idriche dei massicci carbonatici circostanti la città di Trento. Rapporto inedito. Società Industriale Trentina.

COMITGEO s.n.c. (1995) -. Indagine Idrogeologica per la domanda di concessione in sanatoria per la derivazione di acqua ad uso potabile dai pozzi siti in asta Adige nei c.c. di Gardolo, Trento, Ravina e Mattarello. Rapporto inedito della Società Geologica Trentina

CRISTOFOLINI T., TRENER G. B. (1926) – L’acquedotto della Città di Trento – Relazione tecnica e studio geologico. Mem. Mus. St. Nat. Ven. Trid., Trento.

CROSTA G., BALINI M., ZANCHI A., ARMENTANO A. (2002) - Convenzione per lo studio dei fenomeni di instabilità di versante del Monte Marzola (prov. Trento). Dipartimento di Scienze Geologiche (Università Milano Bicocca), P.A.T.

FAGANELLO E. (1996) – Studio idrogeologico degli acquiferi della Valle dell'Adige nell'area di Trento, con riferimento alle località Acquaviva, Ghiaie e via Verdi. Tesi di laurea inedita, Università di Trento.

FELBER M. et al. (1998) – Indagini sismiche e geognostiche nelle valli del Trentino meridionale (Val d'Adige, Valsugana, Valle del Sarca, Valle delle Chiese, Italia. St. Tren. Sci. Nat., v. 75, pp. 3-52, Trento.

FUGANTI A., BAZZOLI G., MORTEANI G. (1998) – The quaternary evolution of the Adige valley near the city of Trento (N Italy) as deduced from wells and radiocarbon dating. Preliminary results. St. Trent. Sc. Nat., 73, 93-97.

FUGANTI A., DEFRANCESCO F. (1995) - Confronti fra le rocce e le acque sotterranee di sette sistemi carsici dei dintorni di Trento. St. Tren. Sci. Nat. – Acta Geol., v. 72, pp. 93-115, Trento.

GATTINONI P. (2007) - Valutazione del rischio idrogeologico connesso alle opere in sotterraneo. Seminari di geologia applicata, 19.03.2007, Politecnico di Milano.

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO (1997) - Perizia supplettiva e di variante al progetto di sistema idraulico a galleria per la regolazione delle acque scolanti in sinistra Adige a monte di Trento – Relazione geologico-geomeccanica del Dipartimento Foreste della Provincia Autonoma di Trento, n. 903

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO (2004) – Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche. Documento di Piano, parte VIII, Norme di attuazione.

SCESI L. (2007) - Circolazione idrica in roccia e opere in sotterraneo. Seminari di geologia applicata, 19.03.2007, Politecnico di Milano.

SOCIETÀ INDUSTRIALE TRENTINA (1996) – Le risorse idriche sotterranee in località Acquaviva (Trento). Rapporto inedito.

SOCIETÀ INDUSTRIALE TRENTINA (1997) – Pozzo per acqua profondo in località Ghiaie Sud a Trento. Attività eseguite e risultati conseguiti. 30 pp. Rapporto inedito.

SOCIETÀ INDUSTRIALE TRENTINA (2001) – Acquedotti di Trento e Besenello. Utilizzo delle sorgenti di Acquaviva. Captazioni di Acquaviva e condotte di collegamento. Studio di impatto ambientale. 130 pp. Rapporto inedito.

TRENER G.B. & BATTISTI C. (1898) - Il lago di Terlago e i fenomeni carsici delle valli della Fricca, del Dess e dei Laghi. Tridentum, 1, f.2, pp. 37-63

TRENTINO SERVIZI S.p.A. (2005) - Monitoraggio acquifero del conoide del torrente Avisio - Risultati del monitoraggio. Rapporto inedito.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO. Dip. Ingegneria dei materiali. Laboratorio materie prime. SOCIETÀ INDUSTRIALE TRENTINA (1998) – L'acquifero freatico della Valle dell'Adige fra Mezzocorona e Trento, in base ad analisi chimico-fisiche di rocce e di acque superficiali e di pozzi.

3. SUOLO E SOTTOSUOLO

Inquadramento generale

Le catene montuose del Trentino sono costituite da rocce di vario tipo, testimonianza dei diversi processi litogenetici di cui sono state protagoniste. La maggior parte delle rocce del Trentino sono databili all'era Terziaria. L'originale assetto è stato profondamente modificato dai fenomeni esogeni tipici dell'area alpina. Le glaciazioni hanno infatti inciso i fianchi delle montagne, modellandone valli glaciali come la Valle dell'Adige e la valle del Sarca, che sfocia nel lago di Garda.

Nel Trentino occidentale il massiccio gruppo dell'Adamello-Presanella è costituito da rocce vulcaniche intrusive (graniti, dioriti), mentre a nord del fiume Noce la sezione meridionale del gruppo Ortles-Cevedale (catena che raggiunge la maggior elevazione della Regione) è costituita da rocce metamorfiche (scisti cristallini).

Una vasta fascia calcarea si estende nella sezione centrale della Provincia, che copre l'area ad ovest del fiume Adige (Paganella, Monte Bondone, Catena del Monte Baldo) e i rilievi situati a est del fiume, nel Trentino meridionale (Gruppo del Pasubio-Becco di Filadonna). In Val di Cembra e in Val di Fiemme si allunga la Piattaforma porfirica Atesina, la più ampia area costituita da porfido d'Europa, che si estende da Merano (Alto Adige) a Passo Rolle.

Infine notevole varietà di forma e paesaggio caratterizzano i gruppi dolomitici (formati da una roccia sedimentaria, la dolomia, formata da doppio carbonato di calcio e magnesio) del Trentino orientale, con campanili, pinnacoli e guglie.

L’area oggetto di studio comprende un vasto settore del versante sinistro della Val d’Adige, oltre al fondovalle, esteso da Nord della città di Trento, fino a sud della località Serravalle dell’Adige. Il tracciato di progetto insiste in parte sul fondovalle dell’Adige ed all’interno del versante sinistro idrografico della valle principale per i tratti in galleria.
L’area in esame è caratterizzata dalla presenza di una valle fluviale, la valle dell’Adige, che dalla provincia di Trento, prevalentemente montuosa, si dirige verso la provincia di Verona, caratterizzata da una vasta pianura alluvionale.
Nel tratto più settentrionale, la valle dell’Adige è riempita da sedimenti alluvionali che raggiungono spessori di circa 500 m; in questi depositi sono presenti varie falde acquifere.

La successione stratigrafica affiorante nell'area di Trento è costituita da rocce sedimentarie, ignee e metamorfiche; si tratta quindi di una serie caratterizzata da grande variabilità litologica.

Il basamento metamorfico (filladi, gneiss e micascisti) paleozoico è ricoperto da potenti ed estese formazioni vulcaniche ignimbritiche che raggiungono il loro massimo spessore (1500 m) lungo la valle dell'Adige tra Trento e Bolzano.

Sopra questi depositi si trovano sedimenti continentali (arenarie e conglomerati, porfidi) sui quali si sono deposti sedimenti marini (arenarie, argilliti, marne e calcari). La successione continua con potenti complessi carbonatici (calcari e dolomie triassico-eocenici) e si chiude con formazioni marnose e argillose eoceniche e con formazioni calcarenitiche oligocenico-mioceniche ricoperte dai depositi quaternari quali le morene glaciali, i depositi detritici e i depositi alluvionali.

La disomogeneità geologica dei sedimenti che costituiscono la parte Nord del territorio in esame, la loro struttura e la loro fratturazione, l'alterazione dei minerali, rendono l'area soggetta a continui processi geomorfologici di assestamento che si manifestano con fenomeni franosi.

Geologia

Una vasta area, comprendente quella in esame, nel Permiano inferiore fu interessata da fenomeni vulcanici (eruzioni ignimbritiche, riolitiche e porfiriche) che portarono alla formazione della piattaforma porfirica Atesina. Nello stesso periodo l'arco alpino fu soggetto a vari sprofondamenti che originarono delle caldere vulcaniche.

Una di queste caldere, la caldera di Bolzano, occupava circa 60-70 Km di diametro ed era delimitata da faglie alle quali sono legate la formazione della Val Cismon, della Valsugana, del monte Calisio e della Val di Funes. Questa caldera è stata completamente riempita da ignimbriti (porfidi).

Successivamente si verificò una fase ingressiva con deposizione di banchi di sabbie al di sopra dei depositi porfirici, che sedimentavano in un'ampia pianura alluvionale.

Nella zona di Trento, durante il Giurassico, si depositarono dei calcari grigi di mare poco profondo, ricchi in fossili; in questi calcari, a Marco di Rovereto, sono state ritrovate orme di dinosauri.

Al di sopra dei calcari grigi si depositarono dei calcari rossi contenenti ammoniti ("Ammonitico rosso"), tipici di mare profondo e caratteristici dei Lessini e dell'altopiano di Asiago. Le formazioni successive (Cretacico) sono costituite da materiali sciolti di natura marnosa di colore grigio-verde e rossastre; gli affioramenti di queste ultime sono limitati a causa dell'erosione glaciale.

Nel Cenozoico la piattaforma porfirica Atesina è sottoposta a forti fenomeni compressivi con conseguente sollevamento della zona dolomitica e formazione della *linea della Valsugana* che corrisponde alla zona più meridionale della piattaforma.
Nei pressi di Trento, questa compressione porta alla formazione della *linea del Calisio*; i fenomeni compressivi legati a questa faglia sono visibili a Martignano dove delle rocce calcaree molto friabili, a contatto con porfidi antichi.
I cinque periodi glaciali quaternari hanno contribuito al modellamento del territorio con la formazione di valli ad U e con il trasporto di ingenti quantità di sedimenti che, successivamente, hanno dato luogo a potenti successioni sedimentarie.
Nell'area nordorientale la granulometria tende a diminuire passando dai depositi più grossolani della conoide a quelli più fini del piano di divagazione dell'Adige e dei suoi affluenti. Le litologie sono di tipo argilloso limoso con intercalazioni ghiaiose.
Da un punto di vista strutturale, le deformazioni tettoniche prima descritte per l'area della provincia di Trento continuano tuttora e la testimonianza di questi eventi sta nella natura sismica del territorio e nella sua variabilità strutturale (faglie, pieghe, scorrimenti).

Geomorfologia

Inquadramento geomorfologico

L'assetto geomorfologico attuale dell'area in oggetto deriva sicuramente da una o più fasi di erosione glaciale ben evidente e da una seconda fase morfogenetica, successiva e/o contemporanea al ritiro dei ghiacciai, legata all'erosione torrentizia e fluviale, e ai fenomeni gravitativi di versante e di degradazione e accumulo di detriti.
In generale l'area di progetto presenta inoltre una morfologia fortemente controllata dalla presenza di strutture tettoniche. In molte delle incisioni laterali (Valle di Centa, Valle della Scaletta, Valle del Rio Cavallo, Valle del Leno), le incisioni sono allineate lungo le linee di debolezza rappresentate da faglie maggiori.
Tra i fenomeni gravitativi che condizionano significativamente la morfologia dell'area di progetto, oltre al complesso fenomeno del Monte Marzola, merita di esser citata la Frana dei Lavini di Marco, un esteso fenomeno, avvenuto in età storica, di scivolamento planare a blocchi lungo i giunti di stratificazione dei calcari del Gruppo dei Calcari Grigi, che ha dato origine allo spettacolare versante in roccia delle "Laste di Lizzana" (zona di distacco), famosa per la presenza del Geosito dedicato alle impronte dei dinosauri, ed alla formazione di un esteso accumulo caotico di blocchi che ha occupato parte del fondovalle dell'Adige appena a Sud di Rovereto.

Morfologie presenti

La morfologia del territorio è stata influenzata, oltre che dalla geologia, anche dalle erosioni fluviali, dal trasporto di sedimenti e dalla formazione di laghi formatisi all'interno delle conche esistenti.

L'area montuosa interessata da tracciato in galleria presenta morfologie legate alle litologie presenti ed al loro comportamento geomeccanico; la natura prevalentemente calcarea e dolomitica delle rocce affioranti, caratterizzate da comportamenti geomeccanici prevalentemente rigidi, determina morfologie aspre, con versanti acclivi e con ampie zone ricoperte da depositi incoerenti recenti. Nel fondo valle sono presenti ampie conoidi di deiezione, a volte di dimensioni notevoli.

La dorsale montuosa è spesso interessata da strutture tettoniche che hanno contribuito alla fratturazione delle rocce causando, nelle aree prossime alle faglie, uno stato milonitico.

Dissesti ed aree instabili

La parte settentrionale del bacino dell'Adige è caratterizzate dall'affioramento di rocce calcaree frequentemente interessate da fenomeni carsici; la stabilità di queste rocce è legata alla presenza di discontinuità e dallo sviluppo del carsismo.

Improvvisi fenomeni di crollo si sono verificati e si verificano tuttora sulle pendici della Paganella e nel bacino del Rio Gola dove si verificano anche frane di scoscendimento e processi di erosione superficiale di una certa entità. Alla confluenza del Noce nel fiume Adige va menzionato il crollo che nel 1954 ha interessato la parete rocciosa sovrastante l'abitato di Zambana.

La parte meridionale del bacino dell'Adige è caratterizzata dalla presenza di vaste conoidi di deiezione che dimostrano come l'attività erosiva e di trasporto dei principali affluenti del Fiume sia stata molto intensa. I principali problemi sono legati al controllo del trasporto solido derivante dalla presenza di vaste aree in erosione e di materiale alluvionale presente in alveo.

Fenomeni gravitativi del Monte Marzola

Il Monte Marzola è contraddistinto da una dinamica di versante estremamente articolata, che trova espressione nei grandi accumuli di frana, nelle numerose trincee di deformazione e nelle caratteristiche morfologie dei suoi versanti.

Nel complesso si evince che il Monte Marzola è soggetto da lunghissimo tempo ad una dinamica di versante molto complessa che trova le sue origini in un assetto stratigrafico-strutturale tale da aver favorito l'innesco di movimenti gravitativi profondi ai quali si sono associati i grandi crolli che hanno coinvolto tutti i versanti della montagna.

Frane e smottamenti di minori entità si verificano con una certa frequenza, a rimarcare il fatto che si tratta di versanti in continua evoluzione.

Nella porzione media ed inferiore del versante sono state riconosciute superfici di collasso gravitative testimoniate da sistemi di scarpate e controscarpate che riprendono strutture fragili. Queste morfostrutture sono orientate prevalentemente secondo una direttrice NNE-SSO che è la stessa di quella dei principali lineamenti, riconosciuti tramite fotointerpretazione. Ciò fa ipotizzare il controllo almeno passivo delle fratture sullo sviluppo del fenomeno gravitativo in esame.

Stratigrafia

La successione stratigrafica affiorante lungo il tracciato, nel tratto che si sviluppa nella provincia di Trento, è la seguente, dall'alto verso il basso:

- Alluvioni attuali: alternanze di ghiaie e sabbie con lenti di argille e siltiti.
- Alluvioni recenti: costituite da alternanze di ghiaie, sabbie e argille, a luoghi cementate e terrazzate(Olocene)
- Detriti di falda: ciottolame roccioso non elaborato e non classato accumulato per gravità alla base dei pendii pedemontani (Olocene).
- Morene: accumuli caotici di sabbie e blocchi rocciosi con cattivo classamento granulometrico e presenza di una abbondante matrice argillosa (Pleistocene).
- Depositi fluvio-glaciali: depositi continentali costituiti da una mescolanza di classiche alluvioni con materiali clastici trasportati dai ghiacciai (Pleistocene)
- Marna di Priabona (Eocene): marne giallastre e celestine a briozoi; calcareniti grigio chiare a nummuliti e discocicline; calcari marnosi a discocicline e nummuliti; calcari di scogliera a coralli e idrozoi; calcareniti bruno grigiastre stratificate.
- Calcareniti grigio chiare (Eocene): calcari grigi ad echinidi; calcari lastroidi bruni, detritici.
- Formazione di Besagno e Formazione di Chiusole (Eocene): calcareniti grigio chiare e bianche, stratificate a nummuliti ed assiline (Formazione di Besagno); calcari lastroidi bianchi, grigi e bruni, a globigerine e globorotalie; calcari marnosi grigio cenere fittamente stratificati con selce. Lo spessore complessivo è di 90 m.
- Lave basaltiche (Miocene inferiore – Cretacico superiore): basalti augitici ed olivinici, neri, spesso vacuolari, in colate di varia età; filoni basaltici.
- Tufi e ialoclastiti (Oligocene – Cretacico superiore): brecce di esplosione, generalmente di riempimento di diatremi di età diversa.

- Scaglia cinerea (Paleocene): calcari organogeni e calcari argillosi di colore grigio nocciola, talora tendenti all'azzurro, con stratificazione più o meno distinta, frattura generalmente a scaglie, con globigerine e globorotalie.
- Scaglia rossa (Cretacico superiore): calcari più o meno argillosi rosei o più spesso rossi, con frattura a scaglie, talvolta selciferi.
- Biancone (Cenomaniano – Titoniano): calcari grigio biancastri, a chiazze scure, con intercalazioni argillose, talora a fucoidi, con radiolari; colore bianco avorio a frattura concoide con intercalazioni di selce scura a calpionellidi. La potenza massima è di 40 m. Verso l'alto questa formazione diventa lievemente marnosa.
- Rosso ammonitico veronese (Malm superiore – Dogger inferiore): calcari rosei e biancastri nodulari, calcari rossi compatti, calcari rossi marmorei nastriformi ad ammoniti; calcari marnosi selciferi rossastri. Calcari dolomitici localmente magnesiferi, male stratificati, eteropici con il Rosso ammonitico veronese. Lo spessore di questa formazione è di circa 40 m.
- Oolite di San Vigilio (Dogger inferiore – Lias superiore): calcari rosei rossastri, ricchissimi di fossili tra cui lamellibranchi, cefalopodi, gasteropodi e soprattutto crinoidi; calcari oolitici rosei, gialli e biancastri ad abbondati articoli di echinidi e brachiopodi. Dolomie e calcari dolomitici porosi e facilmente disgregabili, eteropici con l'Oolite di San Vigilio.
- Calcari grigi di Noriglio (Lias medio inferiore): calcari grigi con livelli marnosi ed argillosi, talora ricchi di resti vegetali; calcari oolitici. Dolomie rosate o grigio rossastre spesso magnesifere, in grosse bancate, eteropiche con i Calcari grigi di Noriglio.
- Dolomia principale (Retico – Norico): calcari dolomitici e dolomie bianche o grigie in bancate massicce; dolomie biogeniche sottilmente stratificata stromatoliti, brecce dolomitiche intraformazionali associate a sottili livelli dolomitico argillosi verdastri o rossastri. Lo spessore medio è di circa 800 m.
- Dolomia ladinica (Carnico – Ladinico): dolomie cristalline grigio chiare, compatte e fragili, con venature rosate, ben stratificate, superiormente ricche di fossili; dolomie pulverulente con sottili intercalazioni marnose; dolomie massicce non stratificate.
- Formazione di Liovinallongo (Ladinico superiore): Marne verdastre con selce; marne e calcari grigio verdastri o scuri, nodulari; dolomie, calcareniti, dolomie selcifere passanti lateralmente a facies massicce. La potenza di questa formazione è di circa 50 m.

- Dolomia del Serla (Anisico medio superiore): dolomie compatte grigie e scure, subsaccaroidi; dolomie e calcari dolomitici detritco-organogeni, generalmente stratificati; lo spessore medio è di circa 200 m.
- Formazioni anisiche (Anisico): marne scure lastriformi, calcari dolomitici marnosi talora gessosi, alternati ad argilliti fogliettate grigio verdastre o a marne calcaree gessose; dolomie arenacee, arenarie e siltiti di colore rossastro o grigio in strati sottili; banchi conglomeratici a ciottoli della serie werfeniana sottostante. Spessore medio: 50-60 m.
- Formazione di Werfen (Scitico – Werfeniano): calcari, marne, arenarie e siltiti rosse e gialle; gessi, calcari oolitici e brecce intraformazionali; calcari dolomitici verdastri e grigi, marne e siltiti; presenta intercalazioni di depositi evaporitici (dolomie e gessi) e di strati terrigeni. Spessore compreso tra 200 e 350 m.

Caratteristiche geopedologiche dei terreni

I terreni che costituiscono il tratto di pianura su cui è prevista la realizzazione della nuova linea ferroviaria sono di natura alluvionale ed i suoli che si formano da questi tipi di depositi possono essere classificati, da un punto di vista genetico-evolutivo, come suoli ai primi stadi dell'evoluzione pedogenetica (regosuoli). La permeabilità, la porosità e la natura sciolta di questi terreni determina uno spessore da profondo a molto profondo dei relativi suoli.
Le composizioni granulometrica, fisico-chimica e biotica di questi suoli sono strettamente legate alla natura dei terreni sottostanti, al clima ed alle attività vegetali, animali ed antropica:

1. *composizione granulometrica*: normalmente nelle alluvioni risulta variabile in funzione dell'eterogeneità dei depositi e determina sia la capacità idrica di ritenuta che la fertilità del suolo; i suoli presenti nell'area sono prevalentemente limoso - sabbiosi con una piccola componente argillosa.

2. *composizione chimica*: è legata alla natura delle alluvioni determinata dalla composizione delle rocce dalle quali derivano; in questo caso i suoli risultano per la maggior parte sufficientemente ricchi dei principali elementi nutritivi (anidride fosforica, ossido di potassio, ossido di calcio).

3. *composizione biotica*: è legata all'attività animale e vegetale ed a quella antropica; la prima distinta in processi che agiscono come catalizzatori (attività microbica) ed in interventi macroscopici (come l'azione di alcuni animali che omogeneizzano il

suolo); la seconda, intervenendo insieme agli altri fattori di pedogenesi, facilita i processi di alterazione (la presenza di una copertura vegetale continua è l'elemento principale di differenziazione della pedogenesi); l'attività antropica, esplicatasi soprattutto attraverso le pratiche agrarie (aratura profonda e concimazione chimica), ha fatto diminuire, nei suoli in studio, l'humus con conseguente diminuzione degli organismi legati al ciclo della trasformazione della materia organica; inoltre la scomparsa delle siepi lungo i bordi dei campi e degli alberi ha privato il suolo di buona parte della materia organica da rielaborare.

La vicinanza della falda con il p.c. determina uno stato di saturazione dei terreni sovrastanti per risalita capillare e permette quindi di definire i suoli in oggetto come freschi.

Per quanto riguarda la capacità d'uso questi suoli possono essere utilizzati per ogni tipo di coltura.

L'occupazione temporanea di aree porterà al "consumo" di una certa quantità di suolo con buone caratteristiche pedologiche che potrà essere decorticato, accantonato e quindi riutilizzato per le operazioni di ripristino e di riambientazione.

La sottrazione definitiva di suoli con buone caratteristiche pedologiche non potrà essere mitigata ma tutto il suolo raccolto nelle operazioni di scopertura potrà essere accantonato e riutilizzato per le riambientazioni e le bonifiche. Si potranno anche realizzare interventi di recupero di aree non produttive come misura di compensazione alle superfici eliminate.

Geologia strutturale

Da un punto di vista strutturale l'area di progetto ricade in un settore che ha subito, a partire dall'Eocene, una strutturazione polifasica per faglie e pieghe di tipo fragile.

I diversi sistemi di faglia presenti sono il prodotto di un campo di stress che, da prima distensivo e poi compressivo, ha cambiato nel tempo l'orientazione dell'asse di massimo sforzo ruotando tra una direttrice NNE-SSW e una orientata circa WNW-ESE (Castellarin et al. 1998).

Sono stati riconosciuti in particolare tre principali sistemi di faglia di importanza regionale:

- Sistema di faglie a direzione NNE-SSW riconducibili al sistema dinarico
- Sistema di faglie a direzione E-W riconducibili al sistema Valsuganense
- Sistema di faglie a direzione NNW-SSE appartenenti al sistema Schio-Vicenza

Le gallerie “ “Buonconsiglio” e “Trento” attraversano diverse strutture di una certa importanza, appartenenti per lo più al sistema valsuganense e dinarico.

Geomeccanica – Geotecnica

Gli ammassi rocciosi delle due gallerie in progetto presentano caratteristiche di qualità geomeccanica decisamente variabili: mentre nella prima Galleria (“Buon Consiglio” e “Trento”), prevalgono gruppi geomeccanici con qualità da mediocre a scadente, nella seconda galleria (Zugna) la situazione è più omogenea, con la prevalenza di gruppi geomeccanici con qualità mediocre/buona, fatte salve le zone di faglia, dove la qualità è sempre scadente.

Sismicità

L’assetto geometrico strutturale dell’area di Trento è caratterizzato da un’evoluzione della deformazione in condizioni di regime fragile, che ha originato sistemi di pieghe associate a sovrascorrimenti.

L’area di interesse è localizzata immediatamente ad Est di un importante discontinuità delle Alpi meridionali, la Linea delle Giudicarie, la cui evoluzione ha fortemente influenzato il settore compreso tra il massiccio dell’Adamello, a Ovest, e il versante destro della Valle dell’Adige, a Est. In destra orografica della Valle dell’Adige sono infatti molto sviluppati sistemi di discontinuità con direzione NNE-SSW o NE-SW subparalleli alla linea delle Giudicarie, mentre a partire dalla sinistra dell’Adige verso Est divengono prevalenti i sistemi di discontinuità con direzione ENE-WSW.

Il territorio della provincia di Trento è interessato da una sismicità che può essere definita bassa, in relazione alla sismicità nazionale.

La classificazione sismica dell’Ordinanza n. 3274 dispone che i comuni della Provincia di Trento siano collocati nelle zone sismiche di categoria III e IV.

Con le norme di attuazione della variante 2000 al P.U.P. – Approvazione della carta di Sintesi Geologica si stabilisce che tutto il territorio provinciale è da considerarsi come sismico, con sismicità trascurabile (zona 4) o bassa (zona 3).

Idrogeologia

Nella parte iniziale del progetto le sorgenti sono relativamente poco numerose, ed appaiono legate principalmente ad una ricarica meteorica e da scioglimento delle nevi, con una possibile duplice circolazione idrica:

- una circolazione entro i depositi detritici olocenici ed i depositi glaciali pleistocenici;
- una circolazione in roccia, condizionata dalle soglie di permeabilità tra le varie litologie, limitata alla parte corticale delle masse rocciose. Il rinserramento delle fratture

in profondità ed il loro riempimento da parte di prodotti di alterazione delle rocce in senso argilloso ostacola lo sviluppo di una circolazione profonda.

Tipicamente dunque la circolazione idrica in questo tratto del versante atesino è limitata agli spessori più superficiali.

Le numerose formazioni del complesso permo-triassico sono in generale caratterizzate dalla presenza di intercalazioni marnoso-argillose e siltitiche, che impediscono la percolazione delle acque e le rendono classificabili come poco o nulla permeabili “in grande”.

Nel tratto della circonvallazione Trento Rovereto il tracciato si sviluppa lungo la transizione tra due distinti dominii geologici ed idrogeologici.

A Nord l’area fa ancora parte del dominio del Distretto Vulcanico Atesino, mentre a Sud, a partire circa dall’altezza di Mattarello, si entra in un contesto geologico dominato da massicci carbonatici, che persisterà sino al confine meridionale della provincia, in un quadro strutturale in cui spiccano per frequenza ed importanza le strutture scledensi NNW-SSE.

Nell’area del comune di Trento e dei limitrofi comuni del versante sinistro la situazione idrogeologica è resa complessa dalla transizione tra i due dominii, condizionata dalla intersezione di diversi sistemi tettonici (giudicariense, valsuganese e scledense) e resa intricata dalla irregolare geometria delle vulcaniti e dalla presenza del grande ammasso di frana del versante occidentale del Monte Marzola. Il versante della Marzola è ricco di piccole sorgenti, che alimentavano in passato i piccoli acquedotti dei sobborghi di Trento, e che oggi fanno ancora parte del sistema distributivo dell’acquedotto cittadino, sia pure come elementi minori e gestionalmente disorganici della rete distributiva collinare.

Si hanno quindi indicazioni che le sorgenti dell’area della Vigolana, per il tipo di circolazione che le caratterizza, non dovrebbero essere impattate dai lavori di realizzazione della galleria ferroviaria.

La presenza concomitante, nel tratto di versante fra Mattarello e Borghetto, di una predominanza di litologie carbonatiche e di un fascio di faglie di importanza regionale, ha determinato lo sviluppo di una circolazione idrica profonda prevalentemente di tipo tettono-carsico, impostata sia entro le formazioni rocciose più calcaree e carsificabili (formazioni del Gruppo dei Calcari Grigi), sia entro i termini dolomitizzati (Dolomia Principale), che costituiscono la parte più profonda dell’acquifero e giungono alla quota del livello di base, localmente dato dal fondovalle atesino e dei corsi maggiori d’acqua affluenti in sinistra orografica. Le dolomie sono, in grande, meno permeabili rispetto ai calcari, sia perché la dissoluzione carsica è meno efficace su di esse, sia perché sono

frequenti in esse delle sottili interstratificazioni marnoso-argillose. Le zone di faglia e frattura sono però linee di sviluppo preferenziale della dissoluzione carsica, che lungo le stesse può determinare una circolazione idrica anche rilevante. Sono quindi anche linee di deflusso preferenziale. Un fattore di cui tener conto nell'analisi idrogeologica è anche che nell'area in esame la gran parte delle strutture tettoniche che pervadono le masse dolomitico-carbonatiche sono state generate da una tettonica compressiva: le deformazioni sismotettoniche comprimono le masse rocciose e tendono a creare, lungo i piani di faglia, prodotti di frizione (cementanti), più che ad allargare le fratture. Anche i riempimenti delle fratture dati dalle argille residuali dell'attacco carsico e dal dilavamento delle argille di interstrato in teoria rendono le discontinuità in dolomia principale meno permeabili. In situazioni di forte carico idraulico (vicinanza alla base del complesso acquifero) e in contestuale presenza di intersezioni di sistemi di faglia e fratturazione diversamente orientati fra loro (aree intensamente tettonizzate) si può sviluppare una circolazione consistente. Il regime della circolazione entro l'acquifero principale segue il modello della circolazione in blocchi. L'attraversamento di fasce cataclastiche da parte del tunnel può, attraverso il drenaggio indotto dallo scavo, dilavare della matrice fine il riempimento delle cataclasiti, innescando lo svuotamento accelerato della fascia fratturata. I recapiti profondi nel fondovalle atesino da Trento a Rovereto non sono per il momento sfruttati: è in corso la captazione di una parte dell'acquifero profondo ad Acquaviva, per l'acquedotto della città di Trento, e alcune sorgenti collegabili a questo tipo di circolazione sono captate a Besenello.
Il recapito più consistente dell'area, presso Acquaviva, non verrà minacciato dall'opera, che volutamente in corrispondenza di questa zona segue un tracciato esterno al versante, in fondovalle.
Nel tratto finale dell'area di progetto si rileva una maggiore intensità dei fenomeni carsici, superficiali e profondi.

Complessi idrogeologici

Successivamente all'individuazione delle formazioni geologiche presenti, sono stati definiti i complessi idrogeologici che caratterizzano l'area interessata dall'esecuzione dell'opera in progetto. I complessi sono stati definiti sulla base delle caratteristiche di fratturazione, permeabilità e carsismo proprie dei vari litotipi presenti nell'area.
Dall'osservazione della Carta Idrogeologica del tratto che si sviluppa nella provincia di Trento, è possibile notare la grande estensione areale dei complessi idrogeologici mediamente o altamente permeabili per fratturazione e/o per carsismo, legati alla presenza di importanti strutture tettoniche ad andamento NNE-SSW (strutture di tipo

"giudicariense"); queste strutture, sia di tipo distensivo, sia di tipo compressivo, hanno un ruolo fondamentale nel controllo dei circuiti idrogeologici.

L'acquifero principale, nel tratto che si sviluppa nella provincia di Trento, è costituito dalle formazioni giurassiche ed in particolare dai Calcari grigi di Noriglio e dall'oolite di San Vigilio.

Permeabilità delle formazioni

L'affioramento nell'area di numerose formazioni spesso con litologie differenti, consente di individuare una serie di complessi idrogeologici; vengono di seguito descritti i complessi idrogeologici individuati.

Complesso delle alluvioni e dei detriti: questo complesso presenta in generale una permeabilità variabile da bassa a media in base alla natura litologica e alla granulometria dei depositi. Le alluvioni presentano una permeabilità per porosità, globalmente bassa, ma localmente variabile in relazione alla granulometria dei depositi, fino ad alta in corrispondenza dei livelli ghiaiosi. I detriti costituiscono un complesso di potenza variabile da pochi metri a diverse decine di metri, caratterizzato da permeabilità per porosità globalmente media, passante ad elevata in corrispondenza delle porzioni dove la matrice sabbioso – limosa è meno abbondante; localmente può essere bassa a causa della presenza di matrice residuale limosa. I depositi morenici costituiscono un complesso di potenza variabile da pochi metri a diverse decine di metri, caratterizzato da elevata eterogeneità e da permeabilità per porosità globalmente di grado da molto basso a basso. Sono possibili variazioni del grado di permeabilità in senso verticale in corrispondenza dei livelli limosi più o meno sovraconsolidati e/o cementati.

Complesso delle marne e marne argillose: le formazioni sono costituite prevalentemente da marne, calcareniti, dolomie arenacee, arenarie, siltiti. Calcari e dolomie sono, generalmente, finemente interstratificati con livelli pelitico - arenacei o bituminosi. La successione è globalmente caratterizzata da permeabilità da molto bassa a bassa per fratturazione, anche se possono essere localmente presenti fenomeni di carsismo. Rappresenta il letto dell'acquifero principale.

Complesso dei calcari e dei calcari marnosi: successione costituita, prevalentemente, da calcari marnosi, calcari argillosi, marne e scisti bituminosi, generalmente caratterizzata da permeabilità bassa ma che nell'area, a causa dell'elevato grado di fratturazione, presenta una permeabilità media. La formazione del Rosso Ammonitico Veronese, costituita da calcari nodulari biomicritici o microcristallini localmente marnosi

o selciferi, o con frazione argillosa non trascurabile, è caratterizzata da permeabilità da media a bassa per fratturazione e rappresenta il tetto dell'acquifero principale.

Complesso dei calcari fratturati subcristallini: costituisce l'acquifero principale. L'assetto idrogeologico è condizionato dalla fratturazione e dal carsismo. La circolazione dell'acqua avviene attraverso un complesso sistema di fratture e di cavità carsiche. In queste zone l'infiltrazione delle acque meteoriche è elevata, mentre è quasi nullo il ruscellamento superficiale. La permeabilità è alta per fessurazione e per carsismo, con variabilità locale.

Complesso dei calcari dolomitici e delle dolomie: è costituito da dolomie e calcari dolomitici da massicci a ben stratificati di colore grigio - rosa, talora saccaroidi o biogenetici (a stromatoliti), con intercalazioni di brecce intraformazionali e di sottili livelli dolomitico - argillosi. La permeabilità è media per fratturazione.

Analisi delle interazioni opera-ambiente

I problemi principali sono connessi alla presenza di importanti lineamenti tettonici e zone di faglia; l'incontro con queste zone comporta un peggioramento delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso intercettato.

Vista l'estensione delle aree tettonizzate e l'impossibilità di cartografare tutti i lineamenti tettonici presenti, sono necessari studi mirati alla determinazione di specifiche problematiche in sotterraneo che sono in grado di focalizzare i rischi connessi alla presenza di zone di faglia.

Principali Criticità geologiche e costruttive

Le gallerie Buonconsiglio e Trento presentano numerose criticità geologiche legate a:

- presenza di depositi alluvionali nel primo chilometro di galleria;
- prevalenza di ammassi rocciosi appartenenti a gruppi geomeccanici con qualità da mediocri a scadenti;
- possibile interferenza con ammassi rocciosi coinvolti nel movimento gravitativo del Monte Marzola;
- possibile presenza di materiale di scavo inquinato o potenzialmente inquinante in relazione all'inquinamento della falda in zona scalo Filzi e di mineralizzazioni metalliche.

La Galleria Zugna presenta criticità geologiche legate perlopiù all'attraversamento di estese zone di faglia ed alle coperture topografiche localmente molto elevate.

Dal punto di vista costruttivo e delle metodologie di scavo le criticità individuate impongono una attenta valutazione per la scelta del tipo di macchina da utilizzare nel caso di impiego dello scavo meccanizzato.
I materiali di scavo delle due gallerie si prestano in gran parte (in particolare quelli provenienti dalla Galleria Zugna), ad essere valorizzati per un reimpiego come materiali da costruzione, per la produzione di aggregati da calcestruzzo ed eventualmente come materie prime per cementifici, in subordine come materiali per la realizzazione di riempimenti e rilevati.

Sintesi degli Impatti

Sottrazione di suolo

L'occupazione temporanea di aree porterà al "consumo" di una certa quantità di suolo con buone caratteristiche pedologiche che potrà essere decorticato, accantonato e quindi riutilizzato per le operazioni di ripristino al termine dei lavori.

La sottrazione definitiva di suoli con buone caratteristiche pedologiche non potrà essere mitigata ma tutto il suolo raccolto nelle operazioni di scopertura potrà essere accantonato e riutilizzato per le riambientazioni e le bonifiche. Si potranno anche realizzare interventi di recupero di aree non produttive come misura di compensazione alle superfici eliminate.

Poiché il tracciato si sviluppa prevalentemente in galleria, le aree di impatto sono limitate agli imbocchi ed ai tratti all'aperto ma solo alcuni di essi sono realizzati su suoli naturali data la diffusa urbanizzazione dell'area.

Si tratta comunque di sottrazioni limitate. Per i suoli localizzati nelle aree ad esclusiva vocazione agricola occorre precisare che probabilmente quelli originari presentavano tra loro delle variazioni, conseguenza delle diverse granulometrie ed origini, ma la lunga gestione agraria ha sicuramente ridotto le differenze in modo che allo stato attuale, con le moderne tecniche di lavorazione e di concimazione, possono essere ritenuti sufficientemente omogenei e di qualità media.
Interferenza con terreni permeabili

Per quanto riguarda i tratti all'aperto, il tracciato si svilupperà in corrispondenza di terreni alluvionali la cui permeabilità può variare da media a bassa in funzione della granulometria affiorante. Il rischio consiste nel possibile inquinamento del suolo che risulterà maggiore nelle zone in cui prevale la componente ghiaioso-sabbiosa. Questo impatto viene mitigato con gli interventi previsti nella componente Ambiente idrico.

Per i tratti in galleria, la zone in cui sono in contatto (stratigrafico o tettonico) la successione giurassica permeabile e le successioni a bassa permeabilità, può rappresentare un punto delicato sotto il profilo idrogeologico. Nella fase di esecuzione si deve fare grande attenzione, nell'attraversamento delle formazioni carsificate, ai fini della protezione della falda carsica da inquinamenti.

Interferenza con terreni scadenti

Il grado di stabilità del cavo all'atto dello scavo è legato alla natura litologica, alla disposizione della stratificazione rispetto all'asse della galleria ed al grado di fratturazione; queste caratteristiche devono essere considerate insieme alla modifica dello stato tensionale che la galleria crea nell'ammasso roccioso e nell'area circostante.

La natura geomeccanica delle rocce, la loro caratterizzazione geotecnica e, in sintesi, il loro comportamento allo scavo, rivestono infatti un'importanza fondamentale; i particolari aspetti dell'impatto dell'opera sui terreni scadenti potranno essere approfonditi solo a seguito dei risultati di un'indagine geognostica di dettaglio.

In corrispondenza dei tratti all'aperto affiorano i depositi alluvionali nei quali è presente una falda idrica freatica che raccoglie e drena le acque dai rilievi circostanti. I sedimenti alluvionali, prevalentemente limoso-argillosi, sottoposti a nuovi carichi, tenderanno a consolidare con conseguente rischio di cedimenti.

Per quanto riguarda il tratto in galleria, gran parte del tracciato si sviluppa in corrispondenza di rocce intensamente fratturate e carsificate; le linee di faglia giocano il ruolo fondamentale di sovrapporre complessi idrogeologici caratterizzati da permeabilità differenti, creando delle soglie lungo le quali si allineano le sorgenti; in particolare ciò accade in corrispondenza dei sovrascorrimenti dei complessi con grado di permeabilità medio alto al di sopra dei terreni scarsamente permeabili. La presenza di acqua in pressione all'interno dell'ammasso roccioso tende a peggiorare le caratteristiche geomeccaniche di quest'ultimo, con conseguente incremento dell'instabilità del fronte di scavo. Le maggiori informazioni derivanti da un necessario approfondimento delle indagini consentirà di predisporre i metodi di scavo e gli opportuni provvedimenti per contenere gli effetti negativi.

Interferenza con forme carsiche

L'attraversamento delle formazioni calcaree non presenta normalmente particolari problemi di stabilità ma in quest'area la situazione è complicata dalla presenza di numerose zone carsificate.

In corrispondenza di queste aree le caratteristiche geomeccaniche di rocce che normalmente dovrebbero essere da discrete a buone, diventano mediocri a causa anche della presenza di acqua in pressione, con conseguente diminuzione della stabilità dello scavo. Vale per la mitigazione di questo impatto quanto esposto nel precedente.

Bibliografia

Fuganti A., Möller P., Morteani G., Dulski P.: “Gadolinio ed altre terre rare usabili come traccianti per stabilire l’età, il movimento ed i rischi delle acque sotterranee: esempio dell’area di Trento”. Geologia Tecnica e Ambientale, n° 4, 1996.

Gisotti G.: “Geologia e pedologia nell’assetto del territorio”. Bologna1983.

Mancini F.: “Carta dei suoli d’Italia”. Firenze, 1966.

Morteani G.: “La storia del Lago di Tovel in base ai sedimenti della Baia Rossa (Trentino)”. Geologia Tecnica e Ambientale, n° 3, 1999.

Servizio Geologico d’Italia - Carta Geologica in scala 1:100.000, Foglio n° 21 Trento.

Servizio Geologico d’Italia - Carta Geologica in scala 1:100.000, Foglio n° 36 Schio.

Amministrazione Provinciale di Trento: studi e dati reperiti sul sito **www.provincia.tn.it** e sul sito **www.mtsn.tn.it**.

AA.VV. (1992) - Carta Geologica d'Italia, 1:50.000, Guida al rilevamento. Servizio Geologico Nazionale, Quaderni serie III, 1, 203.

AA.VV. (2006 non pubbl.)- Assetto geologico-strutturale del Trentino meridionale e dell’area pedemontana Veneta occidentale – Fase IV – Convenzione tra la Provincia Autonoma di Trento e l’Università di Padova – Dipartimento di Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica

BERTOTTI G., PICOTTI V., BERNOULLI D. & CASTELLARIN A. (1993) - From rifting to drifting: tectonic evolution of the South-Alpine upper crust from the Triassic to the Early Cretaceous. In S. Cloetingh, W. Sassi, F. Horvath and C. Puigdefabregas (Eds.), Basin Analysis and Dynamics of Sedimentary Basin Evolution. Sedimentary Geology, 86: 55-76.

BRANDNER R. (1991) Geological Setting and Stratigraphy of the Schlern-Rosengarten Buildup and Seiser Alm Basin. In: Brandner R, Flügel E, Koch R, Yose LA (eds) The Northern Margin of the Schlern/Sciliar-Rosengarten/Catinaccio Platform. Dolomieu

Conference on Carbonate Platforms and Dolomitization, Guidebook Excursion A, Ortisei (Italy), 61 pp

CASSINIS G. & CASTELLARIN A. (1981) - Foglio 35 Riva. In: A. Castellarin (Ed), Carta tettonica delle Alpi Meridionali (alla scala 1:200.000), Pubb. 441, Prog. Final. Geodinamica (S.P.5) CNR, Tecnoprint, Bologna, 124-134.

CASSINIS G, CASTELLARIN A., PELOSO G.F., SARTORI R. & VERCESI P.L.. (1982) - Il settore della Linea delle Giudicarie Sud: evoluzione tettonica permo-triassica ed assetto strutturale attuale. In: A. Castellarin & G.B. Vai (Eds) Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale, Guide Geol. Reg., S.G.I., 125-130.

