COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

PROGETTAZIONE:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

U.O. AMBIENTE E ARCHEOLOGIA

PROGETTO PRELIMINARE

NUOVA LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE
TRATTA PORTOGRUARO – RONCHI

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

RELAZIONE GENERALE

SCALA: -

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
L346	00	R	22	RG	SA0000A	001	A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F.Ventura S.Martorana	Novembre 2010	G.Dajelli V. Morelli	Novembre 2010	D.Fochesato	Novembre 2010	A.Martino	Novembre 2010

File: L34600R22RGSA000A001A.doc		n. Elab.: 01

ITALFERR S.p.A. Dr. Arch. Antonello Martino Ordine Architetti Roma n. 10485

Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

INDICE

PARTE A - INQUADRAMENTO METODOLOGICO 11

1 PREMESSA 11

1.1 IMPIANTO METODOLOGICO 11

1.2 INDIVIDUAZIONE DELLE COMPONENTI/ASPETTI AMBIENTALI 12

1.3 DEFINIZIONE DELL'AREA DI INFLUENZA POTENZIALE 13

1.4 METODOLOGIA E CRITERI PER LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI 14

1.4.1 La fase di analisi 14

1.4.2 La fase di valutazione 15

1.5 DOCUMENTI ALLEGATI 16

PARTE B - CARATTERI DEL TERRITORIO ED INTERFERENZE DI PROGETTO 21

2 ATMOSFERA 21

2.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI 21

2.2 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 23

2.2.1 Le condizioni meteoclimatiche del Friuli Venezia Giulia 23

2.2.2 Le condizioni meteoclimatiche del Veneto 26

2.2.3 La qualità dell'aria 29

2.3 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 43

2.4 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 43

3 AMBIENTE IDRICO – ACQUE SUPERFICIALI 44

3.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI 44

3.2 METODOLOGIA DI LAVORO 47

3.3 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 48

3.3.1 La rete idrica superficiale 48

3.3.2 Aspetti climatologici e regime termo-pluviometrico 62

3.3.3 Il quadro pianificatorio adottato dalle Autorità di Bacino competenti 66

3.3.4 Criteri di pericolosità adottati dai Piani di Assetto Idrogeologico 68

3.3.5 La qualità delle acque superficiali 76

3.3.6 Analisi degli attraversamenti fluviali principali 90

3.3.7 Descrizione delle singole situazioni principali 90

3.3.8 Analisi attraversamenti secondari 91

3.4 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 92

3.5 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 92

4 SUOLO E SOTTOSUOLO 93

4.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI 93

4.2 METODOLOGIA PER LO SVOLGIMENTO DEL LAVORO 95

4.2.1 Descrizione dello stato attuale 96

4.2.2 Caratteri idrogeologici dell'area 127

4.2.3 Qualita' delle Acque Sotterranee 130

4.2.4 Fenomeni di intrusione salina 135

4.2.5 Cenni sulla subsidenza dell'area di pianura veneto-friulana 137

4.2.6 La vulnerabilità idrogeologica 138

4.3 ANALISI GEOLOGICA DELL'AREA DI TRACCIATO 139

4.4 SUCCESSIONE STRATIGRAFICA RICONOSCIUTA 139

4.4.1 Depositi Alluvionali Antichi (6) 139

4.4.2 Depositi Alluvionali Recenti (5) 140

4.4.3 Depositi Alluvionali dei Paleoalvei (4) 141

4.4.4 Unità Ubiquitarie (3) 141

4.4.5 Depositi Alluvionali Attuali (2) 142

4.4.6 Riporto Antropico (1) 142

4.4.7 Caratteristiche geologico-tecniche 144

4.4.8 Unità Idrogeologiche individuate 144

4.5 ANALISI DEL TRACCIATO 146

4.6 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 156

4.6.1 Interferenza con aree costituite da terreni a scadenti caratteristiche geotecniche 156

4.6.2 Sviluppo opera in aree soggette a subsidenza naturale e artificiale 156

4.6.3 Attraversamento di aree di ricarica idrogeologica 157

4.6.4 Valutazione delle interferenze con l'elettrodotto 157

4.7 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 171

5 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA 172

5.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI 172

5.2 METODOLOGIA DI LAVORO 174

5.3 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 175

5.3.1 Caratterizzazione geografico-amministrativa 175

5.3.2 Caratterizzazione bioclimatica 176

5.3.3 Lineamenti vegetazionali e contesto faunistico 176

5.3.4 Aree naturali protette e Rete Natura 2000 177

5.3.5 Analisi del corridoio di studio 186

5.4 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 208

5.4.1 Aspetti metodologici 208

5.4.2 Le tipologie di interfer enza 210

5.4.3 Analisi delle interferenze lungo il tracciato ferroviario 215

5.4.4 Analisi delle interferenze dell'elettrodotto 218

5.5 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 218

6 ECOSISTEMI 219

6.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI 219

6.2 METODOLOGIA DI LAVORO 220

6.3 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 222

6.3.1 Struttura e maturità degli ecosistemi 222

6.3.2 Le unità ecosistemiche 224

6.4 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 228

6.4.1 Aspetti metodologici 228

6.4.2 Analisi delle interferenze lungo il tracciato ferroviario 230

6.5 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 233

7 ANALISI DI INCIDENZA 234

7.1 RIFERIMENTI NORMATIVI 234

7.2 METODOLOGIA DI LAVORO 235

7.3 SIC FIUMI REGHENA E LEMENE: CANALE TAGLIO E ROGGE LIMITROFE. CAVE DI CINTO CAOMAGGIORE ... 240

7.3.1 Descrizione del progetto 240

7.3.2 Descrizione generale del sito 242

7.3.3 Valutazione della significatività delle incidenze 246

7.3.4 Esito dello Screening 251

8 RUMORE 252

8.1 RIFERIMENTI NORMATIVI 252

8.2 METODOLOGIA DI LAVORO 253

8.2.1 Analisi acustica del territorio interessato dal progetto e individuazione dei ricettori sensibili 253

8.2.2 Indicatori di rumore 253

8.2.3 Individuazione dei livelli sonori di riferimento 254

8.2.4 Modellazione acustica e del territorio 255

8.2.5 Caratterizzazione del clima acustico post operam e post mitigazione 256

8.2.6 Caratterizzazione del clima acustico in fase di cantierizzazione 256

8.3 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 256

8.3.1 Censimento dei ricettori 256

8.3.2 Infrastrutture concorsuali 257

8.4 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 258

8.4.1 Analisi della sorgente acustica 258

8.4.2 Modello di simulazione acustica 260

8.4.3 Output di simulazione 262

8.4.4 Analisi del clima acustico post operam 263

8.4.5 Analisi del clima acustico post mitigazione 264

8.5 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 268

9 VIBRAZIONI 269

9.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI 269

9.2 MEDOLOGIA DI LAVORO 270

9.2.1 Definizione del caso di studio 271

9.3 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 271

9.3.1 Caratteristiche elastiche del terreno 271

9.3.2 Frequenze di interesse 272

9.3.3 Definizione della sorgente 272

9.4 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 274

9.4.1 Propagazione negli edifici e definizione del campo ai ricettori 274

9.4.2 Dominio di calcolo e relativa discretizzazione 274

9.4.3 Livello totale di accelerazione e ponderazione 275

9.4.4 Valori limite 276

9.4.5 Effetti della localizzazione della sorgente e della profondità del piano di indagine 321

9.4.6 Ricettori sensibili 322

9.5 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 323

10 CAMPI ELETTROMAGNETICI 324

10.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI 324

10.2 METODOLOGIA DI LAVORO 326
10.3 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 326
10.3.1 Metodologia di calcolo del campo elettromagnetico 326
10.4 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 330
10.4.1 Determinazione delle fasce di rispetto/dpa 330
10.5 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 331
11 PAESAGGIO 332
11.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI 332
11.1.1 Vincoli agenti sulle aree interessate dal progetto 333
11.2 METODOLOGIA DI LAVORO 333
11.3 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 335
11.3.1 Struttura del paesaggio 335
11.3.2 Condizioni percettive 353
11.3.3 I livelli di tutela operanti sul contesto paesaggistico e nelle aree interessate dall'intervento 354
11.3.4 Regione Veneto 354
11.3.5 Regione Friuli Venezia Giulia 357
11.4 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 366
11.4.1 Previsione degli effetti 366
11.4.2 Misure di mitigazione 378
11.5 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 382
12 ARCHEOLOGIA 383
12.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI 383
12.2 METODOLOGIA DI LAVORO 383
12.3 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 384
12.3.1 Inquadramento storico del territorio 384
12.4 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 389

12.5 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 389

PARTE C – LE RICADUTE DELLA FASE DI CANTIERE SUGLI ASPETTI AMBIENTALI 391

13 ATMOSFERA 391

13.1 CARATTERISTICHE DELL'ASPETTO AMBIENTALE 391

13.1.1 Metodologia di lavoro 392

13.1.2 Il modello di simulazione ISC3 393

13.2 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 395

13.2.1 Le sorgenti della fase di costruzione ed per le aree per la cantierizzazione 396

13.2.2 Livelli di emissione del cantiere 396

13.2.3 Misure per il contenimento delle emissioni di polveri 405

13.3 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 406

14 AMBIENTE IDRICO – SUOLO E SOTTOSUOLO 406

14.1 CARATTERISTICHE DELL'ASPETTO AMBIENTALE 406

14.2 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 407

14.2.1 Attraversamento aree di esondazione periodica ed alvei 407

14.2.2 Rischio di inquinamento per sversamenti accidentali 407

14.2.3 Possibili alterazioni dei caratteri morfologici locali 409

14.2.4 Aree ad elevata vulnerabilità idrogeologica 409

14.3 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 410

15 VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI 410

15.1 CARATTERISTICHE DELL'ASPETTO AMBIENTALE 410

15.3 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 413

16 RUMORE 413

16.1 CARATTERISTICHE DELL'ASPETTO AMBIENTALE 413

16.1.1 Premessa 413

16.1.2 Riferimenti normativi 414

16.2 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 414
16.2.1 Analisi delle possibili fonti di inquinamento 414
16.2.2 Individuazione dei livelli acustici prodotti 415
16.2.3 Interventi di mitigazione e/o accorgimenti progettuali 424
16.3 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 426
17 VIBRAZIONI 427
17.1 CARATTERISTICHE DELL'ASPETTO AMBIENTALE 427
17.1.1 Riferimenti normativi 427
17.1.2 Definizione del caso di studio 427
17.1.3 Metodo di analisi 435
17.1.4 Propagazione negli edifici e definizione del campo ai ricettori 436
17.1.5 Dominio di calcolo e relativa discretizzazione 436
17.1.6 Livello totale di accelerazione e ponderazione 436
17.1.7 Valori limite 437
17.2 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 438
17.2.1 Macro-litologia 1 438
17.2.2 Macro-litologia 2 442
17.2.3 Ricettori sensibili 446
17.3 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 447
18 PAESAGGIO 447
18.1 CARATTERISTICHE DELL'ASPETTO AMBIENTALE 447
18.2 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 448
18.3 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 449
19 ARCHEOLOGIA 450
19.1 CARATTERISTICHE DELL'ASPETTO AMBIENTALE 450
19.1.1 I vincoli archeologici 450

19.2 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE 451

19.3 PERCEZIONE DEGLI STAKEHOLDER 457

PARTE D - SINTESI DELLE PRINCIPALI PROBLEMATICHE ED EFFETTI SULL'AMBIENTE E SULLE POPOLAZIONI RESIDENTI 458

20 RICADUTE DELL'OPERA SULLA SALUTE PUBBLICA 458

20.1 PREMESSA 458

20.2 ATMOSFERA 459

20.3 SUOLO ED ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE 464

20.4 RUMORE 464

20.5 VIBRAZIONI 467

20.6 CAMPI ELETTROMAGNETICI 467

21 SINTESI DELLE PROBLEMATICHE AMBIENTALI 468

21.1 INTRODUZIONE 468

21.2 SCHEDE DI SINTESI 470

22 CONCLUSIONI E VALUTAZIONE DELLA SIGNIFICATIVITA' 476

23 BIBLIOGRAFIA 478

PARTE A - INQUADRAMENTO METODOLOGICO

1 PREMESSA

1.1 Impianto metodologico

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

La linea metodologica seguita nel presente Studio di Impatto Ambientale è stata quella di effettuare un'analisi delle singole componenti ambientali individuate dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e dal D.P.C.M. 27/12/1988 integrate, cosi come illustrato nell'introduzione al Quadro di Riferimento Programmatico, con i fattori ambientali previsti nell'ambito del Sistema di Gestione Ambientale (SGA).

Nella seguente tabella si riporta la corrispondenza tra le componenti ambientali previste dalla normativa sugli studi di impatto ambientale e gli aspetti ambientali previsti nello SGA.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE **Argomenti e Componenti**		**SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE** **Aspetti Ambientali significativi**
Quadro di riferimento Ambientale	✓ Componente atmosfera	✓ Emissioni in atmosfera
	✓ Componente Ambiente idrico	✓ Acque
	✓ Componente Suolo e sottosuolo	✓ Suolo e sottosuolo
	✓ Componente Vegetazione, flora, fauna ✓ Componente ecosistemi	✓ Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi
	✓ Componente rumore	✓ Rumore
	✓ Componente vibrazioni	✓ Vibrazioni
	✓ Componente Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	✓ Componente Radiazioni ionizzanti
	✓ Componente salute pubblica	✓ Sistema antropico
	✓ Componente paesaggio	✓ Morfologia del paesaggio e visualità ✓ Beni storici e architettonici ✓ Archeologia

Inoltre, all'interno della relazione si scelto di trattare in sezioni differenziate le problematiche relative alla fase di esercizio da quelle relative alla fase di cantiere.

Nell'ambito della trattazione di ciascuna componente ambientale, l'approccio metodologico seguito ha previsto, dapprima, una definizione del quadro normativo di riferimento; ha fatto seguito una descrizione dei livelli di qualità

ante operam (preesistenti alla realizzazione dell'intervento) ed i fenomeni di degrado delle risorse (eventualmente in atto).

Nella fase di valutazione, il confronto tra le peculiarità dell'ambiente e le caratteristiche dell'opera in progetto, ha consentito di individuare gli impatti/interferenze, effettuandone anche una stima qualitativa e/o quantitativa.

In conclusione, sono state individuate le aree problema o aree critiche in cui prevedere idonei interventi di mitigazione per il contenimento degli impatti entro i limiti normativi e di accettabilità.

1.2 Individuazione delle componenti/aspetti ambientali

Di seguito si riporta l'elenco delle componenti ed aspetti ambientali trattati nel dettaglio nel presente Quadro di Riferimento Ambientale.

Atmosfera: le analisi riguardanti questo aspetto ambientale e le eventuali criticità per l'inquinamento prodotto, nel caso dei realizzazione di una linea ferroviaria, hanno specificatamente riguardato la fase di cantiere.

Ambiente idrico: nell'aspetto ambientale sono analizzati lo stato attuale e le eventuali criticità del progetto del progetto, in relazione alle acque superficiali e a quelle sotterranee. Le analisi vengono svolte in fase di esercizio e in fase di cantiere.

Suolo e sottosuolo: nell'aspetto ambientale sono analizzate le caratteristiche e le eventuali criticità del progetto in relazione all'assetto geologico e geomorfologico dell'area. Le analisi vengono svolte per la fase di esercizio e per quella di Cantiere.

Vegetazione, flora, fauna: nell'aspetto ambientale sono analizzate l'interferenza del progetto in particolare con la vegetazione in ambito agricolo.

Ecosistemi: nell'aspetto ambientale sono analizzate le ricadute del progetto sugli ecosistemi ed in articolare sulla connettività ecologica.

Rumore: nell'aspetto ambientale sono analizzate le eventuali criticità in relazione all'inquinamento acustico in fase di esercizio e in fase di cantiere.

Vibrazioni: nell'aspetto ambientale sono analizzate le eventuali criticità in relazione alla presenza di vibrazioni sia in fase di esercizio che in fase di cantiere.

Paesaggio morfologia e visualità: nell'aspetto ambientale è analizzata l'interferenza del tracciato di progetto con il paesaggio con particolare riferimento alla modifica delle visuali di pregio. In considerazione delle caratteristiche del territorio e della tipologia delle opere si ritiene di sviluppare le analisi per la solo fase di esercizio.

Beni storici e architettonici: nell'aspetto ambientale sono analizzate le eventuali criticità in relazione alle possibili interferenze del tracciato con beni storico testimoniali..

Archeologia: ai sensi degli articoli 95 e 96 del Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE" (G.U. n. 100 del 2 maggio 2006), è stato redatto lo Studio Archeologico. In particolare, sono state descritte ed analizzate le problematiche archeologiche al fine di evidenziare in base alla combinazione tra le evidenze archeologiche rilevate sul territorio e la tipologia del tracciato i tratti a maggiore rischio di interferenza con beni archeologici. Nel

presente SIA sono riportati i principali elementi del citato studio, e le relative conclusioni. Le analisi sono articolare in relazione alla fase di esercizio ed alla fase di cantiere.

Campi elettromagnetici: le analisi riguardanti questo aspetto ambientale, hanno specificatamente riguardato la fase di esercizio.

Salute pubblica: Nell'aspetto sono analizzate le ricadute dell'opera sulla salute ed il benessere delle popolazioni residenti. Per le particolari caratteristiche di questa componente che riassume gli effetti prodotti dall'alterazione degli inquinanti di aria, suolo e acqua, la sua trattazione è riportata in una sede a valle dell'esame delle componenti succitate.

1.3 Definizione dell'area di influenza potenziale

La definizione dell'area di influenza potenziale di un'opera è funzione della correlazione tra le caratteristiche generali dell'area di inserimento e le potenziali interferenze ambientali.

All'interno dell'area vasta è stata quindi identificata una fascia (corridoio) entro cui approfondire le indagini in relazione alle interferenze potenziali tra progetto ed ambiente ed alle caratteristiche peculiari dello stesso.

Tale ambito rappresenta l'area "massima" di interrelazione tra le opere di progetto e le componenti abiotiche, biotiche ed antropiche dell'ambiente.

La definizione di tale area è stata concepita come prodotto del rapporto tra le caratteristiche del territorio, inteso nelle sue componenti ambientali, insediative e relazionali, e quelle dell'opera oggetto del presente studio.Obiettivo di questa fase di lavoro risiede, pertanto, nell'individuazione del corridoio di studio, inteso come porzione di territorio interessata dall'opera.

Sulla base delle indicazioni di carattere tecnico-scientifico fornite dagli esperti ed alla luce delle problematiche ambientali emerse in sede di impostazione dello studio di impatto ambientale, si è assunta come area d'influenza potenziale una fascia in asse al tracciato la cui ampiezza è di circa 1 Km, costituendo un margine sufficiente per rilevare le possibili interferenze tra l'opera ed i principali ricettori di impatto.

La dimensione di tale area, tuttavia, non è stata assunta come costante, in quanto derivante dalla rigida applicazione di un parametro dimensionale predefinito; al contrario, è stata assunta la scelta di adottare una dimensione del corridoio di studio variabile per ottenere, in fase di lettura del territorio, una migliore è più realistica rappresentazione del contesto territoriale attraversato dalla infrastruttura in esame.

In generale, il tracciato di una struttura lineare, comporta lo studio di una porzione di territorio non facilmente determinabile direttamente.

Infatti, l'influenza della infrastruttura non si limita al solo contorno immediato, ovvero ad una fascia di larghezza costante, ma si allarga fino ad un corridoio la cui larghezza potrebbe, in alcuni punti, comprendere aree che apparentemente non sembrano essere direttamente connesse al tracciato.

Il criterio generale per la definizione dell'ambito di studio è stato ricercato nella individuazione del rapporto tra le caratteristiche del territorio, nelle sue componenti ambientali, insediative e relazionali, e quelle dell'opera oggetto di studio.

In particolare, i criteri in base ai quali è stata operata l'individuazione dell'ambito di studio sono stati individuati principalmente in:

- conformazione orografica dei corsi d'acqua e valli principali;
- articolazione morfologica della maglia agraria
- configurazione della armatura viaria.
- confini comunali

La adozione di questa scelta ha consentito quindi di calare l'infrastruttura nel territorio, legandola così non solo ai singoli elementi direttamente interessati dal suo tracciato ma anche ai sistemi territoriali, .raccogliendo una serie di informazioni eterogenee.

Le analisi relative alla verifica dell'influenza dovuta al "rumore", in accordo alle indicazioni della normativa, sono state sviluppate all'interno delle due fasce di pertinenza acustica di 250 m e 500 m , rispettivamente per i ricettori residenziali e per quelli sensibili.

1.4 Metodologia e criteri per la valutazione degli impatti

L'analisi e la stima dei potenziali impatti sull'ambiente, prodotti dal progetto, sono stati sviluppati secondo un processo che prevede due momenti distinti:

1. la fase di analisi;
2. la fase di valutazione.

1.4.1 La fase di analisi

1.4.1.1 Fase di scoping

In questa fase viene ricostruito il quadro informativo per l'identificazione di Azioni di progetto e Fattori di impatto: individuazione delle attività e/o delle fasi del progetto che potenzialmente producono impatti sulle componenti ambientali.

1.4.1.2 Identificazione dell'area vasta preliminare

La definizione di un'area vasta preliminare è collegata alla necessità di individuare un ambito territoriale di riferimento all'interno del quale riconoscere le potenziali influenze dell'opera.

L'area vasta preliminare deve rispondere ai seguenti requisiti:

- all'esterno dell'area vasta deve risultare trascurabile qualsiasi potenziale interferenza dell'opera sull'ambiente;
- l'area deve contenere tutti i ricettori sensibili ad impatti anche minimi.

L'area vasta da indagare ha una dimensione differente in funzione della componente ambientale da esaminare. Così, mentre per le componenti rumore e vibrazioni essa avrà un'estensione di poche centinaia di metri a cavallo della linea ferroviaria e degli ambiti di cantierizzazione, per la componente paesaggio potrà avere un'estensione maggiore, a seconda delle zone attraversate.

1.4.1.3 Caratterizzazione dello stato attuale

In questa fase vengono individuate le componenti e i fattori ambientali e socio–economici da analizzare, in quanto potenzialmente coinvolti dalle azioni di progetto. Componenti e fattori vengono quindi organizzati secondo uno stesso schema generale.

Per ciascuna componente è stata effettuata, in relazione ai dati disponibili sul territorio, un'analisi di dettaglio dello stato attuale, punto di partenza per la stima degli impatti.

1.4.2 La fase di valutazione

1.4.2.1 Selezione degli impatti

Per quanto riguarda la selezione degli impatti, sono stati discriminati gli *impatti significativi* da quelli *non significativi.* Per *impatti non significativi* si intendono quegli impatti che, pur verificandosi, non superano la soglia costituita dal normale campo di variazione di una componente ambientale in assenza di elementi di perturbazione.

1.4.2.2 Valutazione dell'impatto

In questa fase viene valutato da un gruppo di esperti multidisciplinare il livello di alterazione di ogni sub-componente rispetto allo stato attuale. Per la classificazione degli impatti significativi è stata adottata una scala ordinale. Gli impatti, positivi e negativi, sono stati valutati in termini quali/quantitativi, secondo la loro rilevanza ed estensione temporale.

Gli impatti sono stati valutati per ciascuna componente tenendo conto in maniera distinta:

- ✓ delle ricadute di carattere ambientale in senso esteso;
- ✓ delle ricadute su parti esterne, costituite da cittadini residenti nell'area, enti pubblici, associazioni, ecc.
- ✓ delle ricadute indotte da indicazioni o prescrizioni di normativa.

1.5 Documenti allegati

Si riporta di seguito l'elenco degli elaborati che, insieme alla presente relazione, costituiscono il Quadro di Riferimento Ambientale:

TITOLO	CODIFICA																				SCALA
Quadro di Riferimento Ambientale - Relazione Generale	L	3	4	6	0	0	R	2	2	R	G	S	A	0	0	0	A	0	0	1	A	-
Carta geologica con ubicazione delle indagini e profilo geologico dal Km 0+000 al km 4+000 tav 1 di 13	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A	1:5000
Carta geologica con ubicazione delle indagini e profilo geologico dal Km 4+000 al km 8+500 tav 2 di 13	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	2	A	1:5000
Carta geologica con ubicazione delle indagini e profilo geologico dal Km 8+500 al km 13+000 tav 3 di 13	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	3	A	1:5000
Carta geologica con ubicazione delle indagini e profilo geologico dal Km 13+000 al km 17+500 tav 4 di 13	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	4	A	1:5000
Carta geologica con ubicazione delle indagini e profilo geologico dal Km 17+500 al km 22+000 tav 5 di 13	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	5	A	1:5000
Carta geologica con ubicazione delle indagini e profilo geologico dal Km 22+000 al km 26+500 tav 6 di 13	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	6	A	1:5000
Carta geologica con ubicazione delle indagini e profilo geologico dal Km 26+500 al km 31+000 tav 7 di 13	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	7	A	1:5000
Carta geologica con ubicazione delle indagini e profilo geologico dal Km 31+000 al km 35+500 tav 8 di 13	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	8	A	1:5000
Carta geologica con ubicazione delle indagini e profilo geologico dal Km 35+500 al km 40+000 tav 9 di 13	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	9	A	1:5000
Carta geologica con ubicazione delle indagini e profilo geologico dal Km 40+000 al km 44+500 tav 10 di 13	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	10	0	A	1:5000
Carta geologica con ubicazione delle indagini e profilo geologico dal Km 44+500 al km 46+0097 tav 11 di 13	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	1	1	A	1:5000
Carta geologica con ubicazione delle indagini Variante Palmanova Cervignano dal Km0+000 al Km 8+500 Raccordo merci sud dal	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	1	2	A	1:5000

Km0+000 al km 2+116 Raccordo merci sud dal Km 0+000 al Km1+000 tav 12 di 13																						
Carta geologica con ubicazione delle indagini Raccordo merci sud dal Km 1+000 al Km 5+699 variante Palmanova Cervignano dal km 4 al Km 8+500 variante Venezia Torviscosa dal Km 0+000 al Km1+832 tav 13 di 13	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	1	3	A	1:5000
Carta geomorfologica - a) dal km 0+000 al km 4+000 - b) dal km 4+000 al km 8+500 - Tav. 1 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A	1:5000
Carta geomorfologica - a) dal km 8+500 al km 13+000 - b) dal km 13+000 al km 17+500 - Tav. 2 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	2	A	1:5000
Carta geomorfologica - a) dal km 17+500 al km 22+000 - b) dal km 22+000 al km 26+500 - Tav. 3 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	3	A	1:5000
Carta geomorfologica - a) dal km 26+500 al km 31+000 - b) dal km 31+000 al km 35+500 - Tav. 4 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	4	A	1:5000
Carta geomorfologica - a) dal km 35+500 al km 40+000 - b) dal km 40+000 al km 44+500 - Tav. 5 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	5	A	1:5000
Carta geomorfologica - dal km 44+500 al km 46+097 - Tav. 6 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	6	A	1:5000
Carta geomorfologica - a) Variante Palmanova-Cervignano dal km 0+000 al km 4+000 b) Variante Palmanova-Cervignano dal km 4+000 al km 8+500; Raccordo merci Nord dal km 0+000 al km 2+116; Raccordo merci Sud dal km 0+000 al km 1+000 - Tav. 7 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	7	A	1:5000

Carta geomorfologica - a) Raccordo merci Sud dal km 1+000 al km 5+699 b) Variante Palmanova-Cervignano dal km 8+500 al km 11+363; Variante Venezia-Torviscosa dal km 0+000 al km 1+832 - Tav. 8 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	8	A	1:5000
Carta idrogeologica - a) dal km 0+000 al km 4+000 - b) dal km 4+000 al km 8+500 - Tav. 1 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A	1:5000
Carta idrogeologica - a) da km 8+500 al km 13+000 - b) dal km 13+000 al km 17+500 - Tav. 2 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	2	A	1:5000
Carta idrogeologica - a) dal km 17+500 al km 22+000 - b) dal km 22+000 al km 26+500 - Tav. 3 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	3	A	1:5000
Carta idrogeologica - a) dal km 26+500 al km 31+000 - b) dal km 31+000 al km 35+500 - Tav. 4 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	4	A	1:5000
Carta idrogeologica - a) dal km 35+500 al km 40+000 - b) dal km 40+000 al km 44+500 - Tav. 5 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	5	A	1:5000
Carta idrogeologica - dal km 44+500 al km 46+097 - Tav. 6 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	6	A	1:5000
Carta idrogeologica - a) Variante Palmanova-Cervignano dal km 0+000 al km 4+000 b) Variante Palmanova-Cervignano dal km 4+000 al km 8+500; Raccordo merci Nord dal km 0+000 al km 2+116; Raccordo merci Sud dal km 0+000 al km 1+000 - Tav. 7 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	7	A	1:5000
Carta idrogeologica - a) Raccordo merci Sud dal km 1+000 al km 5+699 b) Variante Palmanova-Cervignano dal km 8+500 al km 11+363; Variante Venezia-Torviscosa dal km 0+000 al km 1+832- Tav. 8 di 8	L	3	4	6	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	8	A	1:5000
Carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale 1/6	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	1	3	A	1:10.000
Carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale 2/6	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	1	4	A	1:10.000

Carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale 3/6	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	1	5	A	1:10.000
Carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale 4/6	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	1	6	A	1:10.000
Carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale 5/6	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	1	7	A	1:10.000
Carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale 6/6	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	1	8	A	1:10.000
Carta delle unità ecosistemiche e delle connessioni ecologiche (1/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	1	9	A	1:10.000
Carta delle unità ecosistemiche e delle connessioni ecologiche (2/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	2	0	A	1:10.000
Carta delle unità ecosistemiche e delle connessioni ecologiche (3/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	2	1	A	1:10.000
Carta delle unità ecosistemiche e delle connessioni ecologiche (4/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	2	2	A	1:10.000
Carta delle unità ecosistemiche e delle connessioni ecologiche (5/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	2	3	A	1:10.000
Carta delle unità ecosistemiche e delle connessioni ecologiche (6/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	2	4	A	1:10.000
Carta dei ricettori acustici 1/11)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	5	S	A	0	0	0	A	0	0	1	A	1:5.000
Carta dei ricettori acustici (2/11)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	5	S	A	0	0	0	A	0	0	2	A	1:5.000
Carta dei ricettori acustici (3/11)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	5	S	A	0	0	0	A	0	0	3	A	1:5.000
Carta dei ricettori acustici (4/11)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	5	S	A	0	0	0	A	0	0	4	A	1:5.000
Carta dei ricettori acustici (5/11)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	5	S	A	0	0	0	A	0	0	5	A	1:5.000
Carta dei ricettori acustici (6/11)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	5	S	A	0	0	0	A	0	0	6	A	1:5.000
Carta dei ricettori acustici (7/11)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	5	S	A	0	0	0	A	0	0	7	A	1:5.000
Carta dei ricettori acustici (8/11)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	5	S	A	0	0	0	A	0	0	8	A	1:5.000
Carta dei ricettori acustici (9/11)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	5	S	A	0	0	0	A	0	0	9	A	1:5.000
Carta dei ricettori acustici (10/11)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	5	S	A	0	0	0	A	0	1	0	A	1:5.000
Carta dei ricettori acustici (11/11)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	5	S	A	0	0	0	A	0	1	1	A	1:5.000
Carta della struttura del paesaggio (1/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	2	5	A	1:10.000
Carta della struttura del paesaggio (2/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	2	6	A	1:10.000
Carta della struttura del paesaggio (3/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	2	7	A	1:10.000
Carta della struttura del paesaggio (4/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	2	8	A	1:10.000
Carta della struttura del paesaggio (5/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	2	9	A	1:10.000
Carta della struttura del paesaggio (6/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	3	0	A	1:10.000
Carta delle condizioni percettive (1/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	3	1	A	1:10.000
Carta delle condizioni percettive (2/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	3	2	A	1:10.000
Carta delle condizioni percettive (3/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	3	3	A	1:10.000

Carta delle condizioni percettive (4/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	3	4	A	1:10.000
Carta delle condizioni percettive (5/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	3	5	A	1:10.000
Carta delle condizioni percettive (6/6)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	4	S	A	0	0	0	A	0	3	6	A	1:10.000
Rendering di inserimento ambientale	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	Z	S	A	0	0	0	A	0	0	1	A	-
Rendering di inserimento ambientale	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	Z	S	A	0	0	0	A	0	0	2	A	-
Sintesi delle interferenze ambientali (1 di 4)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	3	S	A	0	0	0	A	0	0	1	A	1:25.000
Sintesi delle interferenze ambientali (2 di 4)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	3	S	A	0	0	0	A	0	0	2	A	1:25.000
Sintesi delle interferenze ambientali (3 di 4)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	3	S	A	0	0	0	A	0	0	3	A	1:25.000
Sintesi delle interferenze ambientali (4 di 4)	L	3	4	6	0	0	R	2	2	N	3	S	A	0	0	0	A	0	0	4	A	1:25.000

Schede censimento ricettori	L	3	4	6	0	0	R	2	2	S	H	S	A	0	0	0	A	0	0	1	A	-

PARTE B - CARATTERI DEL TERRITORIO ED INTERFERENZE DI PROGETTO

2 ATMOSFERA

2.1 Riferimenti legislativi

Attualmente la norma di riferimento per la Qualità dell'aria in Italia è il decreto legislativo n°155 del 15 agosto 2010.

Tale decreto costituisce l'attuazione della direttiva comunitaria 2008/50/CE circa la valutazione della qualità dell'aria ambiente, la sua gestione, nonché il suo miglioramento; con il presente atto, in definitiva, viene istituito un quadro di riferimento unitario in materia.

In tale decreto vengono definiti i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10; i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto; le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto; il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2,5 ; i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene nonché i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono.

In particolare, riguardo al PM2,5 il decreto definisce il limite annuale di 25μg/mc, che entrerà in vigore dal 1 gennaio 2015.

Il decreto definisce, inoltre, alcuni aspetti tecnici legati al monitoraggio della qualità dell'aria, indicando l'obbligo a definire una suddivisione, ovvero una zonizzazione, del territorio nazionale ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente (Art.3 e 4). L'Art.5 e l'Art.6 definiscono le modalità di valutazione della qualità dell'aria ambiente. L'Art. 7 e l'Art.8, invece, stabiliscono le caratteristiche e l'opportunità delle stazioni di misurazione in siti fissi di campionamento.

Per quanto concerne i piani di azione e le misure relative al raggiungimento dei valori limite e dei livelli critici, al perseguimento dei valori obiettivo, al mantenimento del relativo rispetto, alla riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme gli Artt. 9, 10 e 14 delineano le direttive per l'intera casistica, mentre l'Art.11 riporta le modalità e le procedure di attuazione dei suddetti piani. Infine l'Art.15 regola le comunicazioni in materia di valutazione e gestione dell'aria ambiente per le province e le regioni autonome, mentre l'Art.16 definisce le procedure per le questioni di inquinamento transfrontaliero.

Nell'allegato XI al decreto, vengono riportati i valori limite ed i livelli critici degli inquinanti normati; nella seguenti tabelle si riportano i limiti degli inquinanti indagati nello studio.

BIOSSIDO DI AZOTO (NO2)*

Valori limite per il biossido di azoto e gli ossidi di azoto	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
1. Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 $\mu g/m^3$ NO_2 da non superare più di 18 volte per anno civile	Già in vigore dal 01 Gennaio 2010	1°gennaio 2010
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu g/m^3$ NO_2	Già in vigore dal 01 Gennaio 2010	1°gennaio 2010

*La soglia di allarme definita dal Decreto è di 400 µg/m3 misurati per tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km2 oppure in un intera zona o un intero agglomerato completi, nel caso siano meno estesi.

MATERIALE PARTICOLATO (PM10):

Valori limite per il materiale particolato (PM_{10})	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 $\mu g/m^3$ PM_{10} da non superare piu' di 35 volte per anno civile	Già in vigore dal 01 Gennaio 2005	1° gennaio 2005
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu g/m^3$ PM_{10}	Già in vigore dal 01 Gennaio 2005	1° gennaio 2005

2.2 Descrizione dello stato attuale

2.2.1 Le condizioni meteoclimatiche del Friuli Venezia Giulia

La regione Friuli Venezia Giulia è caratterizzata da una posizione geografica e da una orografia che ne condizionano in modo determinante il tempo meteorologico ed il clima; situata alle medie latitudini, è molto marcato il contrasto tra le masse d'aria polare e tropicali, causa di frequenti perturbazioni dello stato normale dell'atmosfera. La presenza delle Alpi induce inoltre significativi cambiamenti della temperatura, dell'umidità e ovviamente delle masse d'aria che interessano l'intera regione.

Specificatamente all'area di nostro interesse risulta fondamentale la presenza mitigatrice del mare Adriatico, e più precisamente della Laguna di Marano, caratterizzata da considerevoli escursioni termiche.

Di seguito si riportano alcuni grafici realizzati dai dati registrati negli anni 2008 e 2009, nella centralina meteo di Palazzolo dello Stella, in provincia di Udine (Figura 1)



Figura 1: Ubicazione della centralina meteo di Palazzolo dello Stella (UD)

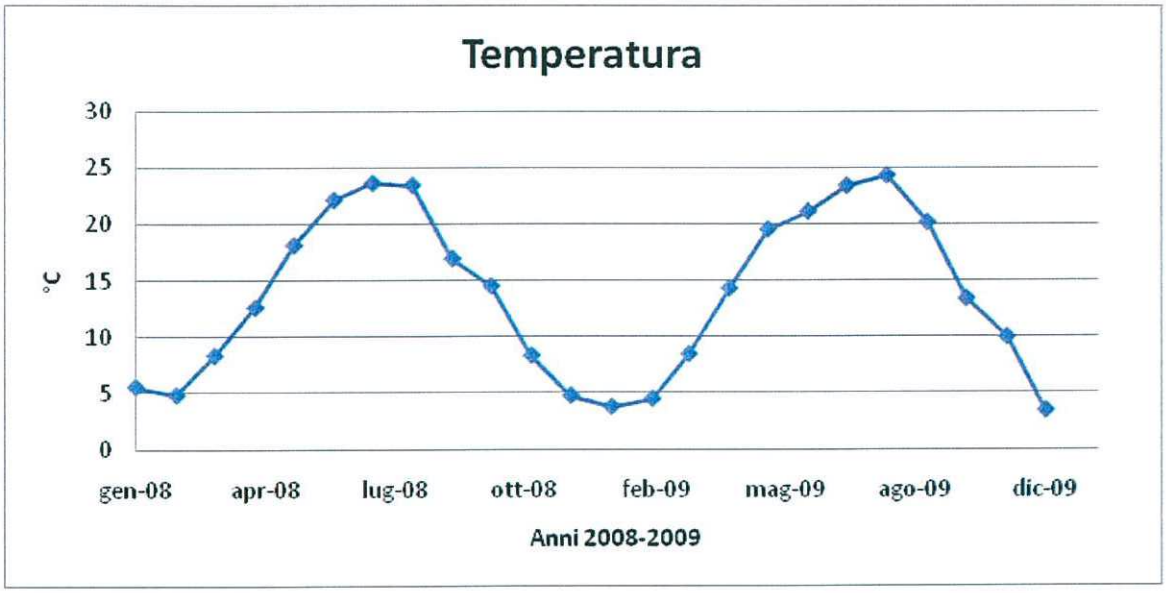


Figura 2: Grafico andamento temperatura anni 2008-2009

Dal grafico precedente si osserva un andamento regolare delle temperature medie con l'evolversi delle stagioni. Negli ultimi 2 anni si è registrata una media estiva di 22°C ed una media invernale di 6°C. L'andamento generale della temperatura è comunque costante e raramente si verificano eventi degni di nota.

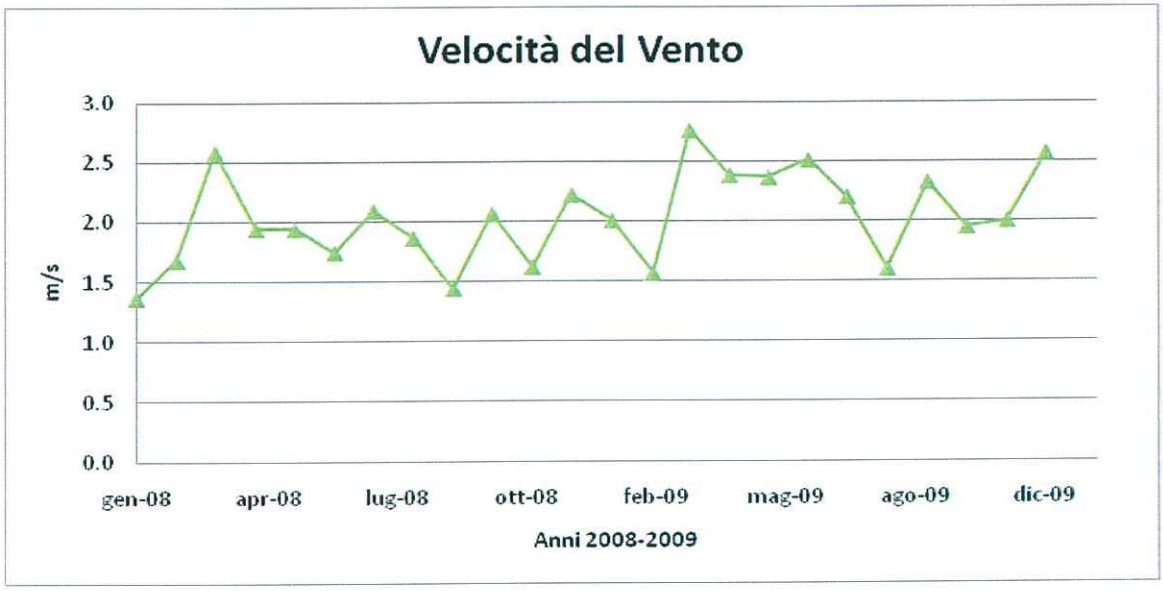


Figura 3: Grafico andamento velocità del vento anni 2008-2009

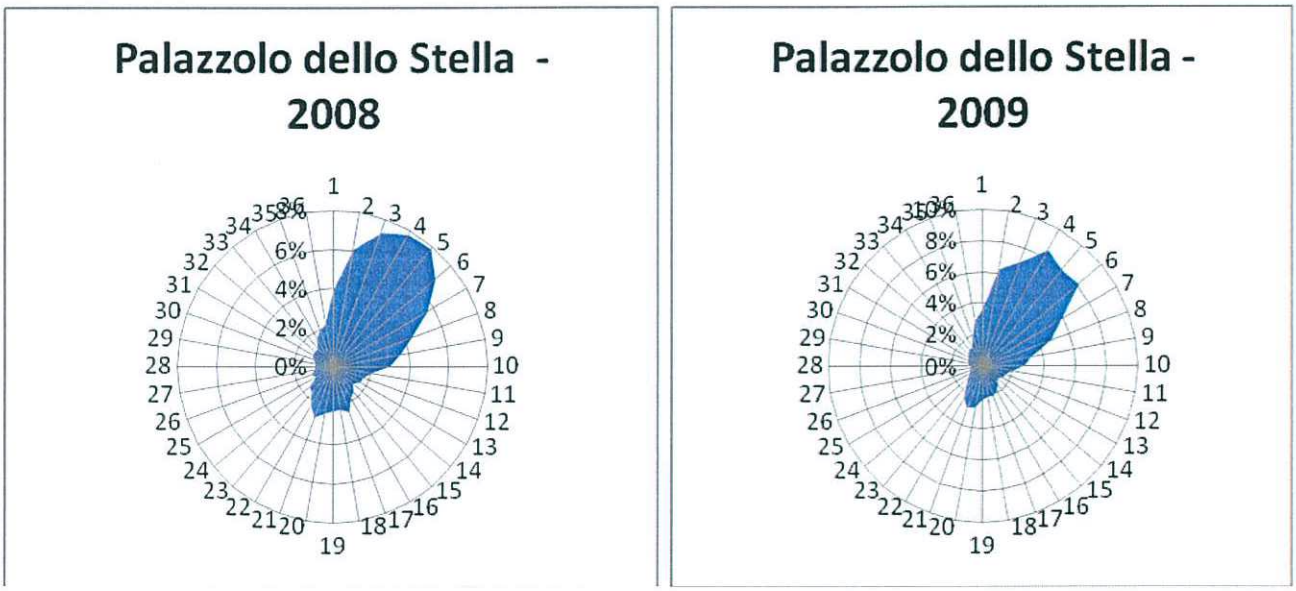


Figura 4: Rosa dei venti anni 2008-2009

Per la direzione del vento sono stati reperiti i valori riguardanti la provenienza dei venti prevalenti per l'anno 2008 e 2009, da cui si evince (Figura 4) come i venti prevalenti provengano principalmente dal primo quadrante del grafico, nord-nord est. Per quanto riguarda la velocità media del vento (Figura 3)si osservano valori costanti su tutto il periodo indagato, senza osservare particolari variazioni di velocità con l'evolversi delle stagioni. I valori registrati infatti si mantengono sempre tra i 1,5 ed i 2,5 m/s.

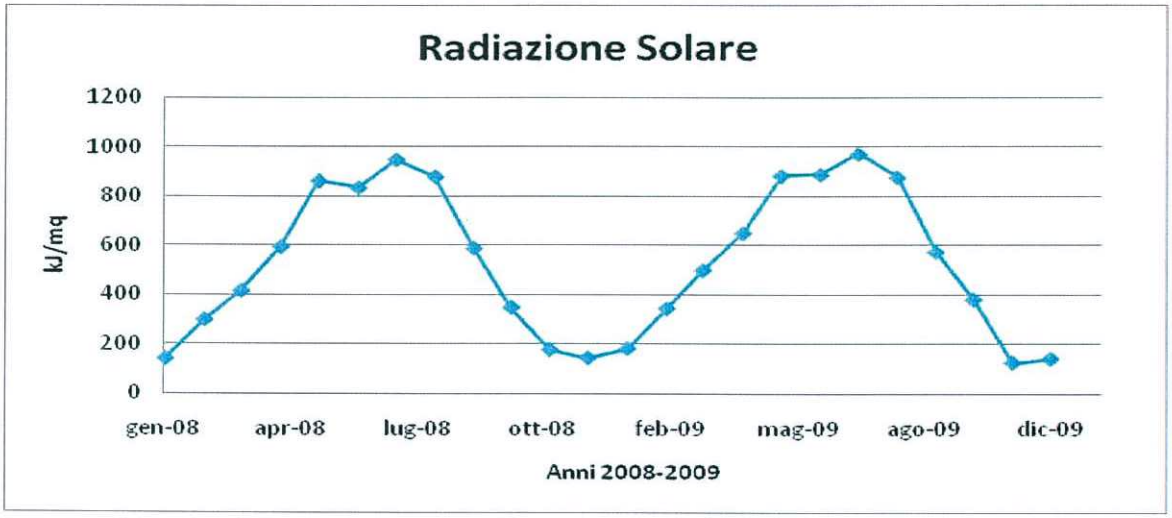


Figura 5: Grafico andamento radiazione solare anni 2008-2009

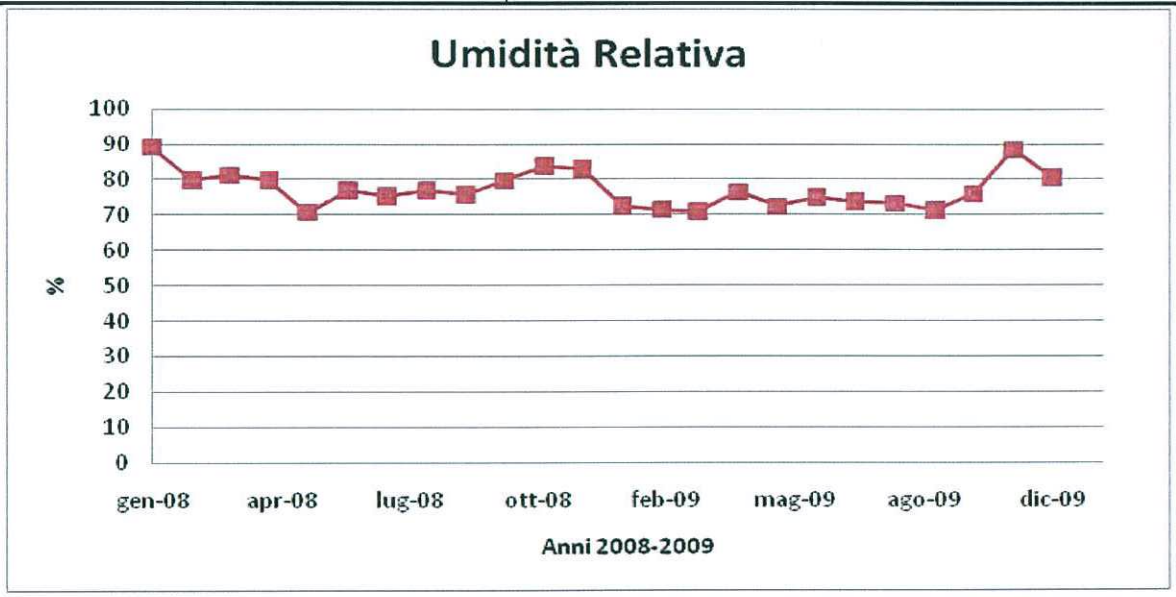


Figura 6: Grafico andamento umidità relativa anni 2008-2009

Anche per quanto riguarda la radiazione solare e l'andamento dell'umidità relativa dai grafici sopra presentati si osserva un andamento costante che varia abbastanza uniformemente con le stagioni e che non presenta particolari eventi degni di nota.

2.2.2 Le condizioni meteoclimatiche del Veneto

La Regione Veneto, dal un punto di vista climatico, si trova in una zona di transizione in cui subisce l'azione mitigratice delle acque mediterranee, l'effetto orografico della catena alpina e la continentalità dell'area centroeuropea.

In particolare si distinguono le peculiari caratteristiche termiche e pluviometriche della regione alpina con clima montano centro europeo, il carattere continentale della Pianura Veneta con inverni rigidi e la zona litoranea della fascia costiera mediterranea che presenta un clima più mite.

Di seguito si riportano alcuni grafici realizzati dai dati registrati dall'anno 2008 all'anno 2009, nella centralina meteo di Portogruaro, in provincia di Venezia.

Di seguito vengono riportati grafici dell'andamento dei principali parametri meteorologici

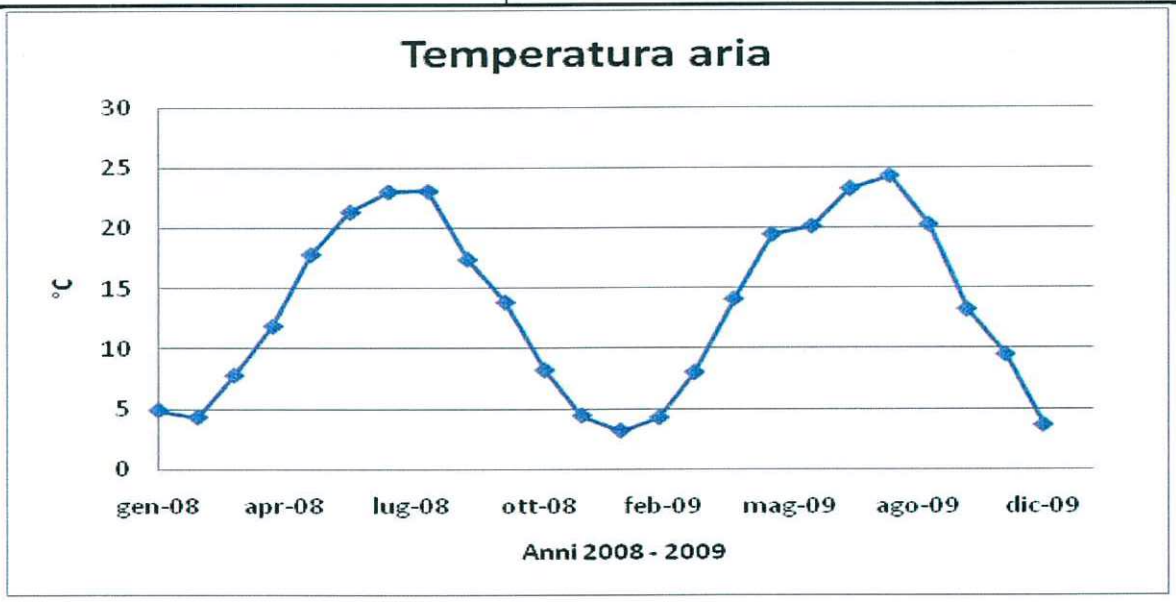


Figura 7: Grafico andamento temperatura anni 2008-2009

Dal grafico si osserva un andamento regolare delle temperature medie con l'evolversi delle stagioni. L'andamento generale della temperatura è comunque costante e raramente si verificano fenomeni particolari degni di nota.

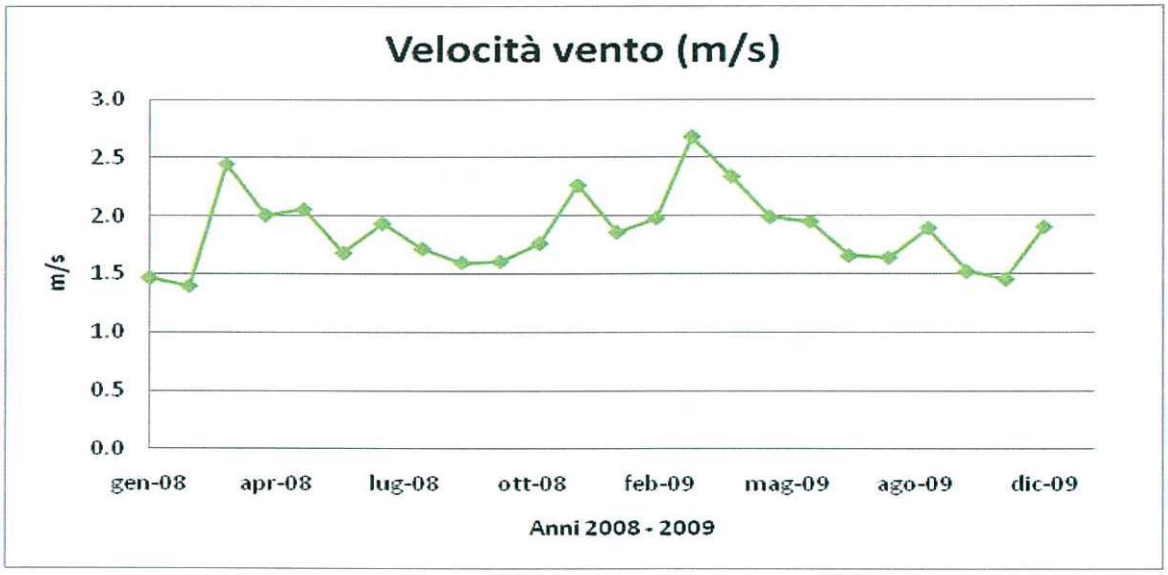


Figura 8: Grafico andamento velocità del vento anni 2008-2009

L'andamento della velocità media del vento (Figura 8) risulta regolare per tutto il periodo di osservazione, non si notano picchi di particolare intensità. Sono stati anche analizzati i dati sulla provenienza dei venti prevalenti per gli

anni 2008 e 2009, da cui si evince come i venti prevalenti provengano principalmente dal primo quadrante del grafico, nord est e nord-nord est.

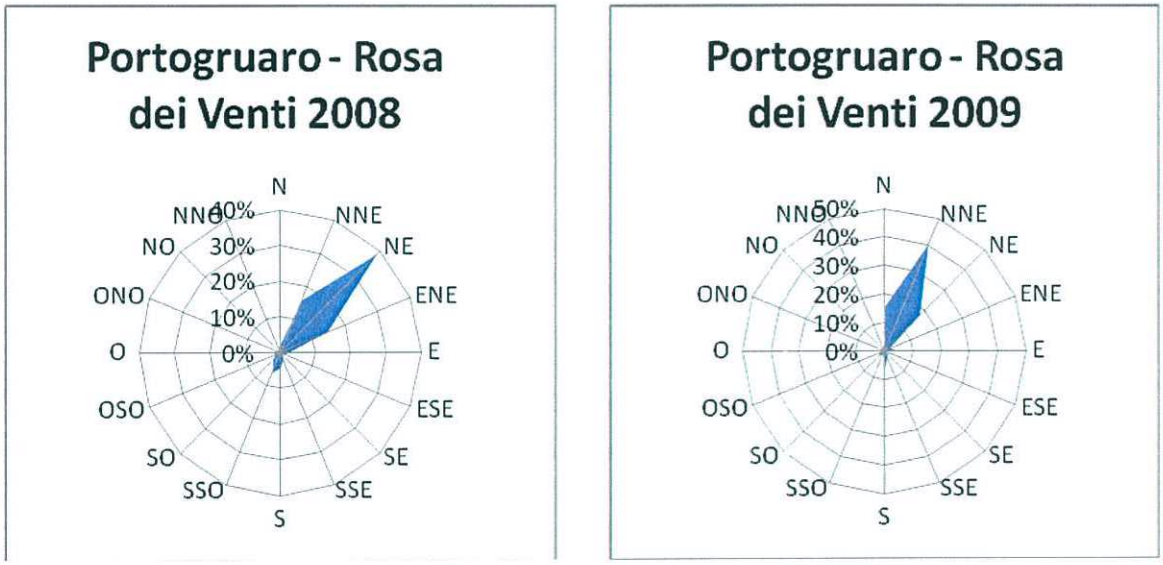


Figura 9: Rosa dei venti anni 2008-2009

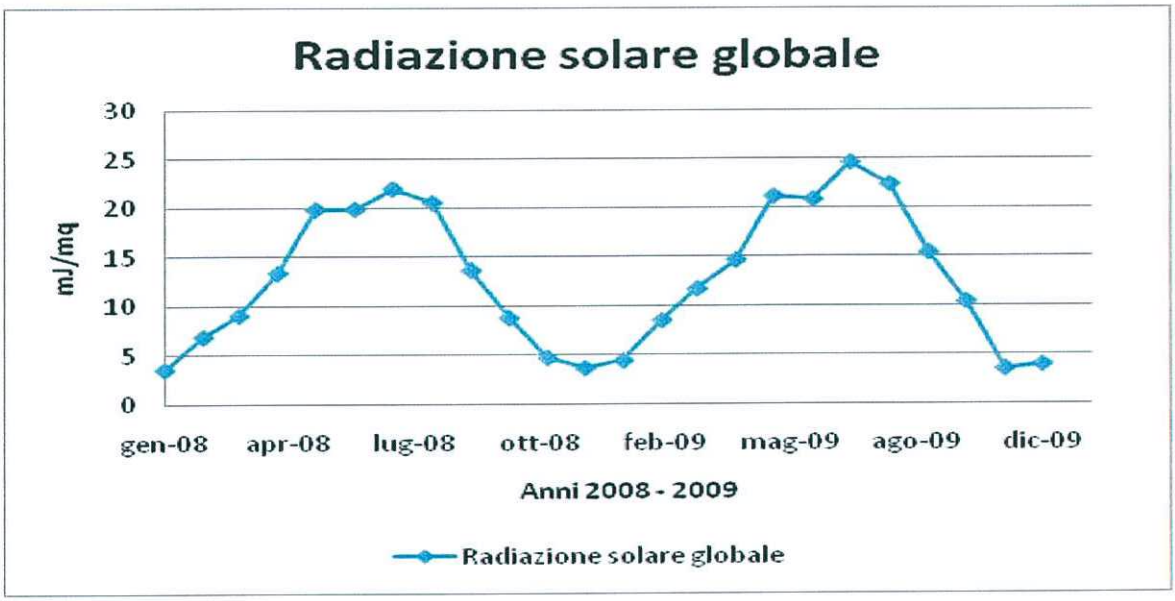


Figura 10: Grafico andamento della radiazione solare anni 2008-2009

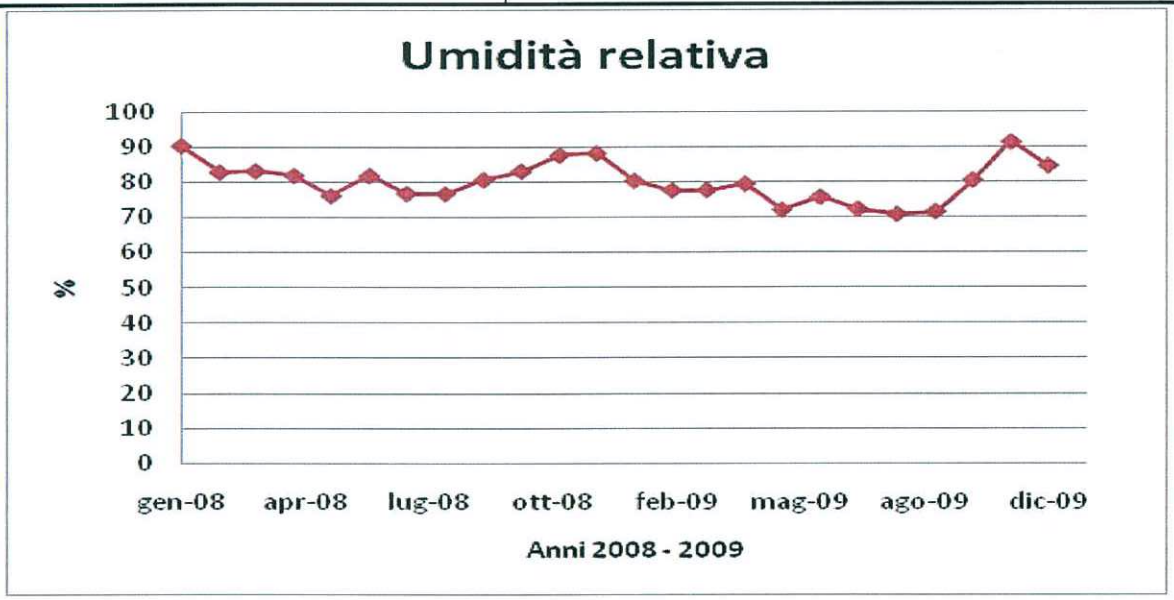


Figura 11: Grafico andamento dell' umidità relativa anni 2008-2009

Anche per quanto riguarda la radiazione solare e l'andamento dell'umidità relativa dai grafici sopra presentati si osserva un andamento costante che varia abbastanza uniformante con le stagioni e che non presenta particolari eventi degni di nota.

2.2.3 La qualità dell'aria

In questo paragrafo al fine di caratterizzare la qualità dell'aria ante operam per le due aree interessate dall'opera, si è prima proceduto a riportare breve sintesi di quanto presentato dai Piani Regionali per la gestione della qualità dell'aria e in seguito si è effettuata l'analisi dei dati di PM10 e NO2 per gli anni 2008 e 2009 registrati dalla centraline di monitoraggio presenti nei territori provinciali attraversati dall'opera.

Il risultato di questa analisi ha portato la definizione del fondo ambientale per i due inquinanti presi in considerazione nel presente studio.

2.2.3.1 Regione Friuli Venezia Giulia

Nel 2005 l'ARPA FVG ha progettato e redatto l'aggiornamento al Rapporto Ambientale del Piano Territoriale Regionale (PTR), nell'ambito dell'attività di supporto alla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia (Direzione Centrale Pianificazione Territoriale, Energia, Mobilità e Infrastrutture di Trasporto).

L'ARPA-FVG gestisce diverse reti di monitoraggio per valutare la qualità dell'aria e individuare le aree a diversa criticità, in relazione ai valori limite previsti dalle normative per i diversi inquinanti atmosferici. Si tratta di sostanze come ozono, CO, NOx, PM10, benzene che possono causare effetti dannosi, qualora superiori a una soglia prestabilita.

L'ARPA FVG effettua il monitoraggio della qualità dell'aria tramite rilievi quotidiano effettuati da una rete di 42 stazioni fisse e 6 stazioni mobili, nonché di ulteriori centraline. La rete di stazioni di ARPA FVG è strutturata

secondo le indicazioni contenute nel D.M. 20/5/91, che individua gli inquinanti da monitorare in ambito urbano, la numerosità in relazione alla popolazione e la loro localizzazione.

Come si evince dalla Figura 12 la rete di monitoraggio della regione Friuli Venezia Giulia presenta centraline sparse in maniera abbastanza uniforme su tutto il territorio. L'area interessata dal progetto in esame può essere caratterizzata attraverso i dati registrati nelle centraline di San Giorgio di Nogaro, di Torviscosa e di Monfalcone. Dai dati di queste centraline sarà possibile determinare i livelli di inquinamento che caratterizzano il territorio sia per quanto riguarda le polvere sottili sia per il biossido di azoto, dai quali sarà quindi ricavato il livello di inquinamento definito 'fondo ambientale'.

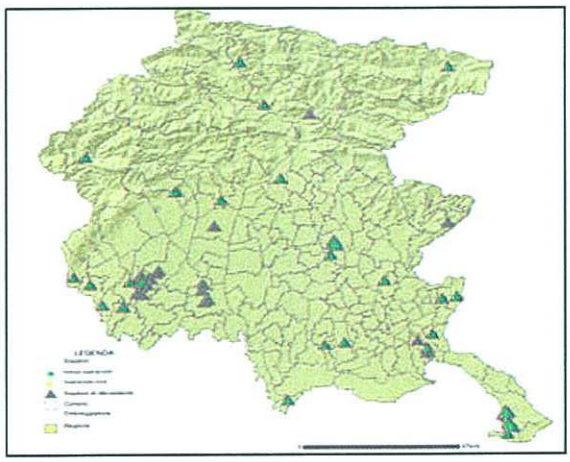


Figura 12: Rete di monitoraggio del Friuli Venezia Giulia

Il Piano Regionale di Miglioramento della Qualità dell'Aria riporta un'analisi dei dati registrati dalle centraline di monitoraggio ubicate nella regione, da tali dati si evincono le seguenti considerazioni:

- Biossido di azoto (NO2) L'analisi dei valori medi orari e di quelli annuali rileva diverse problematicità sostanzialmente concentrate nei principali agglomerati urbani. Si osserva inoltre una riduzione delle concentrazioni e degli episodi di superamento ove questi eccedono i limiti di legge ed un aumento delle concentrazioni e dei superamenti ove questi sono inferiori ai limiti di legge;
- Particelle sospese con diametro inferiore ai 10 micron (PM10) i dati mostrano in Regione una situazione da tenere sotto controllo. In particolare si osservano dei superamenti nel massimo numero consentito per le concentrazioni giornaliere, ma va sottolineato che la concentrazione media annua di PM10 rimane sempre al di sotto degli attuali limiti di legge. La variabilità di comportamento delle concentrazioni di PM10 in Regione nei vari anni lascia presupporre un prevalente effetto delle condizioni meteorologiche sui superamenti dei limiti previsti dalla legge;

2.2.3.2 Regione Veneto

Con deliberazione n. 902 del 4 aprile 2003 la Giunta Regionale del Veneto ha adottato il Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, in ottemperanza a quanto previsto dalla legge regionale 16 aprile 1985, n. 33 e dal Decreto legislativo 351/99. Tale documento, a seguito delle osservazioni e proposte pervenute, con DGR n. 40/CR del 6 aprile 2004 è stato riesaminato e modificato ed inviato in Consiglio Regionale per la sua approvazione. Con tale documento la Regione Veneto ha fornito un quadro aggiornato dello stato attuale e della stima del'evoluzione

dell'inquinamento dell'aria previsto per i prossimi anni. Inoltre con il documento si fissano le linee da percorrere per raggiungere elevati livelli di protezione ambientale nelle zone critiche e di risanamento.

Il controllo della qualità dell'aria nel territorio della regione Veneto viene effettuato da reti regionali, da reti provinciali e da reti comunali. La figura sottostante riporta Ubicazione delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria della regione Veneto al 31/12/2009

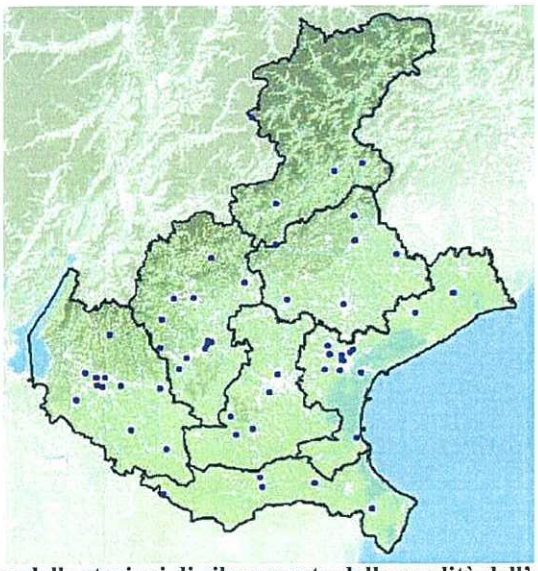


Figura 13: Ubicazione delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria della regione Veneto al 31/12/2009

Nella Relazione regionale della qualità dell'aria per l'anno 2009 vengono analizzati i dati registrati dati registrati dalle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria, da tale analisi si evincono le seguenti considerazioni:

- per l'inquinante NO2 è stato verificato il numero dei superamenti del valore limite orario di 200 μg/mc e si è dichiarato che anche aumentando il limite di tolleranza per l'anno 2009 a 10 μg/mc, il limite non dovrebbe essere superato per più di 18 volte, Nessuna delle stazioni del Veneto raggiunge i 18 superamenti consentiti
- per le Particelle sospese con diametro inferiore ai 10 micron (PM10) i dati mostrano che la maggior parte delle stazioni di background eccedono i 35 superamenti del limite giornaliero di 50 μg/mc e tutte le stazioni di traffico ed industriali eccedono il numero di superamenti consentiti. Per quanto riguarda le medie annuali, si osserva che il valore limite di 40 μg/mc è stato rispettato in 22 stazioni ed è stato superato in 2 stazioni su 24.;

L'area interessata dal progetto in esame può essere caratterizzata attraverso i dati registrati nella centralina di S.Donà di Piave. Dai dati di queste centraline sarà possibile determinare i livelli di inquinamento che caratterizzano il territorio sia per quanto riguarda le polvere sottili sia per il biossido di azoto, dai quali sarà quindi ricavato il livello di inquinamento definito 'fondo ambientale'.

Quindi per caratterizzare l'area di studio dal punto di vista della qualità dell'aria, come detto,.sono stati esaminati i valori rilevati negli anni 2008 e 2009 nelle seguenti 4 centraline:

- Torviscosa (UD): PM10 ed NO2;
- S.Giorgio di Nogaro (UD): NO2;

- Monfalcone (GO): PM10 ed NO2.
- S.Donà di Piave (VE) PM10 ed NO2;

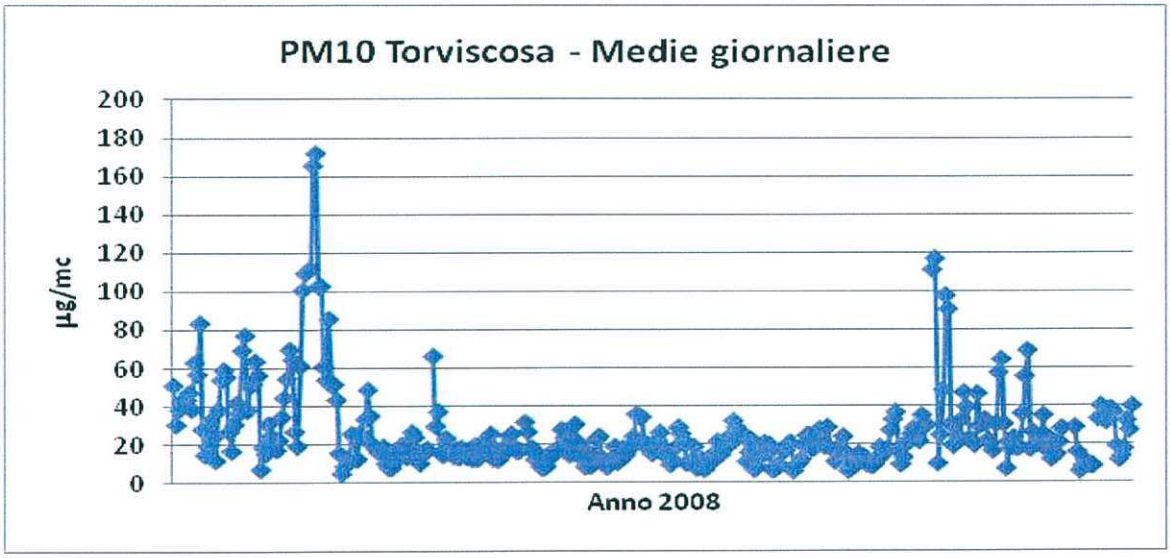


Figura 14: Grafico concentrazioni medie giornaliere PM10 anno 2008 stazione di Torviscosa

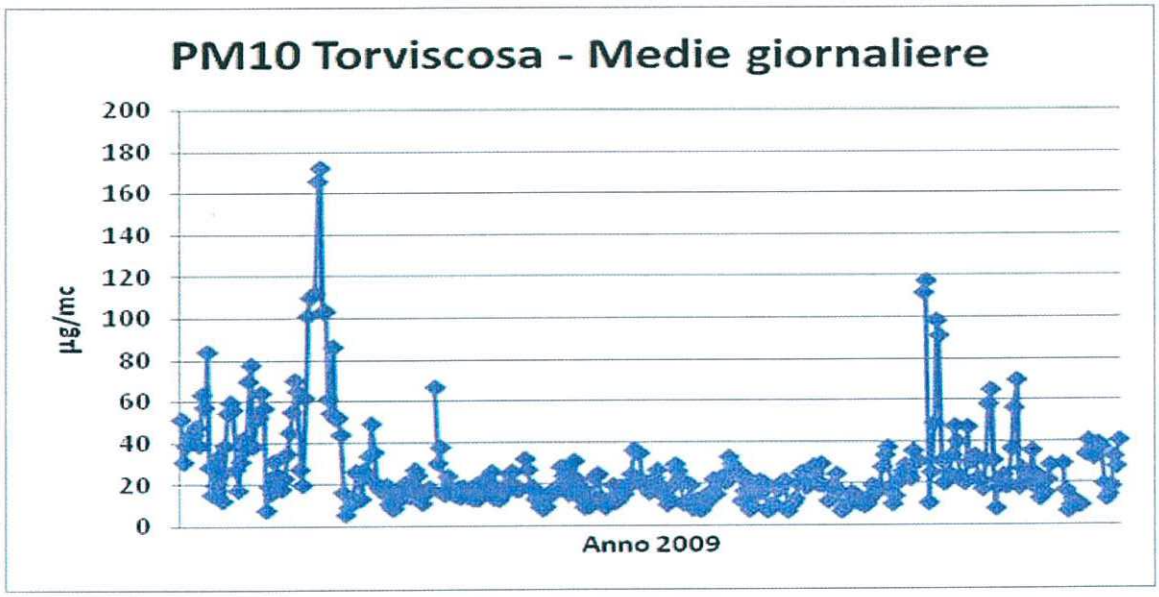


Figura 15: Grafico concentrazioni medie giornaliere PM10 anno 2009 stazione di Torviscosa

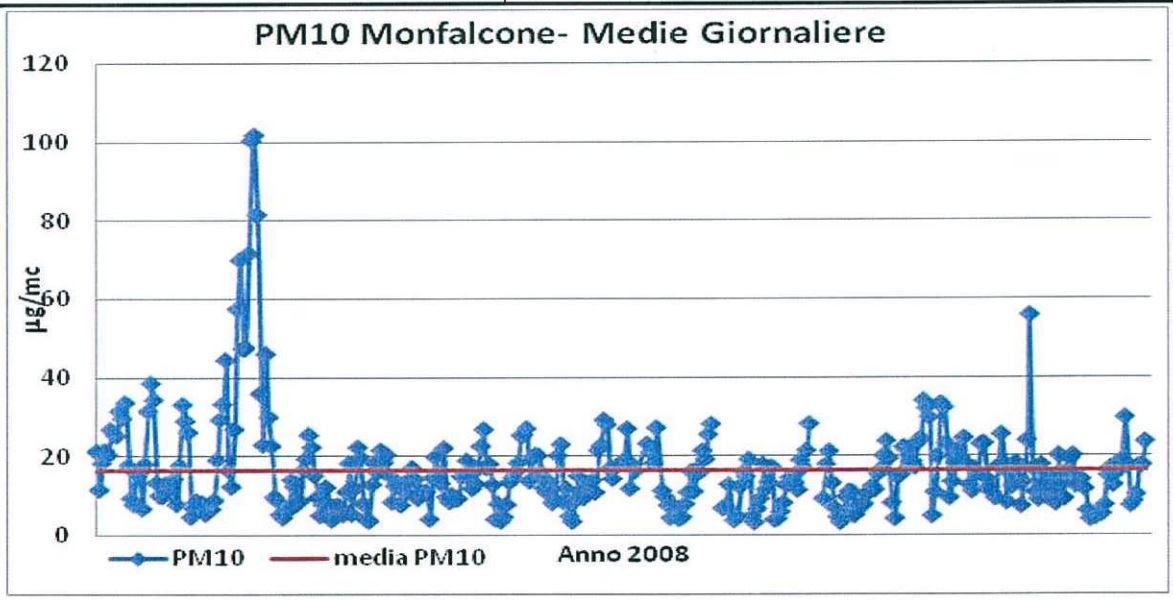


Figura 16: Grafico concentrazioni medie giornaliere PM10 anno 2008 stazione di Monfalcone

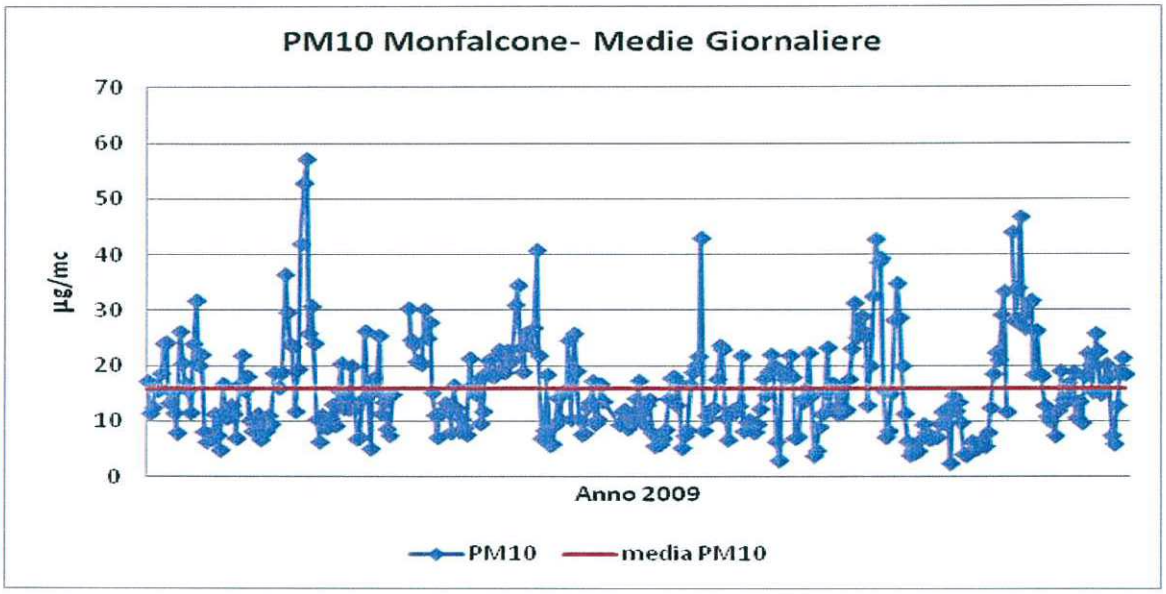


Figura 17: Grafico concentrazioni medie giornaliere PM10 anno 2009 stazione di Monfalcone

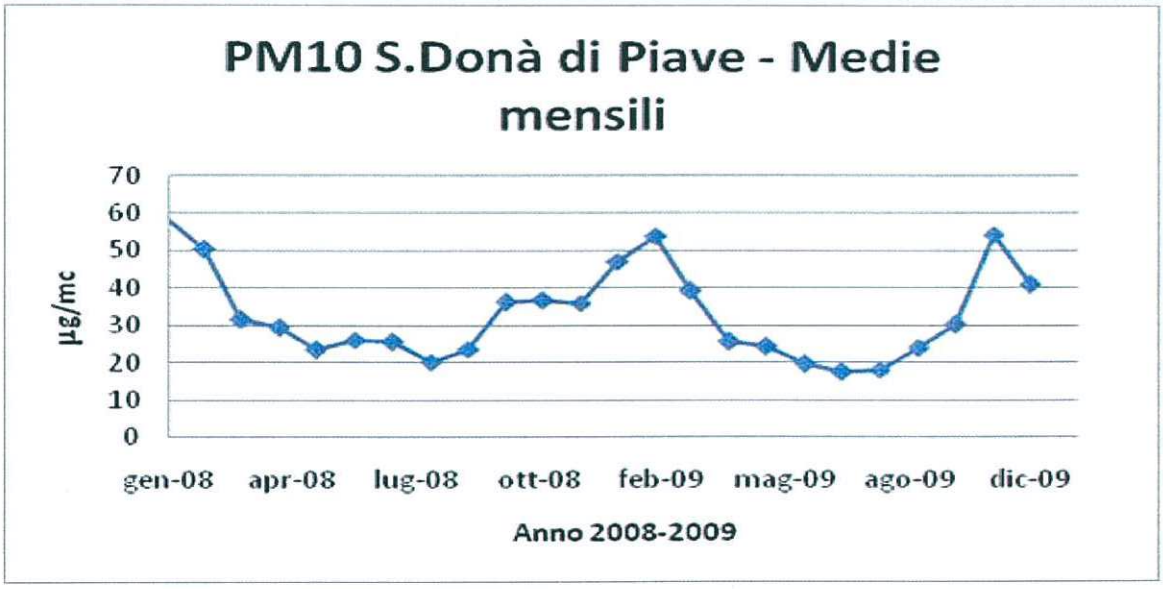


Figura 18: Grafico concentrazioni medie mensili PM10 anni 2008-2009 stazione di S.Donà di Piave

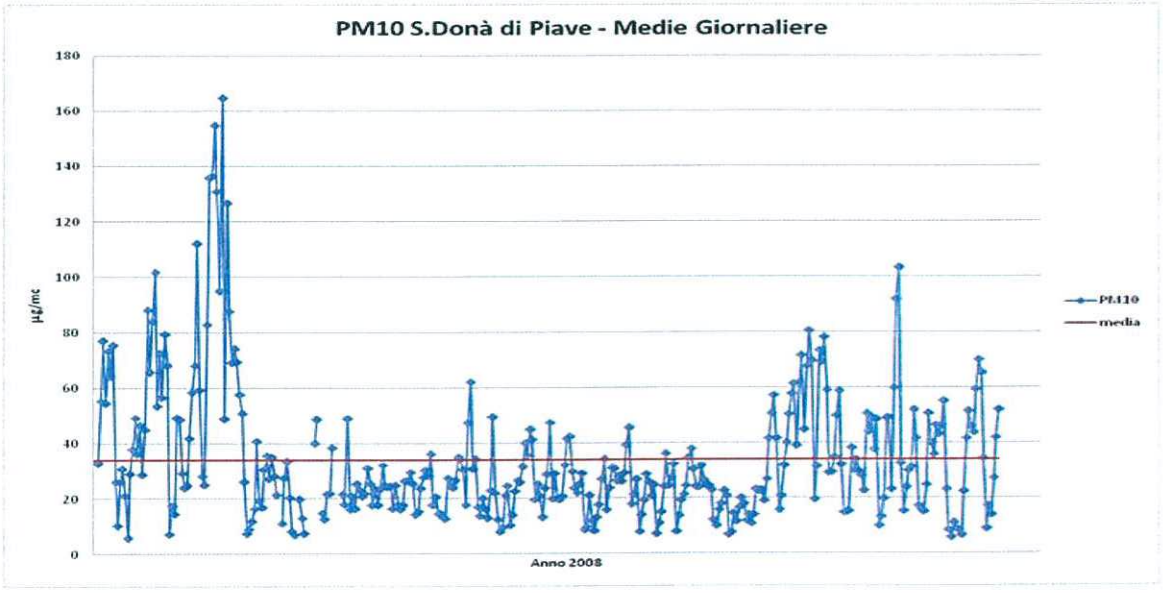


Figura 19: Grafico concentrazioni medie giornaliere PM10 anno 2008 stazione di S.Donà di Piave

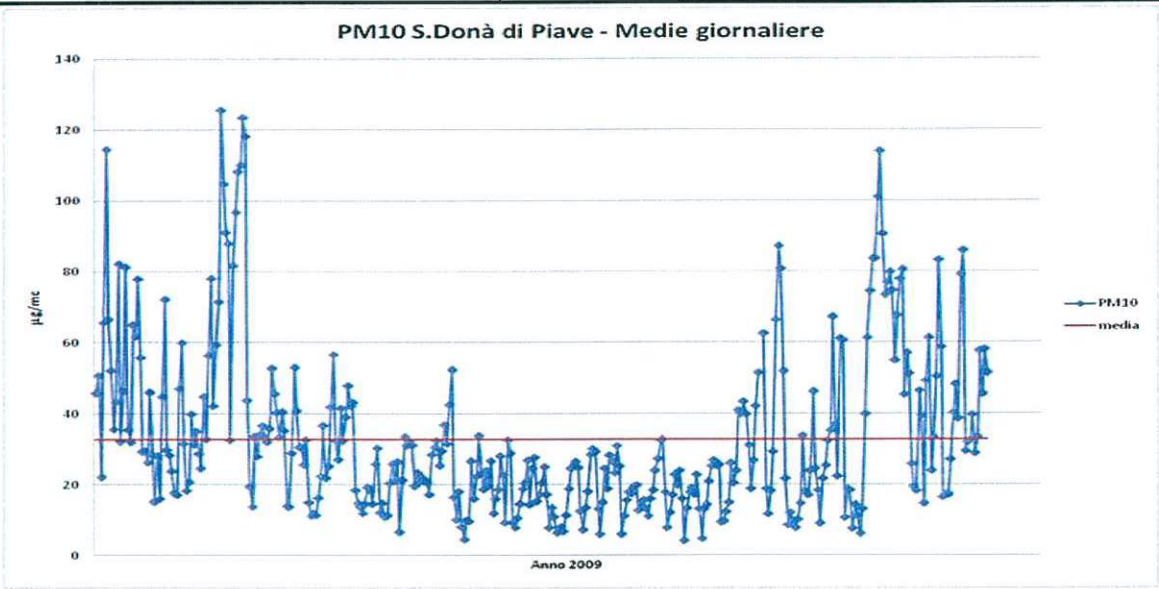


Figura 20 Grafico concentrazioni medie giornaliere PM10 anno 2009 stazione di S.Donà di Piave

Per quanto riguarda le polveri sottili, le centraline esaminate hanno registrato entrambe valori relativamente bassi; la centralina di Torviscosa ha registrato una media annuale di 27 µg/mc nell'anno 2008 e 26 µg/mc nell'anno 2009, Monfalcone ha registrato un media annuale di 16 µg/mc nell'anno 2008 e 16 µg/mc nell'anno 2009, ben lontano dal limite imposto dalla normativa vigente che fissa il limite giornaliero a 50 µg/mc ed il limite annuale a 40 µg/mc (per l'anno 2005). Per quel che riguarda la centralina di S. Donà di Piave i valori si attestano a livelli leggermente superiori, con una media annuale di 34 µg/mc nel 2008 e 33 µg/mc nel 2009. Si è quindi effettuta un 'analisi dei superamenti della concentrazione limite giornaliero a 50 µg/mc, i risultati sono riportati nella tabella sottostante

Nome Centralina	Anno 2008	Anno 2009
Torviscosa	38	33
Monfalcone	7	2
S. Donà di Piave	61	66

Tabella 1: Superamenti del limite giornaliero di PM10

La centralina di Torviscosa nell'anno 2008 registra un numero di superamenti maggiore di 35, limite consentito dalla legge, mentre la centralina di San Donà di Piave supera questo limite sia nel 2008 che nel 2009.