CASTELLARIN A. (1982) - Lineamenti ancestrali Sudalpini. In: A. Castellarin e G.B. Vai (curatori): "Guida alla geologia del Sudalpino Centro Orientale", Guide Geologiche Regionali, S. G. I., 41-55.

CASTELLARIN A. (1962) – Serie stratigrafiche paleogeniche dei dintorni di Rovereto. Mem. Soc. Geol. It., vol. 3, pp. 169-183.

CASTELLARIN A. & SARTORI R. (1980) - Struttura e significato della Linea delle Giudicarie Sud. Rend. Soc. Geol. It., 2: 29-32.

CASTELLARIN A., FESCE A.M., PICOTTI V., PINI G.A., PROSSER G., SARTORI R., SELLI L., CANTELLI L. & RICCI R. (1988) - Structural and kinematik analysis of the Giudicarie deformation belt. Implications for compressional tectonics of Southern Alps. Miner. Petrogr. Acta, 30: 287-310.

CROSTA G.B. et. Al (2002 non pubbl.) – Relazione Finale sullo studio dei fenomeni di instabilità di Versante del Monte Marzola – Convenzione tra le Provincia Autonoma di Treno e l'Unioversità degli Studi di Milano Bicocca – Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie.

DE ZANCHE V. & MIETTO P. (1989) - Il Triassico della Valsugana. Mem. Sc. Geol., 41: 163-189.

DE ZANCHE V., GIANOLLA P., MIETTO P., SIORPAES C. & VAIL P. R. (1993) - Triassic sequence stratigraphy in the Dolomites (Italy). Mem. Sc. Geol., 45: 1-27.

DOGLIONI C. & BOSELLINI A. (1987) - Eoalpine and mesoalpine tectonics in the Southern Alps. Geol. Rundschau, 76: 735-754.

FABIANI R. (1922) - Il Terziario del Trentino. Mem. Ist. Geol. R. Univ. Padova, 6: 1-60.

FABIANI R. (1930) - Sviluppo e caratteri del Terziario del Trentino. Atti 19° Riunione Soc. It. Progr. Sc., 2, 119-150.

FERRARI A. (1982) - Note stratigrafiche sull'area veneto-trentina (dal Triassico superiore al Cretacico), in A. Castellarin & G.B. Vai (Eds.), Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale, Guide Geologiche Regionali. S.G.I., pp. 59-66, Bologna.

FERRARI A. (1982) – Note stratigrafiche sull'area Veneto-Trentina (dal Triassico superiore al Cretaceo). In Castellarin e Vai (Eds). Guida alla Geologia del Sudalpino centro-orientale. Guide Geol. Reg. Soc. Geol. It., pp. 67-77.

FUGANTI A. & MOSNA S. (1963) - Il Cretaceo nel Trentino Centrale. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 4: 81-116.

FUGANTI A. & MOSNA S. (1966) - Studio stratigrafico, sedimentologico, micropaleontologico delle facies giurassiche del Trentino occidentale. Studi Trent. Sc. Nat., sez. A, 43: 25-105.

GIANOLLA P., DE ZANCHE V. E MIETTO P. (1994) – Triassic sequence stratigraphy in the Southern Alps (Northern Italy): definition of sequences and basin evolution.

LAUBSCHER H.P. (1974) - The tectonics of subduction in the alpine system. Mem. Soc. Geol.It., 13, suppl. 2: 275-282.

MASETTI D., CLAPS M., GIACOMETTI A., LODI P. e PIGNATTI P. (1998) - I Calcari Grigi della Piattaforma di Trento (Lias Inferiore e Medio, Prealpi Venete). Atti Tic. Sc. Terra 40, pp. 139-183.

OGNIBEN L. (1986) - Modello geodinamico della regione trentina ed aree circostanti. Studi Trent. Sci. Nat., Acta Geologica, 63: 1-165.

PROSSER G. & SELLI L. (1991) - Thrust of the Mezzocorona-Mendola Pass area (Southern Alps, Italy): structural analysis and kinematic reconstruction. Boll. Soc. Geol. It., 110: 805-821.

SELLI L. (1998) - Il Lineamento della Valsugana fra Trento e Cima d'Asta: cinematica neogenica ed eredità strutturali permo-mesozoiche nel quadro evolutivo del Sudalpino orientale (NE-Italia). Mem. Soc. Geol. It., 53, 503-541.

TREVISAN L. (1937) - Il motivo tettonico della regione montuosa tra l'Adige e la Linea delle Giudicarie e il suo significato. Boll. Soc. Geol. It., 58: 34-42.

TREVISAN L. (1938) - Il fascio di fratture tra l'Adige e la Linea delle Giudicarie e i suoi rapporti con il massiccio intrusivo dell'Adamello. Studi Trent. Sc. Nat., 19(2): 177-188.

TREVISAN L. (1941) – La struttura geologica dei dintorni di Trento. St. Trent. di Sc. Nat., Anno XXII, n. 3, pp. 127-148.

VENZO S. (1934) - Il Neogene del Trentino, del Veronese occidentale e del Bresciano. Mem. Mus. St. Nat. Venezia Tridentina, 2: 11-207.

4. VEGETAZIONE FLORA E FAUNA

4.1 Clima e cambiamenti climatici in atto

La barriera orografica delle Alpi determina, sui versanti meridionali, specifiche condizioni climatiche rilevabili. Le Alpi difendono i versanti italiani dalle correnti fredde di provenienza settentrionale. Nel contempo le masse caldo-umide di provenienza mediterranea arrivano ad interessare direttamente i versanti esposti a Sud. Analisi climatiche e paleoclimatiche recenti hanno posto in evidenza che l'origine delle precipitazioni in Trentino è in gran parte legata a masse d'aria umida provenienti dal Mediterraneo.

La situazione blioclimatica che ne risulta è caratterizzata da condizioni relativamente miti, se confrontate con i settori settentrionali dell'Arco Alpino. Il regime pluviometrico tipico tende ad avere importanti eventi meteorici in estate e fasi di riduzione delle piogge in inverno.

La variabilità morfologica del territorio, determinata dalla presenza di una fitta rete di valli con diverse esposizioni, comporta un'ampia variabilità locale, in funzione dell'efficienza della componente radiativa, importante soprattutto nel periodo invernale. In tal senso di osserva che la Val d'Adige ha una disposizione lungo i meridiani, che consente una accessibilità diretta delle radiazioni solari, anche durante il solstizio d'inverno.

In prossimità dei grandi laghi alpini si determinano condizioni di clima relativamente mite, che consentono la persistente di isole di vegetazione mediterranea, tra le quali coltivazioni ad olivo. Le variazioni climatiche in atto a livello globale stanno condizionando anche il territorio della Provincia, con una trend che sembrerebbe evidenziare una riduzione delle precipitazioni complessive, un ampliamento delle fasi di riduzione delle piogge e un incremento delle tempereature.

4.1.1 Precipitazioni

Il Bacino dell'Adige Presenta una ampia variabilità pluviometrica, passando da un minimo di 400-500 mm all'anno in Val Venosta, fino ad un massimo di oltre 1600 mm nella parte alta del bacino dell'Avisio. Il valore medio delle precipitazioni annuali si attesta intorno ai 900 mm all'anno.

Nelle Alpi meridionali, negli ultimi 100 anni, è stata rilevata una diminuzione delle precipitazioni quantificabile in un -10%. L'analisi delle misurazioni rilevate nelle stazioni di Trento, San Martino di Castrozza, Passo Rolle, Pinzolo e Tione dal 1921 al

2000 evidenzia un trend volto alla diminuzione delle precipitazioni totali annue, quantificabile mediamente in circa -115 mm/secolo (pari al 10% circa della media).
Sempre sulle base dell'osservazione dei dati strumentali si osserva, un aumento della precipitazioni intense, accompagnato anche da una tendenza più recente all'aumento dei periodi siccitosi invernali.
L'analisi dell'altezza della neve fresca segnala un calo generalizzato per ora complessivamente lieve (1-2% annuo sulle Alpi) dei totali annui nel periodo 1982-2004.
Anche per il numero dei giorni nevosi il trend è negativo, proporzionalmente maggiore di quello che si osserva per i valori della neve fresca, e mediamente pari a -0,2 giorni nevosi a stagione.
Per quanto riguarda il numero di giorni con permanenza della neve al suolo, i trend nel periodo 1981-2004 evidenziano, a tutte le quote, in particolare a quelle inferiori ai 1.200 m, un calo significativo, variabile tra 1 e 2,5 giorni/stagione in base all'esposizione.

4.1.2 Temperature

Le analisi sulle serie storiche strumentali di stazioni centenarie (Trento Laste, 1816; Rovereto, 1882; Predazzo, 1926; San Martino di Castrozza, 1926; Passo della Mendola, 1926; Passo Rolle, 1926; Pejo, 1926) indicano che nell'ultimo secolo, in Trentino, la temperatura media annua è aumentata di 0,6°C ± 0,16°C. Questo fenomeno risulta più evidente per le temperature invernali, mentre, a differenza di altre zone alpine, non si evincono trend significativi per la stagione primaverile, estiva ed autunnale. Nell'area alpina gli anni 1994, 2000, 2002 e 2003 sono stati i più caldi negli ultimi 500 anni. Questo a conferma che anche sulle Alpi la gran parte dell'incremento di temperatura si è verificato negli ultimi 20-30 anni con un tasso ben superiore a quello dell'ultimo secolo.

4.1.3 Scenari futuri

I dati sinteticamente esposti nei paragrafi precedenti, tratti in gran parte "Previsioni e conseguenze dei cambiamenti climatici in Trentino" pubblicato dalla Provincia Autonoma di Trento nel 2008, evidenziano una fase di trasformazione e transizione climatica, che potrebbe, allo stato attuale, trovarsi soltanto in fase iniziale.
Lo stretto legame meteoclimatico tra i versanti alpini meridionali del Trentino, con le dinamiche del Bacino Mediterraneo, in piena fase di tropicalizzazione, comporteranno cambiamenti negli ecosistemi, con variazioni sia nelle componenti biotiche che biotiche.

In linea generale, nei prossimi anni, la vegetazione e la fauna conoscerà un progressivo innalzamento, dei limiti massimi altitudinali, esponendo le componenti biologiche legate ai climi più freddi, a rischi di estinzione locale.

Queste trasformazioni in atto, con una loro accentuazione attesa negli anni a venire, non dovrebbero comportare gravi ripercussioni negli ecosistemi della Val d'Adige, direttamente interessati dal progetto. Ciò in ragione della considerazione che le forme biologiche (specie, habitat e associazioni vegetazionali) che verranno esposte a rischio di scomparsa saranno quelle collocate in ambienti più elevata altitudine.

4.2 Uso del suolo

Nel bacino idrografico dell'Adige si rileva un uso del suolo strettamente legato alla morfologia del territorio, oggetto di trasformazioni e modifiche attuate in un arco temporale di diversi secoli.

La parte dominante del territorio presenta caratteristiche spiccatamente montane, con estese formazioni boschive, della vegetazione pioniera e degli affioramenti rocciosi. L'estensione complessiva degli ambienti di pianura è molto limitato per la conformazione naturale del bacino idrografico. Le zone di fondovalle risultano fortemente antropizzate, presentando forme di agricoltura moderna e razionale, che tendono ad utilizzare ogni porzione utile di superficie. Tale saturazione degli usi intensivi dei territori vallivi ha portato ad una drastica riduzione della presenza di habitat naturali di carattere planiziaria.

Le aree ad antropizzazione "irreversibile", ovvero urbanizzate, presentano una distribuzione prevalentemente valliva.

Le aree antropizzate in maniera "reversibile", ovvero utilizzate per l'attività agricola, si suddivide tra colture agricole avvicendate (prevalentemente mais o prati), frutteto (prevalentemente melicoltura) e viticoltura. Nella media e bassa e Valle dell'Adige è netta la prevalenza delle colture permanenti, con melicotura e viticoltura dominanti.

Le aree boschive (non antropizzate ma comunque governate dall'uomo), occupano una posizione di territorio dominante in termini assoluti, sia dal punto di vista economico che dal punto di vista della difesa del suolo.

I boschi coprono oltre il 40,4 % del bacino dell'Adige. Una porzione di territorio è occupato dalla vegetazione pioniera che si insedia nelle fasce altimetriche più alte, dal limite della vegetazione arborea fino agli affioramenti rocciosi e nei versanti, in seguito ad eventi franosi o generalmente a dissesti idrogeologici.

Anche gli affioramenti rocciosi hanno importanza rilevante, sia dal punto di vista spaziale sia con riferimento alla determinazione dei tempi di corrivazione delle acque, presentandosi come superfici impermeabili, al pari delle aree urbanizzate.

4.3 Vegetazione

4.3.1 Formazioni forestali

La superficie forestale della Provincia si attesta poco al di sotto dei 350.000 ha (oltre la metà della superficie complessiva della Provincia), tra le quali dominano le formazioni ad altofusto (circa l'80%) rispetto alle formazioni a ceduo (circa il 20%).

In misura prevalente le superfici boscate sono oggetto di gestione diretta, ovvero presentano dinamiche evolutive dipendenti dalle forme colturali adottate. Soltanto un quinto (circa), della superficie boschiva provinciale è costituita da soprassuoli boschivi "non coltivati", ovvero, nell'attuale gestione, affidati alle dinamiche naturali. Tali formazioni "non coltivate", sono solitamente collocate in ambiti marginali, con forti limitazioni di carattere morfologico stazionale, che ne impediscono uno sfruttamento razionale e fanno piuttosto propendere ad una destinazione di difesa dei versanti e degli equilibri idrogeologici.

La ripartizione patrimoniale dei boschi vede la proprietà pubblica (demanio provinciale, comuni, etc.) assolutamente prevalente rispetto a quella privata (circa un quarto delle superfici complessive).

Le dinamiche di trasformazione in atto vedono un aumento della superficie complessiva boscata, in ragione di naturale e spontaneo imboschimento delle aree marginali alpine, precedentemente occupate da pascoli e coltivi, ma anche un aumento della superficie complessiva delle fustaie, con relativa riduzione del ceduo.

La preferenza accordata dalle attuali pratiche gestionali alle fustaie rispetto al ceduo è stata determinata da considerazioni funzionali e produttive, ma anche di difesa dei suoli e migliore regolazione delle dinamiche di carattere idrologico.

UFFICIO DISTRETTUALE FORESTALE	SUPERFICIE BOSCATA LORDA						
	Totale	Ripartizione colturale		Ripartizione attitudinale		Ripartizione patrimoniale	
		Fustaia	Ceduo	Produz.	Protez.	Enti	Privati
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
BORGO	28.743	23.147	5.596	21.571	7.172	22.215	6.528
CAVALESE	40.109	39.967	142	30.718	9.391	34.272	5.837
CLES	35.108	32.966	2.142	31.576	3.532	28.765	6.343
MALE'	26.300	25.761	539	18.723	7.577	22.265	4.035
PERGINE	24.507	21.222	3.285	22.170	2.337	15.561	8.946
PRIMIERO	29.142	27.394	1.748	21.717	7.425	23.192	5.950
RIVA	23.063	12.409	10.654	19.020	4.043	18.954	4.109
ROVERETO	42.291	16.854	25.437	32.311	9.980	21.981	20.310
TIONE	56.014	45.729	10.285	45.021	10.993	48.901	7.113
TRENTO	39.353	24.677	14.676	34.494	4.859	26.401	12.952
TOTALE	**344.630**	**270.126**	**74.504**	**277.321**	**67.309**	**262.507**	**82.123**

Tab. 4.1. La** tabella dell'Ufficio Foreste e Fauna (Provincia di Trento) **fornisce una percezione sintetica della situazione generale provinciale e dei singoli Distretti, con dominanza dell'altofusto (in progressivo aumento), delle formazioni in produzione e della proprietà pubblica o di Enti collettivi.

La gestione forestale provinciale è volta al conseguimento dei seguenti obiettivi:

stabilità fisica e biologica dei soprassuoli;

struttura multiplana o articolata nello spazio;

varietà e mescolanza di specie arboree ed arbustive in sintonia con i caratteri della stazione;

rinnovazione naturale.

I risultati conseguiti in circa 40 anni di gestione pianificata ha consentito il conseguimento dei seguenti risultati:

aumento del bosco coltivato ad altofusto (+ 17 %);

aumento della biomassa delle fustaie (da 26 milioni di mc agli attuali 48 milioni);

graduale movimentazione ed articolazione della struttura delle fustaie;

graduale avanzata delle latifoglie in particolare del faggio (*Fagus sylvatica*) che da sporadico, nella fustaia, supera ora il 4,1 % della massa delle fustaie;

aumento del numero delle piante di elevata classe diametrica e piante monumentali
diffusa presenza di rinnovazione naturale

Le formazioni forestali principali presenti nel comprensorio sono le seguenti.

ORNO-OSTRYETI

Formazioni con carpino nero dominante, accompagnato da orniello, roverella, arbusti termoxerofili e spesso anche pini (orno-ostryeti). Si tratta di boschi o boscaglie costituite da elementi arborei di dimensioni contenute, di forma talvolta ricurva o contorta e talora a portamento cespuglioso. Si sviluppano su suoli superficiali in forte pendenza e/o su depositi detritici, talvolta in presenza di scheletro di roccia affiorante. Sono distribuiti nell'orizzonte pedemontano, sulle fasce pedemontane della media Valle dell'Adige, ove gli Orno-Ostryeti costituiscono una gran parte delle formazioni prossime al piano basale, oggi dominato dalle colture. Svolgono una funzione produttiva limitata alla produzione di legna da ardere (peraltro di ottima qualità), ma spesso le formazioni hanno una prevalente funzione di difesa contro il rotolamento di massi verso valle. Il governo è solitamente a ceduo matricinato con turno minimo di 20 anni. Il sottobosco può essere costituito, a seconda delle condizioni stazionali, da xerofite; erica; *Carex alba*; *Festuca alpestris* e *Genista radiata* su litosuoli o rendzine superficiali o detritiche e *Calamagrostis varia* in terreni con scorrimenti idrici stagionali.

Figg. 4.1 e 4.2 Nella prima immagine Orno-Ostryeto presso l'imbocco della Galleria Corona (km 7+800 ca.), con copertura diradata e presenza di giovani esemplari di pino nero. Nella seconda immagine una schematizzazione del profilo tipico dell' Orno-Ostryeto, con presenza dominante di ceppaie di carpino nero.

OSTRYO-QUERCETO

Si tratta di formazioni serialmente connesse agli Orno-Ostyeti, nelle quali è più significativa la partecipazione delle querce (in particolare roverella, ma anche rovere), ma si mantiene una buona presenza di carpino nero e di orniello. Le condizioni stazionali tipiche hanno potenzialità più elevate rispetto a quelle più tipiche dell' Orno-Ostyeto: suoli con una struttura abbastanza evoluta su pendici con inclinazione non eccessiva. Si distribuisce sugli orizzonti pedemontani e montani. Presenta una struttura a boscaglia cespugliosa, con ceppaie di ceduo dominanti, ma talvolta con presenza significativa di piante a fusto unico. In tendenza si osserva un consolidamento del querceto, in ragione di una migliore gestione dei turni di taglio. La produzione tipica è sempre legna da ardere, di buona e ottima qualità (con possibili produzioni di ridotte quantità di legname da opera). La gestione viene finalizzata, in condizioni di buona fertilità, alla ricostituzione della fustaia, con incremento delle specie minori (rosacee, aceri, etc.). Il governo è a ceduo matricinato nelle condizioni di fertilità media, con turno minimo di 20 anni.

PINETE TERMOFILE DI PINO NERO E SILVESTRE (submontane e collinari)

Formazioni a conifere pure, oppure miste con orniello, carpino nero e/o arbusti xerofili. Su suoli poco evoluti e drenanti dell'orizzonte submontano, spesso in stazioni rupestri, su detriti di falda, in aree o conoidi di frana, nelle aree di degrado dovuto a tagli pregressi di consistenza e frequenza eccessiva. La struttura tipica è quella di una fustaia pineta intercalata da nuclei di cespugli. In tendenza le formazioni vedono una ruolo sempre maggiore delle latifoglie termofile (orno-ostryeti e ostryo-querceti). La produzione di legna da ardere è legata alla presenza delle latifogli, scarso utilizzo del

legname di pino per produzioni da opera. Le funzioni sono di protezione e miglioramento del suolo tramite apporto di lettiera. Il sottobosco presenta diverse varianti: a xerofite; ad erica e a *Festuca alpestre* con *Genista radiata*.

Figg. 4.3 e 4.4 Schematizzazione del profilo tipico delle pinete termofile, con presenza dominante di pini, ma con presenza diffusa di latifoglie nello strato dominato; tali formazioni sono rilevabili nella zona dei Lavini di Marco.

ROVERETI

Boschi di rovere su suoli evoluti e maturi, con pendenze ridotte. Presente negli orizzonti basale collinare, pedemontano e montano inferiore. Si tratta di formazioni miste, con rovere e/o castagno. Potenzialmente presenti conifere, frassino maggiore, aceri, carpino nero e roverella. Le produzioni vedono un affermarsi del legname da opera, rispetto alle produzioni energetiche. La gestione tende a favorire l'evoluzione verso fustaia, mantenendo comunque gestioni a ceduo matricinato (turno minimo 25 anni). Tra le specie tipiche del sottobosco si segnlano: Anemone nemorosa, Cyclamen purpurascens, Hepatica nobilis, Lathyrus niger, Lathyrus vernus, Mycelis muralis, Paris quadrifolia, Salvia glutinosa e Viola mirabilis.

ROBINIETI

Formazioni a Robinieto puro (spesso con acero campestre e sambuco), su suoli ricchi di sostanze azotate e di altri nutrienti, spesso su marne, colluvi e pendici poco inclinate, nell'orizzonte basale, collinare e pedemontano. Le funzioni delle formazioni sono di carattere protettivo (idrogeologica ed assorbimento del rotolio di massi) e legna da ardere di buona qualità. Vi sono potenzialità per utilizzo in falegnameria. La gestione è carata sulla ceduazione (turno minimo 12 anni), con rilascio di latifoglie di pregio (querce, etc.) Le specie consociate e/o di sottobosco indicano un certo accumulo di sostanze azotate: *Acer campestre, Sambucus nigra, Glechoma hederacea, Geum urbanum* e *Lamium orvala.*

Figg. 4.5 e 4.6 Nella prima immagine bosco di robinia presso l'imbocco della Galleria Naturale Fittane (km 8+500 ca.), nella seconda immagine una schematizzazione del profilo tipico del bosco di robinia, con scarso sottobosco e strato dominante costituito quasi esclusivamente da Robinia pseudoacacia.

PINETE MESOFILE DI PINO SILVESTRE

Sulle pendici poco inclinate dell'orizzonte sub-montano, talora con latifoglie. Nel sottobosco: *Pteridium aquilinum, Molinia arundinacea,* erica e sesleria.

FAGGETA TERMOFILA (SUBMONTANA)

Formazione tipica delle fasce altitudinali inferiori ai 1.000 m e spesso scende fino al fondovalle, sulle esposizioni a nord. Assetto arboreo tendenzialmente uniforme, in ragione dell'affermazione del faggio con isolamento delle specie accompagnatorie (querce, sorbi, tigli, ecc.). Produzione di legname da opera e da ardere di buona qualità. Ove possibile viene preferito il governo a fustaia con struttura non regolare. Presente nel sottobosco la *Carex alba*.

FAGGETA MESOFILA (MONTANA)

Formazione montana tipica dei suoli maturi, tendenzialmente stabile, vocata alla produzione di legname da opera e da ardere. La fustaia viene governata con interventi progressivi di selezione della qualità tecnologica con criterio generale di gestione a struttura irregolare e copertura permanente o, in alternativa, con taglio successivo a gruppi. Nel sottobosco: *Arum maculatum, Galium odoratum e Mercurialis perennis.*

ABETINA MISTA (cenosi di picea, abete bianco e faggio, inclusi gli abietti)

Formazioni strutturalmente diversificate su suoli evoluti, talvolta con faggio. Di orizzonte montano o altomontano. Formazione stabile, governata con tagli saltuari o a gruppi. Produzione di legname da opera di qualità e legna da ardere. Nel sottobosco: *Athyrium filix femina, Calamagrostis arundinacea, Carex alba, Impatiens noli tangere, Dryopteris filix mas, Ortylia secunda, Oxalis acetosella, Petasites albus e Pulmonaria officinalis.*

PECCETE SECONDARIE

Formazioni dominate da Picea, originatesi per azione antropica, in sostituzione del bosco originario. Aspetto di bosco uniforme, tendenzialmente ad unico strato di chiome. La tendenza è verso formazioni sostitutive (faggete o abetine miste). Nel sottobosco: *Aposeris foetida, Pteridium aquilinum* e *Senecio fuchsii*.

LARICETI SECONDARI

Formazioni a larice di tipo sostitutivo, a quote diverse; spesso derivanti da uso secolare di pascolo in bosco. Bosco aperto e luminoso. Tappeti erbacei diffusi, spesso a dominanza di singole specie, come la felce aquilina od i mirtilli. La tendenza è verso la ricostituzione di cenosi originarie (peccete, abetine, faggete, ecc.).

PECCETA ALTOMONTANA

Formazioni compatte e monoplanari, tendenzialmente stabili. Nel sottobosco: *Calamagrostis villosa, Sphagnum* sp. e *Vaccinium* sp. pl.

PECCETA SUBALPINA

Formazioni stabili e strutturalmente aperte. Nel sottobosco Alcuni tipi di sottobosco *Calamagrostis villosa, Homogyne alpina, Sphagnum sp., Vaccinium myrtillyus* e *Vaccinium vitis idaea.*

PECCETA MONTANA XERICA

Formazioni stabili e in equilibrio con le condizioni stazionali, sui versanti esposti a mezzogiorno. Nel sottobosco *Luzula nivea* e *Vaccinium* sp..

LARICETI

Formazioni climatiche del lariceto, associate spesso al pino mugo, tappeti di rododendro, mirtilli e ginepro nano o altre componenti della tundra alpina. Su suoli giovani, detritici e primitivi. Struttura aperta con copertura erbacea continua e sovente pascolata. Nel sottobosco: Calamagrostis villosa, Hiracium sylvaticum, Homogyne alpina, Hupertia selago, Melampyrum pratense, Melampyrum sulvaticum, Vaccinium myrtillus e Vaccinium vitis idaea.

CEMBRETE

Formazioni stabili a cembro, in associazione con picea e/o larice, con struttura variabile, da aperta a compatta. Nel sottobosco *Calamgrostis villosa, Homogyne alpina* e *Rhododendron ferrugineus.*

ALNETI DI ONTANO VERDE

Formazioni arbustive d'alta quota o di rupe, sovente associate a conifere sparse. Su pendici fresche, soprattutto esposte a nord nelle aree calcaree. Relativamente stabile anche se può arricchirsi progressivamente di conifere nelle zone più fresco-umide. Evoluzione verso cenosi miste di conifere alpine nelle aree più asciutte. Nel sottobosco *Adenostyles alliarie, Calamagrostis villosa, Cicerbita alpina, Dryopteris dilatata, Peucedanum ostruthium, Saxifraga rotundifolia* e *Senecio fuchsii.*

MUGHETE

Formazioni arbustive d'alta quota o di rupe, sovente associate a conifere sparse. Relativamente stabile anche se può arricchirsi progressivamente di conifere nelle zone più fresco-umide. In evoluzione verso cenosi miste di conifere alpine nelle aree più asciutte. Nel sottobosco *Erica herbacea, Vaccinium myrtillus* e *Vaccinium vitis-idaea.*

LECCETE

Formazioni limitate a foche stazioni calde ad impronta mediterranea del bacino gardesano e di qualche pendice rocciosa nella bassa Val Lagarina.

ONTANETI DI FONDOVALLE O SUCCESSIONI SECONDARIE DI LATIFOGLIE

Sono distinguibili: Formazioni pure di ontano bianco su conoidi e aree golenali ghiaiose; formazioni pure di ontano nero (pendici umide, aree golenali e sponde fluvio lacustri); formazioni miste con salici e/o robinia in prossimità di vari corsi d'acqua e formazioni miste di latifoglie di neoinsediamento su ex coltivi o su radure. Si ha una stabilità generale in condizioni di umidità permanente. Arricchimento progressivo con altre specie (farnia, frassino, olmo) in condizioni di minore umidità o su aree di

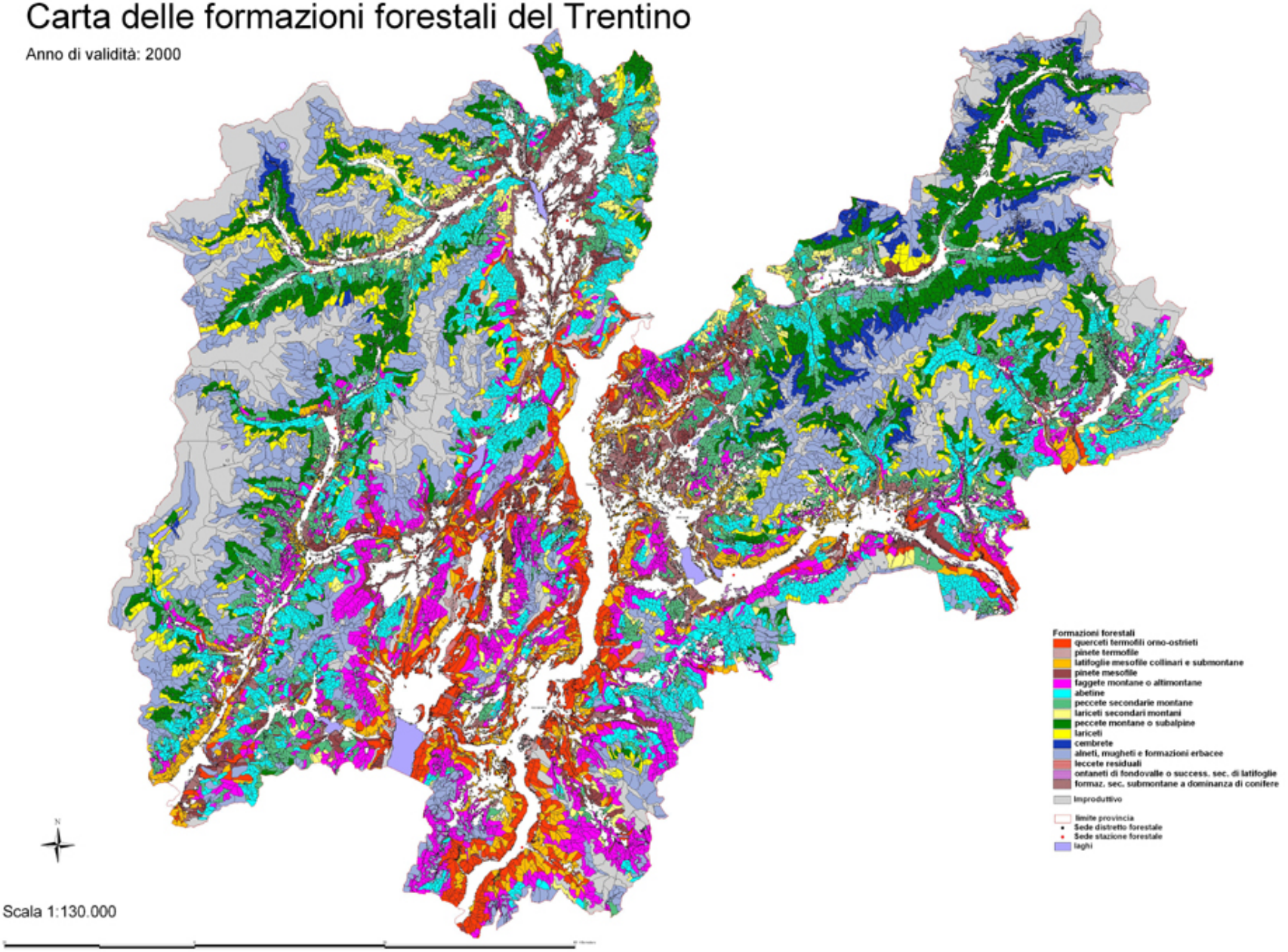
abbandono. Frequente degradazione a robinieto. Frequente nel sottobosco il *Senecio fuchsii*.

FORMAZIONI SECONDARIE SUBMONTANE A DOMINANZA DI CONIFERE

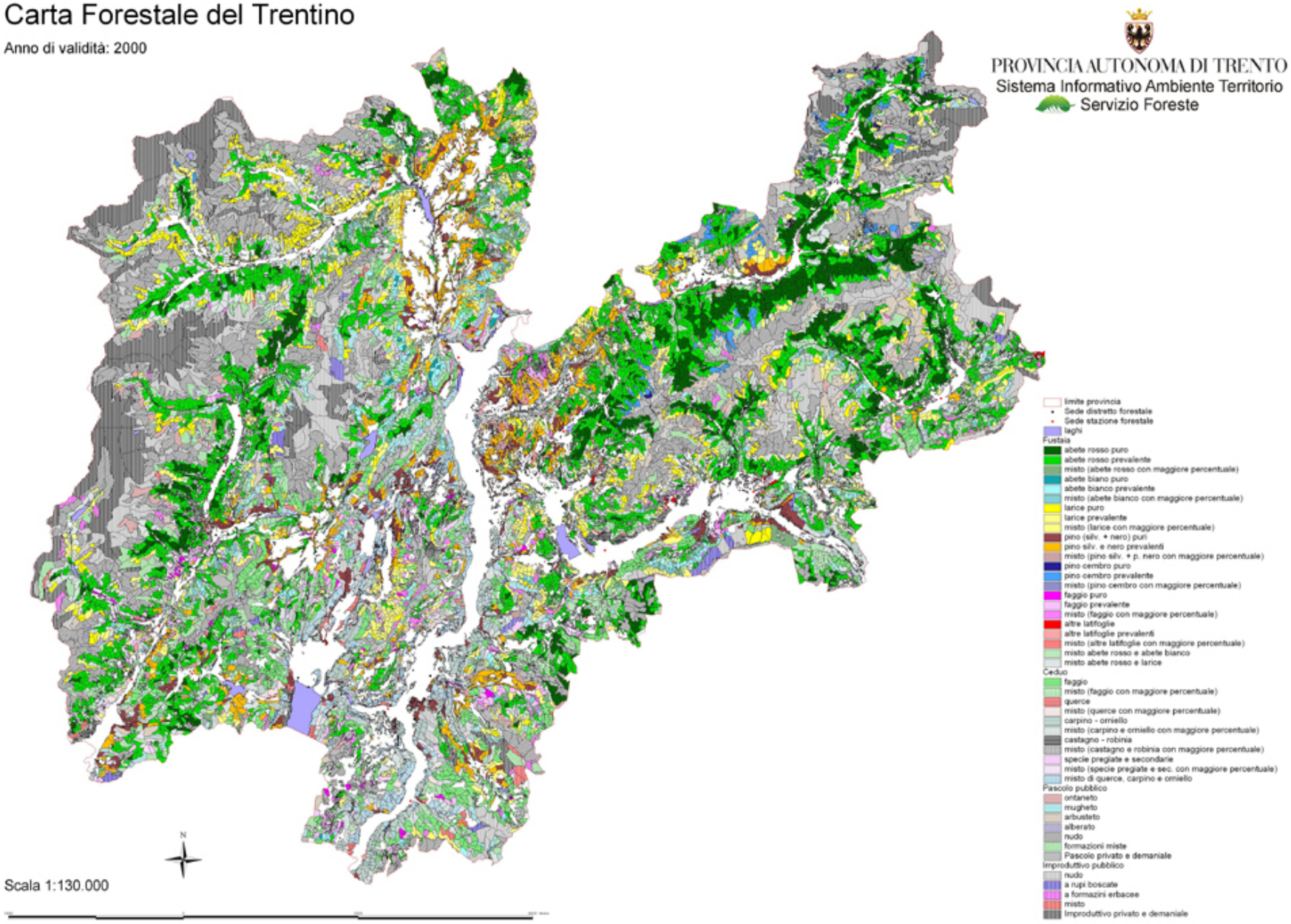
Formazioni varie, quasi sempre caratterizzate da conifere miste. Nel piano dominato presenti diverse specie di latifoglie. Nel sottobosco *Carex humilis*, erica e sesleria.

Carta delle formazioni forestali del Trentino

Anno di validità: 2000



Scala 1:130.000


Carta Forestale del Trentino
Anno di validità: 2000
PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
Sistema Informativo Ambiente Territorio
Servizio Foreste
N
Scala 1:130.000
limite provincia
Sede distretto forestale
Sede stazione forestale
laghi
Fustaia
abete rosso puro
abete rosso prevalente
misto (abete rosso con maggiore percentuale)
abete bianco puro
abete bianco prevalente
misto (abete bianco con maggiore percentuale)
larice puro
larice prevalente
misto (larice con maggiore percentuale)
pino (silv. + nero) puri
pino silv. e nero prevalenti
misto (pino silv. + p. nero con maggiore percentuale)
pino cembro puro
pino cembro prevalente
misto (pino cembro con maggiore percentuale)
faggio puro
faggio prevalente
misto (faggio con maggiore percentuale)
altre latifoglie
altre latifoglie prevalenti
misto (altre latifoglie con maggiore percentuale)
misto abete rosso e abete bianco
misto abete rosso e larice
Ceduo
faggio
misto (faggio con maggiore percentuale)
querce
misto (querce con maggiore percentuale)
carpino - orniello
misto (carpino e orniello con maggiore percentuale)
castagno - robinia
misto (castagno e robinia con maggiore percentuale)
specie pregiate e secondarie
misto (specie pregiate e sec. con maggiore percentuale)
misto di querce, carpino e orniello
Pascolo pubblico
ontaneto
mugheto
arbusteto
alberato
nudo
formazioni miste
Pascolo privato e demaniale
Improduttivo pubblico
nudo
a rupi boscate
a formazini erbacee
misto
Improduttivo privato e demaniale

4.4. Flora

La Lista Rossa della Flora del Trentino (Prosser, 2001), classifica le specie a rischio di estinzione secondo le ultime modalità di classificazione del rischio di estinzione definite dall'IUCN, basate su una analisi probabilistica del rischio di scomparsa di una popolazione.

Giacanelli (2004) confrontando il rapporto tra taxa vegetali protetti e non protetti nell'area trentina (utilizzando i dati della Lista Rossa di Prosser 2201) e a livello di intero Arco Alpino ha evidenziato una notevole sproporzione (tab. seguente). La normativa europea protegge circa l'1,4% dell'intera flora alpina, mentre in Trentino la flora a rischio raggiunge quota 30,6% dell'intera flora trentina. La Giacanelli conclude questa verifica di confronto indicando l'esigenza di un potenziamento della normativa comunitaria a tutela della flora alpina.

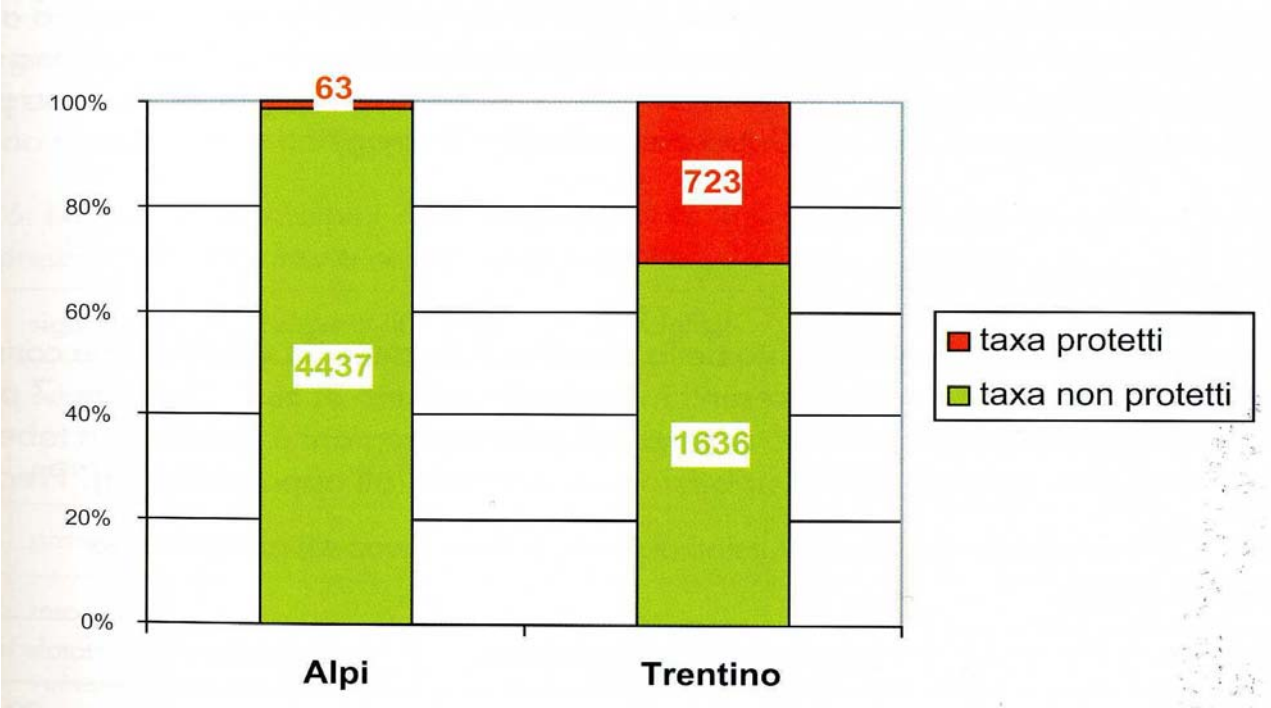


Fig. 4.7 Specie floristiche protette in Trentino rispetto al resto del comprensorio alpino: la normativa di tutela in Trentino garantisce un regime di tutela esteso ad oltre il 30% dei taxa.

Ancora Giacanelli (2004) osserva che i taxa floristici presenti in area alpina e tutelati dalla normativa comunitaria sono 94, di cui 60 presenti in territorio nazionale. Nel territorio delle due Province autonome sono presenti 48 specie su 60 (80%) raggiungendo il valore più elevato rispetto alle altre regioni italiane con territorio in area alpina.

Regione	biofite	pteridofite	angiosperme	Totale taxa
Piemonte	5	5	20	30
Val d'Aosta	3	1	11	15

Liguria	1	1	9	11
Lombardia	7	6	24	37
Trentino-Alto Adige	*9*	*6*	*33*	*48*
Veneto	4	1	19	24
Friuli Venezia Giulia	6	1	21	28

Tab. 4.2 Specie floristiche protette in Trentino rispetto alle altre regioni alpine.

La suddivisione dei taxa per categoria di copertura del suolo (riportata nella tabella successiva, tratta da Prosser 2001), evidenzia come le massime concentrazioni di specie in categoria siano collocate negli incolti, nei prati magri e nelle zone umide.

Si riporta di seguito l'elenco della Flora della Provincia di Trento.