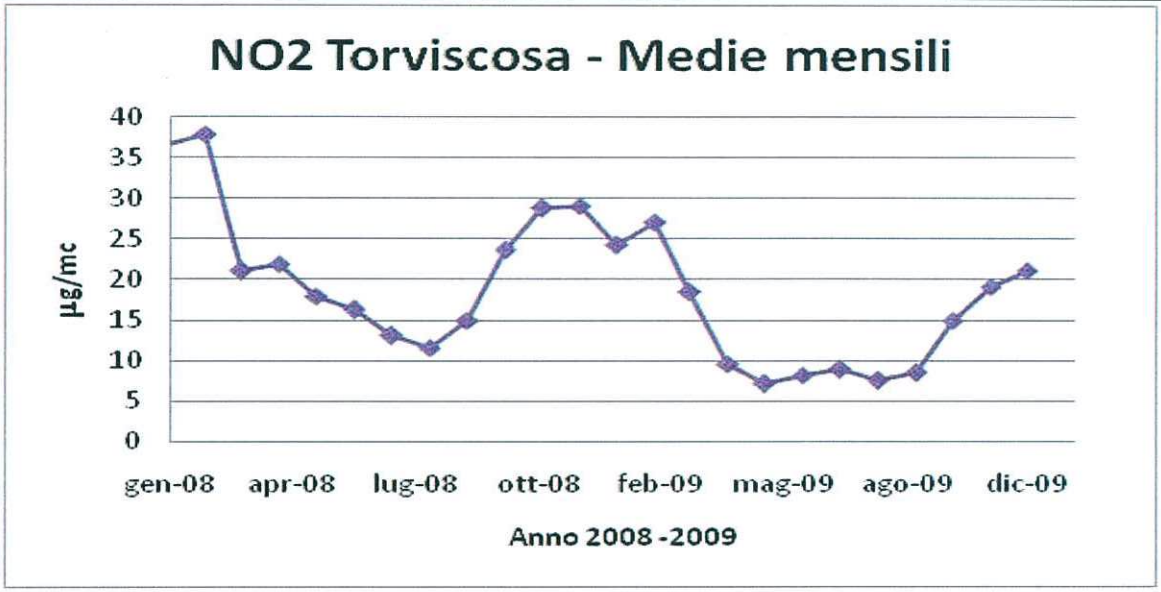


Figura 21: Grafico concentrazioni medie mensili NO2 anni 2008-2009 stazione di Torviscosa

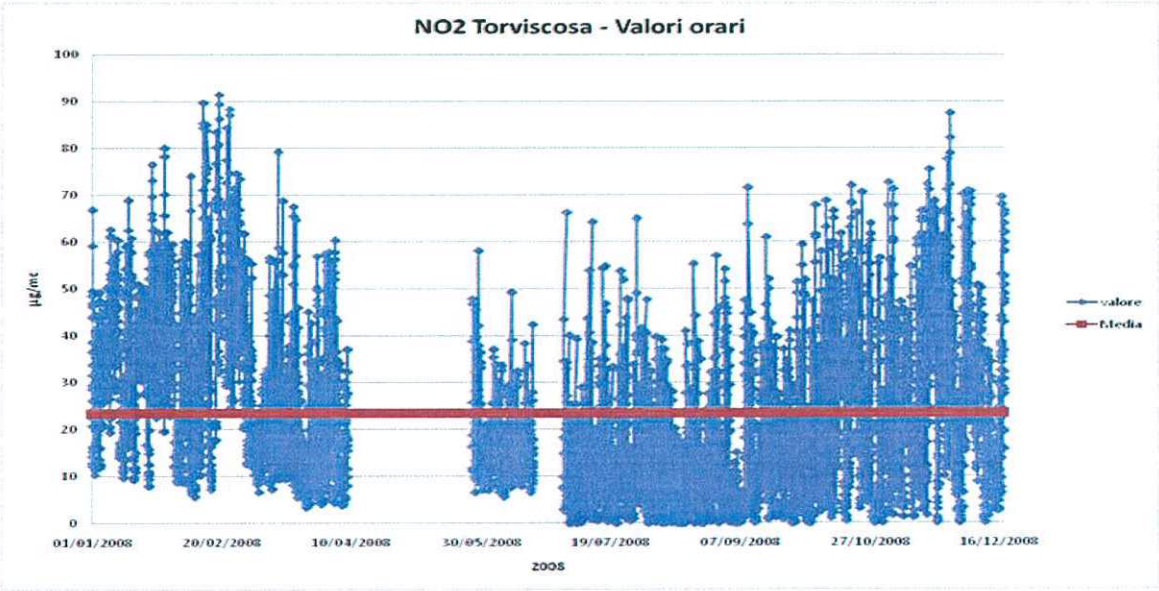


Figura 22: Grafico concentrazioni orarie NO2 anno 2008 stazione di Torviscosa

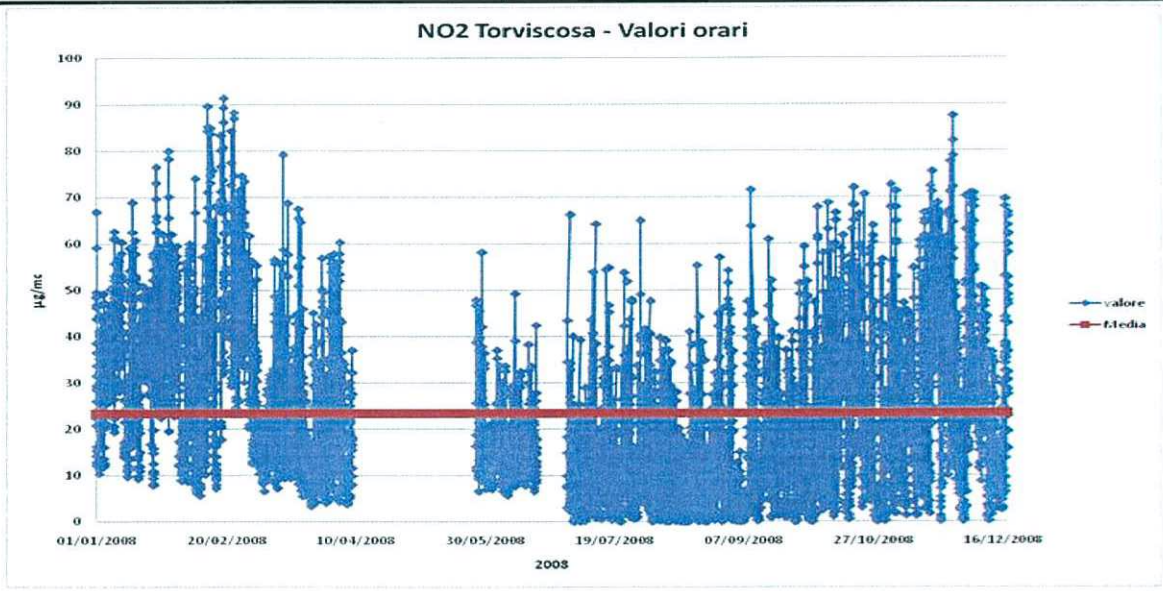


Figura 23: Grafico concentrazioni orarie NO2 anno 2009 stazione di Torviscosa

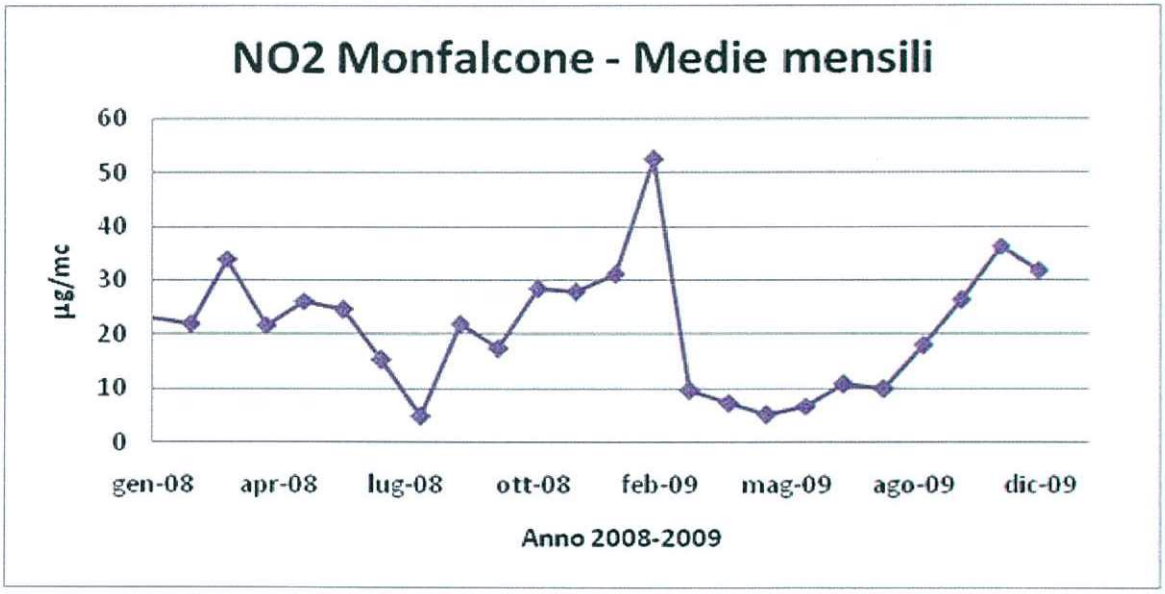


Figura 24: Grafico concentrazioni medie mensili NO2 anni 2008-2009 stazione di Monfalcone

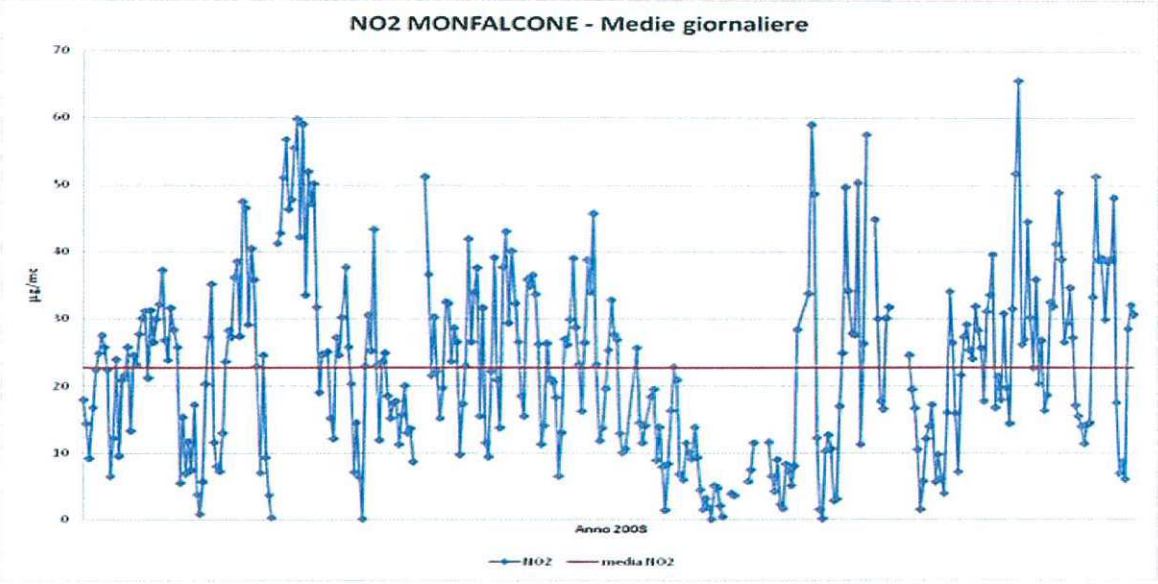


Figura 25: Grafico concentrazioni medie giornaliere NO2 anno 2008- stazione di Monfalcone

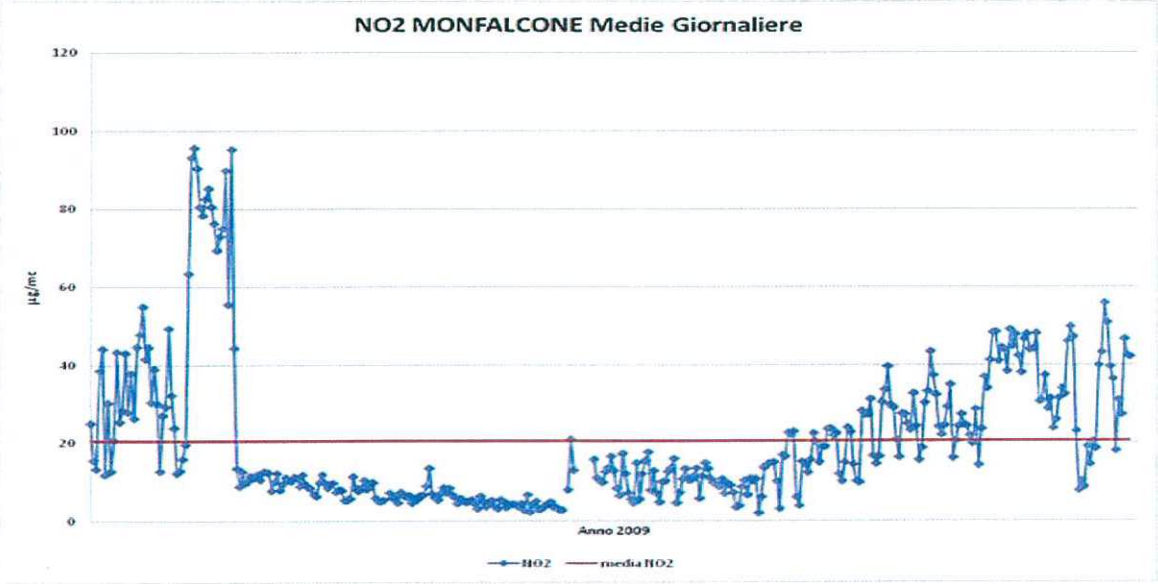


Figura 26: Grafico concentrazioni medie giornaliere NO2 anno 2009- stazione di Monfalcone

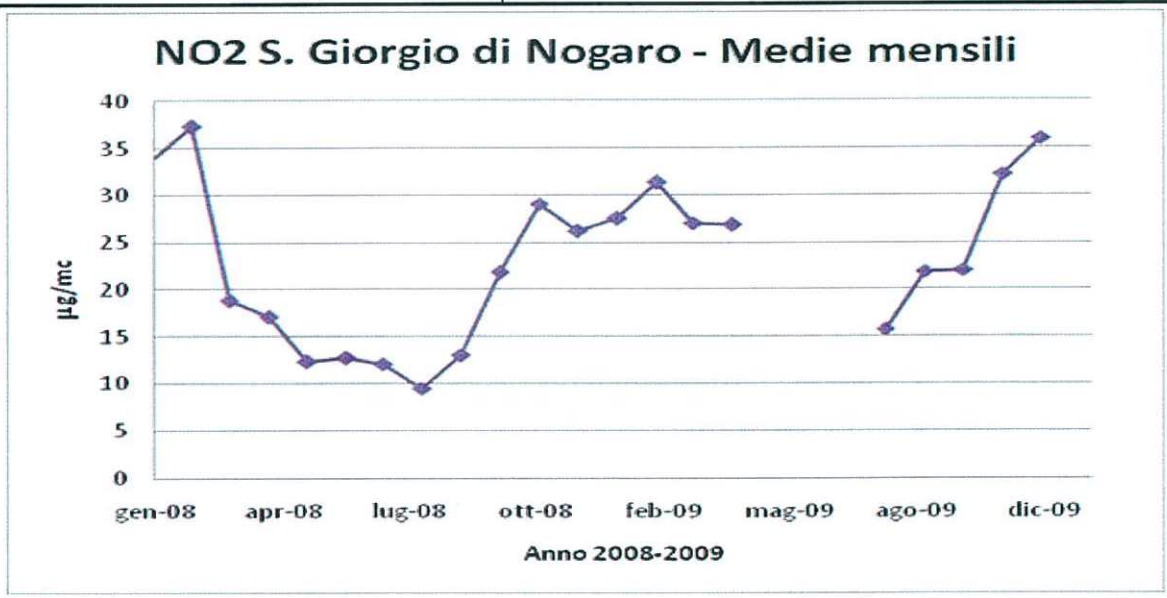


Figura 27: Grafico concentrazioni medie mensili NO2 anni 2008 - 2009- stazione di S. Giorgio di Nogaro

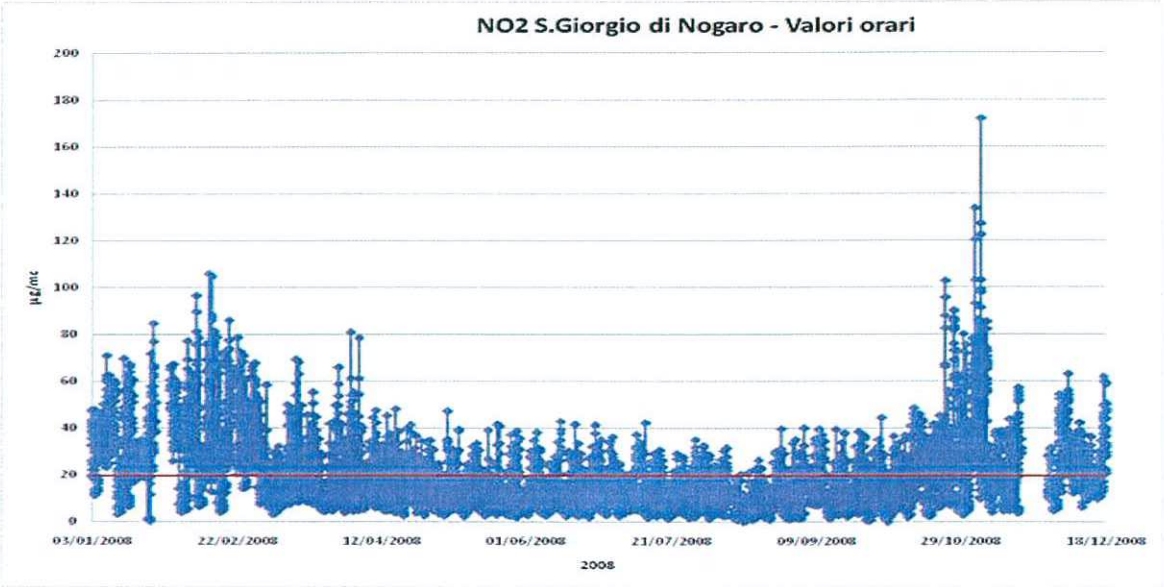


Figura 28: Grafico concentrazioni orarie NO2 anno 2008 - stazione di S. Giorgio di Nogaro

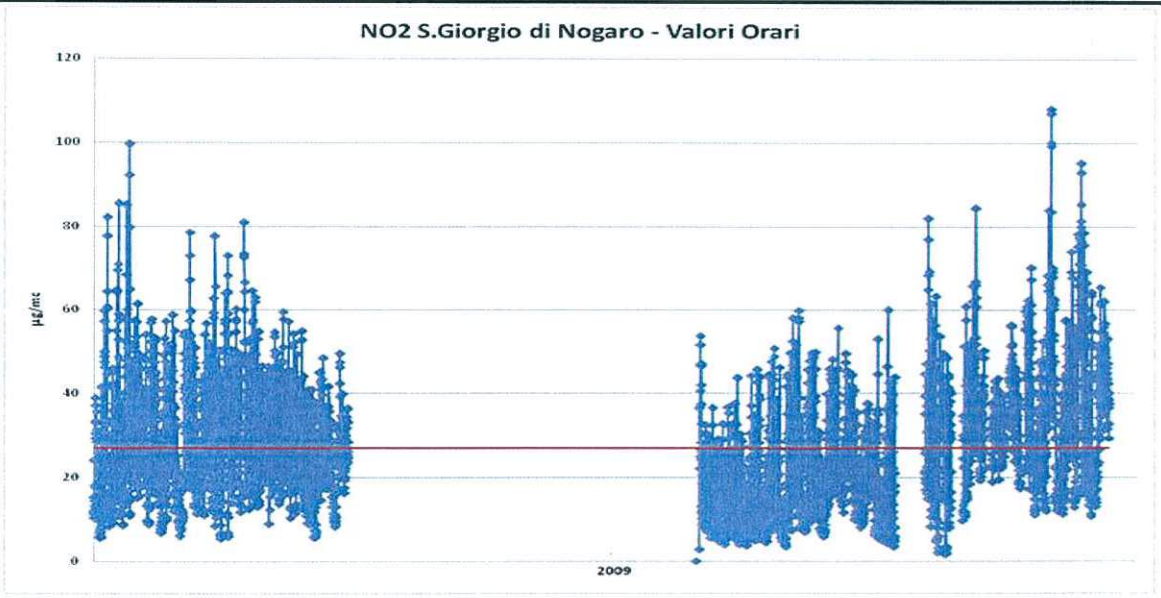


Figura 29: Grafico concentrazioni orarie NO2 anno 2009- stazione di S. Giorgio di Nogaro

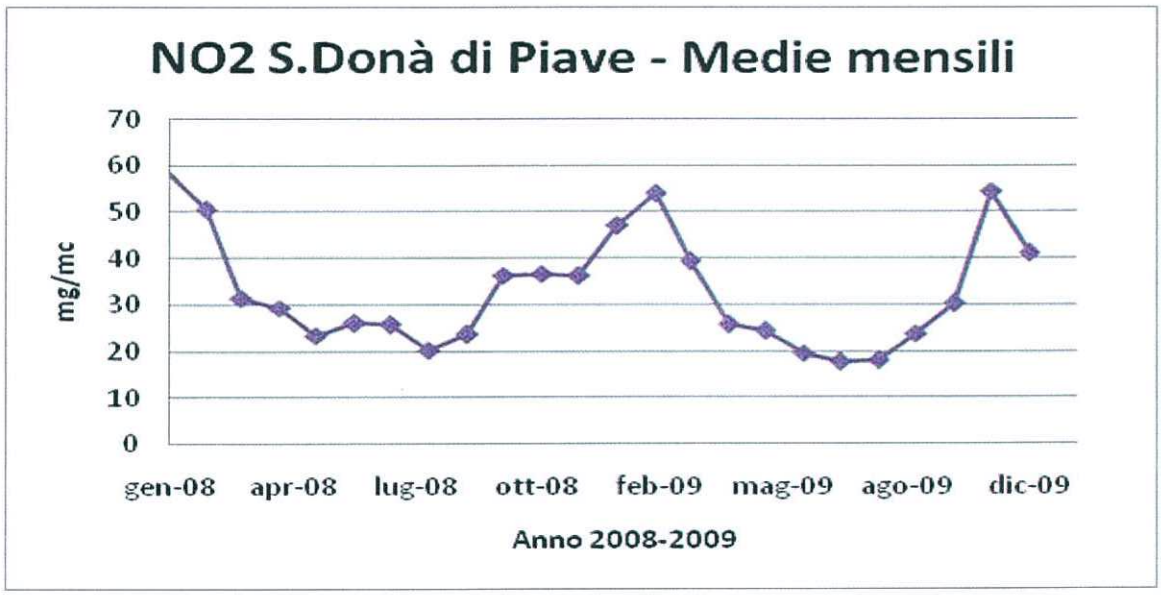


Figura 30 : Grafico concentrazioni medie mensili NO2 anni 2008 - 2009- stazione di S. Donà di Piave

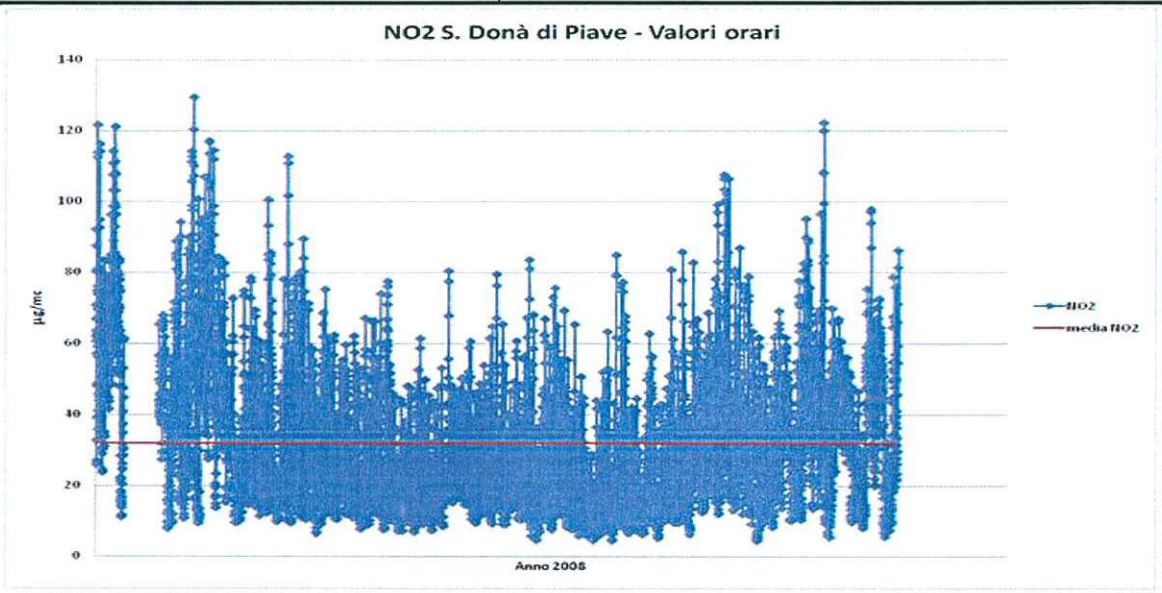


Figura 31: Grafico concentrazioni orarie NO2 anno 2008 - stazione di S. Donà di Piave

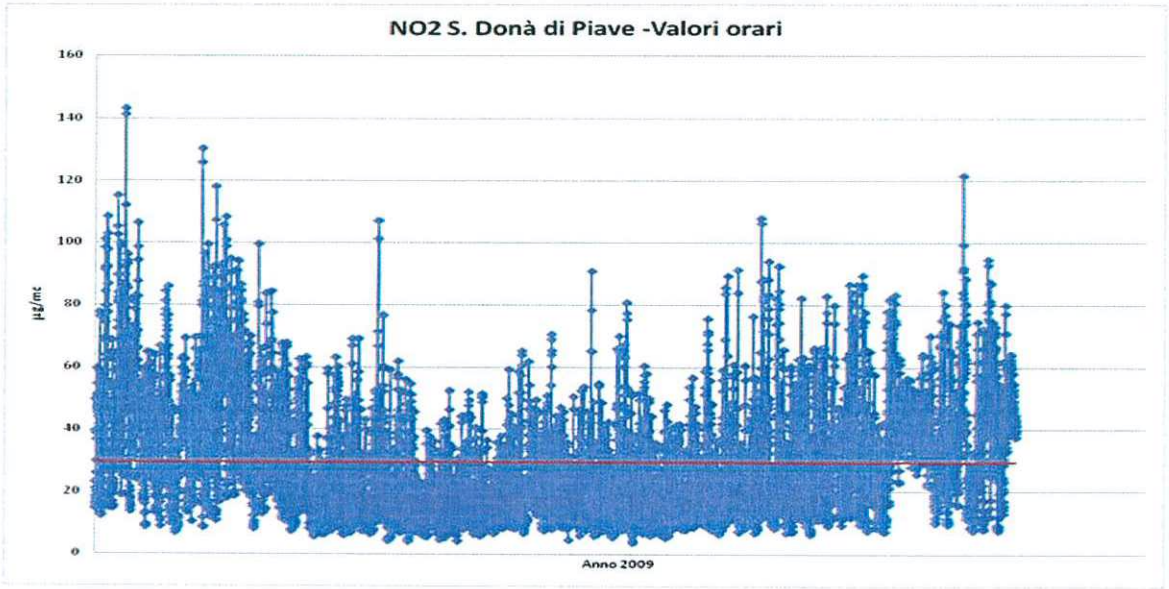


Figura 32: Grafico concentrazioni orarie NO2 anno 2009 - stazione di S. Donà di Piave

Analizzando i valori di NO2 rilevati dalle tre centraline in esame, si osserva come anche per questo inquinante i livelli di concentrazione registrati sono ben più bassi dei limiti imposti dalla normativa vigente, che fissa il limite orario di tale inquinante a 250 µg/mc, da non superare per più di 18 volte in un anno. In particolare la centralina di Torviscosa ha registrato una media annuale di 23 µg/mc nell'anno 2008 e 15 µg/mc nell'anno 2009, Monfalcone ha registrato un media annuale di 23 µg/mc nell'anno 2008 e 21 µg/mc nell'anno 2009, la centralina di S. Giorgio di

Nogaro ha registrato una media annuale di 20 µg/mc nell'anno 2008 e 27 µg/mc nell'anno 2009. Per quel che riguarda la centralina di S. Donà di Piave i valori si attestano a livelli leggermente superiori, con una media annuale di 32 µg/mc nel 2008 e 30 µg/mc nel 2009. Si è quindi proceduto all'analisi dei superamenti delle concentrazioni orarie di NO2 registrate nelle centraline oggetto di studio, ma in nessuna delle centraline si sono verificati superamenti del limite di concentrazione oraria, come si evince dalla tabella sottostante.

Nome Centralina	Anno 2008	Anno 2009
Torviscosa	0	0
Monfalcone	0	0
S. Giorgio di Nogaro	0	0
S. Donà di Piave	0	0

Tabella 2: Superamenti del limite orario di NO2

2.2.3.3 Determinazione del fondo ambientale

Dalle considerazioni fin qui effettuate è possibile ricavare dei valori medi di concentrazione che possono essere ritenuti rappresentativi di tutta l'area interessata dall'opera in oggetto. Tali concentrazioni andranno a costituire le concentrazioni di fondo, cioè quelle concentrazioni che caratterizzano l'area indipendentemente dalla costruzione dell'opera o meno.

Questa schematizzazione della realtà serve per valutare i livelli totali di inquinamento nel momento in cui si calcoleranno, qualora si rendesse necessario, i valori di inquinamento prodotti dalle attività di cantiere e dai flussi dei mezzi d'opera sulla viabilità primaria, che dovranno quindi essere sommate al valore di fondo che caratterizza la zona, per ottenere infine le effettive concentrazioni dell'inquinante considerato e poter paragonare il dato così ottenuto con i limiti imposti dalla normativa vigente.

Le concentrazioni degli inquinanti che costituiscono l'inquinamento di fondo delle due diverse aree sono state calcolate direttamente dai dati registrati dalle centraline, così come già illustrato nel paragrafo precedente.

Di seguito sono mostrati i valori di concentrazione di polveri sottili e di biossido di azoto scelti come rappresentativi dell'inquinamento di fondo caratterizzante le aree di studio sia per la Regione Friuli Venezia Giulia che per la Regione Veneto. Nell'effettuare tale calcolo sono stati mediati direttamente i valori registrati nelle centraline analizzate.

PM10 (µg/mc)	NO2 (µg/mc)
21,25	23

Tabella 3: Valori del fondo ambientale caratterizzante le aree limitrofe al tracciato per il Friuli Venezia Giulia

PM10 (µg/mc)	**NO2** (µg/mc)
33	31

Tabella 4: Valori del fondo ambientale caratterizzante le aree limitrofe al tracciato per il Veneto

2.3 Valutazione delle interferenze

A valle della caratterizzazione dello stato della qualità del'aria ante operam, da cui è scaturita anche la determinazione del fondo ambientale, e tenuto conto dell'assenza di emissioni dirette di ossidi di azoto e di particolato derivanti dall'esercizio di una infrastruttura ferroviaria, non si ritiene che l'opera possa alterare gli attuali livelli di concentrazione esistenti. Per le analisi degli effetti del progetto in fase di cantiere si rimanda alla trattazione svolta nella parte C del presente quadro di riferimento ambientale.

2.4 Percezione degli stakeholder

Non ci si attende interessamento da parte di altri soggetti.

3 AMBIENTE IDRICO – ACQUE SUPERFICIALI

3.1 Riferimenti legislativi

Normativa Tutela Acque (superficiali e sotterranee)

La normativa sulla tutela delle acque in vigore in Italia fino al 14/04/2006, data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale del D.Lgs. 3/04/2006 n. 152, "*Norme in materia ambientale*", ha avuto come riferimento principale il D.Lgs. 11/05/1999 n. 152, ora abrogato, dal titolo "*Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*".

Il D.Lgs. n. 152/2006 ha sostanzialmente ripreso, per il settore della tutela delle acque, le indicazioni e le strategie individuate dal decreto precedente, riscrivendo però la sezione relativa alla classificazione dei corpi idrici ed agli obiettivi di qualità ambientale. Nel decreto n. 152/1999 la classificazione dello stato ecologico, per le diverse tipologie di acque superficiali, si basava su parametri e criteri chiaramente definiti e quantificati (ad esempio macrodescrittori, Indice Biotico Esteso, Indice trofico, ecc.), mediante l'uso di tabelle contenenti i valori dei parametri che discriminano le diverse classi di qualità e la specificazione di metodologie ben precise di determinazione dello *stato ecologico*. Lo *stato ambientale*, per i corsi d'acqua ed i laghi, veniva attribuito rapportando lo stato ecologico con la presenza di microinquinanti chimici ("parametri addizionali"), valutati mediante il superamento o meno di soglie prefissate. Per le acque sotterranee erano ben definiti i criteri di determinazione dello stato quantitativo, chimico ed ambientale.

Nel decreto n. 152/2006 vengono invece elencati, per le varie tipologie di acque superficiali, gli "elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico" e vengono date delle "definizioni normative per la classificazione dello stato ecologico elevato, buono e sufficiente", per ogni elemento di qualità, privilegiando gli elementi biologici. Tali elenchi e definizioni hanno carattere generico e sono tratti integralmente dalla direttiva 2000/60/CE (*Water Framework Directive* - WFD), punto 1.2 allegato 5. Nel decreto non vengono tuttavia definiti criteri oggettivi per la classificazione; non vi sono procedure chiaramente definite, che comprendano valori numerici degli elementi di qualità per discriminare tra le diverse classi di qualità. Per i corsi d'acqua, tra l'altro, nel decreto non viene più citato l'IBE (Indice Biotico Esteso) come metodo per la determinazione della qualità biologica attraverso i macroinvertebrati bentonici; anche per gli altri elementi biologici non è stabilito uno specifico indice da utilizzare; peraltro il D.Lgs. n. 152/2006 demanda al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di "stimare i valori" degli elementi di qualità biologica per ciascuna categoria di acque superficiali.

In sostanza, considerando che rimane in vigore l'obbligo di attuare il monitoraggio chimico fisico e chimico, nel decreto n. 152/2006 assume grande importanza il monitoraggio degli indicatori biologici e nello specifico di alcuni che non erano considerati nel decreto n. 152/1999: si tratta per esempio di fitoplancton, di macrofite e fitobenthos e della fauna ittica, oltre ai macroinvertebrati bentonici per altro già previsti dal D.Lgs. n. 152/1999. Tuttavia non si rilevano attualmente, a livello nazionale, se si esclude l'IBE, criteri e procedure univoci e sufficientemente sperimentati per la classificazione in base a tali indicatori biologici.

Un analogo grado di indeterminazione si riscontra, nel nuovo decreto, anche per la classificazione delle acque sotterranee.

La definizione di qualità ambientale richiede poi, ai sensi della direttiva 2000/60/CE, una caratterizzazione iniziale basata sul concetto di ecoregione, di tipizzazione e di individuazione dei corpi idrici di riferimento, analisi complessa che deve contribuire a portare alla nuova classificazione entro il mese di aprile 2007. Per quanto premesso consegue l'attuale impossibilità di effettuare la classificazione dei corpi idrici secondo il D.Lgs. n. 152/2006; la classificazione rimane tecnicamente possibile, per il momento, solo utilizzando i criteri del D.Lgs. n. 152/1999.

Le scadenze del D.Lgs. n. 152/2006 sono qui di seguito riassunte:

- entro aprile 2007: identificazione, per ciascun corpo idrico significativo, della classe di qualità ambientale;
- entro il 31/12/2007: adozione del Piano di Tutela delle Acque da parte delle Regioni;
- entro il 31/12/2008: approvazione del Piano di Tutela delle Acque da parte delle Regioni;
- entro il 31/12/2008: conseguimento dell'obiettivo di qualità ambientale "Sufficiente";
- entro il 22/12/2015: conseguimento dell'obiettivo di qualità ambientale "Buono".

La tempistica sopraindicata richiede un'urgente individuazione delle misure prioritarie da adottare per il rispetto della scadenza imposta al 2008 e, quindi, conseguentemente la predisposizione ed approvazione del *Piano di Tutela delle Acque* regionale, che allo stato attuale delle conoscenze, dei dati a disposizione e delle analisi ed elaborazioni compiute, non può che essere redatto sulla base di classificazioni conformi a quanto previsto dalle disposizioni del previgente D.Lgs. n. 152/1999.

Il Piano così predisposto è pertanto suscettibile di futuri adeguamenti e aggiornamenti, soprattutto in funzione dell'integrazione del monitoraggio con altri metodi biologici; tuttavia è lo strumento indispensabile per dettare gli indirizzi e le norme atte a consentire il conseguimento degli obiettivi in base ai descrittori dello stato di qualità previsti dal D.Lgs. n. 152/1999, e costituisce un passo irrinunciabile per il raggiungimento degli obiettivi previsti dal D.Lgs. n. 152/2006 e dalla direttiva 2000/60/CE.

Per maggior completezza si riporta nel seguito l'elenco delle normative relative alla tutela e salvaguardia delle risorse idriche a livello comunitario, nazionale e regionale.

Normativa Comunitaria

Direttiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento

Com_2006_397 Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio sugli standard di qualità ambientale in materia di acque e recante modifica alla Dir 2000/60/CE

Direttiva 2006/7/CE del 15 febbraio 2006 relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e che abroga la direttiva 76/160/CEE

Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. L'Unione Europea (UE) ha definito un quadro comunitario per la protezione e la gestione delle acque. La direttiva quadro prevede in particolare l'individuazione delle acque europee e delle loro caratteristiche, classificate per bacino e per distretto idrografico di appartenenza, nonché l'adozione di piani di gestione e di programmi di misure adeguate per ciascun corpo idrico.

Decisione n. 2455/2001/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 20 novembre 2001 si riferisce all'istituzione di un **elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE**. La direttiva fissa un primo elenco di 33 sostanze "prioritarie" che presentano un significativo rischio per l'ambiente acquatico per le quali è previsto l'arresto o la graduale eliminazione dagli scarichi ed emissioni.

Normativa Nazionale

D. Lgs n. 30/2009, di recepimento della direttiva "figlia" 2006/118/CE sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

D.M. 14 aprile 2009 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 124 del 30 maggio 2009 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo".

D.M. 16 giugno 2008 n. 131 - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto.

D. Lgs. 03/04/2006 n. 152 "Norme in materia ambientale" – Parte terza – Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche.

Decreto Ministero dell'Ambiente 6 novembre 2003 n. 367. Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. Il decreto recepisce una direttiva della Comunità Europea che prevede la riduzione e la graduale eliminazione dell'inquinamento delle acque provocato da certe sostanze pericolose e la fissazione di obiettivi di qualità tali da garantire la tutela della salute umana e dell'ecosistema acquatico. Le regioni redigono l'elenco delle sostanze pericolose da controllare in acque superficiali, marine, di laguna e nei sedimenti tra quelle fissate a livello comunitario.

Decreto Ministero dell'Ambiente 29 Dicembre 2003, n. 391. Regolamento recante la modifica del criterio di classificazione dei laghi di cui all'allegato 1, tabella 11, punto 3.3.3, del decreto legislativo n. 152/99.

D. Lgs. 11/05/99 n.152 – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. (Abrogato dal **D. Lgs. 152/2006**)

Normativa Regionale Veneto

Piano di Tutela delle Acque Approvato con la Deliberazione del Consiglio Regionale della Regione Veneto N. 107 del 5 novembre 2009.

Deliberazione della Giunta Regione del Veneto n. 4453 del 29.12.2004. Piano di Tutela delle Acque. (D. Lgs. 152/1999). Misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici significativi. La Regione Veneto adotta il piano elaborato che si compone di tre parti: la prima che descrive lo stato di fatto con l'analisi delle criticità per le acque sotterranee e superficiali, la seconda che contiene le proposte di piano con le misure generali e specifiche per raggiungere gli obiettivi previsti dalla direttiva 2000/60/CE e dal D.M. 367/2003 e la terza che

prevede la disciplina degli scarichi, la disciplina delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento, la disciplina per la tutela quantitativa delle risorse idriche.

Deliberazione della Giunta Regione del Veneto n. 3053 del 01 ottobre 2004. Attuazione del D.M. 6 novembre 2003, n. 367 relativo al controllo delle sostanze pericolose immesse nell'ambiente idrico. La Regione Veneto, in attuazione del D.M. 367/03, approva il progetto presentato da A.R.P.A.V. denominato I.S.PER.I.A. per il monitoraggio delle sostanze pericolose.

Deliberazione della Giunta Regione del Veneto n. 2646 del 30 settembre 2002. Modifiche alla deliberazione n. 4110 del 22 dicembre 2000 Revisione del "Piano di rilevamento delle caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici della Regione Veneto. Programma di monitoraggio dei laghi da attuarsi dall'anno 2000 ai fini della loro classificazione ambientale, ai sensi del decreto Legislativo 11 maggio 1999 n. 152".

Deliberazione della Giunta Regione del Veneto n. 1525 del 11 aprile 2000. Revisione del "Piano di rilevamento delle caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici della Regione Veneto". Piano di monitoraggio 2000. Parte relativa alle acque superficiali interne correnti.La Regione Veneto in collaborazione con A.R.P.A.V. , successivamente all'entrata in vigore del Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152, effettua una revisione del precedente piano (D.G.R. n. 5571 del 17.10.86), relativamente al numero di punti di campionamento ed ai parametri chimici e microbiologici da monitorare.

Deliberazione della Giunta Regione del Veneto n. 4110 del 22 dicembre 2000. Revisione del "Piano di rilevamento delle caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici della Regione Veneto. Programma di monitoraggio dei laghi da attuarsi dall'anno 2000 ai fini della loro classificazione ambientale, ai sensi del decreto Legislativo 11 maggio 1999 n. 152". La Regione Veneto approva la proposta A.R.P.A.V. al monitoraggio dei laghi, successivamente all'entrata in vigore del Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152, che fissa il numero di punti di campionamento ed i parametri chimici e microbiologici da analizzare.

Normativa Regionale Friuli-Venezia Giulia

Regione del Friuli Venezia Giulia (2009) - Assessorato ambiente territorio protezione civile - Piano Regionale di Tutela delle Acque.

L.R del 29 ottobre 2002, n. 28: Norme in materia di bonifica e di ordinamento dei Consorzi di bonifica, nonche' modifiche alle leggi regionali 9/1999, in materia di concessioni regionali per lo sfruttamento delle acque, 7/2000, in materia di restituzione degli incentivi, 28/2001, in materia di deflusso minimo vitale delle derivazioni d'acqua e 16/2002, in materia di gestione del demanio idrico. (Bollettino Ufficiale della regione Friuli-Venezia Giulia n. 44 del 30 ottobre 2002)

3.2 Metodologia di lavoro

In questo tratto dello studio è stato definito un quadro relativo alle caratteristiche idrologiche dei corsi d'acqua intercettati dal tracciato di progetto con particolare riferimento alle condizioni di deflusso e qualità delle acque, in modo di precisare nel modo più esaustivo possibile il quadro idrologico ante-operam dell'intero settore territoriale analizzato ed il rapporto che verrà a determinarsi tra l'infrastruttura in oggetto e l'ambiente idrico superficiale.

Si anticipa che tutte le considerazioni di carattere quantitativo sono trattate nell'ambito dello studio idrologico-idraulico di progetto, a cui si rimanda per la visualizzazione delle relative cartografie tematiche, per la lettura delle peculiarità di portata dei corsi d'acqua e degli eventi di piena osservati e prevedibili.

In forma sintetica la componente idrica superficiale è stata trattata nel modo seguente:

- identificazione dei bacini idrografici di interesse e caratteristiche generali della rete di deflusso superficiale;

- caratterizzazione climatica dell'intera area;

- valutazione delle portate di piena, con particolare riferimento al rischio idraulico e al dissesto idrogeologico (P.A.I.);

- sintesi delle attuali caratteristiche qualitative delle acque superficiali.

Appare chiaro che, per ottenere un quadro esaustivo circa le principali caratteristiche dell'ambito di studio, si è reso necessario ampliare l'area di indagine all'intero bacino idrografico dei corsi d'acqua coinvolti, in modo tale che possano essere valutate le peculiarità idrauliche dell'intero sistema fluviale e torrentizio.

La sintesi dei dati raccolti ha consentito quindi di definire le principali criticità della componente "ambiente idrico superficiale" nei confronti dell'infrastruttura in progetto, come ad esempio l'attraversamento di corsi d'acqua caratterizzati da rigidità della rete (pensilità) e l'attraversamento delle aree di esondazione periodica.

3.3 Descrizione dello stato attuale

3.3.1 La rete idrica superficiale

3.3.1.1 La rete idrografica interessata dall'opera in progetto- caratteristiche idrografiche ed idrogologiche

La tratta ferroviaria in progetto si sviluppa nell'ambito dei bacini del Fiume Lemene, Fiume Tagliamento, Fiume Corno e Fiume Isonzo (Figura 33), di cui si riportano le principali caratteristiche idrografiche ed idrologiche.

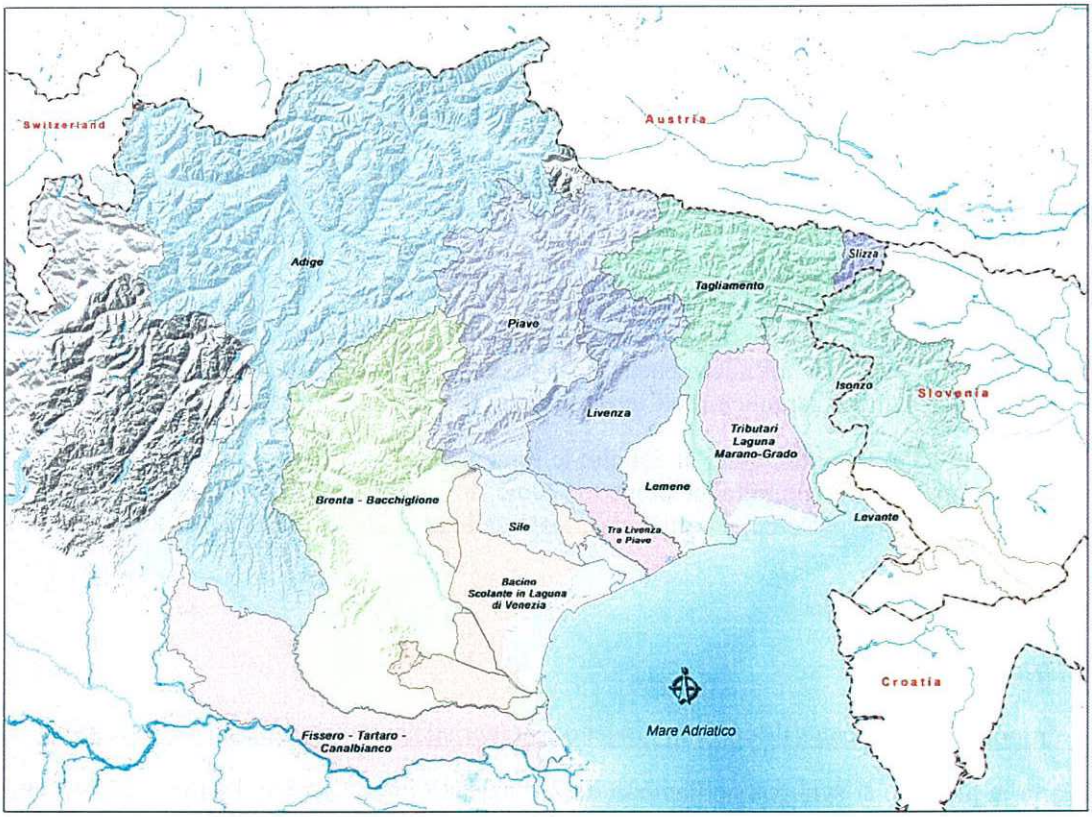


Figura 33 – Delimitazione dei bacini idrografici compresi tra la foce del Po e Trieste

Più in dettaglio il tracciato ferroviario intercetta i corsi fluviali indicati in Tabella 5 ed una fitta rete di canali naturali ed artificiali dei quali sono schematizzati in Tabella 6 e Tabella 7 i più significativi.

Tabella 5 Rete principale interessata dall'opera

Corso d'acqua	Progressiva
Tagliamento	8+740
Stella	17+160
Corno	27+950
Aussa	36+670
Isonzo	44+900

Tabella 6 Rete secondaria interessata dall'opera

Corso d'acqua	Progressiva
Roggia Lugugnana	0+900
Canale Taglio Nuovo	4+250
Roggia Canalotto	5+150
Roggia Vidimana	7+050
Roggia dell'Ingegnere	7+280-7+330
Canale Ortentis	10+980
Canale Fossalon	11+580
Canale Cragno	13+530

Tabella 7 Rete secondaria interessata dall'opera

Canale Orientale	15+790
Roggia Velicogna	19+470
Roggia Cornar	20+290
Roggia Revonchio	20+980
Fosso Fossalat	21+690
Roggia Roiatta	23+530
Canale Cormor	24+160
Roggia Corgnolizza	26+050
Roggia Zumello	29+790
Roggia Giarina	30+560
Roggia Zuina	33+170
Canale Riolino	33+670
Roggia del Taglio	35+420
Canale Fossa Vecchia	39+440
Roggia Mortesina	41+030

Nel tratto seguente vengono illustrate le principali caratteristiche dei bacini idrografici di interesse.

Fiume Lemene

Il bacino di rilievo interregionale del fiume Lemene si estende nel territorio compreso tra la parte Sud-occidentale della Regione Friuli-Venezia Giulia e la parte Nord-orientale della Regione Veneto e copre una superficie complessiva di circa 870 kmq di cui circa 355 kmq in territorio friulano e 515 kmq in Veneto. Il bacino confina ad Ovest con il bacino del Livenza seguendo per lo più l'argine sinistro del Fiume Meduna, ad Est con il bacino del Tagliamento in coincidenza con il suo argine destro ed a Sud con il Mare Adriatico e recapita le proprie acque nella Laguna di Caorle (Figura 34).

Tutta l'area del bacino presenta un drenaggio difficoltoso ed all'idrografia naturale è stata affiancata nei secoli una fitta rete di scoli e canali artificiali.

I principali corsi d'acqua naturali compresi nel bacino del Lemene sono quelli dei fiumi Fiume (sup. 104,8 kmq), Sile (sup. 105,6 kmq), Lin-Loncon (sup. 35 kmq), Reghena (sup. 51,4 kmq), Lemene (sup. 38 kmq). A Brische il Sile si unisce al Fiume: da qui, con la costruzione del canale Postumia-Malgher, le portate di questi corsi d'acqua sono state distolte dal Meduna e deviate, attraverso il f. Loncon, nel Lemene, poco prima della sua foce nella Laguna di Caorle.

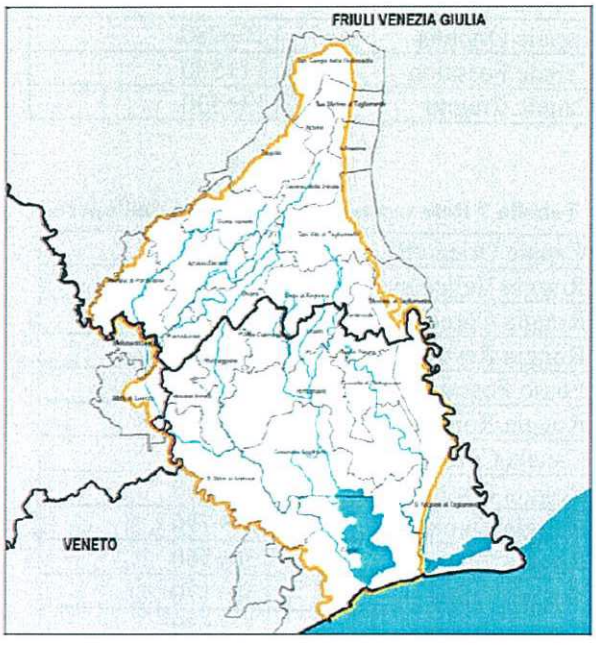


Figura 34 Rappresentazione schematica del bacino del fiume Lemene.

Tutti i corsi d'acqua citati hanno un bacino idrografico superficiale che si sviluppa a cavallo tra l'alta e la bassa Pianura friulana in destra Tagliamento. Le loro portate, benché varino con le precipitazioni, sono perenni essendo garantite dalle numerose risorgive che li alimentano.

I fiumi ed i canali che formano la rete idrografica hanno origine da una serie di rogge che si dipartono in modo capillare dalla pianura compresa tra i fiumi Tagliamento e Meduna. Sono corsi d'acqua che costituiscono

generalmente sistemi arginati, con configurazione tipica delle aree di bonifica. Le foci del sistema idrografico sono due: il Porto di Baseleghe ed il Porto di Falconera, attraverso le quali avviene il deflusso delle acque drenate dall'area del bacino. La foce del Porto di Baseleghe raccoglie le acque della zona più orientale: Canali Taglio, Lugugnana e Lovi.

Nelle depressioni sia naturali che artificiali presenti soprattutto a valle della fascia delle risorgive, tra Azzano Decimo e Morsano al Tagliamento, sono presenti numerosi specchi d'acqua dovuti all'affioramento della falda idrica sotterranea. Alcuni di questi corpi idrici sono derivati dall'estrazione di ghiaia e queste cave abbandonate raggiungono dimensioni non trascurabili come il lago Paker (sup 0,137 kmq), nei pressi di Cordovado.

Fiume Tagliamento

Il fiume Tagliamento è il più lungo fiume del Friuli Venezia Giulia e rappresenta uno dei maggiori bacini delle Alpi Orientali. Le sue sorgenti sono tradizionalmente poste a quota 1.195 m.s.l.m., in prossimità del passo della Mauria, nelle Alpi Carniche. Dopo un percorso complessivo di 163 km, il corso d'acqua sfocia nel Mare Adriatico a Lignano dove ha costruito un delta con forma cuspidata bialare che separa la Laguna di Grado-Marano da quella di Bibione. Il bacino idrografico del Tagliamento è di rilievo nazionale e copre un'estensione di 2.675 kmq (Figura 35).

Nella prima parte del suo corso, fino a Socchieve, il Tagliamento alterna tratti concaratteristiche di un tipico torrente di montagna (sezione fluviale stretta, pendenze elevate, materiale in alveo molto grossolano) ad altri caratterizzati da alveo largo ed a scarsa pendenza.

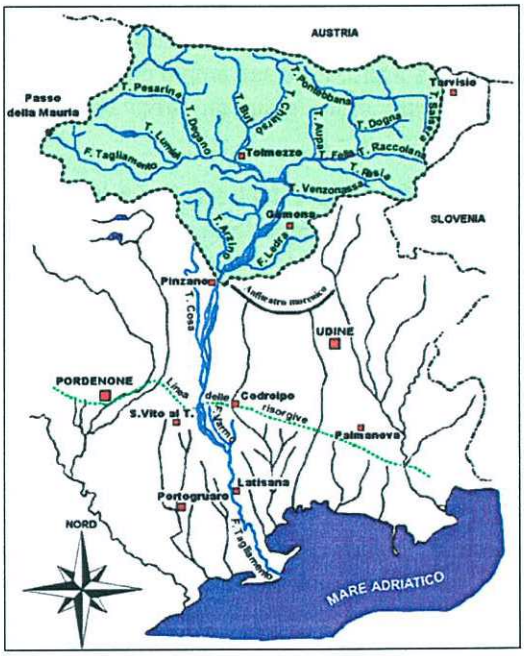


Figura 35 Rappresentazione schematica del bacino del fiume Tagliamento.

La portata idrica del fiume in questo tratto è fortemente influenzata dai prelievi idroelettrici effettuati su 13 torrenti affluenti di sinistra, le cui acque vengono dirottate verso la Diga di Sauris attraverso una condotta scavata

nella roccia, detta "linea di gronda": in condizioni di magra ordinaria, è stata valutata una portata derivata dell'ordine di 2,5 mc/s complessivi. A valle di Forni di Sotto, la portata residua scorre in una valle profonda fino allo sbarramento di Caprizi, dove viene ulteriormente derivata quasi totalmente per una quantità pari a circa 3 mc/s in regime di magra. La portata di rispetto rilasciata dalla presa è stabilita provvisoriamente in 430 l/s, che si aggiungono alle acque di sorgenti locali che sgorgano lungo il tratto fino a Casali Avaris, ubicato a qualche km di distanza da Socchieve, prima della confluenza con il t. Lumiei. In questa località il Tagliamento esce dalla sua valle incassata e le sue le acque residue si disperdono totalmente nel suo alveo ghiaioso.

A valle di Socchieve, l'alveo del Tagliamento si allarga notevolmente, diminuiscono la pendenza e la granulometria media dei depositi in alveo; il corso d'acqua, asciutto per gran parte dell'anno, assume nei periodi di morbidauno stile a canali intrecciati. Su questo tratto del fiume insistono ulteriori 5 prese da torrenti affluenti di destra e di sinistra, tra cui il t. Vinadia: da quest'ultimo viene rilasciato un deflusso minimo vitale di 135 l/s.

In magra, il letto del Tagliamento rimane quindi all'asciutto fino alla confluenza con il torrente But.

Nel suo tratto carnico, prima della confluenza con il f. Fella ad Amaro, il Tagliamento riceve in sinistra idrografica tre importanti affluenti: il t. Lumiei, il t. Degano ed il t. But.

Il torrente Lumiei, lungo 24 km e con una superficie del bacino idrografico di 126 kmq, è stato sbarrato nel 1947 dalla Diga di Sauris, costruita in località La Maina, appena a monte della profonda forra che il corso d'acqua ha inciso fino ad Ampezzo. Il bacino artificiale, il più grande del Friuli, ha una superficie di 1,433 kmq ed una capacità d'invaso massima di 73.000.000 mc d'acqua. Oltre a contenere le acque del torrente e quelle di altri affluenti minori locali, si immettono nell'invaso anche le acque prelevate dalla "linea di gronda".

A valle dell'impianto idroelettrico fuoriesce solamente la portata di rispetto, provvisoriamente stabilita in 215 l/s, che si disperde normalmente dopo circa 2 km dalla presa. Alla sua ampia confluenza con il Tagliamento, vicino a Socchieve, il corso d'acqua è praticamente sempre privo d'acqua, salvo in occasione di piene di una certa consistenza.

Il torrente Degano ha una lunghezza di 38 km e la superficie del bacino idrografico è pari a 326 kmq. Su questo corso d'acqua e sul suo maggior affluente, il t. Pesarina, sono presenti diversi sbarramenti che derivano gran parte delle portate, ma le restituiscono pochi km a valle delle rispettive prese. Ad Ovaro c'è un ultimo sbarramento che dirotta tutte le acque del torrente verso l'invaso di Verzegnis, con portate medie di magra dell'ordine di 7 mc/s.

A valle dello sbarramento defluisce la portata di rispetto stabilita provvisoriamente in 700 l/s, ai quali si aggiungono alcune centinaia di l/s provenienti da risorgenze in alveo, localizzate specialmente nel tratto vicino all'abitato di Muina. L'alveo ghiaioso sostiene questa portata fino quasi alla confluenza con il Tagliamento, a valle di Villa Santina, dove si disperde totalmente. Oltre al Degano, a valle della presa di Ovaro sono derivate verso l'invaso di Verzegnis le acque di altri 7 torrenti afferenti al bacino stesso. Il torrente But, lunghezza 35 km e superficie del bacino 326 kmq, ha origine ai piedi del M. Coglians e si rimpingua specialmente nei pressi di Timau dove riceve l'acqua dal noto Fontanone, copiosa sorgente carsica che sgorga ai piedi del massiccio carbonatico della Creta di Timau, per la quale cui si stima una portata di 2 mc/s medi e circa 0,4 mc/s in regime di magra. Dopo Timau, il But piega decisamente a sud, superando il vasto conoide del Moscardo (presso il quale esisteva un antico lago) ove perde parte delle sue acque che riaffioreranno totalmente, nell'ampio fondovalle tra Paluzza, Cercivento e Sutrio, residuo di un altro antico lago fluviale. Il corso del But è caratterizzato da strettoie eallargamenti che comportano parziali infiltrazioni e ravvenamenti delle acque.

Più a valle riceve in riva sinistra il t. Chiarzò, che, con portata di 3 mc/s in media, è il suo principale tributario. Il But confluisce nel Tagliamento all'altezza di Tolmezzo, con portate medie variabili tra i 5 ed i 10 mc/s. Anche

lungo questo corso d'acqua ed i suoi affluenti insistono diverse captazioni per uso idroelettrico e potabile, con restituzione delle acque nel bacino stesso prima della confluenza con il Tagliamento.

Nella profonda e stretta valle del t. Ambiesta, piccolo affluente di destra del Tagliamento che sfocia vicino a Cavazzo Carnico, è stato costruito lo sbarramento artificiale che dà luogo al bacino di Verzegnis (superficie 0,209 kmq; volume dell'invaso 3,9 milioni di mq). Le acque turbinate vengono recapitate nel Lago di Gavazzo (superficie 1,185 kmq, volume 14.400.000 mc), il più grande specchio d'acqua naturale dellaRegione, e restituite al Tagliamento attraverso il t. Leale, all'altezza di Peonis.

Il complesso di derivazioni sottende una superficie di bacino pari a 658 kmq, corrispondente a circa un terzo del bacino montano del f. Tagliamento misurato alla sezione di Venzone, che è pari a 1.888 kmq.

Il fiume Fella, il maggior affluente del Tagliamento, nasce in prossimità della sella di Camporosso, ha una lunghezza di 53 km ed il suo bacino idrografico copre una superficie di 711 kmq. Nel primo tratto, fino a Pontebba, il Fella segue una direzione EW e scorre su un fondovalle ampio, ma alquanto pendente; da Pontebba a Chiusaforte la valle invece si sviluppa in direzione N-S e si stringe in gola. DaChiusaforte fino alla confluenza nel Tagliamento la valle riassume nuovamente una direzione E-W ed il fondovalle si allarga notevolmente, diminuiscono la pendenza e la granulometria media dei depositi in alveo, lo stile fluviale diventa a canali intrecciati. I principali affluenti del Fella in destra idrografica sono i torrenti Pontebbana, Aupa e Glagnò, mentre in sinistra idrografica sono i torrenti Saisera, Dogna, Raccolana e Resia.

Le portate medie di questo fiume sono importanti per l'economia idrica del Tagliamento. All'altezza di Dogna, il fiume ha una portata media annua di 18 mq/s, che aumenta fino a circa 30 mq/s alla sezione di Moggio Udinese. Da qui l'alveo si allarga notevolmente ed aumenta il processo di infiltrazione delle acque verso la falda subalvea tanto che alla confluenza con il Tagliamento si assiste ad un sostanziale dimezzamento della portata fluente in superficie.

Il bacino imbrifero sotteso dal Tagliamento alla sezione di Pioverno raggiunge, come già detto, la superficie di 1.888 kmq. Tra Amaro e Pinzano i principali affluenti del Tagliamento in sinistra idrografica sono il torrente Venzonassa ed i corsi di risorgiva che si originano nella Piana di Gemona-Osoppo confluendo nel fiume Ledra; in destra idrografica il fiume riceve il torrente Leale e il torrente Arzino. In questo tratto il Tagliamento scorre con direzione NNE-SSW lungo il fianco destro della valle in un alveo caratterizzato da pendenze contenute e notevole ampiezza. Durante le fasi di piena moderata e di morbida assume uno stile a canali intrecciati con isole fluviali; nelle fasi di magra estiva generalmente occupa solo uno o due filoni. In occasione delle piene di grande portata il corso d'acqua riesce ad occupare l'intera sezione a sua disposizione, larga fino a 1,5 km nella zona di Cornino, con una portata calcolata Tr=100 anni alla Stretta di Pinzano che supera i 4.200 mc/s. In questo punto, la portata media annua del fiume è stata valutata in circa 120 mc/s, in magra nell'ordine di 30-40 mc/s.

Tra Pioverno e la stretta di Pinzano le acque si infiltrano nel materasso ghiaioso, alimentando la falda subalvea e soprattutto l'acquifero della Piana di Osoppo-Gemona. Questo acquifero sotterraneo ha importanza fondamentale nell'idroeconomia del Friuli, in quanto costituisce una grande riserva d'acqua di buona qualità, utilizzabile specialmente per uso potabile. Nella parte meridionale della Piana è infatti presente la presa acquedottistica di Molin del Bosso in Comune di Artegna, gestita dal CAFC S.p.A., che fornisce acqua potabile a gran parte dei Comuni della Pianura friulana udinese fino al mare. Sempre nel tratto prealpino del Tagliamento, ad Ospedaletto, vi è inoltre l'opera di presa principale del canale Ledra-Tagliamento, sistema idraulico utilizzato per scopi irrigui ed idroelettrici ed inaugurato nel 1881. Il canale, che più a valle deriva anche le acque del rio Gelato e del fiume Ledra, è in grado di distogliere dal Tagliamento una portata massima estiva di 19,5 mc/s, per arrivare a 25,5 al nodo idraulico di Andreuzza sul f. Ledra.

Dalla stretta di Pinzano il corso del Tagliamento entra nella Pianura friulana ed il suo alveo raggiunge la massima ampiezza, in molti tratti superiore a 2 km, assumendo una morfologia a più filoni fluviali che si intrecciano fra loro (detta di tipo "braided"). L'alveo inizialmente rimane incassato in alte scarpate naturali derivate dall'incisione dei depositi alluvionali fino alla confluenza con il torrente Cosa, ultimo affluente di origine prealpina. Qui si chiude definitivamente il bacino imbrifero del Tagliamento con un'estensione di 2.476 kmq; poi il letto del fiume si porta gradualmente all'altezza della pianura circostante. Nel tratto tra Pinzano e Casarsa, lungo 25 km, il fiume disperde progressivamente le sue acque nella falda freatica della Pianura friulana, della quale diventa il principale contribuente. In regime di magra, la dispersione delle acque è totale e si verifica che da Spilimbergo a Casarsa il fiume rimanga totalmente all'asciutto. Il tasso di dispersione in questi casi raggiunge i 2-3 mc/s*km.

Attraverso le poche misure di portata effettuate in simultanea tra Pinzano e Madrisio di Varmo, si denota inoltre che il Tagliamento riesce a disperdere nella pianura portate di poco superiori a 100 mc/s durante i regimi di morbida.

Tra San Vito al Tagliamento e Varmo, il fiume interseca la fascia delle Risorgive: inizia qui il riafforamento di una piccola parte delle acque disperse dal fiume in pianura. Il regime delle portate diventa perenne fino alla foce, ma l'andamento delle stesse rimane comunque legato principalmente alle precipitazioni che si verificano nel bacino montano. A valle del ponte di Madrisio il Tagliamento riceve l'ultimo affluente di una certa importanza, il fiume di risorgiva Varmo. Da questo punto fino alla foce il fiume modifica gradualmente le proprie caratteristiche morfologiche: l'alveo si restringe e rimane costretto nei possenti argini, assumendo dapprima uno stile ad isole fluviali e poi monocursale e meandriforme. Per lunghi tratti, il corso del fiume risulta pensile rispetto la quota del piano campagna della pianura circostante.

Già a monte dell'abitato di Latisana, i deflussi idrici risentono fortemente degli effetti regolatori dovuti alle variazioni giornaliere della marea marina, anche se la massa d'acqua rimane totalmente dolce in quanto la quota normale di fondo alveo è molto vicina a 0 m.s.l.m.. Qualche km a sud di Latisana, in regime di magra si inizia a rilevare presenza di acqua marina sul fondo mentre alla foce essa probabilmente interessa una grande parte della sezione.

L'acqua dolce scorre in superficie per minore densità rispetto l'acqua marina e si mescola ad essa nelle zone mediane della sezione, anche per effetto del moto provocato dal continuo afflusso e riflusso del mare dentro l'alveo del fiume.

A ragione di questi effetti naturali non è possibile calcolare con precisione la portata naturale del fiume alla foce; alcuni Autori stimano la portata media alla foce tra i 70 ed i 90 m3/s.

Torrenti Corno, Cormor e Stella

I torrenti Corno e Cormor hanno una parte cospicua del loro bacino nella zona dell'anfiteatro morenico del Tagliamento (il Cormor, tramite il suo affluenteUrana-Soima, estende il suo bacino per una minima parte anche nei rilievi flyschoidi del M. Faeit). Questi corsi d'acqua originariamente non avevano sbocco diretto al mare, ma, con i lavori di bonifica e di canalizzazione realizzati nel secolo scorso, il Corno è stato portato ad affluire nel f. Stella costituendo così il sistema idrografico Corno – Stella (Figura 36).

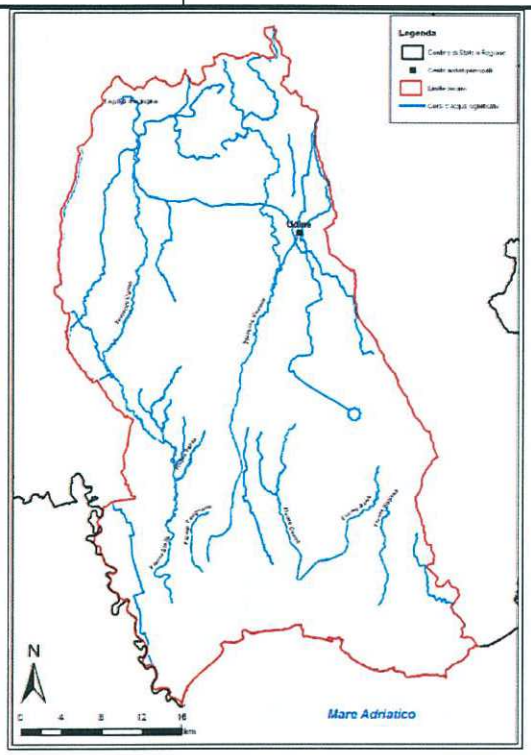


Figura 36 Rappresentazione schematica del bacino Corno, Cormor e Stella.

Anche il Cormor è stato canalizzato nel tratto di bassa pianura, portandolo a sfociare direttamente nella Laguna di Marano: nella sua configurazione attuale copre una superficie totale pari a 226,3 kmq. Tra le opere idrauliche realizzate lungo le aste di questi due corsi d'acqua ricordiamo le casse di espansione delle portate di piena a S. Andrat sul Cormor e le opere realizzate a S. Mauro sul Corno. Queste ultime sono relative alla gestione delle acque derivate nel canale Ledra-Tagliamento (che usa l'alveo del torrente come canale convogliatore delle acque dalla piana di Gemona-Osoppo alla Pianura friulana) e alla recente realizzazione del canale scolmatore sotterraneo tra S. Mauro e Aonedis, con cui si trasferiscono i colmi di piena dal Corno al Tagliamento per una portata massima di 100 mc/s.

La Linea delle Risorgive, che si snoda nella Pianura in sinistra Tagliamento tra Codroipo e Ruda, delimita il margine settentrionale di una ampia fascia territoriale della Bassa pianura friulana ove sgorgano dal sottosuolo le acque precedentemente disperse dal Tagliamento, dal Torre e dai corsi d'acqua morenici nonché quelle meteoriche e irrigue che si infiltrano nell'Alta pianura. A sud della Linea ha genesi una diffusa rete di corsi d'acqua di risorgiva che confluiscono successivamente tra di loro e recapitano le portate nella Laguna di Grado-Marano. La misura della portata media complessiva delle risorgive tra il Tagliamento ed il Torre è stata valutata in diverse momenti, a partire già dal 1906. I valori ricavati sono compresi tra 52 e 115 mc/s: un valore dell'ordine di 80 mc/s è ritenuto significativo per caratterizzare la portata media di questo settore delle risorgive. I corsi d'acqua che sfociano nella laguna da W verso E sono: il fiume Stella (estensione del bacino idrografico, calcolato assieme al Corno, pari a 297,6 kmq), il fiume Turgnano, il canale Cormor già citato, la roggia Zellina, il fiume Corno di S. Giorgio (estensione del bacino idrografico 55,5 kmq) e il fiume Aussa (estensione del bacino idrografico 65,6 kmq) che hanno la foce in comune; il fiume Natissa ed il canale Tiel. La portata media complessiva stimata per i corsi d'acqua sfocianti in laguna è di 80-90 mc/s.

Il fiume Stella è il più importante tra i corsi d'acqua di risorgiva facenti parte di questo sistema idrografico, sia per estensione del bacino drenante, sia per la sua portata media. La portata media giornaliera dello Stella valutata alle stazioni Casali Sacile (1926-1964) e di Ariis (dal 1965 ad oggi) è pari a 34,5 mc/s, però, sebbene raccolga un gran numero di corsi d'acqua di risorgiva che nascono tra Codroipo e Flumignano, questo fiume è soggetto a variazioni considerevoli tra le sue portate di magra, di piena e stagionali. Ciò accade per effetto dell'estensione del bacino drenante e del contributo torrentizio del Corno, nel quale vengono scaricate anche le acque derivate in eccesso dal canale Ledra Tagliamento. Man mano che il corso d'acqua scorre verso la Laguna di Marano, le portate drenate dalla falda superficiale aumentano progressivamente, fino quasi al 50% in più rispetto alla portata registrata ad Ariis e, precedentemente ai lavori di rettifica, assumeva un andamento fortemente meandriforme. Per far fronte a questi problemi di drenaggio alla foce, il tratto finale dello Stella è stato regimato e canalizzato durante i lavori di bonifica degli anni '30. In questi ultimi decenni, vaste aree del bacino e gran parte del corso d'acqua principale dello Stella sono stati vincolati da provvedimenti regionali e nazionali di tutela naturalistica, paesaggistica ed ambientale.

Nella fascia perimetrale della Laguna di Grado e Marano vi sono numerose aree in cui la condizione di terre emerse dal mare è garantita da un sistema di opere idrauliche realizzate lungo i corsi d'acqua che provengono dalla pianura e lungo i margini della laguna, nonché da un fitto sistema di canali di bonifica realizzati nei bacini e che fanno capo a 30 impianti idrovori, i cosiddetti bacini a scolo meccanico. Le superfici a scolo meccanico coprono un'estensione di 23.500 ettari, per buona parte posti a quota inferiore al livello del mare, che corrispondono all'incirca alla superficie delle paludi costiere che originariamente circondavano la laguna di Grado Marano, bonificate progressivamente nel corso dei secoli. L'assetto idraulico attuale delle opere di bonifica della Bassa pianura friulana, con la realizzazione di buona parte degli impianti idrovori oggi in funzione, è stato realizzato negli anni '30 e integrato successivamente con opere complementari.

Fiume Isonzo

Il fiume Isonzo (Soča in sloveno) nasce in Val Trenta, nelle Alpi Giulie slovene sotto il M. Jalovec; dopo un percorso di 132 km sfocia nel Golfo di Trieste a punta Sdobba. Il bacino dell'Isonzo è di rilievo nazionale ed i 2/3 della sua estensione ricadono in territorio sloveno: infatti solo 1.060 kmq dei 3.367 kmq di superficie totale ricadono in Friuli Venezia Giulia ed appartengono in massima parte al sottobacino del Torre (Figura 37).

Il tratto sloveno dell'Isonzo presenta le caratteristiche tipiche di un corso d'acqua alpino ed alterna tratti relativamente ampi e ghiaiosi a gole rocciose. A Most na Soči-S. Lucia di Tolmino riceve in sinistra idrografica il torrente Idrijca-Idria (sup. bac. 598 kmq) che è il suo principale affluente in territorio sloveno. Il tratto montano dell'Isonzo termina a Solkan-Salcano (località di Nova Gorica) presso il confine italo-sloveno. Il bacino sotteso in corrispondenza di questa località si sviluppa a quote elevate ed è caratterizzato da pendenze elevate e diffuso carsismo.

Le zone carsiche più note agli speleologi sono il gruppo montuoso del Canin e gli altopiani di Banjsice-Bainsizza e Trnovski-Tarnova. Queste caratteristiche del bacino conferiscono al corso d'acqua un regime naturale delle portate tipicamente torrentizio, ma nello stesso tempo in fase di magra garantiscono un deflusso sempre relativamente cospicuo derivante dagli apporti carsici e dallo scioglimento nivale primaverile.

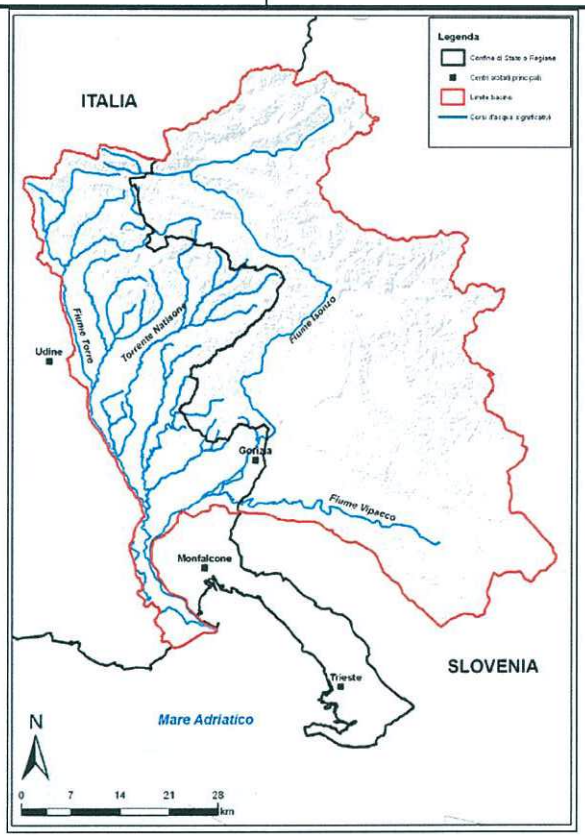


Figura 37 Rappresentazione schematica del bacino del fiume Isonzo.

Superato il confine sloveno, l'Isonzo entra in Italia scorrendo incassato in scarpate naturali incise nelle sue alluvioni ghiaiose, le cui altezze decrescono progressivamente. A valle di Gorizia riceve in sinistra idrografica il fiume Vipacco (sup. del bacino 546 kmq) che drena un bacino fortemente carsico che si sviluppa quasi totalmente in territorio sloveno. Tra Gorizia e Sagrado l'Isonzo occupa generalmente l'intera sezione e presenta uno stile monocursale, con rare isole fluviali; a valle dello sbarramento di Sagrado e fino a Fiumicello, l'alveo del fiume si allarga ed assume man mano uno stile "braided", con alveo ghiaioso che raggiunge la sua massima larghezza alla confluenza del Torre, suo maggior affluente. Tra Ruda e Fiumicello l'Isonzo interseca la fascia delle risorgive, il suo alveo torna a stringersi e ritorna monocursale fino alla foce di Punta Sdobba.

Le portate del fiume sono modulate e regolamentate da una serie di sbarramenti artificiali costruiti in territorio sloveno tra Most na Soči e Solkan per scopi idroelettrici. La portata media giornaliera su base annua, registrata negli ultimi 5 anni a Ponte Piuma di Gorizia, è di circa 70 mc/s, ma, in relazione ai rilasci non costanti dalla diga di Solkan, la portata in regime di magra varia sensibilmente durante la giornata, con innalzamenti medi del tirante idrico di 60-80 cm durante le ore diurne e conseguente riabbassamento nelle ore serali e notturne.

Tale sistema di regimazione delle acque operato a Solkan ha una forte influenza sul tutto il sistema idrologico e derivatorio del tratto del fiume in territorio italiano. Anche nella nostra Regione sono presenti alcune importanti prese di alimentazione di canali irrigui e idroelettrici (quali quelli facenti capo alla rete irrigua del Consorzio di Bonifica della Pianura Isontina), i quali risentono fortemente della variazione delle portate giornaliere operata dai gestori dell'impianto idroelettrico sloveno. A Sagrado, infine, v'è il noto Canale de' Dottori che distoglie verso Monfalcone gran parte della portata idrica del fiume, non facendola defluire quindi verso il suo naturale sfogo al

mare presso Punta Sdobba. L'influsso delle maree sul regime idrico inizia a presentarsi a valle di Fiumicello e le scarse acque dolci di magra rimanenti si mescolano subito con quelle marine: nella zona della Quarantia, 4 km a monte della foce, l'acqua dolce rimane presente nella sola parte superficiale dell'intera sezione del fiume.

Durante le piene, le acque salate vengono invece ricacciate decisamente verso il mare ed il fiume riversa copioso trasporto solido nel Golfo di Trieste. Alcuni Autori stimano la portata media del fiume alla foce pari a 170 mc/s.

Il sottobacino del torrente Torre (superficie totale del bacino 1.091 kmq) è articolato in una serie di bacini di 3° ordine di discreta estensione, che si sviluppano tutti sulla sinistra idrografica dell'asta principale: il t. Cornappo, il t. Malina, il f. Natisone (334 kmq di superficie di cui circa 60 kmq in territorio sloveno) e il f. Judrio (303 kmq di superficie di cui un quarto circa in territorio sloveno). Il Torre ed i suoi affluenti hanno un regime delle portate tipicamente torrentizio, direttamente condizionato dalle precipitazioni che si verificano nei relativi bacini montani. In montagna, questi corsi d'acqua hanno sempre un deflusso idrico perenne assicurato da una serie di sorgenti. Il percorso montano del Torre in senso stretto si snoda dalle sorgenti di Musi fino a Tarcento; qui prosegue aggirando da est l'anfiteatro morenico e dopo aver ricevuto in sinistra idrografica il t. Cornappo giunge alla traversa di Zompitta, dove viene captato per alimentare le rogge di Udine e Cividina.

Nonostante il bacino montano del Torre sia il più piovoso della Regione, al suo sbocco in pianura le portate in regime di magra non sono particolarmente elevate, infatti a Tarcento la portata di magra non supera normalmente i 2,5-3 mc/s, mentre la media si aggira attorno a 8 mc/s; al ponte di Nimis, prima della confluenza con il Cornappo, i quantitativi sono sostanzialmente identici.

A Pradamano il Torre riceve il t. Malina, a Trivignano Udinese si immette il fiume Natisone, suo maggior affluente, a Romans d'Isonzo entra lo Judrio. A valle della presa di Zompitta le portate di magra residue del Torre vengono velocemente assorbite dal potente materasso ghiaioso dell'Alta pianura. Da qui fino alla confluenza con l'Isonzo l'alveo del Torre rimane quasi sempre asciutto per buona parte dell'anno: si verificano deflussi superficiali continui sul letto del corso d'acqua solo in occasione delle piene dovute a forti precipitazioni nel bacino montano.

Il fiume Natisone ha un regime idrico nettamente più regolare del suo ricettore per la maggior superficie coperta dal bacino imbrifero montano e per la presenza di numerose sorgenti che alimentano con continuità il tratto prealpino.

In pianura, a Cividale, la portata di magra normale è sempre prossima a 3 mc/s e la media annua si attesta a 9 mc/s. Tra Cividale e Manzano, il Natisone scorre incassato di diversi metri rispetto alla pianura ed attraversa i complessi collinari di Buttrio e di Corno di Rosazzo, in questo tratto il corso d'acqua mantiene un deflusso idrico perenne favorito dalla relativamente scarsa profondità a cui si rinviene il substrato flyschoide impermeabile rispetto all'alveo del fiume. A valle di Manzano il deflusso idrico si disperde del tutto lungo i pochi km che lo dividono dalla confluenza nel Torre.

Il fiume Judrio, pur avendo una estensione totale del bacino pari quasi a quella del vicino Natisone, è caratterizzato da portate medie molto più modeste. Il bacino dello Judrio ha una quota media relativamente bassa (187 m.s.l.m.) e la sua parte collinare ricade in rocce prevalentemente flyschoidi (il Collio italiano e sloveno, detto Brdo), queste caratteristiche comportano una scarsa presenza di precipitazioni nevose ed uno scarso immagazzinamento delle acque di pioggia. Le portate dello Judrio sono quindi molto scarse in magra, nell'ordine di 100-200 l/s all'uscita dal bacino collinare, con lunghi tratti d'alveo quasi asciutti. Allo sbocco in pianura le portate si riducono ulteriormente e nelle fasi di magra le acque si infiltrano totalmente nelle ghiaie del suo conoide.