Acer campestre Acero campestre
Actaea spicata Barba di capra
Adenostyles alliarie Cavolaccio alpino
Adenostyles glabra Cavolaccio verde
Amelanchier ovalis Pero corvino
Anemone nemorosa Anemone bianca
Anemone trifolia Anemone trifogliata
Aposeris foetida Lucertolina fetente
Arctostaphylos uva-ursi Uva ursina
Aremonia agrimonioides Agrimonia
Arum maculatum Gigaro scuro
Aruncus dioicus Barba di capra
Asarum europaeum Baccaro comune
Athyrium filix femina Felce femmina
Avenella flexuosa Migliarino capellino
Buglossoides purpurea-caerulea Erba perla azzurra
Calamagrostis arundinacea Cannella dei boschi
Calamagrostis varia Cannella comune
Calamagrostis villosa Cannella delle peccete
Calamintha grandiflora Mentuccia montana
Calluna vulgaris Brugo
Campanula persicifolia Campanula con foglie di pesco
Carex alba Carice argentina
Carex digitata Carice digitata
Carex humilis Carice minore
Carex sylvatica Carice delle selve
Cicerbita alpina Cicerbita violetta

Circaea alpina	Erba maga delle alpi
Convallaria majalis	Mughetto
Corydalis cava	Colombina cava
Corylus avellana	Nocciolo
Cotynus coggygria	Scotano
Crataegus monogyna	Biancospino
Cyclamen purpurascens	Ciclamino
Dantonia decumbes	Dantonia minore
Daphne mezereum	Fior di stecco
Dentaria bulbifera	Dentaria minore
Dentaria enneaphyllos	Dentaria a nove foglie
Dentaria pentaphyllos	Dentaria a cinque foglie
Dryopteris dilatata	Felce dilatata
Dryopteris filix mas	Felce maschio
Epilobium angustifolium	Erba di S.Antonio
Epimedium alpinum	Epimedio alpino
Epipactis atrorubens	Elleborine violacea
Erica herbacea	Erica
Euphorbia amigdaloides	Euforbia delle faggete
Euphorbia carniolica	Euforbia penzola
Euphorbia dulcis	Euforbia bitorzoluta
Festuca altissima	Festuca dei boschi
Galium laevigatum	Caglio levigato
Galium odoratum	Asperula
Genista tinctoria	Ginestra minore
Geranium robertianum	Geranio di S.Roberto
Geranium sanguineum	Geranio sanguigno
Geranium sylvaticum	Geranio silvano
Geum urbanum	Cariofillata comune
Glechoma hederacea	Ellera terrestre comune
Globularia punctata	Vedovella dei prati
Gymnocarpum dryopteris	Felce delle querce
Hedera helix	Edera
Hepatica nobilis	Erba trinità
Hieracium sylvaticum	Sparviere dei boschi

Homogyne alpina	Tassilaggine alpina
Hupertia selago	Licopodio abietino
Impatiens noli tangere	Non mi toccare
Juniperus communis	Ginepro comune
Lamium orvala	Falsa ortica maggiore
Lathyrus niger	Cicerchia nera
Lathyrus vernus	Cicerchia primaticcia
Leucojum vernum	Campanellino
Licheni	Licheni
Listera cordata	Listera minore
Lonicera coerulea	Caprifoglio turchino
Lonicera nigra	Caprifoglio nero
Lonicera xylosteum	Caprifoglio peloso
Luzula luzulina	Erba lucciola delle peccete
Luzula luzuloides	Erba lucciola
Luzula nivea	Erba lucciola maggiore
Luzula pilosa	Erba lucciola pelosa
Luzula sieberi	Erba lucciola di Sieber
Lycopodium annotinum	Licopodio annotino
Majanthemum bifolium	Fior di maggio
Melampyrum nemorosum	Spigarola violacea
Melampyrum pratense	Spigarola bianca
Melampyrum sylvaticum	Spigarola delle foreste
Melica nutans	Melica delle faggete
Melittis melissophyllum	Erba limona comune
Mercurialis ovata	Mercorella ovale
Mercurialis perennis	Mercorella bastarda
Milium effusum	Miglio selvatico
Moehringia muscosa	Moeringia muscosa
Molinia arundinacea	Gramigna altissima
Moneses uniflora	Piroletta soldanina
muschi	muschi
Mycelis muralis	Lattuga Dumort
Myosoton aquaticum	Nontiscordardime acquatico
Orthylia secunda	Piroletta pendula

Oxalis acetosella	Acetosella
Paris quadrifolia	Uva di volpe
Petasites albus	Farfaraccio bianco
Peucedanum ostruthium	Imperatoria vera
Phyteuma ovatum	Raponzolo plumbeo
Polygala chamaebuxus	Poligala falso-bosso
Polygonatum odoratum	Sigillo di Salomone
Polystichum aculeatum	Felce aculeata
Polystichum lonchitis	Felce lonchite
Potentilla alba	Cinquefoglia bianca
Prenanthes purpurea	Lattuga montana
Pteridium aquilinum	Felce aquilina
Pulmonaria officinalis	Polmonaria maggiore
Rhamnus catarticus	Spinocervo
Rhododendron ferrugineum	Rododendro ferrugineo
Rhododendron hirsutum	Rododendro irsuto
Rosa arvensis	Rosa cavallina
Ruscus aculeatus	Pungitopo
Salvia glutinosa	Salvia vischiosa
Sambucus nigra	Sambuco nero
Sanicula europaea	Erba fragolina
Saxifraga rotundifolia	Sassifraga a foglie rotonde
Senecio fuchsii	Senecione di Fuchs
Sesleria varia	Sesleria comune
Solidago virgaurea	Verga d'oro comune
Sorbus aria	Sorbo montano
Sorbus aucuparia	Sorbo degli uccellatori
Sphagnum sp.	Sfagni
Streptopus amplexifolius	Lauro alessandrino
Tamus communis	Tamaro
Teucrium chamaedrys	Camedrio comune
Thelypteris phegopteris	Felce dei faggi
Vaccinium myrtillus	Mirtillo nero
Vaccinium vitis-idea	Mirtillo rosso
Veronica urticifolia	Veronica delle faggete

Viburnum lantana	Viburno lantana
Viola biflora	Viola gialla
Viola mirabilis	Viola mirabile

4.4.1 Effetti del tracciato

Il tracciato in esame comporta, in misura prevalente, effetti localizzati in ambiti agricoli vallivi, ovvero di carattere intensivo. Non sono interessati ambiti ad incolto di estensione significativa (saranno interessate fasce di vegetazione spontanea sulle massicciate ferroviaria esistenti), mentre nelle zone umide, ove si hanno elevate presenze di specie, non sono previste interferenze dirette o indirette.

I coltivi costituiscono quindi le forme di copertura del suolo più interessate dagli effetti della costruzione del tracciato ferroviario in esame.

Nelle zone agricole la flora di interesse è generalmente costituita da specie infestanti delle colture, soprattutto pre quanto concerne le coltivazioni che prevedono la lavorazione annuale del terreno (cereali, orti e secondariamente vigneti). Ma negli ultimi due decennio si è assistito ad una progressiva intensificazione delle modalità colturali nei settori vallivi, che costituiscono gli ambiti di interferenza del progetto in esame. Tale fenomeno ha determinato una progressiva rarefazione di talune specie, altrove ancora diffuse. Un esempio noto è la quasi estinzione del fiordaliso (*Centaurea cyanus*) dalla Provincia di Trento. Le coltivazioni che ancora mantengono residui di flora di interesse sono costituite da ambiti di versante, ove le modalità di coltivazione non raggiungono i massimi livelli di intensificazione.

Nella zona dei Lavini di Marco si ha la maggiore interferenza rilevabile a carico della flora, in ragione di interferenze a carico di ambienti erbacei riferibili alla categoria prati magri (tab. 3), con elevate concentrazioni potenziali di specie floristiche di pregio. L'impatto in questione è oggetto di una specifica valutazione di incidenza in ragione del rilievo comunitario degli ambienti coinvolti (valutazione di incidenza allegata al presente studio di impatto ambientale codice 17.02.00)

	EX	EX (CR)	CR	EN	VU	LR	DD	**Totale lista rossa**	Fuori lista rossa	Tot. per ambiente	Tot. per ambiente/totale flora trentina (%)
Bosco, siepi	/	4	2	10	27	46	3	**92**	444	536	22,7
Praterie alpine	/	/	1	7	13	26	6	**53**	238	291	12,3
Incolti	8	5	14	15	16	43	1	**102**	362	464	19,6
Rupi	/	2	4	5	17	52	10	**90**	219	309	13,1
Prati magri	4	5	9	19	25	50	7	**119**	187	306	13,1
Zone umide	18	2	19	24	39	44	4	**150**	120	270	11,4
Coltivi	14	2	12	12	15	15	1	**71**	54	125	5,3
Acque	9	/	3	5	16	10	3	**46**	12	58	2,4
Totale	53	20	64	97	168	286	35	**723**	1636	2359	100,0
% sul totale della flora trentina (2359 specie)	2,2	0,8	2,7	4,1	7,2	12,1	1,5	**30,6**	69,4	100,0	/

Tab. 4.3 Specie delle categorie della lista rossa della Provincia di Trento suddivise per ambiente (valori assoluti).

4.5. Fauna invertebrata

Il Progetto European Alpine Programme del WWF (Morschel 2004) ha individuato le aree a più elevata biodiversità per la Classe Insecta nel comprensorio alpino. La fascia territoriale in esame non rientra tra gli hot spots segnalati, che include invece i rilievi circostanti il Lago di Garda.

Fattorini (2004), in merito agli ambienti alpini di maggiore importanza per la presenza di specie invertebrate ad elevata specializzazione, indica 5 categorie di ambienti:

laghetti e pozze astatiche;

acque correnti;

ghiaioni;

fascia subnivale e nivale (oltre i 2700 m);

grotte.

Fattorini (2004) ha redatto una lista degli invertebrati citati negli allegati della Convenzione di Berna (CB) e della Direttiva Habitat (DH), suddividendoli secondo le segnalazioni disponibili per le diverse Regioni (tabella seguente – Fattorini 2004, modificato). Il maggior numero di specie tutelate dalla Convenzione di Berna e/o dalla Direttiva Habitat è rilevabile in Piemonte, mentre il Trentino – Alto Adige si colloca al secondo posto.

Regione	Numero di specie incluse negli allegati CB e DH (specie a presenza certa)
Piemonte	33
Val d'Aosta	15
Liguria	17

Lombardia	28
Trentino-Alto Adige	29
Veneto	27
Friuli Venezia Giulia	25

Tab. 4.4 Specie di invetebrati in area alpina inclusi negli allegati Convenzione di Berna e Direttiva Habitat (valori assoluti).

Nella tabella seguente si riposta l'elenco completo dei taxa invertebrati (in allegato della Convenzione di Berna e/o Direttiva Habitat), con regime di presenza certa o dubbia, nel territorio della Regione Trentino-Alto Adige (Fattorini 2004, modificato). Fattorini esprime comunque riserve sulla effettiva "copertura" che gli allegati della Convenzione di Berna e della Direttiva Habitat danno alle specie endemiche del territorio alpino, nonché delle specie ad elevata specializzazione ecologica (specie troglobie).

Ordine	**Famiglia**	**Specie**	**Presenza (1: certa; ?: dubbia)**
STYLOMMATOPHORA	Helicidae	*Helix pomatia*	1
STYLOMMATOPHORA	Vertiginidae	*Verigo angustior*	1
STYLOMMATOPHORA	Vertiginidae	*Vertigo genesii*	1
STYLOMMATOPHORA	Vertiginidae	*Vertigo generi*	1
STYLOMMATOPHORA	Vertiginidae	*Vertigo moulinsiana*	1
UNIONOIDA	Unionidae	*Microcondylaea compressa*	1
UNIONOIDA	Unionidae	*Unio elongatulus*	1
ARHYNCHOBDELLAE	Hirudinidae	*Hirudo medicinalis*	1
ODONATA	Gomphidae	*Ophiogomphus cecilia*	?
ODONATA	Gomphidae	*Stylurus flavipes*	1
ODONATA	Lestidae	*Sympecma braueri*	1
COLEOPTERA	Bostrychidae	*Stephanopachys linearis*	?
COLEOPTERA	Bostrychidae	*Stephanopachys substriatus*	1
COLEOPTERA	Cerambycidae	*Cerambyx cerdo*	1
COLEOPTERA	Cerambycidae	*Rosalia alpina*	1
COLEOPTERA	Dytiscidae	*Graphoderus bilineatus*	1
COLEOPTERA	Lucanidae	*Lucanus cervus*	1
COLEOPTERA	Scarabaeidae	*Osmoderma eremita*	1
LEPIDOPTERA	Arctiidae	*Callimorpha quadripunctata*	1
LEPIDOPTERA	Lasiocampidae	*Eriogaster catax*	1
LEPIDOPTERA	Lycaenidae	*Lycaena dispar*	1
LEPIDOPTERA	Lycaenidae	*Maculinea arion*	1
LEPIDOPTERA	Nymphalidae	*Euphydryas aurina*	?
LEPIDOPTERA	Papilionidae	*Papilio alexanor*	1
LEPIDOPTERA	Papilionidae	*Parnassius apollo*	1

LEPIDOPTERA	Papilionidae	*Parnassius mnemosyne*	1
LEPIDOPTERA	Satyridae	*Zerynthia polyxena*	1
LEPIDOPTERA	Satyridae	*Coenonympha oedippus*	1
LEPIDOPTERA	Sphingidae	*Lopinga achine*	1
LEPIDOPTERA	Sphingidae	*Hyles hippophaes*	1
DECAPODA	Astacidae	*Astacus astacus*	1
DECAPODA	Astacidae	*Austropotamobius pallipes*	1
Totale certe			29
Totale dubbie			3

Tab. 4.5 Specie di invetebrati in Trentino-Alto Adige inclusi negli allegati Convenzione di Berna e Direttiva Habitat.

In relazione alle liste rosse di carattere locale (ad esempio AA.VV, 1994), ovvero non estese all'intero Arco Alpino, Fattorini (2004) esprime riserve sulla loro reale efficacia definendole di "scarsa utilità", ed auspica una Lista Rossa unica redatta da tutti gli stati membri della Convenzione Alpi, secondo criteri comuni e condivisi.

Il popolamento ad invertebrati del comprensorio in esame presenta ambiti di estrema localizzazione nelle aree vallive, ove gran parte delle specie sensibili alle trasformazioni antropiche sono concentrate in pochi siti ancora ben conservati.

In tabella si riportano i taxa segnalati nei SIC interni al corridoio di progetto.

I dati riportati in tabella sono i seguenti:

Codice del sito: codice Natura 2000 di identificazione del sito

Nome del sito: denominazione del sito

Nome della specie: nome scientifico della specie

Classi di abbondanza (**C** = la specie è comune, **R** = la specie è rara, **V** = la specie è molto rara), in assenza di qualsiasi dato relativo alla popolazione, viene segnalata semplicemente la presenza della specie nel sito con la seguente codifica: **P** = specie presente nel sito (non si hanno informazioni quantitative)

Il campo **popolazione** contiene i dati relativi alla dimensione e alla densità della popolazione della specie presente nel sito, rispetto alle popolazioni presenti sul territorio nazionale, secondo la seguente codifica:

A: popolazione compresa tra il 15,1% ed il 100% della popolazione nazionale;

B: popolazione compresa tra il 2,1% ed il 15% della popolazione nazionale;

C: popolazione compresa tra lo 0% ed il 2% della popolazione nazionale;

D: popolazione non significativa

Inclusione negli allegati I e II della **Direttiva Habitat**.

Tab. 4.6 Taxa di invertebrati segnalati nei Siti Natura 2000 del corridoio di progetto

Codice sito	Nome	Nome specie	Status UICN Naz	Classi di abbondanza	Popolazione (A/B/C/D)	HABITAT all-I	HABITAT all-II
IT3120051	STAGNI DELLA VELA - SOPRASASSO	*Callimorpha quadripunctata*		P	D	NO	SI
		Calopteryx virgo padana				NO	NO
		Coenonympha oedippus	V	P	D	NO	SI
		Lycaena dispar	E	P	D	NO	SI
		Osmoderma eremita	R			NO	SI
IT3120052	DOSS TRENTO	*Aglaostigma aucupariae*				NO	NO
		Athalia cordata				NO	NO
		Calosoma inquisitor				NO	NO
		Cerambyx cerdo	E			NO	SI
		Lucanus cervus		P	D	NO	SI
IT3120080	LAGHETTI DI MARCO	*Abax ater*				NO	NO
		Abax parallelepipedus				NO	NO
		Anax parthenope				NO	NO
		Anthocaris cardamines				NO	NO
		Colymbetes fuscus				NO	NO
		Cybister lateralimarginalis				NO	NO
		Dytiscus marginalis				NO	NO
		Epitheca bimaculata				NO	NO
		Gonepterix rhamni				NO	NO
		Gryllotalpa gryllotalpa				NO	NO
		Heptaulaculus testudinarius				NO	NO
		Hydrophilus caraboides				NO	NO
		Ilybius obscurus				NO	NO
		Iphiclides podalirius				NO	NO
		Nebria castanea				NO	NO
		Ocypus olens				NO	NO
		Phyllotreta ochripes				NO	NO
		Pieris brassicae				NO	NO
		Pieris mannii				NO	NO
		Platynus assimilis				NO	NO
		Platysma nigrita				NO	NO
		Poecilus cupreus				NO	NO
		Poecilus versicolor				NO	NO
		Polyommatus bellargus				NO	NO
		Pseudophonus rufipes				NO	NO
		Psyliodes attenuatus				NO	NO

		Satyrium spini				NO	NO
		Satyrus ferula				NO	NO
		Sympecma paedisca				NO	NO
		Sympetrum striolatum				NO	NO
		Tropinata squallida				NO	NO
IT3120156	ADIGE	*Abax ater*				NO	NO
		Abax parallelepipedus				NO	NO
		Amara communis				NO	NO
		Argiope bruennichi				NO	NO
		Argutor vernalis				NO	NO
		Atypus pyceus				NO	NO
		Austropotamobius pallipes	V			NO	SI
		Callimorpha quadripunctata			D	NO	SI
		Carabus granulatus				NO	NO
		Cetonia aurata				NO	NO
		Chlaeniellus nitidulus				NO	NO
		Clivina collaris				NO	NO
		Coenonympha oedippus	V		D	NO	SI
		Dytiscus marginalis				NO	NO
		Dorcus parallelepipedus				NO	NO
		Elaphrus aureus	P			NO	NO
		Harpalus rubripes				NO	NO
		Hoplia brunnipes				NO	NO
		Hydrium laticolle				NO	NO
		Iphychlides podalirius				NO	NO
		Lucanus cervus				NO	SI
		Lycaena dispar	E		D	NO	SI
		Mantis religiosa				NO	NO
		Nebria brevicollis				NO	NO
		Nebria castanea				NO	NO
		Nebria germari				NO	NO
		Nebria rufescens				NO	NO
		Ocydromus andreae				NO	NO
		Ocydromus tetracolus				NO	NO
		Ocypus olens				NO	NO
		Onthophagus cenobita				NO	NO
		Otiorhynchus morio				NO	NO
		Oxythyraea funesta				NO	NO
		Platynus assimilis				NO	NO
		Poecilus lepidus				NO	NO
		Potosia cuprea				NO	NO
		Pseudophonus rufipes				NO	NO

		Pterostichus micans				NO	NO
		Scolia hirta				NO	NO
		Trypocopris pyrenaeus				NO	NO

4.6. Pesci

Il popolamento ittico del Bacino del Fiume Adige presenta una ricchezza elevata, talvolta condizionata dall'immissione di esotici, ma non in misura particolarmente elevata.

Si riporta di seguito una tabella con i taxa segnalati nei SIC prossimi o coincidenti con il percorso del tracciato nelle parti esterne alle gallerie. Per ogni sito contenuto vengono riportate le informazioni relative alle specie di Pesci in esso segnalate. Per ogni specie sono disponibili le seguenti informazioni:

Codice del sito: codice Natura 2000 di identificazione del sito

Nome del sito: denominazione del sito

Nome della specie: nome scientifico della specie

Status nazionale e status regionale (CR= pericolo critico di estinzione; EN: in pericolo; VU: vulnerabile; LR: a più basso rischio di estinzione; DD: dati insufficienti)

Il campo **popolazione** contiene i dati relativi alla dimensione e alla densità della popolazione della specie presente nel sito, rispetto alle popolazioni presenti sul territorio nazionale, secondo la seguente codifica:

A: popolazione compresa tra il 15,1% ed il 100% della popolazione nazionale;

B: popolazione compresa tra il 2,1% ed il 15% della popolazione nazionale;

C: popolazione compresa tra lo 0% ed il 2% della popolazione nazionale;

D: popolazione non significativa

Nei casi in cui la popolazione sia significativa (A,B,C) sono disponibili informazioni relative ai seguenti altri campi:

Campo **"Conservazione":** grado di conservazione degli elementi dell'habitat importanti per la specie in questione e possibilità di ripristino, secondo la seguente codifica:

A = conservazione eccellente;

B = buona conservazione

C = conservazione media o limitata

Campo **"Isolamento"**: grado di isolamento della popolazione presente sul sito rispetto all'area di ripartizione naturale della specie in Italia, secondo la seguente codifica:

A = popolazione (in gran parte) isolata

B = popolazione non isolata, ma ai margini dell'area di distribuzione

C = popolazione non isolata all'interno di una vasta fascia di distribuzione

Campo **"Valutazione globale":** valutazione globale del valore del sito per la conservazione della specie interessata, secondo la seguente codifica

A = valore eccellente

B = valore buono

C = valore significativo

Inclusione negli allegati I e II della **Direttiva Habitat**.

Tab. 4.7. Specie ittiche segnalate nei Siti Natura 2000 del corridoio di progetto (i nomi latini utilizzati corrispondono alla nomenclatura impiegata nei Formulari Standard)

Codice sito	Nome	Nome specie	Status UICN Naz	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale	HABITAT all-I	HABITAT all-II
IT3120156	ADIGE	*Barbus barbus*						NO	NO
		Barbus meridionalis	V	C	C	C	B	NO	SI
		Barbus plebejus		C	C	C	B	NO	SI
		Cobitis taenia		C	C	C	B	NO	SI
		Cottus gobio	V	C	C	C	B	NO	SI
		Salmo trutta		C	C	C	B	NO	NO
		Thymallus thymallus	P	C	C	C	B	NO	NO

4.7. Erpetofauna

La fascia direttamente interferita dal progetto è prettamente di fondovalle e presenta caratteristiche morfologiche ed ecologiche di forra: elevata umidità, forti pendenze, vegetazione rigogliosa e scarsa insolazione. Di conseguenza non vengono interferiti gli habitat più tipicamente alpini: boschi di conifere, arbusteti e pascoli alpini.

Il popolamento ad anfibi è relativamente ricco e diversificato. Proprio nella Valle dell'Adige si hanno, nonostante le consistenti trasformazioni antropiche (urbanizzazioni, agricoltura e regimazione dei corsi d'acqua), i maggiori livelli di diversit del popolamento ad anfibi. L'area dei laghetti di Marco presenta un rilievo significativo in ragione della presenza di alcuni taxa di tritoni particolarmente rari a livello provinciale.

Le specie più diffuse nell'area vasta nel quale si inserisce il corridoio di progetto viene riportato in tabella (non può essere esclusa la presenza di altre specie di anfibi).

Tab. 4.8 Anfibi (Classe Amphibia) (fonte: Sindaco *et al*, 2006)			
NOME ITALIANO	NOME LATINO	ORIGINE	HABITAT PREFERENZIALE E NOTE DI DITRIBUZIONE
Salamandra	*Salamandra salamandra*	Autoctona	Raccolte d'acqua (pozze, fontanili)
Tritone alpestre	*Triturus alpestris*	Autoctona	Raccolte d'acqua (pozze, fontanili)
Tritone crestato	*Triturus carnifex*	Autoctona	Raccolte d'acqua (pozze, fontanili), presenza molto localizzata in Trentino, tra le poche aree di presenza si segnalano i laghetti di Marco (fonte: Formulario Standard del SIC).
Tritone punteggiato	*Triturus vulgaris*	Autoctona	Raccolte d'acqua (pozze, fontanili), anche questa specie presenta una distribuzione localizzata in Trentino, tra le poche aree di presenza si segnalano i laghetti di Marco (fonte: Formulario Standard del SIC).
Ululone ventre giallo	*Bombina variegata*	Autoctona	Raccolte d'acqua (pozze, fontanili); la Valle dell'Agige ciatituisce un'importante area di presenza per la specie, localizzata nelle Alpi Centro-Orientali.
Rospo comune	*Bufo bufo*	Autoctona	Vario vicino l'acqua
Rospo smeraldino	*Bufo viridis*	Autoctona	Vario vicino l'acqua, la distribuzione in Trentino è concentrata nella Valle dell'Adige, in ambienti tipicamente planiziari.
Raganella italica	*Hyla intermedia*	Autoctona	Vegetazione igrofila, raccolte d'acqua (pozze, fontanili), la distribuzione in Trentino è concentrata nella Valle dell'Adige.
Rana verde	*Rana bergeri* / *Rana* klepton *hispanica*	Autoctona	Acque lente o ferme, soprattutto nelle aree vallive.
Rana verde	*Rana lessonae* / *Rana* klepton *esculenta*	Autoctona	Acque lente o ferme, soprattutto nelle aree vallive, tende a salire più in quota rispetto alla precedente forma ibridogenetica.
Rana ridibonda	*Rana ridibunda*	?	Popolazioni di incerta provenienza sono presenti in due biotopi del Trentino, tra i quali la Valle dell'Alvisio.
Rana dalmatina	*Rana dalmatina*	Autoctona	Formazioni boschive umide, raccolte d'acqua (pozze, fontanili), soprattutto alle quote medio-basse.
Rana temporaria	*Rana temporaria*	Autoctona	Formazioni boschive umide, raccolte d'acqua (pozze, fontanili), ampia distribuzione a livello pronciale e di intero arco alpino.

Per la Classe Reptilia si osserva che il popolamento si presenta composto in parte da specie ampiamente diffuse e con ampia capacità di adattamento ai fenomeni di antropizzazione. Alcune di queste specie (ad es. la Lucertola muraiola, *Podarcis muralis*) possono essere considerate specie tendenzialmente antropofile; il Biacco, *Coluber viridiflavus*, e la Biscia dal collare, *Natrix natrix,* presentano una distribuzione

ampia sul territorio nazionale.

Di interesse la presenza probabile della *Coronella austriaca* nelle aree rocciose e di detrito presso i Laghetti di Marco. In generale l'area presenta una importanza significativa sia per gli anfibi, sia per i rettili.

Tab. 4.9. Rettili (Classe Reptilia) (fonte: Sindaco *et al*, 2006)

NOME ITALIANO	NOME LATINO	ORIGINE	HABITAT PREFERENZIALE E NOTE DI DITRIBUZIONE
Orbettino	*Anguis fragilis*	Autoctona	Soprassuoli alberati, distribuzione ampia a livello provinciale
Ramarro occidentale	*Lacerta bilineata*	Autoctona	Aree ecotonali, distribuzione ampie alle quote intermedie e basse.
Ramarro orientale	*Lacerta viridis*	Autoctona	Aree prative, distribuzione ampie alle quote intermedie e basse. Sull'Arco Alpino la specie è particolarmente frequente nei settori centrali e orientali. Il taxon non sembra essere diffuso nelle aree planiziaria della Valle dell'Adige.
Lucertola muraiola	*Podarcis muralis*	autoctona	Aree antropizzate, aree ecotonali, alle quote medio-basse.
Lucertola vivipara	*Zotica vivipara*	autoctona	Aree antropizzate, aree ecotonali, alle quote intermedie
Colubro liscio	*Coronella austriaca*	Autoctona	Specie di aree meso-termofile, di particolare interesse per la specie le aree rocciose e le macerie presenti nell'area dei Laghetti di Marco.
Colubro di Riccioli ?	*Coronella austriaca*	Autoctona	Specie di aree termo-xerofile, la sua attuale presenza nella bassa Valle dell'Adige richiede conferme.
Biacco	*Hierophis viridiflavus*	Autoctona	Ambienti vari, presente alle quote medio-basse del Bacino dell'Adige.
Natrice dal collare	*Natrix natrix*	Autoctona	Corsi d'acqua e adiacenze
Natrice tassellata	*Natrix tessellata*	Autoctona	Corsi d'acqua, presenta un comportamento più spiccatamente acquatico rispetto alla specie precedente.
Saettone comune	*Zamenis longissimus*	Autoctona	Settori collinari e di media montagna, generalmente in aree con copertura arborea.
Vipera comune	*Vipera aspis*	Autoctona	Aree ecotonali
Marasso	*Vipera berus*	Autoctona	Ambienti aperti dei settori montani

La ridotta capacità di dispersione che caratterizza gli anfibi, l'esigenza di habitat dulciacquicoli non contaminati per la riproduzione e la presenza delle numerose barriere esistenti nelle fasce di fondovalle, potrebbero aver agito sulle condizioni del popolamento attuale. Anche per i rettili il popolamento è verosimilmente diminuito in maniera drastica rispetto al passato, sia in termini di specie, sia in termini di densità. Ciò a causa delle rapide trasformazioni dell'uso dei suoli: il diffondersi dei sistemi a regime arativo su tutte le superfici disponibili in pianura, l'abbandono del pascolo, l'urbanizzazione dei fondovalle, l'inquinamento delle acque. Non può essere esclusa la presenza di altre specie di rettili.

Nei SIC rilevati lungo il tracciato vengono segnalati popolamenti più ricchi, anche con la presenza di specie a distribuzione localizzata ed in regresso.

Di seguito si riporta la tabella dei taxa (anfibi + rettili) segnalati nei Formulari Standard dei Siti Natura 2000 prossimi o coincidenti con il percorso del tracciato nelle parti esterne alle gallerie. Per ogni specie sono disponibili le medesime informazioni già descritte per i Pesci (vedere relativa codifica).

Tab. 4.10 Taxa di Anfibi segnalati nei Siti Natura 2000 del corridoio di progetto (i nomi latini utilizzati corrispondono alla nomenclatura impiegata nei Formulari Standard) per la descrizione dei contenuti delle colonne vedere il § Pesci.

IT3120051	STAGNI DELLA VELA – SOPRASASSO	*Bombina variegata*	P	C	C	B	C	B	NO	SI
		Bufo viridis	P	C	C	C	C	C	NO	NO
		Hyla intermedia		C	C	C	C	C	NO	NO
		Rana dalmatina	P	P	D				NO	NO
		Rana esculenta		C	C	C	C	C	NO	NO
		Triturus alpestris		C	C	B	C	C	NO	NO
IT3120052	DOSS TRENTO	*Bufo viridis*	P						NO	NO
IT3120080	LAGHETTI DI MARCO	*Bufo bufo*	P	C	C	B	C	C	NO	NO
		Salamandra salamandra		C	C	B	C	C	NO	NO
		Triturus alpestris		C	C	B	C	C	NO	NO
		Triturus carnifex	P	C	C	A	C	A	NO	NO
		Triturus vulgaris		C	C	A	C	A	NO	NO
IT3120114	MONTE ZUGNA	*Salamandra salamandra*							NO	NO
IT3120156	ADIGE	*Bombina variegata*	P		C	C	C	C	NO	SI
		Bufo bufo	P						NO	NO
		Bufo viridis	P						NO	NO
		Hyla italica	V						NO	NO
		Rana dalmatina	P						NO	NO
		Rana esculenta							NO	NO
		Rana ridibunda							NO	NO
		Salamandra salamandra							NO	NO
		Triturus alpestris							NO	NO

Tab. 4.11.Taxa di Rettili segnalati nei Siti Natura 2000 del corridoio di progetto (i nomi latini utilizzati corrispondono alla nomenclatura impiegata nei Formulari Standard) per la descrizione dei contenuti delle colonne vedere il § Pesci.

IT3120051	STAGNI DELLA VELA - SOPRASASSO	*Anguis fragilis*	P	C	C	A	C	C	NO	NO
		Coluber viridiflavus		C	C	A	C	C	NO	NO
		Lacerta viridis	P	C	D				NO	NO
		Natrix natrix		C	D				NO	NO
		Natrix tessellata	P	C	D				NO	NO
		Podarcis muralis	P	C	D				NO	NO
IT3120080	LAGHETTI DI MARCO	*Elaphe longissima*	P	C	C	B	C	C	NO	NO
		Lacerta viridis	P	C	C	B	C	C	NO	NO
		Natrix natrix		C	D				NO	NO

		Natrix tessellata	P	C	D				NO	NO
		Podarcis muralis	P	C	C	B	C	C	NO	NO
IT3120114	MONTE ZUGNA	*Coluber viridiflavus*		C	C	A	C	C	NO	NO
		Lacerta viridis	P	C	C	A	C	C	NO	NO
		Podarcis muralis	P						NO	NO
IT3120156	ADIGE	*Coluber viridiflavus*							NO	NO
		Elaphe longissima	P						NO	NO
		Lacerta viridis	P						NO	NO
		Natrix natrix							NO	NO
		Natrix tessellata	P						NO	NO
		Podarcis muralis	P						NO	NO

4.8. Ornitofauna

In generale il popolamento ornitico si presenta diversificato, nonostante il grado di antropizzazione del fondovalle. La Valle dell'Adige costituisce una importante direttrice migratoria per moltissime specie, di conseguenza il numero di specie potenzialmente rilevabili nelle diverse stagioni dell'anno e con diverse fenologie, è molto elevato.

I valori di ricchezza di specie rilevate nel "Progetto Atlante nidificanti e svernanti in Provincia di Trento" (Pedrini et al., 2005), mostrano una concentrazione negli ambiti vallidi centrali della Val d'Adige (osservabile soprattutto per i nidificanti).

Analogamente alle altre Classi di vertebrati, il popolamento ha comunque risentito notevolmente dello sviluppo agricolo di tipo moderno e dell'abbandono delle forme di uso del suolo tradizionali nella fascia prealpina. Tali effetti di trasformazione hanno avuto un peso maggiore soprattutto nella Val d'Adige, ove i valori di ricchezza potenziale potrebbero essere ancora maggiori rispetto ai valori rilevati nel Progetto Atlante citato.

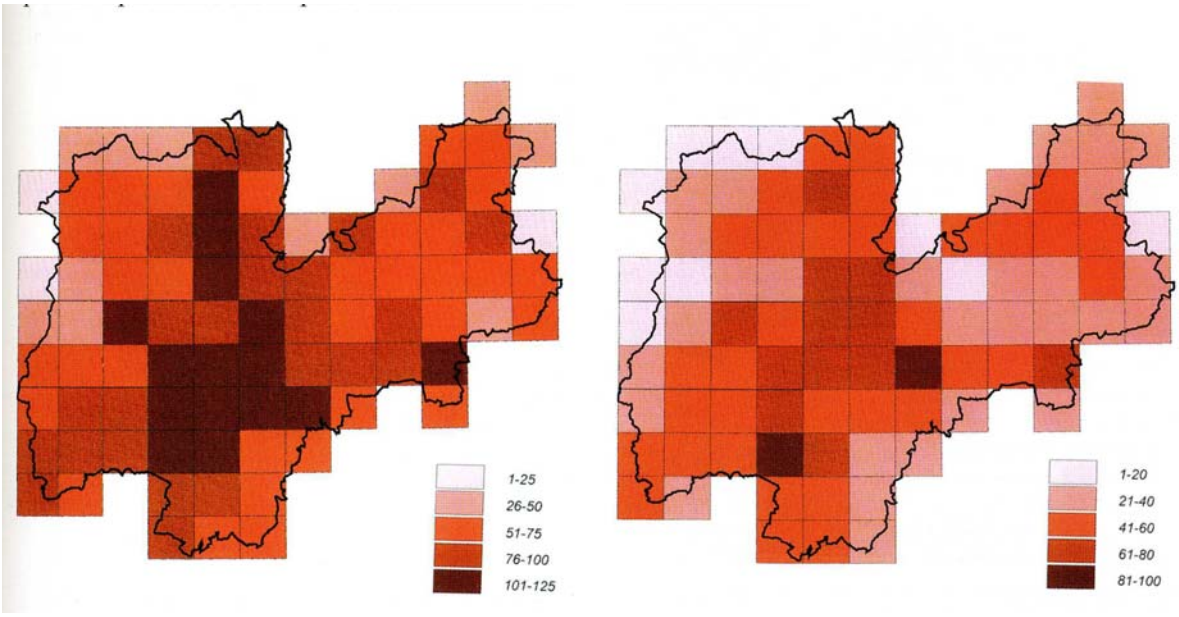


Fig. 4.8 A sinistra la discretizzazione dei valori di ricchezza specifica degli uccelli nidificanti; sulla destra i valori di ricchezza degli uccelli svernanti in Trentino: si osservano valori più elevati nelle aree centrali della Valle dell'Adige (Pedrini et al. 2005)

Nella tabella seguente è stata riportata la lista delle specie di uccelli presenti, come nidificanti e/o svernanti, lungo la Valle dell'Adige, escludendo alcune delle specie più schiettamente montane.

Tab. 4.12. Uccelli (Classe Aves): comprensori planiziari e di pedemonte della Valle dell'Adige (fonte: Pedrini *et al*., 2005)

NOME ITALIANO	NOME LATINO	ORIGINE, FENOLOGIA (NID. E/O SVERN.)	HABITAT PREFERENZIALE
Cigno reale	*Cygnus olor*	Alloctona Nid.- Svern.	Corpi d'acqua
Oca granaiola	*Anser fabalis*	Autoctona Svern.	Zone umide
Fischione	*Anas penelope*	Autoctona Svern.	Zone umide
Canapiglia	*Anas strepera*	Autoctona Svern.	Zone umide
Germano reale	*Anas platyrhynchos*	Autoctona Nid.- Svern.	Zone umide
Moretta	*Aythya fuligula*	Autoctona Nid.?- Svern.	Zone umide
Quattrocchi	*Bucephala clangula*	Autoctona Svern.?	Zone umide, nota una osservazione nell'Adige presso Rovereto
Pesciaiola	*Mergus albellus*	Autoctona Svern.?	Zone umide, nota una osservazione nell'Adige presso lo sbarramento di Mori in Vallagarina.
Pesciaiola	*Mergus serrator*	Autoctona Svern.?	Zone umide, nota una osservazione storica nell'Adige presso la loc. Lavis.
Gallo cedrone	*Tetrao urogallo*	Autoctona Nid.- Svern.	Boschi disetanei con presenza di radure, presente sui margini della Valle dell'Adige

Fagiano di monte	*Tetrao tetrix*	Autoctona Nid.- Svern.	Arbusteti e boschi, presente sui margini della Valle dell'Adige.
Francolino di monte	*Bonaria bonasa*	Autoctona Nid.- Svern.	Boschi misti con sottobosco, presente sui margini della Valle dell'Adige.
Coturnice	*Alectoris graeca*	Autoctona Nid.- Svern.	Aree aperte ed acclivi, presente sui margini della Valle dell'Adige.
Quaglia	*Coturnix coturnix*	Autoctona Nid.	Aree aperte con prati e coltivazioni erbacee, localizzata in Val d'Adige a causa della presenza diffusa di colture legnose non idonee.
Fagiano comune	*Phasianus colchicus*	Alloctona Nid.- Svern.	Vario, aree ecotonali e aperte, in aree vallive.
Strolaga minore	*Gavia stellata*	Autoctona Svern.	Zone umide, segnalata presso lo sbarramento di Mori in Vallagarina.
Tuffetto	*Tachybaptus ruficollis*	Autoctona Nid.- Svern.	Zone umide, ha nidificato (anni '80) presso i Laghetti di Marco.
Svasso maggiore	*Podiceps cristatus*	Autoctona Nid.- Svern.	Zone umide, sverna a quote inferiore rispetto alle zone di nidificazione, frequentando in inverno anche la Valle dell'Adige.
Cormorano	*Phalacrocorax carbo*	Autoctona Svern.	Zone umide, sverna nell'adige, in prossimità della confluenza con l'Alvisio. Specie in progressivo incremento.
Airone cenerino	*Ardea cinerea*	Autoctona Nid. - Svern.	Zone umide, la nidificazione della specie nella Provincia è in fase espansiva, l'Adige è soprattutto interessato da presenze di svernamento e fenomeni di pendolarismo dalle aree riproduttive.
Tarabusino	*Ixobrychus minutus*	Autoctona Nid. - Svern.	Zone umide
Falco pecchiaiolo	*Pernis apivorus*	Autoctona Nid.	Aree boscate
Nibbio reale	*Milvus milvus*	Autoctona Svern.	Aree ecotonali
Nibbio bruno	*Milvus migrans*	Autoctona Nid.	Aree vallive, la maggior parte delle coppie nidificanti in Trentino è concentrata nella Valle dell'Adige.
Biancone	*Circaetus gallicus*	Autoctona Nid.	Aree xeriche, presenza scarsa nella Valle dell'Adige.
Albanella reale	*Circuì cyaneus*	Autoctona Svern.	Percorre la Valle dell'Adige durante le migrazioni, sverna con un limitato numero di individui.
Sparviero	*Accipiter nisus*	Autoctona Nid. - Svern.	Aree boscate, molto comune sui margini boscati della Valle.
Asrore	*Accipiter nisus*	Autoctona Nid. - Svern.	Aree boscate, sui margini boscati della Valle, nei boschi d'alto fusto.
Poiana	*Buteo buteo*	Autoctona Nid. - Svern.	Aree aperte con aree boscate, comune.
Aquila reale	*Aquila chrysaetos*	Autoctona Nid. - Svern.	Aree rupestri per la nidificazione
Falco cuculo	*Falco vespertinus*	Autoctona Nid. ?	Aree aperte, nidificante possibile, ma non accertato.
Lodolaio	*Falco subbuteo*	Autoctona Nid.	Aree boscate aperte, nidificante raro.
Pellegrino	*Falco peregrinus*	Autoctona Nid. - Svern.	Aree rupestri per la nidificazione
Gheppio	*Falco tinnunculus*	Autoctona Nid. - Svern.	Aree rupestri, manufatti

Porciglione	*Rallus acquaticus*	Autoctona Nid. - Svern.	Zone umide
Gallinella d'acqua	*Gallinula chloropus*	Autoctona Nid. - Svern.	Zone umide
Folaga	*Fulica atra*	Autoctona Nid. - Svern.	Zone umide
Pavoncella	*Vanellus vanellus*	Autoctona Nid. - Svern.	Prati vallivi, zone umide.
Corriere piccolo	*Charadrius dubius*	Autoctona Nid.	Zone umide, greti fluviali (segnalato per il greto delle foci dell'Alvisio)
Beccaccia	*Scolopax rusticola*	Autoctona Nid. – Svern.	Zone boscate
Beccaccino	*Gallinago gallinago*	Autoctona Svern.	Zone umide
Piro piro culbianco	*Tringa ochropus*	Autoctona Svern.	Zone umide, scarso
Piro piro piccolo	*Actitis hypoleucos*	Autoctona Nid. – Svern.	Greti fluviali (segnalato per il greto delle foci dell'Alvisio)
Gavina	*Larus canus*	Autoctona Svern.	Zone umide, scarso
Gabbiano nordico	*Larus argentatus*	Autoctona Svern.	Zone umide, scarso
Zafferano	*Larus fuscus*	Autoctona Svern.	Zone umide, scarso
Gabbiano reale	*Larus michahellis*	Autoctona Nid. ? - Svern.	Zone umide, scarso, ma la nidificazione potrebbe essere in fase di incremento.
Gabbiano comune	*Larus ridibundus*	Autoctona Svern.	Zone umide, scarso.
Piccione torraiolo	*Columbia livia var. domestica*	Forma domestica Nid. – Svern.	aree coltivate e urbanizzate
Colombaccio	*Colomba palumbus*	Autoctona Nid. – Svern.	Aree boscate e alberate.
Tortora selvatica	*Streptopelia turtur*	Autoctona Nid.	Aree coltivate con aree boscate, la Valle dell'Adige costituisce l'area di massima frequenza a livello provinciale.
Tortora dal collare	*Streptopelia decaocto*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree coltivate e urbanizzate, di recente colonizzazione spontanea.
Cuculo	*Cuculus canorus*	Autoctona Nid.-Svern.	Vario
Assiolo	*Otus scops*	Autoctona Nid.	Aree rupestri e manufatti (aree di nidificazione)
Gufo reale	*Bubo bubo*	Autoctona Nid. – Svern.	Aree rupestri (aree di nidificazione)
Allocco	*Strix aluco*	Autoctona Nid. – Svern.	Aree boscate con alberi d'alto fusto
Civetta nana	*Glaucidium passerinum*	Autoctona Nid. – Svern.	Aree boscate con alberi d'alto fusto
Civetta	*Athene noctua*	Autoctona Nid. – Svern,	Campagne, scarsa.
Civetta capogrosso	*Aegolius funereus*	Autoctona Nid. – Svern,	Aree boscate con alberi d'alto fusto.
Gufo comune	*Asio otus*	Autoctona Nid. – Svern,?	Aree aperte.
Succiacapre	*Caprimulgus europaeus*	Autoctona Nid.	Aree alberate, arbusteti, ecotoni.

Rondone maggiore	*Apus melba*	Autoctona Nid.	Aree aperte montane
Rondone comune	*Apus apus*	Autoctona Nid.	Aree aperte, aree urbane.
Rondone pallido	*Apus palludus*	Autoctona Nid.	Aree urbane della città di Trento
Martin pescatore	*Alcedo atthis*	Autoctona Nid. – Svern,	Corpi d'acqua
Upupa	*Upupa epops*	Autoctona Nid. – Svern,	Aree aperte e coltivate tradizionali, specie termofila concentrata nella Valle dell'Adige.
Torcicollo	*Jynx torquilla*	Autoctona Nid.	Aree coltivate e aperte.
Picchio rosso maggiore	*Dendrocopos major*	Autoctona Nid. – Svern,	Aree boscate anche parchi urbani.
Picchio nero	*Dryocopus martius*	Autoctona Nid. – Svern,	Aree boscate d'alto fusto.
Picchio verde	*Picus viridis*	Autoctona Nid. – Svern,	Aree alberate
Picchio cenerino	*Picus canus*	Autoctona Nid. – Svern,	Aree alberate
Allodola	*Alauda arvensis*	Autoctona Nid. – Svern,	Aree aperte, formazioni erbacee.
Rondine montana	*Ptynoprogne rupestris*	Autoctona Nid. – Svern	Aree rupestri montane, svernante scarso e localizzato
Rondine	*Hirundo rustica*	Autoctona Nid.	Aree coltivate e urbanizzate
Balestruccio	*Delichon urbica*	Autoctona NId.	Aree coltivate e urbanizzate
Ballerina bianca	*Motacilla alba*	Autoctona Nid. – Svern	Aree coltivate e urbanizzate
Cutrettola	*Motacilla flava*	Autoctona Nid.	Presso zone umide.
Ballerina gialla	*Motacilla cinerea*	Autoctona Nid. – Svern.	Zone aperte presso zone umide.
Prispolone	*Anthus trivialis*	Autoctona Nid.	Zone aperte.
Pispola	*Anthus pratensis*	Autoctona Svern.	Zone aperte vallive.
Spioncello	*Anthus spinoletta*	Autoctona Nid.- Svern.	Zone aperte.
Regolo	*Regulus regulus*	Autoctona Nid.- Svern.	Zone boscate e alberate.
Fiorrancino	*Regulus ignicapilus*	Autoctona Nid.- Svern.	Zone boscate e alberate.
Merlo acquaiolo	*Cinclus cinclus*	Autoctona Nid.- Svern.	Corsi d'acqua (nidifica alle Foci dell'Alvisio).
Scricciolo	*Troglodytes troglodytes*	Autoctona Nid.- Svern.	Soprassuoli arbustati e boscati
Passera scopaiola	*Prunella modularis*	Autoctona Nid.- Svern.	Soprassuoli arbustati e boscati
Codirossone	*Monticola saxatilis*	Autoctona Nid.	Aree rocciose e aperte.
Passero solitario	*Monticola solitarius*	Autoctona Nid.–Svern. ?	Aree rocciose e aperte; edifici (osservato in inverno nel centro di Trento).
Merlo	*Turdus merula*	Autoctona Nid.- Svern.	Vario

Cesena	*Turdus pilaris*	Autoctona Nid.- Svern.	Vario
Tordo sassello	*Turdus iliacus*	Autoctona Svern.	Frutteti e boschi misti.
Tordo bottaccio	*Turdus philomelos*	Autoctona Svern.	Aree boscate e alberate.
Tordela	*Turdus viscivorus*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree boscate e alberate.
Usignolo di fiume	*Cettia cetti*	Autoctona Nid.-Svern.	Corsi d'acqua.
Cannaiola comune	*Acrocephalus scrirpaceus*	Autoctona Nid.	Zone umide.
Cannaiola verdognola	*Acrocephalus palustris*	Autoctona Nid.	Zone umide.
Cannareccione	*Acrocephalus arundinaceus*	Autoctona Nid.	Zone umide.
Canapino comune	*Hippolais poliglotta*	Autoctona Nid.	Specie termofila.
Luì piccolo	*Phylloscopus collybita*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree alberate
Luì bianco	*Phylloscopus bonelli*	Autoctona Nid.	Aree alberate
Luì verde	*Phylloscopus sibilatrix*	Autoctona Nid.	Aree alberate
Capinera	*Sylvia atricapilla*	Autoctona Nid.-Svern.	Vario
Beccafico	*Sylvia borin*	Autoctona Nid.	Formazioni cespugliose ed arbustive.
Bigia padovana	*Sylvia nisoria*	Autoctona Nid.	Aree golenali e vegetazione igrofila.
Bigiarella	*Sylvia curruca*	Autoctona Nid.	Aree boscate aperte.
Sterpazzola	*Sylvia communis*	Autoctona Nid.	Aree boscate e arbustate aperte.
Sterpazzolina	*Sylvia cantillans*	Autoctona Nid.	Aree arbustate aperte. Localizzata.
Occhiocotto	*Sylvia melanocephala*	Autoctona Nid. – Svern.	Cespuglieti. Localizzata.
Pigliamosche	*Muscicapa striata*	Autoctona Nid.	Vario.
Pettirosso	*Erithacus*	Autoctona Nid. – Svern.	Aree boscate e alberate.
Usignolo	*Luscinia megarhynchos*	Autoctona Nid.	Vario.
Codirosso spazzacamino	*Phoenicurus ochruros*	Autoctona Nid.-Svern.	Ambienti rocciosi e detritici, centri urbani.
Codirosso	*Phoenicurus phoenicurus*	Autoctona Nid.	Aree rurali e centri urbani.
Stiaccino	*Saxicola rubetra*	Autoctona Nid.	Aree aperte.
Saltimpalo	*Saxicola torquata*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree coltivate
Culbianco	*Oenanthe oenanthe*	Autoctona Nid.	Aree aperte rocciose.
Monachella	*Oenanthe hispanica*	Autoctona Nid.	Aree aperte xeriche, molto localizzata, in passato segnalata anche per i Lavini di Marco.

Codibugnolo	*Aegithalus caudatus*	Autoctona Nid. – Svern.	Aree alberate.
Cincia bigia	*Parus palustris*	Autoctona Nid. – Svern.	Boschi.
Cincia alpestre	*Parus montanus*	Autoctona Nid. – Svern.	Boschi.
Cincia mora	*Parus ater*	Autoctona Nid. – Svern.	Boschi.
Cincia dal ciuffo	*Parus cristatus*	Autoctona Nid. – Svern.	Boschi.
Cinciallegra	*Parus major*	Autoctona Nid. – Svern.	Aree boscate e alberate.
Cinciarella	*Parus caeruleus*	Autoctona Nid. – Svern.	vario
Picchio muratore	*Sitta europaea*	Autoctona Nid. – Svern.	Alberi d'alto fusto.
Picchio muraiolo	*Tichodroma muraria*	Autoctona Nid. – Svern.	Aree rupestri.
Rampichino alpestre	*Certhia familiaris*	Autoctona Nid. – Svern.	Aree alberate
Rampichino	*Certhia brachydactyla*	Autoctona Nid. – Svern.	Aree alberate
Pendolino	*Remiz pendulinus*	Autoctona Nid. – Svern.	Aree alberate igrofile, localizzato come nidificante (presente presso le Foci dell'Alvisio). Svernante scarso.
Rigogolo	*Oriolus oriolus*	Autoctona Nid.	Aree boscate
Averla piccola	*Lanius collurio*	Autoctona Nid.	Aree aperte cespugliate.
Averla maggiore	*Lanius excubitor*	Autoctona Svern.	Aree aperte cespugliate.
Ghiandaia	*Garrulus glandarius*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree boscate ed ecotoni.
Gazza	*Pica pica*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree aperte alberate. Molto localizzata.
Nocciolaia	*Nucifraga nucifraga*	Autoctona Nid.-Svern.	Boschi di conifere.
Gracchio alpino	*Pyrrhocorax graculus*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree rupestri ed aree erbacee aperte.
Taccola	*Corvus monedula*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree rupestri ed urbane in ambito vallivo.
Corvo comune	*Corvus frugileus*	Autoctona Svern.	Aree aperte.
Cornacchia grigia / nera	*Corvus corone*	Autoctona Nid.-Svern.	Vario
Corvo imperiale	*Corvus corax*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree rupestri.
Storno	*Sturnus vulgaris*	Autoctona Nid.-Svern.	Vario.
Passera d'Italia	*Passer (domesticus) italiae*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree antropizzate.
Passera mattugia	*Passer montanus*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree coltivate.
Fringuello	*Fringilla coelebs*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree boscate ed alberate.
Peppola	*Fringilla montifringilla*	Autoctona Svern.	Aree boscate ed alberate.

Crociere	*Loxia curvirostra*	Autoctona Nid.-Svern.	Boschi di conifere.
Verdone	*Carduelis chloris*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree alberate.
Organetto	*Carduelis flammea*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree boscate.
Lucherino	*Carduelis spinus*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree boscate, in particolare boschi di conifere.
Cardellino	*Carduelis carduelis*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree aperte con vegetazione arborea rada.
Fanello	*Carduelis cannabina*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree aperte.
Verzellino	*Serinus serinus*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree alberate in ambito rurale.
Ciuffolotto	*Pyrrhula pyrrhula*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree boscate, in particolare boschi di conifere.
Frosone	*Coccothraustes coccothraustes*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree boscate, ambienti urbani e coltivi.
Zigolo giallo	*Emberiza citrinella*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree ecotonali.
Zigolo nero	*Emberiza cirlus*	Autoctona Nid.?	Aree ecotonali.
Zigolo muciatto	*Emberiza cia*	Autoctona Nid.-Svern.	Aree aperte aride.
Ortolano	*Emberiza hortulana*	Autoctona Nid.	Aree aperte aride.
Migliarino di palude	*Emberiza schoeniclus*	Autoctona Nid.-Svern.	Zone umide, localizzata.
Strillozzo	*Emberiza calandra*	Autoctona Nid.	Zone aperte, localizzata.

Di seguito si riportano i tabella i popolamenti rilevati nei siti di importanza comunitaria inclusi e/o prossimi al corridoio di progetto, caratterizzati da popolamenti relativamente più ricchi. Per ogni specie sono disponibili le medesime informazioni già descritte nel § Pesci (con la differenza che la Direttiva comunitaria di riferimento è la 79/409 - Direttiva Uccelli).

Tab. 4.13. Taxa ornitici segnalati nei Siti Natura 2000 del corridoio di progetto. Per la descrizione dei contenuti delle colonne vedere il § Pesci.

IT3120051	STAGNI DELLA VELA - SOPRASASSO	Alectoris graeca saxatilis		P	D				SI	NO
		Apus melba		C	C	A	C	C	NO	NO
		Bubo bubo	V	P	C	A	C	A	SI	NO
		Caprimulgus europaeus	V	C	C	A	C	B	SI	NO
		Circus aeruginosus	E	P	D				SI	NO
		Circus cyaneus		P	D				SI	NO
		Delichon urbica		P	C	A	C	C	NO	NO
		Falco peregrinus	V	P	C	A	C	A	SI	NO
		Luscinia megarhynchos		C	C	A	C	C	NO	NO
		Milvus migrans	E	P	C	A	C	B	SI	NO
		Monticola solitarius	V	C					NO	NO
		Pernis apivorus	M	P	C	A	C	C	SI	NO

		Phylloscopus bonelli		C	C	A	C	C	NO	NO
IT3120052	DOSS TRENTO	Apus melba		P	C	C	C	B	NO	NO
		Caprimulgus europaeus	V	P	C	C	C	C	SI	NO
		Delichon urbica		P	C	C	C	C	NO	NO
		Falco tinnunculus		P	D				NO	NO
		Ficedula hypoleuca		P	C	C	C	B	NO	NO
		Hippolais icterina		P	C	C	C	B	NO	NO
		Hirundo rustica		P	D				NO	NO
		Jynx torquilla	V	P	C	C	C	C	NO	NO
		Luscinia megarhynchos		P	C	C	C	C	NO	NO
		Milvus migrans	E	P	C	C	C	C	SI	NO
		Muscicapa striata		P	C	C	C	C	NO	NO
		Oenanthe oenanthe		P	D				NO	NO
		Oriolus oriolus		P	C	C	C	C	NO	NO
		Phoenicurus phoenicurus		P	C	C	C	C	NO	NO
		Phylloscopus sibilatrix		P	D				NO	NO
		Phylloscopus trochilus		P	C	C	C	B	NO	NO
		Picus viridis	P	R					NO	NO
		Saxicola rubetra		P	C	C	C	C	NO	NO
		Streptopelia turtur	V	P	C	C	C	C	NO	NO
		Strix aluco	P	P					NO	NO
		Sylvia borin		P	C	C	C	B	NO	NO
IT3120080	LAGHETTI DI MARCO	Anthus trivialis		P	C	C	C	C	NO	NO
		Caprimulgus europaeus	V	P	C	C	C	B	SI	NO
		Delichon urbica		P	D				NO	NO
		Dryocopus martius	R	P	D				SI	NO
		Ficedula hypoleuca		P	C	B	C	C	NO	NO
		Hippolais icterina		P	C	B	C	C	NO	NO
		Hirundo rustica		R	D				NO	NO
		Jynx torquilla	V	C	C	B	C	C	NO	NO
		Lanius collurio	V	P	C	C	C	C	SI	NO
		Luscinia megarhynchos		C	C	B	C	C	NO	NO
		Milvus migrans	E	P	C	C	C	C	SI	NO
		Muscicapa striata		R	C	B	C	C	NO	NO
		Oenanthe oenanthe		P	C	C	C	C	NO	NO
		Phoenicurus phoenicurus		R	C	B	C	C	NO	NO
		Phylloscopus sibilatrix		P	C	C	C	C	NO	NO
		Phylloscopus trochilus		P	C	C	C	C	NO	NO
		Saxicola rubetra		P	C	C	C	C	NO	NO
		Streptopelia turtur	V	R	C	B	C	C	NO	NO
		Sylvia borin		P	C	B	C	C	NO	NO
		Sylvia communis	V	P	C	B	C	C	NO	NO
IT3120114	MONTE ZUGNA	Accipiter nisus		P	D				NO	NO
		Aegolius funereus	R	C	C	A	C	B	SI	NO
		Anthus trivialis		C	D				NO	NO
		Aquila chrysaetos	V	P	C	A	C	B	SI	NO
		Athene noctua	P	P	D				NO	NO
		Bonasa bonasia	E	C	C	A	C	B	SI	NO
		Bubo bubo	V	P	C	A	C	A	SI	NO
		Buteo buteo		P	D				NO	NO

		Caprimulgus europaeus	V	C	C	B	C	B	SI	NO
		Circaetus gallicus	R	P	C	A	C	C	SI	NO
		Emberiza cia	V	C	D				NO	NO
		Emberiza hortulana	V	R	C	A	C	A	SI	NO
		Falco tinnunculus		P	D				NO	NO
		Lanius collurio	V	C	C	A	C	B	SI	NO
		Luscinia megarhynchos		C	C	B	C	C	NO	NO
		Milvus migrans	E	C	C	A	C	B	SI	NO
		Monticola saxatilis	V	C	D				NO	NO
		Monticola solitarius	V	R	D				NO	NO
		Oenanthe hispanica		V	B	A	A	A	NO	NO
		Pernis apivorus	M	C	C	A	C	C	SI	NO
		Phylloscopus bonelli		C	D				NO	NO
		Saxicola rubetra		C	C	B	C	B	NO	NO
		Tetrao tetrix tetrix		R	C	A	C	C	SI	NO
IT3120156	ADIGE	Accipiter nisus							NO	NO
		Acrocephalus arundinaceus							NO	NO
		Acrocephalus palustris							NO	NO
		Actitis hypoleucos	V						NO	NO
		Aegithalos caudatus	V						NO	NO
		Anas platyrhynchos							NO	NO
		Ardea cinerea	V						NO	NO
		Aythya fuligula							NO	NO
		Buteo buteo							NO	NO
		Carduelis carduelis							NO	NO
		Carduelis chloris							NO	NO
		Certhia brachydactyla							NO	NO
		Cettia cetti							NO	NO
		Charadrius dubius	V						NO	NO
		Cinclus cinclus	V						NO	NO
		Corvus corone							NO	NO
		Cuculus canorus							NO	NO
		Cygnus olor							NO	NO
		Emberiza cia	V						NO	NO
		Erithacus rubecula							NO	NO
		Ficedula hypoleuca			D				NO	NO
		Fringilla coelebs							NO	NO
		Fulica atra							NO	NO
		Gallinula chloropus							NO	NO
		Garrulus glandarius							NO	NO
		Hippolais icterina			D				NO	NO
		Hippolais polyglotta							NO	NO
		Ixobrychus minutus	V	V	D	B	B	C	SI	NO
		Jynx torquilla	V		D				NO	NO
		Lanius collurio	V	P	D				SI	NO
		Larus cachinnans							NO	NO
		Larus canus							NO	NO
		Larus ridibundus							NO	NO
		Locustella luscinioides							NO	NO
		Locustella naevia			D				NO	NO
		Luscinia megarhynchos			D				NO	NO
		Milvus migrans	E		D				SI	NO
		Motacilla cinerea							NO	NO

		Motacilla flava			D				NO	NO
		Muscicapa striata			D				NO	NO
		Otus scops			D				NO	NO
		Pandion haliaetus			D				SI	NO
		Parus caeruleus							NO	NO
		Parus major							NO	NO
		Parus palustris							NO	NO
		Passer italiae							NO	NO
		Passer montanus							NO	NO
		Phalacrocorax carbo	V						NO	NO
		Phoenicurus phoenicurus							NO	NO
		Phylloscopus collybita							NO	NO
		Phylloscopus sibilatrix							NO	NO
		Phylloscopus trochilus			D				NO	NO
		Picoides major							NO	NO
		Picus viridis	P						NO	NO
		Podiceps cristatus	P						NO	NO
		Prunella modularis							NO	NO
		Regulus regulus							NO	NO
		Serinus serinus							NO	NO
		Streptopelia turtur	V						NO	NO
		Sturnus vulgaris							NO	NO
		Sylvia atricapilla							NO	NO
		Sylvia borin			D				NO	NO
		Sylvia communis	E		D				NO	NO
		Tachybaptus ruficollis							NO	NO
		Troglodytes troglodytes							NO	NO
		Turdus merula							NO	NO
		Upupa epops			D				NO	NO

Lo studio delle migrazioni degli uccelli attraverso il Trentino è stato oggetto dei Report 2 (Amato e Predrini 1995, Amato 1995) e 13 (Amato 1997) pubblicati dal Centro di Ecologia Alpina di Trento. Amato e Pedrini (1995) evidenziano il ruolo di tre aree (Torbiera di Fiavè, Boca di Casèt e Boca di Vaiola) nell'ambito delle migrazioni autunnali e primaverili. Amato 1995 riporta i risultati delle attività di cattura e ricattura presso il Roccolo di Sauch (Val Stanauser); evidenziando l'abbondanza delle catture eseguite per le specie fringuello, peppola, lucrino e pettirosso. Il terzo lavoro (Amato 1997) riposta dati e informazioni riguardanti quattro importanti stazioni di sosta e/o di passo specie migratrici: Torbiere Fiavè, Fiume Alvisio, Palude Roncegno e Monte Brione. Di particolare interesse rispetto ad una descrizione faunistica della fauna della Val d'Adige sono i risultati ottenuti presso il Fiume Alvisio, che ha consentito di monitorare il passaggio di specie migratrici di lungo raggio lungo l'asse della valle. Tra le specie più rappresentate e/o di interesse si segnalano: cannaiola verdognola, cannaiola, cannareccione, canapino maggiore, bigiarella, sterpazzola, beccafico, luì grosso, pigliamosche. E' importante sottolineare che le stazioni di inanellamento e

ricerca dell'avifauna migratrice nella Provincia di Trento non sono collocate in ambiti interessati dal tracciato di progetto.

Nel Bacino dell'Adige si è assistito ad un incremento progressivo della presenza invernale di cormorani (nella tab. seguente è riportato il trend di accrescimento registrato, da Pedrini et. al. 2003). Si è passati da pochi esemplari negli anni '90, a diverse centinaia nel primo decennio del 2000. La specie è relativamente con centrata nella Valle dell'Adige, che viene utilizzata soprattutto per l'alimentazione.

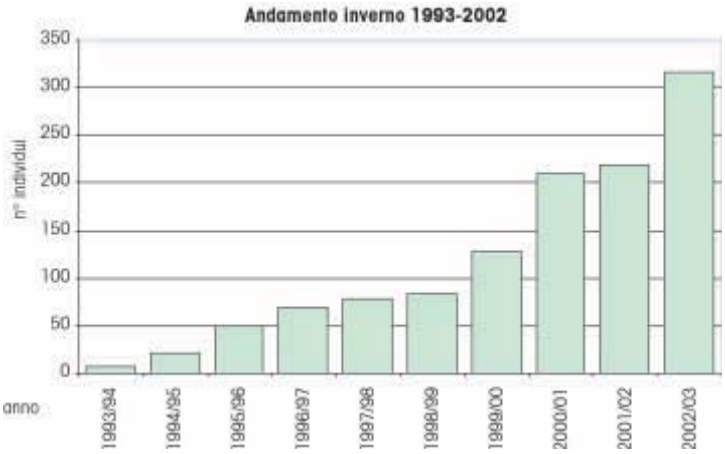


Fig. 4.9 Incremento del Cormorano in Trentino (Pedrini et al. 2003)

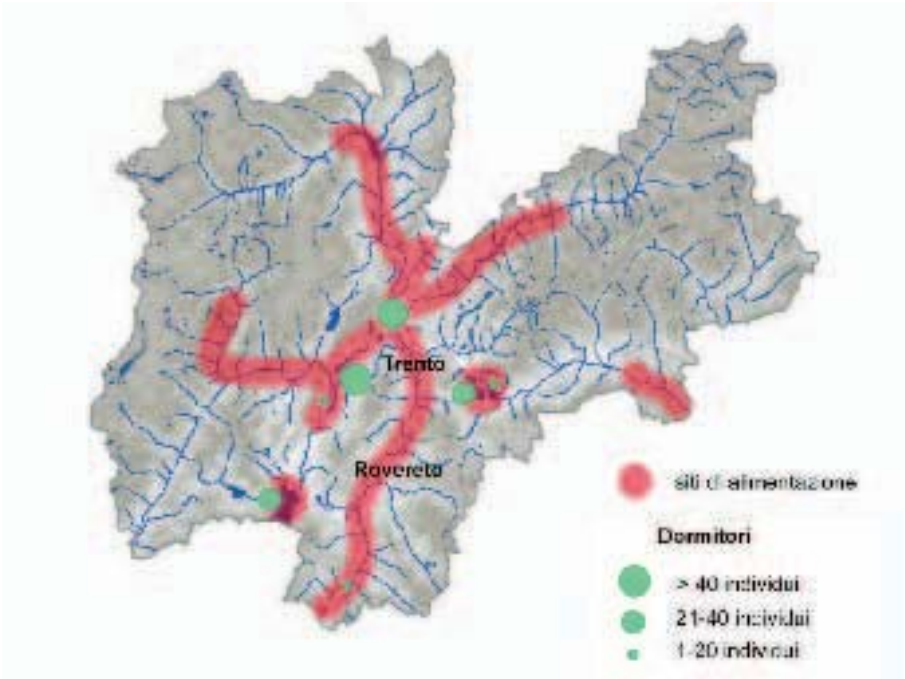


Fig. 10 Aree di svernamento del cormorano (Pedrini et al. 2003)

4.9. Mammalofauna

Anche per i mammiferi riconosciamo un popolamento generale del comprensorio vallivo interessato dal progetto e ambiti più localizzati ove i popolamenti assumono caratteristiche di ricchezza superiori (in particolare siti di importanza comunitaria).

Di seguito si riportano in tabella i popolamenti rilevati nei siti di importanza comunitaria inclusi nel corridoio di progetto, caratterizzati da popolamenti relativamente più ricchi. Per ogni specie sono disponibili le medesime informazioni già descritte per i Pesci.

Tab. 4.14. Taxa di mammiferi rilevati nei SIC rilevati nel corridoio in esame. Per la descrizione dei contenuti delle colonne vedere il § Pesci.

IT3120051	STAGNI DELLA VELA - SOPRASASSO	Apodemus flavicollis							NO	NO
		Apodemus sylvaticus							NO	NO
		Crocidura leucodon		C	D				NO	NO
		Crocidura suaveolens		C	D				NO	NO
		Erinaceus europaeus		C	D				NO	NO
		Muscardinus avellanarius		C	D				NO	NO
		Rhinolophus ferrum-equinum	E	P	C	B	C	C	NO	SI
		Sorex araneus							NO	NO
		Talpa europaea							NO	NO
IT3120052	DOSS TRENTO	Apodemus flavicollis							NO	NO
		Apodemus sylvaticus							NO	NO
		Crocidura leucodon		P	D				NO	NO
		Crocidura suaveolens		P	D				NO	NO
		Erinaceus europaeus		P	D				NO	NO
		Muscardinus avellanarius		P	D				NO	NO
		Rhinolophus ferrum-equinum	E	P	C	C	C	C	NO	SI
		Sciurus vulgaris							NO	NO
IT3120080		Sorex araneus							NO	NO
		Talpa europaea							NO	NO
	LAGHETTI DI MARCO	Apodemus flavicollis							NO	NO
		Apodemus sylvaticus							NO	NO
		Crocidura leucodon		R	D	B	C	C	NO	NO
		Crocidura suaveolens		R	C	B	C	C	NO	NO
		Erinaceus europaeus		R	C	B	C	C	NO	NO
		Muscardinus avellanarius		R	C	B	C	C	NO	NO
		Rattus norvegicus							NO	NO
		Sciurus vulgaris		C	C	B	C	C	NO	NO
		Sorex araneus							NO	NO
IT3120114	MONTE ZUGNA	Apodemus flavicollis							NO	NO
		Chionomys nivalis	V	C	D				NO	NO
		Clethrionomys glareolus							NO	NO
		Crocidura leucodon		C	D				NO	NO
		Crocidura suaveolens		C	D				NO	NO
		Erinaceus europaeus		C	D				NO	NO
		Glis glis		C	C	A	C	C	NO	NO

		Muscardinus avellanarius		C	C	A	C	C	NO	NO
		Rattus rattus							NO	NO
		Sciurus vulgaris		C	C	A	C	C	NO	NO
		Sorex araneus							NO	NO
		Coluber viridiflavus		C	C	A	C	C	NO	NO
IT3120156	ADIGE	Apodemus flavicollis							NO	NO
		Apodemus sylvaticus							NO	NO
		Capreolus capreolus							NO	NO
		Crocidura leucodon			D				NO	NO
		Lepus europaeus							NO	NO
		Martes foina							NO	NO
		Meles meles							NO	NO
		Microtus arvalis							NO	NO
		Pipistrellus nathusii							NO	NO
		Pipistrellus pipistrellus							NO	NO
		Talpa europaea							NO	NO
		Vulpes vulpes							NO	NO

Per quanto concerne il popolamento di specie dell'Ordine *Chiroptera* (Pipistrelli), la vallata dell'Adige sostituisce un'importante area di caccia, sulla quale gravita un popolamento composto da diverse specie. Un'indagine sui Chirotteri della Val Parol (comune di Nago) una piccola valle isolata del Trentino meridionale, situata tra i 1300 e i 1700 m di quota, ha evidenziato la presenza di numerose specie di pipistrelli (Vernier 1999):

- Rhinolophus hipposideros (BECHSTEIN,1800) Ferro di Cavallo minore
- Myotis blythii (TOMES,1857) Vespertilio di Blyth
- Myotis capaccinii (BONAPARTE ,1837) Vespertilio di Capaccini
- Myotis myotis (BORKHAUSEN, 1797) Vespertilio maggiore
- Myotis bechsteini (KUHL, 1818) Vespertilio di Bechstein
- Myotis mystacinus (KUHL, 1819) Vespertilio mustacchino
- Plecotus auritus (LINNAEUS, 1758) Orecchione comune
- Eptesicus nilssonii (KEYSERLING & BLASIUS, 1839) Serotino di Nilsson
- Pipistrellus pipistrellus (SCHREBER, 1774) (E) Pipistrello nano
- Tadarida teniotis (RAFINESQUE, 1814) (E) Molosso del Cestoni

Tra le specie di mammiferi elencate, i chirotteri hanno diverse specie incluse tra quelle di "interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa" (Allegato D previsto dall'art. 1 comma 1 del DPR 248/97: "Regolamento di attuazione della direttiva

92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche").

4.9.1 L'orso bruno in Trentino

Attualmente gli orsi frequentano principalmente il gruppo montuoso del Brenta, il massiccio Paganella-Gazza-Fausior e le aree adiacenti, anche se segnalazioni sporadiche provengono da quasi tutto il Trentino occidentale, a conferma della grande mobilità della specie. Il settore orientale dell'arco alpino è stato recentemente colonizzato da esemplari provenienti spontaneamente dalla Slovenia-Austria. Almeno un individuo ha frequentato alcuni settori del Trentino orientale dal 1999 al 2002.

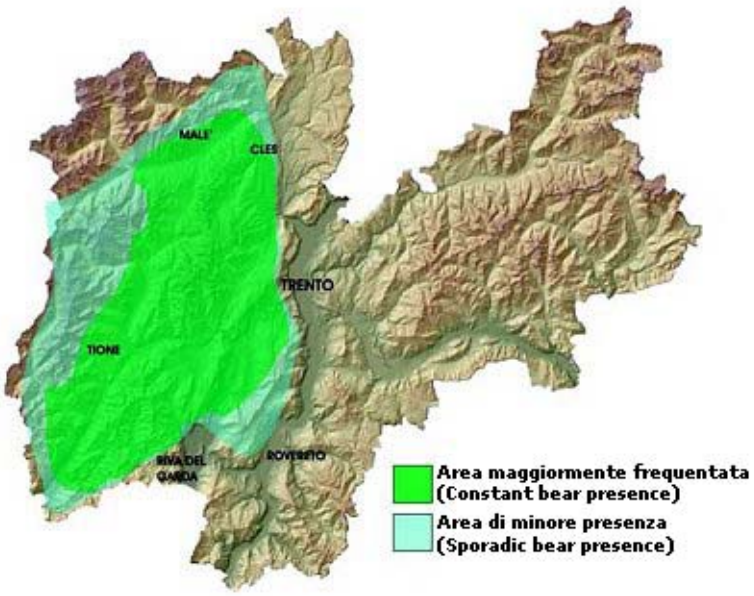


Fig. 4.11 Aree di presenza dell'orso bruno in trentino (Provincia di Trento)

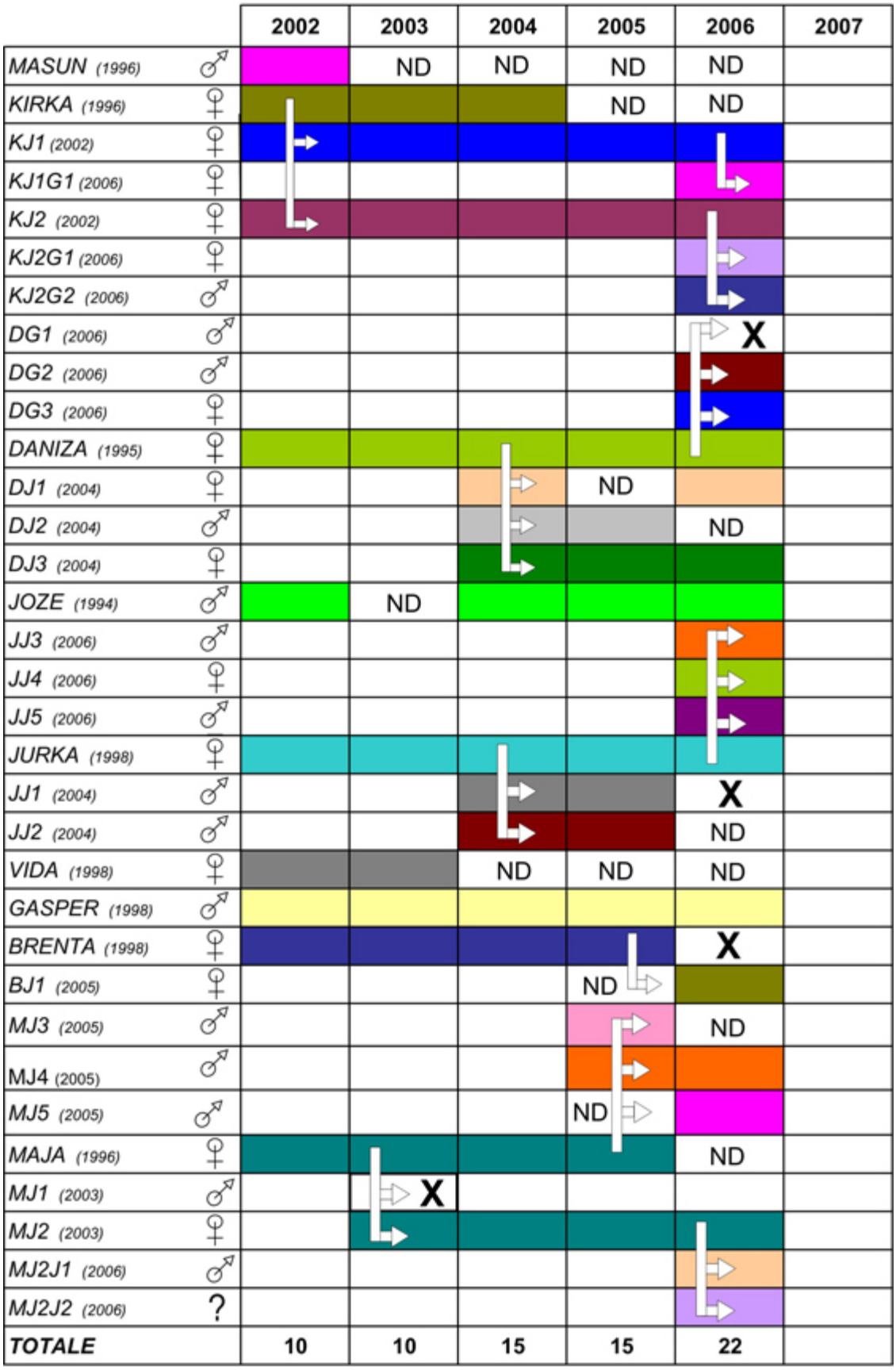


Fig. 4.12 Popolazione di orso in Trentino aggiornata al 2006 (Provincia di Trento)

4.10. Carta degli habitat faunistici

Sulla base delle elaborazioni di uso del suolo, fisionomia della vegetazione ed idrologia, è stata definita una cartografia degli habitat faunistici e del loro valore per la conservazione dei taxa di pregio. Le aree di massimo valore vengono individuate negli ambiti di maggiore naturalità e/o caratterizzati dalla disponibilità di risorse di particolare importanza per la fauna. Le aree agricole, ormai tutte altamente specializzate e meccanizzate sono considerate a valore faunistico basso, assai prossime, come qualità alle aree urbane, infrastrutturate ed altamente antropizzate.

Si riporta di seguito la suddivisione delle tipologie di habitat in ordine di valore decrescente.

Aree di massimo valore faunistico:

- Aree rupestri
- Corpi d'acqua
- Sorgenti (dato dedotto dalla carta di idrogeologia)

Aree ad alto valore faunistico:

- Aree boscate
- Prati pascoli e altre formazioni erbacee

Aree a medio valore faunistico:

- Coltivi permanenti (vigneti e frutteti)
- Coltivi a seminativo

Aree a basso valore faunistico:

- Aree urbanizzate, infrastrutture e servizi

4.11. Impatti a carico della componente Vegetazione, Flora e Fauna Vegetazione

Il progetto in esame si sviluppa in gran parte in galleria naturale, limitando le tratte fuori terra ad una quota ridotta dell'intera lunghezza del tracciato. Lo sviluppo in fuori terra (al di fuori delle gall. naturali) interessa, per la maggior parte dei casi tratti interessati da agricoltura intensiva, quasi prive di vegetazione naturale di pregio.

Si mantengono, tuttavia, alcuni effetti di carattere negativo, in ragione di alcune localizzazioni sensibili interessate dal tracciato, con particolare riferimento

all'attraversamento in galleria artifciale e trincea dell'area dei Laghetti di Marco.

1. Danno alle fitocenosi
2. Immissione di materiale vegetale geneticamente estraneo ai sistemi

Danno alle fitocenosi

Questo impatto presenta caratteristiche di gravità diversificate a seconda della presenza di ricettori più o meno sensibili. La dominanza dei soprassuoli coltivati in maniera intensiva limita gli effetti a carico della vegetazione agli imbocchi in galleria su versanti boscati (peraltro interessati da magini boschivi di qualità non elevata, caratterizzati da formazioni ad orno-ostryeto e formazioni a robinia). Caso a sé è invece l'attraversamento, in galleria artificiale, del SIC dei Laghetti di Marco, ove l'interferenza con le fitocenosi erbacee xeriche e le formazioni a pino nero assume livelli di impatto significativi e dettagliatamente descritti nella valutazione di incidenza redatta dal Prof. Sitzia elaborato cod. 17.02.00

Immissione di materiale vegetale geneticamente estraneo ai sistemi

Le stesse opere di ripristino della vegetazione possono comportare rischi di inquinamento genetico dei popolamenti autoctoni.

Di conseguenza, le opere a verde previste (vedere quadro progettuale), prevedono l'impiego di specie autoctone.

Per quanto riguarda gli interventi di ripristino nell'area del SIC dei Laghetti di Marco, è necessario sia prevedere l'esclusivo impiego di specie originarie del sito stesso, ovvero limitare la raccolta del materiale di origine (semi, talee e piantine) alle immediate adiacenze dell'area in oggetto.

4.11.1 Fauna

Il progetto in esame presenta, se si considera la lunghezza della tratta in esame, un effetto particolarmente contenuto, grazie ad un maggiore sviluppo in galleria naturale e ai tratti di affiancamento della nuova linea alla linea alla linea esistente.

Si mantengono, tuttavia, alcuni effetti di carattere negativo. Le ferrovie hanno un effetto rilevante sulle popolazioni delle specie più sensibili alle attività antropiche. Gli effetti più evidenti sono conducibili alle collisioni.

Il peso di questi effetti delle strutture lineari sulla fauna è oggetto di indagini approfondite da un tempo relativamente breve, ma si possono segnalare i fattori principali che agiscono negativamente sulle specie animali:

1. mortalità diretta;
2. frammentazione degli habitat;
3. disturbo (“displacemente and avoidance”);
4. sottrazione diretta di habitat;

Il punto 1, riferibile al rischio di collisioni tra autoveicoli e fauna. I punti successivi concernono questioni strettamente connesse con le condizioni ambientali e faunistiche che concorrono a definire il livello di rischio di collisione, vengono brevemente illustrate nei paragrafi seguenti. Le trasformazioni ambientali vengono inoltre considerate anche in termini di creazione di nuovi habitat, talvolta con effetti anche favorevoli alla conservazioni di determinati taxa.

Mortalità diretta

Gli anfibi costituiscono un gruppo molto sensibile a questo tipo di effetto, in quanto il ciclo vitale di molte specie dipende dall’accessibilità di punti d’acqua adatti alla riproduzione.

Un altro gruppo particolarmente sensibile è costituito dai grandi mammiferi (ad esempio cervidi, suidi e grandi carnivori), per i quali, a causa delle dimensioni dell’area vitale utilizzata, è probabile che la costruzione di una infrastruttura lineare comporti delle difficoltà di attraversamento con il rischio di un rallentamento consistente dei passaggi attraverso la barriera.

Frammentazione degli habitat

Tra i vertebrati, i gruppi tassonomici che risentono delle interferenze più consistenti sono gli anfibi, i rettili e i mammiferi; tra gli invertebrati, tutte quelle specie che si spostano via terra. Il gruppo di vertebrati che meno risente di quest’effetto è ovviamente costituito dagli uccelli, che non risentono di impedimenti fisici al passaggio. Per questo gruppo gli effetti di maggior rilievo sono riconducibili alla mortalità diretta e al disturbo.

L’effetto barriera ha delle caratteristiche spiccatamente specie-specifiche. Alcune specie di carnivori di taglia medio piccola (in particolare volpi e mustelidi) tendono ad utilizzare con relativa facilità i sottopassi per il drenaggio delle acque, mentre alcune specie di ungulati e di grandi carnivori hanno bisogno di più lunghi periodi di apprendimento per selezionare i passaggi che eventualmente possono utilizzare.

La barriera costituita dalla nuova ferrovia è comunque affiancata dal Fiume Adige, dall’autostrada e dalla linea storica, ed è immersa in una matrice ambientale

fortemente antropizzata. In questo contesto gli effetti aggiuntivi dei pochi tratti fuori terra è particolarmente contenuto.

Disturbo

Il disturbo comporta una perdita di habitat disponibile per le popolazioni animali causato da comportamenti di evitamento delle aree disturbate ("avoidance") e da una ridistribuzione degli home range dei singoli individui componenti la popolazione in esame ("displacement").

Nell'area di Marco si registrani gli effetti di disturbo più consistenti rilevabili nell'intera tratta in esame. Gli effetti a carico delle biocenosi del SIC Lavini di Marco è oggetto di una specifica valutazione di incidenza.

Sottrazione diretta di habitat

La sottrazione di habitat prodotta dalla costruzione di strade ha tipicamente un andamento a fascia. La rilevanza di questo effetto è fortemente correlato con la qualità ambientale degli ambienti sottratti, la quantità di superficie sottratta, sia in termini assoluti, sia in termini relativi.

La sottrazione di habitat può essere distinta in occupazioni di carattere permanente (sede ferroviaria e strutture connesse) e occupazioni di carattere temporaneo (aree di cantiere, piste di cantiere).

Gli habitat interessati da occupazioni temporanee per la costituzione di aree e piste di cantiere subiscono delle trasformazioni consistenti. I soprassuoli e suoli preesistenti vengono in genere rimossi. L'intenso disturbo prodotto durante la fase di cantiere tende ad allontanare la fauna dai siti. Al termine dei lavori si propone una condizione paragonabile ad uno stadio iniziale di un ecosistema: assenza di suolo, assenza di soprassuolo e presenza di substrati di detrito fortemente compattati.

Con opportuni interventi di risanamento ambientale queste aree possono essere recuperate verso condizioni ambientali più idonee per la fauna. La definizione degli obiettivi di gestione, la progettazione degli interventi e la programmazione degli eventuali interventi di manutenzione costituiscono elementi focali del recupero di queste aree.

La sottrazione di habitat prodotta dal tracciato assume una particolare rilevanza sulle superfici interne ed adicenti al SIC dei Lavini di Marco (vedere valutazione di incidenza).

4.12. Individuazione delle mitigazioni

4.12.1 Ripristino dei soprassuoli vegetazionali

Le opere a verde descritte nel quadro progettuale descrivono le modalità di esecuzione dei ripristini della vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea in adiacenza all'infrastruttura. Per quanto concerne i ripristini sulla galleria artificiale di attraversamento del SIC dei Laghetti di Marco si rimanda alle specifiche tecniche della valutazione di incidenza. In quast'area il ripristino sarà eseguito con il criterio della ricostruzione delle caratteristiche floro-vegetazionaoli esistenti in fase ante-operam.

4.12.2 Sottopassi per la fauna

L'opera non comporta significative frammentazioni del continuum ambientale, non disponendo significative barriere al passaggio della fauna.

Si ritiene pertanto sufficiente la permeabilità faunistica di carattere residuale garantita dalla presenza dei tombini e delle altre strutture previste per il deflusso delle acque.