Di seguito si riporta una breve carrellata sulle principali caratteristiche dei bacini minori in sinistra Isonzo:

- Bacino idrografico del Golfo di Panzano (superficie 68 kmq). Si sviluppa nella piana alluvionale dell'Isonzo, a cavallo della Linea delle Risorgive. Nella parte alta è presente una vasta rete irrigua alimentata principalmente dal canale "de Dottori", mentre la parte bassa è stata assoggetta a bonifica idraulica; una parte limitata di quest'ultima è a scolo meccanico e recapita le acque drenate principalmente nel canale navigabile del Brancolo. L'idrografia naturale è scarsa ed alimentata da risorgive. Nel bacino del Golfo di Panzano ricade Monfalcone, la città cantieristica navale: dal tratto terminale del Canale de Dottori parte il Canale navigabile Valentinis, sfociante in mare in un ampio bacino portuale nel quale vengono varate le navi.
- Bacino idrografico del Timavo e sistema idrografico del carso triestino e Goriziano. L'area presenta aspetti idrogeologici molto particolari. L'idrografia superficiale è rappresentata:
  - dal Canale artificiale Locavaz, collegamento al mare della zona industriale di Lisert
  - dal corso d'acqua Moschenizza, che attinge le sue portate dalle opere di sistemazione idraulica realizzate nei laghi carsici (polje) di Pietrarossa e Sablici, collegati tra loro da un canale, e da una serie di risorgenze carsiche;
  - dal breve corso superficiale del Timavo alimentato dalle risorgenze carsiche, dette Bocche del Timavo, che sgorgano a S. Giovanni del Timavo (portata media 30 mc/s). Le risorgenze carsiche presenti nell'area del Timavo sono connesse tra loro e formano quello che è stato definito un "delta sotterraneo". Verso monte, le bocche del Timavo sono in continuità idraulica con il fiume Reka. Il Reka nasce in Croazia, alle pendici del M. Dletvo, ed inizia il suo percorso ipogeo nell'inghiottitoio di Skocjan (San Canziano) in Slovenia; le variazioni di portata di questo corso d'acqua si riflettono direttamente sul regime delle sorgenti di S. Giovanni. Oltre che dal deflusso sotterraneo della Reka, il bacino idrogeologico dell'intero sistema di risorgenze dell'area del Timavo viene alimentato anche dall'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso le discontinuità presenti nel carso italo - sloveno e da dispersioni che avvengono lungo gli alvei dell'Isonzo e del Vipacco. La rete idrografica sotterranea è estesa su una vasta area ed è molto complessa; inoltre gli spartiacque sotterranei del bacino sotteso dal sistema sorgentizio sono variabili in funzione dello stato di impinguamento della falda carsica e non ancora completamente definiti.
  - zona del Carso isontino e triestino (superficie 173 kmq). L'assenza di un'idrografia superficiale organizzata a causa del carsismo che interessa le rocce carbonatiche affioranti, fa rientrare quest'area tra quelle a scolo nullo, anche se le acque meteoriche percolano in parte nel corso ipogeo del Timavo. Il principale corpo idrico superficiale è rappresentato dal lago carsico di Doberdò, nel Carso goriziano. Il lago è soggetto a vistose variazioni della sua estensione e durante i momenti di maggior impinguamento della falda carsica arriva a superare i 30 ettari.
- Bacino idrografico costiero triestino (superficie 15 kmq). Ricade prevalentemente nelle rocce flyschoidi affioranti lungo la stretta fascia litorale compresa tra il ciglione carsico e il litorale. Si estende longitudinalmente tra Duino e la piccola dorsale su cui sorge il parco di Villa Giulia a Trieste. L'idrografia è rappresentata da una serie di corti rii che corrono all'interno di vallecole e che in ambito urbano sono parzialmente o totalmente canalizzati. I corsi d'acqua hanno carattere effimero e torrentizio, le portate sono influenzate dagli apporti di scarichi di acque meteoriche della zona urbanizzata che ad essi vengono recapitati.
- Bacino idrografico del rio Settefontane (superficie 13 kmq). Si estende prevalentemente nelle rocce flyschoidi affioranti nel settore collinare centro-orientale della città di Trieste, tra Cattinara e la Stazione centrale. I principali elementi idrografici sono il torrente Settefontane ed il torrente Grande o Farneto. La loro rete idrografica in ambito urbano è stata totalmente canalizzata, fatta esclusione nei tratti di monte ove scorrono in vallate non ancora molto urbanizzate o in parchi urbani. I corsi d'acqua hanno portate di magra naturali molto esigue, nell'ordine di pochi l/s, ancorché presenti per molti periodi dell'anno; le portate dei tratti vallivi sono invece fortemente influenzati dagli apporti degli scarichi di acque meteoriche della rete urbana che ad essi vengono recapitati.

- Bacino idrografico Triestino urbano (superficie 22 kmq). Si estende prevalentemente nelle rocce flyschoidi affioranti nel settore collinare della città di Trieste che dalla sella di Longera gravita sull'area portuale del capoluogo e comprende buona parte del centro urbano. L'idrografia è rappresentata da una serie di corti rii a carattere effimero e torrentizio che corrono all'interno di vallecole e che in ambito urbano sono totalmente canalizzati. Va ricordato che quasi tutti i rii inclusi nei bacini idrografici costiero, Settefontane e triestino urbano fungono inoltre da collettori fognari di acque miste per la città di Trieste ed per i suoi rioni più periferici. Le portate di magra vengono interamente captate e tradotte, attraverso condutture interrate, ai depuratori di Barcola, Servola e Zaule. Solo in caso di precipitazioni abbondanti, i corsi d'acqua recapitano le intere portate defluenti direttamente a mare, per periodi molto brevi (da alcuni minuti a poche ore).
- Bacino idrografico del t. Rosandra (superficie 45 kmq, di cui 28 kmq in territorio sloveno). Il torrente Rosandra (Glinščica in sloveno) nasce in Slovenia. Entrando in Italia riceve il contributo del t. Grisa-Grižnic e poi approfondisce il suo alveo in unastretta forra carsica incisa in rocce prevalentemente carbonatiche. A Bagnoli della Rosandra il torrente esce dalla forra e riceve gli apporti della sorgente carsica dell'Antro di Bagnoli. Qui inizia il suo tratto inferiore, quasi totalmente canalizzato, che attraversa la Zona industriale di S. Dorligo della Valle e porta alla foce in mare, nel canale navigabile che serve la Zona industriale di Trieste. Il bacino idrografico non coincide con il bacino idrogeologico per effetto del carsismo che interessa le rocce in cui ricade gran parte del territorio. Nonostante la presenza di alcune risorgenze carsiche di buona portata, il regime delle portate del torrente nel suo tratto vallivo dipende fondamentalmente da quello delle precipitazioni. Le portate di magra ordinaria sono comprese normalmente tra i 30 ed i 90 l/s, ma può accadere, in periodi di lunga siccità, che il tratto terminale del Rosandra rimanga totalmente asciutto. Diversamente, in caso di piena, le portate possono raggiungere, in casi eccezionali, i 10 mc/s. All'uscita dalla forra il torrente ha formato una piana alluvionale ove attualmente sorgono le zone industriali sopra citate e che contiene una falda freatica non molto continua e di limitata potenzialità. Questa falda, alimentata dalle acque disperse dal Rosandra, in passato veniva anche sfruttata.
- Bacino idrografico del rio Ospo (superficie 27 kmq, di cui 20 kmq in territorio sloveno). La rete idrografica del bacino è alimentata da alcune sorgenti carsiche che ricadono in territorio sloveno; nel tratto italiano il bacino idrografico si sviluppa su rocce flyschoidi. I suoi principali elementi idrografici sono il rio Ospo e Rabuiese. La valle in cui scorre il rio Ospo è chiamata Valle delle Noghere; in essa sono presenti alcuni laghetti artificiali con acque di falda ora sottoposti a tutela ambientale. Il rio ha portate perenni anche in magra, seppur molto limitate; mentre i suoi affluenti hanno invece carattere effimero e regime torrentizio.
- Bacino idrografico di Muggia (superficie 11 kmq). L'idrografia è rappresentata da una serie di corti rii a carattere effimero e torrentizio che corrono all'interno di vallecole e sfociano direttamente nel Golfo di Muggia. Parte della rete idrografica attraversa l'ambito urbano di Muggia nel quale i corsi d'acqua sono stati nel tempo parzialmente o totalmente canalizzati. Le loro portate sono influenzate dagli apporti di acque meteoriche raccolte dalla rete urbana di scolo che ad essi vengono recapitati.

Laguna di Grado e Marano

La laguna di Marano e Grado si sviluppa nell'Alto Adriatico orientale tra le foci dei fiumi Tagliamento ed Isonzo. Ha uno sviluppo in direzione E-W di circa 32 km, una larghezza media di 5 km e una superficie complessiva di circa 160 kmq. Le sue acque hanno una salinità elevata con un valore medio del 33,7 ‰ e una temperatura media di 13,5 °C, soggetta però a forti variazioni. Nella Laguna si individuano 6 bacini principali che sono in comunicazione con il mare aperto tramite canali di ordine superiore, sfocianti nelle "bocche di porto" o "bocche di marea" di Lignano, S. Andrea, Porto Buso, Morgo, Grado e Primero. La sezione trasversale complessiva delle bocche di marea è di circa 10.000 mq.

I bacini sono solcati da un reticolo di canali di marea con andamento meandriforme che si ramificano procedendo verso le zone più interne dove assumono una struttura dendritica.

Questi canali (ghebbi) incidono estese aree subpianeggianti caratterizzate da battenti idraulici ridotti, ma comunque quasi sempre presenti (velme), e da superfici soggette ad essere sommerse solo durante le maggiori fasi di marea (barene). La sezione liquida dei canali si riduce procedendo verso la parte interna dei bacini, le profondità massime raggiunte sono dell'ordine dei 10 m. Con riferimento al livello medio del mare il volume del bacino lagunare è di 70 x 106 mc che aumenta a circa 200 x 106 mc assumendo un innalzamento di 1 metro.

All'interno della laguna vi sono canali navigabili che collegano le bocche di porto a località e porti perilagunari o alle foci di corsi d'acqua sfocianti nella laguna stessa. I porti principali sono quello di Marano Lagunare e Grado (pesca e diportistica), di Lignano e di Aprilia Marittima (diportistica), di S. Giorgio di Nogaro e di Torviscosa (industriali). Inoltre, da molti secoli è presente la via navigabile canalizzata detta "Litoranea Veneta", che collega la foce dell'isonzo con Venezia attraverso la Laguna di Grado, e Marano, la Laguna di Caorle e quella di Venezia.

Bacino scolante nella Laguna

I principali corsi d'acqua di risorgiva afferenti alla laguna di Marano e Grado sono stati citati e brevemente descritti nell'ambito deiI fiumi di risorgiva tra Tagliamento e Torre". A questi vanno aggiunti una serie di canali artificiali, tra cui i più importanti sono il Canale di Bevazzana (tratto della Litoranea Veneta) ed il Canale Anfora, che collegano alla laguna rispettivamente il Tagliamento ed il fiume Terzo, affluente del Natissa. Il valore medio delle portate dei corsi d'acqua di risorgiva e degli apporti esterni continentali alla laguna di Grado e Marano è in precedenza stato quantificato dell'ordine di 80-90 mc/s, mentre la quantità media di acqua dolce recapitata dagli impianti di sollevamento degli scoli meccanici è indicativamente pari a 5 mc/s.

3.3.2 Aspetti climatologici e regime termo-pluviometrico

Caratteri climatici

Dal punto di vista climatico, il territorio della Regione Veneto, pur compreso nella zona a clima mediterraneo, presenta peculiarità legate soprattutto alla sua posizione climatologicamente di transizione, sottoposta quindi a vari influssi quali l'azione mitigatrice delle acque mediterranee, l'effetto orografico della catena alpina e la continentalità dell'area centro-europea. In ogni caso mancano alcune delle caratteristiche tipicamente mediterranee quali l'inverno mite (in montagna, ma anche nell'entroterra, prevalgono effetti continentali) e la siccità estiva interrotta dai frequenti temporali di tipo termoconvettivo.

L'area di pianura è caratterizzata da clima prevalentemente continentale, con inverni relativamente rigidi e nebbiosi ed estati calde e afose. Più miti e meno continentali risultano le sub-regioni della zona lacustre, nei pressi del Lago di Garda e della fascia costiera adriatica.

Il bilancio idroclimatico annuale (saldo tra precipitazioni ed evapotraspirazione potenziale) risulta negativo in una fascia che comprende la parte meridionale delle province di Verona, Padova e Venezia e tutta la Provincia di Rovigo, cioè le piogge che cadono mediamente in un anno non sono sufficienti a ripristinare la corrispondente perdita d'acqua dovuta all'evapotraspirazione.

Analizzando il bilancio idroclimatico a livello stagionale, in inverno, anche se le precipitazioni non sono mai particolarmente abbondanti tanto che questa risulta la stagione più secca dell'anno, la ridottissima attività evapotraspirativa fa in modo che il bilancio idrico resti comunque positivo. Dal confronto fra i dati dell'ultimo decennio ed i dati storici risulta una minore piovosità negli inverni più recenti. Di conseguenza anche il bilancio idrico si è attestato su valori minori.

La regione Friuli Venezia Giulia è caratterizzata da una posizione geografica e da un'orografia che ne condizionano in modo determinante il tempo meteorologico e quindi il clima. La regione è situata alle medie

latitudini, dove è molto marcato il contrasto tra le masse d'aria polare e tropicale: tale contrasto genera frequentemente delle perturbazioni dello stato normale dell'atmosfera. In zone orograficamente complesse, come il Friuli Venezia Giulia, i processi di formazione delle perturbazioni e la loro evoluzione sono influenzati fortemente dai rilievi e dalla loro disposizione rispetto alla circolazione prevalente delle masse d'aria. La presenza delle Alpi induce significativi cambiamenti della temperatura, umidità e ovviamente della direzione di moto delle masse d'aria che interessano la regione. I processi di Foehn (vento caldo e secco discendente dalle Alpi) e Stau (effetto di sbarramento dovuto a una catena montuosa, che costringe le correnti d'aria a innalzarsi raffreddandosi, dando spesso luogo a precipitazioni), che hanno luogo su opposti versanti della catena montuosa, sono responsabili di profonde modifiche del contenuto relativo d'acqua nell'aria (umidità), attraverso processi di condensazione ed evaporazione dell'acqua stessa, i quali influenzano la temperatura dell'aria e di conseguenza la stabilità atmosferica.

Molto importanti sono anche le peculiarità locali del territorio, quali la presenza del mare Adriatico, poco profondo, e della laguna caratterizzata da considerevoli escursioni termiche. In estrema sintesi il clima della regione può essere considerato come un clima continentale moderato con connotazione umida.

Termometria

La fascia dell'alta pianura veneta e della pianura friulana e che riguarda, in generale, il medio corso dei fiumi principali, si presenta abbastanza omogenea dal punto di vista termometrico. Si tratta di un tavolato lentamente digradante in direzione Nord-Ovest - Sud-Est (fra Thiene e Legnaro, distanti fra loro circa 60 km vi sono meno di 150 m di dislivello) o, per quanto riguarda la pianura friulana, in direzione Nord-Sud (Udine, distante circa 40 km dal mare ha un'altitudine di circa 140 m s.l.m.). La pianura è interrotta nella parte centro-occidentale dai gruppi collinari dei Berici e degli Euganei la cui caratterizzazione climatica si discosta senz'altro da quella della pianura circostante, se non altro per gli effetti combinati di altitudine ed esposizione dei versanti.

Non essendo però disponibili serie storiche di dati sufficientemente complete e relative a stazioni direttamente afferenti ai due gruppi collinari, la trattazione climatica di tali ambienti necessiterebbe di studi più particolareggiati e relativi ai microclimi locali.

Il campo termico dell'alta pianura si presenta abbastanza livellato: durante il mese di luglio la media delle temperature massime giornaliere si colloca intorno ai 28,5 - 29 °C con punte di 29,2 °C a Castelfranco Veneto ed a Portogruaro. In Friuli spicca il dato di Pordenone (29 °C), mentre di poco inferiori sono quelli di Udine e di Gorizia (28,5 °C). Le stazioni pedemontane indicano valori leggermente più contenuti: se a Bassano del Grappa il valore è ancora di 28,3 °C, a Thiene e a Conegliano non si superano i 28 °C, come valore medio delle temperature massime giornaliere di luglio. Ai limiti dell'alta pianura friulana, si assiste ad una ulteriore diminuzione dei valori massimi di temperatura: intorno ai 27 °C fra Maniago e Moruzzo e addirittura vicina ai 25 °C risulta la stazione di Cividale del Friuli, caratterizzata da particolari regimi di brezza diurna e di ventosità stagionale.

Analizzando i dati relativi al luglio "caldo" (come precedentemente definito), si osserva che la media delle temperature massime giornaliere nella fascia dell'alta pianura può arrivare, con il 95% di probabilità di non superamento, a valori compresi fra 30 e 32 °C con punte superiori a quest'ultimo valore nelle stazioni di Portogruaro e Pordenone. Fra le stazioni della pianura friulana, resta al di sotto dei 30 °C la sola stazione di Moruzzo.

Per quanto riguarda le temperature minime del mese di gennaio, queste mediamente si collocano fra 0 e -2 °C. Fra le stazioni più fredde della pianura spicca Lonigo, a ridosso dei Colli Berici nel bacino del Bacchiglione-Brenta con una temperatura media delle minime giornaliere di gennaio pari a -2,1 °C. Anche Vicenza risulta relativamente fredda, facendo registrare un valore di -1,7 °C. Nell'area dell'alta pianura veneta, come è stato sopra

evidenziato, risulta frequente durante la stagione invernale il fenomeno dell'inversione termica, tanto che, ad esempio, a Bassano del Grappa e a Thiene si hanno valori medi, sempre delle temperature minime giornaliere, dell'ordine rispettivamente di -0,9 e di -0,6 °C, mentre a Padova e a Treviso i valori corrispondenti si attestano rispettivamente su -1,3 e -1 °C.

Si può riscontrare una situazione analoga , pur se attenuata, anche nell'alta pianura Friulana rispetto alle zone più basse o rispetto a quelle dell'alto veneziano: Maniago presenta infatti una media trentennale delle temperature minime giornaliere del mese di gennaio pari a -0,5 °C contro i -1 circa di Pordenone e di Portogruaro; Moruzzo presenta pressoché la stessa temperatura (-0,7 contro -0,6 °C) di Udine, pur essendo più alta del rispettivo capoluogo di oltre 150 m. Come già messo in evidenza a proposito delle temperature del mese di luglio, si segnala come stazione di pianura particolarmente fredda quella di Cividale, in cui il valore medio delle temperature minime si colloca sui -2,5 °C.

Prendendo in considerazione i dati risultanti dall'indagine probabilistica, si osserva che la temperatura media delle minime giornaliere di gennaio che non viene superata solamente nel 5% delle annate (corrispondente quindi ad un gennaio particolarmente freddo) si colloca, nell'alta pianura, fra -4 e -6 °C. La zona più fredda della fascia in esame si conferma quella che riguarda il medio bacino del Bacchiglione-Brenta: a Lonigo il valore determinato su tale base probabilistica può arrivare a -6,4 °C e a Vicenza si possono toccare i -6 °C. Leggermente più contenuti risultano gli analoghi valori delle altre stazioni di pianura: -5,3 °C a Padova, -4,4 a Treviso, -4,5 circa a Portogruaro, Castelfranco e Conegliano. Si discosta abbastanza sensibilmente dal gruppo delle stazioni pedemontane il valore di Thiene che risulta di -3,5 °C e quindi relativamente più caldo delle zone circostanti (Figura 38).

In buona parte della pianura friulana, per contro, il gennaio "freddo" (cioè quello corrispondente ad una probabilità del 5% di non superamento della media delle temperature minime giornaliere) risulta meno rigido rispetto a quanto avviene nella pianura veneta: a Moruzzo, Udine e Gorizia, pertanto, anche nel gennaio "freddo" si dovrebbe rimanere al di sopra dei -4 °C. Maniago e Pordenone (quest'ultima relativamente più fredda) si allineano ai valori delle stazioni dell'alta pianura veneta.

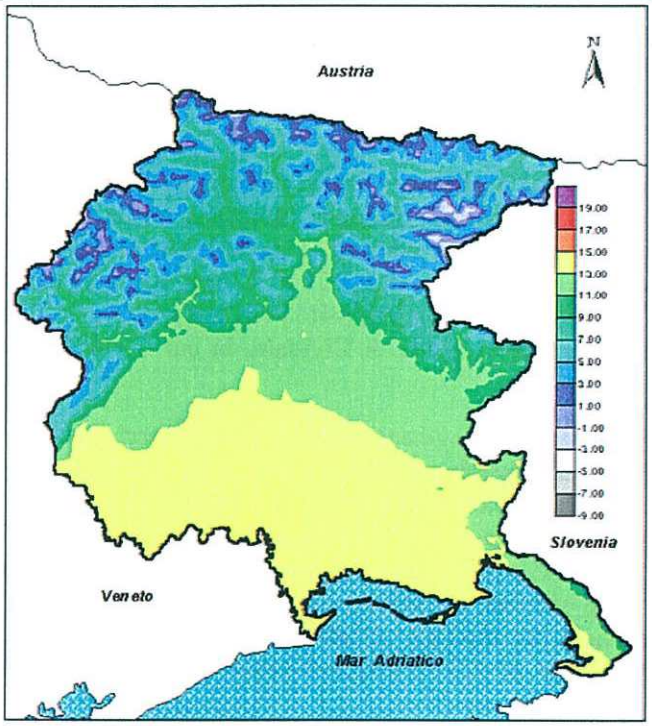


Figura 38 Planimetria schematica con indicazione delle temperature medie annue in Friuli.

Piovosità

Nella pianura Veneta si stima un surplus idrico crescente da Sud verso Nord che, nel suo valore estremo, stimato nella zona di Recoaro Terme, raggiunge i 300-400 millimetri. Nella stagione estiva, in quasi tutta la regione, le precipitazioni temporalesche restano inferiori alla quantità di acqua evapotraspirata per effetto delle elevate temperature: il deficit idrico assume proporzioni notevoli nella zona Sud del Veneto dove supera i 200 millimetri ma, proprio in quest'area, la carenza registrata nell'ultimo decennio risulta inferiore rispetto a quella media stimata nel trentennio precedente. In autunno il bilancio idrico ritorna positivo in tutta la regione, con valori generalmente crescenti procedendo da Sud verso Nord: positivi di pochi millimetri nella pianura meridionale ma con valori superiori a 350 millimetri nella zona di Recoaro Terme. Dal confronto con i valori stimati nel decennio 1993-2002, risulta un sostanziale aumento del surplus idrico negli ultimi anni rispetto al periodo precedente (Figura 39).

La connotazione umida del clima è dettata dall'elevata piovosità dell'alta pianura friulana e della zona prealpina. Questa componente è il risultato sia dell'effetto che i rilievi hanno sui flussi di aria umida provenienti da sud, che sono forzati a moti verticali i quali si traducono in piogge copiose, sia dell'elevata frequenza di temporali primaverili ed estivi. Non va inoltre dimenticato che la grandine è tra i fenomeni caratterizzanti del clima estivo regionale.

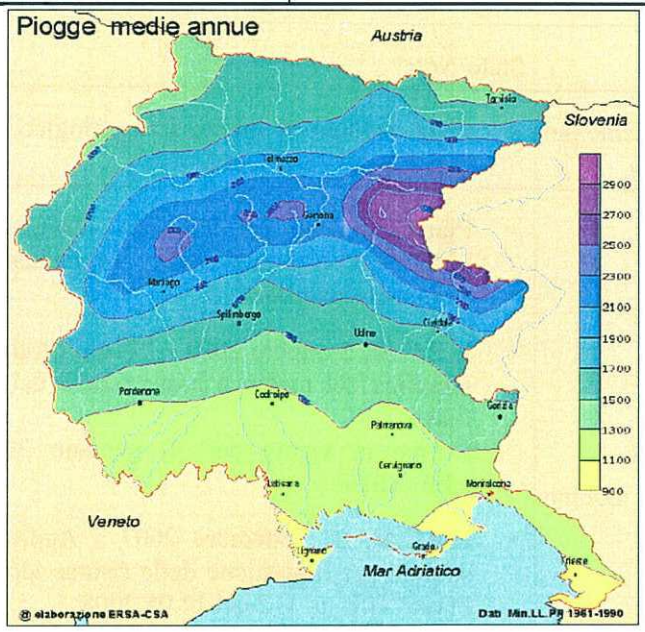


Figura 39 Planimetria schematica con indicazione dei valori di piovosità media annua in Friuli.

3.3.3 Il quadro pianificatorio adottato dalle Autorità di Bacino competenti

In questo capitolo si riporta lo stato di Pianificazione eseguito dalle Autorità dei Bacini Idrografici interessati dalla realizzazione dell'opera ferroviaria.

Nella tabella che segue è indicato l'ambito delle Autorità, la denominazione dell'Ente e lo stato della Pianificazione.

Ambito	Ente	Stato/Note
Interregionale	Autorità di Bacino del Fiume Lemene	• Piano stralcio di assetto idrogeologico del Fiume Lemene Del. n.1 del 26/11/2002
Nazionale	Autorità di Bacino Alto Adriatico	• Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione. • D.P.C.M. 2 ottobre 2009 – "Piano Stralcio per la sicurezza idraulica del medio e basso Corso del Bacino del Fiume Piave. Norme in vigore dal 30 gennaio 2010." G.U. n. del 29.01.2010 • D.P.C.M. 21 settembre 2007 - Approvazione del Piano stralcio per la gestione delle risorse idriche del bacino del Piave" G.U. n. 112 del 14.05.2008 • Delibera del C.I. n. 4 del giugno 2007 – "Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione – adozione della 1° variante e delle corrispondenti misure di salvaguardia" G.U. n. 233 del 06.10.2007
Regionale	Autorità di Bacino Regione Friuli Venezia Giulia	• Piano stralcio per la difesa idraulica del Torrente Corno, avviato dalla Segreteria tecnico-operativa dell'Autorità di bacino nel corso del 2009 • Piano stralcio per la difesa idraulica del torrente Cormor - Art. 14, comma 6, della L.R. n. 16/2002 – approvato con decreto del Presidente della Regione n. 188/09 • Progetto di piano per la difesa idraulica e la tutela ecologica ed ambientale della Laguna di Marano e Grado. • Piano stralcio di assetto idrogeologico (bozza)
Interregionale	Distretto idrografico delle Alpi Orientali	• Piano di Gestione dei Bacini Idrografici delle Alpi Orientali pubblicato in data 1 luglio 2009 e successivamente soggetto a modeste revisioni in data 29 luglio 2009 e 18 settembre 2009.

Tabella 8 Stato della pianificazione per l'assetto idrogeologico

3.3.4 Criteri di pericolosità adottati dai Piani di Assetto Idrogeologico

3.3.4.1 Autorita' di Bacino del Fiume Lemene

Dalle elaborazioni condotte tramite le simulazioni matematiche e dalle procedure e criteri per la definizione delle aree pericolose è stato possibile giungere ad una valutazione della pericolosità esistente nel territorio del bacino.

A questo proposito si ricorda che i parametri considerati nella determinazione della pericolosità dovuta al fenomeno di allagamento sono stati l'altezza dell'acqua ed il tempo di ritorno e che la pericolosità è stata quindi distinta in tre classi.

- pericolosità P3 - elevata: il territorio è soggetto ad allagamenti caratterizzati da un altezza dell'acqua è superiore al metro per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni;
- pericolosità P2 - media: il territorio è soggetto ad allagamenti caratterizzati da un altezza dell'acqua inferiore al metro per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni;
- pericolosità Pi - moderata: il territorio è soggetto ad allagamenti eventi con tempo di ritorno pari a 100 anni.

Come già indicato, i territori di bonifica soggetti a scolo meccanico o misto sono caratterizzati da una condizione di potenziale pericolo e sono considerati come aventi un grado di pericolosità pari a Pi.

Di seguito si illustrano, suddivise per sotto bacino, le principali condizioni di pericolosità messi in evidenza dalla simulazione idraulica.

3.3.4.2 Autorita' di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione - Prima Variante

Criteri di conterminazione delle aree di pericolosità idraulica dei fiumi principali in pianura

L'approccio metodologico sommariamente descritto consente di individuare, per le tratte fluviali già riconosciute come critiche in base alla carta degli indicatori di criticità fluviale, una fascia di larghezza variabile, calcolata a partire dalla linea arginale, che in corrispondenza dell'evento di piena centenario può essere interessata dalle acque di esondazione con una lama d'acqua non inferiore ad 1 metro. La scelta di tale soglia non è casuale: essa corrisponde alla quota idrometrica massima che si ritiene compatibile con la salvaguardia, l'incolumità e la capacità di movimento di persone e cose.

Inoltre, al fine di tener conto della notevole quantità di moto di cui è dotata la corrente idrica in fase di disalveazione nell'area immediatamente a ridosso dell'argine, è parso opportuno individuare, all'interno della predetta "area virtualmente allagabile", una fascia prossima alla linea arginale, della larghezza orientativa di 150 m, cui accordare un rilievo, in termini di pericolosità, maggiore.

In definitiva l'analisi sin qui condotta consente di individuare:

- le aree storicamente allagate, così come desumibili dalla cartografia storica;
- le aree potenzialmente allagabili, limitatamente a tratte fluviali pregiudizialmente riconosciute come critiche, con riguardo ad un evento con tempo di ritorno di 100 anni;
- le fasce, adiacenti alle linee arginali comunque ricomprese all'interno delle aree predette, riconoscibili come particolarmente pericolose in virtù della vicinanza con il punto di rotta.

Il passo successivo, quello cioè consistente nella attribuzione delle classi di pericolosità, presupposto fondamentale per l'individuazione del relativo regime vincolistico, ha comportato un lungo e dibattuto confronto con le Amministrazioni regionali interessate, che ha portato, in estrema sintesi, alle seguenti conclusioni.

Limitatamente alle tratte fluviali che sono state storicamente sede di rotte ovvero che presentano condizione di precaria stabilità delle rotte arginali (assenza di diaframmatura, rischio di sifonamento, ecc.) e per le quali le analisi modellistiche confermano la criticità si è inteso di attribuire un livello di pericolosità P3 alla fasce contigue agli argini; le aree contigue, eventualmente riconosciute come suscettibili di allagamento in base alla modellazione semplificata, sono state invece classificate come aree di media pericolosità (P2). Infine le aree che l'analisi storica ha palesato come esondate nel passato, naturalmente residuali rispetto alle precedenti, sono state classificate come aree a pericolosità moderata (P1).

Diverso il discorso per le tratte fluviali arginate che, seppur critiche in base modellazione idraulica semplificata, non sono tuttavia mai state sede di rotte arginali: in questo caso, infatti, la pericolosità idraulica, è riconducibile ad una virtuale possibilità di esondazione, in relazione all'eventualità di un aleatorio cedimento, anche parziale, delle difese arginali, e comunque supponendo che l'onda di piena si propaghi secondo un meccanismo di tipo conservativo, che trascura disalveazioni a monte.

In queste ipotesi, si è ritenuto di individuare comunque una fascia contigua alle difese arginali riconoscendo per essa un grado di media pericolosità (P2). L'area di esondazione residuale segnalata dalla modellazione semplificata come suscettibile di un livello idrometrico maggiore di 1 m, invece, è stata ricondotta, congiuntamente alle eventuali ulteriori aree storicamente allagate, ad una classe di pericolosità moderata (P1).

Il metodo adottato per l'individuazione delle aree allagabili e per la successiva classificazione non è, naturalmente, esente da limiti e semplificazioni, che, in taluni casi ed in talune specifiche situazioni locali, possono apparire anche piuttosto grossolane.

Affinché il modello sia in grado di descrivere accanto agli aspetti generali dei fenomeni indagati anche quelli locali, sarà molto importante migliorare innanzitutto la discretizzazione della geometria del campo di moto, introducendo tutte le nuove conoscenze di carattere topografico e cartografico che si andranno via via acquisendo sui diversi elementi morfologici che caratterizzano il territorio. Inoltre sarà necessario approfondire le conoscenze sulle risposte idrologiche dei singoli bacini, legando la determinazione delle grandezze idrologiche, da un lato, alla distribuzione territoriale della pioggia e, da un altro, alla morfologia della rete di drenaggio. Una impostazione dunque stocastica del problema individuando, cioè, le corrispondenti grandezze che vanno associate a ciascun percorso "dell'acqua" definibile e condizionato dalla struttura morfologica del bacino.

Un confronto tra gli esiti, in termini di aree allagabili, forniti dalla modellazione semplificata ed i fenomeni esondativi storicamente e realmente avvenuti consente di accertare una sostanziale buona affidabilità dell'approccio metodologico prescelto.

In sede di applicazione, il grado di pericolosità e la conseguente perimetrazione dell'area, hanno tenuto conto, oltre che dei criteri sopra descritti, anche di notizie e conoscenze specifiche sui manufatti idraulici che possono influire, tramite la loro "condizione strutturale" sugli effetti delle potenziali esondazioni. Analogo approccio è stato utilizzato per la rappresentazione degli indicatori di criticità.

In particolare tali considerazioni sono state utilizzate in relazione alla valutazione dello stato strutturale delle arginature.

Infatti gli effetti della dinamica di fuoriuscita dell'acqua ed il successivo spagliamento dei volumi sul territorio, sono sostanzialmente condizionati dalla capacità o meno del corpo arginale di resistere a tale "sollecitazione".

Risulta verosimile ipotizzare che i corpi arginali in terra, in caso di tracimazione, siano soggetti a parziale, se non totale, distruzione, con conseguente formazione di brecce arginali. Analoga considerazione può essere fatta per corpi arginali difesi a fiume da lastre o manufatti similari.

Se tracimati, è verosimile ipotizzare un'erosione dell'argine a campagna con distruzione del corpo arginale e con successivo collasso della struttura di protezione del petto arginale.

Diverso è il caso di argini con diaframma realizzato sino alla sommità, per cui, anche in caso di tracimazione, non è ipotizzabile la loro distruzione completa e la conseguente apertura di brecce.

Quelli "armati" con diaframma fino alla sommità e lastre di protezione del petto e della banca, sono state ritenute indistruttibili in caso di tracimazione ed equiparati, nel funzionamento, a sfioratori laterali.

In queste tratte dove strutturalmente l'argine non presenta problemi, la fascia di pericolosità P3, normalmente di 150 m, è stata notevolmente ridotta in considerazione dell'indistruttibilità dell'argine e della conseguente limitata quantità di moto della corrente idrica che sfiora. Per le restanti tratte non completamente "armate" la fascia P3 è stata mantenuta nelle dimensioni stabilite.

Nella fase di approvazione del piano, specifiche conoscenze sullo stato di consistenza dei manufatti idraulici, ed in particolare dei corpi arginali, permetterà di procedere ad un'ulteriore affinamento delle classi di pericolosità del territorio limitrofo al corso d'acqua che potrebbe essere, sia in termini di riduzione della classe di pericolosità, sia in termini di aumento.

Criteri per la perimetrazione e classificazione della pericolosità idraulica nelle aree fluviali

Oltre alle aree extra-arginali sono state perimetrate le "aree fluviali", ossia quelle aree che più direttamente sono legate al corso d'acqua e che quindi sono soggette ad un grado di pericolosità intrinseco. L'area fluviale è stata delimitata in base alla presenza di opere idrauliche (argini o significative opere di difesa) e alla presenza di elementi naturali (in particolare altimetria del terreno e scarpate fluviali). Il primo criterio (opere idrauliche) è stato applicato generalmente nel reticolo idrografico in pianura, mentre il secondo (elementi naturali) nel reticolo idrografico montano. All'area fluviale viene associata una pericolosità P3, ad eccezione della superficie occupata dalla piena ordinaria alla quale è associata una pericolosità P4. Peraltro, essendo l'alveo dei corsi d'acqua in esame caratterizzato da un'elevata mobilità laterale (corsi d'acqua di tipo "braided"), si è ritenuto opportuno non rappresentare la superficie occupata dalla piena ordinaria, in quanto la morfologia dell'alveo subisce variazioni rilevanti in seguito ad ogni evento idrologico significativo.

Risulta evidente che la mancata rappresentazione dell'area fluviale di un qualsiasi corso d'acqua non esime dall'applicazione del criterio sopra esposto. Cioè rimane valido il principio che all'interno degli argini e delle sponde naturali le aree sono classificate con pericolosità P3 e P4.

Resta ancora inteso che le rappresentazioni cartografiche nelle quali è descritta la sola area fluviale non implicano che non esistano aree pericolose extra arginali/fluviali. Tutto ciò deriva dal fatto che non sempre sono disponibili conoscenze circa le criticità presenti sul territorio.

Le eventuali lacune saranno colmate nel tempo attraverso il progressivo sviluppo delle conoscenze.

3.3.4.3 Autorità di Bacino Regione Friuli Venezia Giulia

Piano stralcio per la difesa idraulica del Torrente Corno, avviato dalla Segreteria tecnico-operativa dell'Autorità di bacino nel corso del 2009

Per lo studio della propagazione delle onde di piena nell'alveo del torrente Corno è stato utilizzato il programma "Mike Flood" che permette di accoppiare un modello monodimensionale del torrente (realizzato con il codice di calcolo "Mike11"), su cui è simulata la propagazione dell'onda di piena, con un modello bidimensionale (realizzato con il codice di calcolo "Mike21 FM"), dove sono calcolate le caratteristiche del moto nelle aree interessate da fenomeni di esondazione. Il dominio di calcolo è rappresentato dal tratto del torrente Corno da Rive d'Arcano fino a Codroipo e da una fascia di territorio attorno al torrente potenzialmente a rischio di inondazione. Il torrente è stato discretizzato con oltre 400 sezioni trasversali, ciascuna rappresentativa di una parte limitata del torrente. Il territorio soggetto a rischio di inondazione è stato suddiviso per mezzo di una maglia non strutturata formata da quasi 80.000 elementi triangolari, la cui risoluzione varia in funzione del grado di dettaglio necessario a descrivere correttamente il territorio.

I dati topografici utilizzati per la realizzazione della mesh di calcolo, sono stati estratti da rilievi LaserScan acquisiti dall'Autorità di bacino stessa negli anni precedenti.

Per la taratura del modello numerico, che avviene attraverso la scelta di coefficienti di scabrezza rappresentativi, sono stati confrontati i risultati calcolati dal modello stesso, con dati provenienti da idrometri appositamente installati lungo il corso del torrente e con dati provenienti da campagne di misura di portate liquide effettuate in diverse sezioni.

In particolare, nelle località di Zompicchia e Barazzetto, sono stati installati due idrometri a pressione, i quali, rilevando ad intervalli regolari il livello del torrente, permettono di conoscere le modalità con cui perturbazioni nel livello si propagano lungo il corso del torrente stesso. Inoltre, misure di portata liquida sono state eseguite in 5 stazioni, secondo le specifiche delle norme ISO, per mezzo di strumentazione ad effetto Doppler (ADCP).

Tali misure sono state, appunto, utilizzate per il calcolo dei coefficienti di scabrezza delle sezioni in esame.

Accanto alle misure di portata, sono state effettuate, in 2 stazioni, misure della sezione trasversale del torrente e della pendenza longitudinale del tratto in esame, con lo scopo, da una parte, di calcolare il coefficiente di scabrezza della sezione in parola e, dall'altra, di verificare la correttezza con cui il modello numerico ha ricostruito le sezioni trasversali del torrente Corno. Infine, lungo il tratto di torrente Corno da Rive d'Arcano a Codroipo, sono state individuate e rilevate le infrastrutture di attraversamento, quali ponti e passerelle, e le strutture trasversali al corso del fiume, quali briglie e soglie.

Allo stato attuale, il modello numerico del Torrente Corno fornisce risultati che ben si accordano sia con le misure reali rilevate dagli idrometri, che con la descrizione degli effetti provocati dagli eventi alluvionali avvenuti storicamente nel tratto in esame. Il modello numerico, terminata la messa a punto, permetterà di individuare le modalità con cui avviene la propagazione di un'onda di piena di progetto nel torrente Corno e gli effetti che potranno avere eventuali interventi antropici di difesa dalle alluvioni.

Piano stralcio per la difesa idraulica del torrente Cormor -Art. 14, comma 6, della L.R. n. 16/2002 – approvato con decreto del Presidente della Regione n. 188/09

Gli studi e le simulazioni modellistiche condotte evidenziano come la zona in cui ricade il bacino idrografico del torrente Cormor presenti caratteristiche di piovosità tipiche dell'Alta Pianura Friulana ove, sempre con maggiore frequenza, gli eventi meteorici assumono picchi di intensità particolarmente rilevanti.

Si deve inoltre considerare l'insieme delle trasformazioni dell'assetto dell'uso del suolo avvenute negli ultimi 50 anni che ha portato, come elemento di maggior evidenza, l'estensione del territorio urbanizzato. Ciò comporta, da un lato, l'aumento delle portate di piena e, dall'altro, notevoli difficoltà per un eventuale adattamento di tutte le sezioni d'alveo al transito delle portate massime prevedibili.

Tali problematiche si sono evidenziate nella loro gravità nel corso degli eventi alluvionali del 5-7 ottobre 1998. Durante tale evento, originato dalle intense precipitazioni che hanno interessato il bacino del torrente Cormor e dal pesante apporto dato dallo scarico drenante della città di Udine, si sono evidenziate tutte le carenze dovute alla limitata capacità di deflusso delle tratte torrentizie situate a valle dell'abitato di Basaldella, con conseguente sommersione di vaste aree agricole e urbane nei comuni di Campoformido, Pozzuolo del Friuli, Lestizza, Mortegliano e Castions di Strada.

A seguito di tale evento alluvionale l'allora Direzione regionale dell'ambiente, per la messa in sicurezza del territorio dal rischio idrogeologico affidò, in delegazione amministrativa al Consorzio di bonifica Ledra Tagliamento la progettazione e la realizzazione dell'intervento denominato "Sistemazione idrogeologica del torrente Cormor e del rio Tresemane in Comuni vari – lotti funzionali". La tipologia di intervento all'epoca individuata mirava a contenere ed a laminare la portata di piena entro valori compatibili con le capacità di deflusso delle sezioni a valle del corso d'acqua. In particolare era previsto un primo bacino di laminazione nel Comune di Pagnacco (località Fontanabona) ed un secondo bacino di laminazione tra i Comuni di Pagnacco e Tavagnacco in località Plaino.

Le valutazioni del rischio idraulico e gli interventi di piano per il contenimento delle portate di piena hanno portato a scartare l'ipotesi iniziale due bacini di laminazione a favore di un unico bacino da realizzarsi in corrispondenza dell'abitato di Plaino nella zona denominata Prati del Cormor. Le contrarietà di fronte a tale soluzione progettuale da subito manifestate dalle amministrazioni comunali di Pagnacco e di Tavagnacco ha portato l'allora Direzione regionale dell'ambiente a richiedere al Consorzio di bonifica Ledra Tagliamento delle soluzioni alternative al bacino di laminazione proposto in località "Prati". A tal fine il Consorzio esperiva un concorso di progettazione finalizzato all'individuazione di soluzioni alternative per poter fronteggiare le problematiche idrauliche del torrente Cormor.

Le tre soluzioni progettuali alternative alla realizzazione del bacino di laminazione in località Prati prevedevano rispettivamente:

- la realizzazione di un bacino di laminazione della capacità di invaso di 3.1 milioni di mc ubicato nel Comune di Pagnacco, in località Fontanabona. Il bacino di invaso, creato mediante una traversa di sbarramento della lunghezza di 250 metri ed una altezza, rispetto l'alveo del torrente Cormor, di 11,5 m, prevede uno sfioratore centrale dimensionato in modo da consentire il deflusso delle portate compatibili con le condizioni dell'alveo a valle e uno sfioratore laterale per la derivazione delle portate di sfioro in una galleria scolmatrice con il compito di far defluire le acque del torrente Cormor nel torrente Torre. Tale galleria, della lunghezza complessiva di 6.720 m, è dimensionata per garantire una portata di 40 mc/s e trova sbocco a valle delle briglie poste a valle del ponte di Salt di Povoletto

- la realizzazione di un canale scolmatore con tracciato in galleria per la derivazione delle portate in eccesso del torrente Cormor nel torrente Torre avente portata massima di 120 mc/s con opera di presa posizionata nel Comune di Tricesimo, in località Borgo Michieli e scarico posizionato a valle delle briglie poste a valle del ponte di Salt di Povoletto. La particolare conformazione dell'opera di presa permette di non alterare il normale deflusso delle acque e di non interferire con il normale trasporto solido di fondo del torrente Cormor

- la realizzazione di una cassa di espansione della capacità di invaso di circa 4 milioni di mc posizionata nel Comune di Pozzuolo del Friuli, in destra idrografica del torrente Cormor che sfrutta una naturale depressione esistente, un tempo paleoalveo del torrente Cormor. L'opera di presa è prevista presso il guado di Zugliano ed è realizzata con sfioratore laterale mediante restringimento d'alveo con manufatti appositamente progettati, mentre il rilascio delle acque al torrente Cormor avviene tramite uno scarico di fondo con una luce a battente regolata da paratoia e da uno sfioratore di emergenza.

La commissione giudicatrice ha preferito la soluzione progettuale relativa alla realizzazione di un canale scolmatore per lo scarico delle portate del torrente Cormor nel torrente Torre in relazione ad una valutazione comparativa degli aspetti funzionali, della qualità ambientale, della manutenzione, del costo dell'opera e dei tempi necessari per l'esecuzione.

Progetto di piano per la difesa idraulica e la tutela ecologica ed ambientale della Laguna di Marano e Grado.

A causa del grave stato di inquinamento riscontrato nei sedimenti della Laguna di Marano e Grado, la parte centrale della laguna e la parte centrale del territorio della bassa pianura friulana sono state inserite, con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di data 18 settembre 2001 n. 468 tra i siti di bonifica di interesse nazionale.

Con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri di data 3 maggio 2002, è stato dichiarato lo stato di emergenza socio-economico ambientale nella Laguna di Marano e Grado ai sensi dell'art. 5 della legge 24 febbraio 1992, n. 225 allo scopo di fronteggiare e risolvere efficacemente la grave situazione di emergenza in atto. A tale Decreto Presidenziale, nel corso degli anni, ne sono succeduti altri di proroga dello stato di emergenza.

Le zone di interesse dello stato di emergenza sono quelle ricadenti all'interno del Sito Inquinato di interesse Nazionale (SIN) - individuato con D.M. 18 settembre 2001 n.468 – e le aree ricadenti nel demanio lagunare trasferito alla Regione Friuli Venezia Giulia non comprese nello stesso SIN.

La valenza operativa dell'ordinanza consente al Commissario delegato ampi poteri in deroga alla vigente normativa, ma nel rispetto dei principi generali dell'ordinamento in materia ambientale, per portare a soluzione il problema posto dallo stato di emergenza.

In questo contesto risulta indispensabile il contributo dell'Autorità di Bacino regionale che si è impegnata ad effettuare un'azione di supporto al Commissario delegato fornendo dati importanti ed effettuando una campagna specialistica di misura delle portate delle bocche lagunari per definirne con precisione la funzionalità ed officiosità idraulica e le dinamiche di trasporto dei sedimenti nel reticolo idrografico dei canali lagunari.

Questa importante azione operativa consentirà di raggiungere in modo sinergico, la risoluzione dello stato di emergenza socio-economico e la riqualificazione ambientale della Laguna di Marano e Grado in modo stabile e duraturo mantenendo nel tempo il sostegno alle attività economiche presenti in zona e garantendo l'efficienza idraulica, il ricambio idrico ed i caratteri propri di biodiversità per tutto il bacino idrografico lagunare.

3.3.4.4 Distretto Idrografico delle Alpi Orientali

Infine si evidenzia che in data 24 febbraio 2010 con Delibera n. 1 le Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione e del Fiume Piave hanno adottato un "Piano di Gestione dei bacini idrografici delle Alpi Orientali".

- La Regione Veneto sta contribuendo alla realizzazione, ai sensi dell'art. 13 della Direttiva 2000/60/CE, del Piano di Gestione del Distretto Idrografico "Alpi Orientali". La realizzazione e approvazione del Piano di Gestione è di competenza della futura Autorità di Bacino Distrettuale "Alpi Orientali". L'Autorità di Bacino Distrettuale si avvale della collaborazione delle Regioni per acquisire le informazioni necessarie per il Piano di Gestione.

- Il Piano di Gestione conterrà i seguenti elementi:

1. Descrizione generale delle caratteristiche del distretto idrografico che include:

   1.1. Per le acque superficiali: rappresentazione cartografica dell'ubicazione e del perimetro dei corpi idrici, delle ecoregioni e dei tipi di corpo idrico superficiale presenti nel distretto idrografico; segnalazione delle condizioni di riferimento per i tipi di corpo idrico superficiale.

   1.2. Per le acque sotterranee: rappresentazione cartografica dell'ubicazione e del perimetro dei corpi idrici sotterranei.

2. Sintesi delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dalle attività umane sullo stato delle acque superficiali e sotterranee, comprese:

   a. stime sull'inquinamento da fonti puntuali;

   b. stime sull'inquinamento da fonti diffuse, con sintesi delle utilizzazioni del suolo;

   c. stime delle pressioni sullo stato quantitativo delle acque, estrazioni comprese;

   d. analisi degli altri impatti antropici sullo stato delle acque.

3. Specificazione e rappresentazione cartografica delle aree protette.
4. Mappa delle reti di monitoraggio e rappresentazione cartografica dei risultati dei programmi di monitoraggio per verificare lo stato delle acque superficiali (stato ecologico e chimico), acque sotterranee (stato chimico e quantitativo), aree protette.

5. Elenco degli obiettivi ambientali per acque superficiali, acque sotterranee e aree protette.

6. Sintesi dell'analisi economica sull'utilizzo idrico.

7. Sintesi dei programmi di misure per la tutela delle acque.

   7.1. Sintesi delle misure necessarie per attuare la normativa comunitaria sulla protezione delle acque.

   7.2. Relazione sulle iniziative e misure pratiche adottate in applicazione del principio del recupero dei costi dell'utilizzo idrico.

   7.3. Sintesi delle misure adottate per soddisfare i requisiti della protezione delle acque utilizzate a scopo potabile.

   7.4. Sintesi dei controlli sull'estrazione e l'arginamento delle acque.

   7.5. Sintesi dei controlli decisi per gli scarichi in fonti puntuali e per altre attività che producono un impatto sullo stato delle acque.

7.6. Specificazione dei casi in cui sono stati autorizzati scarichi diretti nelle acque sotterranee.

7.7. Sintesi delle misure adottate sulle sostanze prioritarie.

7.8. Sintesi delle misure adottate per prevenire o ridurre l'impatto degli episodi di inquinamento accidentale.

7.9. Sintesi delle misure adottate per i corpi idrici per i quali il raggiungimento degli obiettivi è improbabile.

7.10. Particolari misure supplementari ritenute necessarie per il conseguimento degli obiettivi ambientali fissati.

7.11. Particolari misure adottate per scongiurare un aumento dell'inquinamento delle acque marine.

8. Repertorio di eventuali programmi o piani di gestione più dettagliati adottati per il distretto idrografico e relativi a determinati sottobacini, settori, tematiche o tipi di acque.

9. Sintesi delle misure adottate in materia di informazione e consultazione pubblica, con relativi risultati e eventuali conseguenti modifiche del piano.

10. Elenco delle autorità competenti.

11. Referenti e procedure per ottenere la documentazione e le informazioni di base, in particolare dettagli sulle misure di controllo adottate e sui dati del monitoraggio.

La base fondamentale per la redazione del Piano di Gestione sono i Piani di Tutela delle Acque redatti dalle Regioni e dalle Province Autonome; le informazioni in essi contenute verranno integrate per alcuni aspetti nel Piano di Gestione per le parti richieste in quest'ultimo e non presenti, perché non richieste, nel Piano di Tutela delle Acque. Molte informazioni già presenti nei Piani di Tutela delle Acque (compresi quelli delle regioni limitrofe appartenenti al medesimo Distretto, ossia Friuli Venezia Giulia e Trentino Alto Adige) entreranno quindi a far parte del Piano di Gestione del Distretto Idrografico Alpi Orientali.

La Regione Veneto ha completato la redazione del Piano di Tutela delle Acque, che ora è all'esame del Consiglio Regionale per l'approvazione. Nel frattempo sono in vigore alcune norme "in regime di salvaguardia" che riguardano i limiti di azoto e fosforo per gli scarichi di acque reflue urbane, le zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola, gli scarichi nel sottosuolo, la regolamentazione dei prelievi di acque sotterranee, il Deflusso Minimo Vitale.

3.3.4.5 Le esondazioni storiche

Le Autorità di Bacino, nel loro lavoro di ricognizione delle peculiarità del territorio, hanno impiegato soprattutto le informazioni riguardanti le esondazioni storiche, che hanno prodotto danni e modifiche all'assetto territoriale, al fine di interpretare correttamente le ipotesi sul comportamento attuale dei fiumi. L'analisi dei dati storici, sebbene a volte consistenti in semplici descrizioni dei danni avvenuti in passato, consente di validare le ipotesi sulla frequenza di determinati eventi pluviometrici e di piena e conseguentemente di ricostruire la dinamica delle esondazioni associate ad eventi con data probabilità di accadimento. I fenomeni più ricorrenti, registrati negli anni a partire già dal 1300, sono straripamenti e rotte arginali, ma anche notizie riguardanti la variazione nel tempo delle caratteristiche morfologiche dei principali corsi d'acqua.

3.3.5 La qualità delle acque superficiali

3.3.5.1 Inquadramento Normativo e Pianificatorio

Quadro normativo

Ai sensi degli artt. 42 e 43 del D.Lgs. n. 152/1999 e s.m.i., le Regioni hanno elaborato programmi per la conoscenza e la verifica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali e sotterranee all'interno di ciascun bacino idrografico. I programmi dovevano essere resi operativi entro il 31/12/2000.

In base a quanto previsto ancora dall'art. 5 del D.Lgs. n. 152/1999 le regioni, entro il 30/04/2003, hanno dovuto identificare per ciascun corpo idrico significativo o parte di esso la classe di qualità corrispondente ad una di quelle indicate nell'allegato 1 del decreto. Il D.Lgs. n. 152/1999 (art. 4), per la tutela ed il risanamento delle acque superficiali e sotterranee, individuava gli obiettivi minimi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi e gli obiettivi di qualità per specifica destinazione, che devono essere garantiti dalle misure adottate con il Piano di tutela delle acque. Gli obiettivi previsti dal D.Lgs. 152/1999 erano i seguenti:

- per i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei deve essere mantenuto o raggiunto entro il 31/12/2016 l'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato "Buono"; come obiettivo intermedio è previsto che entro il 31/12/2008 ogni corpo idrico superficiale classificato o tratto di esso consegua almeno i requisiti di stato "Sufficiente";
- deve essere mantenuto, ove già esistente, lo stato di qualità ambientale "Elevato";
- per i corpi idrici a specifica destinazione devono essere mantenuti o raggiunti gli obiettivi di cui all'allegato 2 del decreto.

Questi obiettivi sono stati sostanzialmente ripresi dal D.Lgs. n. 152/2006, con la puntualizzazione che l'obiettivo di "Buono" va raggiunto entro il 22/12/2015. Nel D.Lgs. n. 152/2006 (come del resto già indicato dal D.Lgs. n. 152/1999) viene data facoltà alle regioni di stabilire obiettivi meno rigorosi qualora, motivatamente, non possano essere raggiunti quelli di legge. Qualora per un corpo idrico siano designati obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione che prevedano per gli stessi parametri valori limite diversi, devono essere rispettati quelli più cautelativi. A questo proposito si nota che i criteri di elaborazione dei dati nel caso della classificazione per la qualità ambientale e nel caso della qualità per specifica destinazione sono diversi. Quindi, anche nel caso di parametri comuni, le valutazioni devono essere considerate in modo complementare.

Il D.Lgs. 152/2006 privilegia l'analisi delle comunità biologiche del corso d'acqua, tuttavia non vengono ancora forniti dei criteri oggettivi per la classificazione. Pertanto nel seguito viene riportata la classificazione dei corsi d'acqua ai sensi del D.Lgs. n. 152/1999, di fatto l'unica con un prestabilito criterio (e conseguentemente l'unica oggi possibile).

Il D.Lgs. n. 152/1999 e s.m.i. prevedeva che i corsi d'acqua fossero classificati per il loro stato ecologico e per il loro stato ambientale. La classificazione dello stato ecologico, espressa in classi dalla 1 alla 5, si ottiene dall'incrocio fra il dato risultante dai macrodescrittori (azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale, percentuale di saturazione dell'ossigeno, BOD5, COD ed Escherichia coli – Tab.Tabella 9) e il risultato dell'IBE (Tab.Tabella 10), attribuendo alla sezione in esame, o al tratto da essa rappresentato, il risultato peggiore tra quelli ottenuti dalle valutazioni dell'IBE e dei macrodescrittori (Tab. Tabella 11). Per l'attribuzione dello stato ambientale, i dati relativi allo stato ecologico devono essere confrontati con i dati relativi alle concentrazioni dei principali microinquinanti chimici (parametri addizionali).

Quale intervallo di riferimento per la prima classificazione erano stati individuati gli anni 2001 e 2002, sia singolarmente sia insieme. La disponibilità di dati e classificazioni utili anche per il 2000 e per il biennio 2000-2001, che talvolta contengono informazioni diverse e complementari rispetto al biennio di riferimento, ha permesso di predisporre una classificazione per i tre anni 2000, 2001, 2002 e per i bienni 2000-2001 e 2001-2002.

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100 - OD (% sat.)	$\leq \lvert 10 \rvert$	$\leq \lvert 20 \rvert$	$\leq \lvert 30 \rvert$	$\leq \lvert 50 \rvert$	$\leq \lvert 50 \rvert$
BOD_5 (O_2) mg/l	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (O_2 mg/l)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH_4 (N mg/l)	< 0,03	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,5	> 1,5
NO_3 (N mg/l)	< 0,30	≤ 1,5	≤ 5	≤ 10	> 10
Fosforo tot. (P mg/l)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,6	> 0,6
Escherichia coli (UFC/100ml)	< 100	≤ 1000	≤ 5000	≤ 20000	> 20000
Punteggio da attribuire (75° percentile) 5	80	40	20	10	5
Livello di inquinamento dei Macrodescrittori (LIM)	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60

Tabella 9 Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori

Per descrivere la qualità del biota, viene utilizzato l'indicatore I.B.E. (Indice Biotico Esteso). Considerando le comunità dei macroinvertebrati bentoniche che vivono almeno una parte del loro ciclo di vita a contatto con il substrato del corso d'acqua. È possibile così avere informazioni anche in relazione agli eventi inquinanti avvenuti in passato. La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** mostra le 5 classi di qualità definite dall'I.B.E. a ciascuna delle quali è associato un colore da utilizzarsi nelle rappresentazioni cartografiche.

Classe di Qualità

Classe di Qualità	Valore I.B.E.	Giudizio	Colore
I (azzurro)	10,11,12…	Ambiente non inquinato	Azzurro
II (verde)	8,9	Ambiente leggermente inquinato	Verde
III (giallo)	6,7	Ambiente inquinato	Giallo
IV (arancione)	4,5	Ambiente molto inquinato	Arancione
V (rosso)	0,1,2,3	Ambiente fortemente inquinato	Rosso

Tabella 10 Classi di qualità definite dall'I.B.E.

I.B.E. e L.I.M. esprimono un livello di inquinamento e dall'incrocio dei dati è possibile effettuare una classificazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua (SECA).

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
I.B.E.	>10	8-9	6-7	4-5	1-2-3
L.I.M.	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60

Tabella 11 Stato ecologico dei corsi d'acqua-SECA (si consideri il risultato peggiore tra I.B.E. e macrodescrittori)

Lo stato chimico esprime la presenza di sostanze pericolose e la sua valutazione è effettuata in base ai valori di sogliariportati nella direttiva 76/464/CEE e in quelle da essa derivate. Vengono riportati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**Tabella 12 gli inquinanti da controllare nelle acque dolci superficiali.

INORGANICI (disciolti) *(a)*	**ORGANICI (sul tal quale)**
Cadmio	**Al drin**
Cromo Totale	**Dieldrin**
Mercurio	**Endrin**
Nichel	**Isodrin**
Piombo	**Ddt**
Rame	**esaclorobenzene**
Zinco	**esaclorocicloesano**
	esaclorobutadiene
	1,2 dicloroetano
	Tricloroetilene
	Triclorobenzene
	Cloroformio
	tetracloruro di carbonio
	percloroetilene
	Pentaclorofenolo
***(a)* se accertata l'origine naturale di sostanze inorganiche, la loro presenza non compromette l'attribuzione di una classe di qualità definita dagli altri parametri**	

Tabella 12 Principali inquinanti da controllare nelle acque dolci superficiali

Infine si evidenzia che la normativa sulla tutela delle acque in vigore in Italia oltre alla classificazione dello Stato Ecologico (SECA) prevede l'identificazione dello Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua (SACA). Al fine della attribuzione dello Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua (SACA) (Tabella 13 e Tabella 14), i dati relativi allo stato ecologico vanno rapportati con i dati relativi alla presenza dei principali microinquinanti chimici (parametri addizionali) ossia alcuni metalli pesanti, composti organoalogenati e fitofarmaci.

SACA	DESCRIZIONE
Classe 1	Stato ambientale eccellente
Classe 2	Stato ambientale buono
Classe 3	Stato ambientale sufficiente
Classe 4	Stato ambientale scadente
Classe 5	Stato ambientale pessimo

Tabella 13 legenda SACA

ELEVATO	Non si rilevano alterazioni dei valori di qualità degli elementi chimico-fisici ed idromorfologici per quel dato tipo di corpo idrico in dipendenza degli impatti antropici, o sono minime rispetto ai valori normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni indisturbate. La qualità biologica sarà caratterizzata da una composizione e un'abbondanza di specie corrispondente totalmente o quasi alle condizioni normalmente associate allo stesso ecotipo. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è paragonabile alle concentrazioni di fondo rilevabili nei corpi idrici non influenzati da alcuna pressione antropica
BUONO	I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico mostrano bassi livelli di alterazione derivanti dall'attività umana e si discostano solo leggermente da quelli normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associa e al corpo idrico di riferimento.
SUFFICIENTE	I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico si discostano moderatamente da quelli di norma associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. I valori mostrano segni di alterazione derivanti dall'attività umana e sono sensibilmente più disturbati che nella condizione di "buono stato ". La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associa e al corpo idrico di riferimento.
SCADENTE	Si rilevano alterazioni considerevoli dei valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale, e le comunità biologiche interessate si discostano sostanzialmente da quelle di norma associa e al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da comportare effetti a medio e lungo termine sulle comunità biologiche associa e al corpo idrico di riferimento
PESSIMO	I valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale presentano alterazioni gravi e mancano ampie porzioni delle comunità biologiche di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da comportare gravi effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.

Tabella 14 Definizione dello stato ambientale per i corpi idrici superficiali (SACA) – D.Lgs. n. 152/1999

3.3.5.2 Caratteristiche di qualità dei corpi idrici superficiali

Corsi d'acqua del Veneto

Con D.G.R. n. 1731 del 6/06/2003 la Regione Veneto ha provveduto ad approvare la classificazione delle acque superficiali, sotterranee, dei laghi e delle acque marino-costiere nel biennio 2001-2002. La Regione Veneto ha approvato con D.G.R. n. 1525 dell'11/04/2000 il Piano di monitoraggio per le acque correnti, che ha revisionato ed aggiornato il Piano regionale di monitoraggio preesistente. Il Piano di monitoraggio del 2000 ha subìto alcuni aggiustamenti negli anni successivi, con modifiche per il Bacino Scolante in Laguna di Venezia e con altre

modifiche di modesta entità per alcuni punti, a causa di particolari esigenze. I programmi per la conoscenza e lo stato qualitativo dei corpi idrici sono previsti anche dal D.Lgs. n. 152/2006, art. 120.

Secondo i dati dell'ARPAV, tra il 2000 e il 2004 lo stato qualitativo delle acque superficiali della provincia di Venezia risulta prevalentemente scadente (Tabella 15).

	2000	2001	2002	2003	2004
Totale stazioni presenti	33	30	38	39	40
Totale stazioni monitorate	9	16	19	21	19
n. stazioni con SACA pessimo	-	1	-	-	-
n. stazioni con SACA scadente	3	7	8	15	11
n. stazioni con SACA sufficiente	5	5	9	6	8
n. stazioni con SACA buono	1	3	2	-	-
n. stazioni con SACA eccellente	-	-	-	-	-

Tabella 15 SACA (Stato Ambientale del Corso d'Acqua) in Provincia di Venezia (dati ARPAV elaborati)

La tabella precedente riporta il numero di stazioni oggetto di monitoraggio ambientale ricadenti nelle diverse classi di SACA (Stato Ambientale del Corso d'Acqua, come definito dalla normativa2), relativamente a quelle presenti nel territorio della provincia di Venezia e per le annualità dal 2000 al 2004. I dati sono misurati ed elaborati da ARPAV.

Dalla tabella si evince che la qualità delle acque sembra migliorare tra il 2003 e il 2004; si assiste infatti ad un aumento del numero delle stazioni in cui la qualità passa da un giudizio scadente ad uno sufficiente.

Tuttavia, negli stessi anni non sono state registrate stazioni in cui la qualità delle acque fosse buona. La tendenza non sembra andare verso l'obbiettivo comunitario posto dalla Direttiva 2000/60 e recepito dalla normativa italiana dalla 152/2006 secondo cui per il 2008 tutte le acque superficiali dovrebbero raggiungere uno stato ambientale sufficiente e per il 2016 uno stato buono.

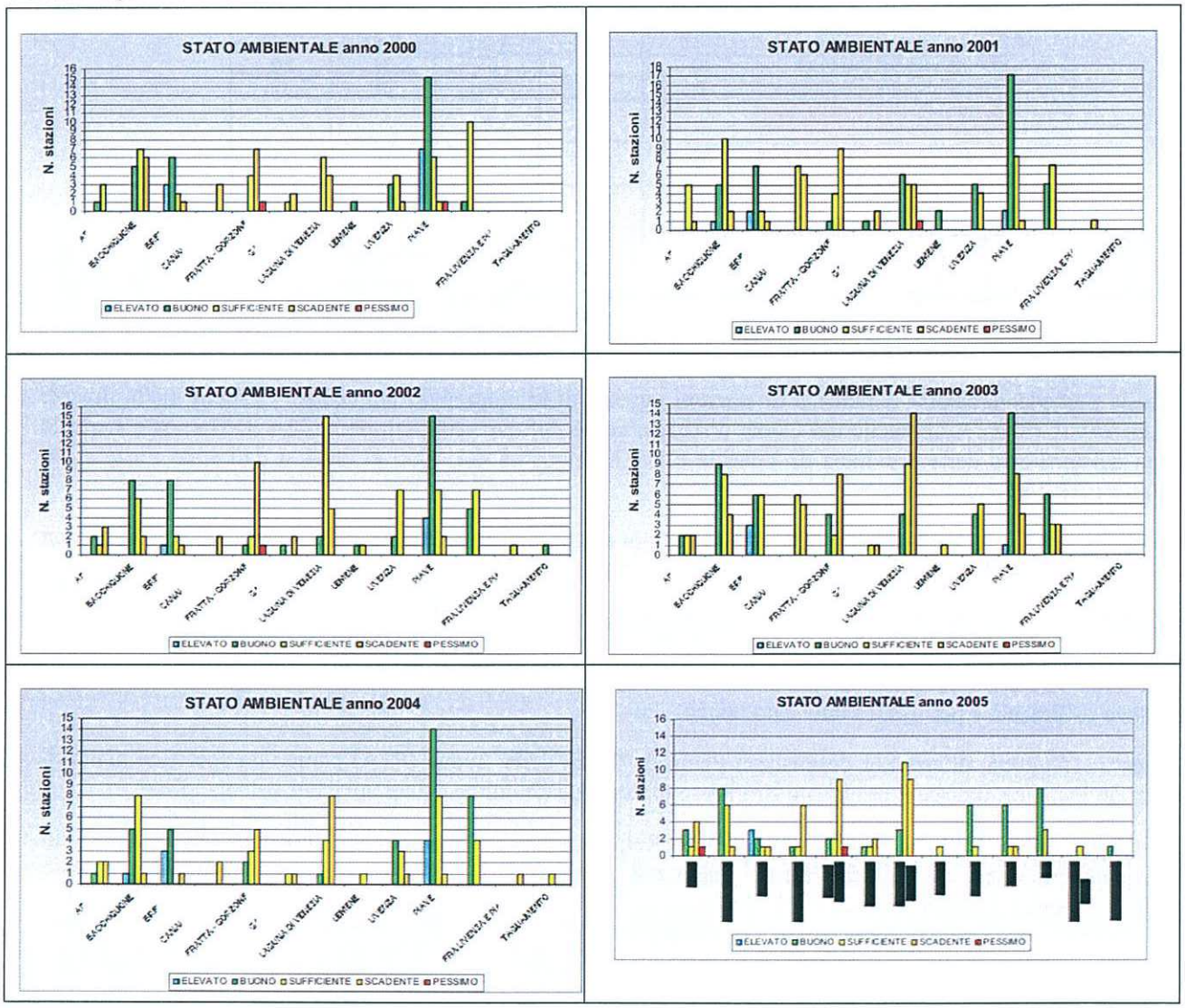
Il D.Lgs. n. 152/2006 all'art. 121 definisce il Piano di Tutela delle Acque (PTA) come uno specifico piano di settore; tale Piano costituisce il principale strumento di tutela quantitativa e qualitativa del sistema idrico.

Con Deliberazione n. 1698 del 28/06/2002 la Giunta Regionale ha dato mandato alla Direzione Geologia e Ciclo dell'Acqua di procedere con la redazione del Piano e, in particolare, in collaborazione con l'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), di predisporre il programma di attività.

Con D.G.R. 28/03/2003 n. 792 è stato dato incarico ad ARPAV di sviluppare la parte conoscitiva del Piano di Tutela delle Acque (punti da 1 a 5 dell'allegato 4 del D.Lgs. n. 152/1999) e sono state indicate le Direzioni e le strutture regionali coinvolte nell'iter di redazione del Piano, che hanno partecipato con proprio personale, individuato sulla base delle attività istituzionali svolte e delle esperienze maturate; il personale è stato suddiviso in gruppi di lavoro per specifico tema, coordinati dalla Segreteria Regionale per l'Ambiente ed i Lavori Pubblici.

Agli obiettivi di qualità ambientale, da raggiungere entro il 31/12/2008 ed entro il 22/12/2015 (scadenze fissate dal D.Lgs. n. 152/2006), si affiancano quelli per specifica destinazione, atti a garantire l'idoneità del corpo idrico ad una particolare utilizzazione da parte dell'uomo (acque destinate alla potabilizzazione, acque destinate alla balneazione, acque idonee alla vita dei pesci o dei molluschi), da raggiungere anch'essi con cadenze temporali prefissate, mediante specifici programmi di tutela e miglioramento qualitativo del sistema idrico.

Nei grafici di Figura 40 si riportano, per ciascun bacino idrografico, il numero di stazioni che ricadono nelle varie classi di stato ambientale negli anni dal 2000 al 2006. L'eventuale variazione di punti classificati, da un anno all'altro, è motivata dal diverso numero di punti su cui è stato possibile effettuare il monitoraggio IBE, indispensabile per poter classificare le acque. Ciò è evidente in particolare per il bacino scolante in Laguna di Venezia e per il bacino del Piave.



fine di definire quello futuro, come «sistema dinamico che dovrà evolversi in parallelo agli sviluppi della domanda di trasporto e, in generale, delle condizioni socio-economiche del Paese».

Sulla scorta di questo approccio il PGT, proponendosi di sviluppare un sistema infrastrutturale che superi le gravi carenze riscontrate in quello attuale, individua alcune strategie complessive di intervento tra le quali lo sviluppo delle potenzialità di trasporto ferroviario delle merci attraverso l'arco alpino (anche in collegamento con i principali porti del Nord Italia), la creazione di itinerari con caratteristiche prestazionali il più omogenee possibile e differenziate per diversi segmenti di traffico per massimizzare le capacità di trasporto delle diverse infrastrutture, la creazione di itinerari che consentano lo sviluppo del trasporto merci Nord-Sud su ferrovia con caratteristiche di sagoma adeguate al trasporto container e casse mobili, collegate con i porti hub di Gioia Tauro, Taranto, Genova, Trieste (Freeways ferroviarie) ed i principali valichi alpini.

Sulla scorta di queste strategie generali, il Piano individua gli interventi necessari al rafforzamento del sistema infrastrutturale dello SNIT, definendone i livelli di priorità.

Nell'ambito delle direttrici trasversali, tra gli interventi esaminati il PGT riporta gli interventi sulla Milano – Venezia – Trieste – Lubiana (quadruplicamento AC Milano – Venezia, quadruplicamento AC della tratta Ronchi dei Legionari-Trieste e Mestre-Venezia Aeroporto).

Si può affermare quindi che l'intervento trova un riscontro nel Piano Generale dei Trasporti, laddove si afferma che gli interventi relativi al Corridoio V Venezia-Trieste rientrano tra quelli che consentono di "raddoppiare la capacità di trasporto ferroviario attraverso l'intero arco alpino".

2.5 Il Piano Regionale dei Trasporti della Regione Veneto

Al Piano Regionale dei Trasporti del Veneto, presentato dalla giunta regionale nel novembre 2004, è demandato il compito di dare una risposta efficace a molte questioni di breve e di lungo periodo, di fissare definitivamente i progetti maturi ma anche di individuare soluzioni nuove ed interloquire con tre distinti ambiti in cui la regione esercita rilevanti competenze proprie: il territorio, l'economia, l'ambiente.

La strategia dei trasporti è volta a:

• colmare il gap infrastrutturale che penalizza il Veneto e il Nord-Est nelle sue relazioni transalpine con l'Europa, con ciò valorizzando anche il ruolo della costa più settentrionale del Mediterraneo, il litorale alto adriatico;

• mettere in rete il sistema dei servizi alla mobilità intra-regionale - di persone e di merci - secondo standard più elevati di efficienza e di connettività, paragonabili alle regioni centro europee con cui esiste un rapporto di collaborazione-competizione.

L'obiettivo è quello di attenuare quegli aspetti di parziale perifericità che caratterizzano l'intero sistema padano, e più ancora il Nord-Est, creando uno squilibrio tra la forza propulsiva del sistema economico e i vincoli prodotti dal sistema relazionale sulla circolazione dei prodotti.

Al PRT è attribuito il duplice compito di portare a sintesi il complesso intreccio di tematiche riconducibili al nodo cruciale della mobilità regionale e di orientare, al tempo stesso, un uso delle risorse, sia proprie che altrui, che dia certezza e coerenza alle forti aspettative di miglioramento espresse dalla regione.

Sul piano trasportistico questo significa dotarsi di opzioni di carattere generale e non solo locale, che riguardano le grandi scelte destinate a rivedere le relazioni Veneto-Europa-Mediterraneo, mutuandole dentro un quadro condiviso

con i territori delle regioni confinanti e di quelle con cui sussistono fattori di complementarietà storicogeografica ed economica rilevanti.

Nel progetto di consolidare i rapporti tra il Veneto, l'area danubiana e l'Est europeo attraverso una politica di corridoio che trasformi i flussi già oggi esistenti in opere e sistemi organizzativi permanenti a sostegno dei flussi medesimi, è inglobato un intento di reciprocità tra il ruolo svolto dalle grandi opere e l'organizzazione del territorio e delle società locali interessate.

I corridoi paneuropei, uno degli aspetti realmente innovativi della politica spaziale comunitaria, sono un'opportunità che si offre ai sistemi locali - urbani e industriali – di dare forma permanente alle relazioni produttive che si aprono con un mercato interno allargato ai nuovi paesi dell'Europa che si riunifica. In quanto tale, un corridoio non è costituito da una sola infrastruttura, ma è un sistema multimodale e intermodale che si incardina a partire da ciò che già esiste sul piano infrastrutturale, e che evolve per successive estensioni, aggregazioni e potenziamenti di elementi di tipo sia lineare che puntuale.

I Corridoi multimodali dovranno altresì incentivare la creazione o il potenziamento di poli di sviluppo nelle aree da essi attraversate al fine di rendere il progetto, nel tempo, economicamente sostenibile.

I Corridoi che interessano il territorio Veneto sono i seguenti:

- Corridoio Est–Ovest (Corridoio V Lisbona-Kiev);
- Area centrale del corridoio Est-Ovest;
- Corridoio Adriatico;
- Corridoio Tirreno - Brennero;
- Corridoio Adriatico – Brennero.

Al corridoio paneuropeo n. 5, tra Kiev e Lisbona, il Veneto offre la forza di un apparato produttivo fortemente orientato all'esportazione, e di un modello di auto-organizzazione della produzione a partire dalla valorizzazione delle risorse locali, che può essere riproposto in contesti socio-economici e culturali ad esso assimilabili. Al tempo stesso, il Veneto chiede che il corridoio venga riconosciuto come una necessità del Nord-Est e dell'intera macro regione italiana compresa tra l'arco alpino e le sponde settentrionali del Tirreno e dell'Adriatico, posto a Sud dei valichi alpini e a Nord dei porti, al servizio di un'area che funge da cerniera terrestre tra l'Italia e l'Europa, a Nord come a Est e Ovest.

Per una regione come il Veneto, il "Corridoio V" costituisce pertanto la più naturale proiezione infrastrutturale delle tendenze espansive della propria economia verso i nuovi mercati dell'Est europeo, sia per quanto riguarda la produzione sia per i consumi. In quanto tale, il corridoio rappresenta dunque una priorità strategica e un impegno cogente di affiancamento, da parte della Regione, degli organi statali direttamente impegnati su questo versante, attraverso azioni di carattere collaterale finalizzate a coagulare interessi convergenti attorno a una comune finalità.

Per quanto riguarda le linee di indirizzo per la programmazione della rete ferroviaria, il Piano ribadisce l'importanza del sistema dei collegamenti tra il Veneto e le Regioni nord occidentali della Lombardia, Piemonte e Liguria ed i valichi francesi, ovvero quello che il Piano Generale dei Trasporti ha definito «corridoio prealpino-padano».

Nei collegamenti ferroviari sono da superare alcuni problemi che riguardano in particolare:

- l'esigenza di aumentare la capacità complessiva di trasporto merci e di liberare parte dell'impegno della linea attuale Torino-Milano-Mestre con il potenziamento dei servizi viaggiatori d'interesse locale e regionale;
- la necessità di migliorare la qualità dei servizi viaggiatori a lungo percorso.

Il primo problema potrà essere risolto nel medio-breve periodo con il potenziamento degli itinerari merci alternativi alla linea Torino-Milano-Mestre; il secondo nel lungo periodo con l'Alta Velocità/Alta Capacità ferroviaria sull'asse Torino-Milano-Venezia-Trieste.

In definitiva, l'intervento in progetto contribuisce a costituire uno degli assi portanti del Piano Regionale dei Trasporti della Regione Veneto che considera il Corridoio V come una necessità per il Nord-Est e per l'intera macro regione italiana compresa tra l'arco alpino e le sponde settentrionali del Tirreno e dell'Adriatico. Inoltre, il corridoio assume anche una funzione di transcalarità con i territori attraversati e il sistema dei collegamenti di scala territoriale e locale.

2.6 Piano Regionale delle infrastrutture di trasporto, della mobilità, delle merci e della logistica del Friuli Venezia Giulia

La Giunta Regionale ha adottato, con D.G.R. 1137 del 9-6-2010, il "Piano regionale delle infrastrutture di trasporto, della mobilità, delle merci e della logistica".

La volontà della Regione espressa nel Piano è di puntare alla realizzazione di un sistema integrato delle reti, allo sviluppo della portualità nazionale, regionale e anche internazionale e al potenziamento dell'intermodalità, sia per le merci che per i passeggeri.

Il sistema integrato delle reti comprende i collegamenti delle reti transeuropee, internazionali, nazionali e interne, per cui si passa dal progetto del Corridoio plurimodale V (Progetto Prioritario n. 6), al potenziamento delle infrastrutture portuali, stradali e ferroviarie internazionali, fino alla distribuzione dei traffici sia di merci che di passeggeri a livello regionale.

Gli obiettivi del piano riguardano la promozione del trasferimento delle merci e delle persone nel rispetto dello sviluppo sostenibile e dell'utilizzo di vari mezzi di trasporto, come mezzi su gomma, treni, navi e aerei (l'intermodalità o comodalità); la riqualificazione della rete esistente per rendere più scorrevole il traffico sulle strade; la costituzione di una piattaforma logistica regionale per razionalizzare e meglio organizzare la catena trasporto-stoccaggio-distribuzione garantendo un efficace accesso delle merci sui mercati nazionali e internazionali.

Per quanto riguarda le ferrovie, il piano definisce la rete di interesse regionale, stabilisce i segmenti pertinenti al Corridoio Adriatico-Baltico (la Tarvisio-Udine con diramazione verso Cervignano e i porti di Trieste, Monfalcone e Porto Nogaro) e acquisisce la direttrice del Corridoio V.

In merito alla piattaforma logistica, il Piano raccorda le reti e i nodi sulle 4 principali direttrici o centri di flusso: corridoio Est-Ovest (Corridoio V), corridoio Sud-Nord (Adriatico-Baltico), interfaccia esterno (terra-mare) e relazione tra aree produttive e bacini industriali. Fanno parte delle previsioni di piattaforma i 3 porti (Trieste, Monfalcone e Porto Nogaro), il polo intermodale e l'aeroporto di Ronchi dei Legionari, gli interporti di Cervignano, Fernetti, Gorizia Sant'Andrea, Pordenone e Pontebba. Discorso molto simile per gli interporti, per i quali si stabiliscono anche le funzioni prevalenti.

Il Piano, nel riconoscere la rete ferroviaria di interesse regionale, articola l'organizzazione funzionale del sistema su più strati operativi mutuamente interconnessi in singoli punti strategici fondamentali di corrispondenza:

1. un primo livello (dell'infrastruttura "portante"), costituita dalle linee a doppio binario ed elettrificate sulle due direttrici fondamentali, Est-Ovest e Sud-Nord, è rivolto primariamente a servire i traffici merci e viaggiatori a lunga distanza, che comprenderà sostanzialmente i servizi AV/AC ad alta velocità ed alta capacità e andrà a basarsi sulla nuova infrastrutturazione della direttrice fondamentale est-ovest del Corridoio V Venezia-Trieste-Lubiana e sulla nuova Pontebbana; nello stesso tempo avrà la funzione di connettere tra loro l'aeroporto regionale di Ronchi con l'aeroporto di Venezia, nell'ottica di creare un unico sistema aeroportuale integrato, basato su tali due polarità;

2. un secondo livello è finalizzato ad incrementare la connettività interna del territorio regionale e per poter rendere accessibili allo stesso in maniera capillare i benefici e le opportunità offerti dal Corridoio V, ovvero per incrementare l'accessibilità del territorio nei riguardi del sistema AV/AC di lunga distanza.

3. un terzo livello è di raccordi funzionale alle aree e distretti industriali, ai sistemi portuali, agli autoporti di confine, ai centri commerciali ed ai poli logistici in generale.

Le interconnessioni fra i primi due livelli avverranno in corrispondenza del Polo intermodale di Ronchi Aeroporto, per quanto concerne i viaggiatori, e della portualità triestina e dell'Interporto di Cervignano per quanto riguarda le merci. La funzione principale in ambito regionale del Corridoio V ai fini dei traffici merci è quella di connettere i principali flussi a lunga distanza in senso est-ovest con le direttrici che in senso meridiano vanno a materializzare il Corridoio Adriatico (cfr. progetto Autostrade del Mare) per poi proseguire verso Nord sulla direttrice della Nuova Pontebbana. Tale connessione troverà attuazione in corrispondenza alla Piattaforma Logistica ancillare al sistema portuale regionale.

Il Piano propone lo sviluppo della struttura aeroportuale di Ronchi dei Legionari come parte di un Polo Intermodale quale piattaforma di integrazione tra i vari sistemi di trasporto (aereo-ferrovia-strada), futura sede delle attività e servizi non legati al volo (attività commerciali, alberghi, automezzi pubblici e privati), che sarà collegato alla rete ferroviaria esistente tramite la realizzazione di una nuova stazione ferroviaria.

In prossimità di tale stazione è previsto uno dei punti strategici della connessione intermodale tra ferrovia e strada, secondo un principio che affida tendenzialmente alla rotaia le più lunghe percorrenze regionali, delegando alla gomma (intesa sia con riferimento al trasporto pubblico che alla motorizzazione privata) compiti di afferenza verso la rete ferroviaria. Il rafforzamento del polo intermodale viene visto anche in proiezione futura tenendo conto del passaggio da Ronchi della linea AV/AC, che avrà nella stazione di Ronchi Aeroporto una delle sue poche fermate e che consentirà un collegamento diretto con gli aeroporti di Venezia e Lubiana.

Quindi, il progetto costituisce un intervento portante nel quadro del Piano Regionale delle infrastrutture di Trasporto, della mobilità, delle merci e della logistica della Regione Friuli Venezia Giulia poiché fornisce un fondamentale contributo al potenziamento del servizio ferroviario complessivo, integrato con i principali nodi di trasporto e della logistica regionali.

2.7 Contratto di programma 2007-2011 per la gestione degli investimenti RFI

L'intervento trova riscontro diretto nelle linee strategiche RFI, esposte nel Piano di Priorità degli Investimenti, approvato dal CIPE in data 30 gennaio 2008 come Contratto di Programma 2007-2011, tra il Ministro dei Trasporti e della Navigazione e le Ferrovie dello Stato SpA.

Attraverso il Contratto di Programma, aggiornato nel 2009 da RFI, sono ratificati:

- gli interventi e le opere da realizzare,

- il loro ordine di priorità,
- il costo degli interventi e delle opere e le risorse finanziarie messe a disposizione dallo Stato.

Il Contratto di Programma è definito sulla base di studi, valutazioni e proiezioni continuamente aggiornati a supporto delle decisioni strategiche e industriali di RFI. Tali analisi danno conto delle esigenze di investimento, ne verificano la redditività e ne quantificano i costi e i tempi di realizzazione. Inoltre mettono a confronto i costi di gestione della rete derivanti dall'attivazione delle opere realizzate grazie agli investimenti previsti con la situazione ipotetica di non procedere con gli investimenti. Per gli interventi di maggiore rilevanza strategica sono elaborate analisi di costi/benefici che valutano gli impatti ambientali e sociali generati dalle nuove opere ferroviarie sulla ripartizione modale del sistema dei trasporti.

L'intervento in esame, rientra nella tabella D.04: Opere previste a completamento del Piano – Sviluppo infrastrutturale rete alta capacità.

3 COERENZA DELL'OPERA CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

3.1 Pianificazione e programmazione di livello territoriale

3.1.1 Piano Territoriale Regionale di Coordinamento del Veneto (PTRC)

Il 7 agosto 2007 la Giunta Regionale ha adottato con DGR n. 2587 il Documento preliminare del Piano Territoriale Regionale di Coordinamento e con deliberazione di Giunta Regionale n. 372 del 17/02/09 è stato adottato il Piano Territoriale Regionale di Coordinamento ai sensi della legge regionale 23 aprile 2004, n.11.

Il PTRC ha uno dei suoi elementi fondanti nel riconoscimento dei valori del paesaggio e dei beni paesaggistici e questo anche in ragione della riconosciuta competenza anche regionale in materia. Tale aspetto si è concretizzato nell'Atlante ricognitivo degli Ambiti di Paesaggio ma è rimasto incompleto in attesa di poter estendersi, d'intesa con lo Stato, anche al riordino dei vincoli statali gravanti sul territorio veneto.

Quindi, gli obiettivi di qualità paesaggistica contenuti nell'Atlante, hanno valore di indirizzo, non prescrittivo, e costituiscono quadro di riferimento per la pianificazione di dettaglio, la pianificazione provinciale, comunale e intercomunale e la pianificazione di settore.

Pertanto, il PTRC in questa fase non assume ancora la valenza propria di piano paesaggistico nel significato giuridico attribuito a questa espressione dal Codice dei beni culturali e del paesaggio.

Ad ogni modo, il PTRC ha provveduto alla ricognizione dello stato di attuazione della Tavola 9 del PTRC del 1991 (relativa agli Ambiti per la istituzione di parchi e riserve naturali ed archeologiche e di aree di tutela paesaggistica) e l'art. 72 delle NTA del PTRC adottato contiene le norme transitorie da applicarsi agli ambiti risultanti da tale ricognizione, in attesa della disciplina dei beni paesaggistici di cui al decreto legislativo n. 42 del 2004.

In particolare, per gli ambiti relativi ai beni paesaggistici di cui agli articoli 136 e 142 del decreto legislativo n. 42 del 2004 continua ad applicarsi la rispettiva disciplina anche nel rispetto dell'articolo 145 del medesimo decreto.

Pertanto, nell'attesa, restano confermate le norme minime di tutela per gli ambiti già individuati dal PTRC del 1991 alla tavola 9 e riprese nel PTRC recentemente adottato (figura seguente).

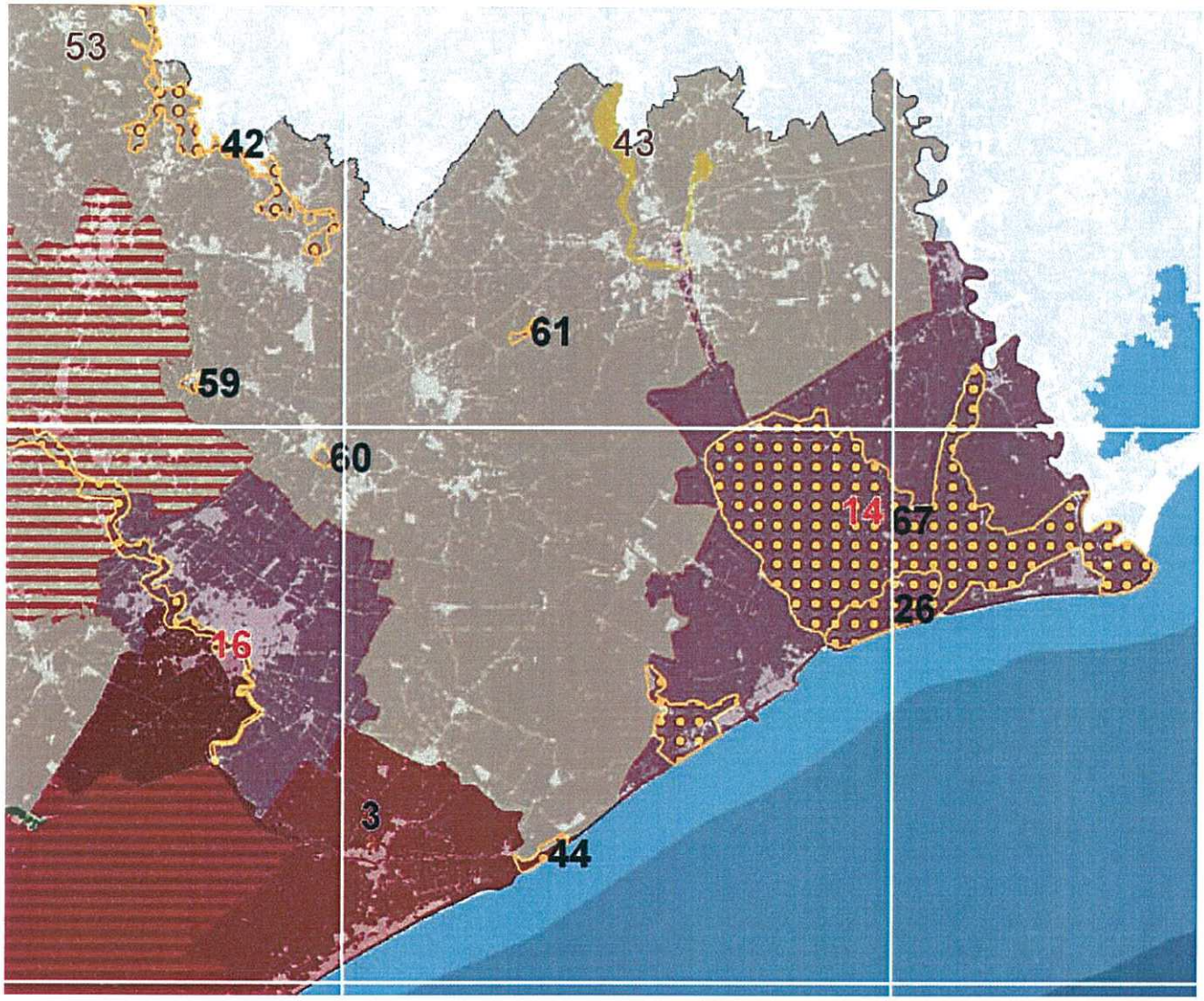


Figura 2 - PTRC Veneto ad. 2009 – Tavola PTRC 1992 - Ricognizione (stralcio) e legenda (stralcio)



26 Laguna do Caorle (dalla Vecchia)	60 Bosco di Cessalto
42 Ambito fluviale del Livenza	61 Bosco di Lison
44 Laguna del Morto	67 Laguna di Caorle (ad esclusione di Valle Vecchia), Valle Altanea, Valli e Pineta di Bibione
59 Bosco di Cavalier	

Figura 3 - PTRC Veneto ad. 2009 – Tavola PTRC 1992 - Ricognizione (stralcio) e legenda (stralcio)

Il PTRC articola gli obiettivi di progetto in una serie di temi, per ciascuno dei quali individua un set di obiettivi strategici a loro volta articolati in obiettivi operativi. Si elencano, nel seguito, gli obiettivi realtivi ai temi attinenti il progetto in esame:

Temi	Obiettivi strategici	Obiettivi operativi
1. Uso del suolo	• Razionalizzare l'utilizzo della risorsa suolo	1.4. Favorire interventi finalizzati alla riduzione del rischio idrogeologico 1.5. Limitare l'utilizzo del suolo per finalità estrattive
2. Biodiversità	• Assicurare un equilibrio tra ecosistemi ambientali e attività antropiche • Salvaguardare la continuità eco sistemica	2.3. Identificare e tutelare la rete ecologica regionale e contrastare la frammentazione degli ecosistemi 2.4. Tutelare il paesaggio agro-forestale storico culturale 2.5. Rafforzare il sistema dei parchi e tutelare gli ambienti deltizi 2.6. Riqualificare ambientalmente le aree di cava dismesse
3. Energia e ambiente	• Prevenire e ridurre i livelli di inquinamento di aria, acqua, suolo e la produzione di rifiuti	
4. Mobilità	• Razionalizzare e potenziare la rete delle infrastrutture e migliorare la mobilità nelle diverse tipologie di trasporto • Migliorare l'accessibilità alle città e al territorio	4.6. Completare il sistema delle reti infrastrutturali di valenza nazionale ed interregionale e favorire la realizzazione della TAV 4.9. Migliorare l'accessibilità al sistema delle città e alle aree metropolitane

Per quanto riguarda l'uso del suolo, il progetto (linea blu, nella immagine seguente) attraversa prevalentemente aree ad elevata utilizzazione agricola – in buona parte sotto il livello del mare – e aree agropolitane, per le quali il PTRC stabilisce regole volte prioritariamente allo sviluppo urbanistico e più in genereale infrastrutturale, che non sia in conflitto con la conduzione delle attività agricole e che privilegi modelli infrastrutturali che massimizzino il miglioramento degli effetti ambientali sul territorio, le energie rinnovabili, la ricostituzione di ambienti naturali umidi nelle parti di territorio sotto il livello del mare e il ripristino del sistema idrografico.

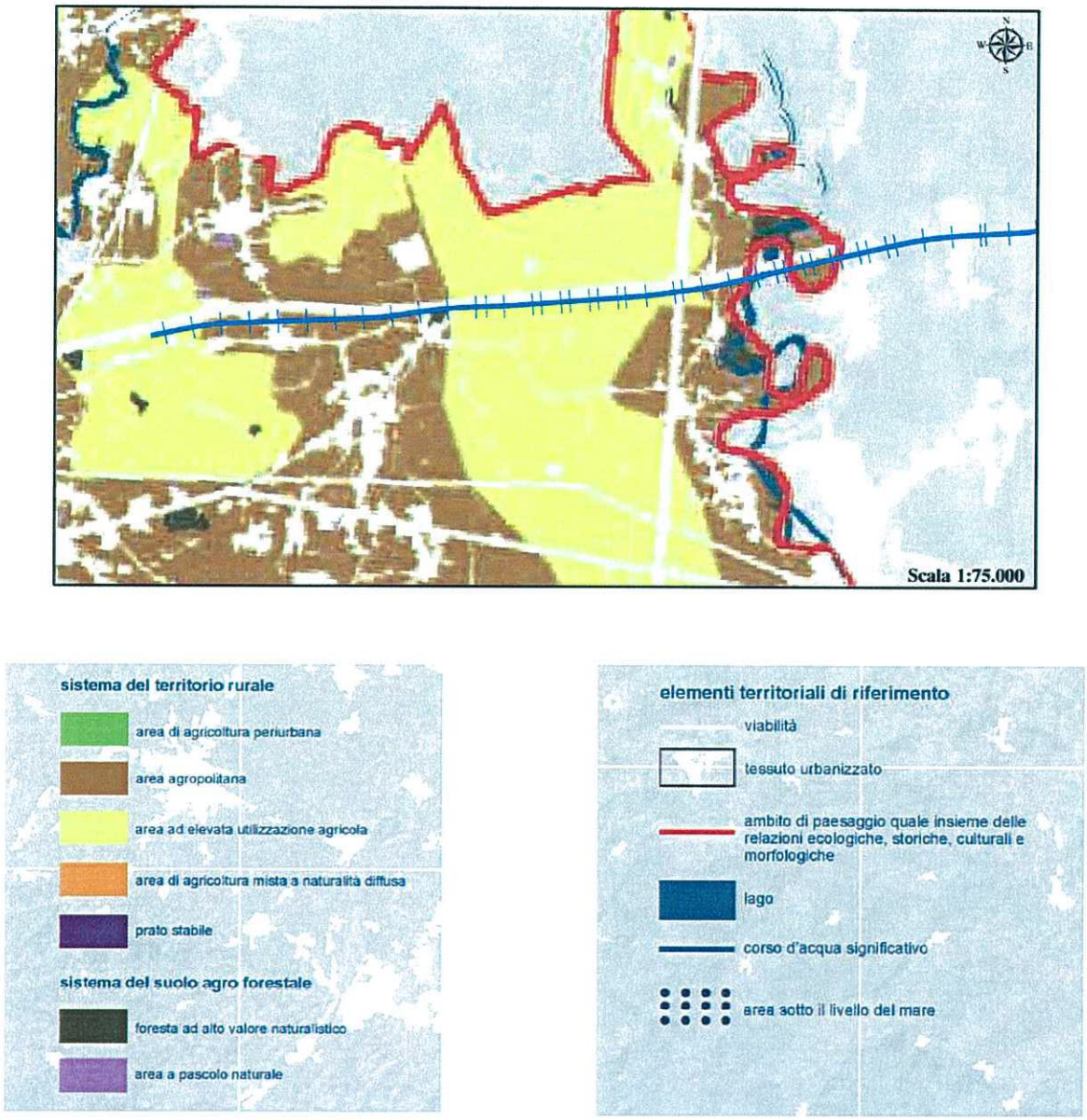


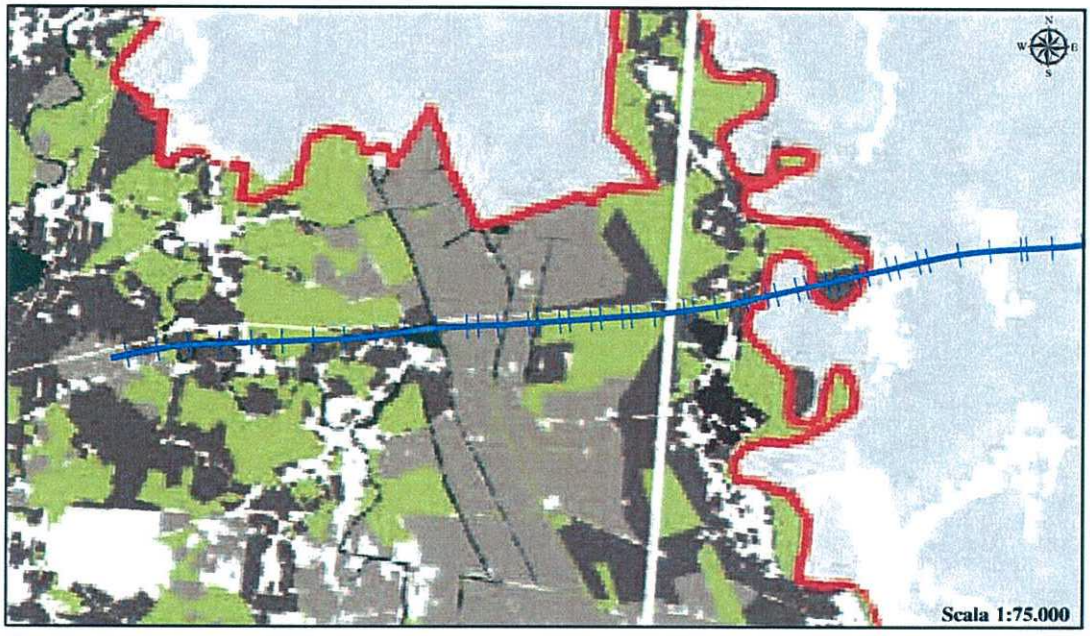
Figura 4 – PTRC Veneto ad. 2009 – Tavola 1a - Uso del suolo / Terra (stralcio) con sovrapposizione del tracciato di studio e legenda

Con riferimento alla componente acqua, il PTRC evidenzia che il tracciato attraversa limitate aree "a maggiore pericolosità idraulica". Inoltre, parte della tratta interessa "aree di primaria tutela quantitativa degli acquiferi", per le quali il PTRC recepisce gli obiettivi fissati dal Piano di Tutela delle Acque (PTA), tra cui la regolamentazione delle acque correnti al fine di garantire il rispetto del deflusso minimo vitale in alveo.

Lungo il percorso del tracciato in esame sono attraversati alcuni corridoi ecologici e aree nucleo (Parco del Lemene Reghena):

a) aree nucleo sono aree che presentano i maggiori valori di biodiversità regionale; esse sono costituite dai siti della Rete Natura 2000 individuati ai sensi delle Direttive 79/409/CEE e 92/43/CEE e dalle Aree Naturali Protette ai sensi della Legge 394/91;

b) corridoi ecologici sono ambiti di sufficiente estensione e naturalità, aventi struttura lineare continua, anche diffusa, o discontinua, essenziali per la migrazione, la distribuzione geografica e lo scambio genetico di specie vegetali ed animali, con funzione di protezione ecologica attuata filtrando gli effetti dell'antropizzazione.



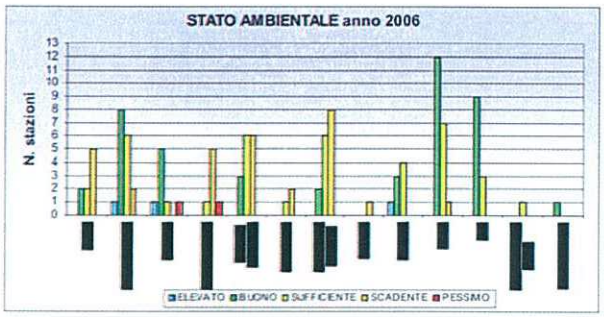


Figura 40 Numero di stazioni che ricadono nelle varie classi di stato ambientale negli anni dal 2000 al 2006 per ciascun bacino idrografico.

Più in dettaglio, per quel che riguarda il tratto ferroviario in esame, si riportanoi le caratteristiche qualitative specifiche del Fiume Lemene:

- Il tratto LEM05 nella parte iniziale del Fiume Lemene tra l'ingresso in Regione Veneto e la confluenza del Fiume Reghena, non presenta stazioni di monitoraggio ARPAV. Il successivo tratto LEM03, che arriva fino alla confluenza del Fiume Maranghetto, è rappresentato dalla stazione 433: negli anni 2000 e 2001 la stazione presentava lo stato di "Buono", abbassandosi poi a "Sufficiente" negli anni dal 2002 al 2005 e a "Scadente" nel 2006. Questa flessione è stata evidenziata sia dal monitoraggio biologico che dal LIM, con un abbassamento dei punteggi di BOD5, COD e ossigeno disciolto; sono intermedi i punteggi di azoto nitrico e ammoniacale. Nel tratto in esame si evidenzia la presenza di vari scarichi di piccoli depuratori della zona, oltre a numerose derivazioni ad uso irriguo. Nel 2006 lo stato scadente è dovuto all'IBE, mentre il LIM presenta una classe 2. I tratti terminali LEM02 e LEM01 non presentano fino al 2006 stazioni di monitoraggio per la qualità delle acque, ma si evidenzia la presenza di aree intensamente coltivate sia in destra che in sinistra idrografica, che possono comportare un apporto di nutrienti di origine agricola nelle acque.

Corsi d'acqua del Friuli Venezia Giulia

La Regione Friuli Venezi Giulia, per il tramite dell'ARPA-FVG, ha installato una rete di monitoraggio in esercizio al 1 giugno 2009; la rete consta di 73 stazioni su fiumi e laghi (Figura 41), 10 stazioni per le acque di transizione a cui si aggiungono circa 15 stazioni poste in prossimità delle foci dei fiumi che sboccano in laguna e cinque stazioni poste all'interfaccia tra laguna di Marano e le acque marino-costiere (Figura 42).

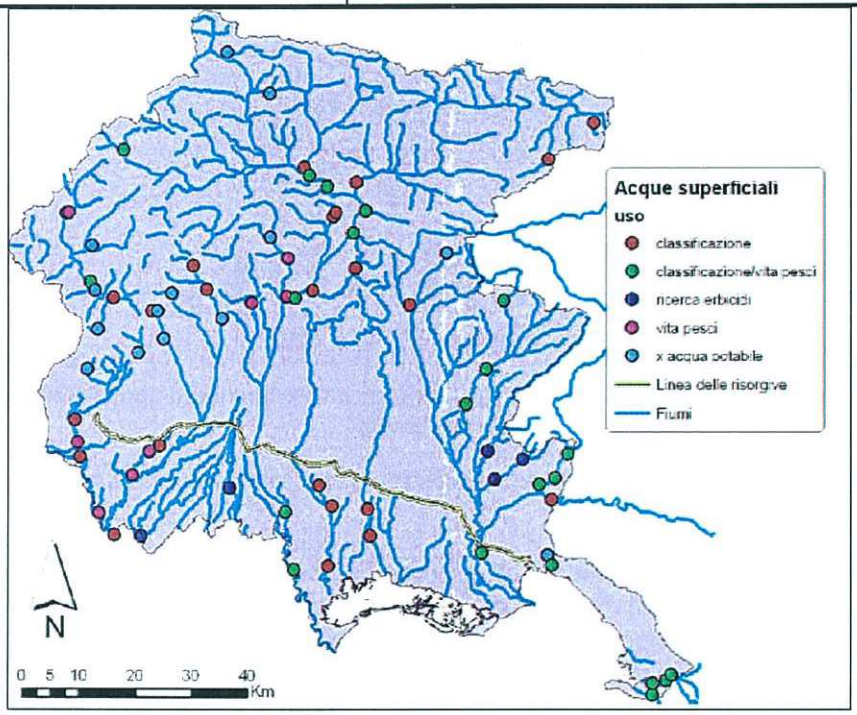


Figura 41 Punti di analisi delle acque superficiali dolci interne

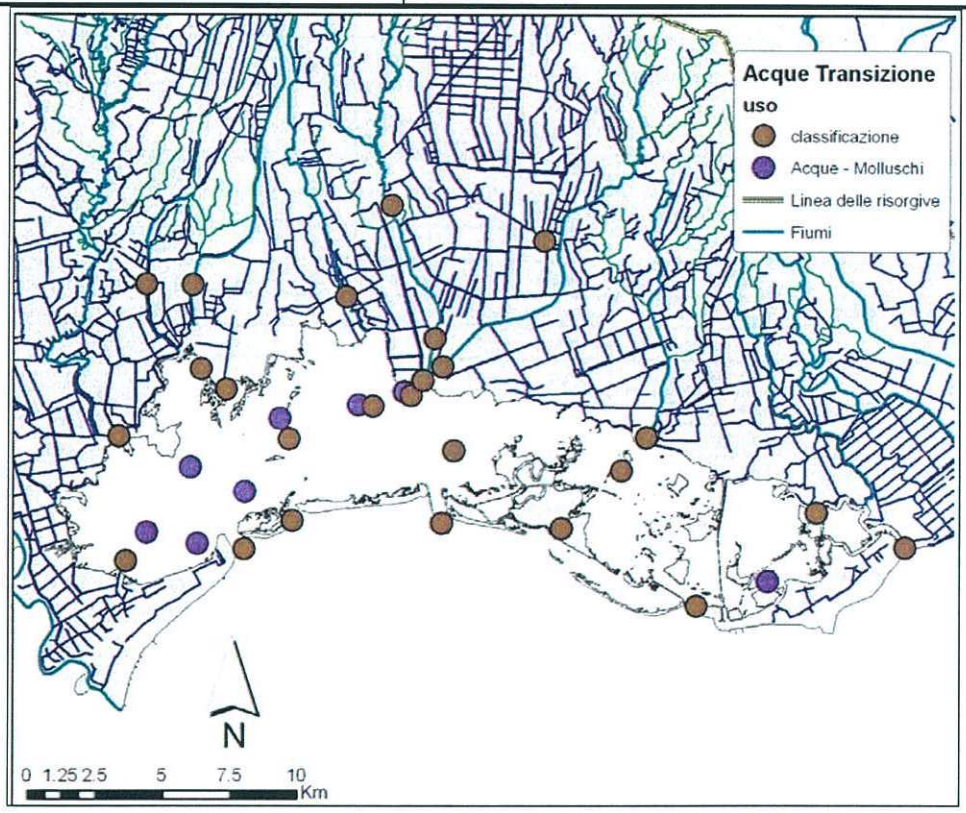


Figura 42 Punti di analisi delle acque di transizione

In accordo al D.Lgs. 152/06, entro il 2015 ogni corso d'acqua superficiale, e tratto di esso, deve raggiungere lo stato di qualità ambientale "buono"; al fine di raggiungere tale obiettivo, entro il 2008, ogni corso d'acqua superficiale, o tratto di esso, deve conseguire almeno i requisiti di stato "sufficiente". Nella tabella seguente si riportano le classificazioni di qualità dei fiumi interessati dal progetto ferroviario; si rileva un generale stato buono con locali casi di grado sufficiente (rami dei fiumi Cormor, Stella, Tagliamento) e scadente (rami dei fiumi Cormor e Tagliamento) (Tabella 16).

Bacino	Fiume	Comune	Località	dati 2006				dati 2003-2004
				LIM	IBE	SECA	SACA	SACA
				livello	classe			classificazione DGR 21.10.2005
Tagliamento	**But**	Tolmezzo	Caneva	1	II	2		
Cormor	**Cormor**	Castions di Strada	Paradiso	2	III	3	sufficiente	
Tagliamento	**Fella**	Venzone	stazione Carnia	1	II	2		
Isonzo	**Natisone**	Pulfero	Stupizza	1	III	1		
Isonzo		Cividale del Friuli	ponte del diavolo	2	II	2		
Isonzo		Premariacco	Orsaria Leproso	2	II	2		
Stella	**Stella**	Bertiolo	Sterpo	2	II	2		
Stella		Rivignano	Ariis	2	II	2		
Stella		Precenicco	ex darsena	2	III	3		
Tagliamento	**Tagliamento**	Forni di Sopra	sorgente	1	II	2		
Tagliamento		Tolmezzo	ponte Avons	1	II	2		
Tagliamento		Amaro	casello ferroviario	2	IV - III	4	scadente	
Tagliamento		Gemona	Ospedaletto	1	II	2		
Tagliamento		Ragogna	ponte di Pinzano	1	II	2		
Tagliamento		Varmo	ponte di Madrisio	1	III	3		
Tagliamento		Latisana	ponte ferroviario	1	III - II	3		
Isonzo	**Torre**	Nimis	zona industriale	1	I	1		
Tagliamento	**Venzonassa**	Venzone	a monte SS	1	I	1		
Cormor	**Zellina**	Carlino	ponte x S. Giorgio	2	IV - III	4		

Tabella 16 Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua interessati dal progetto

Laguna di Marano Grado

Lo stato chimico fisico medio di qualità delle lagune di Marano e di Grado è rappresentabile attraverso i seguenti parametri:

Parametro	Laguna	Marano	Marano	Marano	Marano	Grado	Grano	Grado	Grado	Marano	Grado
	anno	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006	2003-2006	2003-2006
Salinità	Media	23,3	21,6	24,4	24,8	30,7	28,4	27,3	32,7	23,5	29,8
Temperatura	Media	16,1	15,5	13,9	14,6	16,0	15,5	14,5	17,2	15,0	15,8
Ossigeno %	Media	97,0	95,0	96,0	95,3	97,0	93,0	96,0	101,7	95,8	96,9
Ntol (µg/l)	Media	1827	2139	2158	1541	849	1100	828	643	1916,2	854,9
Ptot (µg/l)	Media	26,4	35,8	50,2	27,6	6,4	6,3	10,3	8,5	35,0	7,9

Tabella 17 Medie dei principali macrodescrittori chimico-fisici per le lagune di Marano e di Grado negli anni 2003-2006.

La salinità condiziona la variabilità delle aree interessate da acque di transizione ed è condizionata dalle modificazioni geomorfologiche dell'ambiente lagunare e dal mutamento climatico. La salinità media per l'anno

2006 presenta valori compresi tra 1.8 e 35.53 PSU[1], e per essa è evidenziabile un andamento decrescente lungo un gradiente sud-est/nord-ovest. La parte corrispondente alla laguna di Marano presenta una salinità mediamente inferiore di quella di Grado, con 23.5 PSU rispetto ai 29.8 PSU medi di quest'ultima, caratteristica dovuta ai maggiori apporti fluviali confluenti in essa. In entrambe le lagune la salinità per il 2006 si mantiene su valori simili agli anni precedenti.

La temperatura condiziona la variabilità delle aree interessate da acque di transizione ed è condizionata dalle modificazioni geomorfologiche dell'ambiente lagunare e dal mutamento climatico. La temperatura segue un andamento simile a quello già descritto per la salinità, con i valori massimi in corrispondenza della parte nord orientale della laguna di Grado ed i minimi in corrispondenza delle foci dei fiumi Stella, Zellina e Cormor. I valori sono mediamente compresi tra i 13.4 ed i 18.8 °C. I valori medi di temperatura per l'anno 2006 sono paragonabili all'andamento degli anni precedenti, con una tendenza in quest'ultimo anno ad una maggior differenziazione delle due lagune per questo parametro.

L'andamento della percentuale di saturazione dell'ossigeno per il 2006 non evidenzia fenomeni di ipossia o di anossia, condizione già osservata negli anni 2003, 2004 e 2005. I valori si attestano al 96% per la laguna di Marano ed a 101.7% per quella di Grado, che in quest'ultimo anno ha visto una tendenza all'aumento dell'ossigenazione della colonna d'acqua (Figura 43e Figura 44). La distribuzione dei valori medi della saturazione di ossigeno ricalca quelle già osservate per salinità e temperatura, con un gradiente SE-NO, valori maggiori in laguna di Grado e tendenza alla decrescita nella laguna di Marano, con particolare riferimento alle aree più confinate ed in prossimità delle foci fluviali dello Zellina e del Cormor. Va evidenziato comunque che, dato il campionamento diurno dell'ossigeno disciolto, è difficile cogliere i fenomeni di eventuale ipossia o anossia, che si verificano con maggior facilità durante la fase notturna. Data la mancanza di indici condivisi sullo stato di qualità respiratoria degli ambienti di transizione ed in attesa di una più precisa qualificazione degli specchi lagunari in base alle caratteristiche biologiche di differenti bacini idrici, occorre assumere il giudizio di buona funzionalità respiratoria del sistema lagunare in modo non conclusivo.

Alcune sottoaree lagunari maranesi, perlopiù prospicienti le foci fluviali, presentano condizioni di ossigenazione inferiori alla media. Ciò deve essere assunto quantomeno quale indicatore di rischio di anossia notturna.

[1] (**PSU=Practical Salinity Units**), corrispondente al rapporto tra la conduttività di un campione di acqua di mare e quella di una soluzione standard di KCl formata da 32,4356 grammi di sale disciolti in 1 kg di soluzione a 15 C.

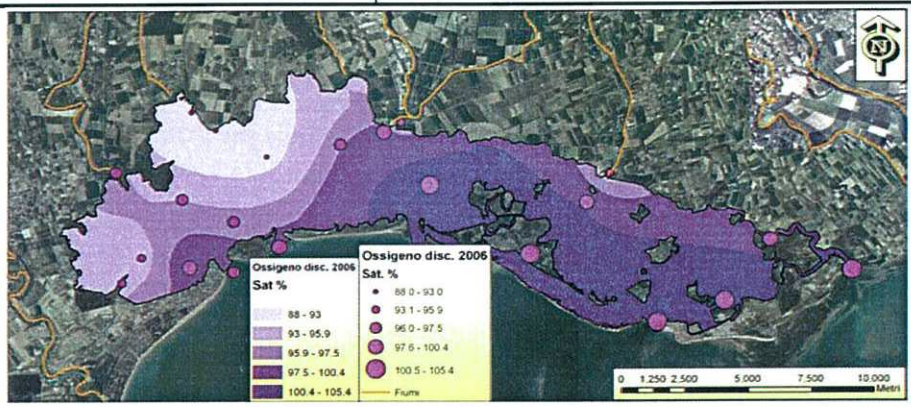


Figura 43 Rappresentazione planimetrica della percentuale di saturazione dell'Ossigeno disciolto

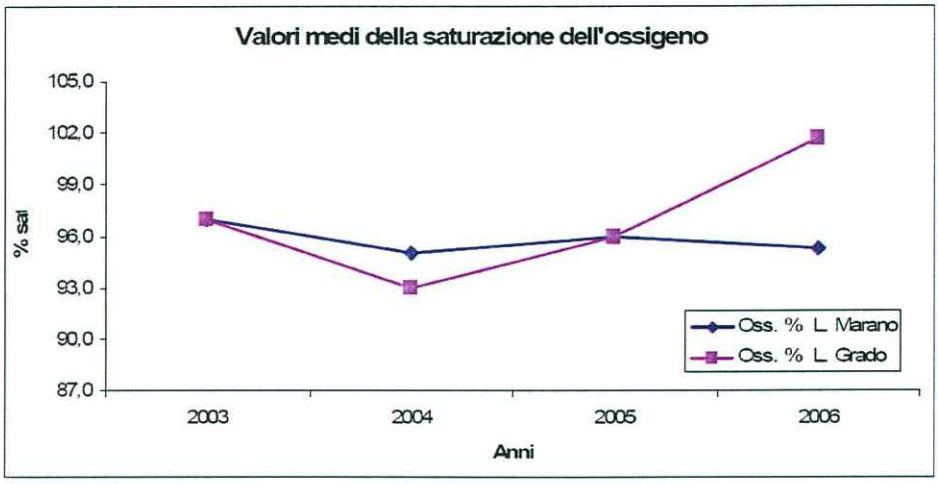


Figura 44 Grafico variappresentazione annua della percentuale di saturazione dell'Ossigeno disciolto

Cuneo salino nelle acque superficiali friulane

Un recente prima indagine conoscitiva di ARPA-FVG, svolta tra gennaio e febbraio 2009, ha avuto lo scopo di individuare i punti di risalita del cuneo salino sui corsi d'acqua che sfociano nelle lagune di Marano e Grado (Stella, Cormor, Corno, Aussa, Natissa) nonchè sui fiumi Tagliamento ed Isonzo, che sfociano direttamente in mare. Sono state effettuate una serie di misure con sonda multiparametrica su ciascun corso d'acqua in due periodi differenti: durante una forte alta marea, tra il 26 e il 27 gennaio 2009, con escursione di circa 50 cm, e tra il 23 e il 27 febbraio, in un periodo in cui i valori minimi di bassa marea erano di circa - 55 cm rispetto al l.m.m.

Nei due periodi in cui è stato effettuato il monitoraggio, l'inizio dei rilevamenti è coinciso, rispettivamente, con il picco di alta o di bassa marea. Le misure sono state raccolte nella colonna d'acqua, spostandosi lungo l'asta fluviale fino a raggiungere il punto in cui la salinità era di circa 0,5 PSU su tutta la colonna d'acqua.

E' stato considerato come limite delle acque di transizione la sezione dell'asta fluviale nella quale tutti i punti monitorati sulla colonna d'acqua avevano un valore di salinità superiore a 0,5 psu sia in alta che in bassa marea. I dati sono del tutto preliminari, e andranno completati con ulteriori indagini.

Nella tabella seguente sono riportati le distanze relative alla risalita del cuneo salino nei periodi di alta e bassa marea.

Fiume	Coordinate (bassa marea)	Distanza dalla foce in bassa marea (km)	Coordinate (alta marea)	Distanza dalla foce in alta marea (km)
Stella	*45°43.936'N- 13° 5.985'E*	*0*	*45°45.405'N - 13° 4.672'E*	*4,3*
Cormor	*45°45.023'N - 13° 8.447'E*	*0*	*45°46.550'N - 13° 7.768'E*	*2,7*
Corno	*45°48.913'N - 13°13.294'E*	*7,5*	*N.D.*	*N.D.*
Aussa	*45°48.323'N - 13°18.251'E*	*8,7*	*45°48.990'N - 13°19.177'E*	*9,7*
Natissa	*45°45.967'N - 13°21.913'E*	*4*	*45°46.048'N - 13°22.175'E*	*4,4*
Tagliamento	*45°42.347'N - 13° 2.459'E*	*11,8*	*45°42.900'N - 13° 2.305'E*	*12,8*
Isonzo	*45°46.415'N 13°27.238'E*	*9,7*	*N.D.*	*N.D.*

Tabella 18 Distanze relative alla risalita del cuneo salino nei periodi di alta e bassa marea.

Come atteso, in presenza di alta marea la progressione verso l'interno del cuneo salino è piuttosto pronunciata per tutti i corsi d'acqua presi in esame. In bassa marea il cuneo salino è relativamente meno sviluppato (circa del 10%), ed addirittura assente nello Stella e nel Cormor.

Questi due corsi d'acqua presentano il differenziale maggiore tra alta e bassa marea, ciò è dovuto principalmente a due fattori:

- in fase di morbida lo Stella ha portata media di 50 mc/sec per lo Stella, ed il Cormor di 7-8 mc/sec per il Cormor
- in bassa marea la foce del Cormor si presenta in secca

Residui di prodotti fitosanitari nelle acque del Friuli Venezia Giulia.

Le stazioni ARPA di campionamento per il monitoraggio dei fitosanitari delle acque superficiali sono indicate nella Figura 45.

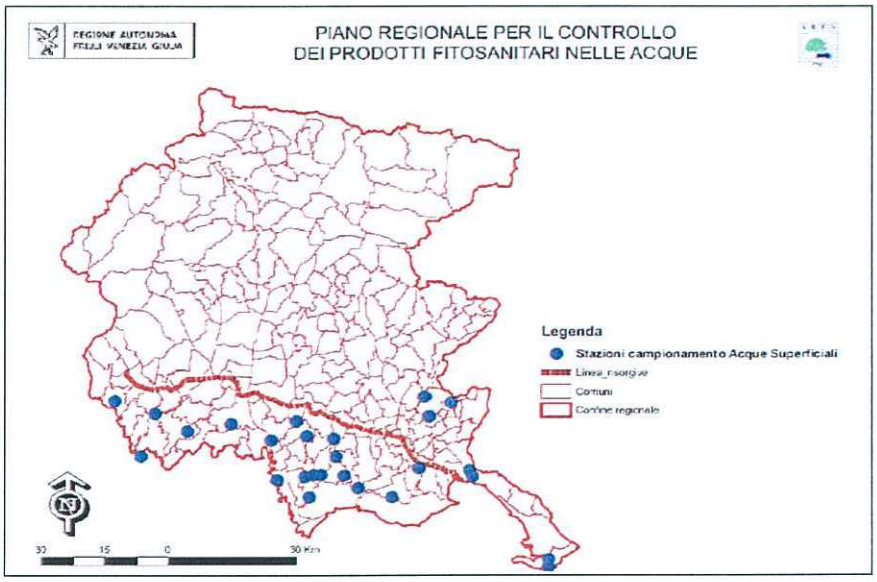


Figura 45 Stazioni ARPA di campionamento per monitoraggio fitosanitari in acque superficiali.

Il territorio del Friuli Venezia Giulia, alla luce dei riferimenti indicati dal D.Lgs. 152/2006 che recepisce la WFD 2000/60/CE nell'ordinamento italiano è ricompreso nel distretto idrografico delle "Alpi orientali". Alla luce dell'art. 64, del D.Lgs.152/2006 il territorio del Friuli Venezia Giulia è assoggettato ai vincoli di appartenenza all'Alto Adriatico, dichiarato area sensibile ai nutrienti. Tale dichiarazione impone una particolare soglia di attenzione nei confronti della riduzione e del controllo delle sostanze nutrienti (fosforo, azoto e silice) emesse dalle diverse attività produttive e dagli insedianti civili, collocate nell'ambito dei bacini idrografici afferenti al mare Adriatico, al fine di evitare i fenomeni indesiderati legati all'eccesso di sostanze eutrofizzanti.

Analoga valutazione va effettuata nei confronti delle sostanze pericolose e prioritarie, al fine di evitare l'accumulo delle stesse. Oltre alla problematica particolare relativa alla "sensibilità ai nutrienti", le acque della regione Friuli Venezia Giulia, devono conseguire comunque il giudizio di buono stato di qualità entro il 2015, oltre che dimostrare di essere sottoposte a misure preventive atte al mantenimento del buono stato di qualità.

Oltre alle indicazioni strategiche comunitarie si evidenzia il fatto che le acque superficiali regionali, in particolare quelle di transizione, sono costituite da siti di interesse comunitario quali le lagune di Marano e di Grado (SIC IT3320037) e che le acque marino-costiere sono parte del comparto marino dell'Alto Adriatico, recentemente designato area sensibile ai sensi del D. Lgs. 152/2006.

Aree sensibili risultano anche i Laghi di Redona, Sauris, Cavazzo, Selva, Barcis, Predil, Vajont, Ciul, nonché i corsi d'acqua ad essi afferenti per un tratto di 10 km dalla linea di costa (Allegato 6 alla parte III del D.Lgs. 152/06).

Di rilievo non secondario, inoltre, sono le zone umide di Marano Lagunare, Foci dello Stella e Valle Cavanata.

Se da un lato la vastità degli idrosistemi regionali destinati alla conservazione naturale assume particolare rilievo, con particolare riferimento alle lagune di Marano e di Grado dall'altro altrettanto rilievo assume la presenza significativa di sostanze pericolose nei sedimenti delle suddette aree, che svolgono funzioni naturali di captazione delle sostanze pericolose nei sedimenti più fini.

L'intero arco costiero regionale è stato fin dal 1500 interessato dalle attività minerarie della miniera mercurifera di Idrja (SLO), alla quale si sono successivamente aggiunte attività industriali che hanno "marcato" il territorio con sversamenti incontrollati.

In tal quadro è maturata la principale criticità ambientale costituita dal mercurio che condiziona i sedimenti marini e lagunari, con contestuale bio-accumulo negli organismi filtratori e magnificazione lungo la catena alimentare negli organismi predatori.

Più recentemente inoltre è stata accertata la presenza significativa nei sedimenti costieri più fini di altre categorie di inquinanti organici, riferibili solo in parte a fonti industriali puntuali e per lo più provenienti dalle emissioni da traffico veicolare.

Ciò rende la problematica della definizione delle condizioni di stato e dell'individuazione degli obiettivi di qualità particolarmente complessa.

Ulteriore e significativa difficoltà è rappresentata dalla standardizzazione delle nuove metodologie biologiche (stima quantitativa delle taglie ed abbondanze degli organismi macrobentonici, delle macrofite, delle macroalghe, del fitoplancton bentonico, dei pesci), ai fini della valutazione dello stato di qualità delle acque.

Grande attenzione va dedicata, inoltre, alla presenza di nitrati d'origine agricola e di prodotti fitosanitari nelle acque di falda della regione: ciò è particolarmente significativo per il territorio regionale, considerata la vastità dei territori interessati da pratiche agricole intensive.

Altra tematica d'interesse regionale è rappresentata dalla valutazione delle acque destinate alla balneazione ed alla molluschicoltura, sottolineata dall'entrata in vigore dei nuovi regolamenti comunitari in materia di tracciabilità dei prodotti alimentari, nonché dall'influenza della presenza di alghe tossiche recentemente riscontrate nell'ambiente marino, di provenienza alloctona ed acclimatate in tutto il mediterraneo a seguito dell'aumento della temperatura media delle acque.

Accanto a situazioni di incremento di complessità gestionale e di potenziale criticità ambientale interessanti l'intero arco costiero, si registrano anche aspetti positivi legati alle condizioni di balneabilità della costa, che si presenta stabilmente e quasi uniformemente balneabile nel periodo tardo primaverile-estivo con un'unica area che presenta sporadiche criticità legate presumibilmente alla presenza di una condotta di scarico non adeguatamente supportata da processi di depurazione con disinfezione del refluo e rilascio di concentrazioni batteriche elevate.

Nel 2006 anche alcune zone comprese nella baia di Panzano hanno presentato alcuni superamenti dei limiti di balneabilità correlabili a pressioni antropiche in fase di indagine. In attesa della messa a punto della nuova individuazione dei corpi idrici e della messa a punto di metodi biologici standardizzati utili per confrontare i corpi idrici con le stazioni di riferimento al fine di promuovere un giudizio di qualità compiuto e coordinato riguardante i corpi idrici significative della regione Friuli Venezia Giulia, è ragionevole riferire il giudizio di qualità espresso sui corpi idrici superficiali e profondi mediante il ricorso a modelli concettuali e procedure analitiche riferite al quadro normativo del D.Lgs. 152/1999 in materia di qualità delle acque e del DM 367/2003 in materia di sostanze pericolose nelle acque.

3.3.6 Analisi degli attraversamenti fluviali principali

3.3.6.1 I criteri adottati in fase di progettazione

Le opere particolarmente rilevanti sui corsi d'acqua che si incontrano lungo la linea AV_AC sono i viadotti sul Fiume Tagliamento, Stella, Cormor,Riolino, Roggia del Taglio e fiume Isonzo; nel seguito si riporta una descrizione della modalità di risoluzione di tali interferenze.

Per quanto concerne la compatibilità idraulica, viste le norme d'attuazione ed analizzate le planimetrie di pericolosità idraulica redatte a cura degli enti pianificatori del territorio, si può affermare che tutte le opere d'arte risultano idraulicamente compatibili. In particolare in relazione alla metodologia di dimensionamento viste le caratteristiche della rete idrografica contraddistinta da alvei pensili e da quote di p.c. in taluni casi molto vicine alla quota di medio mare, il vincolo di imposta della livelletta negli attraversamenti principali, è sempre stato il franco sull'arginatura e non sulla massima portata transitabile, in quanto, idrologicamente, le portate degli eventi più intensi o sono contenute nell'alveo esistente arginato o esondano, non potendo quindi i livelli idrici raggiungere mai quote significativamente superiori alle quote arginali.

3.3.7 Descrizione delle singole situazioni principali

Fiume Tagliamento

L'attraversamento, compreso tra la progressiva chilometrica 8+386 e la progressiva 9+864, verrà realizzato con un viadotto con campate di luce pari a 62m nella zona dell'alveo principale e pari a 40m nella zona di grava. Il viadotto sarà realizzato con franchi rispetto alla sommità arginale superiori ai 3m. E' prevista la protezione delle

scarpate degli argini con massi legati al di sotto del viadotto e la protezione alla base delle pile sempre in massi legati allo scopo di evitare fenomeni erosivi e di escavazione localizzata.

Fiume Stella

L'attraversamento, compreso tra la progressiva chilometrica 17+133 e la progressiva 17+195 sarà realizzato mediante viadotto con una campata di luce pari a 62m. In tal modo la sezione e la funzionalità idraulica del fiume non verrà alterata. E' prevista la protezione delle sponde nella parte inferiore del viadotto con massi legati.

Torrente Cormor

L'attraversamento, compreso tra la progressiva chilometrica 24+124 e la progressiva 24+186 sarà realizzato mediante viadotto con una campata di luce pari a 62m. In tal modo la sezione e la funzionalità idraulica del fiume sarà alterata. E' prevista la protezione delle sponde nella parte inferiore del viadotto con massi legati.

Canale Riolino

L'attraversamento, compreso tra la progressiva chilometrica 33+629 e la progressiva 33+669 sarà realizzato mediante viadotto con una campata di luce pari a 40m. In tal modo la sezione e la funzionalità idraulica del fiume non sarà alterata. E' prevista la protezione delle sponde nella parte inferiore del viadotto con massi legati.

Roggia del Taglio

L'attraversamento, compreso tra la progressiva chilometrica 35+366 e la progressiva 35+428 sarà realizzato mediante viadotto con una campata di luce pari a 62m. L'ampiezza dello scavalco consente di mantenere inalterata la sezione e la funzionalità idraulica del fiume. E' prevista la protezione delle sponde nella parte inferiore del viadotto con massi legati.

Fiume Isonzo

L'attraversamento, compreso tra la progressiva chilometrica 44+521 e la progressiva 45+203, verrà realizzato con un viadotto con campate di luce pari a 62m allo scopo di limitare la presenza di pile in alveo. Il viadotto sarà realizzato con franchi rispetto alla sommità arginale superiori ai 3m. E' prevista la protezione delle scarpate degli argini con massi legati al di sotto del viadotto e la protezione alla base delle pile sempre in massi legati allo scopo di evitare fenomeni erosivi e di escavazione localizzata.

3.3.8 Analisi attraversamenti secondari

Il tracciato ferroviario interseca nel suo percorso una serie di rogge e canali che costituiscono il reticolo idrografico minore dell'area attraversata dalla linea.

Gli attraversamenti dei corsi d'acqua minori sono stati previsti quasi integralmente mediante ponte allo scopo di non alterare l'attuale sezione di deflusso del corso d'acqua.

Per alcuni attraversamenti è previsto l'attraversamento dell'opera mediante tombino scatolare di dimensioni minime 2X2 da definire nelle fasi successive di progettazione in accordo ai consorzi di bonifica gestori della rete.

Il corpo ferroviario inoltre è stato dimensionato per poter permettere la presenza di fornici di trasparenza del rilevato al fine di garantire che l'infrastruttura ferroviaria, non rappresenti una barriera impermeabile, nelle zone classificate "di ristagno" dalla Pianificazione di bacino.

3.4 Valutazione delle interferenze

Per quale che riguarda la fase di esercizio dell'infrastruttura ferroviaria non si segnalano interferenze e/o ricadute negative nei confronti dell'ambiente idrico superficiale per cui non si prevede di adottare nessuna misura di mitigazione, fatte salve le operazioni di monitoraggio e controllo delle regoalri condizioni di deflusso dei corsi d'acqua e la costante manutenzione della pulizia dell'alveo.

3.5 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne interessate sono costituite dagli enti pubblici preposti alla gestione delle risorse idriche, la Regione Veneto, la Regione Friuli Venezia Giulia, il Magistrato delle Acque, i consorzi di bonifica. Dato il livello modesto dell'interferenza si ritiene comunque che l'aspetto ambientale in esame non sia da ritenersi significativo nella fase di esercizio dell'opera, fatta salva la messa in opera degli accorgimenti tecnologici necessari alla salvaguardia qualitativa della risorsa idrica.

Tra i soggetti interessati vanno considerati anche i proprietari dei pozzi più prossimi al tracciato di progetto, che potrebbero risentire degli effetti indotti dalla costruzione della linea ferroviaria.

4 SUOLO E SOTTOSUOLO

4.1 Riferimenti legislativi

L'inquinamento del suolo può causare una serie di alterazioni che possono ripercuotersi non solo sulla sua composizione chimica, determinando ad esempio l'accumulo di sostanze tossiche per i vegetali e gli animali, ma anche effetti sulla sua fertilità ed attitudine ad ospitare le piante e gli altri organismi viventi.

La Comunicazione della Comunità Europea - COM(2002)179 - afferma che "l'introduzione di contaminanti nel suolo può danneggiare o distruggere alcune o diverse funzioni del suolo e provocare una contaminazione indiretta dell'acqua. La presenza di contaminanti nel suolo oltre certi livelli comporta una serie di conseguenze negative per la catena alimentare e quindi per la salute umana e per tutti i tipi di ecosistemi e risorse naturali."

Per valutare l'impatto potenziale dei contaminanti del suolo, è necessario non solo valutarne la concentrazione ricercando direttamente gli inquinanti chimici-fisici e biologici presenti, ma anche il relativo comportamento e il meccanismo di esposizione per la salute umana.

L'inquinamento dei suoli può essere determinato in alcuni casi anche per via indiretta ricorrendo a specifici indicatori biologici in grado di segnalare la presenza di particolari forme di inquinamento.

In Italia non è presente una legge quadro che tratti in maniera completa il tema del suolo. Con l'approvazione del decreto legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997 (attualmente abrogata dal D.Lgs. 152/06), si sono fissate norme in materia di bonifica e ripristino ambientale delle aree inquinate. Punto determinante di questa normativa è rappresentato della predisposizione di criteri di identificazione della qualità dei suoli, dalla quale consegue il limite di accettabilità di contaminazione e l'obbligo per chiunque cagioni il superamento di tali limiti a procedere a proprie spese agli interventi di messa in sicurezza, di bonifica e di ripristino ambientale delle aree inquinate e degli impianti dai quali deriva il pericolo di inquinamento (art.17).

Ulteriori normative che trattano della prevenzione dell'inquinamento del suolo sono il Decreto Legislativo del 27 gennaio 1992, n. 99, che ha lo scopo di disciplinare l'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura in modo da evitare effetti nocivi sul suolo e il Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 che recepisce la direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e la Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonti agricole. In queste normative appaiono evidenti i legami tra il corretto utilizzo del suolo e la salvaguardia delle sue molteplici funzionalità ed il problema della protezione e gestione delle acque superficiali e sotterranee. In conseguenza di ciò, la nuova legislazione sulle acque, che ridefinisce gli obiettivi di qualità dei corpi idrici e gli strumenti di tutela degli stessi, ha sicuramente dei riflessi sulla definizione della qualità del suolo e sulla tutela di tale qualità, come presupposto per la salvaguardia della qualità degli acquiferi.

Le Agenzie ambientali, nazionale, regionali e della province autonome di Trento e Bolzano insieme ad altri soggetti istituzionali quali il Comando dei Carabinieri Tutela Ambiente (CCTA ex NOE), le Autorità di Bacino, il Magistrato alle Acque, il Corpo Forestale dello Stato hanno le competenze in materia di controlli sui suoli.

Per maggior completezza si riporta nel seguito l'elenco delle normative relative alla tutela e salvaguardia delle risorse idriche a livello comunitario, nazionale e regionale.

Normativa Nazionale

Decreto 22 ottobre 2009 " Procedure per la gestione dei materiali e dei rifiuti e la bonifica dei siti e delle infrastrutture direttamente destinati alla difesa militare e alla sicurezza nazionale"

D.Lgs 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale. "

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"

D.M. 28 novembre 2006, n. 308 "Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Regolamento recante integrazioni al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 18 settembre 2001, n. 468, concernente il programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati.

D.M. 25/3/2002 - Rettifiche al decreto ministeriale 13 settembre 1999 riguardante l'approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo. G.U. n. 84 del 10/4/2002;

D.M. 18 settembre 2001, n. 468 "Regolamento recante: "Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale".

D.M. n. 471 del 25/10/1999 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni".

D.M. del 13/09/99 "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo" e successive modifiche (Decreto 25/03/2002), in accordo con le normative previste dalla Società Italiana della Scienza del Suolo;

D.M. del 01/08/97 "Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo";

Legge n. 253 07/08/90 "Disposizioni integrative alla Legge n.183 del 18/05/89 recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";

Legge n. 183 18/05/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";

Normativa Regionale Veneto

In veneto l'ARPAV, attraverso l'Osservatorio Regionale Suolo, realizza studi e ricerche sui suoli e fornisce attività di supporto alla Regione Veneto e ad altri enti per predisporre e attuare progetti di rilevamento pedologico. Tra queste attività rientra la "Carta dei suoli del Veneto in scala 1:250.000" predisposta al fine di fornire un inquadramento dei suoli della Regione Veneto ad un livello di riconoscimento utile per la pianificazione a livello nazionale e regionale. L'ARPAV inoltre, attraverso il Servizio Rischio Industriale e Bonifiche e i Dipartimenti Provinciali, fornisce supporto tecnico a Regione, Province e Comuni per le rispettive funzioni di controllo e vigilanza.

L.R. n. 38 del 28/12/04, art.11 "Collegato alla legge finanziaria in materia di difesa del suolo;

L.R. n. 29 del 18/04/95 – "Istituzione dell'Autorità di bacino del fiume Sile e della Pianura tra Piave e Livenza e disciplina delle funzioni della Regione in attuazione della legge 18 maggio 1989, n. 183 e successive modifiche ed integrazioni";

L.R. n. 41 del 09/08/88 – art. 6, comma 2, "Interventi per la tutela e la difesa delle aste venete".

Normativa Regionale Friuli Venezia Giulia

Legge Regionale 16/2002 Disposizioni relative al riassetto organizzativo e funzionale in materia di difesa del suolo e di demanio idrico.

Legge Regionale 14 giugno 1996, n.22 Modifiche alla legge regionale 7 settembre 1987, n. 30, ed ulteriori norme in materia di smaltimento dei rifiuti solidi e di attività estrattive.

Legge Regionale 7 settembre 1987 n.30 Norme regionali relative allo smaltimento dei rifiuti.

4.2 Metodologia per lo svolgimento del lavoro

In questo tratto dello studio è stata riportata la sintesi di tutti gli aspetti geologici relativi al corridoio di analisi, che hanno consentito di valutare le possibili interferenze che la ferrovia in progetto può determinare sull'ambiente geologico dell'area.

Il presente capitolo è stato articolato nel modo seguente:

Definizione del quadro conoscitivo di area vasta, con individuazione dell'assetto geomorfologico generale, inquadramento geologico dell'area, caratterizzazione sismica ed idrogeologica, con indicazione dei peculiari caratteri idrogeologici anche in termini di qualità delle acque sotterranee e delle condizioni di vulnerabilità.

Segue un quadro geologico dell'area di tracciato, concentrato nell'ambito di un corridoio di studio, in cui è stata descritta la successione stratigrafica riconosciuta, i morfotipi caratteristici, le generali caratteristiche geologico-tecniche dei terreni presenti e le unità idrogeologiche individuate.

Infine è stata svolta una dettagliata analisi del tracciato con descrizione dei caratteri geologici e geomorfologici e dei caratteri idrologici ed idrogeologici.

Al termine, i dati acquisiti hanno consentito di poter definire le principali criticità della componente "suolo e sottosuolo" nei confronti dell'infrastruttura in progetto, come ad esempio lo sviluppo dell'opera in aree soggette a subsidenza naturale e artificiale, l'attraversamento di aree interessate da processi erosivi concentrati, la possibilità di fondare su alluvioni con scadenti valori di portanza e la potenziale liquefazione dei terreni in condizioni sismiche.

Allo stesso tempo lo studio ha consentito di poter prevedere i possibili interventi e/o accorgimenti da seguire allo scopo di mitigare e tutelare l'ambiente dalle possibili interferenze.

4.2.1 Descrizione dello stato attuale

4.2.1.1 Assetto geomorfologico generale attuale

L'area interessata dal progetto ricade nell'ambito della Pianura veneto-friulana, delimitata dalle Alpi a nord e prospiciente il Mare Adriatico in direzione Sud; nell'ambito di tale area ricadono i centri abitati di Portogruaro (VE) ad ovest, e Turriaco, Pieris e Ronchi dei Legionari (GO) ad est. Sotto il profilo geomorfologico, la Pianura Veneto-Friulana può essere suddivisa in due zone separate dalla fascia delle risorgive:

- L'area pedemontana o di Alta Pianura, che è costituita da una serie di grandi conoidi contigue, parzialmente sovrapposte, depositatesi in seguito ad imponenti fenomeni di alluvionamento operati dai fiumi al loro sbocco in pianura. In virtù dei materiali grossolani che la costituiscono, la zona presenta forme pronunciate e pendenze notevoli, che tendono a diminuire avanzando verso il mare fino a pendenze medie dell'ordine del 2÷4%. I sedimenti appartenenti a tali conoidi di deiezione possiedono granulometrie che variano da prettamente ghiaiose nella parte pedemontana a ghiaiose-sabbiose in quella più marginale prossima alla linea delle risorgive. Tra di esse spicca sicuramente per dimensioni areali la grande conoide del fiume Tagliamento, profondamente incisa e terrazzata.

- La Bassa Pianura, che si estende a partire dal margine estremo delle conoidi ed è costituita da depositi alluvionali medio-fini da sabbiosi-limosi a limoso-argillosi che, in corrispondenza di antiche linee di costa, o dell'attuale, fanno transizione a sedimenti originatisi in ambiente di spiaggia (sabbie dunari) o di laguna costiera (orizzonti argillosi e organici torbosi). In virtù della tipologia di genesi delle forme geomorfologiche presenti, la Bassa Pianura si presenta sub-pianeggiante, con quote medie che degradano progressivamente da circa 40 m s.l.m. fino a quote prossime al livello marino. Le forme morfologiche della Bassa Pianura sono più blande di quelle appartenenti all'Alta Pianura anche a causa dei processi antropici legati alle bonifiche delle zone umide ed all'attività agricola.

I principali corsi d'acqua dell'area interessata dal progetto provengono dalla catena alpina e, pertanto, attraversano tutta la pianura prima di sfociare in mare; il loro corso è generalmente caratterizzato nell'Alta Pianura da alvei a canali intrecciati che, dalla fascia delle risorgive fino a tutta la Bassa Pianura, si evolvono in percorsi decisamente meandriformi. Con particolare riferimento ai fiumi Tagliamento ed Isonzo, gli alvei sono poi decisamente caratterizzati da locali ramificazioni (forme anastomizzate) che portano ad una estensione trasversale non trascurabile delle aree di competenza fluviale.

In corrispondenza della fascia delle risorgive, le acque emergenti spesso si incanalano a costituire i così detti "corsi d'acqua di risorgiva", che scorrono generalmente su ampie bassure definite da modeste scarpate. Questi corsi d'acqua, spesso, nel loro tratto finale, prima di immettersi in laguna o in mare, scorrono su modesti dossi rialzati rispetto alla pianura alluvionale circostante.

La genesi della pianura veneto-friulana è quindi legata principalmente allo sviluppo dei grandi fiumi che la attraversano, quali il Fiume Tagliamento, il Piave, il Brenta e l'Isonzo, caratterizzati da estesi bacini idrografici alpini, sede di numerosi ed imponenti ghiacciai nel Pleistocene. Il progredire dell'azione erosiva, nonché deposizionale di tali corsi d'acqua ha dato vita alla formazione degli ampi sistemi dei megafan alluvionali (Fontana 2006) che caratterizzano geologicamente e geomorfologicamente l'area in esame.

Il principale agente morfoevolutivo che ha delineato le forme tipiche di tali aree è rappresentato dall'erosione lineare fluviale le cui tracce sono, attualmente, ben visibili sul terreno (Castiglioni *et al.* 1991, Cavallin *et al.* 1987, Bondesan *et al.* 2004). Nell'ambito della pianura sono distinguibili diversi morfotipi a seconda si tratti della zona

interna, prossima al limite superiore della fascia pedemontana, oppure della zona esterna, a morfologia ancor più pianeggiante e prossimale alla zona di pertinenza marina:

Nell'ambito della fascia interna si distinguono:

- dossi fluviali;
- scarpate di terrazzo fluviale;
- corsi fluviali abbandonati;
- ventagli di esondazione;
- vallecole a "V" ed "U".

Nella fascia esterna, sono caratteristici i seguenti morfotipi di genesi naturale o antropica, quali:

- vasti depositi sabbiosi di ambiente litoraneo;
- cordoni litoranei;
- canali lagunari abbandonati;
- antiche ripe di erosione marina;
- aree di cava;
- aree bonificate;
- aree urbane antiche e recenti.

4.2.1.2 Inquadramento geologico e geomorfodinamico della Pianura Veneto-Friulana

Le caratteristiche delle unità geologiche della pianura veneto-friulana sono intimamente legate agli elementi geomorfologici riconoscibili in superficie. Complessivamente, sono il prodotto dei processi deposizionali ed erosivi attuatisi tra il Pleistocene finale e l'Attuale.

Le ricerche condotte in questi ultimi anni, soprattutto a seguito dei progetti di cartografia geomorfologica, pedologica e geologica riguardanti la provincia di Venezia e, più in generale, la pianura veneta e friulana (Bondesan et al., 2004; Bondesan & Meneghel, 2004; Ragazzi et al., 2008; Ragazzi & Zamarchi, 2008; ARPAV, 2005; Fontana, 2006; Tosi et al., 2007a; 2007b; Zanferrari et al., 2008) hanno consentito un deciso avanzamento delle conoscenze geologiche del territorio e dell'evoluzione che esso ha avuto. Vengono ripresi i concetti descritti nelle note illustrative della Carta geomorfologica della provincia di Venezia (Fontana et al., 2004), introducendo le conoscenze più recenti e ampliando lo spazio dedicato agli aspetti stratigrafici e geologici che servono alla comprensione del primo sottosuolo.

I dati attualmente disponibili per la pianura veneziana consentono di descrivere con una discreta affidabilità l'assetto stratigrafico dei depositi presenti nei primi 30 m circa di profondità, mentre per il sottosuolo più profondo si possono tratteggiare solo alcune caratteristiche generali. Infatti, le comuni indagini geognostiche si spingono solitamente fino a 15-30 m. I sondaggi a carotaggio continuo profondi 30-50 m sono in numero limitato e quelli che raggiungono i 100 m corrispondono quasi esclusivamente ai pochi carotaggi realizzati per i nuovi fogli della carta geologica d'Italia in scala 1 :50.000 (progetto CARG).

4.2.1.3 Cenni di geodinamica e origine della pianura veneto-friulana

La pianura veneto-friulana rappresenta la superficie del riempimento di età terziaria e quaternaria di un bacino deposizionale che è situato all'estremità nordorientale della microplacca adriatica. Si tratta dell'avampaese condiviso fra il settore orientale delle Alpi meridionali e gli Appennini settentrionali. La prima corrisponde ad una catena a *thrust* sud-vergenti sviluppatasi a partire dal Paleogene, mentre la seconda è una catena a *thrust* con vergenza nord-orientale formatasi dal Neogene (Massari, 1990; Doglioni, 1993).

Il fronte alpino più meridionale è sepolto sotto la piana alluvionale pedealpina, mentre nel settore più orientale, quello friulano, alcuni dei sovrascorrimenti più esterni affiorano in parte nel mezzo della pianura friulana, creando alcuni terrazzi tettonici sollevati di pochi metri vicino a Udine (Zanferrari et al., 2008; Fontana, 2006). Il settore più meridionale della pianura veneta, invece, è stato influenzato fin dal Miocene superiore dall'attività di espansione verso nord dell'avampaese appenninico, i cui *thrust* più esterni si trovano sepolti al di sotto dell'attuale corso del fiume Po. L'influenza della tettonica appenninica ha provocato un *tilting* con immersione verso sud che viene sentito fino alla zona di Venezia (Carminati et al., 2003). La subsidenza indotta dal carico tettonico dell'Appennino settentrionale ha prodotto oltre metà dell'abbassamento verificatosi nell'area della laguna veneta nel Pleistocene, ossia circa 500 m (Carminati et al., 2003; Barbieri et al., 2007).

Tuttora i ratei di subsidenza media annua calcolati sugli ultimi 125.000 anni indicano che tutta la pianura costiera veneto-friulana è in subsidenza, ma i valori manifestano un netto trend procedendo dalla zona friulana verso quella padana. In particolare, mentre il tasso di affondamento nella bassa pianura tra Tagliamento e Livenza è di circa 0,45 mm/a, tra Livenza e Venezia è di 0,5-0,6 mm/a e aumenta poi notevolmente a sud di Chioggia, dove supera anche 1 mm/a (Ferranti et al., 2006; Antonioli et al., in stampa).

Fra le varie faglie con andamento NNW-SSE rappresentate in numerose pubblicazioni, il recente lavoro di rianalisi ha documentato l'importanza della faglia Schio-Vicenza anche durante il Quaternario, mentre gran parte degli altri lineamenti con simile andamento sembrano aver avuto una scarsa attività, che in genere non ha dislocato la base del Pleistocene (Tosi et al., 2007a).

Oltre alle deformazioni tettoniche, l'evoluzione plio-quaternaria è stata fortemente influenzata dall'evento Messiniano (circa 5 milioni di anni fa) che, in risposta all'abbassamento del livello del Mediterraneo, causò l'emersione dell'area e l'azione di notevoli processi erosivi fluviali. Questi portarono alla riorganizzazione del reticolo fluviale e diedero origine a molte delle principali valli alpine e delle maggiori depressioni esistenti nel substrato della pianura. Tali elementi hanno poi guidato la sedimentazione marina pliocenica e quella marina e alluvionale quaternaria.

4.2.1.4 I megafan alluvionali

L'aspetto della pianura veneto-friulana è fortemente legato all'evoluzione tardo pleistocenica e olocenica dei fiumi alpini Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta e Adige. Essi hanno infatti ripetutamente cambiato percorso a valle del loro sbocco montano interessando aree molto ampie, fino a coprire migliaia di kmq. Si sono così formati sistemi sedimentari, allungati fino al mare, che in pianta presentano una morfologia a ventaglio, mentre nelle tre dimensioni possiedono una forma simile a un cono appiattito; tali sistemi, un tempo genericamente descritti come conoidi (ad es. Comel et al., 1982; Castiglioni, 1999; Castiglioni & Pellegrini, 2001), ora sono definiti come megafan alluvionali (Fontana et al., 2004; 2008; Mozzi, 2005; Fontana, 2006).

Nell'area veneta e friulana, soprattutto a est del Naviglio Brenta, i diversi tratti di pianura costruiti dai maggiori fiumi sono ben distinguibili anche nella bassa pianura, dove i sedimenti sono essenzialmente fini e il gradiente topografico è compreso tra il 3-0,5‰. La separazione tra i vari bacini deposizionali si fonda su dati geomorfologici,

stratigrafici, podologici e mineralogici (Bondesan & Meneghel, 2004; Fontana et al, 2004; ARPAV, 2005; Mozzi, 2005; Fontana, 2006). Nell'insieme, questi corpi sedimentari presentano quindi una evidente continuità spaziale dallo sbocco vallivo fino alle zone costiere e mostrano forme complessivamente "a ventaglio". Tuttavia, la loro notevole estensione areale, i limitati gradienti topografici presenti nella bassa pianura, la caratteristica selezione granulometrica dei sedimenti che da monte a valle passano da ghiaie a sabbie, limi e argille, li rendono piuttosto diversi dai classici conoidi alluvionali descritti in letteratura, caratterizzati invece solo da sedimenti grossolani (Bull, 1977; Kelly & Olsen, 1993; Stainstreet & McCarthy, 1993; Oguchi & Ohomori, 1994). Quindi, il termine "conoide", in senso stretto, descrive bene le porzioni prossimali di questi sistemi alluvionali, cioè l'alta pianura, ma è ambiguo nel definire l'intera struttura deposizionale. Pare invece più adeguato il raffronto con i cosiddetti megafan alluvionali descritti originariamente nell'area pede-himalayana. Infatti il settore planiziale dell'Italia nord orientale presenta varie similitudini con il sistema pede-Himalayano dove è stato introdotto per la prima volta il termine megafan. Tale vocabolo, traducibile in italiano come "megaconoide", è correntemente utilizzato nella letteratura scientifica internazionale soprattutto nelle ricerche stratigrafiche, geomorfologiche e di geologia del Quaternario riguardanti le zone di avampaese delle catene a *thrust*, dove esistono sistemi deposizionali "a ventaglio" con estensione areale compresa tra 1.000-50.000 kmq (per una bibliografia specifica si veda Fontana, 2006; Fontana et al., 2008). Rispetto agli altri megafan descritti in letteratura, quelli della pianura veneto-friulana si distinguono per avere dimensioni relativamente piccole, essendo compresi tra 1000 e 2 500 kmq (Fig. 2b). Vi sono anche alcuni sistemi alluvionali, come quelli dei torrenti Cellina e Meduna, che si esauriscono nell'area pedemontana e sono costituiti da depositi ghiaiosi in tutto il loro sviluppo. Una situazione particolare è rappresentata dal sistema del Piave di Montebelluna che, pur presentando caratteristiche di "conoide", costituisce in realtà il solo settore affiorante di un megafan la cui sezione distale è stata sepolta successivamente dai sedimenti del Brenta (Bondesan et al., 2002b; Mozzi, 2005). Esistono inoltre dei sistemi compositi, formati dall'azione combinata di più fiumi di una certa importanza, come nel caso dell'Isonzo-Torre e del Monticano-Cervada-Meschio e degli scaricatori glaciali dell'anfiteatro di Vittorio Veneto. Con alcune differenze tra il settore padano e quello veneto-friulano, altri megafan sono riconoscibili lungo tutto il versante alpino della pianura padana, pur se definiti "conoidi alluvionali" in letteratura (Cremaschi, 1987; Guzzetti et al., 1997; Marchetti, 2001; Castiglioni & Pellegrini, 2001).

Nel sottosuolo sono probabilmente presenti in successione verticale diverse generazioni di megafan e fan-delta che potrebbero presentare forma, estensione, direzione media e valori di inclinazione anche molto differenti rispetto a quelli attualmente visibili in superficie. Dallo studio della distribuzione delle ghiaie nei primi 100 m del sottosuolo si può però notare la stabilità delle zone di apice, in genere coincidenti con i principali sbocchi vallivi attuali (Stefanini & Cucchi, 1977; Dal Prà et al., 1977).

Da notare, inoltre, che nella zona di interdigitazione tra i maggiori megafan esistono i più importanti corsi di risorgiva o di risorgenza carsica che con i loro sistemi hanno occupato quindi le aree depresse d'interfluvio.

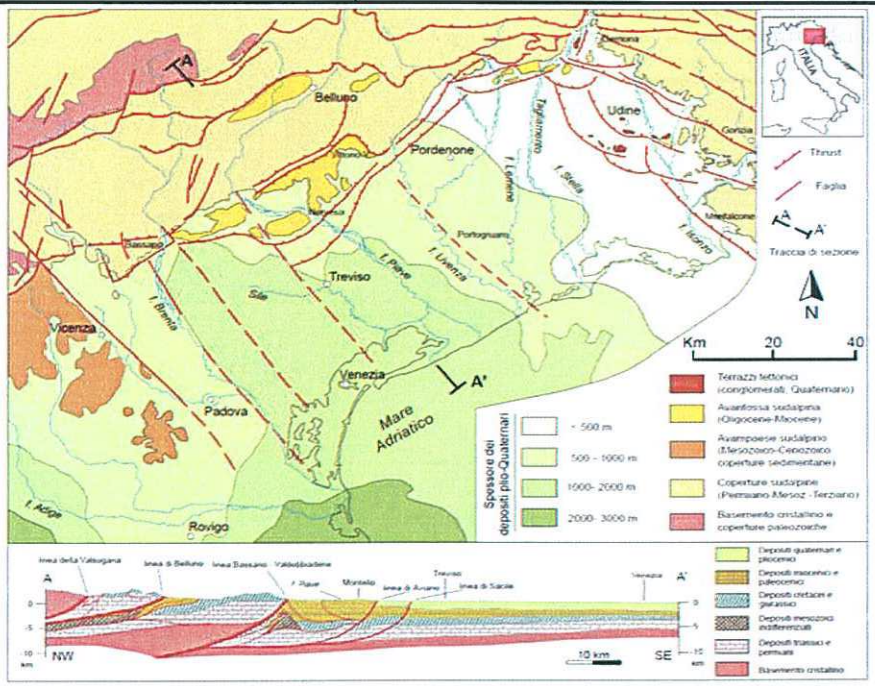


Figura 46 Schizzo geologico strutturale della pianura veneto-friulana , con profilo geologico del settore centrale (da Regione Veneto, 1990; Gasperi, 1997; Peruzza et al., 2002, modificati). Fonte: Le Unità Geologiche della Provincia Di Venezia - 2008

È questo il caso dei fiumi Stella (tra megafan di Cormor e Tagliamento), Livenza (tra megafan di Tagliamento e Piave), Sile (tra megafan di Piave e Brenta) e Bacchiglione (tra megafan del Brenta e piana dell'Adige) (tab. 2.b).

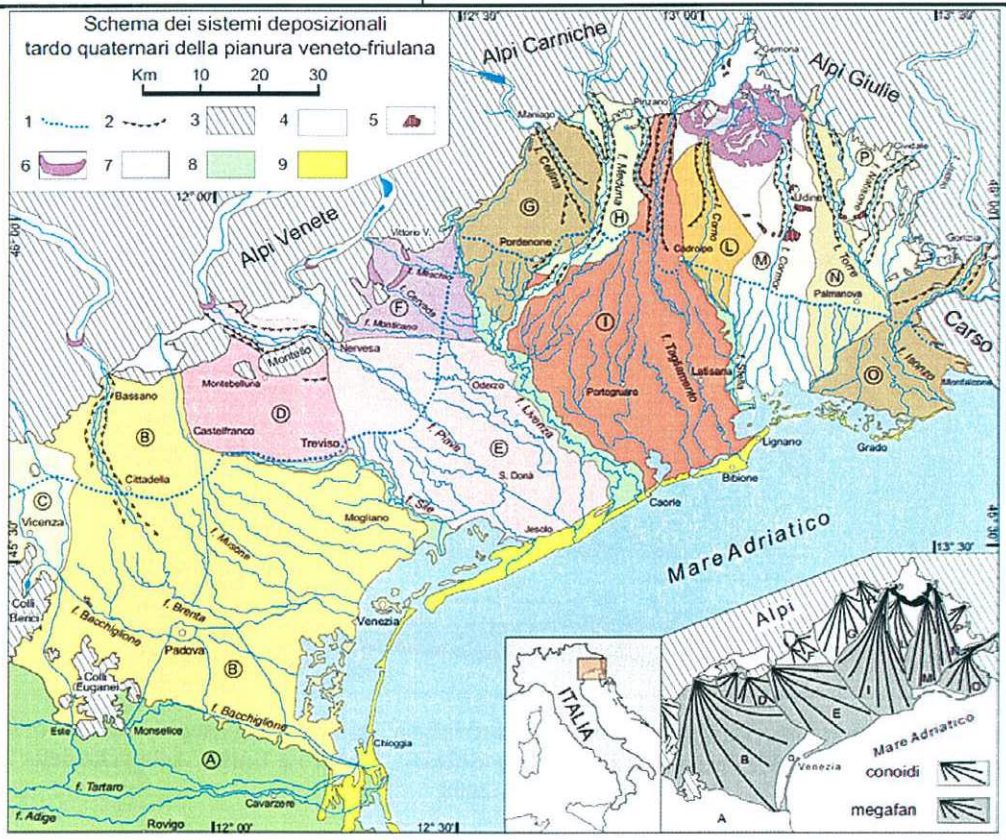


Figura 47 Schema dei sistemi deposizionali tardo quaternari della pianura veneto-friulana (modificato da Fontana et al., 2008).Nel riquadro in basso a destra uno schizzo semplificato dei conoidi e megafan. Simboli: 1) limite superiore delle risorgive; 2) orlo di terrazzo fluviale; 3) aree montuose e collinari; 4) principali valli alpine; 5) terrazzi tettonici; 6) cordoni morenici; 7) depositi di interconoide e delle zone intermontane; 8) depositi dei principali fiumi di risorgiva; 9) sistemi costieri e deltizi. Lettere: (A) pianura dell'Adige, (B) megafan del Brenta, (C) conoide dell'Astico, (D) megafan di Montebelluna, (E) megafan di Nervesa, (F) conoide del Monticano-Cervada-Meschio, (G) conoide del Cellina, (H) conoide del Meduna, (I) megafan del Tagliamento, (L) conoide del Corno, (M) megafan del Cormor, (N) megafan del Torre, (O) megafan dell'Isonzo, (P) conoide del Natisone.

Fiume	Bacino (km^2)	Lunghezza (km)	Quota massima del bacino (m)	Precipitazioni annue medie (mm/a)	Portata media annua (m^3/s)	Portata di picco (m^3/s)	Quota alveo allo sbocco in pianura (m)
Isonzo	3430	140	2760	1800	230	4400	65
Tagliamento	2580	172	2780	2150	109	4500	130
Piave	3899	222	3162	1330	132	4250	85
Brenta	1787	160	3079	1386	71	2810	130

Tabella 19 Caratteristiche dei megafan alluvionali della pianura veneto-friulana (Fontana et al., 2008).

Differenziazione longitudinale

I megafan alluvionali presentano una differenziazione interna sia in senso longitudinale al loro allungamento sia trasversalmente. Nel complesso, le prime decine di chilometri di sviluppo dei megafan, dallo sbocco vallivo dei

corsi d'acqua fino alla fascia delle risorgive, sono caratterizzate da depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi con pendenze comprese tra 7 e 2 ‰ e forme complessivamente assimilabili a quelle di conoidi alluvionali.

Allontanandosi dal margine alpino, la diminuzione della capacità di trasporto dei corsi d'acqua ha impedito loro di veicolare sedimenti grossolani, consentendo il moto verso valle di sedimenti progressivamente più fini, che vanno a formare una pianura costituita da depositi di esondazione limoso-argillosi e da corpi di canale sabbiosi o, più raramente, ghiaiosi.

Questi tratti distali dei megafan corrispondono alla cosiddetta "bassa pianura". Vi è, dunque, una netta soglia sedimentaria che limita le aree di deposizione delle diverse classi granulometriche.

A questi settori corrispondono inoltre differenti tipi di alveo e di facies sedimentarie, con una dinamica di retroazione in cui la variazione di ogni parametro influenza gli altri (Miall, 1 996). Tuttora, procedendo dallo sbocco vallivo, i maggiori fiumi quali Tagliamento, Piave e Brenta presentano dapprima un letto ghiaioso molto largo a canali intrecciati aventi una profondità di 1 -2 m; più a valle, in genere poco a sud della linea delle risorgive, l'alveo diviene monocursale, prima di tipo *wandering* o a isole fluviali e poi a meandri. In tale settore l'acqua scorre in un canale profondo vari metri, con un'ampia zona d'esondazione in cui il fiume deposita sedimenti fini; nel tratto terminale, l'alveo diviene pensile e si ha la formazione di dossi fluviali rilevati.

L'estensione e la morfologia dei megafan, assieme alla lunghezza dei tratti caratterizzati da alvei a canali intrecciati, hanno subito vari cambiamenti spaziali e temporali, in funzione del variare dei principali fattori che regolano il sistema sedimentario: clima, gradiente topografico, rapporto tra portata liquida e solida, posizione del livello di base. Di conseguenza, confrontando situazioni di fasi cronologiche diverse, si possono evidenziare alvei *braided* che procedono oltre la costa attuale e sedimenti grossolani posti ben al di sotto della loro attuale zona di sedimentazione. In Italia settentrionale, gran parte delle cause di cambiamento degli stili fluviali alla scala delle migliaia e decine di migliaia d'anni sono attribuibili a cambiamenti climatici, con conseguente variazione delle portate liquide e della quantità di sedimenti resi disponibili per il trasporto fluviale (Marchetti, 1990; 2001; Cremaschi & Marchetti, 1995; Castiglioni, 2001; Bondesan et al., 2002; Fontana et al., 2004; 2008; Fontana, 2006). In particolare, è stato durante il Pleistocene finale che si è verificata la maggior aggradazione, con formazione dell'attuale alta pianura e di buona parte di quella bassa (Castiglioni, 1999; 2001; Fontana et al., 2004; 2008; Mozzi, 2005; Fontana, 2006).

La differenziazione longitudinale della pianura ha condotto alla genesi di fasce fra loro distinguibili procedendo da monte verso valle. Gli eventuali cambiamenti di estensione dei diversi settori sono correlabili soprattutto con l'evoluzione dei cicli climatici o dei trend tettonici; in particolare, è la dinamica glacio-eustatica che con il suo influsso sui processi alluvionali e sulla posizione del livello marino può "spostare" la fascia delle risorgive e quella costiera, con importanti effetti sull'estensione delle diverse porzioni di pianura. Da queste considerazioni appare evidente che eventuali variazioni nella differenziazione longitudinale possono avvenire solo in tempi piuttosto lunghi se comparati alla scala umana, con cicli dell'ordine di 103-104 anni.

Differenziazione trasversale

Un'altra importante differenziazione interna dei megafan alluvionali, ma anche dei conoidi, è dovuta al fatto che, in un certo periodo, un sistema fluviale è attivo solo in una limitata fascia, mentre il resto del megafan o del conoide non è interessato da nuove sedimentazioni. I terreni abbandonati sono quindi soggetti alla pedogenesi e alla formazione di bacini idrografici minori, come quelli dei fiumi di risorgiva o dei corsi a carattere temporaneo dell'alta pianura. Quindi, se complessivamente con la sua attività il fiume interessa tutto il suo sistema, per brevi periodi geologici (ad esempio gli ultimi 15.000 anni) vi possono essere alcune aree soggette a una intensa azione ed altre praticamente inattive. Tale dinamica rende possibile l'esistenza di settori appartenenti al medesimo megafan,

talvolta tra loro adiacenti, ma con caratteristiche idrologiche, pedologiche e geomorfologiche anche molto diverse. Nella pianura veneto-friulana le differenze tra i vari "spicchi" del megafan sono spesso notevoli e la separazione più evidente è quella tra le aree pleistoceniche e quelle di età olocenica recente.

Diversamente da quella longitudinale, la differenziazione trasversale della pianura può essere soggetta a cambiamenti piuttosto rapidi e avvertibili anche a scala umana. Ne sono un esempio i fenomeni di avulsione fluviale che possono verificarsi anche nell'arco di pochi anni o addirittura istantaneamente.

Osservando la documentazione geologica si è notato che, nella bassa pianura veneto-friulana, l'abbandono di una porzione del megafan in favore di un'altra nel post-LGM si è verificato con una periodicità di 102-103 anni; quindi, dal punto di vista cronologico, la variabilità trasversale dei megafan è inferiore di uno o due ordini di grandezza rispetto alla variabilità longitudinale.

Megafan telescopici o compositi: fasi di aggradazione ed erosione

Per la dinamica che regola i processi sedimentari degli ambienti alluvionali e costieri, nell'evoluzione dei megafan, sono in genere riconoscibili fasi di aggradazione e fasi di erosione. Spesso queste dinamiche differenti si sono alternate all'interno di cicli legati soprattutto a quelli climatici e glacio-eustatici, riconoscibili su scala planetaria; tuttavia, in qualche caso, i due opposti processi sedimentari possono essersi verificati contemporaneamente in megafan adiacenti o addirittura possono anche coesistere in diversi settori del medesimo corpo sedimentario. A scala locale, un esempio si può riscontrare nei megafan del Brenta e del Tagliamento dove i fiumi creano dossi nel settore attivo, mentre in quelli non interessati dall'azione dei corsi alpini i corsi di risorgiva rimodellano con piccole incisioni la pianura preesistente.

Complessivamente, pur esistendo alcune diversità nelle dimensioni e nella storia evolutiva, i megafan e i maggiori conoidi alluvionali della pianura veneto-friulana possono essere definiti compositi o polifasici, in quanto costituiti da più lobi deposizionali. Questi sistemi deposizionali vengono detti anche telescopici (Figura 48) poiché formati da più lobi minori che s'innestano uno nell'altro assumendo dimensioni minori e con apice situato più a valle, passando da quelli più antichi a quelli più recenti (Comel, 1956; 1958).