4.12.3 Recinzione perimetrale anti-fauna

Per il progetto in esame, la presenza di ampie gallerie e viadotti assicura una buona permeabilità per ungulati e carnivori di media taglia.

Per il tracciato in esame, considerate le caratteristiche della fauna presente e potenziale e dell'infrastruttura stessa, viene scelta suggerita la chiusura completa, adottando i sistemi di recinzione perimetrale idonei a mantenere all'esterno il maggior numero possibile di taxa faunistici.

4.12.4 Contenimento inquinamento luminoso

Considerando la segnalazione di specie sensibili alla luce diffusa da impianti di illuminazione notturna, si adotteranno le seguenti misure di contenimento dei fenomeni di contaminazione luminosa degli spazi naturali adiacenti alla linea ed ai servizi all'infrastruttura. Per il dettaglio di questa misura, che costituisce un intervento di valenza anche ecologica, si rimanda alla componente Ecosistemi.

4.12.5 Eliminazione piste di cantiere

Per il dettaglio di questa misura, che costituisce un intervento di valenza anche ecologica, si rimanda alla componente Ecosistemi.

4.12.6 Segnalazione delle barriere trasparenti

Le barriere acustiche trasparenti e/o riflettenti, verranno rese visibili, onde contenere la

collisione di avifauna, disponendo strisce di colore bianco e giallo, larghe 2-2,5 cm, poste verticalmente a non più di 10 cm di distanza l'una dall'altra. In alternativa saranno disposte sagome di idoneo materiale adesivo (colore nero), riproducente sagome di rapaci in volo (tali sagome avranno una dimensione minima di 30 cm di apertura alare), le sagome saranno distribuite con una densità minima di una ogni singolo m^2. L'applicazione degli adesivi avverrà prima della posa in opera, al fine di evitare la presenza di pannelli trasparenti non segnalati anche per periodi brevi.

Bibliografia

AA.VV. 1994. Lista Rossa delle specie animali minacciate in Alto Adige. Provincia Autonoma di Bolzano /Alto Adige, Ripartizione del Paesaggio e della Natura.

AA.VV. 2008. Previsioni e conseguenze dei cambiamenti climatici in Trentino. Provincia Autonoma di Trento.

Amato S, 1995. Stazione fissa di cattura e inanellamento "Roccolo Sauch" (Trentino): attività svolta nel 1993. Report 2 (pgg 25-47) Centro di Ecologia Alpina – Trento.

Amato S. 1997. La migrazione primaverile degli uccelli attraverso il Trentino. Report 13 (pgg 1-48) Centro di Ecologia Alpina – Trento.

Amato S. e Pedrini P., 1995. Le migrazioni degli uccelli attraverso le Alpi Centro-Meridionali (Trentino): attività svolta nel 1993. Report 2 (pp. 1-23) Centro di Ecologia Alpina – Trento.

Fattorini S., 2004. L'importanza conservazionistica dell'Arco Alpino per gli invertebrati, pp. 199-215. In: Onori L. (a cura di) La protezione delle specie selvatiche (flora e fauna) nella Convenzione delle Alpi. Apat 45/2004.

Giacanelli V., 2004. La normativa europea a tutela della flora alpina: un'analisi preliminare, pp. 169-196. In: Onori L. (a cura di) La protezione delle specie selvatiche (flora e fauna) nella Convenzione delle Alpi. Apat 45/2004.

Morschel, F. 2004. Le Alpi: un patrimonio unico. Uno scenario per la conservazione della biodiversità. WWF Germania, Frankfurt am Main.

Pedrini P., Bertocchi A. e Rizzoli F., 2003. Tutti i segreti dei Cormorani. Il Pescatore Trentino.

Pedrini P., Caldonazzi M., Zanghellini S., 2005. Atlante degli Uccelli nidificanti e svrnanti in Provincia di Trento. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento.

Prosser Filippo, 2001. La Lista Rossa della Flora del Trentino (Pteridofite e Fanerogame). Museo Civico di Rovereto – Edizioni Osiride.

Sindaco R., Doria G., Razzetti E. & Vernini F., 2006. Atlante degli anfibi e dei rettili d'Italia. Societas Herpetologica Italica. Edizioni Polistampa, Firenze, pp.792.

Vernier E. 1999. Indagine sui chirotteri della Val Parol (Comune di Nago, Provincia di Trento, Italia Nord-Orientale). Ann. Mus. Civ. Rovereto, Vol. 13: 265-276.

5. ECOSISTEMI

L'Arco Alpino si sviluppa per circa 1300 km, con una ampiezza variavile tra i 60 km (Colle di Tenda) e i 360 km (Alpi Orientali)

Le Alpi, con i Pirenei, i Balcani, i Carpazi e il Caucaso, costituiscono un vasto sistema montuoso di orogenesi terziaria, caratterizzato da un elevato livello di omogeneità bioclimatica, vegetazionale e biogeografia. Il popolamento animale e vegetale è relativamente omogeneo e confrontabile, in ragione di una storia paleogeografia e paleoecologica comune.

5.1 Convenzione delle Alpi

La convenzione delle Alpi costituisce un accordo quadro finalizzato alla protezione ed allo sviluppo sostenibile dell'Arco Alpino, al quale aderiscono dal 1991, Unione Europea, Austria, Francia, Germania, Italia, Liechtenstein e Svizzera; successivamente (dal 1993) la Slovenia e il Principato di Monaco.

La Convenzione include 12 Protocolli di Attuazione, di cui uno relativo alla "Protezione della natura e la tutela del paesaggio" (Appendice 3), che prevede, tra l'altro, l'adozione di tutte le misure idonee ad assicurare la conservazione degli habitat naturali e delle specie animali e vegetali.

5.2 Classificazione delle zone alpine

Ad una lettura di area vasta del territorio europeo in zone di vegetazione potenziale, le Alpi ricadono interamente nella zona medioeuropea, con clima temperato subcontinentale, il cui bioma caratteristico è costituito dal bosco di caducifoglie. Ma ad una lettura di maggior dettaglio, il paesaggio vegetazionale si presenta ben più diversificato. La complessità geologica e climatica, nonché la complessa storia dell'evoluzione biogeografia, determinano una elevata diversità ecologica e biologica. Da un punto di vista climatico l'area di progetto è interna ad una zona caratterizzata da Clima Temperato fresco e umido delle Prealpi interne, con massimi pluviometrici in primavera, nella tarda estate e in autunno.

Secondo Ozenda & Borel (2003), le Alpi possono essere suddivise in due grandi aree geoclimatiche: la prima a prevalenza di rocce carbonatiche, con clima più umido, corrispondente alla catene esterne, ed una seconda, dove prevalgono le rocce silicee, con clima più secco, corrispondente alle catene interne. Le due unità principali sono a loro volta suddivise in ulteriori 9 settori. La Valle dell'Adige e i rilievi contermini sono

interni al settore 4, descritto come settore II lirico e Gardesano-Dolomitico, che si estende fino alle Montagne Dnariche.

Secondo Ingegnoli (1998) la zona delle Prealpi in generale e nello specifico la media Valle dell'Adige e rilievi contermini, rientrano nel sistema ecologico-paesaggistico Prealpino Meridionale, ovvero nel sottosistema prealpino gardesano-illirico. Tale subsettore è caratterizzato da colline e montagne di altitudine relativamente modesta, con suoli prevalentemente calcarei. La vegetazione è costituita da boscaglie di latifoglie (ostrieti) con carpino nero (Ostrya carpinifolia), orniello (Fraxinus ornus) e roverella (Quercus pubescens); nell'orizzonte montano si rilevano faggete calcicole e, in misura minore, consorzi misti di conifere e latifoglie (prevalentemente a Fagus selvatica e Abies alba); in pianura prevalgono le coltivazioni della vite e del melo.

5.3 Caratteri fisici

5.3.1 L'Adige

L'Adige nasce da una sorgente presso il Lago di Resia, a quota 1.550 m.l.s.l.m.. Il bacino imbrifero è esteso circa 12.100 km², mentre il percorso è di 409 km. Lo sbocco a mare, in Adriatico, è a Porto Fossone; situato tra le foci dei fiumi Brenta e Po.

Il bacino idrografico interessa le regioni Trentino-Alto Adige e Veneto, nonché, per una piccola parte, nel territorio svizzero. Dalle origini fino alla città di Merano, la valle dell'Adige assume la denominazione di Val Venosta (area drenata pari a 2670 km² circa in località Ponte Adige), chiamandosi poi più propriamente Val d'Adige da Merano sino a Trento (circa 9810 km² di area drenata), per poi infine divenire Val Lagarina da qui fino a Verona (11100 km² circa).

Dalla Val Lagarina l'Adige assume carattere di fiume di pianura fino alla località di Albaredo, a valle di Verona, dove il fiume chiude il suo bacino tributario.

Se nelle valli più interne e settentrionali i fondovalle si situano tra i 1300 ed i 1500 m s. m**.,** l'Adige scorre attorno alla quota di 240 m s. m. nella piana di Bolzano e sui 190 m s. m**.** circa a Trento. Il reticolo idrografico è generalmente semplice, con solchi vallivi unitari ramificati solo verso le testate delle valli.

La larghezza della sezione varia da un minimo di m 40 nel tratto Merano-Bolzano, ad un massimo di m 269 tra i cigli interni arginali a Zevio.

5.3.2 Orografia

Le caratteristiche fisiografiche del bacino dell'Adige, come si rileva per tutti i bacini che traggono origine in area alpina, sono marcate da notevoli differenze di quota tra il

fondo delle valli e le vette che dominano i gruppi montuosi. L'alto bacino è suddiviso in quattro zone distinte dalle valli dell'Adige (nel tratto tra Passo Resia e Bolzano) e dell'Isarco-Rienza.

La parte settentrionale delle valli è limitata verso Nord dalla linea spartiacque fra l'Adige, l'Isarco e la Drava, linea che raggiunge la sua massima quota a 3736 m s.l.m. in corrispondenza della Pala Bianca nelle Alpi Venoste.

Il settore occidentale culmina nella cima della Pala Bianca, situata nelle Alpi Venoste ed alimenta, in parte, l'Adige, il Passirio, e qualche affluente di destra dell'Isarco; quello orientale, costituito dalle Alpi Noriche, trova la sua massima quota nel Gran Pilastro ed alimenta in massima parte l'Isarco ed il suo maggiore affluente, la Rienza.

La parte centrale della zona alpina è occupata dal gruppo dei monti Sarentini, circondato a levante dal corso dell'Isarco, a ponente dall'Adige e dal Passirio, la cui cresta montuosa, disposta a semicerchio, raggiunge la massima altezza sul suo orlo occidentale a 2785 m s.l.m sulla Punta Cervina.

La zona montuosa meridionale rispetto alla dorsale idrografica Adige-Isarco-Rienza, è divisa in due sezioni dal corso dell'Adige, inferiormente a Bolzano. La sezione occidentale è costituita da un sistema montuoso ricco di ghiacciai compreso tra l'Adige ed il Noce, che racchiude i monti dell'Anaunia ed i maestosi gruppi dell'Ortles e Cevedale, dove si trova la cima più elevata di tutto il bacino: il Monte Ortles (3900 m s.l.m.). La sezione orientale è compresa fra l'Isarco-Rienza e l'Avisio e si estende, verso levante, sino alle Dolomiti Ampezzane. La catena montuosa che si eleva in questa sezione raggiunge le massime altitudini nella vetta del Latemar (2846 m s.l.m.) culminando nella vetta del Catinaccio d'Antermoia (3004 m s..l.m.).

Nel settore posto a meridione dell'Avisio e del Noce i rilievi raggiungono dimensioni e quote più modeste.

In destra dell'Adige, la catena che si eleva a sud del Noce separa il bacino di questo torrente da quello del Chiese e del Sarca, appoggiandosi al gruppo dell'Adamello e culmina a quota 3560 m s.l.m. sulla cima della Presanella, alla quale segue verso oriente la vicina vetta di Cima Brenta (3150 m s.l.m.).

Il versante meridionale dell'Avisio in sinistra dell'Adige è dominato dal crinale dal gruppo dei Lagorai che si appoggia verso oriente alle superbe cime delle Pale di S. Martino culminanti nella Cima della Vezzana (3193 m m.s.l.m.).

All'altezza di Trento il bacino tributario dell'Adige presenta una strozzatura, dopo la

quale si allarga lievemente sino a Borghetto spingendosi quindi verso est nel gruppo dei Lessini. Mentre sul fianco destro si erge un crinale pressoché parallelo al corso del Fiume, che separa il bacino da quello del Po attraverso il bacino secondario del Mincio, ad oriente si erge il gruppo del Pasubio e dell'Obante che separa i bacini dell'Astico e dell'Agno Guà, da quelli dell'Adige.

5.4 Unità ecosistemiche

Nel complesso il territorio in esame è connotato dalla presenza di ambiti ecosistemici condizionati dalle attività umane dove permangono ecosistemi caraterrizzati da un vario grado di naturalità e si manifestano diffusi fenomeni di trasformazione dinamica delle coperture, con progressiva espansione delle formazioni boschive sui rilievi.

Le unità ecosistemiche presenti nel territorio possono essere riferite ad una preliminare classificazione in Sistemi, ovvero strutture corrispondenti alle funzioni fondamentali dei processi, naturali e/o antropici, di natura ciclica: ciclo delle acque, metabolismo delle comunità biotiche e relazioni tra questi e le azioni antropiche.

Nell’area direttamente interessata dall’opera in esame è stata rilevata la seguente situazione:

Sistemi di ambito fluviale

Comprende la fascia fluviale dell’Adige e quella dei principali affluenti. La fascia di pertinenza è estesa a tutta l’area planiziaria interessata dalla presenza di depositi alluvionali.

Sistemi delle unità agro-pastorali

Comprende unità ecosistemiche a colture permanenti (meleti e vigneti), che interessano una ampia estensione dell’area in esame, definendo contesti di saturazione nella fascia valliva dell’Adige. Sono invece molto limitate le unità a regime seminativo e ad orto familiare.

Sistemi di unità con dinamiche di trasformazione

Superfici sulle quali sono in corso trasformazioni di uso del suolo. Prevalentemente si tratta di terreni agricoli con forti limitazioni a causa degli indici di acclività e quindi abbandonati dalle più moderne tecniche di agricoltura meccanizzata. Le fasi successionali dei soprassuoli variano dall’incolto erbaceo fino a vere e proprie coperture boschive, nelle quali sono ancora riconoscibili singoli elementi vegetali delle colture originarie.

Sistemi di unità antropiche

Aree urbanizzate e infrastrutture, comprese le fasce adiacenti condizionate da forzanti antropiche di disturbo relativamente intense.

Sistemi di unità della vegetazione spontanea

Comprende unità ecosistemiche a prevalente componente legnosa nella vegetazione. Queste unità ecosistemiche sono condizionate dalla gestione antropica e sono talvolta distanti dalle forme climaciche*:*

5.5 Struttura degli ecosistemi

In una visione ad ampia scala dell'ecosistema considerato si osserva la distinzione in due ampi subecosistemi, seminaturale (sistemi agro-silvo-pastorali) ed artificiale (aree urbanizzate ed infrastrutture).

Il mosaico delle unità ecosistemiche rivela una prevalenza di unità forestali e di formazioni agricole di fondovalle. Le aree boscate sui suoli più acclivi si sviluppano su superfici estese talvolta alterante a unità agricole.

Le unità ecosistemiche riferibili al sistema idrologico sono concentrate negli spazi vallivi e presentano una forma tipicamente lineare. Gli ecotoni dell'area, oltre ad un elevato sviluppo lineare, presentano passaggi di tipologia strutturale particolarmente marcati, in altri termini vi sono diversi ecotoni bosco/coltivo.

Lo sviluppo tecnologico dell'agricoltura moderna nelle aree vallive ha portato ad un notevole incremento della produttività ed una maggiore estensione dell'agricoltura a scapito delle altre forme di uso del suolo; viceversa i campi più ripidi delle aree collinari, quali il comprensorio esaminato, sono stati in parte abbandonati. Si è verificata quindi una intensificazione delle colture sulle terre idonee alla meccanizzazione agricola e l'abbandono di quelle meno adatte: un duplice effetto che in entrambi i casi ha portato alla riduzione della diversità ecologica.

Nell'area in esame le attività di pascolo sono relativamente contenute, mentre un più consistente pascolamento effettuato da ungulati selvatici è osservabile in diverse aree del comprensorio.

Una pressione di pascolamento ideale da un punto di vista ecologico tende a favorire una elevata varietà di piante erbacee a lento accrescimento, rimuovendo lentamente il materiale vegetale e producendo un ambiente diversificato in struttura. In altri termini un pascolo ideale dovrebbe favorire il formarsi di aree con erbe basse, macchie sparse

di erbe più alte ed adatte al rifugio e poche chiazze di suolo scoperto.

L'assenza di pascolamento provoca la crescita di uno strato erbaceo compatto, strutturalmente uniforme e con specie poco appetibili a diverse specie animali. Nell'area in esame questo fenomeno è rilevabile in alcuni ambiti agricoli in abbandono.

Nella gestione del patrimonio boschivo, le forme di governo più idonee al mantenimento di elevati livelli di diversità ecologica sono i seguenti:

- fustaia disetanea gestita con il taglio di selezione (ad esempio taglio "saltuario");
- fustaia disetanea avviata a maturità e decadimento naturale delle piante ("boschi di conservazione" oppure "aree di non taglio");

Queste tipologie strutturali sono ben diffuse nell'area in esame, ove prevale la gestione a fustaia.

5.6. Impatti a carico della componente Ecosistemi

Alterazione degli ecosistemi

La vegetazione adiacente al tracciato in esame, con particolare riferimento alle coperture boschive, potrebbe subire delle alterazioni, in termini di composizione in specie e struttura.

I principali fattori alteranti sono costituiti dalle mutate condizioni microclimatiche a ridosso del tracciato ferroviario (ombreggiamento, incremento degli sbarzi termici, etc.), la diffusione di erbicidi per la manutenzione delle scarpate.

Creazione di nuovi ambienti sui margini ferroviari

Su questi spazi si sviluppano formazioni di vegetazione diverse da quelle preesistenti. Lungo i bordi si formano dei corridoio di dispersione per specie animali e vegetali, spesso con carattere invasivo.

Inquinamento luminoso

L'inquinamento luminoso di interesse ecologico non è misurabile soltanto con la luminosità diffusa nel cielo notturno. Di importanza anche maggiore sono i fenomeni più localizzati di illuminazione diretta, che possono provocare seri fenomeni di interferenza con i meccanismi della visione notturna, di orientamento e di regolazione fisiologica delle specie biologiche, con effetti indiretti sulla struttura degli ecosistemi.

5.7. Interventi di mitigazione

5.7.1 Contenimento inquinamento luminoso

La capacità inquinante di una sorgente luminosa artificiale posta in ambiente esterno dipende sia dalle caratteristiche della lampada, sia dalle caratteristiche dell'ottica che, eventualmente, la contiene.

Caratteristiche delle lampade

Non tutte le lampade hanno un uguale effetto di inquinamento. Quanto maggiore è lo spettro di emissione tanto maggiori sono gli effetti potenziali sulla biodiversità. Anche dipende dalla zona dello spettro nella quale è maggiore l'emissione di luce. Sulla base dell'impatto potenziale sulla fauna, possiamo proporre una classificazione delle lampade attualmente sul mercato.

Per le armature saranno utilizzate le seguenti lampade poco contaminanti:

- Vapore di sodio a bassa pressione: emette solo in una stretta zona dello spettro, lasciando le altre lunghezze d'onda completamente vuote. E' un tipo di illuminazione raccomandabile per l'illuminazione di sicurezza, delle strade esterne al perimetro urbano. Sono le più efficienti disponibili sul mercato ed hanno pochi residui tossici - nocivi.
- Vapore di sodio ad alta pressione: emette soltanto all'interno della parte visibile dello spettro. Sono raccomandabili per tutte le utilizzazioni in esterno. Dopo i modelli a bassa pressione, sono le più efficienti disponibili sul mercato.

In ambiti specifici è anche possibile usare le seguenti lampade mediamente contaminanti:

- Lampada ad incandescenza: non emette nell'ultravioletto; lo spettro di emissione è continuo ed il rendimento cromatico è del 100%. Sono le più inefficienti tra quelle disponibili sul mercato.
- Lampada ad incandescenza alogena: ha una emissione simile all'incandescente semplice, ma tende ad emettere anche vicino all'ultravioletto (normalmente è provvista di cristallo diffusore che filtra l'ultravioletto). E' un poco più efficiente dell'incandescente semplice.
- Lampada fluorescente a tubo o compatte (vapore di mercurio a bassa pressione): emette luce anche nell'ultravioletto (rendimento cromatico tra il 40 ed il 90%). La luce è bianca. Possiede un'alta efficienza.

Si eviterà completamente l'utilizzo delle seguenti lampade molto contaminanti e ad elevato impatto sulla biodiversità:

- Vapore di mercurio ad alta pressione: ha un'emissione elevata nell'ultravioletto vicino. La luce è bianca, con un rendimento cromatico intorno al 60 %. Sono poco efficienti.
- Vapore di alogenuro metallico: ha un'emissione molto elevata nell'ultravioletto vicino. La luce è bianca ed ha un elevato rendimento cromatico (60 – 90%). Sono un poco più efficienti del tipo precedente.

Caratteristiche di ottiche, fari, proiettori.

Le ottiche e i proiettori avranno le seguenti caratteristiche:

Fari e proiettori: I proiettori saranno preferibilmente di tipo asimmetrico (con inclinazione di 0° rispetto al terreno), con schermature onde evitare il fenomeno del "light trespass" (abbagliamento diretto) in aree adiacenti (soprattutto aree verdi e punti d'acqua). Proiettori simmetrici eventualmente utilizzati avranno una inclinazione massima di 20° rispetto al terreno e schermature per evitare il "light trespass".

Armature di tipo stradale: si utilizzeranno ottiche del tipo "cut-off" montate su pali verticali o su fili tesi tra due pali verticali, con vetro piatto, non opaco e parallelo al terreno (o con inclinazione massima di 5°). Si eviteranno quindi le ottiche con vetro bombato montate su pali curvi (a "testa di cobra").

Altre ottiche: avranno le caratteristiche di ottiche chiuse: con fascio luminoso mirato verso l'area da illuminare. L'illuminazione diretta non varcherà i confini dell'area di pertinenza. Non si useranno ottiche aperte, ed in particolare si eviteranno quelle definite a "globo" senza opportune schermature.

5.7.2 Ripristino di soprassuoli vegetali

Per il dettaglio di questa misura, che costituisce un intervento di valenza anche ecologica, si rimanda alla componente Flora e Vegetazione ed alle opere a verde descritte nel Quadro progettuale.

Impiego di vegetazione autoctona dell'area

Per il dettaglio di questa misura, che costituisce un intervento di valenza anche ecologica, si rimanda alla componente Flora e Vegetazione, al quadro Progettuale ed alla Valutazione di Incidenza.

Eliminazione piste di cantiere

Le piste di cantiere, laddove non mantenute per funzioni di servizio in fase di esercizio, saranno completamente rimosse e ripristinate. Lo strato fertile dei suoli sarà ripristinato consentendo il recupero e la funzionalità delle colture agricole.

Bibliografia

AA.VV. 2008. Previsioni e conseguenze dei cambiamenti climatici in Trentino. Provincia Autonoma di Trento.

Ingegnoli V., 1998. Riferimenti di ecologia del paesaggio. Pp 1111-1129. In: Provini A., Galassi S., Marchetti R. (a cura di). Ecologia Applicata, Città Studi Edizioni, Torino.

Ozenda P., Borel J.L., 2003. The Alpine Vegetation of the Alps. In: Nagy L., Grabherr G., Korner Ch., Thompson D.B.A. (eds.). Alpine Biodiversity in Europe. Springer Verlag.

6. SALUTE PUBBLICA

Il D.P.C.M. 27/12/1988, riguardo al fattore ambientale Salute pubblica, specifica che *Obiettivo della caratterizzazione dello stato di qualità dell'ambiente, in relazione al benessere ed alla salute umana, è quello di verificare la compatibilità delle conseguenze dirette e indirette delle opere e del loro esercizio con gli standards e i criteri per la prevenzione dei rischi riguardante la salute umana a breve, medio e lungo periodo.*

Per quanto riguarda le infrastrutture di trasporto, l'indagine dovrà riguardare la definizione dei livelli di qualità e di sicurezza delle condizioni di esercizio [.]. In merito a questo secondo aspetto si osserva che le condizioni di sicurezza e di esercizio di una linea ferroviaria sono definite a livello di normativa tecnica di settore.

Si nota peraltro come, trattandosi in questo caso interventi volti al potenziamento del trasporto di persone e di merci su ferro, la realizzazione delle opere di progetto fornisca di fatto un contributo positivo al contenimento dei rischi connessi all'incidentalità stradale ed alla riduzione dell'inquinamento atmosferico.

Per quanto concerne il quadro normativo, dalla promulgazione del sopracitato DPCM ad ora numerosi sono stati i provvedimenti legislativi che hanno innovato e rafforzato la politica della difesa della salute pubblica che, come indicato dall'OMS, deve essere intesa in un concetto più ampio e cioè come *"uno stato di benessere fisico, mentale e sociale e non semplicemente come l'assenza di malattie o infermità".*

L'analisi della compatibilità delle opere in progetto e del loro esercizio in relazione alle ricadute dirette e indirette sul benessere e la salute della popolazione coinvolta è stata affrontata, all'interno del SIA, in modo disgiunto ed indiretto attraverso l'analisi delle "pressioni" prodotte dal progetto sulle singole componenti in quanto è l'alterazione di dette componenti, che concorre alla caratterizzazione dell'ambiente di una comunità.

Gli studi di settore che direttamente o indirettamente possono avere attinenza con la salute pubblica e di cui pertanto sono stati ripresi sinteticamente in questa sede i risultati sono nello specifico:

- atmosfera
- suolo e sottosuolo
- radiazioni non ionizzanti
- rumore
- vibrazioni

L'individuazione degli impatti sulla salute pubblica viene quindi esplicata in relazione alle componenti ambientali sopra indicate attraverso la valutazione degli indicatori e dei

parametri attualmente disponibili e presi in considerazione dalla specifica normativa di settore.

Per la caratterizzazione delle fonti e dei fattori di pressione sulla salute pubblica si rimanda, pertanto, ai capitoli del SIA relativi alle singole componenti ambientali.

In questo senso, e per come sono state affrontate tali problematiche, nell'ambito delle singole componenti presenti nel SIA, si ritiene che la filosofia del D.P.C.M. 27 dicembre 1988 sia stata rispettata.

7. CAMPI ELETTROMAGNETICI

Il presente capitolo esprime la valutazione dell'impatto ambientale ante-operam relativo alle componenti del campo elettromagnetico prodotto nell'intorno dei 50 Hz lungo la tratta in esame sulla base del progetto preliminare. Nelle successive fasi di progettazione, questa valutazione dovrà essere riesaminata con un'analisi attenta agli elementi specifici del percorso rispetto alla presenza di popolazione come previsto dalle attuali normative italiane.

7.1 Normativa di riferimento

- Legge quadro sulla tutela dai pericoli derivanti da esposizioni a Campi Elettromagnetici. Legge n° 36 del 12/02/01. La Legge 36 citata individua in forma definitiva " Obiettivi di Qualità " . In buona sostanza introduce il Principio del Minimo Ragionevolmente Raggiungibile. Valori inferiori al contributo del fondo costituiscono riferimento.
- D.P.C.M. del 23.04.1992 pubblicato sulla G.U. N° 104 del 06.05.1992
- D.P.C.M. del 28.09.1995 pubblicato sulla G.U. N° 232 del 04.10.1995
- Indicazioni non ancora formalizzate del D.P.C.M. del 23/02/03 attualmente in fase di pubblicazione.

7.2 Valutazioni

La normativa italiana ha assunto carattere molto restrittivo rispetto alle indicazioni Europee sui limiti delle esposizioni a CEM di bassa frequenza e, conseguentemente, l'analisi di impatto ambientale deve tenere conto di 3 fattori :

- Intensità di campo elettrico riferita a dimensioni del Kv/m
- Intensità di induzione magnetica riferita a dimensioni del μT ;
- Distanza di rispetto riferita a dimensioni delle decine di metri

Questi vanno esaminati indipendentemente e separatamente, in quanto la condizione della natura del C.E.M. alle frequenze in esame è sempre ascrivibile alla dizione "CAMPO VICINO", pertanto non è mai possibile ricavare analiticamente il campo elettrico dal campo magnetico o viceversa. La condizione di distanza di rispetto non è correlabile agli andamenti teorici di decadimento delle intensità di campo elettrico e di induzione magnetica in conseguenza della complessità dei contributi del campo sia in frequenza sia in valore efficace. In linea teorica, un elettrodotto di 150 KV posto ad un'altezza maggiore di 20 m dal suolo, non può superare le indicazioni dell'ordine dei 5 kV/m di intensità di campo elettrico.

Indipendentemente dai calcoli teorici, il numero considerevole di misure effettuate, anche in Italia, prova che difficilmente si supera l'intensità di 1 kV/m.

Parimenti, nelle stesse condizioni, difficilmente si ottengono valori di campo magnetico statico superiori ai 4-5 μT per le intensità di corrente dichiarate nell'elettrodotto in questione.

L'obiettivo di qualità di 3 μT indicato nel D.P.C.M. del 23/02/03 (come noto in corso di pubblicazione), è da considerarsi facilmente raggiungibile e ragionevolmente rispettato dal progetto in esame; questo obiettivo, però, necessita di essere riconsiderato in fase esecutiva, punto per punto ed in particolare nelle zone limitrofe ai centri abitati ed anche in presenza di case isolate.

8. RUMORE

8.1 Normativa di riferimento

- D.P.C.M. del 01/03/91
- L. 26 ottobre 1995 n. 447.
  Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- D.P.C.M. 14 novembre 1997.
  Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
- D.M. 16 marzo 1998.
  Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- D.P.R. 18 novembre 1998 "regolamento di attuazione della L.447/95 di disciplina del rumore ferroviario".

8.1.1 Il D.P.C.M. del 01/03/91

Il D.P.C.M. del 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" si propone di stabilire "i limiti di accettabilità dei 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".

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 D.P.C.M. (Tabella 8.1), 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 (LeqA), 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.

In tabella 8.2 sono riportati i limiti massimi del livello sonoro equivalente relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento.

Tabella 8.1 - Definizione delle classi di zonizzazione acustica del territorio

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

Tabella 8.2 - Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente espressi in dB(A), relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento

	CLASSE	DIURNO	NOTTURNO
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree prevalentemente residenziali	55	45
III	Aree di tipo misto	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone prima identificate, il decreto nell'art. 6 prevede l'immediata applicabilità di limiti provvisori rapportandoli ad una zonizzazione provvisoria, in funzione della densità abitativa definita in base al

Decreto Ministeriale 2 aprile 1968 (Tabella 8.3). È importante evidenziare che tale decreto non prende in alcun modo in considerazione le problematiche acustiche, in quanto concepito solo a fini urbanistici. Le zone territoriali omogenee sono, infatti, definite solo rispetto a limiti di densità edilizia, di altezza degli edifici, dei rapporti massimi fra gli spazi dedicati agli insediamenti abitativi e spazi pubblici e/o produttivi.
Detta zonizzazione riconosce solo quattro tipi di aree:

Tabella 8.3 - Limiti transitori (D.P.C.M. 01/03/91)

Destinazione d'uso territoriale	Giorno 6:00÷22:00	Notte 22:00÷6:00
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (centri storici)	65	55
Zona B (aree residenziali)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Recentemente, l'emanazione del D.P.C.M. del 14/11/97 (pubblicato sulla G.U. serie generale n. 280 del 1/12/97), ha in parte modificato i limiti prescritti dai suddetti criteri, soprattutto per quanto riguarda gli ambienti interni.
L'accettabilità del rumore si basa sul rispetto di due criteri distinti che verranno illustrati di seguito: il criterio differenziale ed il criterio assoluto.
Criterio differenziale
E' riferito agli ambienti confinati, per il quale la differenza tra livello di rumore ambientale corretto ed livello di rumore residuo non deve superare 5 dB(A) nel periodo diurno (ore 6:00÷22:00) e 3 dB(A) nel periodo notturno (ore 22:00÷6:00). Le misure si intendono effettuate all'interno del locale disturbato. Il rumore ambientale è comunque sempre accettabile se non si superano, a finestre aperte, i valori di 50 dB(A) di giorno e 40 dB(A) di notte e, a finestre chiuse, i valori di 35 dB(A) di giorno e 25 dB(A) di notte.
Criterio assoluto
E' riferito agli ambienti esterni, per il quale è necessario verificare che il livello di rumore ambientale corretto non superi i limiti assoluti stabiliti in funzione della destinazione d'uso del territorio e della fascia oraria (Tabelle 8.4, 8.5, 8.6, 8.7), con modalità diverse a seconda che i comuni siano dotati di Piano Regolatore Generale (PRG), non siano dotati di PRG o, infine, che abbiano già adottato la zonizzazione acustica comunale.
Le problematiche relative alla zonizzazione acustica introdotte dal D.P.C.M. 01/03/91 riguardano città e agglomerati urbani il cui sviluppo non ha quasi mai compreso la

valutazione degli aspetti di acustica e rumore ambientale. La situazione più frequente è, infatti, rappresentata da insediamenti a diversa destinazione d'uso posti in stretta contiguità, caratterizzati da una diversa sensibilità verso il rumore e da una differente domanda di qualità acustica, con una distribuzione casuale delle sorgenti sonore sul territorio.

La zonizzazione acustica deve essere attuata dai Comuni con l'obiettivo di prevenire il deterioramento di zone ancora non inquinate e di risanare quelle dove attualmente sono riscontrabili livelli di rumorosità ambientale che potrebbero comportare possibili effetti negativi sulla salute della popolazione residente e compromissione alla ottimale fruizione di beni e servizi pubblici. La classificazione acustica del territorio si caratterizza come elemento attivo di gestione e ricomposizione dell'assetto del territorio delle attività che su esso si esplicano, avendo, come immediato riscontro, la prescrizione relativa alla revisione degli strumenti urbanistici

In fase di composizione dello “zoning acustico” è pertanto importante considerare lo stato attuale dell'ambiente, inteso sia in termini di sensibilità all'inquinamento acustico sia di potenziali sorgenti di rumore, ma anche i piani di sviluppo su scala comunale e sovracomunale, dalla cui considerazione si possono determinare azioni di salvaguardia anticipata rispetto al determinarsi di gravi situazioni di impatto da rumore.

Dalla zonizzazione acustica possono pertanto derivare ripercussioni sulle modalità di fruizione di intere parti del territorio comunale, con evidente ripercussione, in positivo o in negativo, sulle rendite fondiarie. Va da sé che, ad esempio, le aree residenziali associate a degli obiettivi di elevata qualità acustica potranno vedere aumentare il loro valore, mentre, all'opposto, il divieto a costruire all'interno delle fasce infrastrutturali determinerà una riduzione dei valori di mercato.

8.1.2 Legge 447 del 26/10/95

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

Un aspetto innovativo della legge quadro è l'introduzione all'Art. 2, accanto ai valori limite, dei valori di attenzione e dei valori di qualità. Nell'Art. 4 si indica che i comuni "procedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste dalle vigenti disposizioni per l'applicazione dei valori di qualità di cui all'Art. 2, comma 1, lettera h"; vale a dire: si procede alla zonizzazione acustica per individuare i livelli di rumore "da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di

risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge", valori che sono determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso della zona da proteggere (Art. 2, comma 2).

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

L'adozione della zonizzazione acustica è il primo passo concreto con il quale il Comune esprime le proprie scelte in relazione alla qualità acustica da preservare o da raggiungere nelle differenti porzioni del territorio comunale e altresì il momento che presuppone la tempestiva attivazione delle funzioni pianificatorie, di programmazione, di regolamentazione, autorizzatorie, ordinatorie, sanzionatorie e di controllo nel campo del rumore indicate dalla Legge Quadro.

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

- le infrastrutture di trasporto sono definite come sorgenti fisse (Art. 2, comma c);
- alle infrastrutture di trasporto non è applicabile il limite differenziale introdotto dal D.P.C.M. 1/3/91 (art. 15, comma 1).

Ai sensi dell'art. 11, comma 1 della Legge n. 447 del 26/10/95, legge quadro sul rumore, l'inquinamento acustico avente origine dal traffico ferroviario è disciplinato da apposito regolamento di esecuzione da emanarsi con decreto del Presidente della Repubblica previa deliberazione del Consiglio dei Ministri (DPR 18/11/98)

L'art. 3, comma 2 e l'art. 4, comma 3, del D.P.C.M. del 14/11/97 *«Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore»* che aggiorna i valori limite assoluti e differenziali di immissione introdotti dal D.P.C.M. 1/3/91, prevedono esplicitamente l'inapplicabilità dei suddetti limiti all'interno della fascia di pertinenza delle infrastrutture ferroviarie, individuata dal relativo decreto attuativo (di ampiezza di 250 m dalla rotaia più esterna).

8.1.3 Il D.P.C.M. 14/11/97

Come già accennato nei paragrafi precedenti, tale decreto modifica i criteri di verifica introdotti dal D.P.C.M. 1/3/91. Pur lasciando inalterate la strumentazione e la metodologia di misura, il provvedimento determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori limite di attenzione ed i valori di qualità così come definiti

dall'art. 2 della Legge n. 447/95.

I valori limite di emissione, riportati nella **Tabella 8.8-1**, sono da applicarsi nelle immediate vicinanze delle sorgenti di rumore. Essi dipendono dalla zonizzazione acustica del territorio circostante e sostanzialmente corrispondono ai valori limite di immissione ridotti di 5 dBA.

Tabella 8.8-1 - Limiti di emissione di rumore (D.P.C.M. 14/12/97)

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

I valori limite di immissione negli ambienti esterni sono sostanzialmente quelli contenuti nel D.P.C.M. 1/3/91 relativi alla zonizzazione acustica del territorio e riportati nella **Tabella 8.8-2**

I valori limite di attenzione si differenziano a seconda del tempo di riferimento. Se relativi ad un ora essi sono pari a quelli riportati nella **Tabella 8.8-2** diminuiti di 10 dBA nel periodo diurno e 5 dBA nel periodo notturno. Se relativi ai tempi di riferimento essi corrispondono a quelli riportati nella tabella stessa. Essi sono riportati nella **Tabella 8.8-3**.

I valori di qualità corrispondono ai valori di immissione ridotti di 3 dBA (ad eccezione delle zone esclusivamente industriali, dove permane un limite di 70 dBA in entrambi i periodi di riferimento). Sono riportati nella **Tabella 8.8-4**.

Tabella 8.8-2 - Limiti di immissione di rumore per Comuni che adottano una zonizzazione acustica del territorio (D.P.C.M. 14/12/97)

Destinazione d'uso territoriale	**Giorno 6:00÷22:00**	**Notte 22:00÷6:00**
I Aree protette	50	40
II Aree residenziali	55	45
III Aree miste	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 8.8-3 - Valori limite di attenzione (D.P.C.M. 14/12/97)

Destinazione d'uso territoriale	**Giorno 6:00÷22:00**	**Notte 22:00÷6:00**
I Aree protette	60 / 50	45 / 40
II Aree residenziali	65 / 55	50 / 45
III Aree miste	70 / 60	55 / 50
IV Aree di intensa attività umana	75 / 65	60 / 55
V Aree prevalentemente industriali	80 / 70	65 / 60
VI Aree esclusivamente industriali	80 / 70	75 / 70

Tabella 8.8-4 - Valori Limite di qualità (D.P.C.M. 14/12/97)

Destinazione d'uso territoriale	**Giorno 6:00÷22:00**	**Notte 22:00÷6:00**
I Aree protette	47	37
II Aree residenziali	52	42
III Aree miste	57	47
IV Aree di intensa attività umana	62	52
V Aree prevalentemente industriali	67	57
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

8.1.4 Regolamento attuativo rumore ferroviario (DPR 18/11/98)

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

Le disposizioni di cui al presente decreto si applicano:

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

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

- m. 250 per le infrastrutture di cui all'art. 1, comma 2, lettera a) e per le infrastrutture di nuova realizzazione di cui all'art. 1, comma 2, lettera b) con velocità di progetto non superiore a 200 km/h. Tale fascia viene suddivisa in due parti, la prima, più vicina all'infrastruttura ferroviaria, della larghezza di 100 m, denominate fascia A, la seconda, più distante dall'infrastruttura ferroviaria, della larghezza di 150 m, denominata fascia B,
- m. 250 per le infrastrutture di cui all'art. 1, comma 2, lettera b), del presente decreto con velocità di progetto superiore a 200 km/h.

Infrastrutture ferroviarie esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h.

Per le infrastrutture ferroviarie esistenti, le loro varianti, le linee ferroviarie di nuova realizzazione in affiancamento a linee esistenti e le infrastrutture ferroviarie di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h, all'interno della fascia di cui all'art. 3, comma 1 lettera a) del presente decreto, i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria sono i seguenti:

- 50 dB(A) Leq diurno, 40 dB(A) Leq notturno per scuole, ospedali, case di cura o case di riposo. Per le scuola vale il solo limite diurno
- 70 dB(A) Leq diurno, 60 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia A di cui al precedente articolo 3, comma 1, lettera a)
- 65 dB(A) Leq diurno, 55 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia B di cui al precedente art. 3, comma 1, lettera a).

Il rispetto dei valori di cui al comma 1 del presente articolo e al di fuori della fascia di pertinenza, il rispetto dei valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, è verificato con misure sugli interi periodi di riferimento diurno e notturno, in facciata degli edifici ad 1 m dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, ovvero in corrispondenza di altri ricettori.

Qualora i valori di cui al comma 1 del presente articolo e, al di fuori della fascia di pertinenza i valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 novembre 1997 non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, si evidenzi l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

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

Tali interventi verranno attuati sulla base della valutazione di una commissione istituita con Decreto del Ministro dell'Ambiente di concerto con i Ministri dei trasporti e della sanità che dovrà esprimersi di intesa con le Regioni e le Province Autonome interessate, entro 45 giorni dalla presentazione del progetto.

8.1.5 Decreto 16 marzo 1998

Il presente decreto stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione

dell'inquinamento da rumore, in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera c), della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Tale decreto stabilisce le specifiche che deve soddisfare il sistema di misura, di calibrazione e di registrazione.

Per quanto riguarda i criteri e le modalità di misura del rumore stradale e ferroviario sono indicati nell'allegato C al presente decreto di cui costituisce parte integrante.

8.2 Caratterizzazione della sorgente

Il progetto preliminare che la presente relazione accompagna riguarda la realizzazione della nuova linea ferroviaria ad alta capacità Verona – Fortezza nel tratto insistente sul territorio della Provincia Autonoma di Trento.

Per la caratterizzazione acustica dei convogli transitanti sulla linea esistente e su quella in progetto si sono utilizzati i dati elaborati in seguito alla campagna di monitoraggio descritta nel presente capitolo.

8.2.1 Descrizione della campagna di monitoraggio

L'attività ha avuto per oggetto il rilievo strumentale della rumorosità emessa dai convogli ferroviari in transito sulla linea del Brennero nella tratta Verona - Fortezza, ed è stata finalizzata a determinare le caratteristiche di emissione sonora da utilizzarsi nei modelli previsionali.

Il monitoraggio è stato svolto nei giorni dal 21 al 24 marzo 2003 in località Domegliara (Verona) e in località Lavis (Trento).

Il monitoraggio strumentale è stato preceduto da sopralluoghi finalizzati a selezionare i punti ottimali di installazione delle postazioni.

Il terreno circostante ai punti di misura, nel caso in cui si rilevi una sorgente specifica di rumore, deve essere di natura tale che le condizioni di campo acustico libero possano essere realizzate con tolleranza di $\pm$ 1 dB tra la fonte sonora ed il microfono. Questa condizione si considera soddisfatta quando non esistono grossi ostacoli fonoriflettenti, quali staccionate, recinzioni, edifici, ecc. entro un raggio di 50 m dal punto di misura.