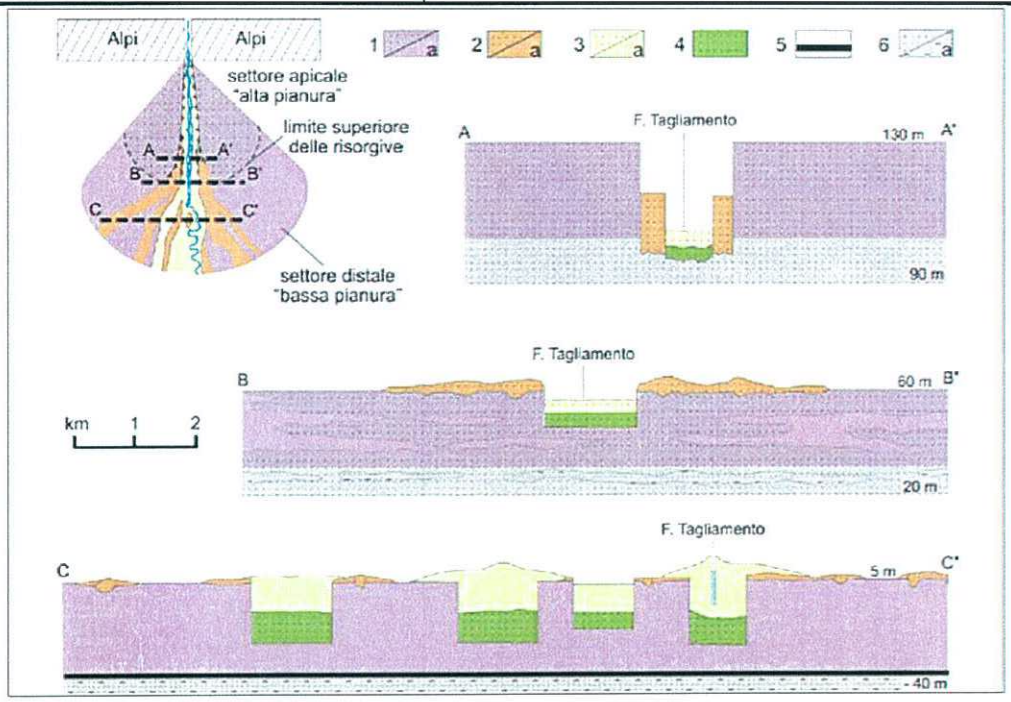


Figura 48 Schema modellizzato del megafan telescopico del Tagliamento (Fontana, 2006). 1) ghiaie e sabbie LGM, a) limi argillosi; 2) ghiaie e sabbie della fine del LGM, a) limi argillosi; 3) ghiaie e sabbie post-LGM precedenti l'Olocene medio; a) limi argillosi; 4) ghiaie e sabbie medio oloceniche e attuali; 5) torbe e sedimenti organici; 6) depositi pre-LGM, a) depositi costieri e lagunari.

4.2.1.5 Evoluzione della pianura dal Pleistocene superiore all'Olocene

Al momento non sembra possibile definire uno schema cronostratigrafico applicabile a tutti i sistemi alluvionali della pianura veneto-friulana, ma si può comunque individuare un'importante fase morfogenetica comune, legata alle fasi finali dell'ultima glaciazione. Infatti, com'è accaduto in tutta l'Italia nordorientale, anche la pianura ha subito una delle più importanti fasi evolutive durante l'Ultimo Massimo Glaciale (LGM dall'inglese Last Glacial Maximum; per una definizione si veda Orombelli et al., 2005), quando i ghiacciai alpini ebbero la massima espansione e alcuni arrivarono in pianura con le loro fronti. Le morfologie e i depositi formati durante quel periodo, compreso tra 30.000 e 1 7.000 anni fa circa, sono in genere ancora ben evidenti in superficie o si trovano a debole profondità, sepolti dai sedimenti più recenti; questi ultimi, essendosi formati in condizioni climatiche differenti, vengono genericamente definiti come post-LGM (ultimi 1 7.000 anni circa) (Figura 49).

I dati riguardanti il pre-LGM (precedentemente a circa 30.000 anni fa) sono piuttosto scarsi e sono limitati ai pochi carotaggi stratigrafici che giungono ad almeno alcune decine di metri di profondità. In tutta la pianura compresa tra il Carso e l'Adige i sondaggi che consentono lo studio dei depositi situati a 50-100 m sotto la superficie sono circa una ventina e hanno consentito di campionare sedimenti databili fino a 150.000-200.000 anni fa, cioè risalenti alle fasi finali del Pleistocene medio. Le informazioni permettono di riconoscere alcuni importanti marker stratigrafici, ma l'evoluzione geologica può essere delineata solo sommariamente. L'unico tratto di pianura in cui depositi alluvionali precedenti all'ultimo massimo glaciale sono affioranti è quello compreso tra il Montello e l'area delle sorgenti del Sile, nell'alta pianura trevigiana (Bondesan et al., 2002; Mozzi, 2005). Tali sedimenti costituiscono il megafan di Montebelluna, costruito dal F. Piave quand'esso giungeva in pianura a ovest del Montello, attraverso i varchi di Cornuda e Biadene, invece che a est come accade attualmente.

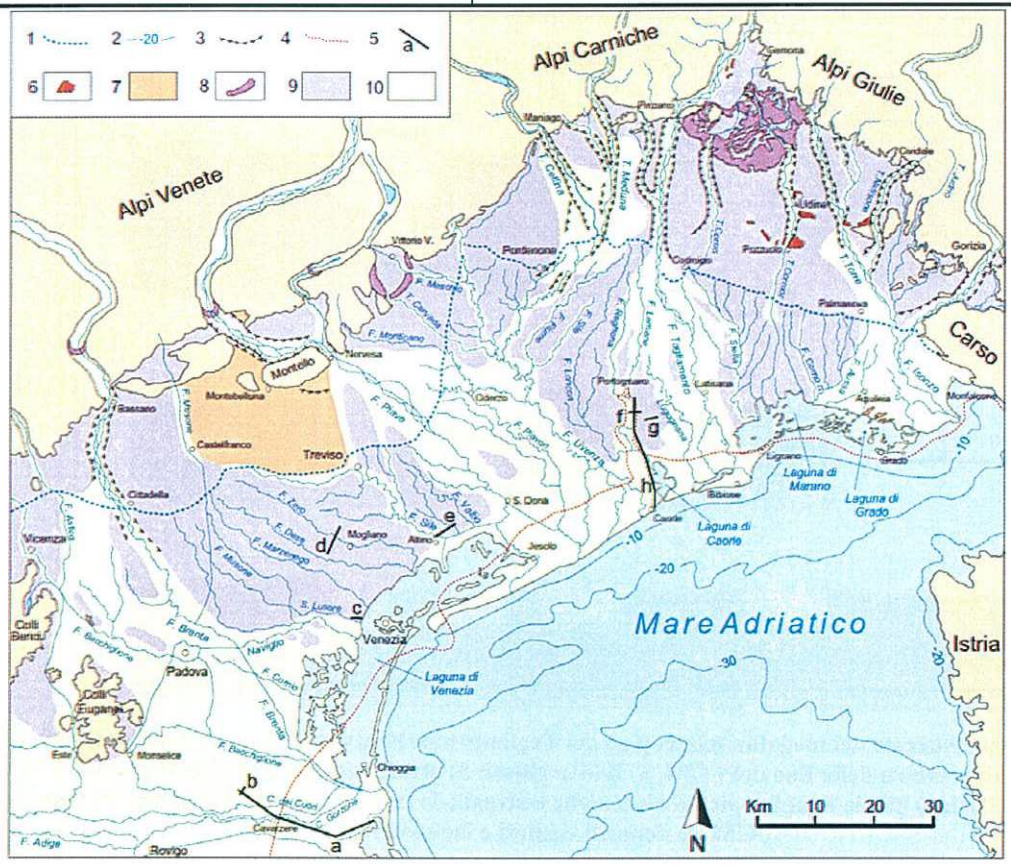


Figura 49 Età delle superfici nella pianura veneto-friulana (modificato da Fontana et al., 2008). 1) limite superiore delle risorgive; 2) isobate; 3) orli terrazzo fluviale; 4) limite ipotetico della msssima ingressione marina, circa 5000 a.C.; 5) traccia delle sezioni stratigraficate riportate nel testo: e), f), g); 6) terrazzi tettonici; 7) pre-LGM; 8) apparati morenici del LGM; 9) LGM; 10) post-LGM.

Date le notevoli dimensioni, è probabile che il megafan di Montebelluna si sia formato durante un periodo glaciale, forse la penultima glaciazione. Esso in realtà è formato da due sistemi affiancati e in parte sovrapposti corrispondenti ai relativi due sbocchi della collina di Biadene e di Montebelluna.

Pre-LGM (> 30.000 anni fa)

Durante il MIS 6 (Marine Isotopic Stage suddivisionecronologica degli stage isotopici dell'Ossigeno) attribuibile a 166.000-132.000 anni fa, furono raggiunte condizioni climatiche pleniglaciali e i ghiacciai alpini fuoriuscirono dagli sbocchi vallivi; la pianura subì una notevole fase di sedimentazione che, per valori di aggradazione e architettura deposizionale, è confrontabile con quella verificatasi nel LGM. Dai pochi sondaggi che giungono a intercettare questi sedimenti, si desume che nel sottosuolo della bassa pianura veneto-friulana si tratti prevalentemente di depositi limosi e limoso-argillosi con sottili canali sabbiosi a geometria lentiforme (Kent et al., 2002; Carbognin & Tosi, 2003; Donnici & Serandrei Barbero, 2004; Massari et al., 2004; Tosi et al., 2007a; 2007b; Bondesan et al., in stampa). Nel settore a est di Venezia questi sedimenti hanno uno spessore superiore a 25 m e il loro top stratigrafico si trova a 60-70 m di profondità, mentre più a ovest esso si approfondisce fino a 80-100 m.

Al di sopra di essi, i sondaggi geognostici hanno individuato depositi di ambiente costiero e lagunare/deltizio appartenenti al MIS 5 (Müllenders et al., 1 996; Kent et al., 2002; Tosi et al., 2007a; 2007b; Bondesan et al., in stampa) e più precisamente al sub-stage 5e o Tirreniano (132.000-116.000 anni BP). In tale periodo il livello marino raggiunse un'altezza massima di circa + 6 m slm attorno a 12 5.000 anni fa (Ferranti et al., 2006; Antonioli et al., in stampa) e, nell'attuale territorio, la fase di *high stand* marino consentì la formazione di sistemi lagunari e apparati deltizi. Secondo i nuovi dati il margine lagunare interno era spostato verso monte di alcuni chilometri rispetto a quello esistente prima delle bonifiche moderne; anche la linea di costa era relativamente più interna e nel sottosuolo dell'attuale area lagunare-costiera i depositi di quell'epoca sono caratterizzati da facies di *shore-face* e prodelta; si tratta di alternanze decimetriche di sabbie e sabbie limose con talvolta abbondanti resti di conchiglie marine; al tetto delle sequenze costiere vi sono in genere depositi di facies deltizia o lagunare (Kent et al., 2002; Massari et al., 2004; Müllenders et al., 1 996; Donnici & Serandrei Barbero, 2004; Tosi et al., 2007a; 2007b; Bondesan et al., in stampa).

Con la fine del Tirreniano si verificò una fase fredda (MIS 5d) che viene ritenuta l'inizio del cosiddetto periodo Würmiano (11 6.000-11.500 anni fa), che durò fino alla fine del Tardoglaciale (Chaline & Jertz, 1 984; Orombelli et al., 2005); il termine Würm attualmente è poco utilizzato nella letteratura internazionale per i problemi di divisione cronologica che ha innescato.

Dopo il Tirreniano vi sono state 2 fasi fredde (MIS 5d e 5b) cui si sono alternate altrettante relativamente calde (5c e 5a); in queste ultime il livello marino arrivò a circa -20 m slm (Antonioli et al., 2004) e, soprattutto nel settore più meridionale della provincia, è possibile che abbia consentito la deposizione di sedimenti costiero-lagunari, come verificatosi in Romagna (Amorosi et al., 2004; Antonioli et al., in stampa). Attorno a circa 80.000 anni fa si verificò la transizione tra MIS 5 e MIS 4, cioè da condizioni climatiche mediamente più calde a mediamente più fredde; su gran parte della bassa pianura veneta e friulana la deposizione rimase molto scarsa o quasi assente per un tempo piuttosto prolungato che, probabilmente, nella bassa pianura veneto-friulana è durato fino a circa 35-30.000 anni fa e comprende quindi sia il MIS 4 che il MIS 3. Nel settore orientale della provincia, fino alla longitudine di Venezia, tale *hiatus* sedimentario è rappresentato da alcuni orizzonti di torbe che, tra Livenza e Tagliamento, hanno una potenza di 1 ,5-3 m che tende a diminuire verso monte, fino a coincidere con un suolo individuato nel sondaggio Azzano del foglio San Vito al Tagliamento (Fontana, 2006; Zanferrari et al., 2008; Monegato et al., 2007). Tale chiusura verso monte è forse un effetto del maggior gradiente topografico che, aumentando verso nord, limitava la stagnazione delle acque in superficie e quindi la possibilità di accumulo di materiale vegetale indecomposto. Si tratta di depositi di ambiente palustre in cui l'analisi pollinica evidenzia flore temperate e mai calde, a testimonianza delle condizioni di relativo clima freddo in cui si deposero (Bondesan et al., in stampa). Al momento le datazioni però non consentono ancora di definire se le torbe coprano tutto l'intervallo di tempo tra circa 80.000 e 30.000 anni o solo l'ultima parte di esso. Uno *hiatus* deposizionale probabilmente coincidente con quello sopra descritto è stato individuato presso il limite orientale della laguna di Venezia (Canali et al., 2007), nel sondaggio VE01 presso il Tronchetto di Venezia (Müllenders et al., 1 996) e nella zona di Valle Averto (Donnici e Serandrei Barbero, 2004). Nel settore più meridionale della provincia i dati diretti sono pochi, ma è ipotizzabile che le altezze a cui si trovano i depositi marini del MIS 5.5 siano più basse; in particolare, sotto il delta padano si trovano a circa -120 m (Amorosi et al., 2004; Ferranti et al., 2006; Tosi et al., 2007b).

Nel settore orientale, sopra le torbe nei carotaggi sono stati incontrati pochi metri di depositi sabbiosi e limosi al cui tetto in vari carotaggi è stato individuato un suolo con caratteri ben evoluti che rappresenta un'altra stasi della sedimentazione della durata di alcune migliaia di anni.

Tale suolo sepolto si trova a profondità variabili tra 30-35 m e le datazioni della parte sommitale o dei sedimenti situati immediatamente al di sopra di esso corrisponde a 2 6.000- 22.000 anni BP non calibrati, cioè alla base dei depositi del LGM (Bondesan et al., in stampa).

Come già accennato, precedentemente al LGM era attivo il megafan di Montebelluna (Figura 49Figura 47) e quindi il Piave giungeva in pianura a occidente del Montello. Nella bassa pianura il megafan di Montebelluna è stato sepolto da quelli di Nervesa e del Brenta, che si sono sviluppati durante il LGM. L'esistenza del sistema di Montebelluna nel sottosuolo della bassa pianura è dimostrata dalla presenza delle sue ghiaie sotto i depositi fini del tratto distale del megafan del Brenta e di Nervosa (Bondesan et al., 2002; Mozzi, 2005); la base dell'intervallo argilloso sovrastante i sedimenti ghiaiosi attribuiti al megafan di Montebelluna è stato datato a 32.000 anni BP presso Candelù (TV) (Fontes et al., 1973).

Il Tagliamento, prima del LGM, aveva il suo sbocco in pianura più a est di quello attuale che venne attivato durante l'ultima avanzata glaciale mentre prima era sfruttato dal torrente Arzino (Paiero & Monegato, 2003; Venturini, 2003).

LGM

Pur essendo disposta lungo la fascia costiera e comprendendo importanti apparati deltizi e costieri olocenici, estese porzioni sono costituite da sedimenti depositati durante l'Ultimo Massimo Glaciale. Tale periodo (30.000-17.000 anni fa) è una tra le fasi più importanti nell'evoluzione geologica del nord-est italiano e corrisponde all'ultima avanzata glaciale pleistocenica, durante la quale enormi ghiacciai occuparono le principali valli alpine e con le loro fronti giunsero in pianura o in prossimità di essa (Castiglioni, 2004; Monegato et al., 2007; Fontana et al., 2008). Durante il LGM le condizioni ambientali glaciali e periglaciali favorirono una notevole produzione di detriti nell'area alpina e prealpina; inoltre, il movimento dei ghiacciai garantiva un efficace trasporto dei sedimenti fino alle fronti glaciali, alimentando poi i sistemi fluvioglaciali con una notevole portata liquida e solida.

L'abbondante sedimentazione favorì un rapido e diffuso sviluppo areale e verticale dei megafan alluvionali che, proprio nel LGM, raggiunsero la loro massima estensione areale e subirono una notevole fase deposizionale (aggradazione) su tutta la superficie della pianura (Fontana et al., 2008). Questa fase di sedimentazione interessò tutto il versante della pianura padana, su cui si affacciavano i grandi ghiacciai alpini ed è proprio durante il LGM che nella pianura lombarda venne formato il cosiddetto "livello fondamentale della pianura" (Cremaschi, 1987; Marchetti, 1990).

Lo spessore di sedimenti deposti durante il LGM è in genere superiore a 15 m su tutta la pianura e può raggiungere un massimo di 2 5-30 m, come documentato nel megafan del Tagliamento (unità di Meolo e Lison) poco a valle della fascia delle risorgive e nel megafan del Brenta nella zona di Mestre e Marghera (unità di Mestre) (Figura 50, Figura 51).

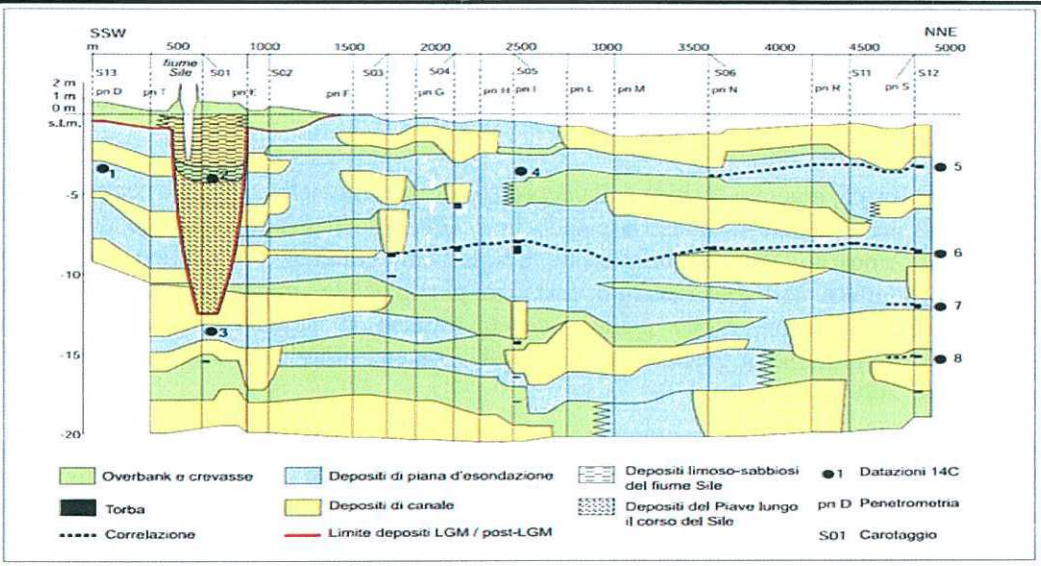


Figura 50 Sezione stratigrafica dell'area di Ca' Tron, settore distale del megafan del Piave (cfr. unità di Meolo a pag. 85; vedi fig. 2d. per ubicazione); (modificato da Bondesan et al., 2004). Le datazioni sono espresse in anni convenzionali 14C BP non calibrati. 1) 17.530±120; 2) 3650±40; 3) 20.300±220; 4) 16.190±50; 5) 17.920±130; 6) 19.770±140; 7) 21.150±190 8) 20.970±140.

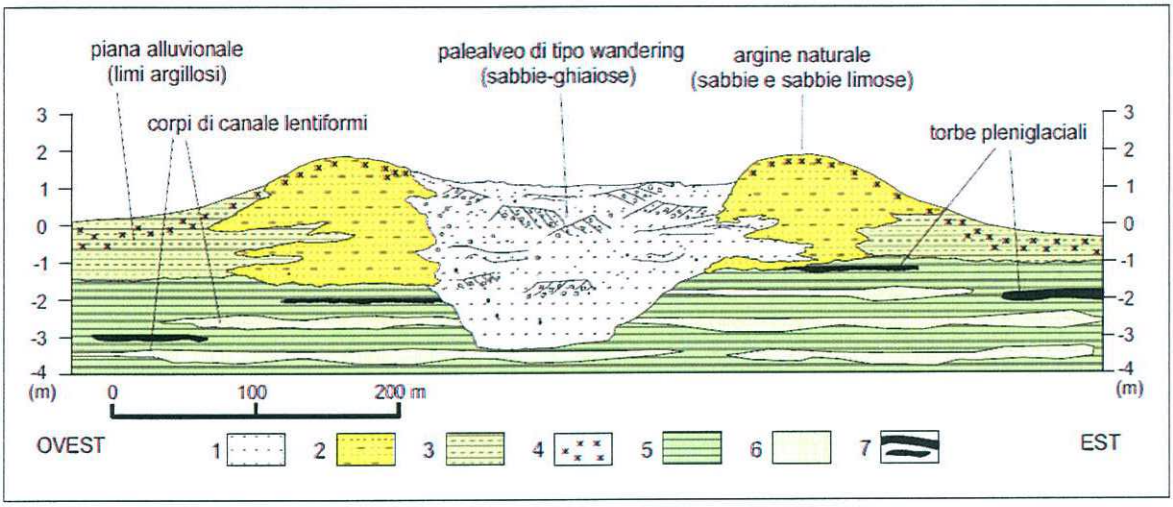


Figura 51 Sezione stratigrafica schematica di un dosso dei megafan del Tagliamento e del Cormor, databile alla fine del LGM; per ubicazione si veda fig. 2d. (Fontana et al., 2004). Legenda: 1) alveo con sabbie ghiaiose disposte in stratificazione incrociata tabulare e con strutture di erosione e riempimento, frequenti ciottoli di fango; 2) argini naturali sabbioso limosi con presenza di suoli evoluti, spesso con rubefazione incipiente; 3) piana alluvionale distale limoso argillosa con laminazioni pluricentimetriche e presenza di suoli calcici con caratteri idromorfi; 4) concrezioni e croste carbonatiche; 5) piana alluvionale pleniglaciale argilloso limosa con laminazioni millimetriche, frammenti di vegetali e gasteropodi; 6) corpi di canale sabbiosi lentiformi con potenza decimetrica, presenza di laminazione parallela; 7) depositi organici, torbe e limi organici di età pleniglaciale.

Questa rapida e significativa aggradazione contrasta notevolmente con l'evoluzione che dovrebbero subire le pianure nei periodi glaciali secondo i classici modelli di stratigrafia sequenziale (ad es. Blum & Törnqvist, 2000).

Infatti, in quasi tutte le pianure costiere del mondo, la fase di caduta del livello marino e lo stazionamento basso pleniglaciale fecero scendere il mare al di sotto della scarpata continentale che margina le coste oceaniche, innescando una profonda erosione delle pianure retrostanti (Blum & Törnqvist, 2000). Per quelle zone il livello eustatico esercitò quindi un importante ruolo anche durante il LGM e nell'evoluzione dei sistemi alluvionali possiamo riconoscere un controllo "da mare".

L'Adriatico, invece, durante l'acme glaciale si ritirò nella depressione esistente nella sua parte centrale, a oltre 400 km di distanza dalle attuali coste veneto-friulane, lasciando in condizioni di pianura continentale il precedente fondale marino (Cattaneo & Trincardi, 1999). Probabilmente, il bassissimo gradiente topografico che caratterizzava i territori emersi assorbì gli effetti dell'abbassamento eustatico pleniglaciale, impedendo che esso innescasse l'incisione fino nelle zone considerate. Nella pianura veneto-friulana si poté così attuare l'aggradazione sedimentaria alimentata dai bacini montani glacializzati e, quindi, i sistemi alluvionali subirono un controllo "da monte" (Fontana et al., 2004; 2008).

Gli apici dei megafan di Brenta e Piave erano posizionati allo sbocco delle valli alpine e distavano tra 10 e 20 km dalle morene frontali dei ghiacciai. Il megafan del Tagliamento, invece, aveva il suo apice in una forra situata al limite occidentale dell'anfiteatro morenico LGM e, quindi, all'epoca era direttamente connesso al ghiacciaio e funzionava come il suo maggior scaricatore glaciale. Nel LGM la porzione attiva del megafan del Brenta raggiungeva i 2.500 kmq circa e quest'area è confrontabile con quella raggiunta dall'intera pianura alimentata dal ghiacciaio del Tagliamento (2.300 kmq), ma è il doppio dell'estensione del megafan del Tagliamento in senso stretto (1.200 kmq). Tale assetto è spiegato dal fatto che il megafan del Tagliamento era solo uno dei quattro scaricatori alimentati dal ghiacciaio, mentre gli altri corrispondono ai megafan di Torre, Cormor e Corno. Diversamente, la valle del Brenta faceva confluire tutte le acque di fusione dal ghiacciaio ad un unico sistema fluviale. Il megafan del Piave era anche esso una porzione (1100 kmq) dell'intero sistema fluvioglaciale del ghiacciaio del Piave, mentre le rimanenti erano rappresentate dal *sandur* dell'anfiteatro morenico di Vittorio Veneto (250 kmq).

Di conseguenza, la piana fluvioglaciale del Piave era corrispondente alla metà circa di quelle alimentate dai ghiacciai di Brenta e Tagliamento (Fontana et al., 2008). È da evidenziare che il Brenta, attualmente alimentato da un bacino notevolmente inferiore rispetto a quello degli altri fiumi alpini venetofriulani, durante il LGM riceveva le transfluenze glaciali provenienti dall'esteso bacino dell'Adige, che garantivano quindi una sovra-alimentazione della fronte glaciale che giungeva a Bassano (Castiglioni, 1940; Mozzi, 2005).

I settori apicali e distali dei megafan alluvionali formati durante il LGM erano ben differenziati. Nella porzione prossimale sia le tracce paleoidrografiche desunte dal telerilevamento che la stratigrafia dei depositi ghiaiosi indicano che i fiumi avevano una tipologia *braided*. Essi trasportavano ghiaie e blocchi, ma la loro capacità di trasporto calava rapidamente verso valle e i corsi abbandonavano gran parte del loro carico sedimentario entro 15-25 km dall'apice del sistema. Più a valle non sono presenti ghiaie nei depositi del LGM e i canali fluviali sono costituiti da sabbie. Nei settori distali del lobo pleistocenico del megafan del Brenta c'è evidenza di una selezione longitudinale – da monte a valle – sia delle sabbie di canale che dei depositi fini di *overbank*. Infatti, in 15 km i primi passano dalle sabbie grossolane con ciottoli alle sabbie fini, mentre la percentuale di argilla aumenta dal 20% al 40% (Ragazzi et al., 2004).

Nel settore distale, al di sotto del limite inferiore delle risorgive, le tracce fluviali sono tipicamente costituite da alvei con pochi canali o canale singolo poco sinuoso; alcune volte si riconoscono le tracce di isole fluviali che indicano la presenza di tipologie *wandering*. I canali fluviali erano leggermente rilevati, generando dossi alluvionali che si elevavano di 1-3 m rispetto alla piana circostante, larghi tra 50 e 200 m.

Nella bassa pianura la superficie databile al LGM è costituta da bassi dossi separati fra loro da estese piane di esondazione argilloso limose. Nei carotaggi le facies sedimentarie sono caratterizzate da alternanze decimetriche di limi argillosi, limi e limi sabbiosi con laminazione piana; i corpi di canale sono formati da sabbie fini e medie e hanno quasi sempre uno spessore inferiore a 1 m, che talvolta può raggiungere i 2-3 m; l'estensione laterale di tali corpi è limitata ed essi sono scarsamente interconnessi fra loro, separati da sedimenti argilloso limosi. Questa situazione è ritenuta essere un indizio di un sistema dominato dalle avulsioni, in quanto un'eventuale migrazione laterale di meandri avrebbe lasciato come depositi dei corpi tabulari di sabbie notevolmente estesi piuttosto che canali separati (Miall, 1 996; Berendsen & Stouthamer, 2001). L'assetto appena descritto è tipico del megafan del Piave (Bondesan et al., 2004) e del Tagliamento (Fontana, 2006; Fontana et al., 2008), mentre nel sottosuolo di Mestre e di Venezia, formato dal megafan del Brenta, sono presenti corpi sabbiosi con spessori particolarmente sviluppati, che possono arrivare anche a 10-15 m (Mozzi & Primon, in questo volume). Questa situazione è particolarmente ben documentata nell'area di Marghera dove sono disponibili centinaia di carotaggi che attraversano i depositi dell'LGM.

Nella carta delle unità geologiche i depositi del LGM corrispondono all'unità di Mestre nel megafan del Brenta e all'unità di Meolo nel megafan del Piave; nel megafan del Tagliamento essi sono compresi nell'unità di Lison per la maggior fase del LGM e in quella di Torresella per la fase terminale.

In bassa pianura, nelle sequenze pleniglaciali si trovano frequenti livelli torbosi e limosi organici di spessore pluricentimetrico, con una continuità laterale che può raggiungere vari chilometri (Bondesan et al., 2002b; 2002c; Miola et al., 2003; 2006). La presenza delle torbe testimonierebbe limitati momenti di stasi sedimentaria, in aree dove l'affioramento della falda freatica portava alla formazione di bacini palustri e all'accumulo di sostanza vegetale (Bondesan et al., 2002b; Miola et al., 2003; 2006). L'assenza di sedimentazione è da attribuirsi alla momentanea lontananza degli apporti sedimentari, spiegabile con la dinamica interna dei megafan alluvionali, che non sono attivi contemporaneamente su tutta la loro superficie, ma sedimentano solo in alcuni settori per poi spostarsi in altri. Tali orizzonti organici, che sono stati riconosciuti dall'Isonzo all'Adige, presentano un'età radiometrica compresa in genere tra 2 4.000-14.500 BP e più comunemente tra 22.000-18.000 BP, corrispondente all'acme LGM. Le analisi polliniche condotte su numerosi campioni datati evidenziano flore tipiche di clima freddo e secco, compatibili con ambienti di steppa (Marocco, 1 991; Bondesan et al., 2002b; Miola et al., 2003; 2006; Bondesan et al., 2002c; Monegato et al., 2007). Nel diagramma rappresentato in fig. 2e quasi tutte le datazioni al radiocarbonio con età LGM sono state condotte su questo tipo di orizzonti.

Tra 18.000 e 14.500 anni BP (20.000-17.000 anni fa) ebbe inizio la fase di deglaciazione nelle aree alpine (Pellegrini et al., 2005; 2006), con il conseguente abbandono delle cerchie moreniche più esterne degli anfiteatri (Feruglio, 1925; Comel, 1950; 1958a; Orombelli & Ravazzi, 1996; Hinderer, 2001; Zanferrari et al., 2007a; Orombelli et al., 2005; Monegato et al., 2007). Nel caso dell'anfiteatro del Tagliamento, in questa fase finale del LGM, definito anche "periodo cataglaciale", si verificò la formazione di argini morenici più interni rispetto a quelli della massima espansione "pleniglaciale" (Zanferrari et al., 2007a; Monegato et al., 2007). Nello stesso periodo, nella pianura friulana il Tagliamento, il Cormor e il Corno di San Daniele si approfondirono nel tratto apicale dei loro megafan rispettivamente fino all'altezza di Valvasone, Mereto di Tomba e Pozzuolo del Friuli (Comel, 1958). Venne quindi terrazzata parte dell'alta pianura, mentre più a valle le incisioni sfumavano progressivamente fino a scomparire e i sedimenti fluviali della fase cataglaciale si depositavano al di sopra della pianura pleniglaciale e costituivano anche dossi rilevati. Si sono creati così lobi telescopici dei megafan, in cui l'apice del cono cataglaciale è incastrato nei depositi di quello pleniglaciale.

Il terrazzamento dell'alta pianura friulana, oltre a fornire materiale grossolano per effetto dell'erosione laterale nell'alta pianura, confinò le acque degli scaricatori all'interno di strette incisioni, concentrando quindi il flusso idraulico e aumentando di conseguenza la capacità di trasporto della corrente fluviale. Per tale motivo, i dossi

fluviali che si formarono in bassa pianura furono caratterizzati dalla presenza di ghiaie e sabbie-ghiaiose, che si ritrovano fino alla laguna attuale, al contrario di quanto accadeva nel pleniglaciale, quando le ghiaie non superavano la fascia delle risorgive. Nella bassa pianura durante il ritiro del ghiacciaio, il Tagliamento ha sedimentato su di un'area molto estesa e, infatti, a est del Livenza sono presenti numerose tracce di paleoalvei ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi riferibili a quel periodo, spesso ben riconoscibili dalle ultime propaggini dell'alta pianura fino alla frangia lagunare.

Nel primo settore della bassa pianura i paleoalvei sono di tipo *braided* ghiaiosi, con clasti mediamente di 2-4 cm e, subito a sud del limite inferiore delle risorgive, i canali sono leggermente incisi rispetto ai banchi limoso-argillosi pleniglaciali, ma la loro posizione depressa non è quasi percepibile. Invece, più a valle del limite inferiore delle risorgive e fino alla costa attuale, i paleoalvei divengono monocursali e hanno sviluppato dei dossi fluviali, che seppelliscono i depositi pleniglaciali e si elevavano anche di 2 m su di essi. A sud del limite inferiore delle risorgive gli alvei sono monocursali, sono compresi tra *natural levees* sabbioso-limosi e, procedendo verso valle, assumono sempre di più le caratteristiche di tipo *wandering*, con un andamento a larghi meandri poco sinuosi. I depositi di canale sono ghiaioso sabbiosi e sono potenti 3-4 m, mentre i sedimenti di pianura alluvionale ad essi correlata arrivano a 1 -3 m di spessore. I dossi hanno una larghezza di 200-300 m e possiedono una pendenza compresa tra 1,2 e 0,8‰, confrontabile con quella della loro piana alluvionale. Gli alvei sono larghi 60-100 m e sono caratterizzati da strutture sedimentarie tipiche dei fiumi con portata variabile: depositi ghiaioso-sabbiosi con stratificazione incrociata tabulare, presenza di ciottoli di fango (*clay chip*), strutture di erosione e riempimento (*scour and fill*) e talvolta superfici di riattivazione. Inoltre, i canali sono riempiti totalmente da ghiaie o sabbie ghiaiose mentre mancano sempre sequenze di abbandono o di canali residuali con eventuali orizzonti organici o resti vegetali da poter eventualmente datare col metodo del radiocarbonio.

Si sottolinea il fatto che questi dossi dell'area friulana sono aggradanti sulla pianura e sono ghiaiosi, mentre nel sottosuolo le ghiaie sono completamente assenti nei sedimenti pleniglaciali poco più antichi. Per il Tagliamento, anche se le datazioni sono poche, sembra che gli ultimi eventi deposizionali riconducibili alla fase cataglaciale siano databili tra 15.000-14.500 BP.

Le informazioni cronologiche riguardanti il ritiro dei ghiacciai di Piave, Brenta e Isonzo sono confrontabili con quelle del Tagliamento; infatti, nell'anfiteatro morenico del Piave di Vittorio Veneto, la cerchia morenica più esterna è stata datata a 17.670±320 BP (Bondesan, 1 999) mentre, già 1 4.370±11 5 BP, il ghiacciaio si era ritirato più a monte della valle di Revine (TV) (Casadoro et al., 1 976), stazionando tra Feltre e Belluno attorno a 13.500 BP (Pellegrini et al., 2005). È interessante notare che nel settore distale del megafan del Piave di Nervesa, presso l'area di Ca' Tron di Roncade (TV), la data più recente relativa all'aggradazione pleistocenica della pianura, a 2 ,5 m di profondità, risale al 16.190±50 BP, e ricade quindi proprio all'interno del periodo di arretramento del ghiacciaio del Piave (Bondesan et al., 2004). Come descritto precedentemente, nell'alta pianura del Piave non si hanno evidenti terrazzamenti della superficie pleistocenica; questa differenza rispetto ai megafan di Tagliamento e Brenta può essere spiegata dal gradiente topografico meno elevato che caratterizza la superficie LGM del Piave; tale fiume infatti ha il suo sbocco vallivo 50 m più in basso rispetto agli altri due fiumi alpini (Fontana et al., 2008).

Anche per il megafan del Brenta le date relative all'ultima grande fase di aggradazione pleistocenica sembrano coincidere con questo periodo. In particolare, per la bassa pianura del Brenta sono disponibili numerose datazioni effettuate su campioni situati tra 1,5 e 4 m di profondità, tutte comprese tra 14.645±235 BP e 1 7.050±340 BP (Bondesan et al, 2002b; 2004a; 2004b; Mozzi, 2005). Nel megafan del Brenta non riconoscibile una incisione dell'apice durante il cataglaciale, anche se il tasso di crescita verticale sembra essere stato significativamente minore rispetto a quello che ha caratterizzato invece il pleniglaciale tra 24.000-18.000 anni BP (Mozzi, 2005). L'incisione dell'apice avvenne nel Tardoglaciale e portò alla disattivazione dell'intera superficie dell'alta e bassa

pianura, anche all'interno dell'area compresa tra Colli Euganei e Berici, dove l'aggradazione era continuata fino a 1 4.500 anni 14C BP circa (Mozzi, 2005; Fontana et al., 2008).

È interessante notare che i conoidi dei torrenti Cellina e Meduna, nonostante la vicinanza al sistema del Tagliamento, sono stati caratterizzati da una estesa aggradazione, simile a quella pleniglaciale, fino allo Younger Dryas (9.500 a.C) e solo l'inizio dell'Olocene si ebbe una rapida e profonda incisione (Avigliano et al., 2002a; 2002b).

Post-LGM (ultimi 17.000 anni)

Stasi sedimentaria e formazione delle incisioni fluviali

Se durante il LGM l'evoluzione della bassa pianura venne essenzialmente controllata dai sistemi fluvioglaciali e fluviali, nel post-LGM essa fu soggetta anche all'attività del mare, dei fiumi di risorgiva e dell'uomo. Attorno a 17.000 anni fa (14.500 anni BP) si verificò un rapido miglioramento delle condizioni climatiche e tale data viene presa a livello globale come terminazione del LGM e inizio del cosiddetto Tardoglaciale, che durò poi fino al 9500 a.C. (Orombelli et al., 2005). Il riscaldamento globale causò un rapido ridimensionamento dei ghiacciai alpini e nelle Alpi Orientali portò al loro definitivo ritiro nelle alte valli già attorno a 1 4.000 anni fa (Venturini, 2003; Pellegrini et al., 2005; Bavec et al., 2004). Tuttavia durante il Tardoglaciale il clima subì alcune fasi di recrudescenza, in qualche caso anche molto rapida, che consentirono il temporaneo ritorno di condizioni climatiche quasi glaciali; in queste fasi, di durata secolare o millenaria, definite stadiali, i ghiacciai non ebbero comunque la possibilità di rioccupare le principali vallate alpine, rimanendo al di sopra dei 2000 m circa (Venturini, 2003; Pellegrini et al., 2005).

Con l'inizio del Tardoglaciale ebbe inizio una nuova fase nell'evoluzione della pianura, essenzialmente caratterizzata dalla mancanza di sedimentazione e dalla formazione di incisioni fluviali. I megafan di Brenta e Tagliamento sono stati entrambi soggetti ad un'importante fase di terrazzamento fino all'Olocene iniziale, anche se con caratteri fra loro differenti. L'ultimo evento deposizionale riconosciuto sul lobo LGM del megafan del Brenta si verificò attorno a 1 4.500 anni 14C BP (Mozzi, 2005); la successiva disattivazione è da imputare all'incisione dell'apice del megafan presso lo sbocco vallivo a Bassano.

La scarpata erosiva correlata al terrazzamento fluviale è tuttora alta circa 15 m all'apice e diminuisce gradualmente verso valle fino a scomparire a 25 km di distanza. Dove è presente l'incisione, al suo interno si trovano i depositi tardoglaciali e dell'Olocene iniziale. Nel settore apicale si riconoscono altre scarpate alte 2 -4 m che danno luogo a tre terrazzi maggiori con una topografia ondulata. Più a valle i sedimenti olocenici seppelliscono la superficie datata al LGM. Quindi, considerando i depositi LGM e post-LGM, si può identificare una geometria telescopica dei due diversi lobi del megafan.

Nel sistema deposizionale del Tagliamento la fase erosiva tardoglaciale approfondì ulteriormente l'incisione precedentemente formata durante la fase cataglaciale e nel settore apicale del megafan confinò maggiormente il canale fluviale attivo. L'altezza della scarpata erosiva è attualmente 60-70 m presso l'apice del megafan e raggiunge ancora circa 30 m a 10 km più a valle, poi diminuisce progressivamente, fino a scomparire in corrispondenza del limite superiore delle risorgive.

Come risultato si ha che anche l'apice del lobo della fine del LGM è stato terrazzato e la sedimentazione successiva si è spostata più a valle. Di conseguenza il megafan del Tagliamento è costituito da tre differenti lobi: il più antico databile alla fase di acme glaciale, il secondo alla fase finale del LGM e l'ultimo, attivo a partire dal Tardoglaciale fino ad oggi, cioè nel post-LGM. Gli apici dei lobi più recenti si inseriscono in quelli precedenti ed è chiaramente riconoscibile una geometria a corpi telescopici (Figura 50,Figura 51).

A partire dal Tardoglaciale, poco a valle della fascia delle risorgive, i fiumi alpini sono stati sempre caratterizzati da alvei a canale singolo e sinuosità variabile, in cui l'ampiezza, la profondità, la larghezza degli alvei e la massima granulometria trasportata sono variate in dipendenza del rapporto tra portata liquida e solida, del livello di base e del clima. Fino all'Olocene medio i fiumi hanno manifestato una tendenza marcatamente erosiva anche nel loro tratto inferiore, portando alla formazione di incisioni profonde tra 5 e 5 m rispetto al top della superficie LGM. L'erosione verificatasi nel post-LGM è stata particolarmente importante nel settore distale del megafan del Tagliamento, dove si sono formate alcune incisioni molto ampie e profonde. Queste morfologie si svilupparono principalmente durante il Tardoglaciale, ma sono rimaste in uso o sono state riattivate anche durante periodi successivi; tale situazione ha così causato l'aggradazione interna delle incisioni, portando al loro riempimento e spesso all'obliterazione della loro originaria evidenza topografica. A monte di Portogruaro sono ancora riconoscibili due antiche incisioni grazie alla preservazione della loro morfologia superficiale, consentita da una loro precoce disattivazione e un loro riuso da parte di fiumi di risorgiva. Nel tratto più meridionale, queste depressioni sono state riempite a causa dei depositi lagunari olocenici e della deposizione fluviale post-romana. Circa 5 km a valle di Portogruaro, nei pressi di Concordia Sagittaria, una serie di carotaggi e scavi archeologici ha permesso di ricostruire alcune sezioni stratigrafiche di cui la più esemplificativa è rappresentata in Figura 52. La valle, ora sepolta, è incisa all'interno dei depositi LGM e la potenza del canale fluviale tardoglaciale è di circa 8 m; tali depositi corrispondono all'unità di Cinto Caomaggiore e il diametro massimo dei ciottoli campionati all'altezza di Concordia raggiunge i 5 cm. Dopo l'abbandono da parte del Tagliamento, nelle depressioni si è verificato l'accumulo di un deposito torboso palustre tra 8000 e 7000 anni fa circa, quando le acque salmastre dell'ingressione marina olocenica hanno invaso le due incisioni. L'ambiente lagunare è rimasto nelle depressioni fino al periodo romano, portando al parziale riempimento di esse, che è stato poi completato tra VI-IX secolo d.C., durante una nuova fase di rioccupazione dell'incisione da parte del Tagliamento. Considerando tutte le valli post-LGM riconosciute nel settore distale del megafan del Tagliamento, comprese quelle ora completamente sepolte, si ottiene una larghezza compresa tra 500-2000 m e una profondità di 8-25 m; alla base delle incisioni vi sono ghiaie e ghiaie sabbiose con uno spessore di 5-12 m.

Come sopra descritto per il megafan del Tagliamento, in tutti i megafan della pianura veneto-friulana a partire dal Tardoglaciale le ghiaie sono state generalmente trasportate considerevolmente più a valle del loro limite di deposizione durante il LGM. Questa situazione è testimoniata anche per il sistema dell'Isonzo (Arnaud-Fassetta et al., 2003), del Brenta e del Piave. In alcuni casi le ghiaie sono state trasportate vari chilometri oltre quella che è la loro attuale soglia di deposizione in pianura; ciò è probabilmente legato all'incisione del tratto apicale dei megafan e alla conseguente concentrazione del flusso idraulico nelle incisioni. La presenza di incisioni con all'interno sedimenti anche ghiaiosi è stata riconosciuta sotto l'attuale alveo del Piave a valle di San Donà (si veda la sezione dell'unità di San Donà) e poco più a nord-ovest nell'unità di Losson, quest'ultima attiva fino a circa 6000 anni fa. Presso la zona di Cortellazzo alcuni carotaggi hanno intercettato un'incisione fonda 30 m rispetto all'attuale superficie topografica, riempita da sedimenti marini; tuttavia non è chiaro se questo elemento sia una valle fluviale post-LGM riutilizzata durante la trasgressione marina o se sia stata formata solo dalla dinamica costiera. Una situazione simile è stata riscontrata nel tratto terminale del F. Sile a Portegrandi, dove, al di sotto del dosso attuale, è presente un'incisione fonda circa 12 m riempita di sabbie di origine plavense. Nel caso del Brenta, ghiaie confinate all'interno di una valle incisa alcuni metri rispetto alla superficie LGM sono presenti fino a qualche chilometro a monte di Padova.

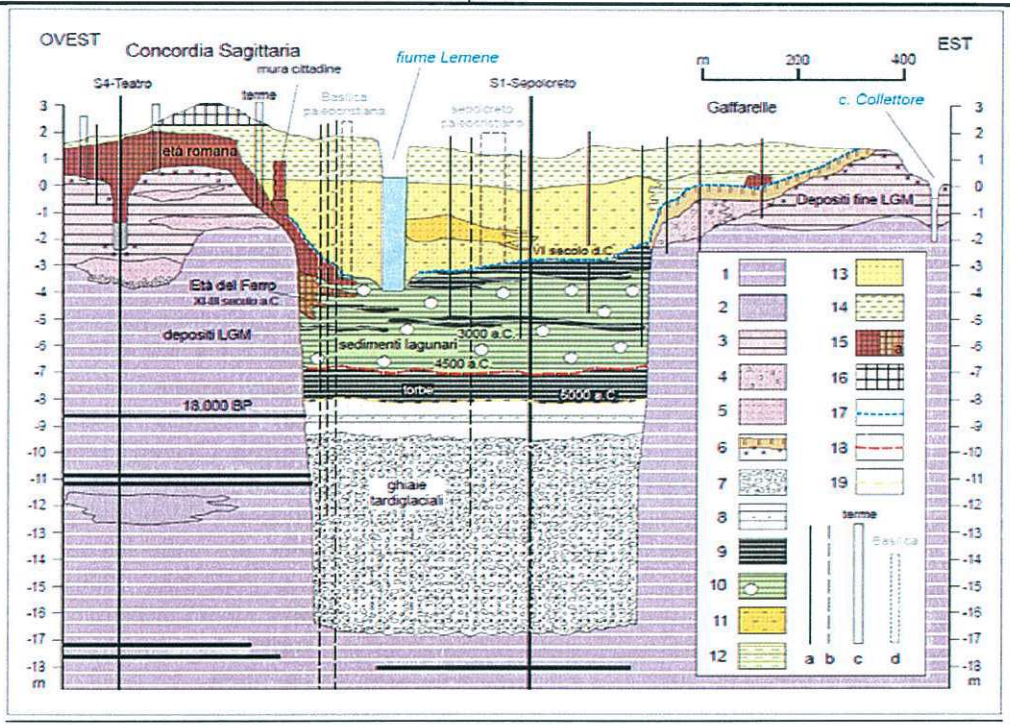


Figura 52 Sezione dell'incisione sepolta posta a est di Concordia Sagittaria (cfr. pag. 55; da Fontana, 2006). Per l'ubicazione si veda fig. 2d. Legenda: a) sondaggi; b) proiezione di sondaggi poco distanti dalla traccia della sezione; c) scavi archeologici editi, presenti lungo la sezione; d) proiezione di scavi archeologici; 1) piana pleniglaciale limoso-argillosa); 2) canale pleniglaciale sabbioso; 3) piana cataglaciale limoso-argillosa; 4) canale cataglaciale sabbioso-ghiaioso (diam. max 1 -2 cm); 5) canale cataglaciale sabbioso; 6) suolo sepolto della superficie LGM con abbondanti concrezioni; 7) ghiaie medie (2-5 cm) tardoglaciali o dell'Olocene inziale trasportate dal Tagliamento che formò la valle (unità di Cinto Caomaggiore); 8) sabbie e limi dell'Olocene inziale; 9) torbe e depositi organici ricchi di frammenti vegetali; 10) sedimenti lagunari e palustri (limi argillosi e limi con frammenti di molluschi lagunari e frammenti vegetali; 11) depositi di rotta e canale fortemente idromorfi (limi sabbiosi e sabbie fini; 12) depositi di tracimazione (limi e limi argillosi con frammenti vegetali e di gasteropodi continentali; 1 3) depositi di canale (sabbie medie disposte in stratificazione incrociata e parallela); 1 4) depositi di dosso (sabbie limose e sabbie); 1 5) depositi antropici legati alla frequentazione romana; 15a) preromani; 1 6) depositi antropici moderni e attuali; 1 7) discontinuità tra i depositi lagunari-fluviali e quelli del Tagliamento del VI secolo d.C.; 1 8) discontinuità tra i depositi torbosi e lagunari olocenici; 1 9) discontinuità tra i depositi fluviali del Tagliamento che incise la valle e il riempimento fluvio-lagunare olocenico.

In tutta la pianura veneto-friulana i dati cronostratigrafici riguardanti il Tardoglaciale e l'Olocene iniziale mancano quasi completamente. Nel diagramma cumulativo delle frequenze delle datazioni al radiocarbonio questa assenza di informazioni è particolarmente evidente per l'intervallo 14.500-8.000 anni 14C BP ed è correlabile alla mancata formazione di orizzonti organici databili. Ciò nonostante, nel settore distale della pianura non esistono ragioni climatiche o paleoambientali che possano spiegare un così drastico calo nella produzione di torba, legno o sedimento organico durante il Tardoglaciale e specialmente nell'Olocene iniziale. Una delle ipotesi più verosimili può essere trovata nella mancanza di deposizioni alluvionali sulla superficie dei megafan fino a circa 8.000 anni 14C BP. Questo fatto può essere stato indotto dal confinamento dell'attività fluviale entro i canali incisi, che portarono alla trasformazione di ampi settori di megafan in superfici di by-pass. Le tracce di profonda erosione sono particolarmente evidenti a est del Livenza, ma anche nel settore centro-occidentale della provincia l'attività

fluviale è stata particolarmente ridotta e fasi di aggradazione non si verificarono fino all'Olocene medio. Sulle superfici abbandonate dall'attività alluvionale poterono così svilupparsi suoli ben formati.

Una simile evoluzione può essere descritta nel settore centrale della pianura padana per i megafan e conoidi che si trovano lungo il margine alpino. Dopo la maggior fase di aggradazione, verificatasi nel LGM, i corsi alpini terrazzarono il settore prossimale della pianura, dal loro sbocco vallivo per alcune decine di chilometri (Marchetti, 1 996; 2001; 2002; Guzzetti et al., 1997).

Una delle cause più importanti nella mancanza di sedimentazione sulla superficie dei megafan e della conseguente incisione è stato il ritiro dei ghiacciai all'interno delle vallate alpine. Le ricerche più recenti indicano che tra 15.000-14.000 anni ^{14}C BP la deglaciazione delle Alpi Orientali era probabilmente quasi completa (Pellegrini et al., 2005). Spesso, quasi contemporaneamente o poco dopo il ritiro glaciale, nelle valli deglaciate si formarono estesi laghi intravallivi per effetto della presenza degli sbarramenti creati dalla presenza degli apparati morenici frontali o, più comunemente, per la creazione di frane che sbarrarono temporaneamente i deflussi (Castiglioni, 2001; Hinderer, 2001; Marchetti, 2001; 2002; Soldati et al., 2004). Questi laghi, descritti nei bacini montani di Isonzo (Bavec et al., 2004), Tagliamento (Venturni, 2003; Monegato et al., 2007) e Piave (Pellegrini et al., 2005; 2006), intrappolarono il sedimento grossolano e causarono quindi una drastica diminuzione nel flusso sedimentario verso la pianura. Nel Vallone Bellunese una importante fase di aggradazione interna alla valle ha caratterizzato il Tardoglaciale e parte dell'Olocene, fino a circa 10.000-8000 anni fa (Surian & Pellegrini, 2000), portando al prolungato stoccaggio dei depositi fluviali. Inoltre, dalla fine del LGM, il miglioramento climatico ha indotto la ricolonizzazione delle montagne da parte della vegetazione (Vescovi et al., 2007), aumentando la stabilità dei versanti e inducendo così un calo nel tasso di erosione e nel carico sedimentario dei fiumi.

Caratteri pedologici delle superfici pleniglaciali e cataglaciali

Le superfici formatesi durante il LGM e ancora affioranti, comprese quelle della fase cataglaciale, sono caratterizzate da suoli con caratteristiche relativamente omogenee in tutto il territorio provinciale. I sedimenti che le formano, infatti, hanno un'età quasi coincidente che è compresa tra 18.000 e 15.000 anni ^{14}C BP. Inoltre, i momenti più significativi per la formazione dei suoli si sono verificati durante l'Olocene e hanno quindi interessato in egual modo tali depositi più antichi. In generale sono stati importanti l'azione della copertura forestale e l'effetto di alcune fasi pedo-climatiche come quella che si è verificata durante l'Atlantico, caratterizzato da clima caldo umido con stagioni contrastate (Cremaschi, 1990). La presenza della falda freatica in prossimità della superficie ha localmente inibito la pedogenesi. Tuttavia, specie nelle posizioni più rilevate e ben drenate, come al colmo dei *natural levees*, vi sono chiari indizi di una lunga evoluzione pedogenetica, con fenomeni di rubefazione che hanno sviluppato colori marrone giallastri (10YR 6-5/3). Allontanandosi dal colmo degli argini naturali, dove i sedimenti divengono progressivamente più limosi e la superficie è meno elevata, la presenza della falda e la minor permeabilità dei depositi hanno creato notevoli orizzonti di concrezioni carbonatiche. Queste si svilupparono origina riamente tra i 60-120 cm di profondità, mentre attualmente sono praticamente inglobate dalle arature moderne. L'attività agricola ha notevolmente alterato le caratteristiche della superficie pleistocenica sicuramente già a partire dall'epoca romana e, in alcune zone, probabilmente anche durante le fasi finali della Protostoria. Questo tipo di suoli è tipico della pianura LGM ancora affiorante e, quando sepolta, è facilmente riconoscibile anche in profondità grazie alle sue proprietà.

Nel sottosuolo della laguna di Venezia questi orizzonti sovraconsolidati vengono definiti con il termine "caranto" (Gatto e Previatello, 1974; Mozzi et al., 2003); nel settore Sandonatese e Portogruarese tale termine dialettale descrive anche le concrezioni carbonatiche.

Trasgressione marina e dinamica fluviale medio olocenica

A partire da 15.000 anni BP, la fusione dei ghiacci causò un rapido innalzamento marino, che dal livello minimo di circa -120 m slm, raggiunto all'acme del LGM, risalì al ritmo medio di 1 5-10 mm/anno (Correggiari et al., 1 996; Lambeck et al., 2004). Il sollevamento del livello eustatico è da imputarsi principalmente allo scioglimento della calotta artica e degli *inlandsis* nordeuropeo e nordamericano, con ghiacci che raggiunsero un volume simile all'attuale attorno a 6-7.000 anni fa (Lambeck & Chappel, 2001); infatti, nonostante la fusione quasi completa dei ghiacciai nelle valli alpine fosse avvenuta già circa 13.000 anni BP, il mare continuò a salire rapidamente fino a 6.000-4.000 anni fa, quando raggiunse un livello relativo di pochi metri inferiore all'attuale (Correggiari et al., 1996; Cattaneo & Trincardi, 1 999; Preti, 1 999; Lambeck et al., 2004). Il successivo sollevamento del mare è da attribuirsi in buona parte alle deformazioni tettoniche, alla subsidenza locale, agli aggiustamenti isostatici, alle fluttuazioni climatiche oloceniche e alla quantità di apporti sedimentari fluviali (Lambeck et al., 2004). La trasgressione marina non fu un evento sincrono in tutto l'Adriatico, ma si verificò dapprima nel settore più meridionale e in quello orientale. La morfologia delle coste giocò un ruolo fondamentale e così, mentre sulla sponda istriano-dalmata, alta e rocciosa, il mare raggiunse piuttosto rapidamente una posizione simile all'attuale, sul versante opposto la scarsa pendenza della pianura alluvionale preesistente rallentò il fenomeno. Si sono così generate delle situazioni differenziate anche tra zone adiacenti. Nella pianura veneto-friulana, le aree in cui le superfici relitte pleistoceniche sono affioranti fino al margine lagunare hanno subito la trasgressione in modo passivo, tanto che in queste aree l'odierna posizione del mare è generalmente la più interna raggiunta nel postglaciale. Invece, nelle aree in cui sono sfociati i corsi alpini durante l'Olocene, la situazione è in genere più complessa e spesso si riconosce un ciclo trasgressivoregressivo composto da una iniziale espansione marina sulla pianura preesistente, seguita dall'instaurarsi di un ambiente lagunare o deltizio, talvolta caratterizzato dalla successiva progradazione dei sistemi fluviali. Il loro protendimento verso mare e il sistema dei lidi da essi stessi creato hanno isolato specchi di mare e creato le lagune in cui il moto ondoso ha un debole effetto, mentre diviene fondamentale il regime tidale (Blum & Törnqvist, 2000). A sud della laguna di Venezia è ben riconoscibile un ciclo trasgressivo-regressivo (Favero & Serandrei Barbero, 1 980; Bondesan et al., 2001), mentre verso nord la posizione più interna raggiunta dal mare è in genere meno lontana dalla linea di costa e quasi sempre corrisponde con il margine delle lagune esistenti prima delle bonifiche moderne (Bondesan et al., 2001; Fontana et al., 2004; Fontana, 2006; Amorosi et al., 2008). Nella baia di Pirano (Slovenia), a -26,5 m slm sono state individuate facies lagunari di 9160±20 anni BP (Ogorelec et al., 1 981) e simili risultati sono anche disponibili per il centro del Golfo di Trieste (Ogrinc et al., 2005). In area veneziana e friulana, la prima formazione delle lagune sembra essere documentata a circa 7500-6000 anni fa, in corrispondenza della massima ingressione marina (Figura 53). La parte centrale della laguna di Venezia cominciò a formarsi circa 6.000 anni fa (-8 m slm) (Favero & Serandrei Barbero,1980; Serandrei Barbero et al., 2001), mentre nel settore meridionale della laguna e del delta dell'Adige è segnalata un'età leggermente più antica per i primi depositi lagunari (Favero & Serandrei Barbero,1980). Anche nel settore settentrionale della laguna di Venezia i primi depositi costierolagunari sono datati attorno a 7.500 anni fa (Canali et al., 2007).

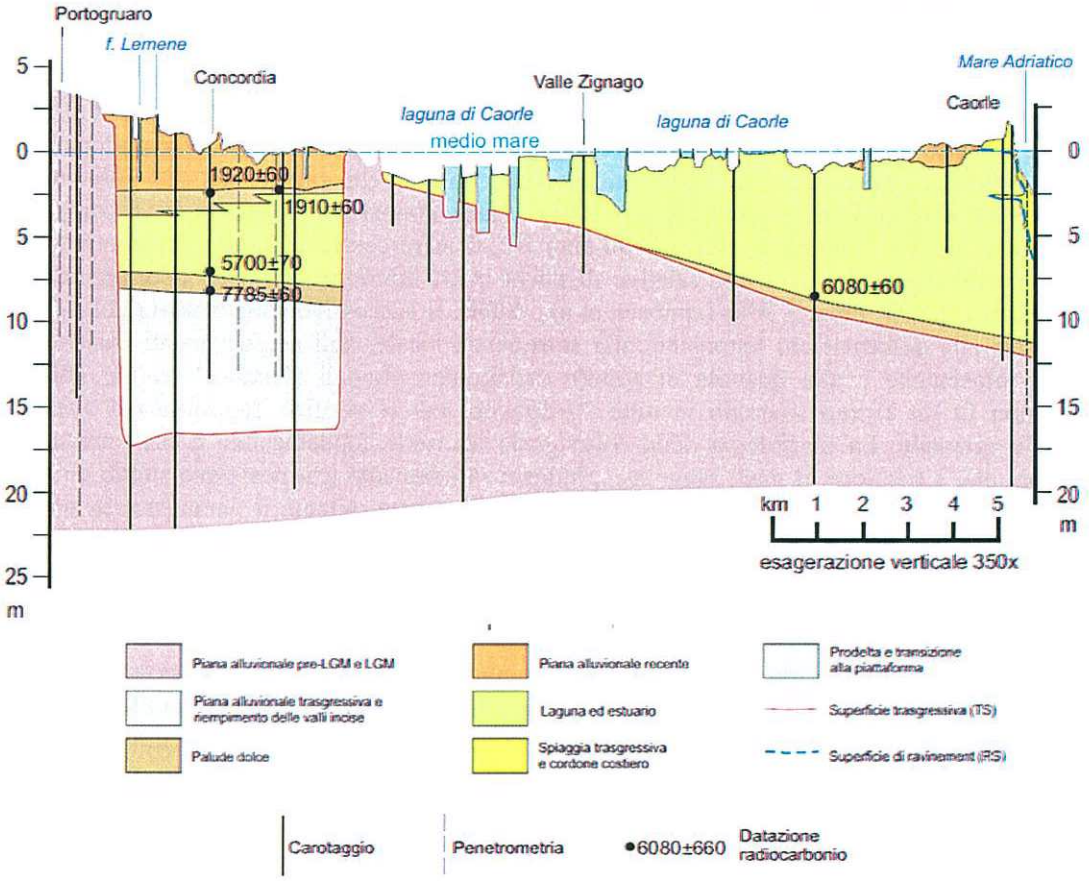


Figura 53 Sezione stratigrafica costiera del settore della laguna di Caorle (per ubicazione vedi Figura 49; modificato da Amorosi et al., 2008).

Nell'area del basso Piave, in località Palazzetto di San Donà, i primi sedimenti lagunari si trovano a 6 m di profondità e datano a 6520±50 anni 14C BP (Bondesan et al., 2004), mentre i primi cordoni dunali del sistema costiero del fiume Piave sono datati a 5460±60 anni 14C BP (Bondesan et al., 2002b). In tutto il settore compreso tra Piave e Tagliamento si riconoscono sedimenti lagunari soprastanti la pianura pleistocenica, recentemente incontrati da numerosi sondaggi a circa -7 / -9 m slm e datati attorno al 5000 a.C. (Galassi & Marocco, 1 999; Fontana, 2006). Nella laguna di Marano, le più antiche tracce di presenza marina postglaciale sono state riconosciute presso l'Isola di S. Andrea a -8 m slm e datano a 5540±140 anni ^{14}C BP (Marocco, 1989); presso Lignano, sotto l'attuale delta del Tagliamento, a -7,3 m slm è stata segnalata la presenza di sedimenti lagunari di 4620±160 anni ^{14}C BP (Marocco, 1991).

Circa 2 km più a nord, in località Picchi di Latisana, il limite tra pianura e depositi lagunari è stato individuato a -6,5 m slm (Fontana, 2006). Da questo assetto cronologico piuttosto omogeneo si discosta la laguna di Grado che, nella sua configurazione attuale ha iniziato a formarsi in epoca post-romana (Marocco, 1991). Lungo la costa veneto-friulana la risalita marina e l'espansione dei sistemi lagunari sono state fortemente condizionate dalla morfologia della pianura preesistente.

Le acque salmastre si sono così infilate prima entro le zone depresse e, in particolare, le incisioni corrispondenti ad alcuni profondi paleoalvei del Tagliamento hanno consentito alla laguna di giungere molto all'interno della pianura. Il caso più evidente è quello verificatosi lungo due incisioni esistenti al di sotto degli attuali corsi dei fiumi Lemene e Reghena, lungo le quali le acque salmastre giunsero fino a Portogruaro (Fontana, 2004; 2006). All'interno delle incisioni la base dei depositi lagunari ha un'età di 5.900-5.700 anni ^{14}C BP.

Durante l'Olocene, nella porzione distale dei megafan alluvionali, i fiumi alpini hanno avuto dei corsi meandriformi caratterizzati da differenti valori di ampiezza e sinuosità e lunghezza d'onda dei meandri. In varie fasce di meandro, caratterizzate da una disattivazione che ha consentito la deposizione di depositi organici nei canali residuali, è stata datata la base di questi sedimenti. Una cospicua parte delle datazioni oloceniche sono state realizzate proprio su questo tipo di materiali organici, ottenendo una datazione abbastanza affidabile della disattivazione del canale (Berendsen & Stouthamer, 2001). Altre datazioni riguardanti gli orizzonti organici di ambiente lagunare (soprattutto barene) forniscono informazioni sull'aggradazione della piana costiera.

Fino a circa 6.000-5.000 anni fa, mentre l'*highstand* marino consentiva la progradazione dei sistemi fluviali nella zona costiera, i fiumi alpini hanno manifestato una scarsa capacità sedimentaria nella pianura, persino nei loro tratti terminali, a ridosso dell'ambiente deltizio.

Nel sistema del Tagliamento una fase di incisione si è manifestata ancora attorno al 1.000 a.C. (unità di Alvisopoli). Questa è stata caratterizzata dal trasporto di ghiaie alcuni chilometri più a valle rispetto al loro limite di sedimentazione attuale. Nel megafan del Piave, lungo il fiume Sile presso il limite attuale della laguna, il Piave ha attivato un'incisione fonda circa 12 m all'interno dei sedimenti LGM, riempita da sedimenti tra 7.000 e 3.600 anni BP (Bondesan et al., 2004). Anche nell'area di Aquileia vi sono evidenze di incisioni fluviali del Torre-Natisone-Isonzo ben incise rispetto ai depositi LGM e lungo le quali erano trasportate le ghiaie fino all'altezza dell'attuale abitato fino agli ultimi secoli del I millennio a.C. (Arnaud-Fassetta et al., 2003).

Dossi fluviali e dinamica fluviale tardo olocenica

Nel settore distale dei megafan, la fase di incisione fluviale o di non sedimentazione verificatasi nel post-LGM continuò fino all'ultima parte del periodo climatico Subboreale (1.000 a.C. circa), quando si verificarono poi importanti cambiamenti nella dinamica fluviale di tutta la pianura; vi sono tuttavia alcune differenze cronologiche tra i sistemi del Brenta, Piave e Tagliamento.

Presso Mezzavia, poco a ovest di Padova, la datazione radiocarbonica di una ceppaia in posizione di vita entro un suolo, sepolto dall'argine naturale di un antico percorso del Brenta, dimostra che l'aggradazione sulla superficie LGM era iniziata attorno a circa 5.000 anni BP. Tuttavia, anche in questo sistema fluviale, la fase di estesa e ben riconoscibile sedimentazione si verificò successivamente al 1.000 a.C. (Mozzi, 2004a).

Il più antico dosso olocenico del Piave si sviluppò a valle di San Donà successivamente a 3000-4000 anni BP; inoltre, questa tendenza all'aggradazione è anche evidenziata dal completo riempimento da parte dei depositi del Piave dell'incisione del Sile, fonda 12 m (Bondesan et al., 2004). Nel megafan del Tagliamento i dossi olocenici cominciarono a formarsi solo dopo il 1.000 a.C. (Fontana, 2004; 2006) e anche per l'Isonzo si riconosce una simile tendenza (Arnaud-Fassetta et al., 2003).

Queste evidenze stratigrafiche e geomorfologiche suggeriscono che la formazione dei dossi fluviali iniziò a influenzare ampie porzioni del settore distale dei megafan solo circ 3.000-4.500 anni fa. Questo stile deposizionale è ancora attivo, anche se, durante gli ultimi secoli, esso è stato fortemente controllato dalle attività umane e particolarmente dagli interventi di arginatura e deviazione artificiale.

I dossi fluviali olocenici sono molto differenti da quelli pleistocenici sia nelle dimensioni che nella geometria interna dei corpi.

I dossi costruiti negli ultimi millenni sono generalmente più alti (2-5 m rispetto alla piana d'esondazione) e più ampi (500-2.000 m) rispetto a quelli del LGM. I fiumi formano meandri nei loro tratti terminali e con canali profondi generalmente 5-7 m. Le avulsioni sono state il processo maggiore nell'innescare nuove direttrici fluviali.

Nel megafan del Tagliamento la sedimentazione tardo olocenica ha interessato anche le incisioni precedentemente abbandonate, conducendo al loro totale riempimento, come riconosciuto in Concordia (Figura 52.), sotto l'attuale percorso della roggia Lugugnana e sotto il corso attuale del fiume. Infatti, in corrispondenza del percorso odierno del Tagliamento il fiume si era inciso nei depositi LGM fino alla fine del Subboreale (circa 3000 anni fa), ma la profondità del canale era significativamente inferiore rispetto alle incisioni attive nel Tardoglaciale e all'inizio dell'Olocene; lungo l'alveo le ghiaie arrivavano più a valle di oggi, ma meno rispetto all'Olocene iniziale e medio. L'assottigliamento della profondità dell'alveo e la diminuzione della capacità di trasporto può essere correlata all'abbassamento del gradiente idraulico del canale, fenomeno favorito dalla risalita relativa del livello marino, come dimostrato in altre pianure costiere europee (es. Blum & Törnqvist, 2000; Berendsen & Stouthamer, 2001).

La sedimentazione tardo olocenica ha interessato aree notevolmente meno estese rispetto a quelle coinvolte nel LGM.

Escludendo le aree costiero-deltizie, lo spessore dei sedimenti olocenici che seppelliscono la superficie pleistocenica generalmente raggiunge uno spessore massimo di 4-6 m, lungo i dossi fluviali. Nelle piane d'esondazione correlate ai dossi la potenza dei sedimenti olocenici è di solo 1-3 m.

Nelle sequenze stratigrafiche tardo oloceniche, i depositi organici o gli strati di torba sono diffusi solo negli ambienti lagunari o palustri costieri, mentre nelle serie alluvionali la torba è presente solo come una parte del riempimento dei canali residuali. In contrasto, i suoli sepolti sono piuttosto diffusi e il loro grado di sviluppo può essere utilizzato per stimare la durata del periodo di esposizione cui è stata soggetta la superficie su cui si sono evoluti (Mozzi et al., 2003; Fontana et al., 2004; Ragazzi et al., 2004). Nella ricostruzione cronostratigrafica delle sequenze alluvionali sono di particolare importanza i suoli sepolti con presenza di reperti e soprattutto strutture archeologiche, che consentono una precisa datazione anche di quelle superfici in cui non è disponibile materiale organico da sottoporre a radiodatazione.

In tutti i megafan della pianura veneto-friulana un importante periodo di alluvioni è riconoscibile durante l'Alto Medioevo (dal V-VI al X secolo d.C.). Questo intervallo corrisponde ad un periodo di elevata e concentrata piovosità ricordato dalle fonti storiche e coincide anche con il collasso del sistema agrario e di drenaggio messo in opera durante l'epoca romana. Tra il VI-VII secolo il Tagliamento è stato caratterizzato da un'elevata attività avulsiva che è menzionata nei resoconti storici e ha condotto all'attivazione alternata di tre differenti direttrici con formazione di dossi (Fontana, 2004; 2006). A partire dall'XI secolo è stato attivo solo il ramo attuale del fiume e il dosso formato da esso ha una larghezza di 4 km e si erge sulla piana circostante di circa 3-4 m. Molti siti romani e il tracciato della via Annia sono stati sepolti dall'attività dell'attuale direzione del fiume Tagliamento e la loro posizione stratigrafica e areale testimonia che la formazione del dosso avvenne nel periodo post-romano.

Vari dossi sono stati formati anche dal Piave, dal Brenta e dall'Adige durante l'Alto Medioevo. Il dosso occupato dal Naviglio-Brenta sembra essersi formato nel periodo medievale con una forte influenza degli interventi umani che, fin dal XI secolo, hanno pesantemente condizionato questa direttrice.

Influenza umana e bonifiche moderne

Nel territorio in esame la presenza dell'uomo ha cominciato ad avere un certo effetto sull'ambiente a partire dal Neolitico quando, attorno a 7.500 anni fa venne introdotta l'agricoltura, l'allevamento e furono costruiti i primi villaggi stabili. Gli effetti dell'attività antropica sono però rimasti abbastanza limitati e locali fino all'età del Ferro, mentre con l'epoca romana hanno interessato molto diffusamente il territorio e hanno cominciato a lasciare tracce ben riconoscibili anche sulle morfologie superficiali. La colonizzazione romana ha infatti condotto alla messa a coltura di quasi tutta la pianura veneto-friulana, alla realizzazione di una fitta rete di strade e canali e alla costruzione di villaggi e città. L'aratura di estese superfici ha portato a fenomeni di erosione areale molto diffusa e alla modificazione degli orizzonti superficiali dei suoli.

Tra il Tardoantico e il Medioevo gli interventi sono stati limitati, mentre hanno subito una decisa crescita d'importanza a partire dal XV secolo con la decisione della Repubblica di Venezia di modificare l'idrografia per favorire lo sfruttamento del territorio. Sono stati così interessati tutti i fiumi tributari della laguna di Venezia per evitare la sedimentazione all'interno del bacino e preservare quindi ampi settori soggetti ai flussi di marea dalla progradazione dei sistemi deltizi. Soprattutto dal XV secolo, numerose deviazioni artificiali e regolazioni di fiumi sono state condotte su Brenta, Adige, Piave, Livenza e Bacchiglione. Dal XVIII secolo la pianura veneto-friulana può essere considerata una piana arginata dove, ad eccezione di eventi catastrofici di grande magnitudo, la sedimentazione è stata quasi eliminata. Inoltre, le opere di bonifica agraria condotte nel XX secolo hanno indotto un aumento nella subsidenza della piana costiera per effetto del drenaggio dei terreni e dell'ossidazione dei depositi organici superficiali che un tempo si formavano sotto le paludi costiere e i fondi lagunari.

Nel complesso gli interventi antropici hanno lasciato una notevole evidenza geomorfologica, incidendo sulla direzione e la morfologia degli alvei, sull'assetto costiero e sull'estensione delle lagune. Da un punto di vista geologico, invece, l'attività umana ha avuto effetti localizzati, in quanto i depositi prodotti direttamente dall'uomo sono generalmente di piccola estensione, limitati alle porzioni superficiali. Un discorso a parte meritano le casse di colmata della zona di Porto Marghera, dove nel XX secolo sono stati accumulati artificialmente 3-5 m di depositi per rendere edificabili alcuni settori della laguna. Anche tutta la città di Venezia e gli edifici delle isole maggiori come Murano e Burano poggiano su accumuli artificiali di detriti.

4.2.1.6 Cenni sulla sismicità dell'area

Il settore territoriale compreso fra il la bassa Pianura Veneta, il Friuli e la Slovenia occidentale è caratterizzata in vari settori da sismicità medio-alta ed è stata colpita da alcuni terremoti con magnitudo 6 sia in epoca storica che strumentale.

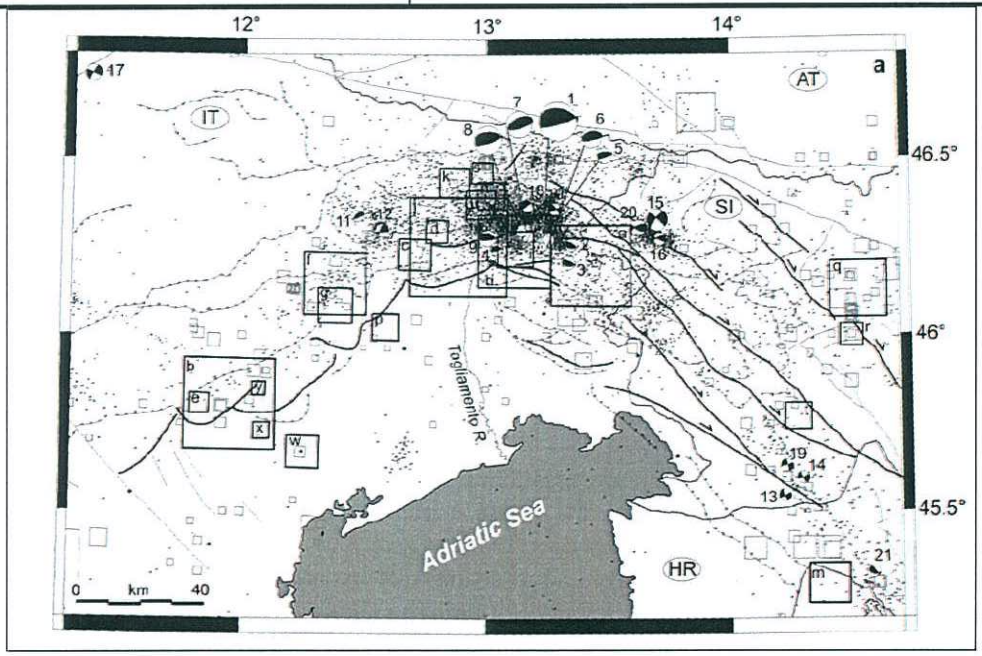


Figura 54 Carta della sismicità storica e strumentale della regione compresa fra il Veneto orientale e la Slovenia occidentale, dal Catalogo CPTI04 (Working Group CPTI, 2004) e dal Bollettino Annuale dell'O.G.S. (1977-2001) (scaricabile da: http://www.crs.inogs.it/). I terremoti storici sono rappresentati con quadrati grigi proporzionali alla magnitudo. Gli eventi associati con sorgenti sismogeniche individuali sono contrassegnati con quadrati neri (). La sismicità strumentale è rappresentata da punti neri proporzionali alla magnitudo. I meccanismi focali (proiezione nell'emisfero inferiore) dei maggiori eventi sono tratti dal database CMT (Pondrelli et alii, 2006). La sismicità è plottata su uno schema tettonico semplificato (dal Foglio 66 "Udine", Zanferrari et alii, 2008a).

4.2.1.7 Sismicità storica

La sismicità storica, basata sul catalogo CPTI-Working Group (2004), mostra durante il secondo millennio almeno due terremoti con intensità massima superiore al IX grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS): il terremoto della Carnia (o di Villach) del 1348 e quello di Idrija del 1511.

Il terremoto del 25 gennaio 1348 (loc. epicentrale: Carnia, secondo Hammerl (1994); I max = IX), fu avvertito in una vastissima area che abbraccia l'Italia NE, l'Austria e la Baviera. L'area di massimo risentimento è stata localizzata fra la Carinzia meridionale e il Friuli e comprende i centri fortificati posti sui rilievi lungo le valli della Drava e del Gail in Carinzia, i castelli friulani prospicienti il Tagliamento e numerose città friulane come Udine, Cividale, Gorizia, Aquileia e Trieste.

Per quanto riguarda il terremoto del 1511 (loc. epicentrale: Slovenia; I max = X), che colpì duramente la località di Idrija in Slovenia ma anche Cividale e Gemona, non vi è ancora un'attendibile localizzazione epicentrale. Il catalogo DOM 4.1 localizza l'evento nei pressi di Gemona, mentre per il catalogo CFT l'area epicentrale deve essere posta in Slovenia.

Numerosi altri terremoti distruttivi (con magnitudo compresa fra 5 e 6) hanno colpito la regione friulana in epoca storica: l'evento maggiore è quello del 28 luglio 1700 (loc. epicentrale: Carnia; I max = IX). Questo terremoto colpì principalmente il Canal di Gorto (valle del T. Degano) e il Canale di Socchieve portando le distruzioni maggiori nei paesi di Enemonzo e Raveo, dove gran parte delle case caddero e le chiese furono seriamente danneggiate.

Il 10 luglio 1776 un forte terremoto colpì le Prealpi Carniche meridionali provocando gravi danni a edifici e persone nelle località di Tramonti, Andreis e Barcis e in tutta l'area circostante, causando collassi generalizzati agli edifici e alcuni morti. La località epicentrale è stata individuata a Tramonti con I max = VIII/IX da Barbano (1996).

Il 20 ottobre 1788 Tolmezzo fu colpita da un violento terremoto (I max = VIII, Ma 5.6) che danneggiò seriamente la città, causando inoltre forti perdite e pesanti contraccolpi al tessuto socio-economico dell'intera area carnica.

Il 7 giugno 1794 un terremoto di I max = IX colpì l'alta valle del torrente Meduna nelle Prealpi Carniche. I danni maggiori si ebbero a Tramonti di mezzo, dove la maggior parte delle case crollarono. La scossa ebbe forti risentimenti anche lungo la media valle del Tagliamento (Tolmezzo, Alesso, Cavazzo Carnico) e fu avvertito distintamente anche nel basso Veneto (Vicenza, Padova, Verona) e in territorio austriaco.

Il 25 ottobre 1812 un terremoto di I max = VIII colpì la zona prealpina carnica causando gravi danni in particolare a Cavasso Nuovo, dove vi furono crolli e parecchie case furono rese inagibili.

4.2.1.8 Sismicità strumentale

Per quanto riguarda la sismicità strumentale, secondo il catalogo NT4.1 dal 1900 al maggio 1977 una ventina di terremoti con magnitudo superiore a 4.0 sono stati localizzati nell'area in esame. Fra questi il terremoto di Verzegnis (o della Val Arzino) del 1928 (Ma = 5.6) e i disastrosi terremoti del maggio-settembre 1976 (Friuli, Ml = 6.4 e 6.1).

Il 10 luglio 1908 un terremoto di I max = VII-VIII colpì una ristretta area della Carnia. In particolare i danni maggiori furono riscontrati a Moggio Udinese e nelle borgate della Val Aupa.

Il 27 marzo 1928 un terremoto di I max = IX si abbatté sulla Carnia centrale, provocando vittime e gravi danni alle abitazioni in special modo nell'alta Valle dell'Arzino, a Chiaicis, Pusea, Verzegnis e a Tolmezzo e dintorni (Ma = 5.6).

Il 26 aprile 1959 un terremoto di I max = VIII colpì la valle del T. But provocando gravi danni a Zuglio, dove quasi tutte le case furono lesionate anche se non ci furono vittime.

Il 6 maggio 1976 un terremoto di magnitudo locale 6.4 colpì un'estesa area del NE Italia, con massimi effetti nella regione friulana centrale. Gli abitati di Moggio Udinese, Venzone, Gemona, Bordano, Trasaghis, Gemona, Lusevera, Osoppo, Montenars, Forgaria, Buia, Sequals, Maiano subirono danni gravissimi, tali per cui una percentuale di abitazioni fra il 50 e il 90% crollarono o furono rese inagibili. Le vittime furono quasi un migliaio.

Numerose le repliche anche di forte intensità. In particolare, l'11 e il 15 settembre dello stesso anno si verificò una nuova crisi sismica, con Ml = 6.1 per l'ultimo evento.

4.2.1.9 Le registrazioni della rete sismometrica del FVG

Il 6 maggio 1977 è stata inaugurata la Rete Sismometrica del FVG, attualmente composta da 15 stazioni ubicate prevalentemente nell'area montana e pedemontana del Friuli. Ad esse si affiancano le prime 4 stazioni della Rete Sismometrica del Veneto in corso di realizzazione. I dati raccolti, opportunamente elaborati, consentono di monitorare le aree sismicamente più attive, di effettuare stime di pericolosità e di studiare la struttura crostale regionale (Figura 55). Di seguito sono elencati i maggiori eventi sismici (M>5) registrati durante il periodo di acquisizione della rete sismometrica.

Il 15 settembre 1977 un evento di Ma = 5.3 con meccanismo focale di tipo dip-slip inverso ha interessato soprattutto la parte dell'area epicentrale del 1976 situata in destra Tagliamento.

In data 14/02/2002 la Rete Sismometrica del Friuli-Venezia Giulia ha registrato un evento di magnitudo 4.9 localizzato nella zona di Amaro - M. Sernio, con meccanismo focale di tipo trascorrente. L'interpretazione porta a risolverlo o con un meccanismo trascorrente puro su un piano verticale NNE-SSW e movimento sinistro (faglia ereditata del sistema But-Chiarsò?) oppure con un meccanismo transpressivo su un piano a media inclinazione WNW-ESE e immergente a NNE (faglia del sistema di Idrija ?). La seconda ipotesi sembra più probabile sulla base dei dati strutturali disponibili.

Per quanto riguarda la zona confinaria italo-slovena, dal 1998 ad oggi sono stati registrati due terremoti con magnitudo superiore a 5. Il 12 aprile 1998 un terremoto di magnitudo MD= 5.6 ha colpito la Slovenia occidentale ed in particolare la regione di Bovec (Plezzo), causando danni notevoli alle abitazioni dell'area circostante. Lievi invece i danni segnalati in territorio italiano. Il meccanismo focale è di tipo trascorrente, su faglia verticale NW-SE, destra, del sistema di Idrija (faglia di Cež Potoce: Bernardis et alii, 2000).

Meccanismo identico mostra il terremoto di Tolmino del 12.07.2004, forse sulla stessa faglia attivata nel 1998.

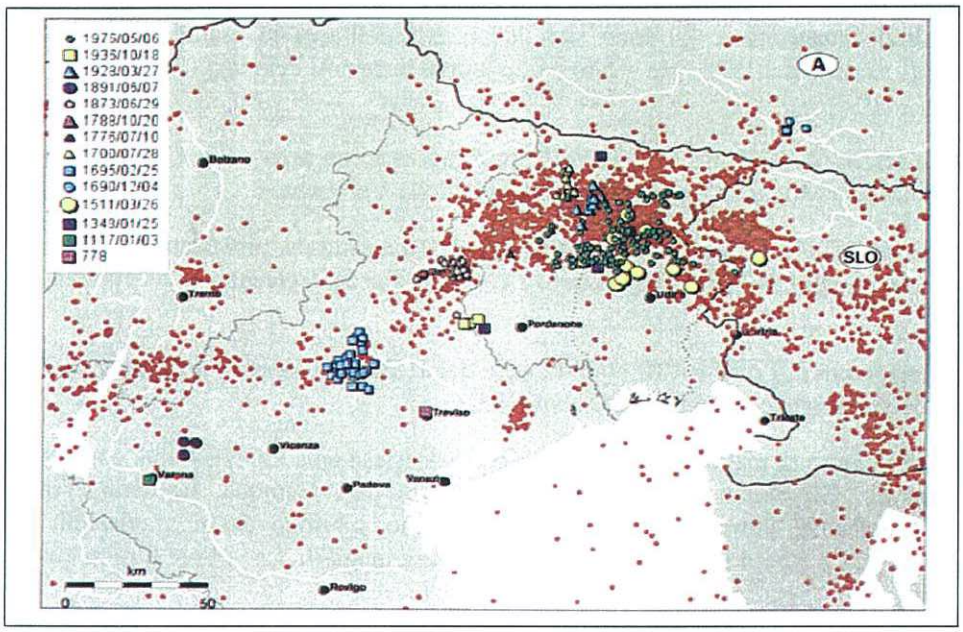


Figura 55 Distribuzione degli epicentri di terremoti di magnitudo superiore a 2,5 registrati dalla Rete Sismometrica del FVG dal 1977 al 2004. Sono anche riportate le località più gravemente danneggiate dai maggiori eventi che hanno colpito la regione dal 778 d.C. al 1976 (Intensità _ X MCS).