Le registrazioni dei transiti sono state effettuate in un periodo di osservazione contraddistinto da condizioni meteorologiche favorevoli (bassa turbolenza termica dei bassi strati dell'atmosfera, calma di vento, assenza di precipitazioni, ecc.) nel pieno rispetto delle condizioni di legge.

Il punto di misura (microfono) è stato così posizionato:

- a 7.5 m dall'asse binario vicino, + 1.5 m dal p.d.f.

8.2.2 Strumentazione

Elenco della strumentazione utilizzata

- n. 1 Microfono Larson Davis 2541
- n. 1 Preamplificatore Larson Davis 900 C:
- n. 1 Calibratore CA-4231
- n. 1 Analizzatore real time Larson Davis 2800

Principali caratteristiche tecniche della strumentazione

Analizzatore real time Larson Davis 2800

Tipologia	Monocanale
Standard	Ansi S1.11, IEC 651, IEC 804, tipo 1
Microfono	½ pollice, modello 2541 con preamplificatore LD
Rete ponderazione	scala pesata A, scala pesata C, conformi alle IEC 651, tipo 0 e alla IEC 804 tipo 0
Filtro	digitale real time ad ottave e ad 1/3 d'ottava conformi alle IEC225 e ANSI S1.11 tipo 0-AA e 1-D
Linearità ampiezza	±0.05 dB
Precisione RMS	0.1 dB
Dinamica	80 dB
Frequenza tempo	20 kHz
Rilevamento	in contemporanea con le costanti RMS Slow, RMS Fast, L_{eq}, L_{min}, L_{max} , L_{pk}, impulse
Visualizzazione	in real time degli spettri in 1/3 d'ottava e del segnale temporale in acquisizione o del L_{eq}
Analisi statistica	1/3 d'ottava su gamma dinamica 120 dB
Altre analisi	a trasformata veloce di Fourier FFT con tempo reale di 20 kHz, zoom in tempo reale, media lineare singola, ripetitiva, esponenziale, BT esponenziale, BT lineare singolo, ripetitivo, manuale o definibile, calcolo tempi di riverberazione, ecc.
Frequenza max	20 kHz

Calibrazione

All'inizio e al termine di ogni serie di misurazioni il fonometro è stato calibrato con il Calibratore CA-4231 ed è stato verificato il mantenimento delle caratteristiche di risposta della catena di misura.

8.2.3 Analisi ed elaborazione dati rilevati

L'elaborazione dei dati registrati nel corso della campagna di monitoraggio è stata svolta in laboratorio seguendo il seguente percorso:

- collegamento tramite porta seriale RS232 dell'analizzatore al calcolatore e

caricamento in memoria - -delle misure con software NOISEWORK;

- analisi delle misure e salvataggio in archivio;
- eliminazione delle tracce anomale
- restituzione grafica del decorso temporale della misura.

E' stata quindi predisposta una scheda riepilogativa di analisi per ogni transito di convoglio contenente:

- decorso temporale dell'evento in dBA, visualizzazione delta time 1.0 secondi;
- livello equivalente di passaggio in dBA;
- visualizzazione grafica dello spettro equivalente in terze di ottava (dBLin);

Tali schede sono state raccolte nell'allegato n° 12 *Monitoraggio emissioni treni.*
Di seguito sono state redatte tabelle di sintesi in cui compaiono, per i tutti i transiti rilevati e considerati validi, gli indicatori di rumore utili alla caratterizzazione acustica delle emissioni.

Tabella 8.8-5 – Sezione n.1 Domigliara - Livelli di emissione dei convogli

N° Rilievo	ora	Binario	Direzione	Tipologia	Composizione	Lunghezza (m)	Velocità (Km/h)	SEL (dB(A))
1	13.14.17	1	TR	LP	1+12	325	80	98.6
2	13.20.36	1	TR	Merci	2+21	550	109	100.4
3	13.26.01	1	TR	Merci	1+17	450	49	102.4
4	13.33.14	1	TR	Merci	2+23	625	43	102.9
5	13.54.08	2	BO	TL	1+6	175	61	95.9
6	13.57.04	2	TR	TL	1+6	175	59	96.2
7	14.03.25	2	TR	Merci	1+11	300	74	101.3
8	14.13.37	1	BO	Merci	1+17	450	69	107.5
9	14.38.07	1	TR	TL	1+4	125	61	94.2
10	14.44.27	2	BO	TL	1+3	100	63	93.6
11	15.02.06	2	BO	LP	1+12	325	68	100.6
12	15.13.31	1	TR	LP	1+8	225	76	98.4
13	15.14.52	2	BO	TL	1+5	150	65	97.8
14	15.24.06	2	BO	Merci	1+31	800	110	110.9
15	15.27.55	1	TR	Merci	1+29	750	92	109.4
16	15.35.18	1	TR	Merci	2+30	800	99	108.0
17	15.39.22	2	BO	LP	1+16	425	109	106.3
18	15.43.14	2	BO	Merci	1+21	550	39	101.1
19	15.58.27	1	BO	TL	1+6	175	57	97.7
20	15.59.23	1	TR	TL	1+6	175	74	96.5
21	16.02.09	2	BO	Merci	1+5	150	23	95.6

22	16.08.48	1	TR	Merci	1+34	875	108	107.4
23	16.14.03	1	TR	Merci	1+18	475	87	108.1
24	16.27.12	2	BO	Merci	1+29	750	92	111.2
25	16.34.06	1	TR	TL	1+5	150	77	94.0
26	16.40.54	1	TR	Merci	1+35	900	108	107.0
27	16.52.08	1	TR	Merci	1+32	825	43	102.9
28	17.12.58	1	TR	LP	1+8	225	70	99.5
29	17.22.34	1	TR	Merci	1+41	1050	113	108.6
30	17.29.38	1	TR	TL	1+3	100	58	91.7
31	17.43.08	2	BO	TL	1+4	125	70	95.7
32	17.46.05	2	BO	LP	1+8	225	57	98.9
33	17.56.46	2	BO	TL	1+6	175	61	97.3
34	18.00.09	1	TR	TL	1+6	175	63	94.7
35	18.06.37	1	TR	Merci	1+29	750	97	107.3
36	18.26.35	1	BO	TL	1+3	100	65	95.2
37	18.32.37	1	TR	LP	1+10	275	86	99.6
38	8.45.59	2	BO	Merci	2+15	425	104	108.6
39	8.52.28	2	BO	Merci	2+32	850	112	111.1
40	8.56.15	1	TR	TL	1+3	100	76	93.0
41	9.07.52	2	BO	TL	1+5	150	70	96.9
42	9.15.19	1	TR	LP	1+13	350	81	100.4
43	9.16.08	2	BO	Motrice	1	25	-	95.3
44	9.22.59	1	TR	Merci	1+43	1100	140	110.1
45	9.50.39	2	BO	TL	1+6	175	49	95.5
46	10.01.45	2	BO	Merci	2+22	600	83	104.4

* LP Lunga Percorrenza (Eurostar, Eurocity, Euronight)

* TL Traffico Locale (Regionali, Interregionali)

Tabella 8.8-6 – Sezione n.2 Lavis - Livelli di emissione dei convogli

N° Rilievo	ora	Binario	Direzione	Tipologia	Composizione	Lunghezza (m)	Velocità (Km/h)	SEL (dB(A))
1	14.34.13	1	BO	Merci	2+30	800	120	105.4
2	14.42.00	2	TR	Merci	2+21	550	87	103.8
3	14.58.24	1	BO	TL	1+6	175	74	94.9
4	15.01.14	2	TR	TL	1+6	175	68	100.1
5	15.06.43	1	BO	Merci	2+30	800	86	106.0
6	15.31.03	1	BO	Merci	2+29	775	25	100.4
7	15.50.42	2	TR	Merci	1+34	875	63	113.7
8	16.06.24	2	TR	LP	1+8	225	73	102.2
9	16.15.02	2	TR	Merci	1+34	875	92	109.6
10	16.20.09	1	BO	Merci	2+29	775	77	107.9
11	16.32.31	2	TR	Merci	2+32	850	86	111.1
12	16.33.25	1	BO	Merci	2+22	600	72	99.2
13	16.54.37	2	TR	TL	1+6	175	71	101.3
14	16.58.43	1	BO	TL	1+6	175	57	95.1
15	17.11.14	1	BO	Merci	2+27	725	80	107.4
16	17.35.28	2	TR	TL	1+3	100	60	98.4

17	17.52.40	1	BO	LP	1+11	300	60	98.7
18	18.04.00	2	TR	LP	1+8	225	76	102.7
19	18.26.30	1	BO	LP	1+10	275	65	98.2
20	10.03.39	2	TR	LP	1+11	300	80	104.7
21	10.24.40	1	BO	LP	1+10	275	25	95.9
22	11.03.45	2	TR	TL	1+6	175	66	99.5
23	11.08.49	1	BO	TL	1+6	175	78	95.0
24	11.51.59	1	BO	LP	1+8	225	76	101.3
25	12.04.39	2	TR	LP	1+12	325	83	105.4
26	12.55.45	2	TR	TL	1+6	175	78	101.8
27	12.57.29	1	BO	TL	1+6	175	81	94.6
28	13.34.30	2	TR	LP	1+7	200	86	103.1
29	13.52.15	1	BO	LP	1+12	325	102	99.4
30	14.05.30	2	TR	LP	1+12	325	87	105.5
31	9.09.33	1	BO	Merci	2+22	600	81	100.0
32	10.00.20	1	BO	LP	1+8	225	99	95.9
33	10.03.06	2	TR	LP	1+8	225	86	101.9
34	11.53.58	1	BO	LP	1+8	225	90	100.8
35	12.07.41	2	TR	LP	1+7	200	82	104.5
36	12.12.10	1	BO	TL	1+4	125	85	98.4
37	12.21.19	1	BO	Merci	1+34	875	98	108.4
38	12.28.46	2	TR	TL	1+4	125	85	98.0
39	12.44.25	1	BO	TL	1+4	125	85	94.1
40	12.56.13	2	TR	TL	1+6	175	90	103.0
41	13.40.50	2	TR	TL	1+6	175	81	97.3
42	13.45.22	1	BO	TL	1+5	150	81	95.1
43	13.55.43	1	BO	LP	1+12	325	90	98.2
44	14.06.50	2	TR	LP	1+12	325	59	98.8
45	14.22.13	1	BO	TL	1+3	100	90	92.1
46	14.58.18	2	TR	TL	1+6	175	86	100.3
47	14.59.16	1	BO	TL	1+6	175	95	93.0
Linea FTM	12.59.44	3	TR	Motrice	1	25	-	83.7

* LP Lunga Percorrenza (Eurostar, Eurocity, Euronight)

* TL Traffico Locale (Regionali, Interregionali)

8.3 Illustrazione delle tecniche previsionali

Le previsioni dell'impatto indotto dal transito dei convogli sono state effettuate con il modello MITHRA-FER già largamente utilizzato in ambito ferroviario, che consente di simulare la diffusione del rumore in una larga fascia di territorio. Il modello dispone di una propria banca dati con le caratteristiche emissive del materiale rotabile francese. E' tuttavia possibile tarare il modello attraverso l'inserimento dei valori di emissione rilevati sperimentalmente .

Optando per la seconda soluzione, utilizzando il modello di esercizio, sulla base delle

caratteristiche emissive riportate nella **Tabella 8.8-15**, frutto dell'elaborazione dei dati rilevati, è stato così possibile tarare il modello.

8.4 Dati progettuali di base

Nelle **Tabelle 8.8-7 ÷ 8.8-14** si riportano gli input del modello utilizzati per ciascuna linea. Il programma di esercizio di progetto si riferisce allo Scenario Intermedio 2015 con nuova galleria e tratte parziali quadruplicate fino a Verona (traffico merci ridotto).

Tabella 8.8-7 - Modello di esercizio attuale Linea del Brennero

Tratta:	Bolzano - Trento					
Linea:	BRENNERO					
Numero binari:	2					
Tipologia convoglio		*LP **	*TL **	*MERCI*		*TOTALI*
N° convogli (24h)	-	18	41	78		137
N° convogli (6-22h)	-	12	39	46		97
N° convogli (22-6h)	-	6	2	32		40
$V_{ESERCIZIO}$	Km/h	95	75	80		

* LP Lunga Percorrenza (Eurostar, Eurocity, Euronight)

* TL Traffico Locale (Regionali, Interregionali)

Tabella 8.8-8 - Modello di esercizio attuale Linea Trento - Malè

Tratta:	Trento - Malè					
Linea:	TRENTO - MALE'					
Numero binari:	1					
Tipologia convoglio		*LP **	*TLTrM***	*MERCI*		*TOTALI*
N° convogli (24h)	-	-	69	-		69
N° convogli (6-22h)	-	-	65	-		65
N° convogli (22-6h)	-	-	4	-		4
$V_{ESERCIZIO}$	Km/h	-	60	-		

** TLTrM Traffico locale Linea Trento - Malè

Tabella 8.8-9 - Modello di esercizio attuale Linea del Brennero

Tratta:	Trento - Verona					
Linea:	BRENNERO					
Numero binari:	2					
Tipologia convoglio		*LP **	*TL **	*MERCI*		*TOTALI*
N° convogli (24h)	-	18	40	75		133
N° convogli (6-22h)	-	12	38	43		93
N° convogli (22-6h)	-	6	2	32		40

$V_{ESERCIZIO}$	Km/h	95	75	80		

Tabella 8.8-10 - Modello di esercizio di progetto Linea Trento - Malè

Tratta:	Trento - Malè					
Linea:	TRENTO - MALE'					
Numero binari:	1					
Tipologia convoglio		*LP **	*TLTrM **	*MERCI*		*TOTALI*
N° convogli (24h)	-	-	69	-		69
N° convogli (6-22h)	-	-	65	-		65
N° convogli (22-6h)	-	-	4	-		4
$V_{ESERCIZIO}$	Km/h	-	60	-		

Tabella 8.8-11 - Modello di esercizio di progetto Linea del Brennero

Tratta:	Bronzolo – Trento Sud					
Linea:	LL					
Numero binari:	2					
Tipologia convoglio		*LP **	*TL **	*MERCI-LL*		*TOTALI*
N° convogli (24h)	-	36	42	172		250
N° convogli (6-22h)	-	28	42	79		149
N° convogli (22-6h)	-	8	0	93		101
$V_{ESERCIZIO}$	Km/h	95	75	80		

Tabella 8.8-12 - Modello di esercizio di progetto Linea del Brennero

Tratta:	Trento Nord – Trento Sud					
Linea:	AC					
Numero binari:	2					
Tipologia convoglio		*MERCI-AC*				*TOTALI*
N° convogli (24h)	-	104				104
N° convogli (6-22h)	-	28				28
N° convogli (22-6h)	-	76				76
$V_{ESERCIZIO}$	Km/h	80				

Tabella 8.8-13 - Modello di esercizio di progetto Linea del Brennero

Tratta:		Trento Sud – Pescantina				
Linea:		LL				
Numero binari:		2				
Tipologia convoglio		*LP **	*TL **	*MERCI-LL*		*TOTALI*
N° convogli (24h)	-	36	38	139		213
N° convogli (6-22h)	-	28	38	58		124
N° convogli (22-6h)	-	8	0	81		89
$V_{ESERCIZIO}$	Km/h	95	75	80		

Tabella 8.8-14 - Modello di esercizio di progetto Linea del Brennero

Tratta:		Trento Sud – Pescantina				
Linea:		AC				
Numero binari:		2				
Tipologia convoglio		*MERCI-AC*				*TOTALI*
N° convogli (24h)	-	104				104
N° convogli (6-22h)	-	28				28
N° convogli (22-6h)	-	76				76
$V_{ESERCIZIO}$	Km/h	80				

Per la caratterizzazione acustica dei convogli si sono utilizzati i dati elaborati in seguito alla campagna di monitoraggio descritta nel capitolo 8.2.
Nella tabella seguente si riportano i livelli di emissione, ad un'altezza di 1.5 m sul piano del ferro ad una distanza di riferimento 7.5 m dall'asse binario, la velocità e la tipologia media dei convogli.

Tabella 8.8-15 - Livelli di emissione dei convogli SEL (dB(A))

				f (Hz)					
Tipo	**V (km/h)**	**L (m)**	**d (m)**	**125**	**250**	**500**	**1.000**	**2.000**	**4.000**
MERCI	83	700	7.5	92.2	91.9	101.7	106.0	100.9	93.5
TL	71	150	7.5	85.4	85.8	95.5	91.7	85.0	81.3
LP	78	275	7.5	85.3	88.0	96.2	99.0	85.2	86.7

Nella tabella seguente si riportano gli spettri di emissione caratteristici delle varie tipologie di convoglio che si presume di impiegare sulla linea, ad un'altezza di 1.5 m sul piano del ferro ad una distanza di riferimento 7.5 m dall'asse binario.

Tabella 8.8.15b - Livelli di emissione dei convogli SEL (dB(A))

				f (Hz)					
Tipo	**V (km/h)**	**L (m)**	**d (m)**	**125**	**250**	**500**	**1.000**	**2.000**	**4.000**
MERCI LL	80	380	7.5	89.1	89.9	98.9	102.8	97.8	90.4
MERCI AC	80	530	7.5	90.6	90.7	100.2	104.3	99.2	91.9
TL[1]	75	180	7.5	86.4	86.6	96.5	92.7	85.9	82.3
LP[2]	95	250	7.5	86.3	89.3	97.3	100.0	86.2	87.7

[1] Interregionali – Regionali

[2] Intercity – Eurostar –Eurocity - Euronight

Nelle tabelle seguenti si riportano infine, per lo scenario di progetto, le tipologie dei convogli e le caratteristiche complessive di emissività spettrale delle sorgenti per banda di ottava utilizzate nelle simulazioni.

Tab. 8.8-16 - Tipologia media convogli - Scenario di progetto

Tipo di treno	**Lunghezza (metri)**	**V (km/h)**
LOC Trento - Malè	50	70
MERCI LL	380	80
MERCI AC	530	80
TL (IR – Reg)	180	75
LP (IC-ES-EC-EN)	250	95

***Tabb. 8.8-17** - Emissività spettrale delle sorgenti per banda di ottava - Scenario di progetto*

Caratteristiche sorgente – Linea LL Bronzolo TN N. TN S.		
	Diurno	Notturno
125	77.1	79.1
250	79.8	81.7
500	87.6	89.4
1.000	90.0	92.9
2.000	85.1	87.9
4.000	77.6	80.4
Lw	92.5 dB(A)/m	95.2 dB(A)/m

Caratteristiche sorgente – Linea Loc. Trento Malè		
	Diurno	Notturno
125	58.6	49.5
250	73.1	64.0
500	76.6	67.5
1.000	73.6	64.5
2.000	69.6	60.5
4.000	59.6	50.5
Lw	80.9 dB(A)/m	68.8 dB(A)/m

Caratteristiche sorgente–Linea AC Trento Nord Trento Sud		
	Diurno	Notturno
125	72.1	79.5
250	74.0	81.3
500	82.2	89.5
1.000	86.0	93.3
2.000	80.9	88.2
4.000	73.4	80.8
Lw	88.2 dB(A)/m	95.6 dB(A)/m

Caratteristiche sorgente–Linea AC/LL Trento N. Trento S.		
	Diurno	Notturno
125	76.4	80.0
250	78.9	82.0
500	86.9	90.1
1.000	89.2	93.8
2.000	84.4	88.8
4.000	76.9	81.3
Lw	91.8 dB(A)/m	96.1 dB(A)/m

Caratteristiche sorgente – Linea LL Trento Sud Pescantina		
	Diurno	Notturno
125	76.2	78.4
250	78.9	81.0
500	86.7	88.7
1.000	89.0	92.3
2.000	84.1	87.3
4.000	76.6	79.7
Lw	91.5 dB(A)/m	94.6 dB(A)/m

Caratteristiche sorgente – LineaAC/LL Trento S. Pescantina		
	Diurno	Notturno
125	76.2	80.3
250	78.7	82.3
500	86.6	90.4
1.000	88.9	94.1
2.000	84.1	89.1
4.000	76.6	81.6
Lw	91.5 dB(A)/m	96.4 dB(A)/m

Le informazioni di natura topografica sono state estrapolate dal progetto preliminare in scala 1:5000 e sono state integrate attraverso sopralluoghi in campo.

8.5 Simulazioni

Ne è conseguito un CENSIMENTO dettagliato di tutti gli edifici presenti in tale area.

Tale attività è stata eseguita all'interno di una fascia di 250 metri per ciascun lato dell'infrastruttura ferroviaria (vedi Carta Censimento dei ricettori acustici - All. 8).

Per ogni edificio è stata individuata la destinazione d'uso e il numero di piani. Il censimento dei ricettori particolarmente sensibili è stata estesa fino a 500 metri per ciascun lato dell'infrastruttura.

Sono stati individuati i seguenti ricettori particolarmente sensibili:

- Tratta: Scalo Filzi – Comune di Trento, scuole (n. 3) in corrispondenza delle progressive 2+000 – 2+500, lato linea Trento – Malè;
- Tratta: Scalo Filzi – Comune di Trento, scuola (n. 1) in corrispondenza delle progressiva 3+000, lato linea Trento – Malè;
- Tratta: Scalo Filzi – Comune di Trento, complesso scolastico in corrispondenza delle progressive 3+000 – 3+200 lato LL;
- Tratta: Variante A "Serravalle" – Comune di Ala, scuola (n. 1) in corrispondenza della progressiva 7+500, lato AC.
-

Vengono infine riportati, i dati di input utilizzati nelle simulazioni.

Tab. 8.8-17

Dati di Input – Modello	
Tipo di terreno	σ = 600 Terreno compatto
Temperatura	15°
Umidità	70%
Massima distanza percorsa dal raggio sonoro prima di essere trascurato come contributo	2000 m
Numero di riflessioni	5
Caratteristiche edifici	Riflettenti e diffrattivi
Pannelli fonoassorbenti	molto assorbenti con 20% di pannelli trasparenti

I risultati delle simulazioni sono riassunti in schede (vedi All. 12 Schede dei livelli sonori ante operam, post operam, post mitigazione), riportanti la qualità ambientale nello scenario ante opera, post opera e post mitigazioni, nei due periodi di riferimento diurno e notturno. In esse sono indicate, per ciascuna linea e per ciascuna tipologia costruttiva, al variare della distanza dalla piattaforma (5 m. da asse binario vicino), i livelli di immissione in facciata ai diversi piani.
Nell'allegato 11 si riportano, inoltre, i tabulati di output MITHRA.

8.6 Tipologia, localizzazione e dimensionamento degli interventi di mitigazione

La progettazione degli interventi, rappresentati da schermi antirumore, è stata effettuata intervenendo in corrispondenza dei ricettori esposti a livelli sonori eccedenti i limiti normativi.
Si fa presente come sia stata analizzata ed integrata la *Valutazione dell'impatto acustico e dimensionamento degli interventi passivi di mitigazione del rumore prodotto dalla Ferrovia del Brennero nel tratto di attraversamento della provincia di Trento – Localizzazione delle barriere antirumore* (Provincia Autonoma di Trento - gennaio 2000).
In effetti, l'affiancamento della linea AC alla Ferrovia del Brennero esistente ha reso necessario un abbattimento più consistente dei livelli sonori in facciata per i ricettori, che si è tradotto in dimensioni (lunghezze e altezze) maggiori delle barriere acustiche.

In particolare, gli interventi previsti da detto piano di risanamento che sono stati incrementati sono:

1 – Panizza di Sotto (h=2.0m, l=450m);

2 – Nave San Felice (h=2.0m, l=300m);

7 – Canova (h=2.0m, l=650m);

8 – Roncafort (h=2.0m, l=1000m);

10 – Trento (h=3.0m, l=650m);

26 – Marco (h=2.0m, l=850m);

27 – Serravalle (h=3.5m, l=1050m).

Nelle Tabelle seguenti si riportano, per ciascuna tratta di linea F.S., gli interventi di mitigazione previsti. Vengono elencati i seguenti parametri:

- progressiva iniziale;
- lunghezza (L) della barriera;
- altezza (H) della barriera;
- la superficie (S = L x H) della barriera;
- il lato linea.

La localizzazione, il dimensionamento e la tipizzazione sono riportati sulla planimetria di intervento (Planimetria degli interventi di mitigazione del rumore e vibrazioni – all. 9) in scala 1:5000

Interventi di mitigazione Tratta "Ischia di Lavis"

Prog. iniziale [km]	**Lunghezza [m]**	**Altezza [m]**	**Superficie [m²]**	**Lato Linea**
7+860	445	4	1.900	Est
8+340	455	5	2.275	AC
8+795	320	4	1.340	Est
9+015	105	3	315	Ovest
Totale	**1.325**		**5.710**	

Interventi di mitigazione Tratta "Scalo Filzi"

Prog. iniziale [km]	**Lunghezza [m]**	**Altezza [m]**	**Superficie [m²]**	**Lato Linea**
0+150	1.300	6	7.800	LL
0+400	390	6	2.340	AC
0+790	890	5	4.450	AC
1+450	280	5	1.400	LL

1+680	280	4	1.120	AC
1+730	270	3	810	LL
1+960	725	5	3.625	AC
2+000	400	4	1.600	LL
2+400	85	3	255	LL
2+485	830	5	4.150	LL
2+685	650	4	2.600	AC
Totale	**6.100**		**30.150**	

Interventi di mitigazione Tratta "Besenello"

Prog. iniziale [km]	**Lunghezza [m]**	**Altezza [m]**	**Superficie [m²]**	**Lato Linea**
14+515	960	4	3840	AC
15+220	285	3	855	LL
15+700	500	5	2.500	AC
15+945	1.275	3	3.825	LL
16+200	210	4	840	AC
Totale	**3230**		**11.860**	

Interventi di mitigazione Tratta Variante A "Serravalle"

Prog. iniziale [km]	**Lunghezza [m]**	**Altezza [m]**	**Superficie [m²]**	**Lato Linea**
7+100	1.035	6	6.210	AC
8+120	345	5	1.725	AC
8+800	580	3	1.740	AC
9+380	230	5	1.150	Est
Totale	**2.190**		**10.825**	

Interventi di mitigazione Tratta Variante B "S. Margherita"

Prog. iniziale [km]	**Lunghezza [m]**	**Altezza [m]**	**Superficie [m²]**	**Lato Linea**
7+830	310	5	1.550	Est
8+480	480	3	1.440	AC
8+960	415	5	2.075	AC
9+375	230	4	920	AC
Totale	**1.435**		**5.985**	

Interventi di mitigazione Tratta Variante C "Marco"

Prog. iniziale [km]	**Lunghezza [m]**	**Altezza [m]**	**Superficie [m²]**	**Lato Linea**
4+915	200	4	800	AC
5+165	350	5	1.750	AC

5+330	500	4	2.000	LL
5+515	160	6	960	AC
5+675	235	5	1.175	AC
6+590	565	5	2.825	LL
6+690	405	4	1.620	AC
Totale	**2.415**		**11.130**	

La scelta della tipologia di barriera antirumore è stata effettuata tenendo conto di tutti i criteri tecnici e progettuali atti a garantire l'efficacia globale dell'intervento.

In particolare devono essere opportunamente definite le proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti della barriera, attenendosi alle seguenti norme di carattere generale:

Il fonoisolamento deve essere di entità tale da garantire che la quotaparte di rumore che passa attraverso la barriera sia i almeno 15 dB inferiore alla quota di rumore che viene diffratta verso i ricettori dalla sommità della schermatura. Nel caso particolare preso in considerazione, l'insertion loss massima prevedibile varia tra i 15 e i 20 dB, pertanto l'indice di isolamento acustico Rw, misurato secondo la norma ISO 717/1 deve essere superiore o uguale a 32 dB.

Il fonoassorbimento è l'attitudine dei materiali ad assorbire l'energia sonora su di essi incidente, trasformandola in altra forma di energia, non inquinante (calore, vibrazioni, etc). L'adozione di materiali fonoassorbenti è utile per:

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

L'impiego di materiali fonoassorbenti è pertanto tassativo nel caso, come quello in esame, in cui siano presenti edifici da proteggere su entrambi i lati dell'infrastruttura. Per quanto concerne le proprietà fonoassorbenti, si suggerisce l'utilizzo di materiali con prestazioni acustiche elevate e cioè rispondenti ai coefficienti riportati nella tabella seguente.

Barriere fonoassorbenti di classe Ia	
f (Hz)	α
125	0.30
250	0.60
500	0.80
1.000	0.85
2.000	0.85
4.000	0.70

Per quanto appena detto, le barriere che si prevede di utilizzare saranno prevalentemente fonoassorbenti. In alcune parti però i pannelli fonoassorbenti

potranno essere inframmezzati da parti trasparenti, in maniera tale da alleggerire l'intrusione visiva dell'intervento sia agli utenti dell'infrastruttura sia ai residenti. La superficie riflettente varierà dallo 0% al 33% a seconda dell'altezza totale dell'intervento.

I pannelli fonoassorbenti che si intendono utilizzare saranno costituiti da un elemento scatolare in alluminio contenente un materassino di lana minerale.

Lo scatolare in alluminio presenta una sola faccia forata (quella rivolta verso la sorgente), mentre l'altra superficie in lamiera non forata di alluminio è opportunamente appesantita mediante uno strato di laminato bituminoso o neoprenico caricato con inerti.

I pannelli in materiale trasparente saranno in polimetimetacrilato (PMMA) con indici di fonoisolamento minimi Rw pari a 30 dB.

Nelle tratte "Ischia di Lavis" e "Besenello" e nei tratti a cielo aperto delle varianti di progetto "Serravalle", "Marco" si è messo a punto un tunnel inguainato reticolare fasciante la ferrovia. Tale configurazione consiste in una leggera struttura tralicciata a tunnel, all'interno della quale possono essere applicate, in totale flessibilità, le tipologie di pannelli fonoassorbenti o fonoisolanti, opachi o trasparenti, fino a raggiungere l'altezza richiesta, indicata nelle planimetrie degli interventi di mitigazione (Allegato 6).

Ad ogni modo la scelta e la definizione dei tipologici sarà approfondita in fase di progettazione esecutiva. Le tipologie di barriera saranno individuate coerentemente con quanto previsto dal "Disciplinare per la fornitura e posa in opera di barriere antirumore per uso ferroviario" delle F.S.

8.7 Sintesi dei risultati

Dall'analisi delle tabelle si evince che:

8.7.1 Tratto aperto "Ischia di Lavis"

I livelli sonori nello scenario post opera subiscono un incremento rispetto alle condizioni attuali (peraltro già eccedenti i limiti di norma), in particolare nel periodo notturno, a causa dell'affiancamento della linea AC di progetto. Sono pertanto necessari interventi mitigativi che portino i livelli entro i limiti normativi sia nella fascia A che in quella B del decreto attuativo sul rumore di origine ferroviaria. Si prevedono barriere di altezza variabile da 3.0 a 6.0 metri. Oltre la fascia di 250 metri dal ciglio, si riscontrano eccedenze dai limiti normativi provvisori dettati dal P.R.G. dei Comuni di Lavis, Nave San Rocco e San Michele all'Adige (non avendo i citati Comuni adottato un piano di zonizzazione acustica), o dalla eventuale zonizzazione acustica ipotizzata

per tali Comuni (classi III – aree agricole e classe II – agglomerato residenziale nel comune di Lavis). Tali eccedenze vengono totalmente mitigate sul lato AC con l'inserimento delle barriere acustiche. Sul lato LL non si riscontra presenza di edifici residenziali a distanze inferiori a 400 metri (piccolo agglomerato di residenze nel Comune di Nave San Rocco), per il quale permangono lievi eccedenze notturne secondo i limiti provvisori dettati dal P.R.G. o dalla zonizzazione acustica ipotizzabile (classe II).

8.7.2 Tratto aperto "Scalo Filzi"

I livelli sonori nello scenario post opera subiscono un incremento rispetto alle condizioni attuali (peraltro già eccedenti i limiti di norma), in particolare nel periodo notturno, a causa dell'affiancamento della linea AC di progetto. Sono pertanto necessari interventi mitigativi che portino i livelli entro i limiti normativi sia nella fascia A che in quella B del decreto attuativo sul rumore di origine ferroviaria. Si prevedono barriere di altezza variabile da 3.0 a 6.0 metri. E' prevista altresì la sostituzione con finestre fonoisolanti degli infissi ai piani alti degli edifici ove le barriere non riescano a mitigare completamente tali eccedenze. Oltre la fascia di 250 metri dal ciglio, si riscontrano eccedenze dai limiti normativi dettati dalla zonizzazione acustica del Comune di Trento, totalmente mitigate peraltro dall'inserimento delle barriere acustiche.

8.7.3 Tratto aperto "Besenello"

I livelli sonori nello scenario post opera subiscono un incremento rispetto alle condizioni attuali (peraltro già eccedenti i limiti di norma), in particolare nel periodo notturno, a causa dell'affiancamento della linea AC di progetto. Sono pertanto necessari interventi mitigativi che portino i livelli entro i limiti normativi sia nella fascia A che in quella B del decreto attuativo sul rumore di origine ferroviaria. Si prevedono barriere di altezza variabile da 3.0 a 5.0 metri. Oltre la fascia di 250 metri dal ciglio, non si riscontra presenza di edifici residenziali e le aree di classe I dei Comuni di Trento e Besenello risultano parzialmente protette con l'inserimento delle barriere acustiche. I Comuni di Calliano ed Aldeno non presentano, ad oggi, un piano di zonizzazione acustica vigente. Si ipotizzano per tali Comuni aree di classe III (agricole) sul lato LL, anch'esse parzialmente mitigate dalle delle barriere antirumore e aree in classe I nel Comune di Calliano (lato AC).

8.7.4 Tratto aperto "Var. A - Serravalle"

I livelli sonori nello scenario post opera subiscono un incremento rispetto alle condizioni attuali (peraltro già eccedenti i limiti di norma), in particolare nel periodo

notturno, a causa dell'affiancamento della linea AC di progetto. Sono pertanto necessari interventi mitigativi che portino i livelli entro i limiti normativi sia nella fascia A che in quella B del decreto attuativo sul rumore di origine ferroviaria. Si prevedono barriere di altezza 3.0, 5.0 a 6.0 metri . E' prevista altresì la sostituzione con finestre fonoisolanti degli infissi ai piani alti degli edifici ove le barriere non riescano a mitigare completamente tali eccedenze Oltre la fascia di 250 metri dal ciglio, l'inserimento delle barriere acustiche permette di mitigare le eccedenze dai limiti provvisori dettati dal P.R.G. e dalla presunta zonizzazione acustica di Ala in corrispondenza del centro abitato di Santa Margherita (classi acustiche ipotizzate II e III), mentre per gli agglomerati residenziali di dimensione ridotta lato LL (Chizzola, Villetta e Santa Lucia – Comune di Ala - classi acustiche ipotizzate II e III), meno distanti peraltro dall'Autostrada del Brennero piuttosto che dalla ferrovia, permangono eccedenze.

8.7.5 Tratto aperto "Var. B – S. Margherita"

I livelli sonori nello scenario post opera subiscono un incremento rispetto alle condizioni attuali (peraltro già eccedenti i limiti di norma), in particolare nel periodo notturno, a causa dell'affiancamento della linea AC di progetto. Sono pertanto necessari interventi mitigativi che portino i livelli entro i limiti normativi sia nella fascia A che in quella B del decreto attuativo sul rumore di origine ferroviaria. Si prevedono barriere di altezza variabile da 3.0 a 5.0 metri. Oltre la fascia di 250 metri dal ciglio, l'inserimento delle barriere acustiche permette di mitigare le eccedenze dai limiti provvisori del P.R.G. di Ala e dalla presunta zonizzazione acustica in corrispondenza del centro abitato di Santa Margherita, mentre per gli agglomerati residenziali di dimensione ridotta lato LL (Villetta e Santa Lucia – Comune di Ala - classi acustiche ipotizzate II e III), meno distanti peraltro dall'Autostrada del Brennero piuttosto che dalla ferrovia, permangono eccedenze.

8.7.6 Tratto aperto "Var. C - Marco"

I livelli sonori nello scenario post opera subiscono un incremento rispetto alle condizioni attuali (peraltro già eccedenti i limiti di norma), in particolare nel periodo notturno, a causa dell'affiancamento della linea AC di progetto. Sono pertanto necessari interventi mitigativi che portino i livelli entro i limiti normativi sia nella fascia A che in quella B del decreto attuativo sul rumore di origine ferroviaria. Si prevedono barriere di altezza variabile da 4.0 a 6.0 metri. Oltre la fascia di 250 metri dal ciglio, si riscontrano eccedenze dai limiti normativi dettati dalla zonizzazione acustica del Comune di Rovereto, parzialmente mitigate peraltro dall'inserimento delle barriere acustiche. Stesso discorso per il Comune di Mori, che presenta una zonizzazione

acustica redatta, ma non ancora approvata in sede di Consiglio comunale. Per lo scenario post mitigazioni risultano entro i limiti le aree di classe II e III del centro abitato di Marco e le aree di classe I a nord ovest di tale paese, mentre eccedono le aree di classe I attraversate dalla Strada Statale n.12 dell'Abetone e del Brennero, a sud di Mori.

Di seguito è riportata una tabella con i valori dei livelli sonori degli edifici scolastici (ricettori particolarmente sensibili) per gli scenari ante e post operam con interventi di mitigazione (barriere antirumore).
I ricettori sono indicati sulla carta "Censimento dei ricettori acustici" – All. 8 (scala 1:5000).

Come si evince dai livelli simulati dello scenario post operam con interventi di mitigazione (simulazioni riferite al secondo piano fuori terra), i limiti diurni per gli edifici scolastici (50 dB(A)) sono ovunque rispettati, ad eccezione della scuola in corrispondenza della progressiva 7+500, lato AC, per il quale, oltre ad un intervento indiretto (barriera fonoassorbente h=6m), si prevedono interventi diretti con la sostituzione degli infissi esistenti con finestre fonoisolanti.

				ANTE OPERAM		**POST OPERAM** (*)	
Destinazione d'uso	**Comune**	**Tratta**	**Progressiva - Lato**	**Leq dB(A)**		**Leq dB(A)**	
				giorno	**notte**	**giorno**	**notte**
Scuola	Trento	Scalo Filzi	2+300 - Est	56.7	56.9	42.7	45.0
Scuola	Trento	Scalo Filzi	2+100 - Est	53.3	53.5	39.3	41.6
Scuola	Trento	Scalo Filzi	2+400 - Est	48.3	48.5	34.3	36.6
Scuola	Trento	Scalo Filzi	3+000 - Est	62.6	63.0	49.1	51.3
Plesso scolastico	Trento	Scalo Filzi	3+000 - 3+200 - Ovest	67.0	67.2	47.1	49.3
Scuola	Ala	Variante "A"	7+500 Est	67.7	68.5	52.4	55.6

(*) Con interventi mitigativi

9. VIBRAZIONI

9.1 Standard di riferimento e parametri indicatori di qualità ambientale

9.1.1 Generalità sulle vibrazioni

L’esercizio di una linea ferroviaria è fonte di sollecitazioni dinamiche nel terreno circostante caratterizzate da un’area di influenza di ampiezza compresa in genere entro i 50 metri. Le cause di tali vibrazioni sono da ricondursi all'interazione del sistema veicolo/armamento/struttura di sostegno.

Il livello di vibrazione determinato nello spazio circostante da una sorgente eccitatrice è funzione della tipologia di sorgente e di una serie di attenuazioni dipendenti dalla forma della sorgente e dal tipo di onda considerata, dall'assorbimento del terreno, dall’eventuale presenza di discontinuità nello stessa e dal passaggio delle sollecitazioni dal terreno alle fondazioni.

La propagazione nel corpo dell'edificio è determinante sia per gli abitanti che per le strutture in quanto pavimenti, pareti e soffitti degli edifici sono soggetti a significative amplificazioni delle vibrazioni rispetto a quelle trasmesse dalle fondazioni. I problemi maggiori si verificano quando la frequenza propria dei solai coincide con la frequenza di picco dello spettro di vibrazione del terreno. In tali casi è anche possibile la comparsa di disturbo da rumore per reirradiamento delle strutture.

Le vibrazioni sono in grado di determinare effetti indesiderati sulla popolazione esposta, sugli edifici e su alcune particolari attività industriali.

Il disturbo sulle persone, classificato come "annoyance", dipende in misura variabile dall'intensità e frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta. L’annoyance deriva dalla combinazione di effetti che coinvolgono la percezione uditiva e la percezione tattile delle vibrazioni. Gli effetti sulle persone sono estesi all'intero corpo e possono essere ricondotti genericamente ad un aumento dello stress, con conseguente attivazione di ripetute reazioni di orientamento e di adattamento, e con eventuale insorgenza o aggravamento di malattie ipertensive.

Le vibrazioni possono in alcune situazioni, od in presenza di caratteristiche di estrema suscettività strutturale o di elevati/prolungati livelli di sollecitazione dinamica, causare danni agli edifici. Tale situazioni si verificano tuttavia in corrispondenza di livelli di vibrazione notevoli, superiori di almeno un ordine di grandezza rispetto ai livelli tipici dell’annoyance.

9.1.2 Quadro di riferimento normativo

Si riporta una breve sintesi della normativa di riferimento.

Norma UNI 9614

Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello stazionario, il valore di accelerazione ponderato in frequenza viene confrontato con una serie di valori limite, dipendenti dal periodo di riferimento (*giorno*, dalle 7:00 alle 22:00, e *notte*, dalle 22:00 alle 7:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici.

Dato che gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Tali filtri rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo. I simboli dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza e del corrispondente livello sono, rispettivamente, a_W e L_W.

Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo l'asse z prevede una attenuazione di 3 dB per ottava tra 4 e 1 Hz, una attenuazione nulla tra 4 e 8 Hz ed una attenuazione di 6 dB per ottava tra 8 e 80 Hz. Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo gli assi x e y prevede una attenuazione nulla tra 1 e 2 Hz e una attenuazione di 6 dB per ottava tra 2 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 la postura del soggetto esposto non sia nota o vari nel tempo, va impiegato il filtro definito nel prospetto I della norma, ottenuto considerando per ogni banda il valore minimo tra i due filtri suddetti. In alternativa, i rilievi su ogni asse vanno effettuati utilizzando in successione i filtri sopraindicati; ai fini della valutazione del disturbo verrà considerato il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza più elevato.

Nell'Appendice della norma UNI 9614, che non costituisce parte integrante della norma, si indica che la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante deve essere svolta confrontando i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui tre assi, con una serie di valori limite riportati nei prospetti II e III (**Tabelle 9.9-1 e 9.9-2**).

Tabella 9.9-1. - Limite UNI 9614 delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, di livello costante e non costante, validi per l'asse Z

Destinazione d'uso	aw [m/s²]	Lw [dB]
Aree critiche	$5.0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni (Notte)	$7.0 \cdot 10^{-3}$	77
Abitazioni (Giorno)	$10.0 \cdot 10^{-3}$	80
Uffici	$20.0 \cdot 10^{-3}$	86
Fabbriche	$40.0 \cdot 10^{-3}$	92

Tabella 9.9-2 - Limite UNI 9614 delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, di livello costante e non costante, validi per gli assi XY (nonché per posture non note)

Destinazione d'uso	aw [m/s²]	Lw [dB]
Aree critiche	$3.6 \cdot 10^{-3}$	71
Abitazioni (Notte)	$5.0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni (Giorno)	$7.2 \cdot 10^{-3}$	77
Uffici	$14.4 \cdot 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28.8 \cdot 10^{-3}$	89

Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.
Nel caso di vibrazioni di tipo impulsivo è necessario misurare il livello di picco dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza; tale livello deve essere successivamente diminuito di 3 dB al fine di stimare il corrispondente livello efficace.
I limiti (**Tabella 9.9-3**) possono essere adottati se il numero di eventi impulsivi giornalieri non è superiore a 3. 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.