4.2.1.10 Analisi della sismicità

L'analisi della sismicità registrata dal 1977 al 1999 nella regione friulana (Poli et alii, 2002) ha messo in luce che:

la maggior parte dei terremoti cade in un volume crostale compreso fra il 5 e i 12 km di profondità. La sismicità sembra essere limitata verso nord da una barriera strutturale coincidente probabilmente con la faglia Fella-Sava (o Minischitte-Turriea Auct.).

Verso meridione la sismicità si smorza fino a divenire del tutto sporadica a sud dei primi rilievi collinari.

Nel volume crostale considerato sembrano essere attive due zone sismogeniche: la prima più profonda è posta fra i 9 e i 12 km e presenta una persistenza laterale di circa 10 km. La seconda, più superficiale, è posta fra i 5 e gli 8 km di profondità e manifesta una persistenza laterale inferiore (attorno ai 5 km).

Sulla base della distribuzione degli epicentri e delle tipologie dei meccanismi focali dei principali terremoti che hanno colpito l'area friulana, quest'ultima può essere suddivisa in sei settori con caratteri sismotettonici differenti.

- Pianura veneto-friulana. Terremoti distensivi e transtensivi con piani orientati circa E-W e, subordinatamente, trascorrenti, sempre di bassa magnitudo (massima magnitudo strumentale 3.6).
- Valli del Natisone, Slovenia occidentale e Rijeka/Fiume. I terremoti si possono suddividere in due categorie:
- quelli forti del settore nord-orientale (Bovec, 1998, con magnitudo 5,6; Tolmino, 2004, M=5.1) e della zona di Fiume (1721 e 1870, con intensità attorno al IX° MCS), e quelli di medio-bassa magnitudo della porzione restante della regione. I primi presentano caratteristiche trascorrenti (piani coniugati NW-SE destri e NE-SW sinistri), mentre i secondi hanno spesso meccanismo estensionale con piani di movimento ad andamento meridiano (Poli & Renner, 2004).
- Zona friulana centrale. La zona, in cui cade l'epicentro del terremoto del 6 maggio 1976, presenta la maggiore concentrazione di sismicità. I terremoti hanno meccanismi focali tipo faglia inversa con piani ad angolo da basso a medio e orientati prevalentemente tra E-W e WNW-ESE. Gli assi P sono orientati circa N-S.
- Prealpi Carniche. I terremoti, in massima parte con meccanismo inverso, presentano in genere piani a medio basso angolo orientati ENE-WSW. Gli assi di massima compressione sono orientati NW-SE.
- Alpi Tolmezzine. La zona, limitata a meridione dal sistema tettonico del M. Plauris, presenta sismicità nettamente inferiore a quella delle zone contigue qui considerate. I pochi meccanismi sono di tipo trascorrente (destro?), con massima magnitudo 4.9 (evento di Amaro - M. Sernio, 2002).

4.2.1.11 Classificazione sismica dei comuni attraversati dal progetto

Nel 1996 il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti ha rilasciato due mappe di pericolosità, sulla base di una zonazione sismogenetica, (Mappa della pericolosità sismica in Italia - Accelerazione orizzontale di picco con T = 475 anni" e "Mappa della pericolosità sismica in Italia - Intensità macrosismica con T = 475 anni"), con le quali il Gruppo di Lavoro istituito dal Dipartimento della Protezione Civile compilò nuove mappe del Rischio Sismico a scala nazionale, tra cui la "Mappa del danno percentuale atteso" e la "Mappa delle massime intensità osservate nell'ultimo millennio").

Sulla base delle due mappe precedenti (Mappa del danno percentuale atteso" e Mappa delle massime intensità osservate nell'ultimo millennio") e della mappa di classificazione sismica, un'Ordinanza del Sottosegretario alla Protezione Civile nel 1998 definì un elenco di Comuni ubicati nelle zone ad elevato rischio sismico, che evidenziava alcune differenze con la mappa della classificazione corrente.

Secondo le mappe precedentemente citate l'area in esame ricade nei settori con intensità massima intorno al VI — VII grado M.C.S (Mappa della pericolosità sismica in Italia).

Nel 1998 un gruppo di lavoro ING-GNDT-SSN, anchesso istituito dal Dipartimento della Protezione Civile, ha prodotto un'ipotesi di riclassificazione sismica definita dalla Mappa di proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale (Figura X).

In seguito a questa riclassificazione alcuni dei comuni appartenenti all'area in oggetto, molti dei quali precedentemente non classificati, vengono attribuiti alle categorie 3 e 4. Infine, secondo la nuova classificazione (Ordinanza del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" — Ordinanza n° 3274), alcuni dei comuni appartenenti all'area oggetto di studio, vengono classificati come segue:

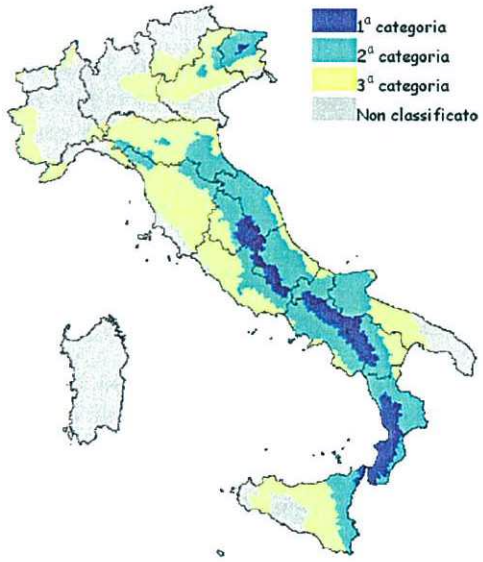


Figura 56 Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI INTERESSATI DAL PROGETTO

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Ordinanza 3274 Marzo 2003
VENETO PROVINCIA DI VENEZIA				
05027016	Fossalta di Portogruaro	N.C.	3	Zona 3
05027029	Portogruaro	N.C.	3	Zona 3
05027034	San Michele al Tagliamento	N.C.	3	Zona 3
05027040	Teglio Veneto	N.C.	3	Zona 3
FRIULI VENEZIA GIULIA - PROVINCIA DI UDINE				
06030008	Bagnaria Arsa	N.C.	3	Zona 3
06030018	Carlino	N.C.	3	Zona 3
06030020	Castions di Strada	N.C.	3	Zona 3
06030023	Cervignano del Friuli	N.C.	4	Zona 4
06030038	Fiumicello	N.C.	4	Zona 4
06030064	Muzzana del Turgnano	N.C.	3	Zona 3
06030069	Palazzolo dello Stella	N.C.	3	Zona 3
06030075	Pocenia	N.C.	3	Zona 3
06030077	Porpetto	N.C.	3	Zona 3
06030097	Ronchis	N.C.	3	Zona 3
06030098	Ruda	N.C.	4	Zona 4
06030100	San Giorgio di Nogaro	N.C.	3	Zona 3
06030119	Teor	N.C.	3	Zona 3
06030123	Torviscosa	N.C.	4	Zona 4
06030134	Villa Vicentina	N.C.	4	Zona 4
PROVINCIA DI GORIZIA				
06031018	San Canzian d'Isonzo	N.C.	4	Zona 4
06031024	Turriaco	N.C.	4	Zona 4

Si vuole segnalare che in base all'Ord. PCM n°3379 del 05-11-2004, l'applicazione della nuova normativa sismica è stata prorogata di ulteriori 6 mesi in aggiunta ai 18 mesi successivi all'entrata in vigore dell'Ordinanza del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n° 3274.

4.2.2 Caratteri idrogeologici dell'area

4.2.2.1 Assetto idrogeologico

Il tracciato si inserisce in una pianura di natura alluvionale originatasi in periodo post-glaciale con fasi successive di apporto di sedimenti da corsi d'acqua provenienti dalle pendici più meridionali dell'apparato morenico.

Caratteristiche della falda freatica nell'Alta pianura e delle falde artesiane superficiali nella Bassa pianura

L'area dell'alta pianura è caratterizzata da depositi grossolani in prevalenza ghiaiosi, con livelli più o meno cementati (talora conglomeratici) e livelli sabbiosi, risultato della passata deposizione fluviale e fluvio-glaciale nonché dall'apporto dei conoidi degli attuali corsi d'acqua.

In questo notevole materasso alluvionale si instaura una vasta falda freatica, alimentata dalla infiltrazione efficace delle precipitazioni meteoriche e dalle perdite subalveo dei fiumi regionali.

Un contributo sensibile proviene inoltre dagli apporti derivanti dall'anfiteatro morenico e delle aree prealpine.

La granulometria dei depositi mostra una percentuale media di ghiaia pari al 65-70%, ciò permette di ritrovare valori di permeabilità che vanno da 10-2 m/s in alveo, ai 10-3~10-4 m/s nei primi metri dal piano campagna, valori che ritroviamo in profondità in orizzonti ghiaiosi o di conglomerati fratturati, fino ai 10-5 m/s delle ghiaie sabbioso-limose.

La notevole permeabilità, associata alla variazione sia stagionale sia per eventi eccezionali degli apporti meteorici, comporta una estrema variabilità del livello piezometrico della falda freatica nell'alta pianura, così da presentare un gradiente idraulico con pendenza variabile dal 5‰ nella zona a ridosso dei rilievi allo 1‰ nella zona subito prospiciente la fascia delle risorgive, attestando una pendenza media intorno al 2~3‰.

La soggiacenza della falda freatica è normalmente elevata nelle zone subito a valle dei rilievi montuosi, particolarmente nell'alto pordenonese, ove la profondità dell'insaturo arriva ad oltre 100 m, e comunque mediamente attorno ai 60-80 m nella fascia settentrionale.

Dalla fascia delle risorgive (sorgenti di pianura con portata totale valutata attorno ai 70~80 mc/s) si sviluppa un vasto reticolo idrografico, oggi solo in parte naturale a causa dell'antropizzazione dei vari corsi d'acqua e dell'intervento di bonifica di vaste aree della bassa pianura.

Il sottosuolo è caratterizzato da un sistema multifalda risultato della diminuzione della granulometria dei depositi alluvionali lungo un asse circa N-S.

In questo sistema sono stati identificati numerosi orizzonti ghiaiosi intercalati ad orizzonti sabbioso-pelitici, con variazioni anche laterali piuttosto eterogenee. L'alternarsi di questi livelli permeabili ed impermeabili rende possibile riconoscere sette-otto livelli di acquiferi artesiani più superficiali oltre ad altri più profondi (Stefanini S. e Cucchi F. 1977).

L'acquifero A è l'artesiano più superficiale; si sviluppa complesso ed interdigitato dai 20 agli 80 metri dal piano campagna, con livelli abbastanza permeabili, ghiaioso-sabbiosi e sabbiosi intercalati da livelli argilloso-limosi impermeabili mediamente potenti.

L'acquifero B si ritrova ad una profondità dagli 80 a 100 m dal piano campagna, generalmente sviluppato in uno-due livelli, formato da depositi sabbiosi con potenza media di circa 8 m.

Il sottostante acquifero C, discontinuo ed interdigitato fino a tre strati, non viene riconosciuto in tutta la pianura ma certamente in tutta la zona retrostante l'area perilagunare. Si sviluppa in orizzonti sabbiosi con spessori poco potenti (max 7m), a profondità dai 120 ai 140 m.

L'acquifero D, piuttosto continuo in tutto l'ambito della bassa pianura, si riconosce a profondità dai 160 ai 170 m, formato da orizzonti prevalentemente ghiaiosi e subordinatamente ghiaioso sabbiosi con potenze comprese tra 4 e 12 metri.

Spesso l'acquifero D appare direttamente correlato al sottostante acquifero E che si sviluppa dai 180 ai 190 m, in sedimenti sabbiosi con potenze superiori ai 10 m.

L'acquifero F, composito ed eterogeneo, distinguibile talora in due livelli permeabili principali ("F alto" ed "F basso"), si sviluppa con buona continuità in un insieme potente di livelli sabbiosi, sabbioso cementati e ghiaiosi (10 – 15 m di spessore), intercalati eventualmente da sottili stratificazioni di limi e argille con locali lenti ghiaiose a profondità variabili dai 250 ad ovest sino ai 190 verso est.

L'acquifero G, anch'esso eterogeneo, si ritrova a profondità variabili, in intervalli sabbiosi, talvolta debolmente ghiaiosi o con sabbie cementate. Si tratta di intervalli con spessori molto variabili (mediamente di 17 m), il cui tetto è prossimo ai depositi che si trovano alla base del Quaternario nell'area di Grado e nel settore centrale della pianura friulana. Qui il tetto è a circa 230 m dal piano campagna, si approfondisce a 250 m a Val Noghera, fino ai -290 m nella zona del Tagliamento – Stella, seguendo l'andamento delle isobate del basamento roccioso.

Vi è, infine, un sistema di acquiferi, denominato H, posto al di sotto di un acquitardo argilloso-limoso molto potente, che interessa intervalli di sabbie, sabbie ghiaiose, talvolta cementate.

Questo sistema è presente solo nella porzione sud-occidentale della Bassa Pianura friulana dove interessa sia i termini più grossolani alla base del Quaternario sia quelli del Pliocene e si sviluppa in due acquiferi principali: "H alto" con tetto che varia dai 350 m ai 400 m ed "H basso" che si ritrova dai 360 m ai 425 m.

I fenomeni di termalismo e le falde artesiane profonde

Un recente studio (2007), commissionato dal Servizio Geologico regionale al quale hanno partecipato i Dipartimenti DICA e DISGAM dell'Università degli Studi di Trieste e l'OGS, volto alla definizione della risorsa geotermica regionale, ha approfondito il livello di conoscenza degli acquiferi nel sottosuolo dell'area perilagunale della Bassa Pianura friulana, riconoscendovi i diversi sistemi di acquiferi, indicati secondo la bibliografia esistente, come falde A, B, C, D, E, F, G, H, I, L, M. I primi otto sistemi sono contenuti in depositi quaternari, mentre i rimanenti apparterrebbero alla molassa miocenica e si presentano solo nel settore più occidentale della Bassa Pianura.

In quest'area sono interessanti dal punto di vista geotermico:

- L'acquifero E, le cui acque possono raggiungere la temperatura di 25° C con un massimo di 29° C nella zona di Val Noghera-Morgo Laguna di Grado e Marano
- L'acquifero F caratterizzata da un termalismo che va dai 25° C ai 34° C
- L'acquifero G caratterizzata da un termalismo che va dai 29° C ai 35° C.
- L'acquifero H caratterizzata da un termalismo che va dai 25° C ai 35° C spostandosi da est verso ovest.

A profondità più elevate, sviluppati nella molassa miocenica, si ritrovano gli acquiferi più profondi presenti della regione; le due falde I ed L, caratterizzate da un termalismo che va dai 30° C ai 40° C spostandosi da est verso ovest, interessano livelli prevalentemente sabbiosi, talvolta sabbiosi-ghiaiosi, debolmente cementati delle Molasse

mioceniche. Si tratta di due livelli permeabili principali con acquiferi che si ritiene possano interdigitarsi, anche se la loro separazione diventa sempre più netta verso Ovest per la presenza di una lente d'argilla. La distribuzione areale di questi acquiferi nel settore centrale è poco nota, mancando un numero sufficiente di pozzi di adeguata profondità.

L'acquifero I ha il tetto a profondità variabile da 450 m a più di 490 m ed uno spessore che varia dai 5 m ai 15 m circa.

L'acquifero L, localizzato da un intervallo di sabbie cementate del Tortoniano, ha il tetto a profondità superiori a 500 m, fino a circa 540 m con spessori dai 10 m ai 18 m ed è definito praticamente solo nel Settore Tagliamento - Stella.

L'acquifero M è costituito da intervalli arenacei appartenenti al Miocene Superiore, probabilmente interessati anche da possibili sistemi di fatture, ovvero vi è la possibilità, supportata dai risultati delle analisi geochimiche, che l'alimentazione sia, in parte, anche profonda. Tale acquifero caratterizza solo l'area più orientale della pianura con profondità superiori ai 590 m, con bassi valori di permeabilità e temperature relativamente basse, dell'ordine dei 30° C. Visto l'esiguo numero di pozzi che ha raggiunto tali profondità vi è incertezza sull'estensione, sulla termalità e sugli spessori di questo acquifero, rendendolo quindi non mappabile.

Va ancora segnalata l'esistenza del sistema degli acquiferi geotermici nelle formazioni carbonatiche profonde (tra gli 800 e i 2500 m) con temperature superiori ai 40°, rilevati in alcuni pozzi destinati ad utilizzo geotermico.

Assetto idrogeologico dell'area di interesse progettuale

La continuità laterale delle falde risulta limitata e ciò ha portato alla suddivisione in zone a caratteristiche idrogeologiche simili, due delle quali rientrano nell'area di studio: il Sandonatese e il Portogruarese.

La parte più occidentale dell'area in esame denominata Area Centrale, si inserisce in un territorio a caratteristiche di transizione tra la media e la bassa pianura; in generale l'area è caratterizzata da modesta falda freatica e da varie falde confinate in pressione che approssimativamente diminuiscono in spessore e potenzialità verso sud. Infatti le caratteristiche idrogeologiche del territorio identificano l'area del sistema di falde in pressione subito a nord dell'area in esame, nei comuni di Scorzè, Noale, Salzano, con una netta diminuzione della trasmissività in coincidenza dei territori che rientrano nell'area di interesse.

L'area del territorio provinciale denominata Sandonatese è compresa tra il Piave e il Livenza e fa parte della porzione nord-orientale della provincia di Venezia. La situazione idrogeologica della zona è condizionata da forti spessori di materiali argilloso-limosi che riducono drasticamente la permeabilità verticale; in essi si intercalano letti prevalentemente sabbioso-limosi e livelli sabbiosi sovrapposti, sedi di falde idriche in pressione a potenzialità bassa. Vengono distinte 9 falde, che vanno dalla profondità di 10-20 m fino ad arrivare ad un massimo di 700 m; le falde maggiormente sfruttate sono quelle che si trovano a 130-200 m di profondità.

L'area del Portogruarese è collocata tra il fiume Livenza e il Tagliamento, dove la situazione idrogeologica è caratterizzata da un sistema di falde sovrapposte in pressione, alloggiate nei livelli permeabili sabbioso-ghiaiosi, separate da orizzonti impermeabili o semi-impermeabili argilloso-limoso-sabbiosi. In quest'area sono presenti le più importanti risorse idriche per qualità e quantità della Provincia di Venezia. Come detto sono state evidenziate 10 falde che si trovano a profondità comprese tra 20 e 600 m dal piano campagna e vengono tutte sfruttate per l'approvvigionamento idrico autonomo, in particolare quelle da 150 a 500 m.

L'assetto idrogeologico generale descritto si segue anche in tutta la pianura friulana; l'area di studio è compresa prevalentemente nella bassa pianura e parzialmente al suo limite nord nell'alta pianura.

Nei territori a valle della linea delle risorgive, è inoltre presente una debole falda freatica situata a 1-3 metri dal piano campagna con oscillazioni stagionali contenute (1-2 m); è localizzata in orizzonti sabbiosi o limosi e in limitate zone del Portogruarese ghiaiosi. Nelle zone più vicine alla costa in coincidenza dei terreni di bonifica prevalentemente limoso-argillosi, si riscontra a profondità anche minori, tanto che in tali aree la presenza di falda molto superficiale può essere imputabile al mal funzionamento delle idrovore.

La linea delle risorgive rappresenta una fascia di territorio che si estende lungo tutta la pianura padana e veneto-friulana con andamento generale W-E, e rappresenta il passaggio dal sistema di acquifero indifferenziato a quello multifalde. È una fascia larga fino a qualche chilometro in corrispondenza della quale i terreni ghiaiosi permeabili dell'alta pianura intercettano i sedimenti poco permeabili della bassa, la superficie freatica si avvicina così al piano di campagna fino ad intersecarlo dando luogo a numerose sorgenti.

La fascia delineata dall'affioramento delle risorgive, viene schematicamente rappresentata da una linea, in realtà può subire notevoli spostamenti in seguito alle oscillazioni della superficie piezometrica della falda: cioè si porta a monte quando il livello si innalza e più a valle quando decresce. Tali oscillazioni sono valutate nell'ordine dei 2-3 m di altezza in profondità e qualche chilometro in superficie.

Nell'area di studio, come accennato, la linea delle risorgive si intercetta nel territorio del Friuli Venezia Giulia: da circa 3 km ad ovest di Bagnaria Arsa, proseguendo verso SE incrocia Aiello del Friuli e Villesse alla confluenza del Torrente Torre con l'Isonzo, e più a sud piega in direzione di S. Canzian D'Isonzo.

A monte di tale fascia si riscontra la presenza di falda freatica situata a profondità tra 0-5 e 5-10 m dal piano campagna; la fascia che indica la presenza di falda freatica tra 0 e 5 m è localizzata tra la linea delle risorgive a sud, e le località di Palmanova, S. Vito al Torre, Romans D'Isonzo e Turriaco, allargandosi in corrispondenza della confluenza tra Torre ed Isonzo. L'area con falda freatica a profondità comprese tra 5 e 10 m dal piano campagna si individua da quella precedente, al limite NE dell'area di studio, e in una fascia arcuata tra Fogliano Redipuglia e S. Pier D'Isonzo.

L'area oggetto di studio si colloca per buona parte nella fascia di pertinenza della Bassa Pianura, fatta eccezione per due lembi appartenenti all'Alta Pianura che comprendono la città di Palmanova e la zona che va da Villa Vicentina fino a Ronchi dei Legionari comprendente gli abitati di Turriaco, Begliano e Pieris.

4.2.3 Qualita' delle Acque Sotterranee

Per quanto riguarda le acque sotterranee, alcune procedure relative a fenomeni di contaminazione estesa a livello sovracomunale (clorurati e pesticidi), sono sospese in attesa di essere attivate nell'ambito dell'inquinamento diffuso che, come previsto dalla norma, deve essere affrontato con appositi piani predisposti dalle Regioni. Ad una contaminazione diffusa si somma tuttavia, in alcune aree circoscritte, il riscontro di valori di concentrazione ascrivibili a fenomeni di contaminazione puntuale più recenti; l'individuazione dei responsabili di questi fenomeni presenta spesso notevole difficoltà in considerazione della diffusione dell'utilizzo di tali solventi e dei bassi valori di concentrazione.

4.2.3.1 Qualità delle acque nella Provincia di Venezia

La classificazione dei corpi idrici sotterranei in base al loro stato ambientale fa riferimento alle campagne degli anni 2001 e 2002; sono stati utilizzati i pozzi che in questo periodo sono stati campionati almeno in tre campagne (il massimo previsto in due anni è di quattro campagne). Il rilevamento della qualità del corpo idrico sotterraneo è fondato, in linea generale, sulla determinazione dei parametri di base macrodescrittori riportati nella tabella 20 del

D.Lgs. n. 152/1999 e s.m.i., e su ulteriori parametri addizionali scelti tra quelli riportati nella tabella 21 del D.Lgs. n. 152/1999 e s.m.i., in relazione all'uso del suolo ed alle attività antropiche presenti sul territorio.

Nel D.Lgs. n. 152/1999, come pure nel D.Lgs. n. 152/2006, non si esplicita direttamente la procedura operativa della classificazione quantitativa. Partendo quindi dalla considerazione che un corpo idrico sotterraneo è in condizioni di equilibrio idrogeologico quando risulta essere sostenibile, sul lungo periodo, la condizione di sfruttamento cui è sottoposto in relazione alle proprie capacità di ricarica, si identificano, ai fini della classificazione quantitativa, da un lato i fattori che ne descrivono le caratteristiche intrinseche (tipologia dell'acquifero, spessore utile dell'acquifero, permeabilità dell'acquifero e coefficiente di immagazzinamento) e dall'altro quelli che sono rappresentativi del livello di sfruttamento (trend della piezometria e prelievi civili, industriali, agricoli e zootecnici). Le caratteristiche dell'acquifero sono descritte in termini di potenzialità, idrodinamica, modalità e possibilità di ricarica. I termini relativi allo sfruttamento dell'acquifero sono, invece, rappresentativi dell'impatto antropico sulla risorsa, mentre il trend sulla piezometria descrive indirettamente il rapporto ricarica/prelievi. La disponibilità di serie storiche di dati permette di valutare il trend evolutivo della piezometria e, quindi, lo stato quantitativo rispetto ad una situazione pregressa. Per i pozzi campionabili ma non misurabili, quindi privi dei dati quantitativi, è stato calcolato l'indice SAAS (Stato Ambientale delle Acque Sotterranee), solo nel caso in cui l'indice SCAS (Stato Chimico delle Acque Sotterranee) era rappresentato dalla classe 4 o 0; in questi casi infatti, indipendentemente dallo stato quantitativo, lo stato ambientale può essere solo scadente o particolare. Per i pozzi con un buon chimismo invece si è lasciato in evidenza l'indice SCAS.

La classificazione dei corpi idrici sotterranei in base al loro stato ambientale fa riferimento alle campagne degli anni 2001 e 2002: sono stati utilizzati i pozzi che in questo periodo sono stati campionati almeno in tre campagne (il massimo previsto in due anni è di quattro campagne). Nella Figura 57 sottostante è indicato lo stato ambientale delle acque sotterranee; va evidenziato che l'indice SCAS è compreso tra 0 e 2 in tutti i comuni attraversati dall'opera, ad indicare un livello di qualità da discreto a buono.

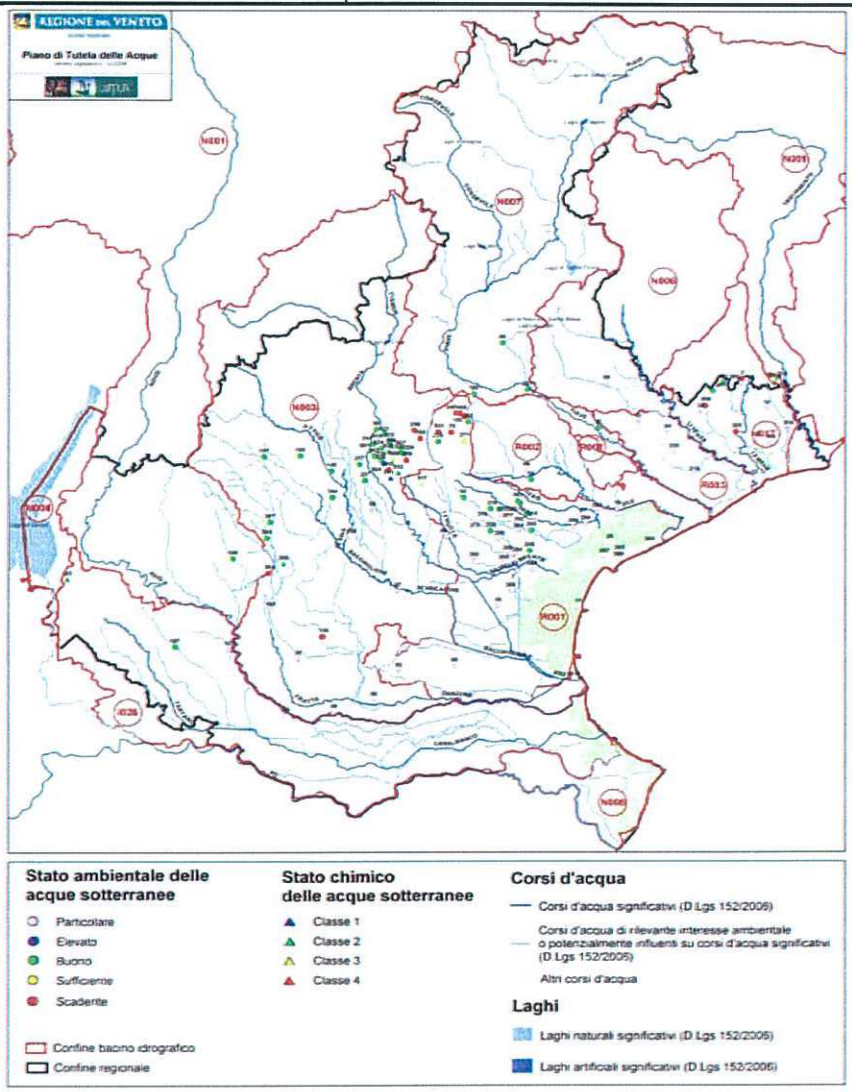


Figura 57 Stato ambientale delle acque sotterranee della Regione Veneto

L'analisi dettagliata di vaste porzioni di acquifero, già utilizzato per scopi potabili, ha ampiamente dimostrato come sia altamente vulnerabile la falda freatica dell'Alta e Media Pianura Veneta e come sia, conseguentemente, possibile ritrovare contaminazione sia in prossimità delle risorgive sia nella prima porzione delle falde artesiane della Media Pianura.

L'inquinamento delle acque di falda deriva principalmente dal rilascio di sostanze inquinanti direttamente sul suolo, attribuibile sia a fonti diffuse che fonti puntuali con il conseguente interessamento delle acque presenti nel sottosuolo a seguito della percolazione.

Gli inquinanti di origine agro-zootecnica in falda freatica sono riscontrabili in tutta la pianura, in concentrazioni variabili a seconda della vulnerabilità della falda. Un indicatore importante sulla pressione esercitata dal comparto agro-zootecnico sulle acque sotterranee è dato dalla presenza di nitrati in ampie zone della Regione Veneto con

concentrazioni più o meno elevate e in taluni casi superiori al valore limite (50 mg/L) previsto dal D.Lgs. n. 31/2001 per le acque destinate al consumo umano.

Nel corso degli ultimi decenni è complessivamente aumentata la pressione ambientale riconducibile alle attività agro-zootecniche. Il settore agrario può essere ritenuto responsabile di un inquinamento diffuso riconducibile a situazioni che possono essere individuate con sufficiente precisione. In alcune aree è stato riscontato un aumento del numero di capi, a fronte di una diminuzione della Superficie Agricola Utilizzata (SAU); in tal modo il carico di azoto di origine zootecnica ha subito un incremento sensibile.

Per quanto riguarda il solo comparto agrario è in atto una tendenza alla diminuzione della praticoltura che viene sostituita dalla cerealicoltura da foraggio. È importante segnalare che il prato stabile, ricoprendo il terreno in modo uniforme e durante tutto l'anno, riduce verosimilmente il rilascio di azoto in falda. Infine, si evidenzia che con la concimazione minerale, l'apporto complessivo per ettaro di SAU raggiunge mediamente un quantitativo annuo tale da determinare un surplus, rispetto al fabbisogno netto, e che tale eccesso migra dal suolo al sottosuolo interessando le falde freatiche, come detto, in genere, molto vulnerabili.

Analogamente si rilevano elevate concentrazioni di fitofarmaci nelle stesse aree in cui si riscontrano alte concentrazioni di nitrati.

Gli inquinanti di origine produttiva e civile (in particolare i composti organo alogenati e metalli pesanti) si trovano a volte in concentrazioni vicine o superiori ai limiti previsti dalla normativa per le acque destinate al consumo umano, prevalentemente nella falda freatica al di sotto di alcuni grandi centri urbani ed aree industriali. Tracce di queste sostanze sono state riscontrate anche nelle acque prelevate in alcune aree di Media e a volte Bassa Pianura, come conseguenza di ampi plume inquinanti riconducibili ad episodi di inquinamento avvenuti in passato o alla riattivazione di alcuni di essi.

4.2.3.2 Qualità delle acque nella Regione Friuli

In Provincia di Udine continua il riscontro della presenza di metalli (cromo) e solventi organici clorurati (in particolare tricloroetilene e tetracloroetilene) diffusa in ampie zone del medio Friuli e della bassa friulana e riconducibile a contaminazioni avvenute in passato (anni 80 e 90).

Per la contaminazione da Cromo nelle acque freatiche dei comuni a sud di Udine proseguono le analisi bimestrali sulle acque prelevate dai pozzi individuati nella rete di monitoraggio (Figura 58).

L'attività di monitoraggio delle acque sotterranee ha rilevato che le contaminazioni più frequenti sono ovviamente riferite alle falde meno protette, presenti in sottosuoli fessurati o costituiti da materiale incoerente come sabbie e ghiaie. I contaminanti derivano prevalentemente da attività industriali (metalli pesanti e solventi organici), attività agricole (residui di fitofarmaci e nitrati), depositi di rifiuti. I territori maggiormente interessati sono quelli delle province di Pordenone ed Udine.

Le stazioni ARPA di campionamento per il monitoraggio dei fitosanitari delle acque sotterranee sono indicate nella figura seguente, suddivisi per provincia.

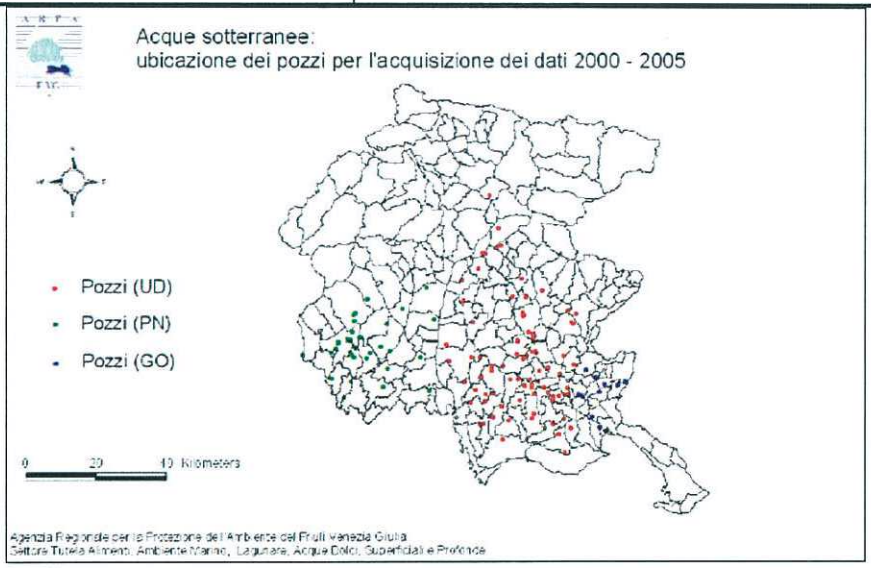


Figura 58 Ubicazione pozzi per l'acquisizione dei dati (periodo 2000-2005) – Fonte ARPA FVG

Come ormai noto, a metà del 1996 era stata segnalata la presenza nelle acque sotterranee di un erbicida, l'atrazina, e di un suo metabolita, la desetilatrazina; a distanza di quattordici anni, la situazione delle acque sotterranee appare purtroppo ancora influenzata dalla presenza di erbicidi. L'atrazina, il cui uso è ormai da molti anni vietato, non si rileva più, se non a concentrazioni inferiori a 0,05 µg/l (Figura 59) in tutti i Comuni della Pianura Friulana tranne Majano (0,009 g/l) (zona pedecollinare). Permane, tuttavia, anche in concentrazioni rilevanti, il suo metabolita desetilatrazina (fig. 2v); tale composto ha presentato concentrazioni mediamente superiori a 0,10 µg/l (limite di potabilità ai sensi del D.Lgs. 31/2001) in 13 Comuni della Pianura Friulana nel periodo 2000-05, in 10 Comuni nel biennio 2006-07, evidenziando un trend in generale calo.

Dall'esame dei dati medi complessivi 2000-07 si osservano, in particolare, contenuti di desetilatrazina superiori a 0,15 µg/l nei Comuni di Majano, Bagnaria Arsa e Terzo d'Aquileia in provincia di Udine; i contenuti del metabolita si sono invece attestati su livelli mediamente superiori a 0,10 µg/l nei Comuni di Povoletto, Mortegliano, S.Maria la Longa, Gonars e Cervignano.

Da tempo si è cominciato a rilevare la presenza di altri erbicidi: la terbutilazina ed in particolare il metabolita di questa, la desetilterbutilazina, in alcuni Comuni posti sulla Linea delle Risorgive, oltre che nell'Alta pianura orientale in Provincia di Udine, nonché in un pozzo agricolo del Comune di Cormons in Provincia di Gorizia (nelle prossime figure). In alcuni pozzi della rete, sporadici superamenti del limite di 0,10 µg/l sono stati rilevati, negli ultimi anni, anche per gli erbicidi Alachlor (Comune di Premariacco, 1/2003) e Metolachlor (Comuni di Mereto di Tomba anno 2000, Lestizza anno 2002 e Premariacco anni 2004 e 2007, per la provincia di Udine; Cormons, intero periodo 2003-07, nel Goriziano).

La desetilterbutilazina risulta presente in concentrazioni significative, pari ad oltre 0,10 µg/l nel pozzo summenzionato della Provincia di Gorizia ed in diversi pozzi della Provincia di Udine posti sulla Linea delle Risorgive, con un trend verso valori peggiorativi.

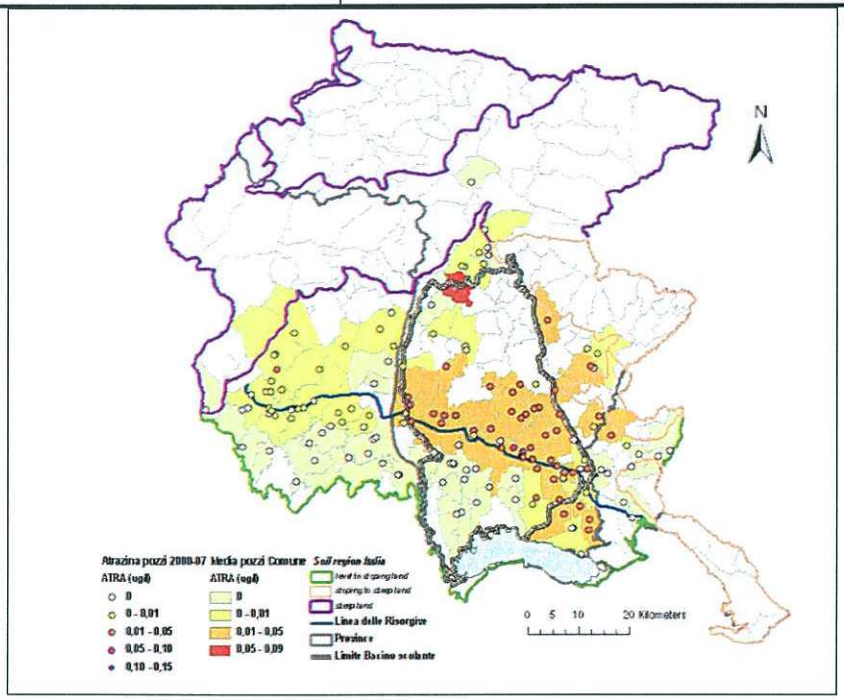


Figura 59 Livello di concentrazione di Atrazina nei pozzi per di acquisizione (periodo 2000-2007) – Fonte Piano di Tutela delle Acque FVG

Gli andamenti della concentrazione media annuale di desetilterbutilazina in quattro pozzi-tipo a contenuto elevato, tre del Medio Friuli ed il pozzo in località Angoris a Cormons: per tutti e quattro questi pozzi, il trend 2000-2006 è in tendenziale aumento.

4.2.4 Fenomeni di intrusione salina

Il fenomeno dell'intrusione salina è conosciuto ancora in modo non del tutto omogeneo per la Pianura Veneto-Friulana, in quanti è in stato avanzato nelle aree costiere della Provincia di Venezia e nel bacino di alimentazione della Laguna di Marano e Grado. Il fenomeno è legato alla subsidenza in atto in alcune aree costiere dovuta a consolidamento naturale dei terreni ma anche all'emungimento delle falde. Questi elementi favoriscono l'ingressione di acqua salmastra che provoca principalmente due effetti: il collasso per destrutturazione dei litotipi argillosi e la dispersione di acqua salata sui terreni agricoli ad opera dei fiumi.

Il primo fenomeno consiste nell'alterazione ad opera dei sali delle strutture mineralogiche delle argille con conseguenti problemi di natura geotecnica e ulteriore impulso alla subsidenza; tale aspetto assume maggiore importanza qualora un intenso emungimento delle falde richiami acqua salmastra intrappolata negli strati più profondi (acqua fossile) interessati da carichi litostatici ingenti, con la conseguenza di cedimenti rilevanti. Il secondo fenomeno si verifica in presenza di fiumi che, scorrendo pensili in aree a quote inferiori a quella del mare, provocano fenomeni di risalita del cuneo salino e miscelazione dell'acqua salata con quella usata per l'irrigazione, con gravi problemi in campo agricolo.

Nell'area di studio l'intrusione di acqua salmastra si identifica in modo particolare, in Veneto, lungo una fascia disposta circa est-ovest a ridosso della laguna di Venezia, che si fa più ampia da Musile di Piave a Ceggia.

In Friuli studi approfonditi e sistematici condotti da ARPA per la valutazione dei valori di fondo di ferro e manganese nelle acque sotterranee del Sito di Interesse Nazionale "Laguna di Marano Grado" (Figura 60) (Lutman e Pezzetta, 2007; Pezzetta et al., 2008) hanno permesso, valutando il chimismo delle acque, di comprendere meglio la relazione tra acque sotterranee dolci e l'ingressione delle acque saline in questa particolare area.

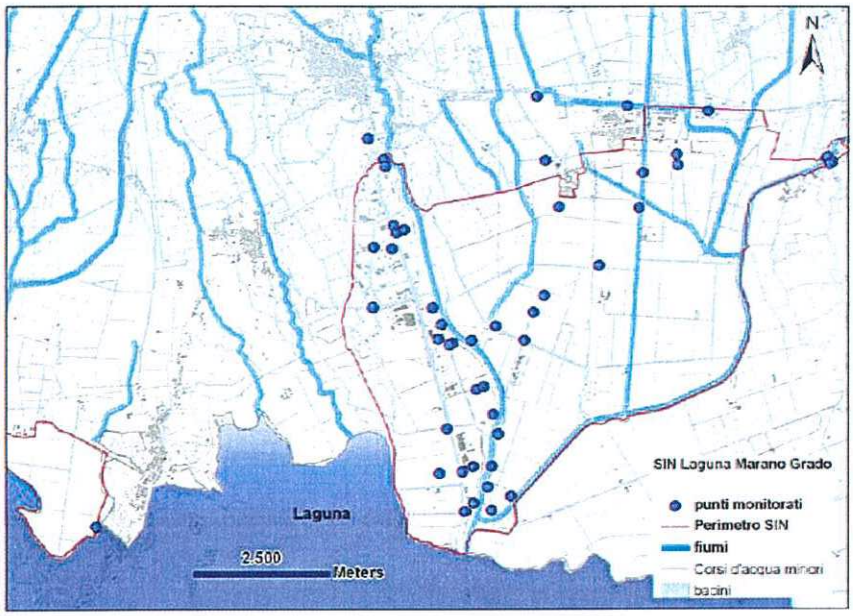


Figura 60 Rete di monitoraggio per la valutazione dell'ingressione marina nella falda idrica sotterranea

Fonte Piano di Tutela delle Acque FVG

La determinazione dei principali anioni e cationi presenti in soluzione, su un set di circa 100 campioni prelevati su 48 piezometri, che interessano una falda superficiale continua, compresa entro circa 20 metri dal piano campagna, ha permesso di definire nel dettaglio le diverse caratteristiche chimiche delle acque analizzate. Dall'elaborazione dei dati sperimentali, si evince nel sito monitorato l'esistenza di due sorgenti distinte: le acque dolci, tipicamente bicarbonato calciche, e le acque marine, ricche di sodio e cloruri. In conseguenza della loro miscelazione si generano tre gruppi principali di campioni: quello relativo alle acque tipicamente dolci (classe 1), quello relativo alle acque tipicamente saline (classe 3) ed un gruppo intermedio caratterizzato da ampia variabilità (classe 2). Le acque delle foci dei Fiumi Ausa e Corno rappresentano di fatto le acque della laguna nei pressi del sito e si distinguono dalle acque della laguna al largo che sono assimilabili ad acque di mare. Non si evidenziano differenze sostanziali tra le acque marine tra i 2 e 10 m circa di profondità.

Osservando i valori degli anioni si nota chiaramente, all'interno delle stesse, un progressivo aumento dei cloruri, dei solfati, dei bicarbonati e dei solfuri: i dati confermano quindi un'influenza progressiva della salinità nelle tre classi. La classe intermedia si distingue per i valori più alti di nitriti e nitrati; la presenza di azoto in tutti i suoi stati di ossidazione, ammoniaca, nitriti e nitrati, conferma che le condizioni ossido riduttive sono in continua evoluzione. Nella terza classe, la presenza di solfuri, l'assenza di nitrati ed elevate concentrazioni di ione ammonio, denotano la prevalenza di condizioni riducenti. Per quanto concerne i cationi, la prima classe evidenzia la prevalenza di calcio e magnesio sugli altri cationi, mentre nelle altre le concentrazioni medie più elevate riguardano il sodio.

La stessa valutazione effettuata anche per i parametri TOC, ossigeno disciolto, torbidità, pH e potenziale redox, conferma le differenze tra le classi, mostrando come il carico organico sia decisamente più basso nella prima, mentre pH ed ossigeno disciolto sono mediamente più alti. Al contrario, nella classe intermediavariabile (classe 2) potenziale redox, pH ed ossigeno disciolto sono più bassi, mentre il carico organico e la torbidità sono elevati. L'approccio statistico per classi distinte conferma la diversa caratterizzazione degli equilibri idrochimici; infatti, nella prima classe la correlazione più alta si riscontra tra calcio e bicarbonati, nella seconda tra sodio e cloruri, ma è elevata anche tra calcio e cloruri, e nella terza tra sodio e cloruri.

4.2.5 Cenni sulla subsidenza dell'area di pianura veneto-friulana

Nel corso degli ultimi anni è stata rivolta particolare attenzione al monitoraggio degli spostamenti verticali del suolo sia nell'area lagunare di Venezia sia nell'area veneto-friulana posta a settentrione; lo studio prende il nome di Progetto ISES e IRMA (Analisi dei processi di intrusione salina e subsidenza).

E' stata quindi istituita una rete di controllo DGPS (Differetial Global Positioning System) di circa 150 punti di misurazione; inoltre l'applicazione dell'interferometria differenziale SAR e dell'inteferometria differenziale su riflettori puntuali utilizzando i dati acquisiti dai satelliti ESA ERS-1 e ERS-2 tra il 1992 ed il 2000 ha permesso la mappatura degli spostamenti dell'area veneta con grande risoluzione. I diversi metodi di monitoraggio attualmente a disposizione sono stati inseriti in un "sistema di monitoraggio integrato" che, sfruttando le caratteristiche peculiari di ciascuna metodologia, permette un controllo affidabile ed accurato dell'area veneta.

Le misurazioni condotte evidenziano che abbasamenti che raggiungono valori massimi pari a circa 10-12 mm/anno nella zona di Portogruaro (Figura 61).

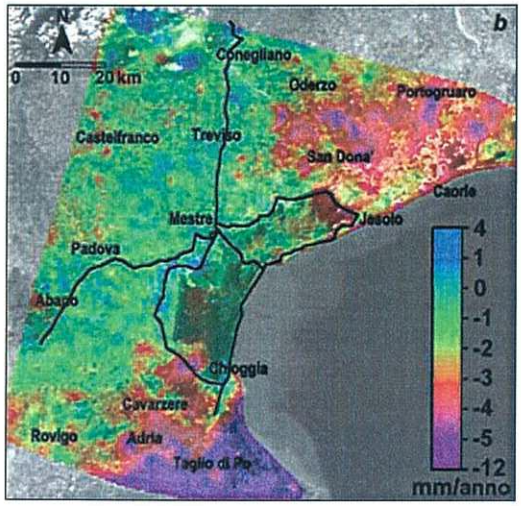


Figura 61 Mappa dei movimenti verticali dell'area veneta tra il 1992 e 2000 ottenuti con il sistema di monitoraggio integrato.

Inoltre l'analisi sismica del Sistema di Subduzione Appenninico ha fornito una spiegazione alla graduale subsidenza della Pianura Padano-Veneta e al sistema di falde che interessa l'Italia orientale. Lungo il lato orientale della penisola il fondo del Mare Adriatico ("litosfera Adriatica" o "placca Adriatica") si immerge al di sotto del settore crostale in cui gli Appennini sono stati deformati da forze compressionali. La subduzione si verifica per motivi strutturali lungo una faglia profonda che raggiunge i 5–10 km di profondità.

4.2.6 La vulnerabilità idrogeologica

Per valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi della pianura friulana è stato fatto riferimento al Piano Tutela delle Acque delle Regioni Veneto e Friuli che hanno adottato il protocollo metodologico S.I.N.T.A.C.S, suddividendo l'area esaminata in sei classi di vulnerabilità:

- elevatissima (rosso)
- elevata (arancio)
- alta (giallo)
- media (verde)
- bassa (azzurro)
- bassissima (rosa)

Nella Figura 62 che segue si osserva che nel tratto veneto il tracciato (in tratteggio marrone) interessa aree caratterizzate da grado di vulnerabilità prevalentemente basso in tutta l'area di pianura, con l'eccezione delle aree golenali del Fiume Piave, Livenza e Tagliamento, dove il grado diviene alto ed elevato.

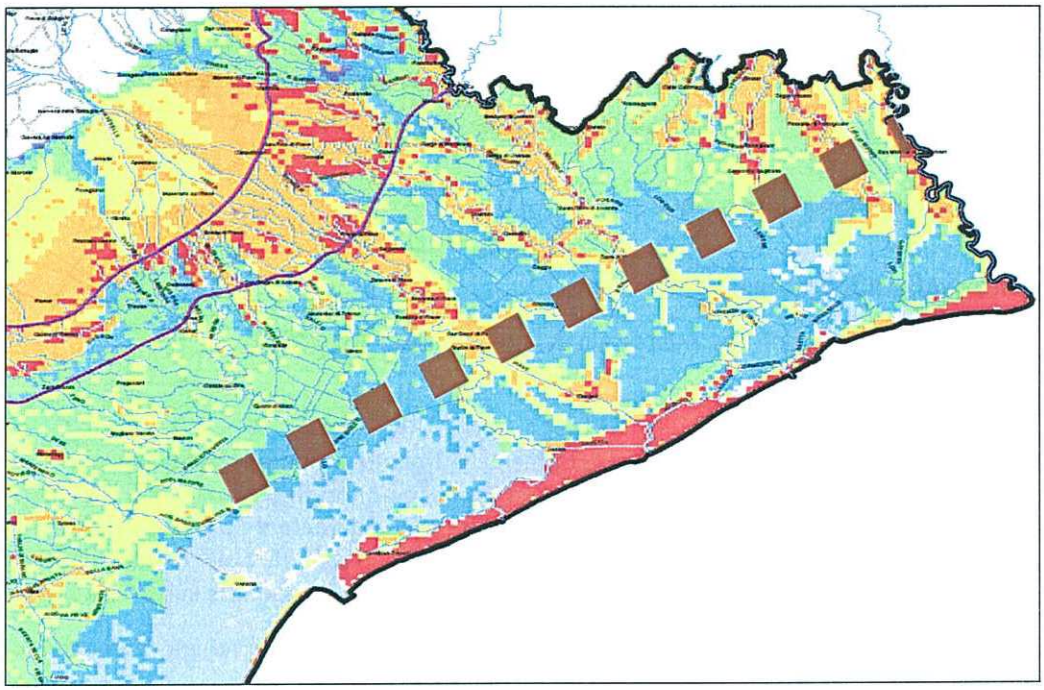


Figura 62 Stralcio della Carta della vulnerabilità idrogeologica della Regione Veneto.

Fonte Piano di Tutela delle Acque Veneto

Per il tratto friulano si osservano aree a diversa vulnerabilità, attraversate dalla Linea in progetto, che oscillano da un valore basso e medio, prevalente per tutto il tratto Portogruaro-Porpetto, fino ad elevato ed elevatissimo nel tratto finale presso l'area di Ronchi dei Legionari (Figura 63).

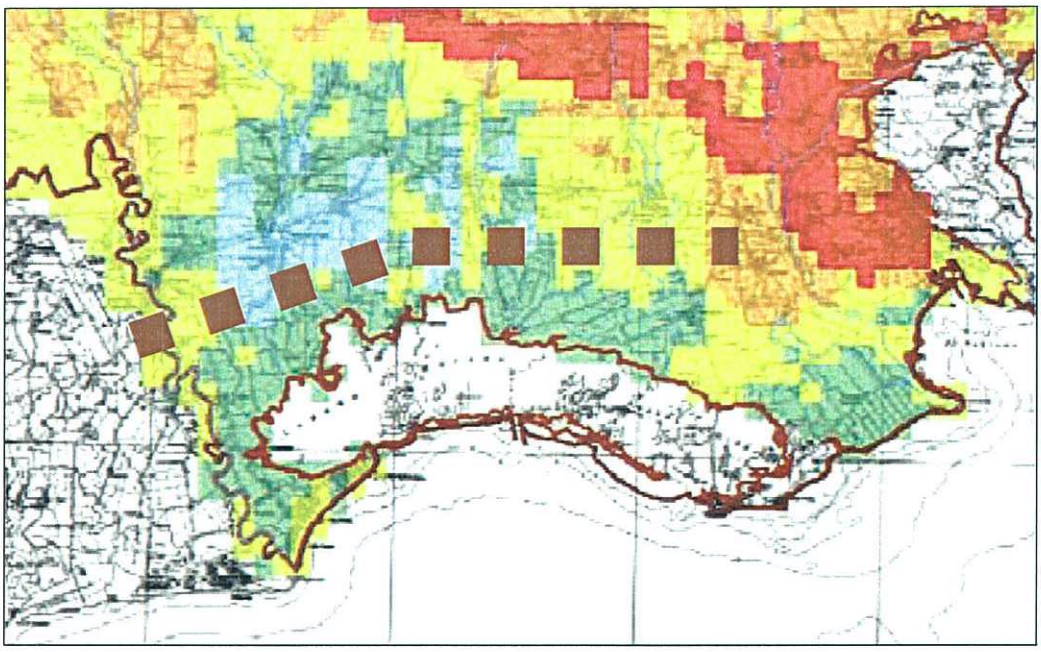


Figura 63 Stralcio della Carta della vulnerabilità idrogeologica ddella Regione Veneto.

Fonte Piano di Tutela delle Acque Veneto

4.3 Analisi geologica dell'area di tracciato

4.4 Successione stratigrafica riconosciuta

Le unità stratigrafiche individuate nell'area interessata dal progetto sono le seguenti:

4.4.1 Depositi Alluvionali Antichi (6)

Questi terreni rappresentano i depositi maggiormente affioranti e stratigraficamente più bassi tra quelli presenti nell'intera area di studio. Si tratta, in particolare, di sedimenti di origine alluvionale, almeno parzialmente connessi con la fase di avanzamento e massima espansione dei ghiacciai durante il *Last Glacial Maximum*. Il limite inferiore, non affiorante, corrisponde ad una superficie erosiva di origine fluviale mentre il limite superiore coincide in parte con una superficie erosiva di genesi fluviale e in parte con l'originaria superficie deposizionale.

Affiorano estesamente nell'intero settore esaminato e, localmente, risultano ricoperti dai depositi alluvionali e antropici più recenti. Sono costituiti da:

Ghiaie arrotondate e sub-arrotondate, da fini a grossolane, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa più o meno abbondante e tessitura variabile da supporto di matrice a supporto di clasti; sabbie e sabbie limose

con locali passaggi a limi e limi sabbiosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare, tabulare o nastriforme e corrispondono a depositi di canale fluviale, argine e ventaglio di rotta.

- Limi, limi argillosi e limi sabbiosi, talora organici o torbosi, con locali intercalazioni di sabbie e sabbie limose. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare o tabulare e corrispondono a depositi di piana inondabile.

- Argille, argille limose e argille sabbiose, spesso ricche in sostanza organica, con rari resti di gasteropodi palustri (*pulmonata*) e con locali intercalazioni di torbe o di argille e limi torbosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare o tabulare e corrispondono a depositi di palude di acqua dolce, lago di meandro e canale in fase di abbandono.

  La loro età è datata al Pleistocene Superiore (110.000 a.C. – 15.000 a.C.).

4.4.2 Depositi Alluvionali Recenti (5)

Tali depositi sono costituiti da sedimenti alluvionali connessi con il penultimo ciclo deposizionale dei corsi d'acqua presenti nell'area. Il limite inferiore corrisponde a una superficie erosiva di origine fluviale mentre il limite superiore coincide in parte con una superficie erosiva di genesi fluviale e in parte con l'originaria superficie deposizionale.

Lungo il tracciato in esame, tali depositi affiorano tra le progressive chilometriche 0+029÷4+236, 5+082÷7+295, 10+255÷16+520, 17+838÷18+154, 35+759÷37÷292, 37+869÷38+951, 39+575÷44+238 e 45+724÷46+797. Sono costituiti da:

- Ghiaie arrotondate, da fini a grossolane, con matrice sabbiosa più o meno abbondante e tessitura variabile da supporto di matrice a supporto di clasti; sabbie, sabbie limose e sabbie argillose, talora in alternanza con limi, limi argillosi e limi sabbiosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare o nastriforme e corrispondono a depositi di canale fluviale, argine, golena e ventaglio di rotta fluviale.

- Limi, limi argillosi e limi sabbiosi, talora organici o torbosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare o tabulare e corrispondono a depositi di piana inondabile.

- Argille, argille limose e argille sabbiose, spesso ricche in sostanza organica, con locali intercalazioni di torbe o argille e limi torbosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare, tabulare o nastriforme e corrispondono a depositi di palude di acqua dolce, lago di meandro e canale in fase di abbandono.

  La loro età è Pleistocene Superiore - Olocene Sin-Romano (15.000 a.C. – IV-V sec. d.C.).

4.4.3 Depositi Alluvionali dei Paleoalvei (4)

Questi depositi sono composti da sedimenti alluvionali connessi al riempimento di antichi alvei fluviali abbandonati. Il limite inferiore corrisponde a una superficie erosiva di origine fluviale mentre il limite superiore coincide con l'originaria superficie deposizionale.

Lungo il tracciato esaminato, i suddetti depositi affiorano tra le progressive chilometriche 5+417÷5+616, 8+471÷8+567, 8+844÷8+921, 9+078÷9+162, 9+750÷9+867, 42+721÷42+794, 42+902÷42+961, 44+259÷44+299 e 46+624÷46+654. Sono composti da:

- Ghiaie arrotondate, da medie a fini, con matrice sabbiosa più o meno abbondante e tessitura variabile da supporto di matrice a supporto di clasti, con locali intercalazioni di limi e limi sabbiosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare o nastriforme e corrispondono a depositi di canale fluviale.

- Argille limose e limi argillosi, spesso ricchi in sostanza organica, con locali intercalazioni di torbe o di argille e limi torbosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare o nastriforme e corrispondono a depositi di disattivazione dell'alveo e di lago di meandro.

La loro età è Pleistocene Superiore - Olocene (15.000 a.C. - Attuale).

4.4.4 Unità Ubiquitarie (3)

I suddetti depositi sono costituiti da sedimenti di genesi alluvionale connessi con le incisioni dei corsi di risorgiva e del drenaggio locale. Il limite inferiore corrisponde in parte a una superficie erosiva di origine fluviale e in parte al passaggio stratigrafico ai sottostanti depositi mentre il limite superiore coincide con l'originaria superficie deposizionale.

Lungo il tracciato esaminato, i suddetti depositi affiorano tra le progressive chilometriche 16+520÷17+838, 25+962÷26+132, 27+824÷28+181 e 37+292÷37+869. Sono formati da:

- Ghiaie arrotondate, da medie a fini, spesso con accumuli di sostanza organica, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa più o meno abbondate e tessitura variabile da supporto di matrice a supporto di clasti; sabbie, sabbie limose e sabbie argillose, talora in alternanza con limi, limi argillosi e limi sabbiosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare o nastriforme e corrispondono a depositi di canale fluviale.

- Argille, argille limose e limi argillosi, spesso ricchi in sostanza organica, con frequenti resti di gasteropodi palustri (*pulmonata*) e locali intercalazioni di torbe o di argille e limi torbosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare, tabulare o nastriforme e corrispondono a depositi di piana inondabile, palude d'acqua dolce e lago di meandro.

La loro età è Pleistocene Superiore – Olocene (15.000 a.C. – Attuale).

4.4.5 Depositi Alluvionali Attuali (2)

Tali depositi sono composti da sedimenti alluvionali connessi con l'ultimo ciclo deposizionale dei corsi d'acqua presenti nell'area. Il limite inferiore corrisponde a una superficie erosiva di origine fluviale mentre il limite superiore coincide con l'attuale superficie topografica.

In particolare affiorano limitatamente all'intervallo chilometro compreso tra le progressive 7+295÷10+255 e 44+238÷45+724. Sono costituiti da:

- Ghiaie arrotondate, da medie a grossolane, con matrice sabbiosa più o meno abbondante e tessitura variabile da supporto di matrice a supporto di clasti; sabbie, sabbie limose e sabbie argillose, talora in alternanza con limi, limi argillosi e limi sabbiosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare o nastriforme e corrispondono a depositi di canale fluviale, argine, golena e ventaglio di rotta fluviale.

- Limi, limi argillosi e limi sabbiosi, talora organici o torbosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare o tabulare e corrispondono a depositi di piana inondabile.

- Argille, argille limose e argille sabbiose, spesso ricche in sostanza organica, con locali intercalazioni di torbe o ad argille e limi torbosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare, tabulare o nastriforme e corrispondono a depositi di palude di acqua dolce, lago di meandro o canale in fase di abbandono.

- Torbe spesso associate a sedimenti limoso-argillosi. Formano corpi sedimentari a geometria lenticolare o tabulare e corrispondono a depositi di palude d'acqua dolce.

  La loro età è riferibile all'Olocene Post-Romano (IV-V sec. d.C. – Attuale).

4.4.6 Riporto Antropico (1)

Questi depositi sono formati da sedimenti antropici connessi con le principali infrastrutture a rete presenti nell'area. Il limite inferiore corrisponde a una superficie erosiva di origine antropica mentre il limite superiore coincide con l'attuale superficie topografica.

Tali depositi affiorano, piuttosto spesso, in tutta l'area di interesse, soprattutto in corrispondenza del tracciato autostradale e della linea ferroviaria esistente. Sono costituiti, essenzialmente, da:

- Ghiaie arrotondate e sub-arrotondate, da fini a grossolane, con matrice sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa più o meno abbondate e tessitura variabile da supporto di matrice a supporto di clasti.

  La loro età è riferibile all'Olocene Post-Romano (XX sec. d.C. – Attuale).

Morfotipi caratteristici

Gli elementi geomorfologici sono i seguenti:

Dall'analisi delle cartografie geomorfologiche disponibili (Castiglioni *et al.* 1991, Cavallin et al. 1987, Bondesan *et al.* 2004), si evince come l'area di studio sia stata soggetta a numerosi processi morfoevoluti i cui relativi depositi e forme sono facilmente riconoscibili sul territorio. Tra questi si distinguono:

Corsi attuali;

Corsi antichi (Paleoalvei): Si tratta di aree di divagazione dei rami fluviali estinti, per lo più prive di un corso d'acqua attuale. Sono ben riconoscibili sia dalle foto aeree che per il particolare assetto e configurazione delle particelle fondiarie. I più recenti sono meglio riconoscibili, spesso depressi rispetto al piano di campagna, e i fossi lungo i quali si sviluppa il drenaggio superficiale residuo ne sottolineano la forma. I più antichi invece si situano alla stessa quota del piano campagna circostante a seguito di rimaneggiamenti per interventi agricoli ma sempre riconoscibili per le loro caratteristiche tessiturali e di drenaggio. A volte presentano invece un risalto morfologico, come i paleoalvei che si sviluppano all'interno delle zone depresse o sotto il livello del mare, dove si evidenziano effetti di inversione del rilievo per costipamento differenziale. I sedimenti contenuti nei paleoalvei sono costituiti da materiale alluvionale poco o non consolidato, a tessitura sabbiosa, sabbioso-limosa o limoso-sabbiosa, a strati sottili. I paleoalvei, oltre ad esercitare un drenaggio delle acque superficiali, sembrano anche rappresentare le vie preferenziali del deflusso idrico sotterraneo subsuperficiale. Paleoalvei significativi sono segnalati nell'ambito della piana della Roggia Lugagnana.

*Dossi fluviali: c*orrispondono a fasce di esondazione dei corsi d'acqua principali o arginature naturali e sono costituite da depositi formatisi a seguito di successivi episodi di esondazione dell'alveo dei fiumi. Si presentano come strutture leggermente sopraelevate rispetto alla circostante pianura e hanno rappresentato, sin dai tempi più antichi, i luoghi più favorevoli per gli insediamenti abitativi, per tracciati viari o per coltivazioni agricole di pregio, nonché per favorire un buon drenaggio delle acque, sia superficiali che profonde. Le variazioni di quota possono assumere valori da mezzo metro ad alcuni metri. I depositi fluviali di cui sono costituite sono rappresentati da termini sabbiosi, sabbioso-limosi e limoso-sabbiosi, sedimentatisi a stratificazioni successive e con tessitura granulometrica sempre più fine mano a mano che aumenta la distanza dagli alvei. In superficie spesso è presente un sottile strato limoso, prodottosi in seguito a decantazione, al ritiro delle fasi di piena e al rientro nell'alveo originale dei rami fluviali esondati. Tali morfotipi si rinvengo in corrispondenza dei principali corsi d'acqua, quali il Lemene, la Roggia Lugagnana, il Tagliamento, lo Stella, il Corno e l'Isonzo.

Fasce fluviali depresse e zone a deflusso difficoltoso: L'unità costituisce un'ulteriore differenziazione in particolare nella media e bassa pianura alluvionale ed è caratterizzata da condizioni di drenaggio delle acque difficoltoso. Questo per il fatto di trovarsi in posizioni topografiche depresse, o su terreni compressibili a forte contenuto di sostanza vegetale oppure in condizione di intercettazione della falda freatica o di prossimità di essa dal piano di campagna. Si tratta di aree piuttosto diffuse, a morfologia depressa rispetto al paesaggio circostante, a gradienti di pendenza minimi e spesso ad orientamento incerto, sedi di prolungati ambienti palustri e localmente soggette a fenomeni di subsidenza per costipamento differenziale dei sedimenti. I depositi si sono formati in concomitanza con la decantazione di acque a forte torbidità confluenti nelle depressioni topografiche. La peculiarità dell'ambiente giustifica la presenza di abbondante materiale torboso. Le argille, per il carattere idromorfologico della zona, assumono, per ossidazione superficiale, un colore nerastro. In tutte queste aree depresse, i terreni sono di natura limo-argillosa e argillosa, anche per notevoli spessori. Si presentano poco addensati essendosi originati per deposito in aree costiere marginali o a seguito di ristagni residui di esondazione fluviale, in condizioni sedimentologiche nelle quali persisteva un ambiente calmo e comunque poco ossidato. Il rinvenimento di inclusioni di sostanza vegetale e di livelli torbosi sia in superficie che in profondità testimoniano un regime palustre. Le fasce depresse sono localizzate in corrispondenza dell'area del Canale Taglio Nuovo-Roggia Canalotto-Roggia Buaggini, Canale Cragno e Fosso Fossalat.

Orli di terrazzo fluviale: I paleoalvei ed i dossi fluviali rappresentano elementi importanti in quanto la loro costituzione litologica e tessiturale indica da un lato una lineazione del drenaggio sotterraneo preferenziale, dall'altro lato una caratterizzazione geotecnica differenziata dai terreni limitrofi. Sono state anche evidenziate le aree più depresse, caratterizzate da un forte ristagno idrico e spesso associate a terreni argilloso-torbosi. Gli orli di scarpata più evidenti sono localizzati nei corsi del Tagliamento e dell'Isonzo.

In particolare, in prossimità del Tagliamento, si rileva la presenza di una serie di dossi e depressioni fluviali, nonché ampi paleoalvei incisi nella piana pleistocenica, spesso sepolti dai recenti depositi di dosso e di piana prossimale (Fontana *et al.* 2002, Bondesan *et al.* 2004).

4.4.7 Caratteristiche geologico-tecniche

Rimandando alla relazione geotecnica di progetto per la definizione dei parametri geotecnici caratteristici dei terreni intercettati dall'Infrastruttura in progetto si riportano qui di seguito stime sui valori di resistenza medi desunti da bibliografia tecnica specializzata nonché da indagini e prove svolte in aree limitrofe o in puntuali zone situate lungo il tracciato.

Dai dati di letteratura è possibile suddividere, in base ai valori di resistenza di punta qc, le diverse litologie secondo il seguente schema che suddivide i terreni per caratteristiche sedimentologiche:

- torbe e terreni organici da 0,1 a 0,5 MPa;
- argille, argille limose e limi argillosi normal consolidati da 0,5 a 2 Mpa;
- argille limose e limi argillosi sovraconsolidati con valori di resistenza di punta qc da 1,5 a 4 Mpa;
- limi sabbiosi e sabbie limose da 4 a 9 Mpa;
- sabbie sciolte da 9 a 15 Mpa;
- sabbie di media densità da 15 a 25 MPa;
- sabbie dense, sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose da 25 a 35 MPa.

I campi di oscillazione dei valori precedentemente indicati per la resistenza di punta qc dipendono dall'effetto della tensione effettiva di confinamento corrispondente alla profondità alla quale viene acquisito il valore. Appare chiaro che i parametri di resistenza minori sono caratteristici dei terreni organici e torbe aumentando via via passando alle argille, ai limi sabbiosi, alle sabbie , e alle ghiaie sabbiose.

4.4.8 Unità Idrogeologiche individuate

Nell'area in esame sono stati individuati quattro differenti complessi idrogeologici, distinti sulla base delle loro differenti caratteristiche di permeabilità ipotizzate e del tipo di circolazione sub-profonda che li caratterizza. Sono, qui di seguito, descritti i caratteri peculiari dei diversi complessi individuati, seguendo uno schema basato sull'assetto geologico e litostratigrafico dell'area in esame.

4.4.8.1 Complesso idrogeologico dei Depositi antropici

E' costituito prevalentemente da sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose talora limose o limoso-argillose, con locali passaggi sabbiosi e sabbioso-limosi poco potenti. Non sono presenti falde o corpi idrici di importanza significativa. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da buona a discreta. A tale complesso si può, quindi, attribuire un coefficiente di permeabilità K variabile da $1 \cdot 10^{-3}$ a $1 \cdot 10^{-1}$ cm/s.

4.4.8.2 Complesso idrogeologico dei Depositi Argilloso-limosi

E' costituito da argille, argille limose e limi argillosi, talora organici o torbosi, con locali intercalazioni limoso-sabbiose e sabbioso-ghiaiose poco potenti. Non sono presenti falde o corpi idrici di importanza significativa. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a molto bassa. A tale complesso si può attribuire un coefficiente di permeabilità K variabile da $1 \cdot 10^{-8}$ a $1 \cdot 10^{-6}$ cm/s.

4.4.8.3 Complessi idrogeologico dei Depositi Limoso-sabbiosi

E' rappresentato da limi, limi sabbiosi e sabbie limose, talora organiche o torbose, con locali intercalazioni argilloso-limose e sabbioso-ghiaiose poco potenti. E' possibile la presenza di falde, a superficie libera o in pressione, con spessore, estensione ed importanza modesti. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da buona a discreta. A tale complesso si può, quindi, attribuire un coefficiente di permeabilità K variabile da $1 \cdot 10^{-5}$ a $1 \cdot 10^{-3}$ cm/s.

4.4.8.4 Complesso idrogeologico dei Depositi Sabbioso-Ghiaiosi

E' dato da sabbie, sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose, talora con accumuli di sostanza organica, con locali intercalazioni argilloso-limose e limoso-sabbiose poco potenti. Sono presenti falde, a superficie libera o in pressione, con spessore, estensione ed importanza discreti, localmente notevoli. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da buona a discreta. A tale complesso si può attribuire un coefficiente di permeabilità K variabile da $1 \cdot 10^{-2}$ a 1 cm/s.

4.4.8.5 Condizioni di deflusso idrico sotterraneo ed emergenze (risorgive)

I dati raccolti durante lo studio condotto, di carattere geologico e idrogeologico, hanno permesso di definire le caratteristiche generali dell'area e di individuare, in linea generale, il regime di deflusso idrico sotterraneo proprio dei settori di interesse.

Nel complesso, la pianura veneto-friulana è una idrostruttura alluvionale costituita sostanzialmente da depositi prevalentemente ghiaiosi nella zona a monte e sabbioso-ghiaiosi a valle e contenente una falda freatica che, ancora verso valle, emerge dal piano campagna, alimentando una fascia di risorgive ed una articolata serie di falde artesiane.

Nel dettaglio il tracciato di progetto interessa un territorio con caratteri idrogeologici sostanzialmente omogenei. Sono comunque rilevabili, in via preliminare, le peculiarità locali qui di seguito descritte.

L'area di Portogruaro è caratterizzata da un assetto idrogeologico definito dall'alternanze discontinue di litotipi prevalentemente argilloso-limosi, dotati di permeabilità bassa o molto bassa, con litotipi prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi con permeabilità medio-alta. Questi ultimi sono generalmente sede di falde di discreta rilevanza, anche se con scarsa continuità laterale e marcata variabilità dello spessore degli acquiferi. In superficie è generalmente presente una falda freatica o semiconfinata con soggiacenza di pochi metri dal piano campagna. La qualità delle acque sotterranee è molto variabile da zona a zona: generalmente nell'area settentrionale del portogruarese le acque sono potabili, di buona qualità e quantitativamente importanti; nell'area meridionale si localizzano acque termali a profondità superiori ai 400 m. Schematicamente, gli acquiferi confinati o semi-confinati si trovano in intervalli compresi tra 10 e 500 m di profondità dal piano campagna (Figura 64), dei quali la falda più sfruttata è ubicata tra i 480 e 560 m di profondità con un prelievo di circa 5.450.000 m^3/anno. L'utilizzo delle acque sotterranee varia, naturalmente, in funzione della loro qualità; nell'area settentrionale del portogruarese sono utilizzate, ad esempio, a fini idropotabili le falde ubicate a profondità maggiori di 30÷40 m da piano campagna.

N° acquifero	*Limiti*	*Profondità tetto (m)*	*Profondità letto (m)*
I	Semi confinato/ confinato	10	20 - 25
II	Confinato	34 - 40	50 - 55
III	Confinato	60 - 70	80 - 90
IV	Confinato	110 - 120	130 - 135
V	Confinato	150 - 160	220 - 240
VI	Confinato	240 - 250	290 - 300
VII	Confinato	300 - 310	350 - 380
VIII	Confinato	400 - 410	460
IX	Confinato	480 - 490	?
X	Non individuato nelle stratigrafie ma dalla presenza di pozzi profondi	?	?

Figura 64 Tabella degli acquiferi individuati del Portogruarese (da Dal Prà *et al.* 2000).

Nel territorio provincia di Udine, partendo dalla Linea delle risorgive e proseguendo verso sud, l'acquifero freatico ampiamente sviluppato nell'Alta pianura, si suddivide in un complesso multifalda caratterizzato da livelli ghiaioso-sabbiosi variamente intercalati a depositi argillosi sempre più frequenti e potenti. A cavallo della fascia delle risorgive si ha, quindi, una modesta falda freatica superficiale e alcune falde in pressione collegate verso monte con l'acquifero freatico. A valle della Linea delle risorgive, la falda freatica non è più presente con continuità, non essendoci depositi sufficientemente permeabili negli strati superficiali. L'intera zona si caratterizza, pertanto, per la presenza di sistemi multifalda artesiani che subiscono una generale diminuzione di potenza e di permeabilità, procedendo da nord verso sud e da est verso ovest.

Da dettagliati studi idrogeologici esistenti condotti complessivamente sull'area sub-pianeggiante e pianeggiante compresa tra i fiumi Tagliamento e Isonzo, è emerso che nel sottosuolo della Bassa pianura friulana sono individuabili i caratteri generali di sette falde artesiane superficiali, ossia comprese ad una profondità variabile da 30 a 300 m, e, per quanto noto al momento dello studio condotto, tre falde profonde, comprese, cioè, tra 400 e 600 m di profondità. Tale situazione naturalmente non è sempre riscontrabile nel sottosuolo della Bassa pianura, in quanto le caratteristiche litostratigrafiche variano sia arealmente che verticalmente. Nel complesso, le falde su menzionate non possono ritenersi uniformi e continue, ma contenute in acquiferi che variano in spessore e profondità oltre che in litologia, frequentemente suddivisibili, a loro volta, in diversi e, a volte modesti, orizzonti.

4.5 Analisi del tracciato

4.5.1.1 Caratteri geologici e geomorfologici

Tratto compreso tra il km 0+000 e il km 4+230

Il tratto in questione si colloca nella porzione più occidentale dell'area di studio, a quote comprese tra i 7.6 e gli 8.6 m circa s.l.m.. Il tracciato attraversa, praticamente ovunque, i termini litologici dei depositi alluvionali recenti (**5**), qui costituiti da terreni argilloso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi con frequenti livelli argillosi, sabbiosi e sabbioso-limosi. Tali depositi presentano spessori mediamente compresi tra 4.5 e 11.8 m e risultano poggianti sui

sottostanti litotipi dei depositi alluvionali antichi (**6**), composti invece da terreni prevalentemente argilloso-limosi con locali livelli argillosi, limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi mediamente poco potenti. Dal punto di vista geomorfologico non sono da evidenziare elementi di potenziale criticità mentre, dal punto di vista idrogeologico, si sottolinea la presenza di una falda freatica con superficie piezometrica posta circa 2.0 m sotto il p.c..

Tratto compreso tra il km 4+230 e il km 5+080

Questo tratto in esame ricade, nuovamente, nel parte occidentale del settore di studio, a quote variabili tra i 4.4 e i 6.9 m circa s.l.m.. Il tracciato attraversa, per tutto il suo sviluppo, i termini litologici dei depositi alluvionali antichi (**6**), qui composti da terreni sostanzialmente argilloso-limosi con locali livelli argillosi, limosi, limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi generalmente di modesta potenza. Sotto il profilo geomorfologico non è stata riscontrata la presenza di elementi di potenziale criticità mentre, dal punto di vista idrogeologico, non sono disponibili dati circa l'eventuale presenza di una falda all'interno degli orizzonti più permeabili.

Tratto compreso tra il km 5+080 e il km 7+290

Tale tratto si colloca sempre nella porzione occidentale dell'area di interesse, a quote comprese tra i 3.8 e i 6.6. m circa s.l.m.. Il tratto in esame intercetta, quasi ovunque, i litotipi dei depositi alluvionali recenti (**5**) che, in quest'area, risultano costituiti da terreni argilloso-limosi con locali livelli argillosi, limosi, limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi. Tali depositi possiedono spessori generalmente compresi tra 4.0 e 12.6 m e risultano poggianti sui sottostanti depositi alluvionali antichi (**6**), qui composti da terreni prevalentemente argilloso-limosi con rari livelli limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi spesso di notevole spessore. Infine, in copertura sulle suddette unità, si rinvengono ridotti lembi di depositi alluvionali dei paleoalvei (**4**), formati da terreni argilloso-limosi con spessori mediamente inferiori ai 2.8 m. Dal punto di vista geomorfologico non sono da evidenziare elementi di potenziale criticità mentre, in relazione agli aspetti idrogeologici, non sono disponibili dati circa l'eventuale presenza di una falda all'interno degli orizzonti più permeabili.

Tratto compreso tra il km 7+290 e il km 10+250

Il presente tratto ricade nei settori occidentali dell'area di studio, a quote variabili tra i 5.4 ed i 9.2 m circa s.l.m.. Il tracciato attraversa, in quest'area, i termini litologici dei depositi alluvionali attuali (**2**), qui costituiti da terreni limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi con locali livelli sabbiosi e argilloso-limosi talora di un certo spessore. I suddetti depositi presentano spessori mediamente compresi tra 5.5 e 9.7 m e risultano poggianti sui più antichi depositi alluvionali recenti (**5**), costituiti invece da terreni sabbioso-ghiaiosi con locali livelli argillosi, limosi, sabbiosi, ghiaiosi, argilloso-limosi e limoso-sabbiosi. Questi depositi presentano spessori variabili tra 5.2 e 12.0 m e risultano sovrapposti ai sottostanti depositi alluvionali antichi (**6**) che, in quest'area, risultano composti da terreni essenzialmente argilloso-limosi e limoso-sabbiosi con frequenti livelli limosi, sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi talora piuttosto potenti. All'interno di tali depositi, per la porzione centrale del tratto, si sottolinea inoltre la presenza di un importante orizzonte torboso, di estensione estremamente variabile e con spessori localmente prossimi ai 1.2 m. Infine, i suddetti depositi alluvionali attuali risultano ricoperti, localmente, da ridotti lembi di depositi alluvionali dei paleoalvei (**4**), sempre costituiti da terreni limosi e argilloso-limosi con spessori comunque inferiori ai 3.8 m. Dal punto di vista geomorfologico, l'unico elemento di potenziale criticità è rappresentato dal corso del Fiume Tagliamento, spesso caratterizzato da importanti esondazioni nelle aree limitrofe durante gli eventi piovosi più intensi. Sotto il profilo idrogeologico, invece, la presenza di una falda freatica con superficie piezometrica posta tra 2.0 e 3.7 m sotto il p.c..

Tratto compreso tra il km 10+250 e il km 16+520

Questo tratto è situato nella porzione centrale dell'area di studio, a quote comprese tra i 5.9 e gli 8.1 m circa s.l.m.. Il tracciato attraversa, per tutto il suo sviluppo, i litotipi dei depositi alluvionali recenti (**5**), qui costituiti da terreni argilloso-limosi con frequenti livelli argillosi, limosi, sabbiosi, ghiaiosi, limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi. Tali depositi mostrano spessori mediamente compresi tra 10.4 e 14.1 m e risultano sovrapposti ai sottostanti depositi alluvionali antichi (**6**), a loro volta composti da terreni prevalentemente argilloso-limosi con locali livelli argillosi, limosi, sabbiosi, limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi. All'interno di tali depositi, per la porzione centrale del tratto, si sottolinea nuovamente la presenza di un importante orizzonte torboso, che presenta discreta continuità ed estensione laterale, con spessori prossimi ad 1.0 m. Per quanto concerne l'aspetto geomorfologico non sono stati rilevati elementi di potenziale criticità mentre, sotto il profilo idrogeologico, si sottolinea la presenza di una falda semiartesiana con superficie piezometrica posta circa 3.2 m sotto il p.c..

Tratto compreso tra il km 16+520 e il km 17+830

Il tratto in questione si colloca nei settori centrali dell'area di studio, a quote comprese tra gli 1.8 ed i 4.3 m circa s.l.m.. Il tracciato intercetta, praticamente ovunque, i litotipi delle unità ubiquitarie (**3**) che, in quest'area, risultano costituite da terreni argillosi e sabbioso-limosi con spessori mediamente compresi tra 1.8 e 4.1 m. Tali depositi risultano poggianti sui più antichi depositi alluvionali recenti (**5**), costituiti da terreni argilloso-limosi e sabbioso-ghiaiosi con locali livelli più francamente sabbiosi. Questi ultimi depositi, infine, sono caratterizzati da spessori mediamente variabili tra 8.4 e 9.5 m e risultano poggianti sui termini litologici dei depositi alluvionali antichi (**6**), qui costituiti da terreni argilloso-limosi con frequenti livelli sabbiosi, limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi. Dal punto di vista geomorfologico, l'unico elemento di potenziale criticità è rappresentato dal corso del Fiume Stella, spesso caratterizzato da importanti esondazioni nelle aree limitrofe durante gli eventi piovosi più intensi. Sotto il profilo idrogeologico, invece, si segnala la presenza di una falda semiartesiana con superficie piezometrica posta in prossimità del p.c..

Tratto compreso tra il km 17+830 e il km 18+150

Questo tratto ricade nella porzione centrale dell'area di interesse, a quote variabili tra i 4.9 ed i 6.2 m circa s.l.m.. Il tracciato attraversa nuovamente i termini litologici dei depositi alluvionali recenti (**5**), sempre costituiti da terreni argilloso-limosi con locali livelli limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi. Questi depositi mostrano spessori mediamente compresi tra 5.5 e 13.4 m e risultano poggianti, come in precedenza, sui litotipi dei depositi alluvionali antichi (**6**), costituiti da terreni argilloso-limosi con locali livelli sabbiosi e limoso-sabbiosi generalmente poco potenti. Dal punto di vista geomorfologico non sono da evidenziare elementi di potenziale criticità mentre, in relazione agli aspetti idrogeologici, non sono disponibili dati circa l'eventuale presenza di una falda all'interno degli orizzonti più permeabili.

Tratto compreso tra il km 18+150 e il km 21+410

Tale tratto si colloca nella porzione centrale dei settori di interesse, a quote variabili tra i 6.8 ed i 7.9 m circa s.l.m.. Il tracciato attraversa, per tutto il suo sviluppo, i litotipi dei depositi alluvionali antichi (**6**), sempre costituiti da terreni prevalentemente argilloso-limosi con locali livelli sabbiosi, limoso-sabbiosi e sabbiosi-ghiaiosi generalmente poco potenti. Dal punto di vista geomorfologico non sono da evidenziare elementi di potenziale criticità mentre, sotto il profilo idrogeologico, non sono disponibili dati circa l'eventuale presenza di una falda all'interno degli orizzonti più permeabili.

Tratto compreso tra il km 21+410 e il km 25+850

Questo tratto è situato nei settori centrali dell'area di studio, a quote comprese tra i 7.5 ed i 9.6 m circa s.l.m.. Il tracciato interessa, ancora una volta, i termini litologici dei depositi alluvionali antichi (**6**) che, in quest'area, risultano costituti da terreni prevalentemente argilloso-limosi con frequenti livelli sabbiosi, limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi talora di notevole spessore. Per quanto concerne l'aspetto geomorfologico non sono stati rilevati elementi di potenziale criticità mentre, sotto il profilo idrogeologico, si sottolinea la presenza di una falda, freatica o semiartesiana, con superficie piezometrica posta circa al p.c..