Tabella 9.9-3 - Limiti delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza in presenza di vibrazioni impulsive

Destinazione d'uso	aw (Z) [m/s²]	a_W (XY) [m/s²]
Aree critiche	$5.0 \cdot 10^{-3}$	$3.6 \cdot 10^{-3}$
Abitazioni (Notte)	$7.0 \cdot 10^{-3}$	$5.0 \cdot 10^{-3}$
Abitazioni (Giorno)	0.30	0.22
Uffici	0.64	0.46
Fabbriche	0.64	0.46

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. Qualora i limiti così calcolati risultassero inferiori ai limiti previsti per le vibrazioni di livello stazionario, dovranno essere adottati questi ultimi valori.

Norma UNI 9916

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "*Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici",* norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui viene richiamata, sebbene non faccia parte integrante della norma, la DIN 4150, parte 3.

La norma UNI 9916 fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratori allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

Altro scopo della norma è di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime.

La norma considera per semplicità gamme di frequenza variabili da 0.1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.) nonché ad eccitazioni causate dall'uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio ma tuttavia le eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio.

L'Appendice 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. Nell'ambito di questa classificazione, un sistema dinamico è costituito dal terreno e dallo strato di base (magrone) sul quale si trovano le fondazioni oltre che la struttura medesima dell'edificio.

Le strutture comprese nella classificazione riguardano:

- tutti gli edifici residenziali e gli edifici utilizzati per le attività professionali (case, uffici, ospedali, case di cura, 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.

La classificazione degli edifici (Prospetto III) è basata sulla loro resistenza strutturale alle vibrazioni oltre che sulla tolleranza degli effetti vibratori sugli edifici in ragione del loro valore architettonico, archeologico e storico. I fattori dai quali dipende la reazione di una struttura agli effetti delle vibrazioni sono:

- la categoria della struttura
- le fondazioni
- la natura del terreno

La categoria di struttura (Prospetto II) è classificata in una scala da 1 a 8 (a numero

crescente di categoria corrisponde una minore resistenza alle vibrazioni) in base ad una ripartizione in due gruppi di edifici, edifici vecchi e antichi o strutture costruite con criteri tradizionali (Gruppo 1) e edifici e strutture moderne (Gruppo 2). L'associazione della categoria viene fatta risalire alle caratteristiche tipologiche e costruttive della costruzione e al numero di piani.

Le fondazioni sono classificate in tre classi. La Classe A comprende fondazioni su pali legati in calcestruzzo armato e acciaio, platee rigide in calcestruzzo armato, pali di legno legati tra loro e muri di sostegno a gravità; la Classe B comprende pali non legati in calcestruzzo armato, fondazioni continue, pali e platee in legno; la Classe C infine comprende i muri di sostegno leggeri, le fondazioni massicce in pietra e la condizione di assenza di fondazioni, con muri appoggiati direttamente sul terreno.

Il terreno viene classificato in sei classi: rocce non fessurate o rocce molto solide, leggermente fessurate o sabbie cementate (Tipo a); terreni compattati a stratificazione orizzontale (Tipo b); terreni poco compattati a stratificazione orizzontale (Tipo c); piani inclinati, con superficie di scorrimento potenziale (Tipo d); terreni granulari, sabbie, ghiaie (senza coesione) e argille coesive sature (Tipo e) e materiale di riporto (Tipo f).

L'Appendice B della UNI 9916 contiene i criteri di accettabilità dei livelli delle vibrazioni con riferimento alla DIN 4150 e al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 24 gennaio 1986 "*Norme tecniche relative alle costruzioni in zona sismica*."

La parte 3 della DIN 4150 indica le velocità massime ammissibili per vibrazioni transitorie:

- sull'edificio (nel suo complesso): vedere **Tabella 9.9-4**
- sui pavimenti: v < 20 mm/s in direzione verticale nel punto di massima vibrazione

e le velocità massime ammissibili per vibrazioni stazionarie:

- sull'edificio (nel suo complesso): v < 5 mm/s in direzione orizzontale misurata all'ultimo piano
- sui pavimenti: v < 10 mm/s in direzione verticale nel punto di massima vibrazione.

Tabella 9.9-4 - Velocità massime ammissibili (Norma UNI 9916)

Cat	Tipi di strutture	Velocità di vibrazione in mm/s			
		Misura alla fondazione			Misura al pavimento Dell'ultimo piano
		< 10 Hz	10÷50 Hz	50÷100 Hz	Frequenze diverse
1	Edifici commerciali, edifici industriali e simili	20	20÷40	40÷50	40
2	Edifici residenziali e simili	5	5÷15	15÷20	15

3	Strutture particolarmente sensibili alle vibrazioni non rientranti nelle categorie precedenti e di grande valore intrinseco	3	3÷8	8÷10	8

- Per velocità massima è da intendersi la velocità massima di picco. Essa è ricavabile dalla velocità massima r.m.s. attraverso la moltiplicazione di quest'ultima con il fattore di cresta F. Tale parametro esprime il rapporto tra il valore di picco e il valore efficace. Per onde sinusoidali si assume F = 1.41; in altri casi si possono assumere valori maggiori. Nei casi più critici (ed es. esplosioni di mina) F può raggiungere il valore 6.
- La ISO 4866 fornisce infine una classificazione degli effetti di danno a carico delle strutture secondo tre livelli:
- *Danno di soglia*: formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici in gesso o sulle superfici di muri a secco; inoltre formazioni di fessure filiformi nei giunti di malta delle costruzioni in muratura di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata, con frequenze maggiori di 4 Hz e velocità di vibrazione di 4÷50 mm/s, e per vibrazioni continue, con velocità 2÷5 mm/s.
- *Danno minore:* formazione di fessure più aperte, distacco e caduta di gesso o di pezzi di intonaco dai muri; formazione di fessure in murature di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz nel campo di velocità vibrazionale compreso tra 20÷100 mm/s oppure per vibrazioni continue associate a velocità di 3÷10 mm/s.
- *Danno maggiore:* danneggiamento di elementi strutturali; fessure nei pilastri; aperture di giunti; serie di fessure nei blocchi di muratura. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz e velocità vibrazionale compresa tra 20÷200 mm/s oppure per vibrazioni continue associate a velocità di 5÷20 mm/s.

9.2 Modelli revisionali e simulazioni per la determinazione della qualità ambientale in fase di esercizio

9.2.1 Introduzione

Le informazioni di natura topografica sono state estrapolate dal progetto preliminare «Linea del Brennero – Quadruplicamento della tratta Verona - Fortezza», scala 1:5.000, mentre quelle relative alla tipologia dei ricettori ed alla geolitologia derivano

rispettivamente da sopralluoghi in campo (Allegato 8 – censimento dei ricettori acustici) e consultazione delle carte geologiche (Allegato 2 – Ambiente geologico – carta geologica).

La classificazione per livelli decrescenti di sensibilità dei ricettori interessati dal progetto, necessaria per la definizione degli standard di qualità ambientale, nonché la definizione delle tipologie costruttive dei ricettori, indispensabili per la determinazione dei livelli di vibrazione nella fase di esercizio, hanno richiesto l'effettuazione di appositi sopralluoghi in campo.

9.2.2 Sensibilità del territorio

La classificazione per livelli decrescenti di sensibilità dei ricettori interessati dal progetto, necessaria per la definizione degli standard di qualità ambientale, nonché la definizione delle tipologie costruttive dei ricettori, indispensabili per la determinazione dei livelli di vibrazione nella fase di esercizio, hanno richiesto l'effettuazione di appositi sopralluoghi in campo.

Le classi di sensibilità, a prescindere da considerazioni locali quali ad esempio lo stato di conservazione, la tipologia costruttiva dell'immobile, sono state stilate sulla base della destinazione d'uso dell'immobile, in conformità con la Norma UNI 9614, e sono così definite (a sensibilità decrescente):

1. Aree critiche
2. Abitazioni
3. Uffici
4. Fabbriche

Le aree critiche includono le aree archeologiche di importanza storico-monumentale, le infrastrutture sanitarie (ospedali, case di cura e riposo), le infrastrutture per l'istruzione nonché le industrie che impiegano macchinari di precisione.

Relativamente alla tipologia costruttiva degli edifici, gli edifici sono stati classificati in due grandi categorie:

1. edifici pesanti: costruzioni aventi struttura portante in calcestruzzo armato di altezza superiore a 5 piani o con struttura muraria di altezza superiore a 3 piani ;
2. edifici leggeri: costruzioni aventi struttura portante in calcestruzzo armato di altezza inferiore a 5 piani o con struttura muraria di altezza inferiore a 3 piani.

9.2.3 Geolitologia

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di una valle fluviale, la valle dell'Adige, che dalla provincia di Trento, prevalentemente montuosa, si dirige verso la provincia di Verona, caratterizzata da una vasta pianura alluvionale.

La successione stratigrafica affiorante nell'area di Trento è costituita da rocce sedimentarie, ignee e metamorfiche; si tratta quindi di una serie caratterizzata da grande variabilità litologica.
La parte settentrionale del bacino dell'Adige è caratterizzate dall'affioramento di rocce calcaree frequentemente interessate da fenomeni carsici; la stabilità di queste rocce è legata alla presenza di discontinuità e dallo sviluppo del carsismo.
Il tracciato si sviluppa principalmente in galleria naturale ed attraversa una successione stratigrafica caratterizzata prevalentemente dalla presenza della serie carbonatica locale con prevalenza di calcari dolomitici e dolomie.
Nel tratto in cui il tracciato si sviluppa all'esterno esso intercetta i depositi alluvionali dell'Adige.
I terreni che costituiscono il tratto di pianura su cui è prevista la realizzazione della nuova linea ferroviaria sono di natura alluvionale ed i suoli che si formano da questi tipi di depositi possono essere classificati, da un punto di vista genetico-evolutivo, come suoli ai primi stadi dell'evoluzione pedogenetica (regosuoli). La permeabilità, la porosità e la natura sciolta di questi terreni determina uno spessore da profondo a molto profondo dei relativi suoli.

9.2.4 Indagini sperimentali

Avendo la necessità di estendere la conoscenza dello stato vibrazionale all'intero corridoio di interferenza, è stato chiaramente necessario ricorrere all'uso di opportuni modelli previsionali di tipo teorico od empirico.
Le tratte in galleria e in viadotto del progetto non risultano di interesse, le prime per l'elevata copertura, le seconde per l'attenuazione provocata dalle fondazioni delle opere d'arte.
Tali indagini sono state effettuate in corrispondenza di siti interessati dalle vibrazioni della linea ferroviaria storica Roma – Firenze (Rovezzano) nell'ambito dello Studio della Penetrazione urbana linea A.V. – Nodo di Firenze.
La metodologia di misura adottata in ciascun sito ha previsto l'installazione di una postazione fissa assistita presso un punto P1, con la funzione di acquisire lo spettro delle accelerazioni verticali Z e trasversali X in concomitanza con il transito di convogli sulla linea ferroviaria. Il rilievo in contemporanea degli analoghi parametri nelle restanti postazioni P2÷P7, effettuato con strumentazione mobile, ha consentito di determinare per ciascuna postazione i valori differenziali delle accelerazioni rispetto a P1, permettendo così di definire la catena di trasmissione sorgente/mezzo/ricettore.
Le misure sono state eseguite in lineare con filtri in banda di terzi di ottava, nel campo

di frequenza 1÷1000 Hz, costante fast, acquisizione dello spettro ogni 1" e durata di 30" (run time = 30.0000 / delta time = 1.0000).

La metodologia seguita è conforme alle norme UNI 9614 ed UNI 9916. La strumentazione utilizzata, compatibile con le Norme IEC 651, IEC 804, IEC 225 ed ANSI S1-11, è la seguente:

Postazione P1:	analizzatore real-time bicanale LARSON & DAVIS,mod. 2900 ;
canale1 (Z):	preamplificatore LARSON & DAVIS, mod. 950B-L2 ; accelerometro WILCOXON RESEARCH, mod. M726 (sensibilità 101 mV/g ; fondoscala 50 dB)
canale2 (X):	amplificatore PCB, mod. 480D06; accelerometro ICP, mod. 353M198 ; (sensibilità 106 mV/g ; guadagno = 1).
Postazioni P2/P7:	registratore DAT bicanale SONY, mod. TCD-D10 PRO
canale1 (XZ):	amplificatore MESA, mod. PCB, mod. 480D06; accelerometro DJB, mod. A120/UT ; (sensibilità 100 mV/g; guadagno = 100; alternativamente 3÷4 misure asse Z, 3÷4 misure asse X)
canale2 :	fonometro integratore RION, classe 1 (esclusivamente con funzione di registratore vocale)

Prima e dopo lo svolgimento delle misure ciascuna catena di misura è stata opportunamente calibrata. La calibrazione dei canali accelerometrici è stata effettuata mediante il calibratore manuale PCB PIEZOTRONICS, mod. 394B06 (1 g rms a 79,6 Hz).

In corrispondenza delle postazioni di misura delle vibrazioni, in conformità con il paragrafo 4.7 della Norma UNI 9614 si è proceduto alla misura delle vibrazioni residue al fine di definire il rumore di fondo delle catene di misura utilizzate.

Il lavoro ha permesso da un lato di definire gli spettri di emissione delle diverse tipologie di convogli F.S., da un altro di ricavare la funzioni di trasferimento dei terreni interessati nonché di caratterizzare la risposta degli edifici alle vibrazioni in base alla tipologia degli stessi. I dati raccolti sono stati quindi impiegati per la costruzione di un algoritmo semplificato che ha consentito di fornire una caratterizzazione della qualità

ambientale dei ricettori presenti all'interno del corridoio di interferenza.

Per il progetto in esame l'esigenza di giungere ad un quadro previsionale il più possibilmente vicino alla realtà (medesima tipologia di convogli - IC, locali, merci - con medesima gamma delle velocità di transito, con terreni di tipo alluvionale con sezione ferroviaria in rilevato basso come si verifica nelle tratte sensibili alle vibrazioni, per la vicinanza degli edifici all'infrastruttura ferroviaria), ha suggerito l'adozione di un modello previsionale realizzato ad hoc, tarato attraverso indagini specifiche già effettuate in siti ritenuti rappresentativi sia per la geolitologia, sia per le vibrazioni presenti, di entità analoga a quelle previste.

9.2.5 Individuazione dei siti campione

Al fine di caratterizzare la catena di trasmissione sorgente/mezzo di propagazione/ricettore, è stata eseguita una campagna sperimentale di rilievi vibrometrici in corrispondenza di siti localizzati in prossimità della linea ferroviaria.

Le postazioni di monitoraggio precedentemente descritte, presso le quali sono stati effettuati rilevamenti accelerometrici, (come mostrato schematicamente nella **Figura 9.9-1**), sono così localizzate:

Postazione P1: presso la linea ferroviaria, a 3.00 m dall'asse del binario più vicino all'edificio, a circa -0.50 m dal piano del ferro. L'accelerometro è stato fissato sulla base di una massa cubica in acciaio (spigolo di 6 cm) poggiata sullo strato bituminoso ai piedi della massicciata. I rilievi servono come riferimento per le restanti postazioni nonché come caratterizzazione degli spettri di emissione delle varie tipologie di convoglio.

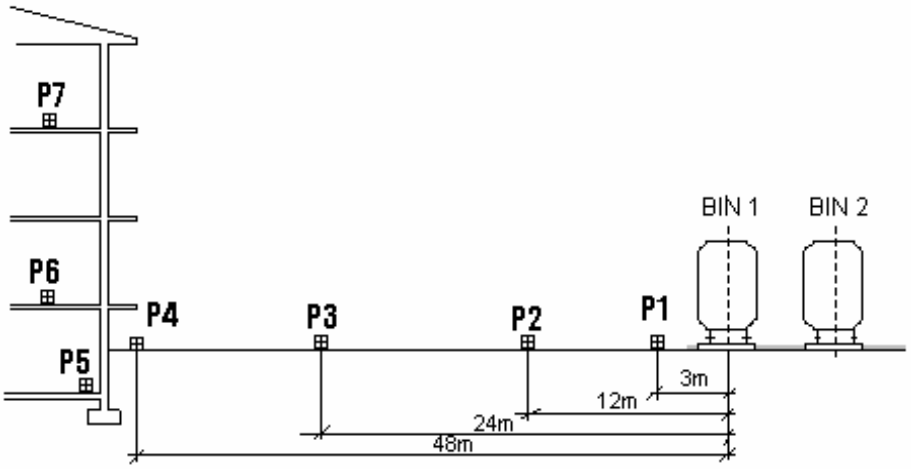


Fig. 9.9-1 - Sezione trasversale della linea con indicazione delle postazioni di monitoraggio

Postazioni P2, P3 e P4: localizzate all'intersezione del piano campagna con il piano trasversale alla linea ferroviaria, passante per P1, rispettivamente distanti 12, 24 e 48 metri da P1. L'accelerometro è stato fissato su una massa cilindrica in acciaio (m = 12 Kg) poggiata direttamente sul terreno. I rilievi servono per caratterizzare la funzione di trasferimento del terreno nonché come riferimento per la determinazione dell'attenuazione all'interfaccia delle fondazioni con il terreno.

Postazione P5: presso le fondazioni dell'edificio, in cantina. L'accelerometro è stato fissato su una massa cilindrica in acciaio (m = 12 Kg) poggiata sul pavimento. I rilievi servono per la determinazione dell'attenuazione all'interfaccia fondazioni/terreno.

Postazioni P6 e P7: localizzate all'interno dell'edificio, rispettivamente al primo ed ultimo solaio abitato. L'accelerometro è stato fissato su una massa cilindrica in acciaio (m = 12 Kg) poggiata sul pavimento. I rilievi servono per caratterizzare l'amplificazione delle vibrazioni dovute alla presenza del solaio nonché determinare l'andamento delle stesse al variare dei piani.

Si ribadisce come presso P1 si acquisisca lo spettro delle accelerazioni verticali Z e trasversali X in concomitanza con il transito di convogli sulla linea ferroviaria, mentre Il rilievo in contemporanea degli analoghi parametri nelle restanti postazioni P2÷P7, consenta di determinare per ciascuna postazione i valori differenziali delle accelerazioni rispetto a P1, permettendo così di definire la catena di trasmissione

sorgente/mezzo/ricettore.

Elaborazione del modello previsionale

Dall'analisi delle vibrazioni prodotte dai convogli si riportano nello specchio sottostante le emissioni massime per l'asse vericale e per l'asse trasversale riscontrate.

Tabella 9.9-5 Postazione P1 - Spettri accelerazioni r.m.s. e velocità di picco - Assi Z e X - Caso più critico

ASSE Z				**ASSE X**			
Accelerazioni				**Accelerazioni**			
F [Hz]	*L [Hz]*	*F [Hz]*	*L [Hz]*	*f [Hz]*	*L [Hz]*	*f [Hz]*	*L [Hz]*
1	54.6	*10*	49.2	*1*	53.6	*10*	58.0
1.25	53.1	*12.5*	54.0	*1.25*	51.6	*12.5*	68.0
1.6	51.1	*16*	61.9	*1.6*	51.8	*16*	70.9
2	49.7	*20*	75.0	*2*	52.0	*20*	83.8
2.5	48.2	*25*	86.2	*2.5*	50.1	*25*	89.8
3.15	47.2	*31.5*	91.5	*3.15*	48.8	*31.5*	95.2
4	47.6	*40*	95.9	*4*	47.6	*40*	95.3
5	47.2	*50*	96.1	*5*	47.9	*50*	92.0
6.3	47.1	*63*	93.2	*6.3*	48.8	*63*	94.9
8	48.6	*80*	86.7	*8*	51.9	*80*	101.3
Valore complessivo ponderato aw: .5.60 nm/s² Livello complessivo ponderato Lw: 83.9 dB				Valore complessivo ponderato aw: 19.96 mm/s² Livello complessivo ponderato Lw: 86.0 dB			
Velocità di picco [mm/s]				**Velocità di picco [mm/s]**			
< 10 Hz	*10÷50 Hz*	*50÷100 Hz*		*< 10 Hz*	*10÷50 Hz*	*50÷100 Hz*	
0.70	1.24	0.84		0.29	1.21	1.02	

Premettendo che i livelli misurati in entrambe le direzioni sono dello stesso ordine di grandezza, nella **Tabella 9.9.5** si riportano per entrambe le misure lo spettro delle accelerazioni r.m.s in bande di 1/3 di ottava, il valore ed il livello di accelerazione complessiva ponderata UNI 9614/assi combinati ed i livelli delle accelerazioni di picco nei domini di frequenza specificati dalla norma UNI 9916 (<10 Hz, 10÷50 Hz; 50÷100 Hz). E' interessante inoltre notare come non vi sia sostanziale differenza tra le vibrazioni prodotte dalle differenti tipologie di convogli.

Le tabelle evidenziano uno spettro delle accelerazioni fortemente concentrato nell'intervallo di frequenza 20÷80 Hz, con un livello di accelerazione complessiva ponderata di 86.0 dB lungo l'asse X e di 83.9 lungo l'asse Z. Le velocità di picco sono prossime ad 1 mm/s, notevolmente inferiori ai limiti UNI 9916 (pari a 3 mm/s nel caso delle costruzioni maggiormente sensibili) e peraltro da verificarsi all'interno degli edifici, ad una distanza dall'asse maggiore di quella corrispondente alla postazione P1.

Quest'ultimo aspetto riveste notevole importanza in quanto implica una notevole riduzione del rischio di danneggiamento alle strutture prossime alla linea ferroviaria.
I livelli di accelerazione misurati risultano essere invece superiori ai limiti UNI 9614 e pertanto si è resa necessaria una valutazione del decadimento degli stessi in funzione sia della distanza dalla linea sia della propagazione all'interno degli edifici.
Dall'analisi dei valori differenziali, ricavati dalla media delle differenza tra i valori dei parametri velocità di picco ed accelerazione equivalente r.m.s. rilevati rispettivamente presso la postazione fissa P1 e le postazioni mobili P2÷P7, conoscendo la mutua distanza tra le postazioni, è stato possibile estrapolare le funzioni di trasferimento che descrivono l'attenuazione del terreno in funzione della distanza e la risposta degli edifici alle vibrazioni.
Da un'analisi di regressione si sono ottenuti i seguenti algoritmi:

a) attenuazione del terreno in funzione della distanza d:

Asse Z: $\Delta L_{tz} = 0{,}710\ (d - 3) + 0{,}011\ (d - 3)^2$ dB [1]

Asse X: $\Delta L_{tx} = 0.5 \cdot [\ 23{,}745\ (1 - e^{-0{,}165\ (d-3)}) - 0{,}883\ d + 0{,}061\ (d - 3)^2\ ]$ dB [2]

b) effetto combinato attenuazione fondazioni + amplificazione solai negli edifici pesanti (N_p = numero di piani abitati):

Asse Z: $\Delta L_{EPZ} = 5{,}2 + 0{,}050\ N_p$ dB [3]

Asse X: $\Delta L_{EPX} = 13{,}2 + 0{,}580\ N_p$ dB [4]

c) effetto combinato attenuazione fondazioni + amplificazione solai negli edifici leggeri:

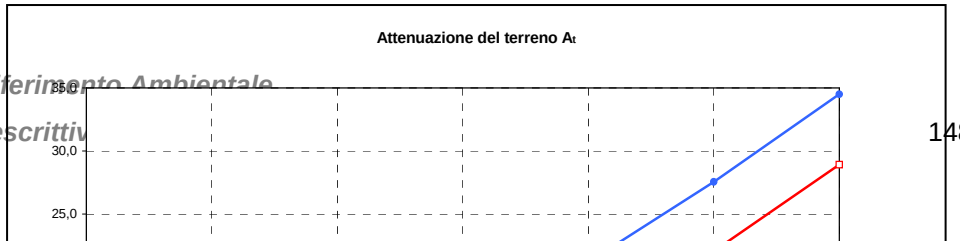
(N_p = numero di piani abitati):

Asse Z: $\Delta L_{ELZ} = 6{,}9 - 0{,}425\ N_p$ dB [5]

Asse X: $\Delta L_{ELZ} = 14{,}3 + 0{,}100\ N_p$ dB [6]

Nella **Figura 9.9-2** si riporta in forma grafica l'andamento dell'attenuazione del terreno per le accelerazioni verticali Z (equazione 1) e trasversali X (equazione 2) in funzione della distanza, ottenuto dalla media dei valori differenziali relativi alle postazioni P1, P2 e P3. Le funzioni presentano un andamento simile, sebbene lo smorzamento trasversale si riveli leggermente minore.

Fig. 9.9-2: Attenuazione del terreno in funzione della distanza - Assi Z e X



Relativamente all'effetto combinato attenuazione fondazioni + amplificazione solai, è interessante notare come nel caso dell'edificio leggero si verifichi un'amplificazione delle vibrazioni in corrispondenza dei solai dei piani superiori, fenomeno pressoché inesistente nel caso dell'edificio pesante. In entrambi i casi è tuttavia da segnalarsi l'attenuazione offerta dalle fondazioni, di circa 5÷7 dB per le vibrazioni verticali e 13÷14 dB per le vibrazioni trasversali.

Alla luce di tali considerazioni, al fine di giungere ad una caratterizzazione nella fase di esercizio è stato costruito un modello previsionale che tenesse conto dei suddetti fenomeni. Tenendo conto del fatto che i valori, presso la massicciata, dei livelli di accelerazione sono dello stesso ordine di grandezza in entrambe le direzioni, e che l'attenuazione verticale offerta dalle fondazioni è notevolmente inferiore a quella trasversale, è stato elaborato il seguente algoritmo:

$Lw = L_{wo} - \Delta L_{tz} - \Delta L_{ez}$ dB [7]

Lwo = livello di accelerazione ponderata relativo al caso più critico verificatosi = 86 dB

ΔL_{tz} = attenuazione del terreno (asse Z)

ΔL_{Ez} = effetto combinato attenuazione fondazioni / amplificazione solai (asse Z), pari a

ΔL_{ELz} per gli edifici leggeri e ΔL_{EPz} per gli edifici pesanti.

9.3 Qualità ambientale in fase di esercizio

Si è pertanto adottato come livello di riferimento il livello massimo di accelerazione ponderata verificatosi nel corso della campagna di monitoraggio, corrispondente al transito di un treno locale a 80÷90 Km/h. Tale ipotesi è senza dubbio cautelativa per le

seguenti ragioni.

1. La campagna di monitoraggio ha evidenziato livelli di vibrazione sostanzialmente omogenei, indipendenti dalla tipologia dei convogli (principalmente IC e locali). Questo è spiegabile con l'omogeneità dei carichi per asse gravanti sul binario.
2. Il materiale rotabile futuro, essendo tecnologicamente più avanzato, possiederà caratteristiche tali da ridurre il proprio impatto da vibrazioni. Il binario inoltre sarà soggetto a manutenzioni periodiche e controlli che contribuiranno a raggiungere il suddetto obiettivo.

Mediante l'applicazione del modello empirico descritto nelle pagine precedenti (formula [7]) è stato possibile definire in via previsionale lo stato delle vibrazioni all'interno dell'intero corridoio di interferenza del progetto.

A tal fine sono stati individuati lungo il tracciato i ricettori (censimento dei ricettori) che sono stati classificati per tipologia costruttiva, numero di piani e classe di sensibilità UNI 9614.

Per distanze crescenti dall'asse del binario vicino è stato calcolato il livello di accelerazione complessiva ponderata secondo gli assi combinati. La conoscenza del relativo livello limite ai sensi della norma UNI 9614 ha altresì permesso di verificare l'esistenza di eventuali criticità (impatti residui).

Nelle **Tabelle 9.9-6** e **9.9-7** si riportano i risultati della caratterizzazione.

Tabella 9.9-6 - Qualità ambientale edifici leggeri Lw (dB)

d [m]	PT	1° piano	2° piano	3° piano	4° piano
5	78.06	78.49	78.91	79.34	79.76
10	74.02	74.44	74.87	75.29	75.72
15	69.42	69.85	70.27	70.70	71.12
20	64.28	64.70	65.13	65.55	65.98
25	58.58	59.01	59.43	59.86	60.28
30	52.34	52.76	53.19	53.61	54.04

Tabella 9.9-7 - Qualità ambientale edifici pesanti Lw (dB)

d [m]	3° piano	4° piano
5	79.14	79.09
10	75.09	75.04
15	70.50	70.45
20	65.35	65.30
25	59.66	59.61
30	53.41	53.36

Dalle tabelle si evince che solamente in corrispondenza dei ricettori prossimi alla linea ferroviaria, entro i 15 metri per gli edifici residenziali ed entro i 20 per gli edifici sensibili, si verificano livelli di accelerazione prossimi o superiori ai limiti UNI 9614 (74 dB per edifici residenziali nel periodo notturno e 71 dB per gli edifici sensibili).
Le criticità si manifestano pertanto in prossimità della linea ferroviaria.

9.3.1 Interventi di mitigazione

Il quadro previsionale delle vibrazioni relativo alla fase di esercizio del «Quadruplicamento Verona – Fortezza», raffrontato con i limiti della norma UNI 9614, evidenzia all'interno del corridoio di interferenza una serie di criticità dal punto di vista del disturbo della popolazione. Tali criticità, data la loro entità, non risultano essere particolarmente accentuate. Per tale ragione risulta possibile eliminarle attraverso l'adozione di opportuni interventi di mitigazione sul binario in grado di isolare lo stesso dal terreno.
I sistemi comunemente adottati sono i seguenti:

Materassini antivibranti

Sono stuoie realizzate generalmente con elastomeri poliuretanici, dallo spessore di 15÷40 cm, che vengono stese in uno o due strati al di sotto della massicciata o strato in ballast. L'efficacia degli stessi dipende da due parametri fondamentali : la rigidezza dinamica del tappeto e la frequenza di risonanza del sistema ferrovia\materassino. Tali sistemi garantiscono generalmente smorzamenti elevati nel campo di frequenza 40÷80 Hz (tipico delle ferrovie), con un efficacia variabile da 5 a 15 dB a seconda della soluzione adottata. Tra i prodotti maggiormente diffusi nel mercato internazionale sono da ricordarsi le stuoie Angst-Pfister in Sylomer®, uno speciale poliuretano a struttura cellulare mista con densità variabile da 400÷600 Kg/m^3, in grado di garantire attenuazioni di circa 10 dB nel campo 31.5÷150 Hz.

Sottopiastre in gomma e piattaforme galleggianti

Sono utilizzate nei sistemi di armamento indiretto. Consistono nell'applicazione di uno strato di materiale elastomerico di circa 10 mm al di sotto della piastra ad isolamento della stessa dalla traversa o piattaforma. Tale soluzione presenta una buona efficacia soprattutto se affiancata all'utilizzazione di ancoraggi tipo Pandrol e sottopiattaforme in materiali analoghi (piattoforme galleggianti). Quest'ultima soluzione garantisce spesso attenuazioni superiori a 10 dBA, soprattutto nel campo di frequenza 31.5÷150 Hz.

Sistemi di ancoraggio di tipo elastico

Consistono nell'adozione di sottopiastre in gomma con sostituzione delle tradizionali

caviglie con apposite molle dotate di rigidezze tali da ridurre notevolmente le vibrazioni trasmesse alla piattaforma. Le prestazioni offerte da questa soluzione sono superiori a quelle precedentemente descritte; le attenuazioni coprono un ampio range di frequenza e possono giungere sino al 90%.

Gli interventi di mitigazione sono localizzati in corrispondenza dei ricettori interessati da livelli di vibrazione superiori ai limiti della norma UNI 9614. Essi sono rappresentati graficamente nella "Planimetria degli interventi di mitigazione del rumore e delle vibrazioni" – All. 9 in scala 1:5.000.

Tabella 9.9-8 – Interventi di mitigazione

Tratta	**Prog. iniziale**	**Lunghezza [m]**
Ischia di Lavis	-	-
Scalo Filzi	0+470	250
Scalo Filzi	0+870	190
Scalo Filzi	1+360	70
Scalo Filzi	2+600	170
Scalo Filzi	2+900	220
Besenello	-	-
Variante A	7+125	635
Variante B	7+570	230
Variante C	-	-

9.3.2 Monitoraggio di controllo livelli vibrazionali attuali

Al fine di ispezionare il livello attuale delle vibrazioni in corrispondenza di ricettori siti a ridosso delle sorgenti (Ferrovia del Brennero e Autostrada del Brennero), è stata inoltre effettuata una campagna di monitoraggio in corrispondenza di tre ricettori sensibili, due in vicinanza dell'attuale sede ferroviaria, il primo a distanza di 8 metri, il secondo di 20 metri, il terzo in vicinanza (10 metri) dalla sede autostradale.

Nella tabella di seguito riportata sono elencati i punti oggetto dei rilievi con i relativi codici.

Codice	**Prog.**	**Località**	**Piano**	**Tipologia**
VIB-01_PT	181+000	Via del Fortino 13 Verona	terra	Residenziale

VIB-02_SP			secondo	
VIB-03_PP VIB-04_PT	180+900	Via Brigata Piemonte 46 Verona	primo terra	Residenziale
VIB-05_PP	90+200	Via Maso Gesuiti 6 Nave San Rocco	primo	Residenziale

La posizione di questi punti è riportata all'interno delle schede di rilievo attraverso lo stralcio cartografico e il repertorio fotografico allegati alla presente relazione.

9.3.3 Strumentazioni e metodologie di rilievo

Di seguito si riporta la descrizione delle strumentazioni utilizzate per le misure delle vibrazioni:

- Analizzatori spettrali Larson & Davis 2800
- Analizzatori spettrali Larson & Davis 2900
- 3 Preamplificatori Larson & Davis PRA 950-L2
- 3 Accelerometri monoassiali PCB Elettronics da 1000 mmV/g
- Calibratore Larson & Davis 394 M26
- Software Noise & Vibration Work

Il posizionamento della accelerometro per le misure, avviene al centro del vano e/o ambiente scelto per le misure su di una piastra in acciaio perfettamente solidale al pavimento.
Il riconoscimento di ciascun evento avviene attraverso l'analisi della time history e dello spettrogramma che vengono allegati alla presente relazione.

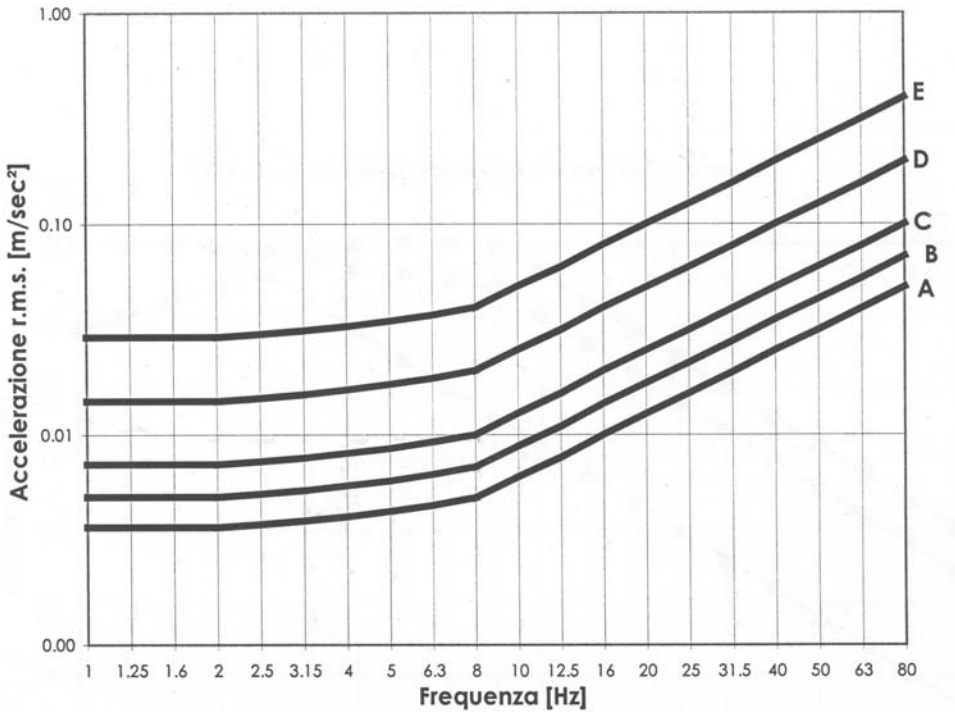
9.3.4 Risultati del rilievo

L'elaborazione statistica degli eventi vibrazionali superanti una prefissata soglia, effettuata per bande di frequenza di 1/3 di ottava, ha consentito di calcolare un "evento medio", che è risultato decisamente inferiore alle curve limite ISO 2631 (vedi tab. 9.9-9 e fig. 9.9-3) per le aree residenziali sia durante il periodo diurno (curva C di coefficiente 2), che durante il periodo notturno (curva B di coefficiente 1.4).

Tab. 9.9-9 – Valore dei coefficienti di moltiplicazione delle curve base per diverse tipologie di luogo e ora.

LUOGO	ORA	COEFFICIENTE DI MOLTIPLICAZIONE
Aree critiche	giorno e notte	1
Residenziali	giorno	da 2 a 4
	notte	1.4
Uffici	giorno e notte	4
Officine e laboratori	giorno e notte	8

Fig. 9.9-3 Curve limite ISO 2631:A aree critiche, B aree residenziali e ore notturne, C aree residenziali e ore diurne, D uffici, E officine e laboratori.



Considerando invece, in ciascun punto di indagine, gli eventi critici, che superano i

valori limite di riferimento delle accelerazioni triassiali complessive ponderate in frequenza validi per posture non note (o variabili), che per le abitazioni secondo la UNI 9614 risultano:

LW = 77 dB ($7.2 \cdot 10^{-3}$ m/s^2) di giorno

LW = 74 dB ($5.0 \cdot 10^{-3}$ m/s^2) di notte

si riporta il seguente specchio riassuntivo:

Codice punto	N° totale eventi	N° eventi superiori alla norma	Valore misurato che supera la Norma (UNI 9614 N) m/s2	Evento n°	Periodo G=giorno N=notte
VIB-01-PT	217	8	0.00542 0.00606 0.00505 0.00592 0.00646 0.00527 0.00723 0.00727	29 33 42 56 72 81 110 144	N N N N N N G G
VIB-02-SP	83	0	-	-	-
VIB-03-PP	124	4	0.02663 0.01547 0.09300 0.04373	8 14 34 86	G G N G
VIB-04-PT	63	0	-	-	-
VIB-05-PP	88	0	-	-	-

Dalle tabelle si evince che si hanno pochi eventi superanti la soglia normativa (UNI 9614), ed esclusivamente per ricettori a ridosso della linea ferrata. I livelli in corrispondenza del ricettore a ridosso dell'infrastruttura autostradale indotti da traffico gommato non sono invece significativi.

Con tali valori delle accelerazioni caratteristiche, i valori di velocità regolamentati dalla Norma UNI9916 (vedi tab.9.9-10 e fig.9.9-4) relativa agli effetti sugli edifici (molto meno restrittiva della UNI 9614 che garantisce la popolazione degli effetti di "annoyance"), risultano decisamente rispettati.

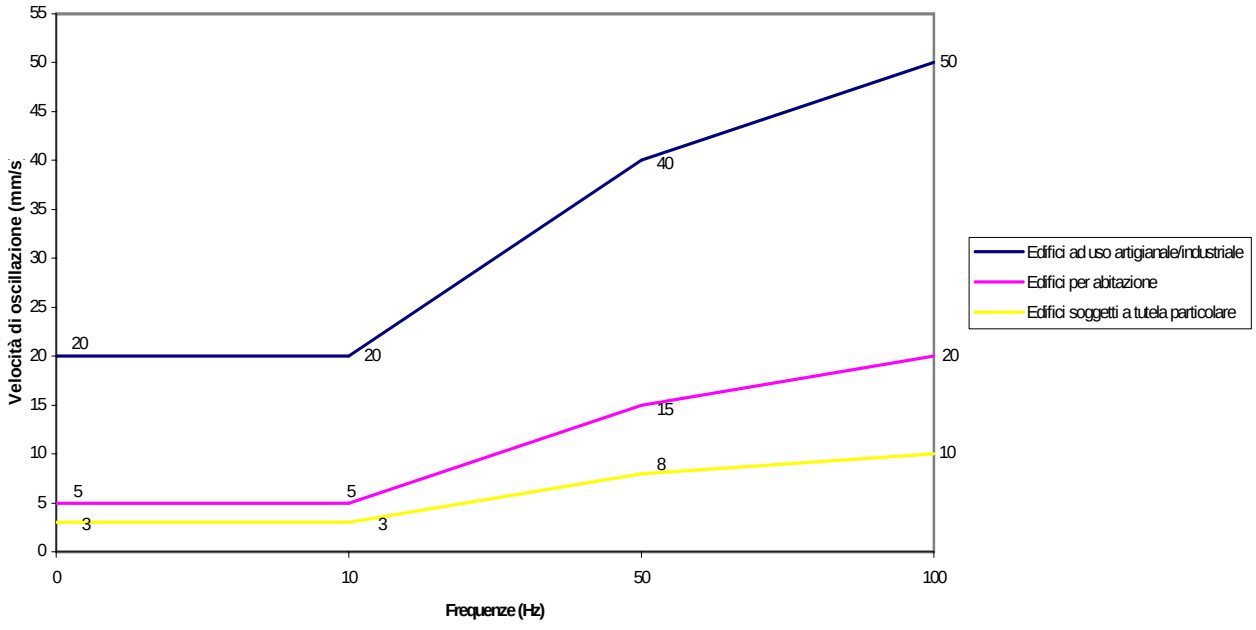
Infatti tutti gli eventi registrati presentano un valore della velocità di picco inferiore a 1

mm/s.

Tab. 9.9-10 – Velocità massime ammissibili (Norma UNI 9916).

Cat.	Tipi di Strutture	Velocità di vibrazione in mm/s			
		Misura alla fondazione			Misura al pavimento dell'ultimo piano
		<10 Hz	10÷50 Hz	50÷100 Hz	Frequenze diverse
1	Edifici commerciali, edifici industriali e simili	20	20÷40	40÷50	40
2	Edifici residenziali e simili	5	5÷15	15÷20	15
3	Strutture particolarmente sensibili alle vibrazioni non rientranti nelle categorie precedenti e di grande valore intrinseco	3	3÷8	8÷10	8

Fig. 9.9-4 – Valori limite per le velocità di oscillazione secondo la norma DIN 4150.



In allegato alla presente relazione si riportano le schede di rilievo relativi ai campionamenti delle vibrazioni. Si allegano anche i grafici dei livelli vibrazionali e l'analisi su bande di 1/3 di ottava per ogni evento.

Per quanto riguarda il transito contemporaneo di convogli si evidenzia che nella

campagna di misura effettuata (in continuo per 24 h) nelle postazioni a ridosso della linea tra Chievo e San Massimo (vedi punto n. 36) gli eventi caratterizzati da doppio transito sono riportati nella tabella sottostante.

Postazione	eventi (n.)
VIB_01_PT	88 – 132 – 145 – 167 – 186
VIB_02_SP	61 – 69
VIB_03_PP	13 – 42 – 64
VIB_04_PT	18

Nessuno di tali eventi è risultato critico con superamenti dei limiti di soglia (fatto accaduto ad altri eventi).
Ciò è imputabile alla circostanza che i picchi dei due transiti non avvengono statisticamente nel medesimo istante, per cui il contributo complessivo non risulta sensibilmente maggiorato.

10. PAESAGGIO

Premessa

La pianificazione territoriale in Trentino ha assunto come obiettivo consolidato l'individuazione dei territori da sottoporre a tutela e l'elaborazione di indirizzi generali di difesa e di valorizzazione, in sintonia con le norme statali sulla pianificazione urbanistica e sulla tutela paesistica e in virtù della competenza primaria della Provincia Autonoma di Trento in tali materie.
Nell'ultimo decennio il dibattito sorto intorno a questo tema, oltre ad aver condotto all'adozione nel 2000 della Convenzione europea del paesaggio ha portato a una crescente attenzione verso il tema del paesaggio e all'esigenza di ripensarne le modalità di gestione, in particolare nel senso del rispetto dei suoi caratteri identitari.
In questo quadro di riferimento, il Piano urbanistico provinciale propone un generale approfondimento del paesaggio, orientando la disciplina verso il superamento del semplice sistema del vincolo e dell'autorizzazione dei singoli interventi, grazie all'integrazione di pianificazione, lettura del paesaggio e valutazione delle possibili trasformazioni. La coscienza che l'idea collettiva del paesaggio va tradotta nel disegno unitario del piano territoriale (alla scala provinciale o alla scala dei territori delle Comunità), il recupero del ruolo primario della pianificazione urbanistica per la

qualificazione e la coerenza delle trasformazioni urbane e territoriali ha portato già nel Documento preliminare per la revisione del PUP a individuare la Carta del paesaggio come articolazione fondamentale dell'Inquadramento strutturale.