Tratto compreso tra il km 25+850 e il km 29+260

Tale tratto ricade nella parte centrale dei settori di interesse, a quote variabili tra i 4.6 e i 9.1 m circa s.l.m.. Il tracciato interessa, quasi sempre, i litotipi dei depositi alluvionali antichi (**6**), qui rappresentati da terreni essenzialmente sabbiosi e argilloso-limosi con locali livelli sabbioso-ghiaiosi. I suddetti depositi risultano localmente ricoperti dai termini litologici delle unità ubiquitarie (**3**), sempre formati da terreni prevalentemente argillosi con spessori mediamente compresi tra 2.0 e 4.5 m. Sotto il profilo geomorfologico l'unico elemento di potenziale criticità è rappresentato dal corso del Fiume Corno, talora soggetto ad esondazioni mentre, dal punto di vista idrogeologico, non sono disponibili dati circa l'eventuale presenza di una falda all'interno degli orizzonti più permeabili.

Tratto compreso tra il km 29+260 e il 35+760

Il tratto in questione si colloca nella porzione centrale dell'area di studio, a quote mediamente comprese tra gli 1.5 ed i 7.4 m circa s.l.m.. Il tracciato attraversa, praticamente ovunque, i termini litologici dei depositi alluvionali antichi (**6**) che, in questo settore, risultano composti da terreni argilloso-limosi e sabbioso-ghiaiosi con frequenti livelli limosi, sabbiosi e limoso-sabbiosi talora piuttosto potenti. Dal punto di vista geomorfologico non sono da evidenziare elementi di potenziale criticità mentre, sotto il profilo idrogeologico, non sono disponibili dati circa l'eventuale presenza di una falda all'interno degli orizzonti più permeabili.

Tratto compreso tra il km 35+760 e il km 37+290

Questo tratto ricade nei settori centrali dell'area di studio, a quote variabili tra i 2.2 ed i 3.0 m circa s.l.m.. Il tracciato interessa, praticamente ovunque, i termini litologici dei depositi alluvionali recenti (**5**), qui costituiti da terreni argilloso-limosi con locali livelli limosi, sabbiosi e limoso-sabbiosi. Tali depositi presentano spessori mediamente compresi tra 3.5 e 5.6 m e risultano poggianti sempre sui litotipi dei depositi alluvionali antichi (**6**), composti da terreni fortemente eterogenei di natura sabbiosa, argilloso-limosa, limoso-sabbiosa e sabbioso-ghiaiosa. All'interno di tali depositi, per la porzione centrale del tratto in oggetto, si sottolinea inoltre la presenza di un importante orizzonte torboso molto compressibile, di estensione estremamente variabile e con spessori localmente prossimi ai 4.0÷5.0 m. Sotto il profilo geomorfologico si evidenzia l'assenza di elementi di potenziale criticità mentre, dal punto di vista idrogeologico, si sottolinea la presenza di una falda, freatica o semiartesiana, con livello piezometrico posto a circa tra 1.0 m sotto il p.c..

Tratto compreso tra il km 37+290 e il km 37+870

Il presente tratto si colloca nei settori orientali dell'area di interesse, a quote comprese tra i 3.1 ed i 3.6 m circa s.l.m.. Il tracciato attraversa, per tutto il suo sviluppo, i termini litologici delle unità ubiquitarie (**3**), ancora una volta costituiti da terreni argillosi e limoso-sabbiosi con spessori mediamente compresi tra 2.0 e 4.6 m. Tali depositi poggiano, come nei tratti precedenti, sui litotipi dei depositi alluvionali recenti (**5**) che, in quest'area, risultano composti da terreni limoso-sabbiosi con locali livelli limosi e argilloso-limosi. Questi ultimi depositi presentano spessori generalmente variabili tra 1.5 e 5.5 m e poggiano, come sempre, sui termini litologici dei depositi alluvionali antichi (**6**), qui costituiti da terreni limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi con locali livelli sabbiosi e argilloso-limosi. Dal punto di vista geomorfologico non sono da evidenziare elementi di potenziale criticità mentre, sotto il profilo idrogeologico, si evidenzia la presenza di una falda, freatica o semiartesiana, con superficie piezometrica posta tra 1.5 e 3.0 m dal p.c..

Tratto compreso tra il km 37+870 e il km 44+240

Il tratto in esame ricade nella porzione orientale dell'area di studio, a quote variabili tra i 3.2 ed i 7.4 m circa s.l.m.. Il tracciato interessa nuovamente i litotipi dei depositi alluvionali recenti (**5**), prevalentemente costituiti da terreni argilloso-limosi e sabbioso-ghiaiosi con locali livelli limoso-sabbiosi poco potenti. Questi depositi mostrano spessori generalmente compresi tra 6.6 e 12.3 m e poggiano, praticamente ovunque, sui termini litologici dei depositi alluvionali antichi (**6**), probabilmente costituiti da terreni limoso-sabbiosi e sabbioso ghiaiosi con rari livelli argillosi, sabbiosi e argilloso-limosi. Infine, i depositi alluvionali suddetti risultano ricoperti, localmente, da lembi poco estesi di depositi alluvionali dei paleoalvei (**4**), sempre costituti da terreni argilloso-limosi con spessori sempre inferiori ai 2.0 m. Sotto il profilo geomorfologico si evidenzia l'assenza di elementi di potenziale criticità mentre, dal punto di vista idrogeologico, si sottolinea la presenza di una falda, freatica o semiartesiana, con livello piezometrico posto a circa 4.0 m dal p.c.. A tal riguardo è importante segnalare che il tracciato, in prossimità del km 44+100 circa, intercetta la linea di probabile emergenza delle risorgive che, come già detto, presenta una marcata variabilità stagionale, talora con locale risalita del livello di falda anche sopra il p.c.. La suddetta

oscillazione del livello di falda rappresenta senza dubbio un elemento di importante criticità sia in senso idrogeologico sia in senso geotecnico.

Tratto compreso tra il km 44+240 e il km 45+724

Tale tratto si colloca nella porzione orientale del settore in esame, a quote compre tra i 7.3 ed i 9.3 m circa s.l.m.. Il tracciato interessa, per tutto il suo sviluppo, i termini litologici dei depositi alluvionali attuali (**2**), qui costituiti da terreni sabbioso-ghiaiosi con locali livelli più francamente ghiaiosi e limoso-sabbiosi. Tali depositi presentano spessori mediamente compresi tra 1.5 e 8.2 m e risultano ricoperti, localmente da ridotti lembi di depositi alluvionali dei paleoalvei (**4**), sempre in *facies* argilloso-limosa. La suddetta unità risulta inoltre poggiante sui termini litologici dei depositi alluvionali recenti (**5**), qui costituiti da terreni prevalentemente sabbioso-ghiaiosi con spessori mediamente compresi tra 5.8 e 10.5 m. Quest'ultima unità, infine, risulta poggiante sui litotipi dei depositi alluvionali antichi (**6**), sempre costituiti da terreni sabbioso-ghiaiosi con rari livelli più francamente argillosi, sempre con spessori piuttosto esigui. Dal punto di vista geomorfologico, l'unico elemento di potenziale criticità è rappresentato dal corso del Fiume Isonzo, spesso caratterizzato da importanti esondazioni nelle aree limitrofe durante gli eventi piovosi più intensi. Sotto il profilo idrogeologico, invece, la presenza di una falda, freatica o semiartesiana, con superficie piezometrica posta tra 2.5 e 3.8 m sotto il p.c.. A tal riguardo è importante segnalare che il tracciato, in prossimità del km 44+100 circa, intercetta la linea di probabile emergenza delle risorgive che, come già detto, presenta una marcata variabilità stagionale, talora con locale risalita del livello di falda anche sopra il p.c.. Tale allineamento, in particolare, ricade poche centinaia di metri all'interno del tratto precedente ma, a causa della forte variabilità spaziale, rappresenta un elemento di particolare attenzione anche per la presente area. La suddetta oscillazione del livello di falda rappresenta senza dubbio un elemento di importante criticità sia in senso idrogeologico sia in senso geotecnico.

Tratto compreso tra il km 45+724 e il km 46+796

Il tratto in esame ricade nella porzione più orientale del settore di studio, a quote mediamente comprese tra gli 8.0 e i 9.3 m circa s.l.m.. Il tracciato interessa, per tutto il suo sviluppo, i termini litologici dei depositi alluvionali recenti (**5**), qui costituiti da terreni prevalentemente sabbioso-ghiaiosi con rari livelli argilloso-limosi. Tali depositi presentano spessori mediamente compresi tra i 13.0 ed i 14.2 m e risultano poggianti sui termini litologici dei depositi alluvionali antichi (**6**), sempre composti da terreni prevalentemente sabbioso-ghiaiosi. Inoltre, in copertura sui depositi alluvionali recenti, si rinvengono ridotti lembi di depositi alluvionali dei paleoalvei (**4**), costituiti da terreni prevalentemente argilloso-limosi con spessori mediamente inferiori a 1.2 m. Dal punto di vista geomorfologico non sono da evidenziare elementi di potenziale criticità mentre, in relazione agli aspetti idrogeologici, non sono disponibili dati circa l'eventuale presenza di una falda all'interno degli orizzonti più permeabili. A tal riguardo è importante segnalare che il tracciato, in prossimità del km 44+100 circa, intercetta la linea di probabile emergenza delle risorgive che, come già detto, presenta una marcata variabilità stagionale, talora con locale risalita del livello di falda anche sopra il p.c.. Tale allineamento, in particolare, nel tratto in esame ricade poche centinaia di metri a sud della linea ferroviaria in progetto ma, a causa della forte variabilità spaziale, rappresenta un elemento di particolare attenzione anche per la presente area. La suddetta oscillazione del livello di falda rappresenta senza dubbio un elemento di importante criticità sia in senso idrogeologico sia in senso geotecnico.

Il tratto in questione, infine, rappresenta la parte terminale della Tratta Portogruaro – Ronchi dei Legionari e, allo stesso tempo, la parte iniziale della Tratta Ronchi dei Legionari – Trieste, in quanto è presente una zona di sovrapposizione tra i due studi di circa 3 km. Per quest'area, quindi, al fine di una chiara lettura delle cartografie geologiche di base di entrambe i tratti, si sottolinea che i depositi alluvionali attuali (2) del presente studio corrispondono perfettamente alla "Sub-Unità di Monastero (Unità di Grado)" della Tratta Ronchi dei Legionari –

Trieste, mentre i depositi alluvionali recenti (5) di questo studio coincidono con la "Sub-Unità di Aquileia (Unità di Grado)" della tratta successiva.

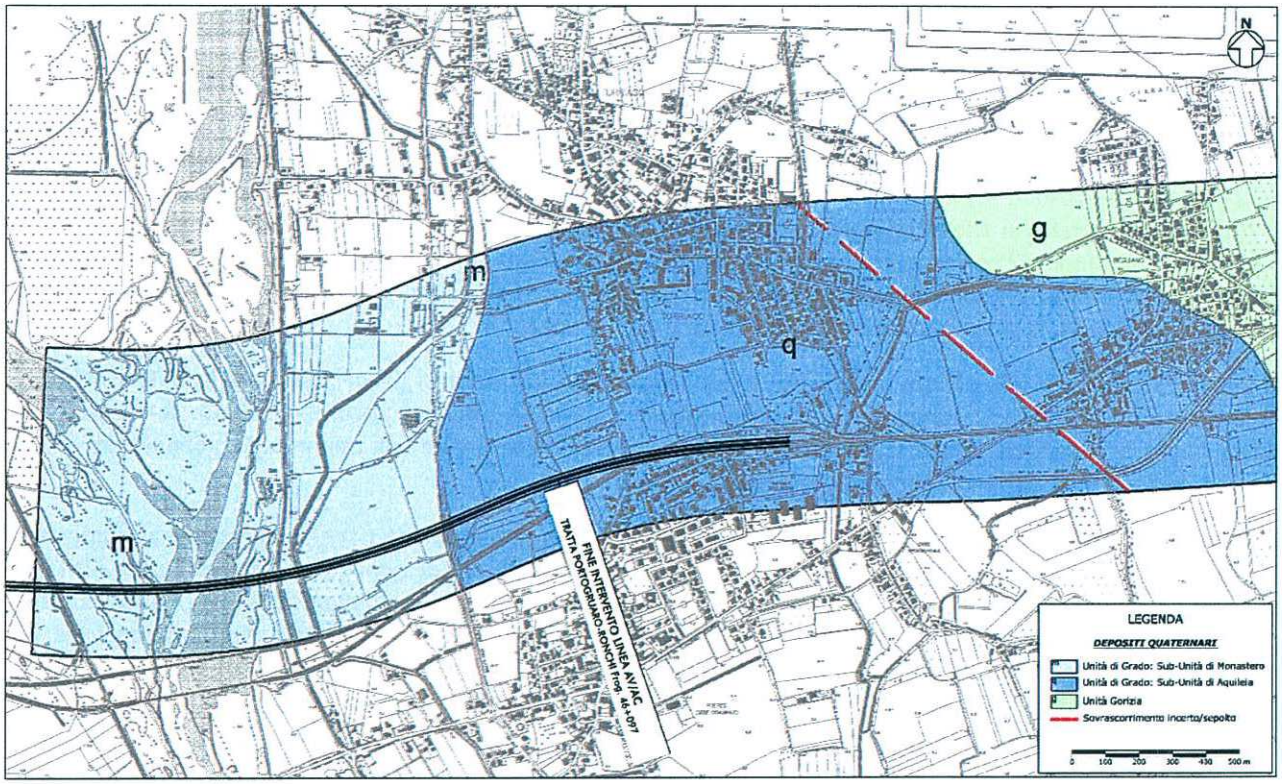


Figura 28 **Stralcio della carta geologica di base della Tratta Ronchi dei Legionari – Trieste nella zona di sovrapposizione con il presente studio.**

Tratto compreso tra il km 0+000 e il km 11+362 del tratto Palmanova - Cervignano

Tale tratto si colloca nel settore centrale dell'area di interesse, a quote mediamente comprese tra i 6.9 ed i 27.9 m circa s.l.m.. Il tracciato interessa, per tutto il suo sviluppo, i termini litologici dei depositi alluvionali antichi (**6**), qui costituiti da terreni prevalentemente argilloso-limosi e sabbioso-ghiaiosi con locali livelli sabbiosi e limoso-sabbiosi. Dal punto di vista geomorfologico non sono da evidenziare elementi di potenziale criticità mentre, dal punto di vista idrogeologico, si sottolinea la presenza di una falda, freatica o semiartesiana, con superficie piezometrica posta circa 2.5 m sotto il p.c., almeno nella porzione settentrionale del tratto. A tal riguardo è importante segnalare che il tracciato, in prossimità del km 2+750 circa, intercetta la linea di probabile emergenza delle risorgive che, come già detto, presenta una marcata variabilità stagionale, talora con locale risalita del livello di falda anche sopra il p.c.. La suddetta oscillazione del livello di falda rappresenta senza dubbio un elemento di importante criticità sia in senso idrogeologico sia in senso geotecnico.

Tratto compreso tra il km 0+000 e il km 5+535 del tratto Raccordo Merci Sud

Il tratto in esame si colloca nel settore nord-orientale dell'area di studio, a quote comprese tra i 10.2 e i 13.8 m circa s.l.m.. Il tracciato in esame attraversa, per buona parte del suo sviluppo, i termini litologi dei depositi alluvionali antichi (**6**) e, solo nella parte più orientale del tratto, quelli dei soprastanti depositi alluvionali recenti

(**5**). In entrambe i casi, le unità suddette risultano costituite da terreni essenzialmente argilloso-limosi e sabbioso-ghiaiosi con locali livelli argillosi, sabbiosi e limoso-sabbiosi, anche se si nota una certa dominanza dei depositi granulari grossolani all'interno dei depositi alluvionali antichi. Sotto il profilo geomorfologico non sono da evidenziare elementi di potenziale criticità mentre, dal punto di vista idrogeologico, si evidenzia la presenza di una falda, freatica o semiartesiana, con superficie piezometrica posta tra 2.1 e 3.7 m sotto il p.c..

4.5.1.2 Caratteri idrologici ed idrogeologici

Il tracciato ferroviario ha origine nella zona di contatto tra il complesso idrogeologico dei depositi sabbioso-ghiaiosi (4) (pk. 0+000-0+050) ed il complesso dei depositi argilloso-limosi (2) che si estende fino al km 4+200 circa. Lungo tutto il tratto si rileva la presenza di una falda freatica con superficie piezometrica posta circa 2.0 m sotto il p.c.. Il complesso (2) è costituito da argille, argille limose e limi argillosi, talora torbosi, con intercalazioni limoso-sabbiose e sabbioso-ghiaiose poco potenti; solitamente questo complesso non mostra la presenza di falde o corpi idrici significativi, la permeabilità è di grado basso e molto basso.

Dal il km 4+230 al km 5+080 affiora in complesso dei depositi limoso-sabbiosi (3) costituito da limi, limi sabbiosi e sabbie limose, con torbe ed intercalazioni argilloso-limose e sabbioso-ghiaiose poco potenti; tale complesso può contenere falde a superficie libera e in pressione con spessore, estensione ed importanza generalemtne non rilevanti; la permeabilità varia da grado medio a basso.

Dalla pk 5+080 alla pk 7+290 affiora nuovamente il complesso argilloso-limoso (2) che raggiunge il complesso limoso-sabbioso (3) osservabile fino alla pk 8+350, seguito da un tratto in cui i complessi idrogeologici (2)/(3) e (4= si snodano seguendo l'andamento degli antici alvei e meandri del Fiume Tagliamento, per poi riaffiorare fino alla pk 10+250. In questo tratto si rileva la presenza di una falda freatica con una soggiacenza variabile tra 2.0 e 3.7 m. Sotto il profilo idraulico si incontra, tra il km 6+500 e 8+350, un'area a media pericolosità di esondazione (P1) situata in destra del Fiume Tagliamento; anche in sinistra, tra il km 9+950 e il km 14+050, si rileva la presenza di un'area a moderata pericolosità idraulica P1 situata in sinistra del Tagliamento.

Dal km 10+250 a 11+000 circa affiora il complesso dei depositi ghiaiosi (4) costituito da sabbie, sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose, con torba ed intercalazioni argilloso-limose e limoso-sabbiose poco potenti; in questo complesso sono presenti falde a superficie libera o in pressione con caratteristiche idrogeologiche significative e buona permeabilità. Segue, fino alla pk 12+100 il complesso argilloso-limoso (2), nuovamente il (4) fino a 13+500 e poi il complesso (2) fino al km 16+520. In questo settore si rileva la presenza di una falda semiartesiana con superficie piezometrica posta circa 3.2 m sotto il p.c..

Dalla pk 16+520 alla 18+100 circa si rinviene il complesso dei depositi limoso-sabbiosi (3) che occupano l'alveo del Fiume Stella, confinante verso est con una sequenza tra i complessi (2) e (4) schematizzabile come segue:

Complesso Idrogeologico (n.)	Da pk	A pk
Complesso 4	*18+100*	*18+770*
Complesso 2	*18+770*	*19+200*
Complesso 4	*19+200*	*19+500*
Complesso 2	*19+500*	*20+100*
Complesso 4	*20+100*	*20+750*
Complesso 2	*20+750*	*21+800*
Complesso 4	*21+800*	*22+200*
Complesso 2	*22+200*	*22+800*
Complesso 4	*22+800*	*23+500*
Complesso 2	*23+500*	*23+800*
Complesso 4	*23+800*	*24+050*
Complesso 2	*24+050*	*24+300*
Complesso 4	*24+300*	*24+700*
Complesso 2	*24+700*	*25+250*
Complesso 4	*25+250*	*25+950*

In corrispondenza della pk. 17+150 circa viene oltrepassato, mediante viadotto, il Fiume Stella del quale non sono disponibili perimetrazioni di pericolosità idraulica. Dalla pk 21+500 alla 25+950 si sottolinea la presenza di una falda, freatica o semiartesiana, con superficie piezometrica posta circa al p.c..

Dal km 25+950 al 26+200 affiora il complesso (3), seguito dal complesso (2) fino al km 27+050 circa poi nuovamente il complesso (4) fino al 27+400, il complesso (2) che raggiunge il 27+700 ed il complesso (4) fino al 27+850.

Al km 28+000 circa viene oltrepassato il Fiume Corno che scorre sul complesso limoso-sabbioso (3) compreso tra le pk 27+850 e 28+200; il tracciato interessa nuovamente il complesso sabbioso-ghiaioso (4) fino al km 28+300, il complesso argilloso-limoso che raggiunge il km 28+600. La sequenza tra i complessi (2) e (4) è schematizzabile come segue:

Complesso Idrogeologico (n.)	Da pk	A pk
Complesso 4	*28+600*	*28+950*
Complesso 2	*28+950*	*29+600*
Complesso 4	*29+600*	*30+200*
Complesso 2	*30+200*	*30+950*
Complesso 4	*30+950*	*32+100*
Complesso 2	*32+100*	*33+100*
Complesso 4	*33+100*	*33+600*
Complesso 2	*33+600*	*34+600*

Tra il Km 34+600 e il Km 35+800 ci troviamo nel territorio comunale di Tor Viscosa; qui a quote a cavallo della superficie del mare (0 m slm) incontriamo il complesso idrogeologico dei depositi sabbioso-ghiaiosi (4). Il terreno presenta una permeabilità, esclusivamente per porosità, che varia tra i 10'-2 e i 10 cm\s. Il terreno è stato

sicuramente frutto dei cicli di erosione\sedimentazione ad opera del Fiume Ausa, che qui si dirama in due tronchi e attraversa proprio nell'arco indicato dalle progressive la tratta ferroviaria.

La superficie isopiezometrica di m. 5.0 viene registrata, anche con l'ausilio di una sequenza di pozzi di monitoraggio dislocati su tutto il territorio in esame le cui loro posizioni sono ben visualizzate in carta, poco a nord del tracciato, con un andamento che mostra un drenaggio verso sud che la porta inevitabilmente a incrociare la linea ferroviaria al Km 38+000.

L'opera poggia per quasi 10 Km, esattamente tra la progressiva 35+800 e la 44+250 km, sul complesso idrogeologico (2), il complesso idrogeologico dei depositi argilloso-limosi. La permeabilità dei terreni è variabile da bassa a molto bassa, attestandosi sull'ordine del 10'-6 cm\s.

La linea isopiezometrica si mantiene con direzione parallela all'opera per tutto il tratto e anche la profondità rimane invariata a 5.0 m; non vi sono elementi idrografici significativi, poiché la zona si presenta pressoché pianeggiante e interessata quasi ovunque da canali di irrigazione e collettori delle acque.

Al Km 44+250,000 il panorama incontrato è ben diverso, infatti la presenza dell'elemento a più alta criticità idrica del settore, e cioè il Fiume Isonzo, modifica sia la pericolosità idraulica della zona, che la tessitura e il comportamento idrogeologico dei terreni stessi.

Tra il Km 44+250 e il Km 45+700 il complesso idrogeologico che fa da contorno all'Isonzo (e il suo rispettivo bacino idrico esteso in tale segmento di tratta) è quello dei depositi sabbioso-ghiaiosi (4).

Per quanto riguarda invece la pericolosità idraulica si segnala la presenza di un'area P2 (a media pericolosità idraulica) tra il Km 44+000 – 44+300, la quale diviene P3 (elevata pericolosità idraulica) tra la progressiva 44+300 e 44+500. Come nuovo elemento idrogeologico nel settore abbiamo una fascia di probabile emergenza delle risorgive al Km 44+000.

Il tracciato termine al Km 46+097.000 senza segnalare altre particolari pericolosità idrogeologiche.

Tratto compreso tra il km 0+000 e il km 11+362 del tratto Palmanova – Cervignano

Come descritto nel capitolo precedente tale tratto si colloca nel settore centrale dell'area di interesse; le quote sono mediamente comprese tra i 6.9 ed i 27.9 m circa s.l.m.. Il tracciato interessa, per tutto il suo sviluppo il complesso dei depositi sabbioso-ghiaiosi (4); si sottolinea la presenza di una falda, freatica o semiartesiana, con superficie piezometrica posta circa 2.5 m sotto il p.c., almeno nella porzione settentrionale del tratto. A tal riguardo è importante segnalare che il tracciato, in prossimità del km 2+750 circa, intercetta la linea di probabile emergenza delle risorgive che, come già detto, presenta una marcata variabilità stagionale, talora con locale risalita del livello di falda anche sopra il p.c..

Tratto compreso tra il km 0+000 e il km 5+535 del tratto Raccordo Merci Sud

Questo tratto si colloca nel settore nord-orientale dell'area di studio, a quote comprese tra i 10.2 e i 13.8 m circa s.l.m.. Il tracciato in esame attraversa dalla pk 0+000 alla 2+000 circa il complesso argilloso-limoso (2), a cui segue il complesso sabbioso-ghiaioso (4) fino a 2+500, poi il complesso (2) fino al km 3+000 circa che raggiunge il km 5+000 circa.

Dalla pk 5+000 circa si rinviene nuovamente il complesso (2) fino a fine tratta (pk 5+535); si evidenzia la presenza di una falda, freatica o semiartesiana, con superficie piezometrica posta tra 2.1 e 3.7 m sotto il p.c..

4.6 Valutazione delle interferenze

Facendo riferimento alle condizioni geologiche dell'intero settore di territorio interessato dalla linea ferroviaria, si è proceduto ad un'analisi delle possibili interferenze tra le opere ed i caratteri morfologici, geologico-tecnici ed idrogeologici rilevati.

Come si evince nelle note che seguono, ai fini del controllo delle potenziali interferenze, sono previste azioni di monitoraggio.

4.6.1 Interferenza con aree costituite da terreni a scadenti caratteristiche geotecniche

Il tracciato ferroviario si sviluppa in un settore di territorio costituito da diversi depositi sedimentari caratterizzati da differenti caratteristiche di portanza, talora scadenti

Rapporto opera-criticità "Interferenza con aree costituite da terreni a scadenti caratteristiche geotecniche" ed interventi di mitigazione prevedibili

Nelle situazioni in cui il tracciato interessa depositi scadenti la tutela ambientale è garantita dalle stesse verifiche che vengono effettuate a supporto della progettazione degli interventi.

Sensibilità del territorio	**Azioni di progetto**	**Impatti prevedibili**	**Ottimizzazioni progettuali e mitigazioni previste**
- terreni di fondazione a bassa portanza	*- presenza del corpo ferroviario*	*- possibile innesco di fenomeni di cedimento e limitrofi rigonfiamenti*	*- operazioni di adeguamento statico*

4.6.2 Sviluppo opera in aree soggette a subsidenza naturale e artificiale

L'evoluzione geologica del sottosuolo della pianura veneto-friulana si conclude nel Quaternario (da 1,8 Milioni di anni ad oggi) con un'alternanza di fasi di sedimentazione marina e continentale, guidate sempre dal gioco complesso tra variazioni del livello marino e della quantità degli apporti detritici, indotte principalmente da fattori climatici, evariazioni della velocità di subsidenza naturale determinate da cause tettoniche e, in parte, antropiche (es emungimento delle acque sotterranee).

L'area di interesse progettuale ricade in un settore sudalpino in cui i processi di subsidenza, di natura prevalentemente strutturale, non sono attualmente stabilizzati ma mostrano valori massimi che si aggirano intorno ai 10-12 mm/anno.

Rapporto opera-criticità "subsidenza" ed interventi di mitigazione prevedibili mediante interventi di monitoraggio continuo

Tale criticità, legata in massima parte all'evoluzione strutturale dell'area, risulta essere svincolata in maniera assoluta dalla presenza dell'infrastruttura in progetto, nel senso che la realizzazione della linea ferroviaria non ha alcun rapporto diretto con il fenomeno.

Al riguardo si segnala che gli Enti preposti alla salvaguardia del territorio (es Autorità di Bacino) hanno messo in atto una serie di azioni idonee per il controllo ed il monitoraggio del fenomeno. In tal senso quindi non si ravvisano fenomeni ascrivibili all'opera in progetto.

Sensibilità del territorio	**Azioni di progetto**	**Impatti prevedibili**	**Ottimizzazioni progettuali e mitigazioni previste**
- aree soggette a subsidenza	*- presenza del corpo ferroviario*	*- trascurabili*	*- non necessari*

4.6.3 Attraversamento di aree di ricarica idrogeologica

Si tratta di tutte le aree a permeabilità media e medio-alta in cui, rispetto alle precipitazioni totali, la percentuale di acque di infiltrazione prevale nettamente sulle perdite per evapotraspirazione e ruscellamento superficiale; sono incluse inoltre le zone in cui i fiumi hanno un carattere disperdente nell'ambito dei depositi alluvionali.

Rapporto opera-criticità "aree di ricarica idrogeologica" ed interventi di mitigazione prevedibili e finalizzati a garantire un adeguato deflusso idrico superficiale.

La costruzione della struttura ferroviaria rappresenta la creazione di una zona di impermeabilizzazione di una dimenzione tale da essere (sia in termini percentuali che assoluti) del tutto ininfluente poiché l'alimentazione della falda non viene modificata. Ci si attende infatti che la ricarica delle circolazioni sotterranee avvenga sia tramite le precipitazioni dirette che mediante l'infiltrazione ad opera di fiumi, torrenti e canali situati all'intorno dellìopera.

Sensibilità del territorio	**Azioni di progetto**	**Impatti prevedibili**	**Ottimizzazioni progettuali e mitigazioni previste**
- aree caratterizzata da infiltrazioni che alimentano la falda idrica sotterranea.	*- realizzazione sede ferroviaria*	*- trascurabile*	*- trascurabile*

4.6.4 Valutazione delle interferenze con l'elettrodotto

4.6.4.1 Inquadramento geografico ed idrografico

Il settore di territorio interessato dalla realizzazione dell'Elettrodotto ricade nella Bassa Pianura Friulana che è suddivisibile in tre zone:

- una zona superiore, caratterizzata dal fenomeno della risorgenza quasi totalmente impaludata (25.000 ettari);

- una zona intermedia dove si trovano prati prevalentemente asciutti ed aree boscose (23.000 ettari);
- una zona inferiore, costituita in larga parte da paludi (21.000 ettari di superficie).

Nell'ambito di tale settore si sviluppano i sistemi fluviali dei bacini Cormor e Corno che mostrano le caratteristiche di seguito descritte.

4.6.4.2 Bacino del torrente Cormor

L'asta del torrente Cormor si sviluppa lungo l'area collinare morenica e percorre tutta la Pianura Friulana secondo una direttrice nord-sud che lambisce ad ovest l'abitato di Udine per una lunghezza complessiva di circa 64 km.

Il bacino del torrente Cormor è stato suddiviso in tre principali aree fisiografiche (Figura 65):

- bacino collinare;
- alveo dell'Alta Pianura;
- alveo della Bassa Pianura.

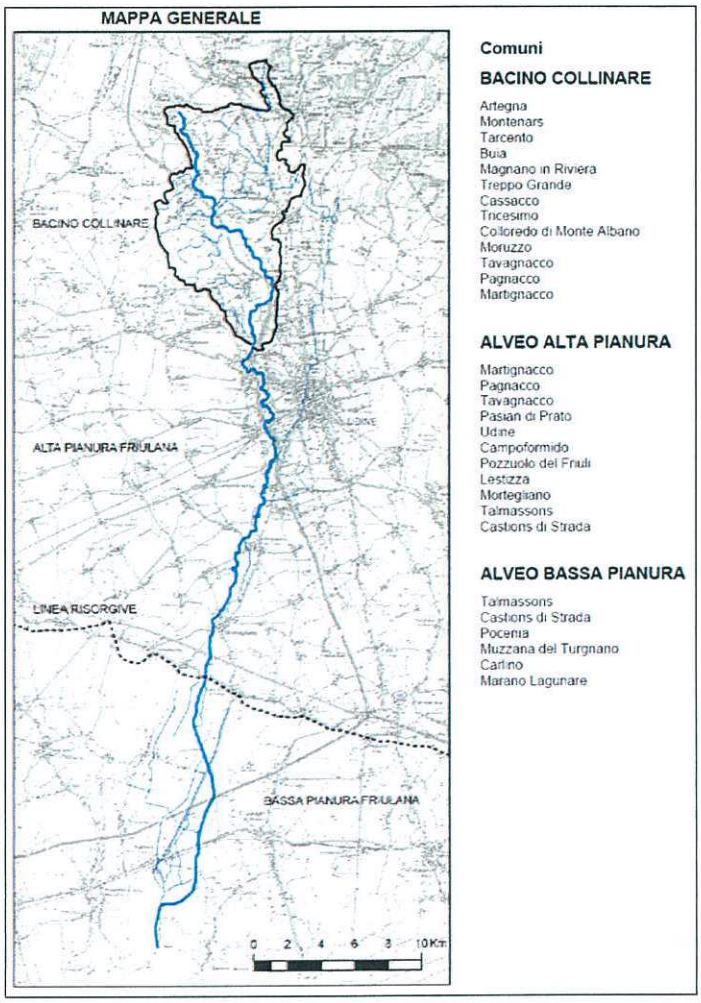


Figura 65 Inquadramento territoriale generale del torrente Cormor

Nella Bassa Pianura Friulana, al di sotto della fascia delle risorgive, il torrente Cormor attraversa i Comuni di Castions di Strada, Carlino, Pocenia, Muzzana del Turgnano e Marano Lagunare, come riportato in Figura 66.

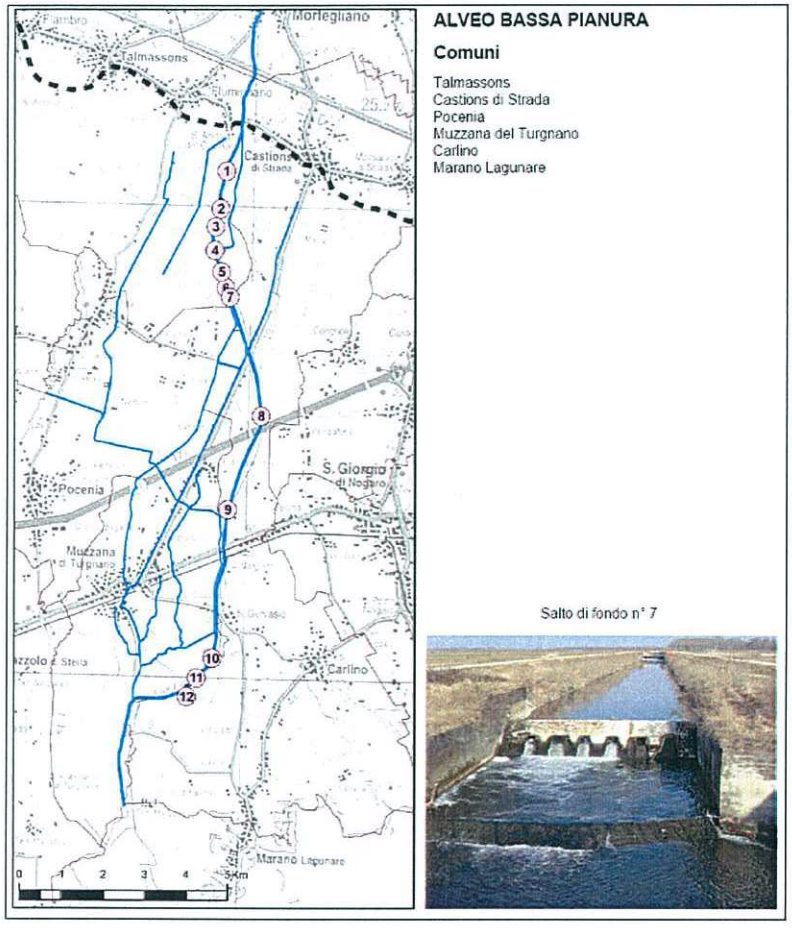


Figura 66 Inquadramento territoriale dell'alveo della Bassa Pianura del torrente Cormor, Comuni di pertinenza e salti di fondo.

In questo tratto, dove si sviluppa una fitta rete idrografica artificiale, il torrente Cormor confina ad ovest con il bacino idrografico del fiume Stella, ad est con il sistema Aussa-Corno ed a sud con la zona a scolo meccanico. L'unico affluente naturale è il fiume Muzzanella che si immette in destra orografica all'altezza del Bosco Bando e si separa poco prima dello sbocco in laguna.

Nei progetti iniziali del Consorzio della Bassa Friulana l'alveo del torrente a monte di Sant'Andrat, fino all'altezza di Mortegliano, è stato calibrato per una portata massima di 100 m3/s. Il nuovo canale in uscita dalla cassa è stato dimensionato per la portata di 30 mc/s, con volumi invasati nel bacino di espansione fino a 70 mc/s, che al termine dell'onda di piena vengono gradualmente scaricati nell'alveo a valle. *Foramitti* [2001].

Il continuo progressivo aumento delle portate ha determinato la necessità della costruzione della cassa di espansione in località Sant'Andrat e di una canalizzazione per il recapito delle acque in laguna.

Della portata in arrivo alla cassa, valutata in massimi 100 mc/s, 30 mc/s vengono lasciati transitare lungo il canale Cormor e 70 mc/s vengono avviati verso il bacino di espansione tramite il canale denominato "Moretto" che lo attraversa ed assume le funzioni di canale colatore dell'intero bacino con scarico finale nel canale Cormor.

L'incremento delle aree costruite e pavimentate, ha provocato una conseguente diminuzione della capacità di infiltrazione dell'acqua piovana nel terreno e al contempo un maggior deflusso delle acque superficiali che confluiscono nel torrente Cormor. Tutto ciò comporta la crescente difficoltà da parte del torrente a smaltire le portate di piena ed è evidente che se si verificano problematiche

inerenti alla capacità di deflusso delle acque a monte, queste si ripercuoteranno anche a valle.

Al di sotto della linea delle risorgive a valle della cassa di espansione di Sant'Andrat, il torrente Cormor ha essenzialmente una funzione di trasporto delle acque sino in laguna.

In questo percorso il torrente Cormor svolge una importante funzione di drenaggio e irrigazione dei territori della Bassa Pianura Friulana attraverso un sistema strutturato di canali di gronda e paratoie idrauliche.

Dopo la grande esondazione verificatasi nel 1998, sono stati avviati degli studi volti ad analizzare la situazione e a trovare le possibili soluzioni. Pensando agli errori di sottovalutazione delle portate di piena del torrente Cormor come esposto in questo excursus storico, deve ritornare preminente, in questa fase di messa a punto di un piano sostenibile di difesa idraulica di tutto il bacino idrografico del torrente Cormor, l'attenzione nei confronti di una visione globale, che permetta di vedere e capire le dinamiche che riguardano il torrente dalla sorgente alla foce.

Le opere più importanti eseguite sul torrente Cormor si possono così riassumere (Figura 67 - Tagliaferri et al, [1990]):

- cassa di espansione a Sant'Andrat e due ponti sulla ferrovia e sulla statale S.S. 14 realizzati tra 1940-41 e 1945-55
- opere di canalizzazione verso la laguna e delle canalizzazioni trasversali per km 23.500 realizzati tra il 1944 e 1963
- canalizzazione verso Mortegliano per un tratto di 7,2 km realizzata tra il 1979-1982.

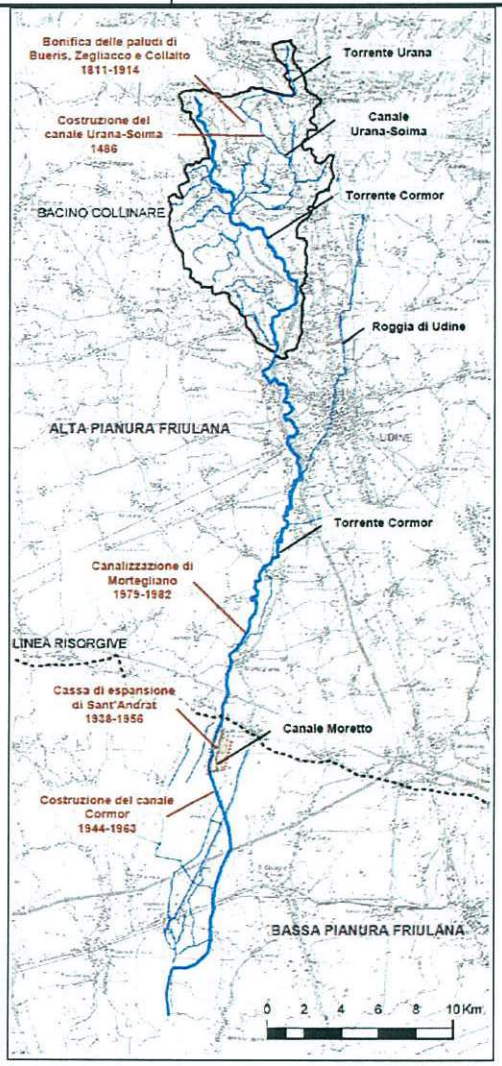


Figura 67 Storia idraulica del torrente Cormor

4.6.4.3 Strutture arginali dell'asta fluviale

La tipologia delle strutture arginali è costituita esclusivamente da rilevati in materiali sciolti (Figura 68), provenienti dalle aree adiacenti, con conseguenti problemi di tenuta e di stabilità sia nel rilevato che in fondazione, insieme a notevoli esigenze di sicurezza. I lavori per la realizzazione del canale di inalveazione del torrente Cormor sino in laguna (Figura 69) si estesero dal 1944 al 1963, da parte del Consorzio di bonifica.

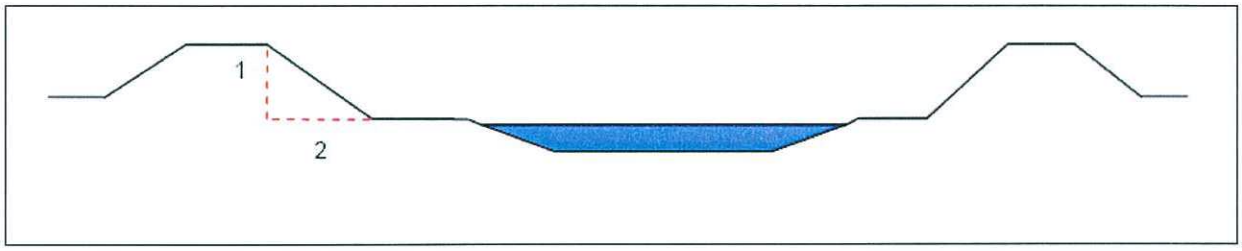


Figura 68 Rappresentazione schematica della struttura arginale dell'asta della Bassa Pianura del torrente Cormor



Figura 69 Foto degli argini della Bassa Pianura del torrente Cormor

4.6.4.4 Connessione tra alveo fluviale e drenaggi urbani

L'unico scarico diretto sul torrente Cormor nel tratto della Bassa Pianura è quello proveniente dall'abitato di Sant'Andrat, che scarica in destra idrografica poco a valle della biforcazione con il canale Moretto, in corrispondenza della cassa di espansione.

Nella Tabella seguente sono riportati a titolo conoscitivo le portate riassuntive degli scarichi provenienti dai Comuni limitrofi all'asta principale. *Foramitti* [2001]. Da sottolineare il fatto che le portate in tabella non affluiscono direttamente nell'alveo principale bensì in scoli e fossi vari.

Comune	m^3/s
Talmassons (fr. S. Andrai – Flumignano)	2,60
Castions di Strada	2,60
Pocenia (fr. Torsa mc/s 0,20 e Paradiso mc/s 0,30)	0,50
Muzzana del Turgnano	1,90
Carlino (fr. S. Gervaso)	0,50
Totale	8,10

Tabella 20 Portate del reticolo di drenaggio urbano dei Comuni della Bassa Pianura

4.6.4.5 Connessione tra alveo del torrente, rogge, canali di bonifica e di irrigazione

Nella Figura seguente è riportata la connessione tra l'alveo fluviale del torrente Cormor ed i canali di irrigazione, distinguendo quelli in entrata (rosso) e quelli in uscita (verde) dal corso d'acqua nella zona della Bassa Pianura. In giallo sono indicati il punti di emissione ed immissione del fiume Muzzanella.

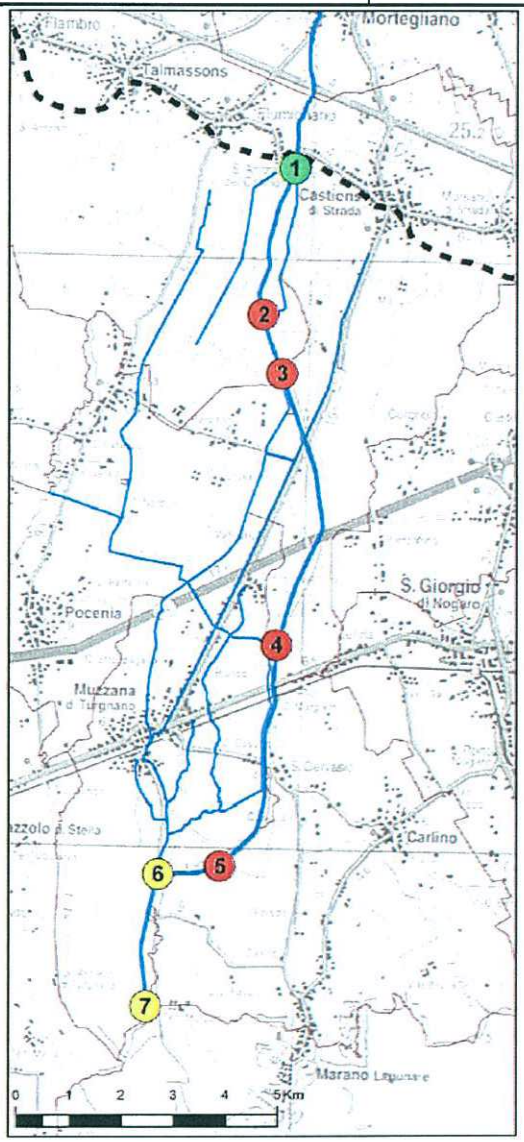


Figura 70 Connessione tra l'alveo fluviale del torrente Cormor ed i canali di irrigazione nella Bassa Pianura

4.6.4.6 Bacino del torrente Corno

Il torrente Corno nasce sulla piana tra Mels e Carvacco, tra le zone conosciute come Rive del Tei e Paludo, ed il suo bacino collinare, sotteso dalla sezione di chiusura a San Mauro, nel comune di Rive d'Arcano, ha un'estensione di circa 73 km2 e confina ad ovest con il bacino del Fiume Tagliamento e ad est con il bacino collinare del torrente Cormor. I Comuni interessati dal bacino collinare sono Buja, Colloredo di Monte Albano, Fagagna, Majano, Moruzzo, Ragogna, Rive d'Arcano, San Daniele e Treppo Grande.

Varcata la cerchia esterna dell'Anfiteatro morenico, fra i colli di San Daniele e Rive d'Arcano, il torrente si allunga in direzione sud est, attraversando i comuni di Coseano e di Mereto di Tomba, proseguendo, poi, fra Codroipo e

Bertiolo dove si unisce al fiume Taglio che, a sua volta, confluisce nel fiume Stella che, com'è noto, è un fiume di risorgiva.

Ci si trova, quindi, di fronte a due problemi idrologici ed idraulici notevolmente diversi: a monte vi è un bacino idrografico con piene improvvise e di carattere torrentizio (torrente Corno) ed a valle un ricettore (fiume Stella) caratterizzato da portate consistenti e costanti nel tempo.

La formazione di piene improvvise e torrentizie del bacino idrografico del Como minaccia la sicurezza idraulica di tutti i comuni posti a valle di San Daniele e, in particolare, del comune di Codroipo, a difesa del quale, negli anni '50, è stata realizzata una piccola cassa di espansione in località Zompicchia. Per garantire una maggiore difesa idraulica dei comuni situati a valle di San Daniele è stato recentemente realizzato ed è entrato in funzione un canale scolmatore in grado di trasferire parte delle portate di piena del torrente Como al fiume Tagliamento.

Tuttavia, studi dimostrano come questa opera non sia in grado di scolmare piene centenarie del torrentestesso e, quindi, il canale scolmatore, quale unica opera di difesa idraulica, non risulta sufficiente a garantire un'efficace sicurezza del territorio compreso nel bacino idrografico in questione.

Il bacino idrografico del torrente Corno, infatti, interessa 18 comuni che si estendono dall'anfiteatro morenico del Tagliamento fino alla bassa pianura friulana, poco più a valle della linea delle risorgive, per una superficie totale compresa nel bacino di 150 kmq.

La maggior parte del territorio è prevalentemente occupato da terreni agricoli, presentandosi poco urbanizzato nel tratto di alta pianura dove i centri urbani, di piccole dimensioni e molto distanziati tra loro, si sviluppano esclusivamente lungo il corso del torrente. Al contrario, la zona collinare e quella al di sotto della linea delle risorgive sono interessate da un maggior grado di urbanizzazione per la presenza dei grossi centri urbani di San Daniele, frazioni, si sviluppano sia lungo il corso principale affluenti.

Nel bacino idrografico del torrente Corno si possono distinguere tre diverse zone geomorfologiche: quella di collina che riguarda, in modo particolare, la zona sorgentizia del Corno; quella che si estende in corrispondenza dell'alta pianura friulana, entro la quale si sviluppa il corso del Corno propriamente detto, e quella della bassa pianura friulana, caratterizzata dal ventaglio delle risorgive, dove il Corno si unisce al fiume Stella.

L'area interessata, pertanto, si presenta, dal punto di vista ambientale, come un territorio molto vario e contraddistinto da diverse tipologie paesistiche. Tuttavia, le componenti ambientali sono fortemente condizionate dalle attività antropiche: il grado di antropizzazione, ma, soprattutto, l'agricoltura intensiva presenti nel bacino idrografico costituiscono fattori di criticità che hanno portato alla riduzione e alla frammentazione delle aree di interesse naturalistico.

La sicurezza idraulica del territorio richiede, quindi, interventi atti a contenere i possibili fenomeni di esondazione del torrente Como.

Gli interventi strutturali previsti dal Progetto di Piano stralcio per la difesa idraulica del torrente Como sono il risultato di un'attenta e complessa valutazione di diversi e possibili scenari di intervento atti a garantire la sicurezza idraulica, considerando, anche, quale sia la loro efficacia, efficienza ed impatto sul territorio.

Nell'ambito di tale valutazione si è tenuto conto, inoltre, della presenza del canale scolmatore che a partire dal 2004, contribuisce a scolmare le piene dal Como al fiume Tagliamento.

Riguardo a tale opera si precisa nuovamente che il canale scolmatore risulta insufficiente a garantire un'efficace sicurezza idraulica del territorio in esame. A riprova di ciò va ricordato che nel 2004, quando è entrato in funzione la prima volta, l'acqua è arrivata a lambire gli abitati di Coseano e Codroipo.

A seguito delle verifiche eseguite, infatti, il tempo di ritorno dell'evento storico del 31 ottobre-1 novembre 2004 è risultato essere dell'ordine dei 15 anni. Valore, quest'ultimo, che è stato avvicinato o superato in almeno sette occasioni negli ultimi 50 anni. A fronte di tale risultato si evidenzia come siano necessari nuovi interventi di difesa idraulica al fine di ridurre, di fatto, la possibilità che il territorio, nell'intera pertinenza fluviale, sia soggetto a ulteriori fenomeni di esondazione.

La soluzione che garantisce maggiore efficacia in tal senso, nell'ambito di una valutazione costi benefici, è quella che prevede di realizzare due casse di espansione di volumetria pari a circa 3 milioni di metri cubi e i milione di metri cubi rispettivamente in località Paludo, nei comuni di San Daniele, Majano, e Rive D'Arcano e a Nogaredo di Corno, nel comune di Coseano.

Gli studi, le simulazioni modellistiche condotte e l'analisi della morfologia del territorio, infatti, hanno permesso di individuare queste aree di intervento come le più idonee, dal punto di vista idraulico, in quanto, per la loro stessa morfologia, si presentano quali invasi naturali, a tutt'oggi allagati dalle acque eccedenti in casi di particolare piovosità.

4.6.4.7 Inquadramento geologico ed idrogeologico

La linea delle risorgive divide l'Alta dalla Bassa Pianura Friulana, identificando il limite dove parte delle acque della falda freatica, che a nord permea i sedimenti ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, vengono alla luce in virtù della diminuzione della permeabilità dei depositi, mentre nel sottosuolo si sviluppa un complesso sistema di falde artesiane. Verso valle infatti le lenti e intercalazioni argillose diventano via via più frequenti, più estese e soprattutto aumentano di spessore. In profondità comunque gli orizzonti ghiaiosi più o meno cementati risultano ancora ben rappresentati, tanto da costituire circa il 50% dei sedimenti del sottosuolo.

Nell'area del Cormor la linea delle risorgive si trova poco a nord di Sant'Andrat del Cormor e si sviluppa in generale secondo una direzione parallela alla strada che unisce Castions di Strada e Talmassons. Nel suo percorso artificiale verso la laguna il Cormor attraversa nell'area a sud di Sant'Andrat terreni prevalentemente limoso-argillosi, talora organici, mentre rientra in terreni prevalentemente sabbioso-limosi grossomodo nel tratto compreso tra l'autostrada e la S.S. 14, per poi scorrere su sedimenti prevalentemente limoso-argillosi fino in laguna. Il tratto tra Mortegliano e la linea delle risorgive, pur trovandosi in ambito di Alta Pianura, presenta alluvioni più fini, con abbondante matrice sabbiosa e sabbioso-limosa (Fig. . Le caratteristiche geotecniche dei terreni sui cui poggiano gli argini artificiali e la vicinanza della falda alla superficie costituiscono le tematiche più importanti da definire per la difesa idraulica dal punto di vista geologico.

A cavallo della fascia delle risorgive si hanno quindi una modesta falda freatica superficiale ed alcune falde in pressione, collegate verso monte con l'acquifero freatico. A valle della linea delle risorgive la falda freatica non è più presente con continuità, non essendoci depositi sufficientemente permeabili negli strati superficiali. Tutta questa zona è così caratterizzata dalla presenza di sistemi multifalda artesiani che subiscono una generale diminuzione di potenza e di permeabilità procedendo da nord verso sud. In definitiva a sud dell'allineamento Flumignano - Castions di Strada le acque sotterranee vanno considerate a profondità inferiori a 1-2 metri dalla superficie del terreno. E ciò quasi sempre, viste le contenute oscillazioni stagionali del livello dell'acqua per la limitata permeabilità dei terreni costituenti l'acquifero. Pure nelle zone situate in prossimità del mare la falda risulta ubicata poco al di sotto del piano campagna, ad un livello appena inferiore a quello marino. La superficie piezometrica ha lievi escursioni e risulta condizionata dal livello di marea in maniera tanto più evidente quanto

maggiore è la vicinanza della linea di costa e del margine lagunare e all'aumentare del grado di permeabilità dei terreni (lenti di sabbia), con intrusioni di acque salmastre nell'acquifero. Il dislivello tra il pelo libero dell'acqua del Cormor e del Corno e la falda è già molto limitato nei lembi più meridionali dell'Alta Pianura. Nella zona a sud di Pozzuolo la falda freatica si trova ad una profondità di 20-25 metri dal piano campagna e con oscillazioni totali dell'ordine di 8 metri, nella zona ad ovest di Mortegliano la profondità dal piano campagna è di circa 14 metri con oscillazioni totali di 6 metri, mentre a nord di Talmassons in prossimità della S.S. 252 la falda può già arrivare nella massima oscillazione a pochi metri dal piano campagna.

4.6.4.8 Caratteristiche idrologiche, geomorfologiche, geologiche ed idrogeologiche del settore interessato dall'Elettrodotto

Esaminando più in dettaglio il tracciato dell'elettrodotto (Figura 71) si osserva che la Stazione Terna di Planais ricade in destra del Torrente Corno su terreni riconducibili alle aree di bonifica e di riporto artificiale caratterizzati da una tessitura limoso-argillosa a luoghi sabbiosa.

Da questo punto fino alla Sottostazione esistente di San Giorgio di Nogaro di RFI l'elettrodotto è costituito da una linea aerea che corre parallela al corso d'acqua; i terreni di fondazione sono rappresentati da sedimenti fluvioglaciali ed alluvionali della pianura sempre caratterizzati da tessitura limoso-argillosa a luoghi sabbiosa con ghiaie subordinate.

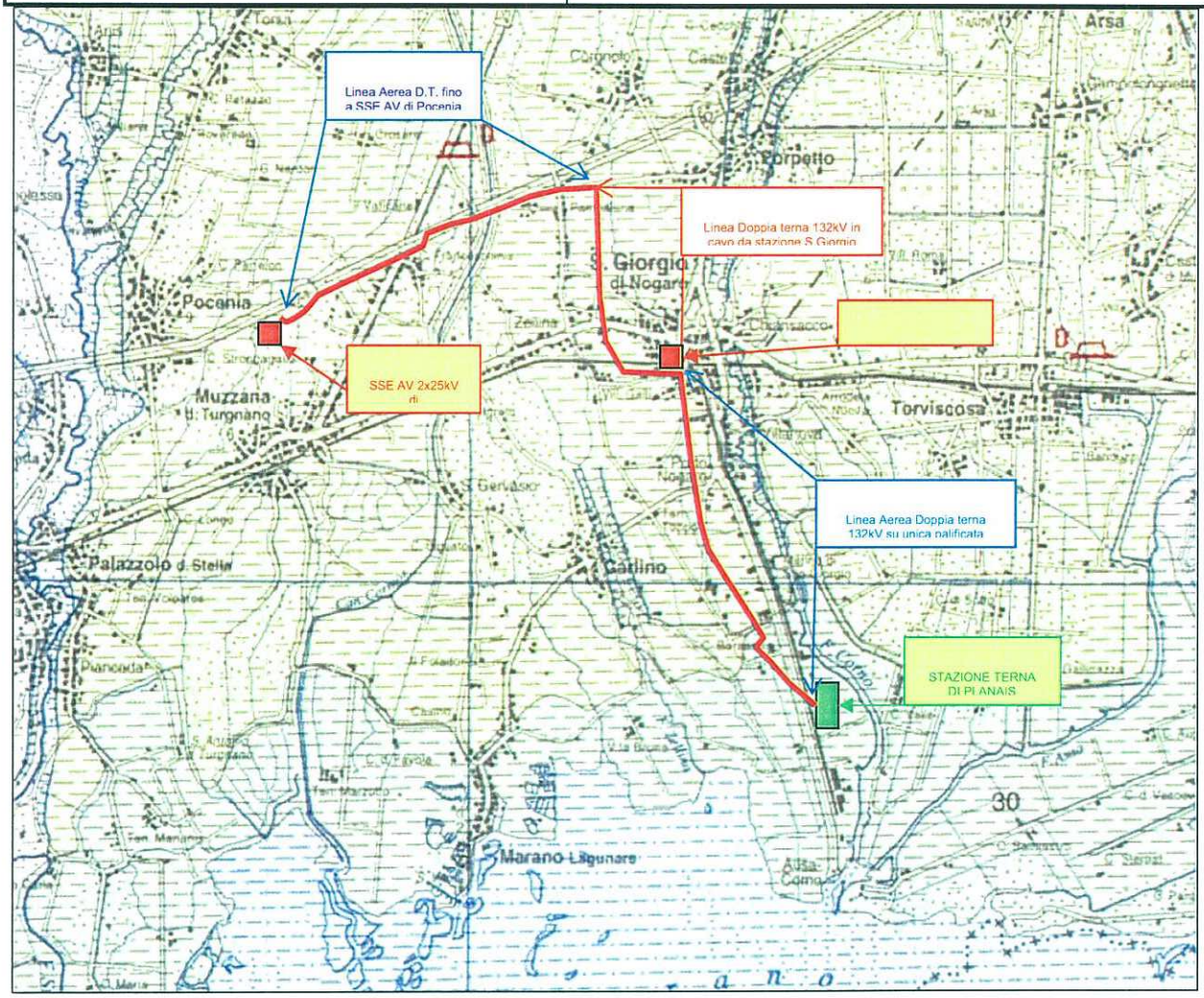
L'abitato di San Giorgio di Nogaro viene oltrepassato passando per il settore occidentale mediante un cavidotto interrato che raccorda la linea aerea precedentemente descritta alla linea aerea D.T. che collega fino alla Sottostazione di Pocenia, sita presso l'omonimo abitato. Il cavidotto verrà quindi realizzato a seguito della realizzazione di scavi in trincea nei sedimenti fluvioglaciali descritti precedentemente.

Dall'abitato di San Giorgio l'opera interessa il bacino idrografico del torrente Cormor.

L'ultimo tratto, come detto di tipo aereo, si sviluppa parallelamente all'Autostrada A4 interessando sempre i depositi fluvioglaciali ed alluvionali che in questo caso mostrano, dal canale Cormor fino alla Sottostazione di Pocenia, una tessitura sabbioso limosa talora con ghiaie subordinate.

Sotto il profilo morfologico l'Elettrodotto non intercetta morfotipi di particolare rilievo.

Dal punto di vista idrogeologico è necessario evidenziare che la falda idrica sotterranea in tutta l'area mostra un bassa soggiacenza, dell'ordine di 1-2 m dal p.c..



LEGENDA

Aspetti litologici

30	Aree di bonifica e di riporto artificiale. *Reclamation and antropic cover areas.* ***Attuale***
26	Sedimenti alluvionali del settore montano, della pianura e litoranei. *Mountain, plain and littoral alluvial sediments.* ***Olocene - Attuale***
24	Sedimenti fluvioglaciali ed alluvionali della pianura. *Fluvioglacial and alluvial sediments of the alluvial plain.* ***Pleistocene sup.***



Simbologia



Figura 71 Carta geologica dell'area interessata dalla realizzazione dell'Elettrodotto

4.6.4.9 Vulnerabilità naturale degli acquiferi

La vulnerabilità media della falda per comune è stata calcolata sulla base della mappa di vulnerabilità naturale (sintacs) fornita dal dipartimento di scienze geologiche, ambientali e Marine dell'università di Trieste; quest'ultima è suddivisa in 7 classi ordinali di vulnerabilità che vanno da molto bassa (1) a molto alta (7), con una risoluzione spaziale di 200x200 m .

L'acronimo sintacs deriva dalle denominazioni dei parametri che vengono presi in considerazione:

- **S**oggiacenza
- **I**nfiltrazione
- **N**on saturo (effetto di autodepurazione del non saturo)
- **T**ipologia della copertura
- **A**cquifero (caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero)
- **C**onducibilità idraulica dell'acquifero
- **S**uperficie topografica (acclività della superficie topografica)

L'analisi della carta della vulnerabilità naturale evidenzia la minor vulnerabilità in 11 comuni posti nella fascia più prossima alla laguna di Marano e di Grado, tra cui i comuni di Pocenia, Muzzana di Trugnano, San Giorgio di Nogaro e Carlino (Figura 72); ricadono invece nelle classi a vulnerabilità "bassa" e "moderatamente bassa" la maggior parte dei comuni della zona morenica e pede-collinare, nonché 6 comuni della parte centro occidentale della bassa pianura friulana.

Tutti i comuni situati lungo la fascia delle risorgive ed immediatamente al di sopra di queste, presentano invece una vulnerabilità da "moderatamente alta" a "molto alta" in parte legata al peso, probabilmente eccessivo, attribuito alla profondità dell'acquifero (soggiacenza) dalla metodologia utilizzata (sintacs).

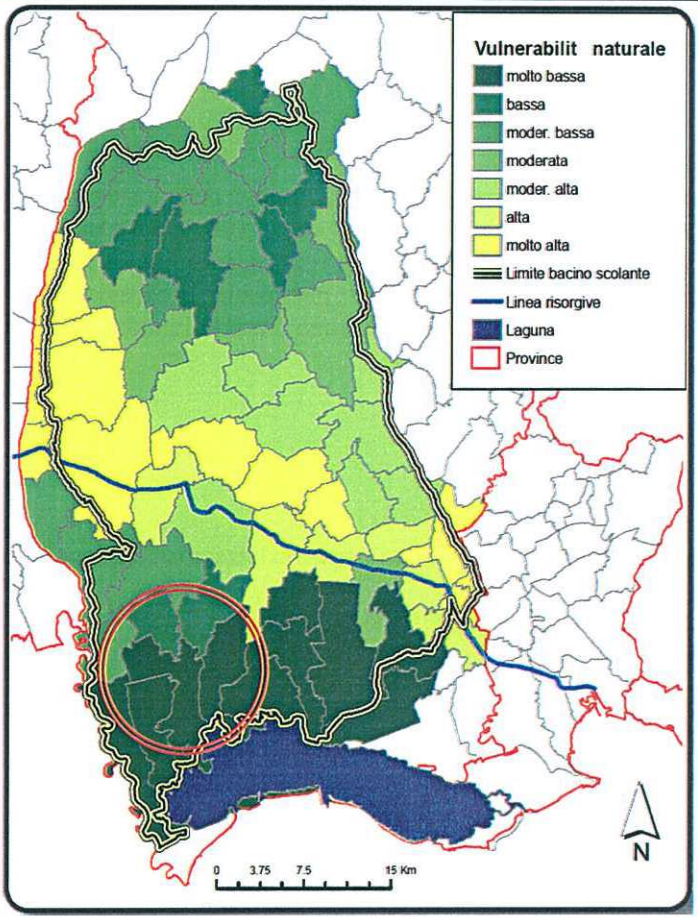


Figura 72 Carta della vulnerabilità naturale SINTACS riferita ai comuni del bacino scolante in laguna di Marano e di Grado nella provincia di Udine.

4.6.4.10 Considerazioni conclusive

Dalle informazioni idrologiche ed idrogeologiche sopra riportate emerge che l'area di intervento non presenta particolari criticità nei confronti dell'opera in progetto; la criticità più evidente è rappresentata dai caratteri idraulici dei corsi d'acqua che in particolari condizioni pluviometriche tendono ad alluvionare l'intero territorio.

Analizzando nello specifico ogni aspetto delle componenti ambiente idrico e suolo sottosuolo, si può concludere che:

Ambiente idrico

- le opere in oggetto non provocano alterazioni del drenaggio superficiale e non determinano interferenze con la circolazione idrica sotterranea;
- le caratteristiche dei corsi d'acqua presenti nell'intorno dell'area di progetto non escludono la possibilità che quest'ultima possa essere coinvolta da esondazioni. In corrispondenza di questa tratta finale dei torrenti non sono attualmente disponibili fasce di pericolosità e rischio definite su cartografie PAI edite dall'Autorità di Bacino competente;

- i caratteri di vulnerabilità degli acquiferi sono generalmente di grado basso o molto basso grazie alla presenza di una copertura prevalentemente limoso argillosa.

Suolo e sottosuolo

- dal punto di vista geomorfologico le aree interessate dall'opera non presentano interferenze con le opere in questione. Infatti non sono stati individuati dissesti gravitativi o evidenze di erosione concentrata in corrispondenza delle aree d'intervento. Le lavorazioni in progetto non apportano modifiche morfologiche sostanziali del sito e non provocano condizioni di potenziale predisposizione al dissesto per cui non modificheranno l'attuale condizione di stabilità; non esistono motivi di incompatibilità con le limitazioni imposte dalle vigenti normative.

4.7 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne coinvolte sono costituite:

- dai proprietari delle aree che subiranno espropri per la realizzazione dell'opera;
- le associazioni impegnate nella tutela del territorio

Vista la sostanziale presenza di consumo di suolo ci si aspetta che per la componente ambientale in esame vi siano ricadute di interesse per i potenziali stakeholder.

5 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

5.1 Riferimenti legislativi

Normativa comunitaria e internazionale

- Convenzione internazionale sulla protezione degli uccelli (Parigi, 18 ottobre 1950);
- Direttiva del Consiglio n. 79/409/CEE del 2 aprile 1979: "Conservazione degli uccelli selvatici";
- Convenzione relativa alla conservazione delle specie migratrici appartenenti alla fauna selvatica (Bonn, 23 giugno 1979);
- Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dei suoi biotopi in Europa, (Berna, 19 settembre 1979);
- Convenzione sulla diversità biologica (Rio de Janeiro, 5 giugno 1992);
- Direttiva del Consiglio n. 92/43/CEE del 21 maggio 1992: "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche".

Normativa nazionale

- Legge 5 agosto 1981, n. 503: "Ratifica ed esecuzione della convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, con Allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979";
- Legge 25 gennaio 1983, n. 42: "Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica, con allegati, adottata a Bonn il 23 giugno 1979";
- Legge 11 febbraio 1992, n. 157: "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio";
- Legge 7 Febbraio 1992, n. 150: "Disciplina applicativa della Convenzione di Washington sul commercio internazionale delle specie animali e vegetali in via di estinzione (CITES)";
- Legge regionale 9 dicembre 1993, n. 50: "Norme per la protezione della fauna selvatica e per il prelievo venatorio";
- Legge 14 febbraio 1994, n. 124: "Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla biodiversità, con annessi, fatta a Rio de Janeiro il 5 giugno 1992";
- D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357: "Testo aggiornato e coordinato al D.P.R. 12 marzo 2003 n. 120: Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e fauna selvatica";

- Decreto Ministeriale 17 ottobre 2007: "Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e a Zone di Protezione Speciale (ZPS)";
- Decreto Ministeriale 19 giugno 2009: "*Elenco delle zone di protezione speciale (ZPS) classificate ai sensi della direttiva 79/409/CEE*";
- Legge 6 febbraio 2006, n. 66: "Adesione della Repubblica italiana all'Accordo sulla conservazione degli uccelli acquatici migratori dell'Africa - EURASIA, con Allegati e Tabelle, fatto a L'Aja il 15 agosto 1996".
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 2/08/2010 *Terzo elenco aggiornato dei Siti di Importanza comunitaria per la regione biogeografica alpina, continentale e mediterranea in Italia ai sensi della Direttiva 92/43/CEE,*

Normativa regionale

Regione Veneto

- **Regione Veneto D.G.R. 10 ottobre 2006, n. 3173:** "Nuove disposizioni relative all'attuazione della direttiva comunitaria 92/43/CEE e D.P.R. 357/1997. Guida metodologica per la valutazione di incidenza. Procedure e modalità operative";
- **D.G.R. 27 luglio 2006, n. 2371:** "Direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE. D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357. Approvazione del documento relativo alle misure di conservazione per le Zone di Protezione Speciale ai sensi delle direttive 79/409/CEE e 92/43/CEE e del D.P.R. 357/1997";
- D.G.R. 31 gennaio 2006, n. 192 e **D.G.R. del 14 marzo 2006, n. 740:** "Rete ecologica Natura 2000";
- D.G.R. 30 dicembre 2008, n. 4240: "Rete ecologica europea Natura 2000. Approvazione della cartografia degli habitat e degli habitat di specie di alcuni siti della rete Natura 2000 del Veneto", (vedi anche D.G.R. 2702/2006 e D.G.R. 1627/2008);
- D.G.R. 22 settembre 2009, n. 2817**: "**Rete ecologica europea Natura 2000. Approvazione di un progetto per il monitoraggio degli habitat e degli habitat di specie dei siti della rete Natura 2000 del Veneto";
- **Circolare esplicativa** (prot. n. 250930/57.00 del 8 maggio 2009 a cura dell'Autorità competente per l'attuazione nel Veneto della Rete Ecologica Europea Natura 2000) in merito alla classificazione degli habitat di interesse comunitario e alle verifiche, criteri e determinazioni da assumersi nelle Valutazioni di incidenza di cui alla direttiva 92/43/CEE e all'art. 5 del D.P.R. 357/1997 e s.m.i.".

Regione Friuli Venezia Giulia

- LR 30 settembre 1996 n.42
- DGR 2203 del 21/09/2007: "Indirizzi applicativi in materia di valutazione d'incidenza;
- Manuale di indirizzo per la gestione delle aree tutelate del Friuli Venezia Giuli. Nov 2008
- Manuale degli habitat del Friuli Venezia Giulia (2006)
- Carta della Natura del Friuli Venezia Giulia

5.2 Metodologia di lavoro

Ambito di lavoro e finalità

L'ambito di lavoro si articola, secondo la prassi metodologica degli studi di VIA, in un'area vasta e in un corridoio di studio. La prima comprende una fascia di territorio, di ampiezza minima superiore ai 2-3 km, che va ad includere anche le zone non direttamente interessate dall'opera di progetto, mentre il secondo si concentra sulla porzione di territorio (ampiezza media pari a 1 km) più strettamente inerente la realizzazione e l'esercizio dell'opera stessa.

Nell'ambito territoriale così definito vengono analizzate le componenti ambientali della vegetazione e della flora, della fauna e degli ecosistemi.

Per quanto concerne l'analisi della prima componente (vegetazione e flora) essa è volta in primo luogo a caratterizzarne lo stato attuale, ponendo particolare attenzione ad evidenziare gli aspetti di maggiore rilevanza biogeografia e/o conservazionistica, in quanto elementi "sensibili" del territorio. A tal fine l'analisi si estende tanto alle componenti autoecologiche, ovvero le singole specie vegetali, quanto a quelle sinecologiche, vale a dire le diverse comunità vegetali o fitocenosi.

In relazione alle caratteristiche degli habitat, facendo riferimento agli atlanti faunistici pubblicati (Parodi, 1999; Lapini et. al., 1999), sono state individuati e descritti i popolamenti animali riscontrabili nell'area e segnalate le specie faunistiche di maggior pregio e protette dalla normativa nazionale e comunitaria.

Per l'estrema omogeneità degli ambienti tra il corridoio di studio e l'area vasta, nella trattazione degli aspetti legati ai popolamenti animali, non si è fatta distinzione tra le due aree di analisi, ma ci si è riferiti all'area di progetto.

Metodologia, fasi di lavoro ed obiettivi specifici

La metodologia adottata per l'analisi e la valutazione delle componenti floro-vegetazionale e faunistica si è articolata nelle seguenti fasi operative, ciascuna caratterizzata da un obiettivo specifico:

- analisi ed interpretazione delle foto aeree, per una prima individuazione delle principali tipologie di uso del suolo;
- ricerca bibliografica, per raccogliere tutte le eventuali informazioni specialistiche sull'assetto vegetazionale dell'area e sul popolamento animale;
- indagini sul campo, per la caratterizzazione delle tipologie vegetazionali presenti e dei popolamenti animali ad esse associati, nonchè per la valutazione del loro stato di conservazione;
- identificazione degli impatti dell'opera sulle componenti floro-vegetazionale e faunistica, sia in fase di costruzione che in fase di esercizio; identificazione degli impatti relativi all'elettrodotto;
- definizione degli interventi di mitigazione e/o compensazione, per contenere e/o controbilanciare gli effetti negativi dell'opera;

- relazione finale, per illustrare i risultati delle analisi condotte e delle valutazioni effettuate, nonché gli interventi di mitigazione e/o compensazione previsti.

Struttura espositiva, contenuti ed elaborati prodotti

Coerentemente con la metodologia di lavoro adottata, il presente capitolo si articola nel modo seguente:

- Inquadramento biogeografico di area vasta: caratterizzazione generale dell'area dal punto di vista geografico-amministrativo, bioclimatico, dei principali lineamenti vegetazionali e faunistici e delle aree di pregio naturalistico;
- Le formazioni ed i popolamenti del corridoio di studio: indagine analitica del corridoio di studio volta a censire e caratterizzare le specie e gli habitat (tipologie vegetazionali) presenti, con particolare riferimento a quelli più sensibili e rari (secondo le categorie di valutazione riportate nelle Liste Rosse); elaborazione della Carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale in scala 1:10.000;
- Le interferenze potenziali: identificazione delle interferenze potenziali valutando l'interazione fra le diverse tipologie di costruzione dell'opera e le diverse formazioni vegetali presenti, con particolare riferimento a quelle più sensibili e rare;
- Fase di costruzione ed aree per la cantierizzazione: identificazione delle interferenze reali, legate soprattutto alla fase di costruzione ed alle attività delle aree di cantiere;
- Introduzione all'analisi di incidenza ai sensi dell'art. 6 della Dir. 92/43/CEE, documentata nel capitolo successivo tesa a valutare le possibili interferenze (incidenze) del progetto sul mantenimento degli habitat e delle specie di interesse comunitario, per cui i siti sono stati individuati, in uno stato di conservazione soddisfacente (ecologicamente funzionale).
- Il rapporto Opera – Ambiente: quadro di sintesi delle interferenze individuate, stima degli impatti sui fattori ambientali "bersaglio" e valutazione preventiva dell'efficacia degli interventi di mitigazione e/o compensazione previsti.

5.3 Descrizione dello stato attuale

5.3.1 Caratterizzazione geografico-amministrativa

L'area di progetto si estende a cavallo di due regioni: Veneto e Friuli-Venezia Giulia. Per l'esattezza il 20% circa dell'area, corrispondente al tratto iniziale dell'opera, ricade in territorio veneto, mentre il rimanete 80% va ad occupare il suolo friulano. Le province interessate sono quelle di Venezia per il Veneto, Udine e Gorizia per il Friuli.

Da un punto di vista più strettamente geografico-territoriale ci troviamo nella porzione meridionale delle regioni suddette, in posizione immediatamente retrostante la fascia costiera, a soli sei km di distanza, in linea d'aria, dalla Laguna di Marano (distanza minima dal Mare Adriatico).

5.3.2 Caratterizzazione bioclimatica

La posizione geografica dell'area, collocata ai limiti nord-orientali dell'Italia, fa sì che la variabilità floristica e cenotica oscillino fra un polo illirico-dinarico (submediterraneo) ed uno mediterraneo-montano (sudestalpino).

Il clima prevalente è infatti di tipo submediterraneo umido, con due massimi di piovosità in corrispondenza degli equinozi: il massimo principale cade in novembre, quello secondario in maggio. Parallelamente si registrano due minimi in corrispondenza dei solstizi: quello principale in inverno e quello secondario in estate. Le precipitazioni medie annue oscillano intorno ai 1100 mm.

La depressione estiva, inoltre, non è mai tale da mettere in crisi la vegetazione, anche se in taluni casi può venire accentuata dalla presenza di particolari substrati rocciosi (letti alluvionali, rocce carbonatiche e incarsite).

Con riferimento alla Carta Bioclimatica d'Italia (Tomaselli et al., 1973), l'area vasta può essere inquadrata nella zona a clima temperato, all'interno della quale si colloca nella regione mesaxerica e nella sottoregione ipomesaxerica. In questo ambito bioclimatico, particolare rilevanza assume anche un altro fattore, oltre a quelli di temperatura e precipitazioni: il fattore edafico della falda freatica superficiale, che agisce come tampone sulle temperature del suolo, soprattutto in inverno, mentre in estate contribuisce a mantenere elevato il tasso di umidità atmosferica, attraverso una frequente stagnazione di nebbie. Si vengono pertanto a creare, durante tutto l'arco dell'anno, delle condizioni ambientali particolari che determinano il mantenimento del potenziale di evapotraspirazione. Questo è il motivo per cui la vegetazione naturale potenziale della pianura veneta e friulana (come di tutte le pianure dell'Italia settentrionale) è rappresentata da una formazione forestale a dominanza di farnia (*Quercus robur*), sostituita da pioppi (*Populus alba, P. nigra*), salici (*Salix* sp. pl.) e ontani (*Alnus glutinosa*) nelle stazioni ripariali.

5.3.3 Lineamenti vegetazionali e contesto faunistico

La pianura umida retrolagunare (nota anche come "basso Friuli") è delimitata a Nord dalla fascia delle risorgive ed a sud dal margine interno delle lagune di Marano e Grado. Attualmente si presenta come una vasta distesa a mais (*Zea mays*) dalla quale emergono, di tanto in tanto, delle piantagioni di pioppi (*Populus* spp.). L'assetto attuale è il risultato della secolare azione di bonifica e di appoderamento, dalla quale si sono "salvati" solo pochi lembi della vegetazione originaria, che possono essere ricondotti a due tipi fondamentali:

- i boschi planiziali
- le torbiere basse alcaline.

I boschi planiziali, composti da farnia (*Quercus robur*), carpino bianco (*Carpinus betulus*), frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa*) e olmo campestre (*Ulmus minor*), occupano oramai poche decine di ettari su tutto il territorio regionale. Rivestono quindi una notevole importanza da un punto di vista biogeografico e conservazionistico, in quanto rappresentano i resti ("relitti") dell'antica foresta padana che, in epoca romana, si estendeva dal fiume Livenza al fiume Isonzo: la cosiddetta "Foresta lucanica".

Anche le torbiere costituiscono ambienti di notevole pregio naturalistico, poiché al loro interno trovano rifugio alcuni "relitti glaciali", ovvero delle specie che sono scese in pianura, sospinte dall'avanzata dei ghiacciai, durante il periodo glaciale e che, laddove hanno trovato condizioni microclimatiche favorevoli, si sono fermate, senza seguire il successivo ritiro dei ghiacci durante il post-glaciale. Fra di esse, alcune delle più interessanti sono *Drosera rotundifolia* e *Pinguicola alpina*, due piante carnivore, nonché *Daphne mezereum* e *Parnassia palustris*.

Numerose sono anche le orchidee[2] che popolano le torbiere, fra le quali si possono citare *Orchis militaris, Epipactis palustris* e la rarissima *Liparis loeselii.*

Il contesto faunistico in cui si inserisce l'opera risulta essere un ambito di particolare pregio biogeografico, determinato in modo particolare dalla presenza di svariati endemismi, oltrechè anello di congiunzione tra la fauna alpina e la fauna balcanica.

5.3.4 Aree naturali protette e Rete Natura 2000

Nell'ambito della ricognizione delle aree di interesse naturalistico, è stata compiuta una disamina delle aree protette istituite, dal livello comunitario a quello locale riportate nella *Carta delle Aree Protette e della Rete Natura 2000* in scala 1:50.000, allegata al Quadro di Riferimento Programmatico. Per facilità di esposizione vengono riportate le aree protette localizzate in una fascia territoriale compresa entro 5 Km da ambo i lati del tracciato di progetto.

Come si evince dalla tabella seguente molte aree di pregio naturalistico sono tutelate nell'ambito della Rete Natura 2000 come SIC e ZPS ai sensi della Direttiva "Habitat" 92/43/CEE[3] e Uccelli 79/49/CEE, designati al fine di dare un contributo al mantenimento dello stato di conservazione degli habitat e delle specie nell'ottica di una visione unitaria di rete. Rientra nella Regione Veneto soltanto l'ambito fluviale del Reghena e del Lemene tutelato come SIC (comprendente anche il Bosco di Alvisopoli), ZPS e Parco regionale di interesse locale; tale sito risulta essere l'unico attraversato dalla linea AC/AV in progetto.

Proseguendo lungo il tracciato ricadente nella Regione Friuli Venezia Giulia sono segnalati diversi siti Natura 2000, nonchè le aree tutelate ai sensi della Legge Regionale 42/96 (Norme in materia di Parchi e Riserve), in particolare Riserve (art. 3), Biotopi naturali (art.4) e ARIA (art.5)[4].

Tipologia	Nome	Codice
VENETO		
SIC	Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e Rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore	IT3250044
ZPS	Ambiti fluviali del Reghena e del Lemene. Cave di Cinto Caomaggiore	IT3250012
Parco	Parco regionale di interesse locale dei Fiumi Reghena e Lemene e dei laghi di Cinto	
Rifugio WWF	Bosco di Alvisopoli	

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA		
Aria	Fiume Tagliamento	N. 8
SIC	Bosco di Golena del Torreano	IT3320030
ARIA	Fiume Stella	N. 14
SIC	Risorgive dello Stella	IT3320026
SIC	Palude Moretto	IT3320027
Biotopo naturale	Selvuccis e Prat dal Top	27

[2] una famiglia di piante interamente tutelata a livello comunitario
[3] relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatica.
[4] Le aree di reperimento di cui all'art.70 della LR. 42/96 ricadenti nel corridoio di studio sono state abrogate nel testo del I Supplemento Ordinario n.24 del 27/10/2010 al Bollettino Ufficiale n.43 del 27/10/2010

SIC	Palude Selvote	IT3320028
Biotopo naturale	Palude Selvote	23
SIC	Bosco Boscat	IT3320033
SIC	Boschi di Muzzana	IT3320034
SIC	Paludi di Gonars	IT3320031
Biotopo naturale	Paludi del Corno	4
Parco intercomunale	Parco intercomunale Fiume Corno	
SIC	Paludi di Porpetto	IT3320032
Biotopo naturale	Palude Fraghis	3
Biotopo naturale	Torbiera Groi	19
ARIA	Fiume Isonzo	19
Riserva naturale regionale	Fiume Isonzo	
SIC/ZPS	Foce dell'Isonzo-Isola della Cona	IT3330005

Tabella 21 Aree di rilevante interesse naturalistico-ambientale

Per quanto concerne i siti della rete Natura 2000, al fine di valutare preventivamente l'insorgere di incidenze significative rispetto allo stato di conservazione degli stessi connesse alla realizzazione dell'opera, è stata affrontata la valutazione di incidenza rispetto al sito interessato direttamente dal tracciato: SIC Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e Rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore /ZPS Ambiti fluviali del Reghena e del Lemene. Cave di Cinto Caomaggiore. Tale valutazione, per la quale si rimanda al capitolo successivo, consiste in un procedimento introdotto dall'art. 6 comma 3 della Direttiva Habitat, e disciplinato dalla normativa italiana con l'art.5 del DPR n.357/1997 e succ. mod. Segue l'elenco dei siti, oggetto di approfondimento e la relativa distanza dal progetto.

Viene di seguito presentata per le principali aree di pregio naturalistico riportate in Tabella 21, una sintetica descrizione delle principali caratteristiche ambientali, nella quale si evidenziano gli elementi che maggiormente concorrono a determinare la qualità e l'importanza dell'area stessa.

SIC Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e Rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore /ZPS Ambiti fluviali del Reghena e del Lemene. Cave di Cinto Caomaggiore

Le principali caratteristiche del sito sono rappresentate da corsi d'acqua di risorgiva meandriformi, a dinamica naturale, fiumi di pianura con elevata valenza vegetazionale e faunistica, presenza di risorgive con vegetazione acquatica radicante e natante del *Ranunculion fluitantis* e, nelle acque più fresche, del *Ranuncolo Sietum erecto-submersi*. Sono inoltre presenti cariceti, giuncheti e canneti ripariali (*Spargano-Glycerion* e *Phragmition*), nonché prati igrofili, boschi igrofili ripariali a *Salix alba, S. cinerea* e *S. triandra, Alnus glutinosa, Populus nigra* e *P. alba* (*Salicetea purpureae*). Infine non mancano elementi di bosco planiziale a *Quercus robur, Acer campestre, Fraxinus ornus* e *Ulmus minor*.