La Carta del paesaggio, attraverso l'inviduazione degli ambiti elementari, dei sistemi complessi e delle unità di paesaggio, finalizzate a evidenziare forme, immagini identitarie, relazioni e caratterizzazioni dei territori, assieme ai relativi criteri è lo strumento interpretativo principale per la tutela e la manutenzione del paesaggio e per l'integrazione armoniosa degli interventi.

10.1 Metodologia di lavoro

Lo studio ante - operam della componente paesaggio, proprio partendo da quanto definito nell'ambito del Pup, si basa sui tre livelli di analisi, specificatamente riconducibili ai seguenti aspetti principali:

- Individuazione ed analisi delle unità di paesaggio presenti;
- Individuazione ed analisi degli elementi morfologici delle diverse unità di paesaggio;
- Analisi delle caratteristiche percettive e degli ambiti visivi principali

Negli elaborati grafici *Caratteri del Paesaggio* e *Morfologia del Paesaggio ed analisi della visibilità* sono state riportate le tre fasi dell'indagine.

L'individuazione delle diverse unità di paesaggio rappresenta un importante strumento di conoscenza e di descrizione "aggregata" dei caratteri geografico – paesistici dell'ambito esaminato.

Il ricorso alla definizione di ambiti spaziali e territoriali, omogenei e caratteristici, definiti in base ad una molteplicità di elementi e parametri, rappresenta però, nella descrizione del paesaggio, un'operazione complessa di analisi e soprattutto di sintesi effettuata in funzione dei caratteri, delle peculiarità e delle relazioni del territorio in esame.

Gli scopi e le necessità metodologiche di individuazione delle unità di paesaggio sono essenzialmente finalizzati a rispondere a due tipi di esigenze: la prima è legata a quella di descrivere ed interpretare il paesaggio, inteso non come semplice sommatoria di elementi ma come unità sistemica mutevole e dinamica, al fine di individuarne i caratteri e le valenze che possano evidenziare la capacità trasformazione e/o conservazione.

La seconda esigenza deriva dalla necessità di supportare ed organizzare il passaggio metodologico dalla lettura/ interpretazione alla restituzione/ trasmissione dei significati, dei valori del paesaggio e della definizione degli obiettivi da assumere.

Nella fase di analisi morfologica dell'ambito si è effettuata la rilevazione della forma del territorio attraverso l'individuazione degli elementi specifici che staticamente o

dinamicamente la definiscono.

Per essa sono state individuate le strutture puntuali, lineari ed areali che individuano i diversi ambiti funzionali e percettivi, evidenziandone le caratteristiche morfologiche e formali, nonché percettive, significative ai fini della lettura o meglio della conoscenza – dettagliata o intuitiva – del territorio.

La ricomposizione di tali elementi nelle diverse unità di paesaggio ha permesso di definirne il ruolo nella struttura funzionale e percepita dell'ambito; su tale struttura s'innestano le significazioni e gli andamenti che da una parte spiegano la genesi territoriale e paesaggistica e dall'altra permettono di individuare i materiali dei diversi processi di trasformazione passati e in atto nonché di quelli futuri.

L'ultima fase di indagine ha preso in considerazione le caratteristiche percettive e gli ambiti visivi principali. In essa il paesaggio è quindi analizzato nella sua complessità ecologica e culturale, attraverso sia lo studio della continuità percettiva che delle specificità visive dell'ambito.

Si ritiene, infatti, che proprio lo studio degli aspetti percettivi evidenzi, nell'analisi paesistica, l'integrazione della manifestazione visiva con i processi e le dinamiche culturali e di trasformazione; tale studio è finalizzato, quindi, non solo ad una semplice acquisizione semiologica, ma soprattutto alla comprensione delle dinamiche e delle potenzialità che ad essi sottendono.

L'*analisi percettiva* non riguarda, infatti, solo gli aspetti fisiologicamente visivi della percezione, ma investe altresì quel processo di elaborazione mentale del dato percepito che costituisce la *percezione culturale* ossia il prodotto di un'interpretazione - *culturale* - della visione sia a livello individuale che collettivo.

L'indagine ha quindi posto in evidenza gli elementi, i caratteri, le strutture e le relazioni del territorio con l'intervento in esame che ne condizionano o ne permettono la visione ed individuano quegli insiemi formali che definiscono le esistenti e potenziali configurazioni percettive.

Al termine dell'analisi ante – operam sono state analizzate le potenziali interferenze indotte dall'intervento, sia rispetto al nuovo tracciato che alle opere d'arte ad esso connesse, individuando i possibili interventi di mitigazione e di compensazione.

10.2 Studio dell'ambito in esame

L'ambito oggetto dello studio interessa il vasto ambito fluviale, con andamento nord sud, del fiume Adige sulla cui struttura si innestano valli minori, generalmente interessate dalla presenza di corsi d'acqua. Tra questi è importante ricordare, in riva destra d'Adige, i subsistemi vallivi della Valle dei Laghi, in corrispondenza del nuclei

abitati di Mezzacorona e Mezzolombardo, e quella in corrispondenza dell'abitato di Mori, mentre, in riva sinistra, la val di Cembra, attraversata dal fiume Avisio, la valle in corrispondenza della città di Trento e quella in corrispondenza di Rovereto.

L'ambito si connota per la presenza di un sistema di organizzazione territoriale composto da vaste aree caratterizzate da un sistema agricolo fortemente parcellizzato, ma omogeneo nel tipo di coltivazioni (seminativi e colture legnose), che interessa la parte centrale della valle dell'Adige, e da un sistema insediativo formato di ambiti urbani di grandi dimensioni come Trento e Rovereto (popolazione oltre i 30.000), e di piccole dimensioni, ossia con una popolazione che non raggiunge mediamente le 5.000 unità.

La quasi totalità del territorio è soggetto a tutela ambientale ossia ricade tra quei territori naturali o trasformati dall'opera dell'uomo caratterizzati da singolarità geologiche, floro – faunistica, ecologiche, morfologiche, paesaggistiche, di coltura agraria ovvero da forme di antropizzazione di particolare pregio per il loro significato storico, formale o culturale o per i loro valore di civiltà. (Fonte Piano Urbanistico Provinciale – Provincia Autonoma di Trento – Norme di Attuazione art.6)

Il carattere morfologico è chiaramente definito da sistemi ed emergenze montuose che raggiungono, e spesso superano, i 2000 metri (Monte della Paganella, sistema del monte Bondone – Monte Stivo, Becco di Filadonna).

La differente conformazione geologica dei due versanti della valle (serie calcareo dolomitica superiore in riva destra e serie porfirica e calcareo – marnosa in riva sinistra) caratterizzano, morfologicamente, nella copertura vegetale e nell'uso antropico l'ambito.

Il versante ovest si mostra infatti con una morfologia dei fianchi vallivi aspra e diruta con evidenti fenomeni di carsismo che, evidenziando il carattere permeabile dei suoli. A est le diverse valli, tra cui le più importanti sono quelle del Cembra, della Valsugana e quella in corrispondenza di Rovereto, intagliate nella piattaforma porfirica, presentano una morfologia più raddolcita, soprattutto in corrispondenza degli antichi terrazzamenti fluviali.

La generale buona permeabilità dell'intero comprensorio viene evidenziata dalla cospicua presenza di sorgenti (228 solo quelle selezionate dal Piano Urbanistico Provinciale), risorsa importante per gli usi potabili ed agricolo – industriali, ma anche elemento di vulnerabilità rispetto alle problematiche di inquinamento delle falde, soprattutto in corrispondenza dei depositi di conoide interessati in genere da fenomeni di urbanizzazione.

La presenza di terreni sciolti vallivi, dovuti a depositi alluvionali e moreno - detritici, caratterizza morfologicamente le parti basse dei due versanti, interessati da fenomeni franosi e di smottamento che, come nel caso di Rovereto, interessano più la sicurezza delle strade che degli insediamenti.

Aspetto caratterizzante della parte centrale della valle dell'Adige è la presenza di particolari conformazioni morfologiche, i *dossi,* come quello di S. Rocco e il Doss Trento, che rappresentano emergenze paesaggistiche di notevole importanza percettiva, spesso compromessa da un'urbanizzazione disordinata ed indifferente.

L'ambito presenta così un carattere paesaggistico unitario ma articolato comprendente le pertinenze del fiume, gli ambiti agricoli utilizzati prevalentemente a vigneto, e gli ambiti urbanizzati di valle e di mezza costa.

Tra le vaste aree urbanizzata di fondovalle, le più vaste del Trentino, particolare importanza riveste ancora oggi la città di Trento che, con la sua conurbazione accoglie circa un quarto della popolazione della provincia, accentrando non solo funzioni dirigenziali, private e pubbliche, ed amministrative – burocratiche, ma anche produttive.

Nella parte meridionale della valle è invece localizzato il secondo centro del comprensorio, Rovereto che, occupando con le sue aree a destinazione prevalentemente produttiva una vasta parte della valle dell'Adige, ha alterato fortemente il carattere paesaggistico originario della zona.

Accanto a queste condizioni urbane permangono, nel fondovalle e sulla prima fascia collinare dell'Adige, molti centri secondari di origine rurale che conservano il rapporto tradizionale con un territorio caratterizzato da colture specializzate. In tali ambiti vengono però accolte, sempre più frequentemente, servizi ed attività commerciali localizzate in nuclei lineari lungo le strade principali; questi nuovi insediamenti tendono a congiungere i diversi paesi, modificando e limitando il valore paesaggistico dell'intera struttura insediativa.

Il comprensorio vallivo è inoltre fortemente interessato dalla maggiori linee di comunicazione (ferrovia del Brennero, autostrada A22, S.S.12) che attraversano il territorio seguendo l'andamento della valle dell'Adige collegando il Centro Europa con la pianura Padana. A tale sistema si sovrappone quello di collegamento con le valli minori e gli ambiti interregionali (l'asse est – sud est del collegamento con la Valsugana e il Veneto, l'asse ovest par l'Alto Garda e le Giudicarie, quelli di direzione nord – nord ovest per le valli di Non e di Sole e di direzione nord – nord est per le valli di Cembra, Fiemme e Fassa.

L'intenso e storico uso di tipo agricolo caratterizza paesaggisticamente l'intero ambito

caratterizzato fortemente dalla presenza del fiume Adige.

Le colture prevalenti dell'ambito di valle sono caratterizzate da una prevalenza di seminativo semplice (mais, cereali, prati stabili, foraggio) e da un percentuale minore di colture legnose, soprattutto vigneti e frutteti che costituiscono elemento di continuità con la prima fascia collinare.

Tali coltivazioni rappresentano elemento di forte caratterizzazione, non solo economica, del paesaggio dell'area, come nella zona di San Michele dell'Adige o di Mezzolombardo; la parte più vicina all'alveo del fiume Adige è invece interessata da formazioni discontinue di vegetazione ripariale e igrofila soggette a consistenti fenomeni di riduzione di superficie a causa di lavori di rettificazione e di riduzione delle fasce golenali.

Gli ambiti caratterizzati da una forte acclività sono interessate da vaste aree boscate composte da prevalenza di specie caducifoglie che, avendo una funzione prevalente di protezione idraulica dei versanti, sono spesso utilizzati anche per la produzione di legnatico.

Ecosistemi residuali sono invece rilevabili in ambito vallivo, così come anche evidenziato dal Piano Urbanistico Provinciale della Provincia Autonoma di Trento, rappresentando elementi paesaggistici di origine antropica e naturale, di notevole interesse, tra cui le Foci dell'Aviso, gli Stagni della Vel, i Laghetti e Lavini di Marco.

10.3 Strutture visive del paesaggio

Come introdotto nella descrizione metodologica del lavoro, l'analisi della caratteristiche percettive e degli ambiti visivi è effettuata al fine di determinare la qualità percettiva del contesto paesaggistico di riferimento, attraverso la determinazione delle condizioni e degli elementi di intervisibilità, ed eventualmente di impatto visivo, indotte dall'opera in progetto.

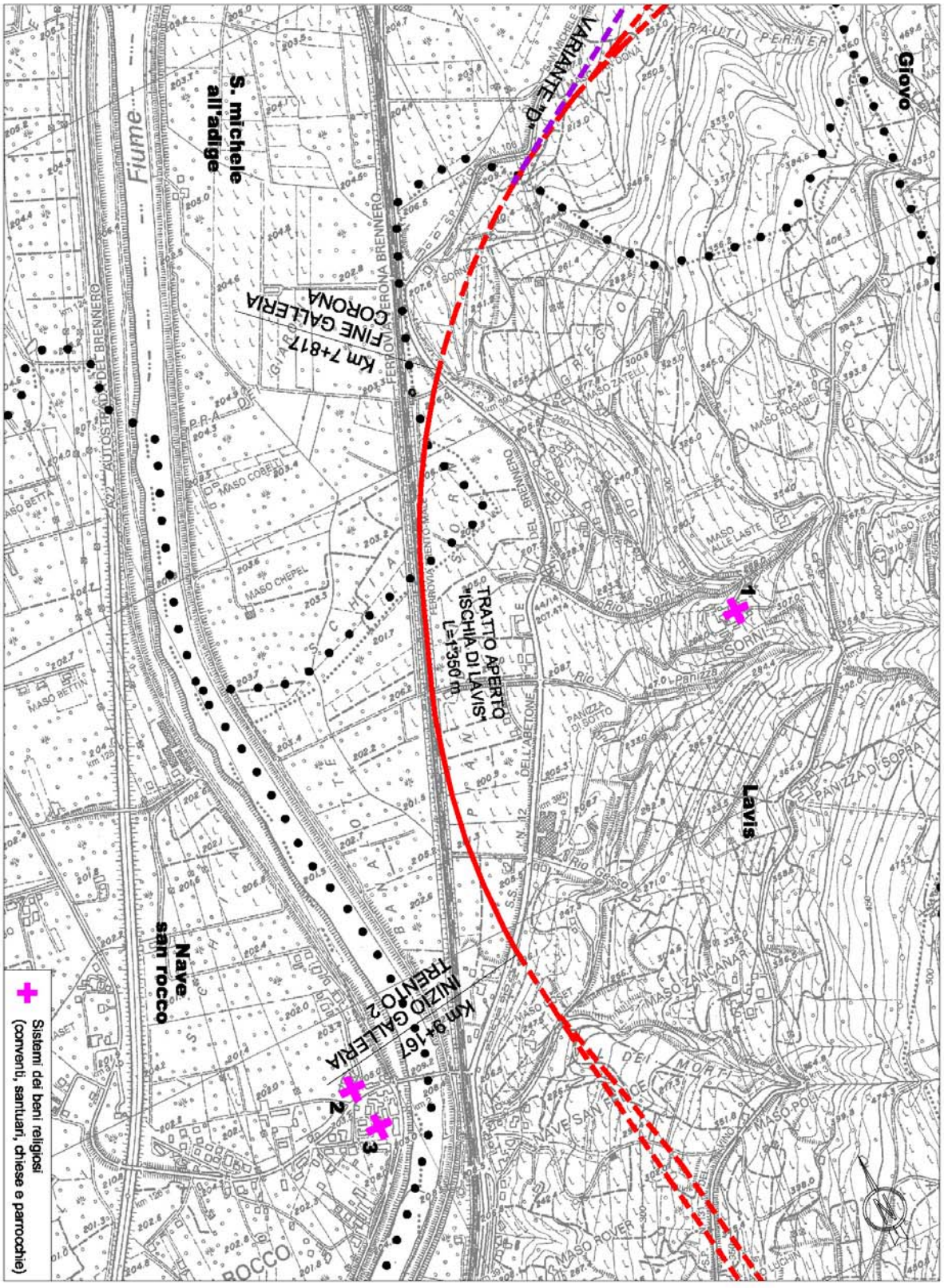
Il tracciato ricade nell'ampia valle atesina definita da alte quinte morfologiche e da incisioni vallive secondarie a sviluppo variabile e di ampiezza limitata. La presenza di emergenze paesaggistiche visive sia naturali, come il caratteristico sistema dei *dossi*, sia antropiche, come i castelli e i piccoli insediamenti di mezza costa, delimita un bacino percettivo a forte intervisibilità. La conformazione morfologica meno acclive e la maggiore strutturazione antropica dell'ambito vallivo e montano in riva destra del fiume Adige evidenzia, quindi come elementi di definizione dell'ambito percettivo, i crinali principali dei sistemi montuosi sopra descritti.

I tratti allo scoperto del tracciato di progetto si dividono tra il Lotto3-Tratta nord e il Lotto 3.

10.3.1 Tratti all'aperto del Progetto Preliminare del **LOTTO 3 Tratta Nord**

Il tratto all'aperto ISCHIA DI LAVIS ha inizio al Km 7+817 e termina al Km 9+167 per una lunghezza complessiva di 1350 metri ed interessa il comune di San Michele all'Adige e di Lavis. Soltanto la parte iniziale e terminale del tratto non è all'interno del sedime ferroviario. Le superfici che precedono l'ubicazioni degli imbocchi della galleria Corona a Nord e della galleria Trento 2 a Sud insistono su aree agricole che i Prg definiscono *"aree agricole di interesse primario"* e che pertanto il Pup sottopone a tutela ambientale.

L'ambito di fondovalle è ricompresso nel paesaggio agricolo ed è interessato dalla linea ferroviaria storica e dalla linea Trento Malè, chiuso tra la S.S. 12 e il corso dell'Adige. In località Sorni e Nave San Rocco, si evidenziano la Chiesa Dell'Assunzione, la Chiesa di S. Rocco Pellegrino, la Chiese dei SS. Fabiano e Sebastiano, siti che fanno parte del sistema dei beni religiosi e sono sottoposti a tutela come da tabella e stralcio planimetrico allegato.



Ubicazione siti di rilevanza culturale - Tratto all'aperto ISCHIA DI LAVIS

	N°	COMUNE	LOCALITA'	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE SITO	CODICE PUP	TIPOLOGIA TUTELA
TRATTO ALL'APERTO ISCHIA DI LAVIS	1	Lavis	Sorni	Bene di interesse culturale	Chiesa Dell'Assunzione	-	Bene sottoposto alla disposizione art. 12 DLGS 22/01/2004 N°42
	2	Nave San Rocco	Nave San Rocco	Bene di interesse culturale	Chiesa di S. Rocco Pellegrino	-	Bene sottoposto alla disposizione art. 12 DLGS 22/01/2004 N°42
	3	Nave San Rocco	Nave San Rocco	Bene di interesse culturale	Chiese dei SS. Fabiano e Sebastiano	-	Bene sottoposto alla disposizione art. 12 DLGS 22/01/2004 N°42

10.3.2 Tratti all'aperto del Progetto Preliminare **DEL LOTTO 3**

1. Tratto SCALO FILZI (L=2570)
2. Tratto ACQUAVIVA/BESENELLO (L=3674)
3. Tratto MARCO –Variante C- (L=3760)

Il tratto all'aperto SCALO FILZI ha inizio al Km 0+000 e termina al Km 2+570 e ricade nel comune di Trento. Nell'ambito non si riscontrano beni di interesse culturale e la superficie non è sottoposta a tutela ambientale.

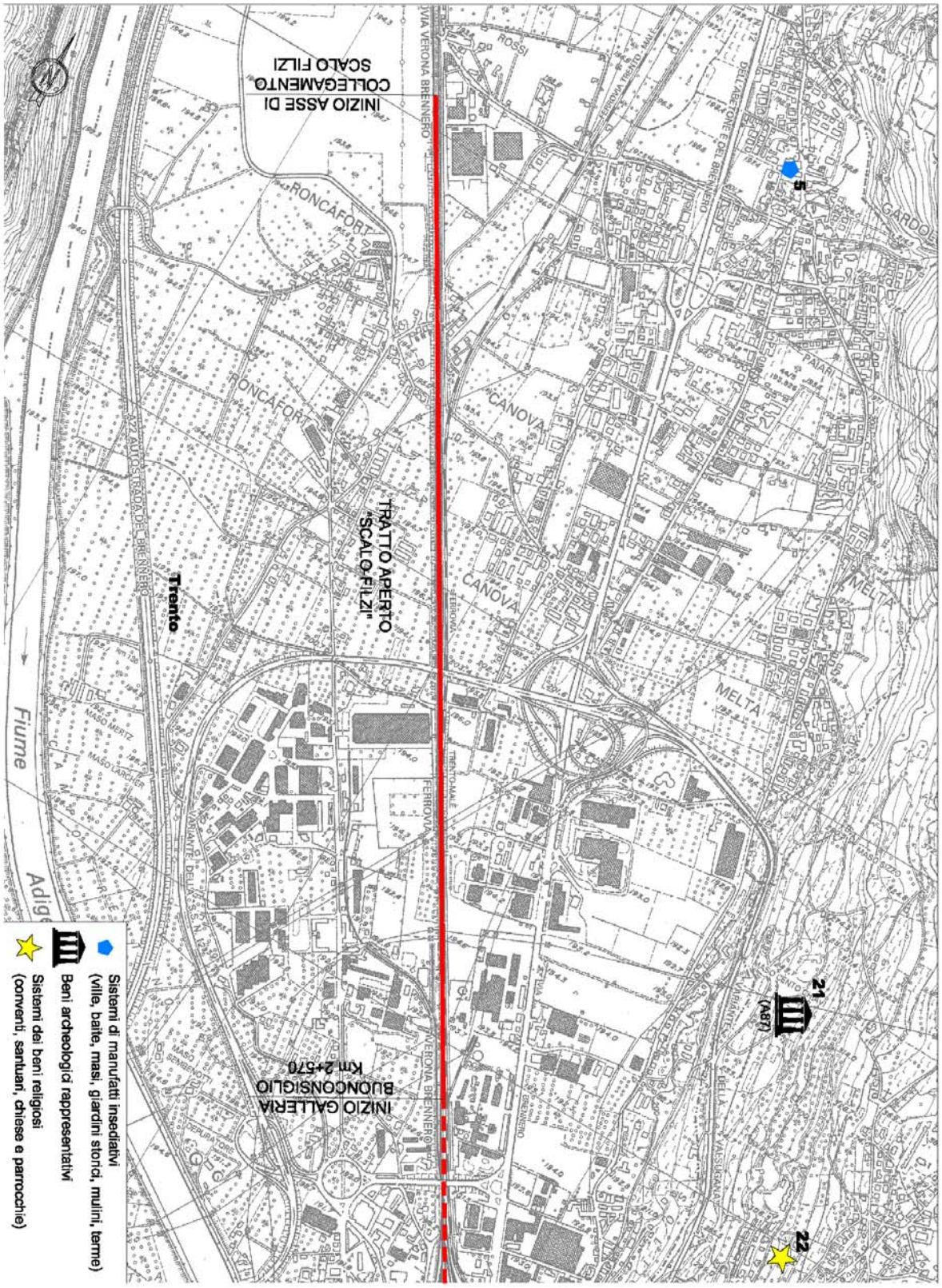
Da Prg l'area interessata dall'inserimento del tracciato ricade maggiormente in ZONA F3: Zone destinate al sistema ferroviario (nella fascia di pertinenza).

L'ambito di pianura è ricompresso nel paesaggio urbanizzato e precisamente nel sistema insediativo, chiuso tra la S.S. 12 e la A22.

Alcuni siti archeologici o manufatti insediativi segnalati dal Pup sono ubicati oltre la S.S. 12.

	N°	COMUNE	LOCALITA'	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE SITO	CODICE PUP	TIPOLOGIA TUTELA
TRATTO ALL'APERTO SCALO FILZI	5	Trento	Gardolo	Bene di interesse culturale	Palazzo Crivelli P. ED. 90/2 CC. Gardolo	-	Bene sottoposto alla disposizione art. 12 DLGS 22/01/2004 N°42
	21	Trento	Cognola-Riparogaban	Sito di interesse archeologico	Insediamento preistorico dal Mesolitico all'età del bronzo	21205001	Vincolato

	22	Trento	Martignano-Piazzina	Sito di interesse archeologico	Materiale sporadico di età Romana	20205052	Non Vincolato



Ubicazione siti di rilevanza culturale - Tratto all'aperto SCALO FILZI

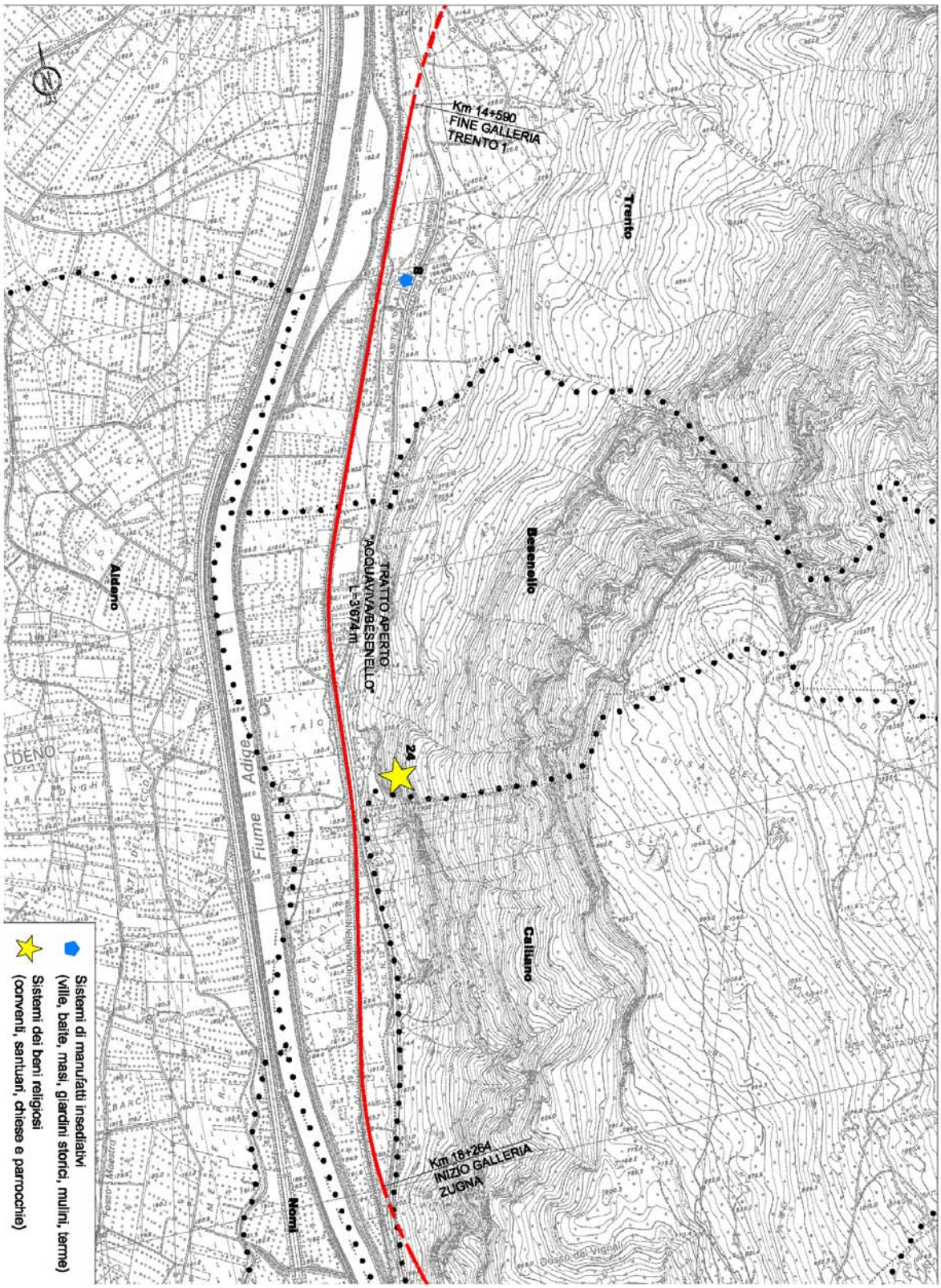
2. TRATTO ALL'APERTO ACQUAVIVA/BESENELLO

Il tratto all'aperto ACQUAVIVA/BESENELLO ha inizio al Km 14+590 e termina al Km 18+264. Ricade nel comune di Trento e di Besenello, in ambito di pianura ed è ricompresso nel paesaggio agricolo. L'intero tratto si affianca alla linea storica e pertanto si pone tra questa e la S.S. 12.

Nell'ambito si riscontrano i beni culturali della Villa Fogazzoro e Cappelletta della Madonna del Carmine e di un sito di interesse archeologico.

Soltanto la parte iniziale e terminale del tratto non è all'interno del sedime ferroviario. Le superfici che precedono l'ubicazioni degli imbocchi della galleria Trento 1 a Nord e della galleria Zugna a Sud insistono su aree agricole che i Prg definiscono *"aree agricole di interesse primario"* e che pertanto il Pup sottopone a tutela ambientale.

	N°	COMUNE	LOCALITA'	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE SITO	CODICE PUP	TIPOLOGIA TUTELA
TRATTO ALL'APERTO ACQUAVIVA/BESENELLO	8	Trento	Acquaviva	Bene di interesse culturale	Villa Fogazzoro e Cappelletta della Madonna del Carmine	-	Dichiarato di interesse culturale ai sensi del DLGS 22/01/2004 N°42
	24	Besenello	Acquaviva	Sito di interesse archeologico	Attività fusoria del periodo Eneolitico	20013006	Non Vincolato



Ubicazione siti di rilevanza culturale - Tratto all'aperto ACQUAVIVA – BESENELLO

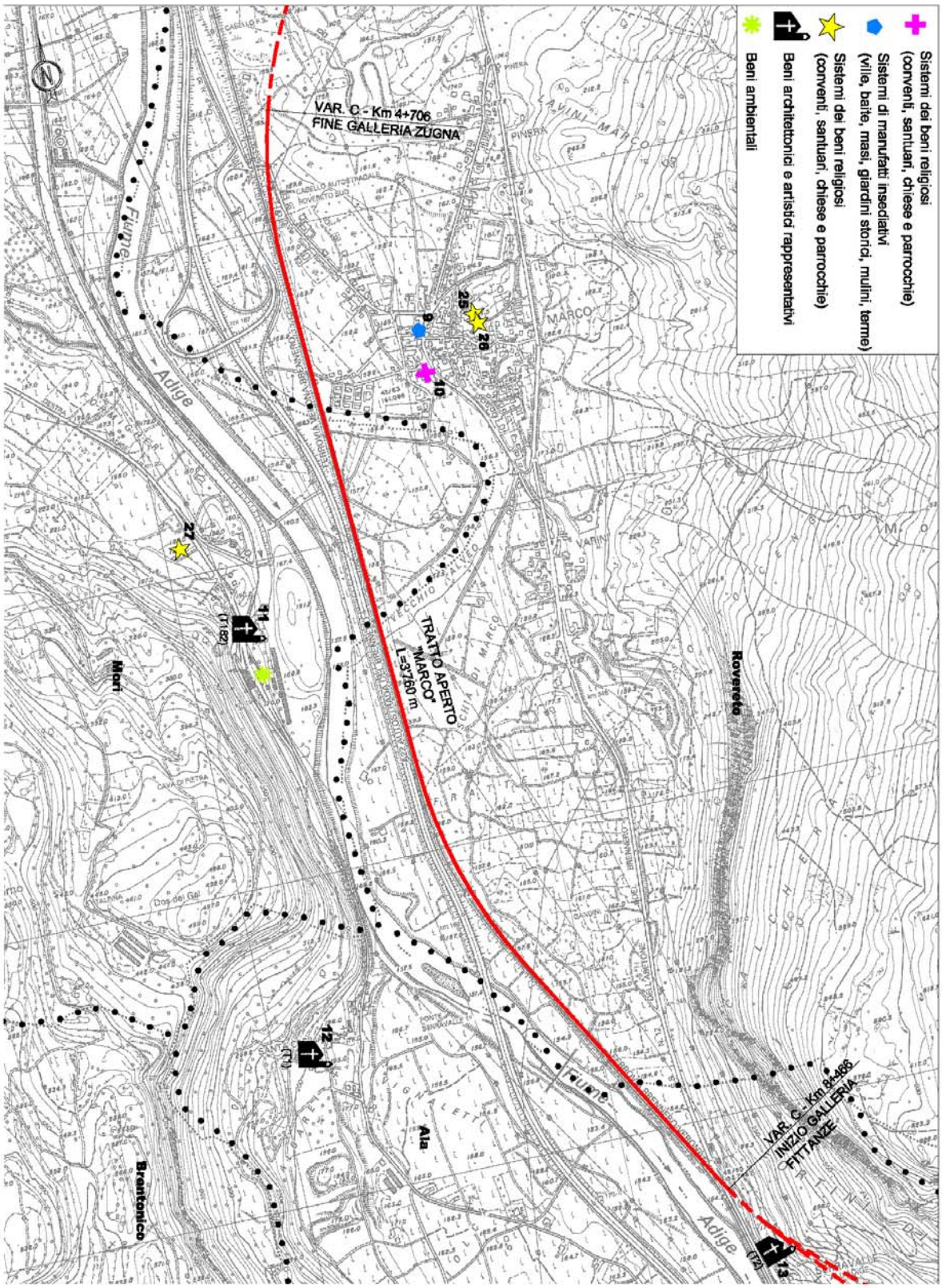
3. TRATTO ALL'APERTO VARIANTE "C" MARCO

Il tratto all'aperto MARCO ha inizio al Km 4+706 e termina al Km 8+466 per una lunghezza complessiva di 3760 metri ed interessa il comune di Rovereto.

Soltanto la parte iniziale del tratto non è all'interno del sedime ferroviario, infatti in prossimità dell'imbocco della galleria Zugna al km 4+706 circa, il tracciato devia prima di portarsi in sotterraneo verso nord-est interessando aree che il Prg definisce *"produttiva artigianale*".

L'ambito di fondovalle è ricompresso nel paesaggio agricolo ad eccezione dell'area interessata dall'imbocco della Zugna che insiste sul sistema urbanizzato.

In località Marco si evidenziano dei Siti di interesse archeologico non vincolati e dei manufatti di rilevanza culturale.



Ubicazione siti di rilevanza culturale - Tratto all'aperto MARCO

	N°	COMUNE	LOCALITA'	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE SITO	CODICE PUP	TIPOLOGIA TUTELA
TRATTO ALL'APERTO MARCO	25	Rovereto	Marco-Rischie-Griffa	Sito di interesse archeologico	Necropoli Romana	20161008	Non Vincolato
	26	Rovereto	Marco-Saline-chiusura	Sito di interesse archeologico	Necropoli Romana	20161011	Non Vincolato
	27	Mori	Tierno-Castello	Sito di interesse archeologico	Insediamento dell'età del bronzo e del ferro	20123016	Non Vincolato
	9	Rovereto	Marco	Bene di interesse culturale	Casa P. ED. 16/4 CC. Marco	-	Dichiarato di interesse culturale ai sensi del DLGS 22/01/2004 N°42
	10	Rovereto	Marco	Bene di interesse culturale	Chiesa di S. Marco evangelista	-	Bene sottoposto alla disposizione art. 12 DLGS 22/01/2004 N°42
	11	Mori	Tierno-Castello	Bene di interesse culturale	Centrale idroelettrica di Mori	-	Dichiarato di interesse culturale ai sensi del DLGS 22/01/2004 N°42
	12	Mori	S. Cecilia	Bene di interesse culturale	Chiesa di S. Cecilia	-	Bene sottoposto alla disposizione art. 12 DLGS 22/01/2004 N°42
	13	Ala	Serravalle all'Adige	Bene di interesse culturale	Castello di Serravalle	-	Bene sottoposto alla disposizione art. 12 DLGS 22/01/2004 N°42

10.4 Rapporto opera – componente paesaggio: interferenze e mitigazioni

Nella definizione dei potenziali effetti indotti dal tracciato oggetto del S.I.A. sulla componente Paesaggio, si sono specificatamente considerate le caratteristiche progettuali del punto di vista dell'andamento planimetrico e delle tipologie dell'opera.

L'analisi effettuata sulla particolare conformazione dell'assetto paesaggistico dell'ambito di inserimento permette di evidenziare come, l'assenza di inserimenti di tratti in viadotto e di ponti per l'attraversamento del fiume Adige non vada ad influire

sulla particolare sensibilità paesaggistica di alcuni ambiti.

Tutti i tratti allo scoperto si affiancano a presenze infrastrutturali ormai connotate nel tempo nelle aree stesse e soprattutto la fascia di suolo occupata dal nuovo tracciato è nel maggior parte già di pertinenza ferroviaria: pertanto il tracciato con la scelta di passare in galleria, rilega i suoi effetti di interferenza ai soli tratti interessati agli imbocchi.

Le particolari valenze paesaggistiche, prevalentemente di carattere agricolo – forestale, dei tratti in corrispondenza di questi manufatti evidenziano la necessità di prevedere interventi mirati di mitigazione e ripristino dell'ambito attraversato.

La vegetazione, in tali particolari contesti assume quindi, intesa come elemento formale di un'unità paesaggistica significativa, il ruolo di elemento di riferimento del contesto paesaggistico, nella predisposizione di tali interventi.

Va sottolineato che la progettazione degli interventi di inserimento paesaggistico-ambientale correlati alla realizzazione della linea di progetto si pone quale momento fondamentale per procedere alla riqualificazione delle caratteristiche paesaggistico-ambientali dell'ambito nel quale si interviene e alla valorizzazione degli elementi peculiari.

Le sistemazioni ambientali si fondano sulla individuazione di opere di "restauro" che consentano il recupero delle aree interessate dalla realizzazione del progetto e la valorizzazione degli elementi che con esso si vengono a creare. L'obiettivo è quello di ricreare la continuità dei segni e delle visuali preesistenti alla realizzazione dell'intervento e di conferire un valore paesaggistico agli elementi del progetto.

L'utilizzo degli impianti a verde non ha solo il fine di offrire una riqualificazione di tipo estetico-percettiva ma ha nello stesso tempo il compito di operare la ricostruzione degli elementi a valenza naturale.

Tale forma di intervento si inserisce nella logica del "recupero ambientale" che comprende tutti quegli interventi rivolti a favorire la ripresa spontanea della vegetazione autoctona. Si vuole favorire l'innesco di processi evolutivi al fine di valorizzare la potenzialità del sistema naturale mediante interventi coerenti con la vegetazione esistente. L'obiettivo è quello di ricomporre l'unità paesaggistica, percettiva ma soprattutto strutturale del sistema naturale .

La vegetazione svolge, pertanto un ruolo determinante nella qualificazione delle peculiarità paesaggistiche del sito di intervento.

A fronte delle analisi paesaggistica effettuata, di appositi studi architettonici-paesaggistici e delle analisi vegetazionali sono stati adottati opportuni interventi di

mitigazione già in questa fase di progettazione preliminare, che vengono dettagliati per ogni tratto allo scoperto nell'Allegato n.6 "Planimetria degli interventi di mitigazione" nel Quadro di Riferimento Progettuale.

Nell'ambito interessato dal tratto allo scoperto di ISCHIA DI LAVIS, le aree di risulta tra il nuovo tracciato ferroviario ad alta capacità e quello storico rappresentano occasioni per il paesaggio agricolo e va evitato che la marginalità di questi spazi generi una ulteriore perdita di suoli fertili. Sono previste quinte arboree come schermatura per i nuclei abitati di Sorni e Nave San Rocco, anche se i fronti edificati sono distanti dal tracciato ferroviario. Le specie arboree utilizzate saranno: Acero campestre (acero), Quercus robur (farnia), Carpinus betulus (carpino bianco) e Ulmus minor (olmo).
A nord di Sorni in prossimità del ciglione boscato dove è previsto l'imbocco in galleria avviene l'intersezione con la S.S. 12 che si manterrà in superficie, mentre il tracciato si abbassa portandosi in trincea. Qui la sistemazione a verde del tratto di galleria artificiale potrebbe coniugarsi con i lavori stradali portando all'adozione di alcune sistemazioni di larga scala con una appropriata fascia verde nell'ambito boschivo atta ad assicurare la permanenza del corridoio ambientale della piana golenale dell'Adige e quindi a garantire la presenza di un fattore di biodiversità adeguato. Per i dettagli si rimanda alla Carta degli interventi di mitigazione Tavola 3 di 6 - Allegato 6 al Quadro di riferimento Progettuale.
Nel tratto all'aperto di Acquaviva – Besenello fondamentalmente gli interventi si riconducono a quelli previsti all'imbocco della galleria Zugna e a quelli previsti in prossimità dello svincolo della S.S.12. All'imbocco la sistemazione a verde del tratto in artificiale prevede l'inserimento di specie arbustive quali Viburnum opulus (viburno), Euonymus europea (evonimo), Corylus avellana (nocciolo) Crataegus monogyna (biancospino), Cornus sanguinea (sanguinella); per lo spazio compreso tra il tratto in artificiale e la strada invece è prevista una ricucitura del mantello boschivo con l'impianto di specie arboree. Per i dettagli si rimanda alla Carta degli interventi di mitigazione Tavola 3 di 6 - Allegato 6 al Quadro di riferimento Progettuale.
In prossimità del tratto allo scoperto di Marco gli interventi da adottare sono:

- Sistemazione a verde dell'imbocco della galleria naturale Zugna
- Sistemazione a verde dei tratti in galleria artificiale Zugna
- Ripristino dello stato ante operam dell'Habitat del Sic IT 3120080 Laghetti di Marco
- Ripristino agricolo della galleria artificiale

- Ripristino agricolo delle aree di cantiere
- Quinta arborea per schermatura dall'edificato più periferico dell'abitato di Marco
- Siepe di raccordo in prossimità dell'imbocco galleria Fittanze.

Il tratto posto tra l'abitato di Marco e il casello autostradale Rovereto Sud potrebbe essere interessato dall'adozione del "tunnel architettonico come da dettagli riportati nello Studio architettonico allegato al progetto e nella tavola degli interventi di mitigazione.

10.5 Interferenze e mitigazioni in fase di costruzione

Le interferenze legate alla fase di costruzione dell'opera, sono correlabili ai seguenti eventuali fattori di criticità indotti:

- Alterazione del contesto paesaggistico/visuale
- Danno a elementi di interesse storico-testimoniale
- Interferenza con vincoli esistenti

Le aree di cantiere previste per la realizzazione dei lavori ricadono prevalentemente in ambiti a valenza agricola.

Non si rilevano interferenze legate alla presenza di vincoli o di manufatti storici.

Le problematiche indotte sul tale componente sono relative all'alterazione delle condizioni di visualità e della qualità dei siti, per le quali si prevedono idonee misure in corso d'opera, tali da ridurre eventuali situazioni di criticità.

Sarà infatti possibile, per le aree di cantiere situate in prossimità di aree fruibili dalla popolazione, predisporre pannellature piene di tipo opaco che risultino di qualità visiva. I pannelli verranno realizzati in maniera tale da garantire il montaggio di pennellature trattate graficamente ed informative circa la presentazione e l'andamento dei lavori.

Bibliografia:

Turri E, Ruffo S (1997) "L'Adige. Il fiume, gli uomini, la storia" Cierre ed.

M.C. Zerbi (1994) "Il paesaggio tra ricerca e progetto", Giappichelli ed. (Paesaggio,Aspetti socio-culturali-Congressi-Trento 1993)

Piva, Raffaella (1998) "Trento, Rovereto e la Val d'Adige"

"Piano Territoriale Provinciale di Verona. Progetto Preliminare", 2002

"Piano Urbanistico Provinciale", Provincia Autonoma di Trento, Variante 2001