La qualità e l'importanza del sito risiedono principalmente nella presenza di zone umide che, sebbene di origine artificiale (Cave di Cinto), costituiscono aree importanti per la sosta, lo svernamento e la nidificazione degli uccelli acquatici, con particolare riferimento allo svernamento degli Ardeidi, degli Anatidi e dei Rallidi. Risulta infatti essere la più importante colonia di svernamento per il cormorano (*Phalacrocorax carbo*) in tutto l'entroterra veneziano. Di rilievo anche la presenza di fauna ittica, tipica di fiumi di risorgiva, in buono stato di salute. Il sito rappresenta inoltre l'area di sopravvivenza di una delle ultime colonie di *Bombina variegata* della pianura veneta. Sono riscontrabili, infine, anfibi come il *Triturus carnifex*, rettili come *l'Emys orbicularis* ed uccelli quali *l'Alcedo atthis*, *Ixobrychus minutus* e *Sterna hirundo*.

Il SIC include il rifugio WWF del bosco di Alvisopoli, bosco planiziale relitto e parco storico: questo frammento intatto degli antichi ambienti alluvionali della pianura veneta faceva già parte, infatti, di Alvisopoli, insediamento concepito nel XIX secolo da Alvise Mocenigo, secondo criteri di urbanistica innovativa. Si tratta infatti di un ambito boschivo intessuto di piccoli specchi d'acqua paludosi. Vi predominano i carpini bianchi (*Carpinus betulus*), i frassini (*Fraxinus excelsior, F. oxycarpa*) e gli olmi (*Ulmus minor*), mentre nel sottobosco si incontrano il sigillo di Salomone (*Polygonatum multiflorum*), il fior di stecco (*Daphne mezereum*) e il mughetto (*Convallaria majalis*).

Il bosco è abitato soprattutto da uccelli: usignoli (*Luscinia megarhynchos*) e picchi verdi (*Picus viridis*), picchio rosso maggiore, ghiandaia e gufo, capinere, fringuelli e torcicollo, cinciallegre, codibugnoli e beccacce. Non mancano comunque i mammiferi, presenti con la volpe, la faina, il ghiro, il tasso, il riccio (*Erinaceus europaeus*), la talpa, la donnola (*Mustela nivalis*) e lo scoiattolo (*Sciurus vulgaris*). Nelle pozze paludose vive la rana di Lataste (*Rana latastei*), mentre nelle acque pulite e correnti si trova l'ormai raro gambero di fiume (*Austropotamobius pallipes*).

SIC Bosco di Golena del Torreano

Il sito è rappresentato da un tratto alveale e di golena esemplificativo di tipi vegetazionali dei corsi d'acqua a regime torrentizio dell'alta pianura friulana fra i pochi rimasti in regione. Presenza di vegetazione pioniera di ghiaie a Epilobium dodonaei Vill. e Scrophularia canina L. La vetazione arboreo-arbustiva è rappresentata da boschetti rivieraschi ad *Alnus incana* e *Salix eleagnos*. Più diffusa la boscaglia rada ad *Alnus incana*, *A. glutinosa*, *Salix alba L., S. purpurea L., S. cinerea* L. molto infiltrata da robinia. Il sottobosco è invaso da Solidago gigantea Ait. var. serotina (O. Kuntze) Cronq. Il bosco è popolato da diverse associazioni faunistiche, di cui vanno ricordati soprattutto i vertebrati e, fra questi, il primato della rappresentanza spetta agli uccelli, con una ricca varietà di specie nidificanti che si lega inevitabilmente con la biodiversità ambientale del bosco di latifoglie. Oltre ai comuni rapaci stanziali, è significativa la presenza del Lodolaio (Falco subbuteo), migratore proveniente dall'Africa, dove sverna. Significativa la presenza di avifauna tra cui il Nibbio bruno, l'Averla piccola e la Nitticora mentre, sebbene rarefatta, è ancora presente la Rana di Lataste.

SIC Risorgive dello Stella

Il sito include il più vasto insieme di basse torbiere alcaline generate dall'affioramento della falda in corrispondenza di olle di risorgiva. L'acqua emergente è molto pura con temperatura quasi costante. L'area è solcata da una rete d'acqua a carattere permanente, costituita anche da fiumi di risorgiva di notevole portata. Il paesaggio vegetale è caratterizzato da habitat acquatici, da cladieti che si dispongono attorno alle olle, da praterie igrofile naturali ricche di specie rare ed endemiche, da boschetti ripariali a salice cinerino e ontano nero. Molto caratteristici sono i prati chiusi (bocage), paesaggio culturale caratteristico della bassa pianura friulana. Il sito contiene numerose stazioni di specie endemiche e di relitti glaciali quali *Gentiana pneumonanthe* L. e *Anagallis* tenella L. rare o in pericolo per la forte contrazione degli ambienti dove vivono. Sono presenti superfici a ceduo, tuttora utilizzate.Si segnala la nidificazione in loco di *Circus pygargus*; importante zona di svernamento di *Circus cyaneus*. Nella zona è molto comune *Emys orbicularis, Rana latastei, Triturus carnifex, Hyla intermedia, Bombina variegata, Mustela putorius, Neomys anomalus e Arvicola terrestris italicus. Meles meles* è presente con sporadici esemplari forse provenienti dal fiume Tagliamento.

Paludi Moretto

La qualità del sito è elevata data la presenza di cenosi e specie microterme relitte. Rappresenta uno degli ultimi lembi di zona umide della pianure friulana Sito di importanza ornitologica con presenza di specie rare e localizzate nel resto della pianura coltivata. Lacerta vivipara è qui citata in quanto popolazione relitta post-würmiana, mentre

le popolazioni di Vipera aspis francisciredi sono considerate particolarmente importanti in quanto per lo più isolate. Il sito è caratterizzato da alluvioni limose per lo più calcareo-dolomitiche. Include i resti di torbiera bassa alcalina in cui persistono endemismi ed elementi microtermi. La comunità ornitica annovera *Circus pygargus, C.cyaenus, Lanius collurio.*

Biotopo regionale Selvuccis e Prat dal Top

Sito di recente istituzione in cui vengono segnalate le nidificazioni di *Circus pygarus* e di *Lanius collurio*, due specie di elevato valore naturalistico, tutelate da convenzioni internazionali, direttive europee e leggi nazionali.

Palude Selvote

Il biotopo palustre delle Paludi Selvote, circondato com'è da vaste aree bonificate, costituisce un importante sito di rifugio e riproduzione per *Circus pygarus* e di svernamento per *Circus cyaneus*. Sono riscontrabili inoltre popolazioni isolate di *Vipera aspis francisciredi* e di *Rana dalmatina*, più frequente nelle zone aperte. La microfauna terricola è particolarmente varia per la grande commistione di specie con esigenze ecologiche diverse, tra cui *Glis glis*, *Erinaceus europaeus*, *Talpa europaea*. Per gli aspetti vegetazionali si rimanda alla descrizione dell'omonimo SIC, in gran parte coincidente, di seguito presentata.

L'area tutelata come SIC presenta notevoli fenomeni di risorgenza, che permettono la formazione di habitat paludosi. Esso include, infatti, uno degli ultimi lembi di zona umida della pianura friulana, ascrivibile all'associazione *Erucastro-Schoenetum nigricantis*, tipica delle torbiere basse alcaline.

La qualità del sito è elevata grazie alla presenza di specie floristiche rare, soprattutto microterme relitte, tra le quali ricordiamo *Allium suaveolens, Armeria helodes, Centaurea forojulensis, Erucastrum palustre, Euphrasia marchesettii, Gentiana pneumonanthe, Hottonia palustris, Orchis palustris, Plantago altissima* e *Sesleria uliginosa.*

Nel sito sono inoltre presenti praterie igrofile a molinia (*Plantagini altissimae-Molinietum caeruleae cladietosum marisci*), che si insediano su suoli marcatamente torbosi ed impregnati d'acqua, nonchè boschi igrofili a salice bianco (*Salix alba*) e pioppo nero (*Populus nigra*). Il sito conserva infine interessanti esempi di prati chiusi ("pays a bochage").

Dell'importanza di questo sito quale area di rifugio e di riproduzione dell'Albanella minore (*Circus pygargus*) e di svernamento dell'Albanella reale (*Circus cyaneus*) si è già detto nel paragrafo precedente, relativo all'omonimo biotopo, al quale pertanto si rimanda. Da segnalare, inoltre, la riproduzione di *Ixobrychus minutus* e la presenza di vari *Ardeidae*, ivi compreso il relativamente raro *Botaurus stellaris*. Per il resto l'avifauna rispecchia quella tipica di zone umide di piccole dimensioni, con relativa abbondanza di specie in transito migratorio, tra le quali si possono ricordare particolarmente *Anseriformes*, *Chardriformes*, *Passeriformes*.

SIC Bosco Boscat

Dal punto di vista floristico nel sito, che risente di un microclima particolarmente fresco ed umido, trovano rifugio alcune specie di orizzonti superiori, quali *Veratrum album* ssp. *lobelianum, Daphne mezereum* e *Lilium martagon.*

Anche a livello vegetazionale il sito presenta una particolarità: include infatti uno degli ultimi lembi di bosco della pianura friulano-veneta, isolato all'interno di vaste aree coltivate. Esso è costituito prevalentemente da carpino

bianco (*Carpinus betulus*) e farnia (*Quercus robur*). Per quanto concerne la fauna, l'anfibio dominante in questo complesso forestale è certamente *Rana (R.) latastei*, qui presente con elevate concentrazioni popolazionali. In questo bosco igrofilo sono tra l'altro molto comuni *Rana (R.) dalmatina, Rana (P.) klepton esculenta, Bombina v. variegata, Triturus carnifex, Triturus vulgaris meridionalis, Hyla intermedia.*

Il Sito riveste infine un interesse regionale per la presenza di uccelli, particolarmente rapaci, nidificanti in ambiente boschivo. Si segnala particolarmente *Falco subbuteo*, nonché *Pernis apivorus* e *Milvus migrans*.

SIC Bosco Muzzana

Come tutti i querco-carpineti planiziali, mesofile che ricopriva la pianura friulana e che andò via via riducendosi per lasciare spazio agli insediamenti rurali. Per tale motivo assume un enorme valore storico e naturalistico. La vegetazione arborea è costituita da un consorzio misto di farnia (Quercus robur), frassino ossifillo (Fraxinus angustifolia), carpino bianco (Carpinus betulus), olmo campestre (Ulmus minor), acero campestre (Acer campestre) con presenza di ontano nero (Alnus glutinosa), pioppo nero (Populus nigra), ciavardello (Sorbus torminalis)e ciliegio selvatico (Prunus avium). Lo strato arbustivo è particolarmente ricco di specie, tra le quali il biancospino (Crataegus monogyna), il corniolo (Cornus sanguinea), la frangola (Frangula alnus), il ligustro (Ligustrum vulgaris), il pruno spinoso (Prunus spinosa), il nocciolo (Corylus avellana), il viburno (Viburnum lantana), il pallon di maggio (Viburnum opalus). Anche la flora dello strato erbaceo è rappresentata da numerose specie, alcune delle quali di ampia diffusione, altre particolarmente significative, in quanto tipiche di piani altitudinali più elevati, la cui presenza è interpretabile come relitti glaciali sopravvissuti in virtù dei fattori microclimatici e dell'elevata umidità dei suoli (p.e.Lilium martagon, Daphne mezereum, Hemerocallis lilio-asphodelus).

Per quanto riguarda la fauna, come tutti i boschi planiziali anche il bosco di Muzzana è caratterizzato da una notevole partecipazione di specie appartenenti alla fauna minore. Tra i micromammiferi va segnalato l'elevato numero di specie di topiragno, arvicole e topi selvatici, in particolare di una specie recentemente scoperta proprio nel bosco di Muzzana, da cui prende il nome, il piccolo toporagno dalla corta coda Sorex arunchi. Anche i mustelidi sono fortemente rappresentati, con faina, donnola e puzzola. E' frequente l'avvistamento di scoiattoli e lepri e, anche se più raramente all'interno del bosco, poiché prediligono pascolare nelle zone aperte limitrofe ed attribuire alla macchia funzione di rifugio, di caprioli, talvolta in branchi. Le contenute dimensioni del bosco, invece, non consentono la presenza di ungulati di maggior mole, come cervi e cinghiali. Più elusivi, ma presenti anche loro, il tasso e la volpe. La presenza contemporanea di ambienti diversi costituiti da bosco, prati, zone agricole, torrente Cormor e rispettiva fascia di vegetazione ripariale, consente una forte diversificazione di uccelli, sia presenti occasionalmente perché provenienti da zone limitrofe o sostanti durante le migrazioni, sia stanziali.

Biotopo naturale Paludi del Corno

Le felici condizioni ambientali di questo biotopo hanno determinato lo sviluppo di varie associazioni vegetali, in relazione alle differenti condizioni di morfologia, adacquamento, profondità, ecc. Così, in spazi brevissimi, si passa dalla vegetazione dei prati umidi, a quella delle piante sommerse o liberamente natanti sulla superficie delle olle e dei canali a corso lento o a corso rapido. Molte specie della vegetazione originaria sono diventate rare, altre sono scomparse. Fra quelle ancora esistenti meritano di essere citate alcune orchidee, come la diffusa *Dactylorhiza majalis*, la bianca *Epipactis palustris* e la profumata *Gymnadenia odoratissima* (manina profumata). Sono presenti anche la *Drosera rotundifolia*, pianta carnivora e varie liliacee, tra cui lo stupendo *Lilium martagon*. La specie simbolo del biotopo è la brassica palustre (*Erucastrum palustre*), tipica delle risorgive friulane, la cui sopravvivenza è strettissimamente legata al mantenimento di questo singolare e prezioso ambiente.

Dal punto di vista faunistico le Paludi del Cormo rappresentano un importante sito di rifugio e riproduzione di *Circus pygarus* e di svernamento di *Circus cyaneus*. Sono riscontrabili inoltre popolazioni isolate di *Rana*

dalmatina, più frequente nelle zone aperte. La microfauna terricola è particolarmente varia per la grande commistione di specie con esigenze ecologiche diverse, tra cui *Glis glis*, *Erinaceus europaeus*, *Talpa europaea*.

Parco intercomunale Fiume Corno

Nell'area del Parco intercomunale del Fiume Corno si riscontrano tutte le tipologie vegetazionali osservate lungo il corridoio di studio:

- il bosco planiziale a farnia e carpino bianco;
- la vegetazione ripariale igrofila a salici e pioppi;
- la vegetazione palustre del canneto (*Phragmites australis*), del tifeto (*Thypha latifolia*), del cladieto (*Cladium mariscus*) e del giuncheto (*Schoenoplectus lacustris*);
- la vegetazione acquatica, sia di acque correnti (o lotiche) che di acque stagnanti o a lento scorrimento (lentiche);
- la vegetazione prativa degli incolti;
- le superfici agricole.

Per la descrizione dettagliata di tali tipologie si rimanda al paragrafo 1.3.1, dove sono indicate anche le specie fisionomicamente caratterizzanti.

Per quanto concerne gli aspetti faunistici le classi più importanti sono quelle dei mammiferi, degli anfibi e degli uccelli. Fra i primi si segnalano in primo luogo il capriolo (*Capreolus capreolus*) ed il cinghiale (*Sus scrofa*), seguiti dai mustelidi puzzola (*Mustela putorius*), faina (*Martes foina*), donnola (*Mustela nivalis*) e tasso (*Meles meles*).

In relazione alla notevole estensione degli ambienti fluviali ed umidi la batracofauna risulta particolarmente ricca, annoverando al proprio interno la raganella italica (*Hyla italica*), la rana di Lataste (*Rana latastei*), il tritone crestato (*Triturus carnifex*) e l'ululone dal ventre giallo (*Bombina variegata*), tutte specie di interesse comunitario incluse nella Direttiva "Habitat".

Fra i rettili si segnala la presenza del saettone (*Elaphe longissima*), della testuggine d'acqua (*Emys orbicularis*) e della vipera comune (*Vipera aspis*).

Anche per gli uccelli valgono considerazioni analoghe a quelle fatte per gli anfibi: la presenza contemporanea di tanti diversi ambienti (vedi l'elenco delle tipologie vegetazionali) consente una notevole diversificazione delle specie ornitiche. Si va dagli uccelli più strettamente legati agli ambienti umidi, come gli ardeidi (airone rosso, garzetta, airone bianco e airone cinerino) e gli anatidi, fino ai silvidi associati agli ambienti boscosi e di canneto (usignolo di fiume, cannaiola verdognola, cannareccione), o alle albanelle (albanella minore) e all'averla piccola, legate agli ambienti aperti, prativi ed agricoli. Numerose sono anche le specie di rapaci, in relazione all'estensione delle aree boscate: il barbagianni, l'assiolo, la civetta, l'allocco e il gufo comune. Infine tra i picchi si segnalano il torcicollo, il picchio verde, il picchio nero ed il picchio rosso maggiore.

SIC Paludi di Gonars

Il sito SIC include una zona di risorgiva con esempi della rara vegetazione con *Cladium mariscus*, qualche lembo di torbiera bassa-alcalina, giuncheti e cariceti. Sono inoltre presenti molinieti e prati umidi sfalciati, di notevole

estensione. Le formazioni arbustive, infine, sono costituite prevalentemente da siepi mesotermiche e da popolamenti ripariali a salici e ontani.

Il pregio di questo sito risiede dunque in primo luogo nel fatto che conserva ancora resti del paesaggio di risorgiva, in un contesto ambientale dominato da attività agricole intensive e da ittiocoltura. In secondo luogo è un importante sito di rifugio per diverse specie di uccelli, di riproduzione per *Circus pygargus* e di svernamento per *Circus cyaneus*.

A livello erpetologico si segnalano *Lacerta vivipara*, qui citata in quanto popolazione relitta post-wurmiana e *Vipera aspis francisciredi,* presente nella zona con popolazioni piuttosto isolate. Nell'area vive inoltre una comunità di vertebrati terricoli ancora piuttosto vicina all'assetto faunistico più tipico delle migliori aree di risorgiva, ma che risulta molto isolata e quindi particolarmente fragile. Le specie ittiche prevalenti, infine, sono sia quelle tipiche delle zone di risorgiva, fra cui *Phoxius phoxius* e *Cottus gobio*, sia quelle delle acque a decorso lento e ricche di vegetazione, come *Tinca tinca*, *Rutilus erythrophtalmus* ed *Esox lucius*.

SIC Paludi di Porpetto

La superficie del sito è prevalentemente occupata da formazioni erbacee riconducibili all'erucastro-scoeneto e al molinieto (associazioni vegetali di prati umidi), con presenza di macchie a salici e ontani (lembi di boschi igrofili ripariali).

La presenza dello stenoendemismo *Rana latastei*, distribuito solamente in Italia settentrionale e Svizzera meridionale, rende questo sito particolarmente importante, vista anche la sua vulnerabilità molto elevata, a causa della vicina presenza di attività agricole intensive, centri abitati e grandi vie di comunicazione.

Si tratta inoltre di un importante sito di rifugio per molte specie di uccelli. Si segnala infatti, in modo particolare, la presenza di tre specie del genere *Circus*, due delle quali nidificanti (*Circus aeruginosus* e *C. pygargus*).

Viene inoltre citata *Lacerta vivipara*, in quanto popolazione relitta post-wurmiana, mentre le popolazioni di *Vipera aspis francisciredi* sono considerate particolarmente importanti, in quanto isolate. Nella zona, infine, è anche decisamente frequente *Arvicola terrestris italicus*.

Biotopo regionale Palude Fraghis

Il biotopo regionale Palude Fraghis viene praticamente a coincidere con il SIC Paludi di Porpetto, sopra descritto.

La palude presenta una superficie a forma di ellisse, con l'asse maggiore orientato a nord-ovest. Le acque sono relativamente limpide, con qualche residuo organico in superficie.

La vegetazione, rarissima verso il centro, aumenta notevolmente verso la riva ed è costituita per la maggior parte da varie specie di carici (*Carex* spp.), canne di palude (*Phragmites australis*) e diverse cyperacee (es. *Cladium mariscus*); di notevole interesse la presenza di numerosi esemplari di ninfea bianca (*Nymphaea alba*).

Come già detto a proposito del coincidente SIC Paludi di Porpetto, questo biotopo include habitat acquatici ed umidi di notevole rilevanza, che rappresentano un importante rifugio per diverse specie di uccelli. Il frequente ed abbondante allagamento della zona, inoltre, favorisce la presenza di specie terricole di anfibi (*Arvicula terrestris italicus*, *Rana esculenta*). Il sito, infine, è anche riccamente popolato da specie ittiche, tipiche delle zone di risorgiva: *Phoxius phoxius*, *Cottus gobio*, *Tinca tinca*, *Rutilus erythrophtalmus* ed *Esox lucius*.

Biotopo regionale Torbiera Groi

L'intera superficie tutelata è vasta quasi tredici ettari, ma l'area ad alto contenuto ambientale è ampia solo due ettari ed è ciò che resta di una vasta area di circa quaranta ettari, bonificata nella seconda metà del secolo scorso. I restanti undici ettari sono tuttora adibiti a seminativo.

Il biotopo è comunque caratterizzato da una serie di ambienti residuali che mantengono notevolissimi contenuti floristico-vegetazionali. In particolare nella zona sud-occidentale è presente una superficie di circa due ettari, ricca di situazioni ambientali un tempo tipicamente diffuse nelle zone di risorgiva come questa. In relazione alla quota del terreno, infatti, si trovano, nelle porzioni più elevate, lembi di prato stabile di vario tipo, da quello magro ed arido a *Chrysopogon gryllus* e *Bromus erectus*, molto ricco di specie erbacee, a quello più umido a *Molinia coreulea*, nelle porzioni più basse ed umide, con diverse specie particolarmente rare, ma qui ancora piuttosto abbondanti: *Plantago altissima* e *Iris sibirica* (ambedue incluse per il F.V.G. nelle Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia come vulnerabili), *Gladiolus palustris*, le *orchidee Epipactis palustris*, *Gymnadenia conopsea* e *Orchis maculata* ed ancora *Linum viscosum*, *Filipendula ulmaria*, ecc.

Nei punti topograficamente più bassi, dove si verificano perduranti ristagni d'acqua, troviamo alcuni tipi di canneto, che vanno dal comune canneto a cannuccia palustre (*Phragmites communis*), al canneto più raro di falasco (*Cladium mariscus*), localizzato in corrispondenza di fenomeni di risorgenza d'acqua. Con particolare enfasi va segnalata la presenza di un piccolo frammento di torbiera residua a *Molinia coerulea* e *Schoenus nigricans*, caratterizzato da prolungati periodi di ristagno d'acqua.

Molto ben rappresentata è la fauna a mammiferi, con la presenza di ben **19 specie,** di cui 12 ascrivibili ai *micromammiferi*. Oltre ai piuttosto comuni Talpa europea (*Talpa europaea*), Volpe (*Vulpes vulpes*), Ratto norvegico (*Rattus norvegicus*) e Riccio europeo (*Erinaceus europaeus italicus*), appare di particolare interesse una florida e numerosissima popolazione di Topolino delle risaie (*Micromys minutus*), piccolo e grazioso topolino dalla curiosa coda prensile. Presenti inoltre, tra gli insettivori, il Toporagno acquatico di Miller (*Neomys anomalus*), il Toporagno arunchi (*Sorex arunchi*), endemismo italico, la Crocidura minore (*Crocidura suaveolens*) e la Crocidura ventre bianco (*Crocidura leucodon*).

Tra i roditori presenti con popolazioni fluttuanti negli anni troviamo: Arvicola terrestre (*Arvicola terrestris italicus*), Arvicola campestre (*Microtus arvalis*) e Arvicola del Liechtenstein (Microtus liechtenstein), il Topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*) ed il Topo selvatico dal dorso striato (*Apodemus anomalus*).

Tra i carnivori, oltre alla già citata Volpe, sono presenti la Faina (*Martens faina*), la Donnola (*Mustela nivalis vulgaris*) e, presenza importante, la Puzzola (*Mustela putorius*) che altrove è in forte declino. Da citare infine due erbivori, la Lepre (*Lepus capensis*) ed il Capriolo (*Capreolus capreolus*).

Anche se non di facile percezione, numerose, sono le specie appartenenti al gruppo degli anfibi e rettili, in totale 18. Tra i primi, da segnalare la presenza della Rana di lataste (*Rana latastei*), endemismo padano-istriano, accompagnata da: Rana dalmatina (*Rana dalmatina*), Rana lessone (*Rana lessonae*), Rana esculenta (*Rana esculenta*), Rospo comune (bufo bufo), Ululone (*Bombina variegata*) e Raganella intermedia (*Hila intermedia*) tra gli anuri, e da Tritone crestato (*Triturus carniflex*) e Tritone comune meridionale (*Triturus vulgaris meridionalis*) tra gli urodeli.

Inoltre, camminando nei prati o tra le siepi, non è difficile incontrare l'Orbettino (*Anguis fragilis*), il Saettone (*Elaphe longissima*), il Biacco maggiore (*Coluber viridiflavus*), il Ramarro (*Lacerta bilineata*) e la Lucertola muraiola (*Podarcis muralis*), mentre maggiormente legate all'ambiente acquatico sono la Biscia dal collare (*Natrix natrix*), la Natrice tassellata (*Natrix tassellata*) ed infine la Tartaruga palustre (*Emys orbicularis*), quest'ultima specie dichiarata di interesse comunitario a rischio di estinzione, assieme a Tritone crestato e Rana di lataste.

Il sito è complessivamente anche di notevole interesse ornitologico per la presenza di specie sensibili in aree che, seppure frammentate, svolgono un'importante funzione di rifugio all'interno di territori oggetto di intensa pressione antropica (agricoltura intensiva). Di rilievo sono: Pettazzurro (*Luscinia svecica spp. Cyanecula*), Balia dal collare (*Ficedula albicollis*), specie poco comune nel territorio regionale, Gufo comune (*Asio otus*), Gufo di palude (*Asio flammeus*), Usignolo maggiore (*Luscina luscinia*), Forapaglie machiettato (*Locustella naevia*) e Luì piccolo siberiano (*Phillascopus collybita tristis*).

Da segnalare, infine, la presenza nei canali e nelle rogge, del noto gambero di fiume (*Austropotamobius pallipes italicus faxon*) e dello scazzone (*Cottus gobio*), piccolo pesce che vive esclusivamente in acque pulite e ben ossigenate, ad indicare quindi il buon livello di qualità ambientale delle acque di questo biotopo.

SIC Foce dell'Isonzo – Isola della Cona

Il sito è caratterizzato da ampie zone a palude di acqua dolce e terreni sommersi dalle maree, comprendenti sia habitat golenali, che habitat alofili e psammofili. Sono inoltre presenti ampie superfici a canneto (*Phragmites australis*), zone golenali a carici, boschi igrofili ad *Alnus glutinosa*, tratti di bosco planiziale su duna fossile a *Populus alba* dominante, vaste piane di marea con praterie di *Zostera noltii* e *Cymodocea nodosa*, nonché un'area recentemente ripristinata a zona umida, con pascoli allagati, canali e gebi.

Il sito racchiude tutto il basso corso del fiume Isonzo, comprendendo molti habitat in buono stato di conservazione come, ad esempio, una delle rarissime popolazioni di *Bassia hirsuta* e di *Limonium densissimus* (entrambe inserite nella Lista Rossa delle Piante d'Italia).

L'area riveste inoltre importanza internazionale quale habitat per gli uccelli acquatici, come ad esempio: *Anas penelope* (7.000 individui) ed altri Anatidi svernanti (oltre 14.000). Di grande rilievo sono anche gli interventi di ripristino ambientale recentemente attuati, che favoriscono l'abbondante presenza di uccelli migratori. La neocostituita Stazione Biologica della Cona, infatti, cataloga un totale di 273 specie di uccelli sinora segnalate.

Le popolazioni di *Mustela putorius* sono abbastanza floride. Molto comuni anche *Emys orbicularis, Arvicola terrestris italicus* e *Hyla italica.* Le presenze di *Caretta caretta* e *Tursiops truncatus* sono invece relativamente frequenti, ma sempre episodiche e legate quasi esclusivamente a questioni trofiche.

In ultima analisi per completezza di esposizione si ritiene opportuno descrivere le caratterisiche naturali del **SIN Bosco Sgobitta e Roggia Corgnolizza**, presente nel corridoio di studio in corrispondenza delle progr. Km 26 della linea AC/AV; tale area di elevato pregio naturalistico permane come sito Bioitaly ma non è stata inclusa nella Rete Natura 2000.

Il sito include un residuo dell'antica foresta che ricopriva la quasi totalità della pianura friulana. Comprende inoltre l'area umida localizzata a sinistra della Roggia Corgnolizza, a nord di S. Giorgio di Nogaro. Sono presenti piccoli tentativi di bonifica locale con fossette di scolo ai bordi dei prati, che non hanno o hanno scarsamente interessato il regime di falda, in assenza di collettori principali.

Molto importanti, a livello floristico, sono le stazioni di specie che gravitano negli orizzonti montani e che in questi boschi trovano un microclima adatto alla loro sopravvivenza; esse sono *Veratrum album* ssp. *lobelianum* e *Lilium martagon*. Tra le altre specie presenti sono da ricordare *Leucojum vernum, Ranunculus auricomus, Staphylea pinnata* e *Orchis purpurea.*

Di grande rilievo anche gli aspetti vegetazionali, in quanto trattasi di un bosco planiziale relitto, ovverosia di un habitat che un tempo in Regione occupava una vasta superficie e di cui oggi rimangono solo circa 600 ettari, quasi sempre governati a ceduo. Il Bosco Sgobitta è dominato dalla farnia (*Quercus robur*) e dal carpino bianco

(*Carpinus betulus*), che vengono poi sostituiti dal frassino ossifilo (*Fraxinus oxycarpa* ssp. *angustifolia*) nelle zone con bilancio idrico più favorevole. Nello strato arbustivo compaiono *Ulmus minor, Crataegus laevigata, Viburnum opulus, Cornus mas* e *Corylus avellana*. Lo strato erbaceo è invece costituito da molte specie bulbose e rizomatose, quali *Anemone nemorosa, A. ranunculoides, Hepatica nobilis, Scilla bifolia, Lathyrus venetus*, ecc.

Dal punto di vista faunistico va detto che la Roggia Corgnolizza è stata classificata da Stoch *et al.* (1992) come una zona a trota fario (*Salmo* [*trutta*] *trutta*) e scazzone (*Cottus gobio*). La roggia presenta infatti acque limpide, fresche e ben ossigenate dove, oltre alle specie suddette, si riscontrano anche *Anguilla anguilla* (anguilla), *Esox lucius* (luccio), *Leuciscus cephalus* (cavedano), *Phoxinus phoxinus* (sanguinerola), *Alburnus alburnus alborella* (alborella) e *Cobitis taenia* (cobite comune).

La rada copertura arborea di questo minuscolo lembo di bosco planiziale è arricchita da una cospicua estensione di macchioni arbustati che si sviluppano sia lungo i suoi margini, sia lungo la vicina Roggia Corgnolizza. Protetti da questi arbusteti stratificati e dalla chioma degli alberi sovrastanti vivono diversi piccoli animali. Tra gli anfibi occorre citare *Triturus carnifex*, *Triturus vulgaris meridionalis*, *Bombina variegata variegata, Bufo bufo* e *Hyla intermedia*. Nel bosco, inoltre, è ancora possibile incontrare *Rana* (*R.*) *dalmatina* e *Rana* (*R.*) *latastei*, due rane rosse tipiche dell'umido *Fraxino angustifoliae-Carpinetum* padano.

I dati relativi alla presenza di *Emys orbicularis* sono ormai piuttosto datati, ma è probabile che essa viva ancora nelle acque della vicina Roggia Corgnolizza. Nel bosco sono ancora abbastanza comuni *Anguis fragilis fragilis* e *Lacerta viridis*, mentre *Podarcis muralis* si osserva più raramente e soltanto lungo i suoi margini. *Elaphe longissima longissima* è ormai piuttosto rarefatta, mentre *Natrix natrix natrix* si incontra con relativa facilità lungo i macchioni disposti attorno al perimetro del bosco.

Il sito è di interesse ornitologico discretamente elevato per la presenza di rapaci e in generale di specie legate alle zone umide.

Tra i mammiferi è possibile citare *Erinaceus europaeus italicus*, *Mustela* (*Putorius*) *p. putorius* e *Martes f. foina*. Le impronte di *Capreolus c. capreolus* si possono osservare con relativa facilità in questo brandello di foresta planiziale, ma si tratta di animali che conducono la propria attività nei coltivi circostanti, localmente ancora relativamente ricchi di siepi interpoderali (cfr. Perco, 1989).

5.3.5 Analisi del corridoio di studio

5.3.5.1 Le formazioni vegetali

Le analisi condotte hanno permesso di riscontrare, lungo il corridoio di studio, la presenza delle seguenti tipologie vegetazionali riportate nella Carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale in scala 1:10.000:

- bosco di latifoglie;
- boschi ripariali igrofili a dominanza di Populus alba, P.nigra e Salix alba
- vegetazione acquatica;
- aree verdi urbane;
- superfici coltivate e vegetazione prativa;

Viene fornita, di seguito, la descrizione di ciascuna tipologia, con l'indicazione delle specie fisionomicamente dominanti e delle principali localizzazioni lungo il corridoio di studio.

Bosco di latifoglie

Vegetazione forestale tipica delle grandi pianure dell'Italia settentrionale, generalmente legata alla presenza di suoli idromorfi, con falda freatica superficiale. Riveste un grande valore dal punto di vista biogeografico e conservazionistico, in quanto "relitto" di una copertura forestale originaria, ormai quasi ovunque eliminata dall'azione antropica per guadagnare terreni all'agricoltura.

Le specie arboree dominanti sono il carpino bianco (*Carpinus betulus*) e la farnia (*Quercus robur*), molto frequenti anche gli olmi (*Ulmus minor*). Fra le arbustive prevalgono il nocciolo (*Corylus avellana*), la berretta da prete *(Euonimus europaeus),* il viburno (*Viburnum opulus)* e i rovi (*Rubus caesius* e *R. ulmifolius)*. Nello strato erbaceo, infine, trovano rifugio numerose specie mesofile o microterme, quali *Lilium martagon*, *Veratrum album*, ecc. che, al di fuori di questo ambiente, sono in genere diffuse a quote più elevate, nel piano collinare e montano.

Nel corridoio di studio lembi residui di bosco planiziale sopravvivono in corrispondenza delle zone tutelate del Bosco di Alvisopoli (Km 4+00 - 4+300 tracciato AC/AV) e del sito Bioitaly Bosco Sgobitta e Roggia Corgnolizza (Km 26+00).

Boschi ripariali igrofili

Ai margini del bosco planiziale, come pure lungo le sponde di fiumi, rogge e canali, si riscontrano spesso esempi di vegetazione ripariale igrofila a salici e pioppi. Si tratta della tipica vegetazione che si sviluppa lungo le rive dei corsi d'acqua, la quale mostra un evidente carattere azonale, in quanto non è legata ad una particolare zona bioclimatica, quanto piuttosto alle particolari condizioni ambientali e soprattutto edafiche che caratterizzano gli ambienti perifluviali.

Le specie arboree prevalenti sono soprattutto salici (*Salix alba, S. caprea, S. cinerea*) e pioppi (*Populus nigra, P. alba*), che da soli costituiscono l'80 – 90% della fisionomia di questa fitocenosi. Caratteristica è anche la presenza dell'ontano nero (*Alnus glutinosa*) e della frangola (*Frangula alnus*).

Interessante un contingente di specie, in comune con il corteggio floristico dei boschi planiziali, che testimonia l'affinità ecologica delle due associazioni, peraltro spesso osservabili in contatto catenale: si tratta in particolare della farnia (*Quercus robur*), dell'olmo (*Ulmus minor*), del nocciolo (*Corylus avellana*), del viburno (*Viburnum opulus)* e del ligustro (*Ligustrum vulgare*).

Due specie lianose, inoltre, risultano piuttosto frequenti e caratterizzanti: il tamaro (*Tamus communis*) ed il luppolo (*Humulus lupulus*).

Lo sviluppo superficiale e strutturale della vegetazione ripariale igrofila è spesso fortemente limitato, a causa delle attività agricole intensive che si spingono sui fertili terreni alluvionali, giungendo fin quasi a contatto con l'ambiente acquatico. Anche per questo motivo la fisionomia di tale fitocenosi si presenta spesso in forma arbustiva, simile ad una siepe: si parla in questo caso di *facies* degradata dell'associazione arborea igrofila a salici e pioppi.

Nell'area di progetto la vegetazione ripariale igrofila si ritrova, in maniera abbastanza regolare, lungo le rive dei principali corsi d'acqua, ma raggiunge un discreto sviluppo solo in corrispondenza dei fiumi principali (Tagliamento, Stella, Corno, Isonzo) e nella maggior parte delle aree di pregio naturalistico (Cfr. Tab. 5.3-7).

Vegetazione acquatica

La vegetazione acquatica si può distinguere, sulla base del tipo di ambiente, in vegetazione delle acque correnti (o lotiche) e vegetazione delle acque stagnanti o a lento scorrimento (lentiche).

Nella prima prevalgono diverse specie del genere *Potamogeton* (*Potamogeton pectinatus, P. crispus, P. natans*), il crescione d'acqua (*Nasturtium officinale*) e il giaggiolo acquatico (*Iris pseudacorus*). La seconda è invece caratterizzata dalle ninfee (*Nymphaea alba, Nuphar luteum*) e dal millefoglio (*Myriophyllum* sp.). In entrambi i casi si tratta comunque di specie erbacee, sia radicanti che natanti.

Nell'ambiente ecotonale (di transizione) interposto fra l'acqua e le rive si rinviene una vegetazione di tipo palustre costituita prevalentemente da specie lianose ed erbacee: fra le prime prevalgono i rovi (*Rubus caesius*), il vilucchio (*Calystegia sepium*), il luppolo (*Humulus lupulus*), la canapa acquatica (*Eupatorium cannabinum*) e l'ortica (*Urtica dioica*). Fra le erbacee, alcune delle più frequenti sono la valeriana (*Valeriana officinalis*), l'olmaria (*Filipendula ulmaria*), la salcerella (*Lythrum salicaria*) e la stregona palustre (*Stachys palustris*).

Una caratteristica ricorrente della vegetazione palustre è quella di formare associazioni la cui fisionomia è determinata, principalmente, da una sola specie. Nell'area in esame, infatti, si possono riconoscere quattro associazioni distinte, che vengono di seguito elencate con l'indicazione, in parentesi, della rispettiva specie fisionomicamente dominante:

- canneto (*Phragmites australis*);
- tifeto (*Thypha latifolia*);
- cladieto (*Cladium mariscus*);
- giuncheto (*Schoenoplectus lacustris*).

Il canneto è l'associazione palustre più diffusa che, grazie all'ampiezza della propria valenza ecologica, tende ad occupare anche le superfici incolte. Al contrario il tifeto, essendo molto più sensibile al disturbo antropico (attività agricole), è limitato solo ad alcuni fossi. Il cladieto tende a prevalere in corrispondenza delle zone impaludate, mentre il giuncheto si localizza per lo più in posizione retrostante al canneto.

Nell'area di progetto la vegetazione palustre caratterizza la maggior parte delle aree di pregio naturalistico.

Superfici coltivate e aree prative

La maggior parte dell'intera area di progetto è attualmente occupata da superfici agricole. Le colture dominanti sono decisamente rappresentate dai seminativi (colture erbacee) di mais, soia ed erba medica, elencati in ordine di estensione decrescente. Molto frequenti sono anche i pioppeti, che costituiscono il 90% delle colture arboree, per il resto rappresentate da vigneti.

Le superfici agricole, sebbene di origine antropica, concludono il quadro delle tipologie vegetazionali, in quanto costituite anch'esse da specie vegetali. Inoltre rappresentano l'elemento caratterizzante il paesaggio attuale del corridoio di studio.

In corrispondenza dei territori in precedenza coltivati, sui quali viene sospeso temporaneamente o definitivamente il trattamento colturale si instaurano allora dei processi naturali di successione ecologica, attraverso i quali la vegetazione spontanea ed autoctona gradualmente riconquista il proprio ambiente. Le zone prative più vicine alle boscaglie ripariali sono popolate prevalentemente da specie igrofile, come *Lychnis flos-cuculi, Senecio paludosus* e

Cirsium palustre le quali testimoniano, con la propria presenza, la naturale vocazione di quel territorio, nonché la successione in atto che, se non disturbata o interrotta, passerà da questo stadio iniziale, erbaceo (ricolonizzazione di specie igrofile) ad uno successivo arbustivo, fino a giungere a quello arboreo più complesso, stabile e maturo.

Allontanandosi dall'ambiente fluviale cambiano le condizioni ecologiche e di conseguenza anche la composizione floristica della vegetazione: diminuisce infatti la frequenza delle specie igrofile ed aumenta quella di specie più termofile, quali *Galium verum, Plantago lanceolata, Euphorbia dulcis, Chrysopogon gryllus* e *Lathyrus pratensis*. In questo caso, infatti, la successione potrebbe portare alla ricostituzione di un bosco meno igrofilo, formato da latifoglie decidue con dominanza di querce.

Aree verdi urbane

Sono segnalate in corrispondenza di Villa Chiozza; l'intero complesso, probabilmente risalente al XVIII secolo, venne completamente ristrutturato fra la seconda metà dell'Ottocento e l'inizio del secolo successivo.

Degno di nota è il parco che circonda la villa, realizzato dallo scienziato ed imprenditore triestino Luigi Chiozza, noto anche per aver fondato un'azienda agricola modello a Pertéole, con annesso uno stabilimento per la produzione dell'amido.

Il parco, progettato secondo precisi criteri paesaggistici, conserva ancora, quantunque ampliato e ristrutturato, l'impostazione originaria, dove si alternano ampli viali e percorsi sinuosi, interrotti da ruscelli e quinte arboree. Sono proprio le numerose essenze vegetali, sia indigene (autoctone) che esotiche (alloctone), a costituire il valore naturalistico della villa.

5.3.5.2 I popolamenti faunistici

Nel presente capitolo vengono riportati i popolamenti animali presenti nell'area di studio, descrivendo gli habitat ai quali sono legati. Inoltre vengono messi in evidenza lo *status* di conservazione ed i regimi di tutela dei quali sono oggetto.

Mammalofauna

La mammalofauna si presenta alquanto ricca di specie, alcune delle quali di notevole interesse. Questo aspetto viene confermato da recenti studi sulla biodiversità italiana che attribuiscono a questa regione un alto valore in termini di endemismi e rilevanza biogeografia.

Tra gli elementi di maggior pregio si rileva lo **Sciacallo dorato** *Canis aureus,* recente acquisizione della fauna italiana (la specie è giunta spontaneamente dall'est europeo) la cui presenza è stata accertata nel Carso triestino dal 1992 (Lapini, Perco,Benussi, 1993).

I ripetuti avvistamenti di coppie di animali nel Carso sloveno, goriziano e triestino fanno supporre che si sia costituita una vera e propria popolazione, la cui consistenza è comunque molto variabile e soggetta a fluttuazioni dovute principalmente alla dispersione di individui provenienti dalla Slovenia. A causa di questa situazione ancora molto dinamica, la specie è da considerarsi assai scarsa.

Attualmente la specie è presente in buona parte del Friuli Venezia Giulia e del Veneto, sebbene con presenza di singoli esemplari isolati, principalmente maschi erranti sub adulti. E' una specie soprattutto notturna, onnivora e capace di predare anche ungulati domestici e selvatici di taglia piccola e media.

Per la grande adattabilità e la naturale tendenza all'espansione dell'areale, lo Sciacallo dorato non presenta particolari problemi di conservazione a livello mondiale.

In Italia, è però considerato specie particolarmente protetta in virtù della recente colonizzazione del nostri territorio e delle alte potenzialità di espansione. Sono noti abbattimenti illegali e non sono da escludere uccisioni involontarie a causa di errori di riconoscimento da parte dei cacciatori, soprattutto durante le battute di caccia alla Volpe. Inoltre, la pratica illegale dell'impiego dei bocconi avvelenati può costituire un'ulteriore seria minaccia per la sopravvivenza dei pochi individui che vivono nel territorio italiano.

Un altro carnivoro di interesse è il **Gatto selvatico** *Felis silvestris*, specie a status vulnerabile la cui distribuzione e consistenza è poco nota sia per le abitudini comportamentali particolarmente elusive, sia per la difficoltà oggettiva di identificazione, vista la facile confusione con il gatto domestico. E' principalmente associato alle foreste di latifoglie miste e si alimenta principalmente di piccole prede (roditori, lagomorfi, uccelli, rettili e insetti). Oltre alla modificazione e frammentazione degli habitat, uno specifico fattore di minaccia per la specie è dovuto alla ibridazione con il gatto domestico.

Altri **Carnivori** diffusi nell'area oltre alla volpe *Vulpes vulpes* sono rappresentati da diversi mustelidi come il tasso *Meles meles*, la faina *Martes foina*, la donnola *Mustela nivalis* e la puzzola *Mustela putorius*, specie la cui attività predatoria è fondamentale per garantire l'equilibrio ecologico del territorio.

Tra gli **Ungulati** troviamo il capriolo *Capreolus capreolus*. Esso trova le condizioni ottimali di sviluppo nell'orizzonte delle querce caducifoglie, prediligendo i boschi attigui a radure erbose, dove è presente un ricco strato cespugliare, ma è possibile ritrovarlo anche in aree agricole con siepi ed aree boscate anche di limitata estensione.

Diffuso è anche il cinghiale *Sus scrofa*, la cui presenza comporta spesso danni all'agricoltura.

Tra i **roditori** si rileva infine la presenza della lepre *Lepus europaeus*, che frequenta le zone agricole e gli spazi aperti. Tra i Gliridi si ricordano lo scoiattolo (*Sciurus vulgaris*) ed il ghiro (*Glis glis*), abbastanza comuni negli ambienti boscosi e nei coltivi con piante d'alto fusto.

Tra i **Chirotteri** legati all'ambiente delle grotte che alle zone boscate si rileva la presenza di specie appartenenti al gruppo dei Rinolofi legati ad ambienti ipogei come grotte e cavità artificiali, ed anche vecchie case abbandonate. In particolare diffusi *sono Rinolophus ferrumequinum, R. euryale, R. hipposideros*, le cui popolazioni sono in forte calo numerico principalmente a causa dell'elevata frequentazione delle grotte e per l'uso abbondante di pesticidi in agricoltura.

Si riscontra inoltre la presenza di specie appartenenti al genere Myotis (*M. myotis , M. blythii, M. capaccinii*) che utilizzano gli ambienti ipogei.

Nella Tabella seguente vengono riportati regimi di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto.

Famiglia	Specie (*Nome Latino*)	Specie (Nome volgare)	L. 157/92 art. 2	L. 157/92	79/409 CEE Ap.1	79/409 CEE Ap.2/I	79/409 CEE Ap.2/II	79/409 CEE Ap.3/I	79/409 CEE Ap.3/II	BERNA Ap.2	BERNA Ap.3	CITES All. A	CITES All. B	CITES All. D	BONN Ap.1	BONN Ap.2	HABITAT Ap.2	HABITAT Ap.4	HABITAT Ap.5	BARCELLONA all. 2	ENDEMICA	CHECKLIST	IUCN
Cervidae	Capreolus capreolus (Linnaeus, 1758)	Capriolo									x												

Famiglia	Specie (*Nome Latino*)	Specie (Nome volgare)	L. 157/92 art. 2	L. 157/92	79/409 CEE Ap.1	79/409 CEE Ap.2/I	79/409 CEE Ap.2/II	79/409 CEE Ap.3/I	79/409 CEE Ap.3/II	BERNA Ap.2	BERNA Ap.3	CITES All. A	CITES All. B	CITES All. D	BONN Ap.1	BONN Ap.2	HABITAT Ap.2	HABITAT Ap.4	HABITAT Ap.5	BARCELLONA all. 2	ENDEMICA	CHECKLIST	IUCN
Suidae	Sus scrofa Linnaeus, 1758	Cinghiale																					
Canidae	Canis aureus Linnaeus, 1758	Sciacallo	x																x				
Felidae	Felis silvestris Schreber, 1777	Gatto selvatico	x							x			x					x					
Mustelidae	Martes foina (Erxleben, 1777)	Faina		x							x												
Mustelidae	Meles meles (Linnaeus, 1758)	Tasso		x							x												
Mustelidae	Mustela nivalis Linnaeus, 1766	Donnola		x							x												
Mustelidae	Mustela putorius Linnaeus, 1758	Puzzola	x								x								x				
Rhinolophidae	Rhinolophus euryale Blasius, 1853	Ferro di cavallo euriale		x						x						x	x	x					VU A2c
Rhinolophidae	Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774)	Ferro di cavallo maggiore		x						x						x	x	x					LR/ cd
Rhinolophidae	Rhinolophus hipposideros (Bechstein, 1800)	Ferro di cavallo minore		x						x						x	x	x					VU A2c
Vespertilionidae	Myotis blythi (Tomes, 1857)	Vespertilio di Blyth		x						x						x	x	x					
Vespertilionidae	Myotis capaccinii (Bonaparte, 1837)	Vespertilio di Capaccini		x						x						x	x	x					VU A2c
Vespertilionidae	Myotis myotis (Borkhausen, 1797)	Vespertilio maggiore		x						x						x	x	x					LR/ nt
Myoxidae	Myoxus glis (Linnaeus, 1766)	Ghiro		x							x												LR/ nt

Famiglia	Specie (*Nome Latino*)	Specie (Nome volgare)	L. 157/92 art. 2	L. 157/92	79/409 CEE Ap.1	79/409 CEE Ap.2/I	79/409 CEE Ap.2/II	79/409 CEE Ap.3/I	79/409 CEE Ap.3/II	BERNA Ap.2	BERNA Ap.3	CITES All. A	CITES All. B	CITES All. D	BONN Ap.1	BONN Ap.2	HABITAT Ap.2	HABITAT Ap.4	HABITAT Ap.5	BARCELLONA all. 2	ENDEMICA	CHECKLIST	IUCN
Sciuridae	Sciurus vulgaris Linnaeus, 1758	Scoiattolo		x							x												NT

Tabella 22 Regime di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto (Mammiferi)

Avifauna

In considerazione della varietà di ambienti riscontrabili nell'area il popolamento ornitico si presenta ricchissimo di specie e nello stesso tempo molto complesso.

Ciò è evidenziato anche da quanto è riportato nell'Atlante degli uccelli nidificanti in Italia (Meschini & Frugis, 1993) dove il numero massimo delle specie nidificanti per quadrante (di dimensione 20 x 20 Km di lato) indagato a livello nazionale viene individuato nella zona a cavallo tra le provincie di Gorizia e Trieste.

Oltre oltre alle numerose specie nidificanti il contingente ornitico della zona è rappresentato anche da svernanti, estivanti e da specie che stazionano temporaneamente nella zona durante il passaggio migratorio, come il Falco pescatore.

Di seguito viene effettuata una descrizione dei popolamenti ornitici presenti nei principali ambienti individuabili nel territorio indagato.

Gli uccelli delle zone umide

All'interno del corridoio di studio le principali zone umide sono costituite da un sistema caratterizzato dalla presenza di habitat contigui diversificati (greto, boscaglia ripariale, canneti, ecc.) e da quelli caratterizzati da un esteso canneto e lembi di boscaglia igrofila.

L'habitat della boscaglia ripariale svolge un importante ruolo nella dinamica delle popolazioni ornitiche stanziali e migratorie. Questo ambiente è infatti interessato dalla presenza di numerose specie legate all'ambiente acquatico (anatidi, ardeidi, rallidi e tra i passeriformi la ballerina gialla *Motacilla cinerea)*, ma anche dalla presenza di specie caratteristiche di altri ambienti, che trovano qui risorse alimentari, microclimi favorevoli nelle stagioni estreme e/o idonei siti riproduttivi.

Tra i rallidi si rileva la presenza del Porciglione *Rallus acquaticus* che frequenta zone umide dolci e corsi d'acqua con fitta vegetazione di ripariale, della Gallinella d'acqua *Gallinula chloropus*, specie ad ampia valenza ecologica che frequenta una gran varietà di ambienti anche se fortemente degradati ed antropizzati e della Folaga *Fulica atra*, presente con grandi contingenti anche come svernante.

Da segnalare la presenza del Voltolino *Porzana parva* e della Schiribilla *Porzana porzana*, migratori abituali che frequentano soprattutto ambienti palustri con acque basse dolci o salmastre e vegetazione fitta.

Tra gli anatidi comune è il Germano reale *Anas plathyrhynchos* che frequenta sia il corso dei fiumi che le cave allagate e la cui popolazione nidificante appare in aumento. Durante le migrazioni e lo svernamento si riscontra inoltre la presenza dell'Alzavola *Anas crecca*, che frequenta piccoli stagni alberati, boschi allagati e canali in zone agricole e della Canapiglia *Anas strepera*.

Da segnalare la presenza del Marangone minore *Phalacrocorax pygmeus*, uccello acquatico che frequenta zone umide preferibilmente d'acqua dolce, ricche di vegetazione palustre, nidificando su alberi o cespugli.

Tra i passeriformi si ricordano l'usignolo di fiume *Cettia cetti*, la ballerina bianca e gialla (*Motacilla alba* e *M. cinerea*) ed il pendolino *Remiz pendulinus*, tipico abitatore delle boscaglie umide nei pressi di stagni e fiumi.

La vegetazione di bordura a dominanza di specie elofitiche costituisce un habitat ideale per diverse specie come il tuffetto *Tachybaptis ruficollis*, uno svasso il cui habitat riproduttivo è rappresentato dalle zone umide d'acqua dolce poco profonde, anche di piccole dimensioni, bordate da folta vegetazione (soprattutto *Phragmites* e *Typha*) ed il tarabusino (*Ixobrychus minutus*), migratore regolare che in Italia nidifica nelle zone umide della Pianura padana e delle aree costiere e che nell'ambito indagato frequenta soprattutto ambienti umidi d'acqua dolce di estensione e composizione varia e nidifica lungo le rive dei canali, in cave abbandonate, negli stagni e paludi con densa vegetazione e con presenza di alberi o cespugli isolati.

Si rileva inoltre la presenza di diversi Passeriformi come la Cannaiola verdognola *Acrocephalus palustris*, che frequenta ambienti con una fitta copertura ad alte erbe (*Urtica* sp., *Helianthus* sp, ecc), la Cannaiola *Acrocephalus scirpaceus* ed il Cannareccione *Acrocephalus arundinaceus* legati specificatamente all'habitat del canneto.

Tra gli uccell legati in modo praticamente esclusivo all'ambiente del greto e dei suoi immediati dintorni si individua inoltre il Corriere piccolo (*Charadrius dubius*) il cui ambiente naturale di nidificazione è rappresentato dalle rive sabbiose e ghiaiose con scarsa vegetazione presenti generalmente lungo i grandi fiumi; trattandosi di un uccello fortemente adattabile ai luoghi molto disturbati, è possibile riscontrarne comunque la nidificazione anche nelle cave e nelle spianate dei cantieri.

Gli habitat umidi sono inoltre frequentati dal Cormorano (*Phalacrocorax carbo*), durante le migrazioni e lo svernamento, in concomitanza con il movimento migratorio proveniente soprattutto dalle colonie dell'Europa centro-orientale.

Da segnalare è la presenza del Falco pescatore *Pandion halietus* nel periodo delle migrazioni delle popolazioni nidificanti in Svezia e in Finlandia; durante la permanenza in loco questa specie ittiofaga può frequentare tutte le zone umide adatte all'alimentazione, sia lungo la sosta che nelle aree interne (soprattutto cave allagate ricche di pesce). Generalmente si tratta di singoli individui che possono fermarsi nella zona prescelta anche per più giorni.

Un altro rapace, il Lodolaio *Falco subbuteo,* è regolarmente presente nell'area durante le migrazioni; frequenta soprattutto aree aperte ai margini dei boschi golenali del Fiume Isonzo, anche di impianto artificiale (pioppeti)

Non nidificanti, ma comunque presenti durante tutto l'anno sono infine la Garzetta (*Egretta garz*etta) e l'Airone cenerino (*Ardea cinerea*) che utilizzano le acque basse del fiume per alimentarsi di piccoli pesci o insetti acquatici.

Di seguito viene riportato un elenco delle principali specie nidificanti nell'ambito delle zone umide.

UCCELLI NIDIFICANTI NELLE ZONE UMIDE

Tuffetto *Tachybaptis ruficollis*

Tarabusino *Ixobrychus minutus*

Gallinella d'acqua *Gallinula chloropus*

Folaga *Fulica atra*

Martin pescatore *Alcedo atthis*

Picchio rosso maggiore *Picoides major*

Ballerina gialla *Motacilla cinerea*

Usignolo *Luscinia megarhynchos*

Usignolo di fiume *Cettia cetti*

Cannaiola verdognola *Acrocephalus palustris*

Cannaiola *Acrocephalus scirpaceus*

Cannareccione *Acrocephalus arundinaceus*

Pendolino *Remiz pendulinus*

Rigogolo *Oriolus oriolus*

Nella Tabella seguente vengono riportati regimi di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto.

Famiglia	Specie (*Nome Latino*)	Specie (Nome volgare)	L. 157/92 art. 2	L. 157/92	79/409 CEE Ap.1	79/409 CEE Ap.2/I	79/409 CEE Ap.2/II	79/409 CEE Ap.3/I	79/409 CEE Ap.3/II	BERNA Ap.2	BERNA Ap.3	CITES All. A	CITES All. B	CITES All. D	BONN Ap.1	BONN Ap.2	HABITAT Ap.2	HABITAT Ap.4	HABITAT Ap.5	BARCELLONA all. 2	ENDEMICA	CHECKLIST	IUCN
Ardeidae	Ixobrychus minutus (Linnaeus, 1766)	Tarabusino		x	x					x													
Alcedinidae	Alcedo atthis (Linnaeus, 1758)	Martin pescatore		x	x					x													
Rallidae	Fulica atra Linnaeus, 1758	Folaga				x			x		x					x							
Rallidae	Gallinula chloropus (Linnaeus, 1758)	Gallinella d'acqua					x				x												
Motacillidae	Motacilla cinerea Tunstall, 1771	Ballerina gialla		x						x													
Remizidae	Remiz pendulinus (Linnaeus, 1758)	Pendolino		x							x												

Sylviidae	Acrocephalus arundinaceus Linnaeus, 1758	Cannareccione		x					x													
Sylviidae	Acrocephalus palustris Bechstein, 1798	Cannaiola verdognola		x					x													
Sylviidae	Acrocephalus scirpaceus Herman, 1804	Cannaiola		x					x													
Sylviidae	Cettia cetti (Temminck, 1820)	Usignolo di fiume		x					x													
Turdidae	Luscinia megarhynchos Brehm, 1831	Usignolo		x					x													
Picidae	Picoides major (Linnaeus, 1758)	Picchio rosso maggiore	x						x													
Podicipedidae	Tachybaptus ruficollis (Pallas, 1764)	Tuffetto		x					x													

Tabella 23 Regime di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto (Uccelli – Zone Umide)

Gli uccelli degli ambienti agricoli

Gli ambienti coltivati sono presenti in maniera diffusa e continua in gran parte dell'area di progetto. Nonostante siano dominanti le monoculture ed un tipo di agricoltura industrializzata che ha determinato una notevole semplificazione del paesaggio, numerose sono le specie ornitiche presenti. La maggiore diversità e ricchezza ornitica si osserva in particolare in situazioni ecotonali (presenti, ad esempio, in prossimità alla fascia golenale dell'Isonzo) e nelle zone in cui si sono conservati boschetti isolati, siepi e filari. Importanti sono inoltre i canali irrigui e le scoline che costituiscono un fattore di richiamo per diverse specie.

Tipici di questi ambienti sono alcuni galliformi come la starna, la quaglia e il fagiano. In relazione alla starna *Perdix perdix* si rileva che la sua presenza è dovuta esclusivamente all'immissione di soggetti per scopi venatori, effettuata dalle riserve di caccia; originariamente invece la specie era stanziale ed abbastanza comune in tutti i territori adatti.

La Quaglia *Coturnix coturnix* è presente come specie migratrice nel periodo primaverile-estivo nelle zone con prati e coltivazioni ceralicole con copertura arborea quasi del tutto assente. I moderni metodi di conduzione agricola hanno prvocato negli ultimi decenni una progressiva diminuzione della popolazione nidificante. Inoltre l'introduzione per scopi venatori di individui appartenenti generalmente alla forma *C.c. japonica* determina fenomeni di ibridizzazione e di inquinamento genetico.

Il fagiano comune *Phasianus colchicus* nell'ambito della pianura coltivata, durante il periodo riproduttivo, è rinvenibile più frequentemente nelle zone adiacenti ai boschi golenali; la consistenza delle sue popolazioni (stanziali e nidificanti) è fortemente influenzata dalle massicce immissioni per scopi venatori.

Si rileva inoltre la presenza della Pavoncella *Vanellus vanellus,* un caradride che utilizza come siti riproduttivi le zone coltivate a mais, soia e barbabietola.

Tra i passeriformi si ricorda l'Allodola, che nella zona dell'aeroporto di Ronchi dei Legionari presenta le maggiori denasità di popolazione

Infine tra i rapaci notturni si rileva la presenza della Civetta *Athene noctua*, che per rirodursi può utilizzare vari tipi di costruzioni e manufatti e dell'Assiolo *Otus scops,* che nei decenni scorsi ha subito un decremento numerico

probabilmente legato all'impiego di pesticidi in agricoltura nonché alla scomparsa di alcuni siti di nidificazione quali salici e gelsi capitozzati, ricchi di cavità, che fino a qualche decennio fa caratterizzavano il paesaggio agrario isontino.

Si sottolinea inoltre che questi ambienti possono essere utilizzati dall'Airone cenerino *Ardea cinerea* che vi svolge attività trofica e dall'Airone bianco maggiore *Casmerodius albus*, un migratore e svernante regolare, che dalla costa si spinge nelle zone interne seguendo i corsi d'acqua ed è regolarmente presente in diverse aree bonificate dove frequenta le scoline e in zone aperte coltivate su terreni arati, prati, ecc.

UCCELLI NIFICANTI NEGLI AMBIENTI AGRICOLI

Quaglia *Coturnix coturnix*

Tortora dal collare *Streptopelia decaocto*

Tortora *Streptopelia turtur*

Assiolo *Otus scops*

Gufo comune *Asio otus*

Torcicollo *Jynx torquilla*

Allodola *Alauda arvensis*

Rondine *Hirundo rustica*

Balestruccio *Delichon urbica*

Usignolo *Luscinia megarhynchos*

Saltimpalo *Saxicola torquata*

Gazza *Pica pica*

Cornacchia *Corvus corone*

Passera *Passer domesticus*

Passera mattugia *Passer montanus*

Luì piccolo *Phylloscopus collybita*

Fringuello *Fringilla coelebs*

Verzellino *Serinus serinus*

Nella Tabella seguente vengono riportati regimi di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto.

Famiglia	Specie (*Nome Latino*)	Specie (Nome volgare)	L. 157/92 art. 2	L. 157/92	79/409 CEE Ap.1	79/409 CEE Ap.2/I	79/409 CEE Ap.2/II	79/409 CEE Ap.3/I	79/409 CEE Ap.3/II	BERNA Ap.2	BERNA Ap.3	CITES All. A	CITES All. B	CITES All. D	BONN Ap.1	BONN Ap.2	HABITAT Ap.2	HABITAT Ap.4	HABITAT Ap.5	BARCELLONA all. 2	ENDEMICA	CHECKLIST	IUCN
Columbidae	Sterptopelia turtur (Linnaeus, 1758)	Tortora					x				x												
Columbidae	Streptopelia decaocto (Frivaldszky, 1838)	Tortora dal collare orientale		x			x				x												
Phasianidae	Coturnix coturnix (Linnaeus, 1758)	Quaglia					x				x					x							
Alaudidae	Alauda arvensis (Linnaeus, 1758)	Allodola		x			x				x												
Fringillidae	Fringilla coelebs Linnaeus, 1758	Fringuello		x							x												
Fringillidae	Serinus serinus (Linnaeus, 1766)	Verzellino		x						x													
Hirundinidae	Delichon urbica (Linnaeus, 1758)	Balestruccio		x						x													
Hirundinidae	Hirundo rustica Linnaeus, 1758	Rondine		x						x													
Sylviidae	Phylloscopus collybita Vieillot, 1817	Luì piccolo		x						x													
Turdidae	Luscinia megarhynchos Brehm, 1831	Usignolo		x						x													
Turdidae	Saxicola torquata Linnaeus, 1758	Saltimpalo		x						x													
Picidae	Jynx torquilla Linnaeus, 1758	Torcicollo	x							x													
Strigidae	Asio otus (Linnaeus, 1758)	Gufo comune	x							x		x	x										
Strigidae	Otus scops (Linnaeus, 1758)	Assiolo	x							x		x	x										

Tabella 24 Regime di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto (Uccelli – Ambienti Agricoli)

Gli uccelli degli ambienti antropizzati

Gli ambienti antropizzati nell'area in esame sono principalmente costituiti dai centri abitatati di grandi o piccole dimensioni. In questi habitat, nonostante la evidente influenza antropica, si riscontra la presenza di numerose specie ornitiche, in particolare passeriformi, poco sensibili al disturbo dell'uomo.

Tra questi ultimi si ricordano la Capinera *Sylvia atricapilla* ed il Verdone *Carduelis chloris* presenti in orti e giardini e parchi urbani ricchi di cespugli e rovi e la Taccola *Corvus monedula*, un corvide che manifesta una spiccata tendenza sinantropica. Nidifica in colonie ed è stata rilevata in molti centri abitati dell'isontino, dove sfrutta come siti riproduttivi i campanili (Monfalcone), le torri degli acquedotti (S. Canzian) o le cavità di grossi alberi.

Da segnalare le nidificazioni dello Sparviero *Accipiter nisus* anche con più coppie all'interno di alcuni dei maggiori agglomerati urbani, come Monfalcone e Ronchi dei Legionari.

UCCELLI NIFICANTI NEGLI AMBIENTI ANTROPIZZATI

Rondone *Apus apus*

Merlo *Turdus merula*

Capinera *Sylvia atricapilla*

Storno *Stornus vulgaris*

Taccola *Corvus monedula*

Passera *Passer domesticus*

Verdone *Carduelis chloris*

Cardellino *Carduelis carduelis*

Nella Tabella seguente vengono riportati regimi di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto.

Famiglia	Specie (*Nome Latino*)	Specie (Nome volgare)	L. 157/92 art. 2	L. 157/92	79/409 CEE Ap.1	79/409 CEE Ap.2/I	79/409 CEE Ap.2/II	79/409 CEE Ap.3/I	79/409 CEE Ap.3/II	BERNA Ap.2	BERNA Ap.3	CITES All. A	CITES All. B	CITES All. D	BONN Ap.1	BONN Ap.2	HABITAT Ap.2	HABITAT Ap.4	HABITAT Ap.5	BARCELLONA all. 2	ENDEMICA	CHECKLIST	IUCN
Apodidae	Apus apus (Linnaeus, 1758)	Rondone		x						x													
Corvidae	Corvus monedula Linnaeus, 1758	Taccola		x																			
Fringillidae	Carduelis chloris (Linnaeus, 1758)	Verdone		x						x													
Fringillidae	Carduelis carduelis (Linnaeus, 1758)	Cardellino		x						x													
Sturnidae	Sturnus vulgaris Linnaeus, 1758	Storno		x																			
Sylviidae	Sylvia atricapilla Linnaeus, 1758	Capinera		x						x													
Turdidae	Turdus merula Linnaeus, 1758	Merlo					x				x												

Tabella 25 Regime di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto (Uccelli – Ambienti Antropizzati)

Fauna minore

Gli **Anfibi** e **Rettili** presenti nell'area di studio vengono descritti evidenziando le principali caratteristiche ecologiche delle specie ed il tipo di habitat cui esse sono associate.

In relazione in particolare alle specie di Anfibi si sottolinea che questi presentano molto spesso una distribuzione discontinua sul territorio, con popolazioni isolate legate a ben precise tipologie ambientali; soprattutto nel periodo riproduttivo essi si concentrano in ambienti delimitati e spesso ristretti, che risultano di importanza fondamentale per lo svolgimento dei vari cicli di sviluppo.

Nel caso dei Rettili, invece, la maggior parte delle specie non appare strettamente legata a ben precisi biotopi, ma frequenta un'ampia gamma di tipologie ambientali; ciò si associa indubbiamente a una minor vulnerabilità dal punto di vista ecologico.

In relazione alle abitudini comportamentali delle specie trattate si sottolinea che si tratta di animali relativamente sedentari e spesso legati a precise condizioni microclimatiche e quindi ad habitat ben differenziati. Nella presente trattazione si è cercato di porre in evidenza in relazione a ciascuna specie il tipo di habitat utilizzato.

Molte delle specie presenti, inoltre, in ambito nazionale, sono esclusive del Friuli Venezia Giulia

Si riporta di seguito un elenco commentato delle specie di Anfibi e Rettili presenti nell'area fornendo indicazioni circa la loro biologia, le caratteristiche degli habitat frequentati e la distribuzione nell'area di studio.

ANFIBI

Tritone crestato meridionale (*Triturus carnifex*) anfibio urodelo di vita terricola noturna; durante il periodo estivo frequenta l'habitat delle lettiere forestali, cortecce, tronchi deperienti ed è legato all'acqua durante l'accoppiamento. E' comune nell'ambito della pianura friulana , mentre nel carso triestino e goriziano è sintopico con *T. vulgaris meridionalis*.

Tritone punteggiato meridionale (*Triturus vulgaris meridionalis*) anfibio urodelo che frequenta le zone umide solo nel corso degli accoppiamenti e per il resto conduce vita tericola e notturna. Nell'area di studio la specie è presente sia nella zona della pianura, che nel carso triestino e goriziano.

Ululone dal ventre giallo (*Bombina variegata variegata*) Anfibio anuro che conduce una vita largamente terricola frequentando nel periodo degli accoppiamenti le pozzanghere che si formano nelle carrareccie interpoderali, nelle scoline, negli abbeveratoi o nelle anse più calme dei ruscelli. Nel Friuli Venezia Giulia la specie è ancora piuttosto comune presentando un'ampia valenza ecologica. E' presente sia nella zona del Carso triestino e goriziano, che nella bassa pianura, dove tende a scomparire in condizioni di pressione agricolturale di tipo intensivo.

Rospo comune (*Bufo bufo*) Anfibio anuro tericolo legato ad ambienti arbustati o forestati, che tollera grandi variazioni di umidità e temperatura ed è in grado di vivere nelle più diverse condizioni ambientali ed altitudinali. Si sposta in ambienti umidi durante il periodo riproduttivo. Nell'area la specie è comune in tutto il territorio.

Rospo smeraldino (*Bufo viridis viridis*) Anfibio anuro terricolo, che predilige ambienti ben drenati, soprattutto su materassi alluvionali incoerenti a bassa copertura arborea e lungo i litorali. E' comune lungo l'alveo dei fiumi e nelle località sottoposte ad agricoltura estensiva (bassa pianura goriziana). E' stato inoltre rilevato anche in ambienti antropizzati.

Raganelle (*Hyla intermedia, H. arborea arborea*) Anfibi anuri arboricoli, che vivono su alberi, arbusti e canneti, in prossimità di ambienti umidi, anche temporanei e di limitata estensione in cui scendono nel periodo degli amori. *Hyla intermedia* è una specie endemica dell'Italia, che nel Friuli Venezia Giulia ha una distribuzione complementare a quella di *H. arborea*, ben diffusa in tutta l'Europa centrale e sud orientale. La prima vive nelle zone umide perlagunari e nelle pianure alluvionali, spingendosi comunemente sino ai 200-300 m di quota, al seconda presenta una più ampia valenza altitudinale, essendo ben diffusa in tutta la provincia di Trieste, dal livello del mare fino a 1400 m di quota.

Recentemente le raganelle sono oggetto di grande attenzione per la forte contrazione popolazionale in tutta l'Europa centrale e settentrionale e perciò considerate fortemente a rischio. Come per molte altre specie di anfibi le cause sono da ascriversi all'elevato uso di fitofarmaci e alla frammentazione dell'areale per la forte riduzione degli ambienti idonei di pianura, che pone in particolare Hyla arborea in una condizione di elevato rischio a medio e breve termine.

Rane verdi (*Rana lessone, R. esculenta, R. ridibunda*) gruppo di anfibi anuri strettamente legati all'acqua; le rane verdi del sistema ibridogenetico lessone-esculenta dominano le cenosi ad anuri acquatici del Friuli Venezia Giulia dal livello del mare fino a quasi 1000 m di quota, tranne che in provincia di Trieste, dove è invece presente Rana ridibunda. Quest'ultima è sottoposta a minaccia dovuta alla distruzione dell'habitat.

Rana agile (*Rana dalmatina*) Anfibio anuro legato all'ecotono forestale e che predilige le macchie arbustate luminose. Ha una grande tolleranza alle variazioni di umidità ambientale. E' comune nella zona di pianura, dove è sintopica con *Rana latastei*.

Rana di lataste (*Rana latastei)* Anfibio anuro endemico della pianura padano veneta, legato ai boschi igrofili e che predilige decisamente le foreste planiziari e collinari. Ha una limitata tolleranza alle variazioni dell'umidità ambientale. E' piuttosto frequente in diverse stazioni della pianura friulana, dove si può talora incontrare anche ai margini delle maggiori siepi interpoderali poste attorno a scoline.

E' una delle specie europee a maggiore priorità di conservazione data la limitata estensione dell'areale e del fortissimo rischio di distruzione degli habitat cui è sottoposta essendo legata alle fasce planiziali.

Nella Tabella seguente vengono riportati regimi di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto.

Famiglia	Specie (*Nome Latino*)	Specie (Nome volgare)	L. 157/92 art. 2	L. 157/92	79/409 CEE Ap.1	79/409 CEE Ap.2/I	79/409 CEE Ap.2/II	79/409 CEE Ap.3/I	79/409 CEE Ap.3/II	BERNA Ap.2	BERNA Ap.3	CITES All. A	CITES All. B	CITES All. D	BONN Ap.1	BONN Ap.2	HABITAT Ap.2	HABITAT Ap.4	HABITAT Ap.5	BARCELLONA all. 2	ENDEMICA	CHECKLIST	IUCN
Bufonidae	Bufo bufo (Linnaeus, 1758)	Rospo comune									x												
Bufonidae	Bufo viridis Laurenti, 1768	Rospo smeraldino								x								x					
Discoglossidae	Bombina variegata (Linnaeus, 1758)	Ululone dal ventre giallo								x							x	x					
Hylidae	Hyla arborea (Linnaeus, 1758)	Raganella comune								x								x					LR /nt
Hylidae	Hyla intermedia Boulenger, 1882	Raganella italiana									x												
Ranidae	Rana dalmatina Bonaparte, 1840	Rana agile								x								x					
Ranidae	Rana latastei Boulenger, 1879	Rana di Lataste								x							x	x			x	M	LR /nt
Ranidae	Rana lessonae Camerano, 1882	Rana di Lessona									x							x					
Ranidae	Rana ridibunda Pallas, 1771	Rana ridibonda									x								x				
Salamandridae	Triturus carnifex (Laurenti, 1768)	Tritone crestato italiano								x							x	x					
Salamandridae	Triturus vulgaris (Linnaeus, 1758)	Tritone punteggiato									x										x		

Tabella 26 Regime di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto (Anfibi)

RETTILI

Testuggine palustre (*Emys orbicularis*) specie essenzialmente crepuscolare e notturna presente in numerosi biotopi umidi della bassa pianura friulana, dove è ancora relativamente frequente e nel lago di Doberdò. E' segnalata inoltre in alcuni stagni del carso triestino ed in diversi laghi di cava dove è stata importata.

Ramarro occidentale (*Lacerta bilineata*) Sauro di grandi dimensioni, praticolo, diurno eliofilo. E' una specie euriecia diffusa in tutta l'area di studio.

Lucertola muraiola (*Podarcis muralis*) sauro legato agli habitat rupestri ed agli ecotoni arbustati ed inerbiti, caratterizzato da una ecletticità tipica delle specie ad ecologia colonizzatrice. Nell'area di studio la specie è ampiamente diffusa, sebbene rifugge gli ambienti di pianura costantemente umidificati dalle fresche falde sospese.

Lucertola campestre (*Podarcis sicula*) sauro tendenzialmente praticolo diffuso principalmente lungo la costa e più sporadicamente in diverse località del Carso triestino.

Orbettino (*Anguis fragilis*) Sauro apodo presente nel sottobosco di diversi consorzi forestali, che sopporta anche dense coperture arboree. Nell'area di studio è comune, sebbene in pianura rifugge gli habitat eccessivamente umidificati da falde sospese.

Biacco maggiore (*Coluber viridiflavus*) Ofide rinvenibile presso i margini dei boschi, nelle radure, siepi, coltivi ed aree antropizzate. E' specie diurna, agile e veloce, prevalentemente terricola. E' presente in tutta l'area di studio, ma tende soprattutto a concentrarsi in zone aride e pietrose.

Saettone (*Elaphne longissima*) Ofide rinvenibile presso i margini dei boschi, boscaglie, radure, prati cespugliati e zone rocciose. E' un agile arrampicatore che caccia all'agguato soprattutto piccoli mammiferi, ma anche uccelli uova e sauri. Nell'ambito di studio è rinvenibile sia nell'area carsica che nella zona di pianura.

Biscia dal collare (*Natrix natrix natrix)* Ofide rinvenibile nell'ambito di zone umide di ogni tipo, ma anche in vari altri ambienti compresi quelli xerici. Infatti pur essendo legata ad habitat umidi lentici o lotici, almeno allo stadio giovanile, questa specie è euriterma ed euriigra ed ha una grande valenza latitudinale.

Biscia tessellata (*Natrix tessellata*) Ofide presente in ambienti lentici, in genere di considerevoli dimensioni e perenni, ma anche fiumi, canali, torrenti e ruscelli. E' specie diurna, agile e veloce sia in acqua che a terra.

Nella Tabella seguente vengono riportati regimi di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto.

Famiglia	Specie (*Nome Latino*)	Specie (Nome volgare)	L. 157/92 art. 2	L. 157/92	79/409 CEE Ap.1	79/409 CEE Ap.2/I	79/409 CEE Ap.2/II	79/409 CEE Ap.3/I	79/409 CEE Ap.3/II	BERNA Ap.2	BERNA Ap.3	CITES All. A	CITES All. B	CITES All. D	BONN Ap.1	BONN Ap.2	HABITAT Ap.2	HABITAT Ap.4	HABITAT Ap.5	BARCELLONA all. 2	ENDEMICA	CHECKLIST	IUCN
Anguidae	Anguis fragilis Linnaeus, 1758	Orbettino									x												
Colubridae	Coluber viridiflavus Lacépède, 1789	Biacco								x								x					
Colubridae	Elaphe longissima (Laurenti, 1768)	Saettone								x								x					
Colubridae	Natrix natrix (Linnaeus, 1758)	Natrice dal collare									x												
Colubridae	Natrix tessellata (Laurenti, 1768)	Natrice tassellata								x								x					
Lacertidae	Podarcis muralis (Laurenti, 1768)	Lucertola muraiola								x								x					
Lacertidae	Podarcis sicula (Rafinesque, 1810)	Lucertola campestre								x								x					
Emydidae	Emys orbicularis (Linnaeus, 1758)	Testuggine d'acqua								x							x	x					LR/ nt

Tabella 27 Regime di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto (Rettili)

ANFIBI E RETTILI PRESENTI NEGLI AMBIENTI DI BOSCAGLIA ED ARBUSTETI

Tritone crestato meridionale (*Triturus carnifex*)

Rana agile (*Rana dalmatina*)

Rana di Lataste (*Rana latastei*)

Orbettino (*Anguis fragilis*)

Luscengola (*Chalcides chalcides*)

Rospo comune (*Bufo bufo*)

Saettone (*Elaphne longissima*)

ANFIBI E RETTILI PRESENTI NELLE SIEPI E NEI COLTIVI

Ululone dal ventre giallo (*Bombina variegata variegata*)

Rospo smeraldino (*Bufo bufo viridis*)

Lucertola campestre (*Podarcis sicula*)

Lucertola muraiola (*Podarcis muralis*)

Biacco (*Coluber viridiflavus*)

Rospo comune (*Bufo bufo*)

Raganella (*Hyla intermedia*)

ANFIBI E RETTILI PRESENTI NELLE ZONE UMIDE

Tritone punteggiato meridionale (*Triturus vulgaris meridionalis*)

Rospo comune (*Bufo bufo*)

Rospo smeraldino (*Bufo viridis*)

Rane verdi (*Rana esculenta, R. lessoneae, R. ridibunda*)

Raganella (*Hyla arborea, H. intermedia*)

Testuggine palustre (*Emys orbicularis*)

Biscia dal collare (*Natrix natrix*)

Biscia Tessellata (*Natrix tessellata*)

ANFIBI E RETTILI PRESENTI IN HABITAT APERTI, ECOTONALI E RUPICOLI

Lucertola muraiola (*Podarcis muralis*)

Lucertola campestre (*Podarcis sicula*)

Lucertola adriatica (*Podarcis mellisensis fiumana*)

Ramarro (*Lacerta bilineata*)

Biacco (*Coluber viridiflavus*)

Ittiofauna

La presenza di alcuni corsi d'acqua in corrispondenza del tracciato offre alla **fauna ittica** diversi ambienti idonei al soddisfacimento delle esigenze vitali. Inoltre, la relativa vicinanza del mare e del sistema lagunare costiero, ambiente ricco di ittiofauna, facilita la presenza di numerose specie nell'area di studio.

Di seguito, viene presentata, per le specie di maggior interesse segnalate, una breve descrizione sulle caratteristiche ecologiche e gli habitat di pertinenza. E' opportuno evidenziare che la maggior parte delle specie elencate è legata ad ambienti con acque limpide e ben ossigenate, quindi di elevata qualità ambientale.

Temolo *(Thymallus thymallus):* predilige acque limpide, ben ossigenate, con corrente moderata, con temperatura non superiore ai 20° C. Necessita, per la riproduzione, di alvei ghiaiosi.

Scazzone *(Cottus gobio):* predilige acque correnti e zone litorali dei laghi, sia in pianura che a medie altitudini, su fondali sassosi o sabbiosi.

Trota marmorata *(Salmo trutta marmoratus):* frequenta acque correnti, limpide e ben ossigenate; abita il corso medio ed inferiore dei fiumi e si adatta anche all'ambiente lacustre; è in grado di compiere notevoli spostamenti lungo il corso dei fiumi.

Siluro *(Silurus glanis):* riscontrabile in acque lacustri e fluviali a corso lento; durante il giorno trova rifugio in buche o nel fango; di notte diviene attivo nella ricerca di cibo; trascorre l'inverno in condizioni di letargia.

Storione cobice *(Acipenser naccarii):* migra periodicamente dal mare in ambiente fluviale e vive in rapporto con i sedimenti.

Naso *(Chondrostoma nasus):* si tratta di una specie alloctona, originaria del distretto danubiano; è stata introdotta nella parte slovena del bacino dell'Isonzo, da cui ha colonizzato alcuni corsi d'acqua friulani. Vive nelle zone centrali e profonde dei corsi d'acqua, per spostarsi nel periodo riproduttivo nei piccoli effluenti, caratterizzati da acque limpide e ben ossigenate, con fondo ghiaioso.

Barbo comune *(Barbus plebejus):* frequenta acque correnti limpide, ma anche litorali lacustri; è meno gregario del barbo canino.

Lasca *(Chondrostoma genei):* vive in piccoli banchi nelle acque fluviali, a corrente vivace, dell'Italia settentrionale e, in misura minore, dell'Italia centrale; predilige i fondali sassosi e sabbiosi.

Cobite fluviale *(Cobitis taenia):* vive in acque lacustri e fluviali molto limpide e con corrente quasi nulla, in relazione a fondali sabbiosi o limosi, nei quali è in grado di infossarsi. Ha abitudini sedentarie e moderatamente gregarie.

Barbo canino *(Barbus meridionalis):* frequenta acque correnti limpide, ma anche litorali lacustri; è più gregario del barbo comune e vive in banchi, seppure di modeste dimensioni.

Vairone *(Telestes souffia muticellus):* ha abitudini gregarie e predilige acque limpide con fondo ghiaioso, ma è rinvenuto anche in acque stagnanti, con fondali fangosi; presente fino a quote molto elevate (2000 m.s.l.m.).

Cheppia *(Alosa fallax)*: vive in banchi nelle acque litorali marine di tutti i mari italiani e migra nelle acque fluviali per la riproduzione, fino a raggiungere i grandi laghi; nei fiumi si mantiene in acque a corrente vivace. La risalita, tuttavia, è impedita dagli sbarramenti sempre più numerosi lungo gli alvei dei fiumi.

Nella Tabella seguente vengono riportati regimi di tutela nazionale ed internazionale per le specie di pesci presenti nell'area di progetto.

Famiglia	Specie (*Nome Latino*)	Specie (Nome volgare)	L. 157/92 art. 2	L. 157/92	79/409 CEE Ap.1	79/409 CEE Ap.2/I	79/409 CEE Ap.2/II	79/409 CEE Ap.3/I	79/409 CEE Ap.3/II	BERNA Ap.2	BERNA Ap.3	CITES All. A	CITES All. B	CITES All. D	BONN Ap.1	BONN Ap.2	HABITAT Ap.2	HABITAT Ap.4	HABITAT Ap.5	BARCELLONA all. 2	ENDEMICA	CHECKLIST	IUCN
Salmonidae	Thymallus thymallus (Linnaeus, 1758)	Temolo									x								x				
Cottidae	Cottus gobio Linnaeus, 1758	Scazzone															x						
Salmonidae	Salmo (trutta) marmoratus (Cuvier, 1817)	Trota marmorata															x				x		DD
Siluridae	Silurus glanis Linnaeus, 1758	Siluro									x												
Acipenseridae	Acipenser naccarii * Bonaparte,1836	Storione cobice								x			x				x	x		x	x		VU A1a c
Cyprinidae	Chondrostoma nasus (Linnaeus, 1758)	Naso									x												
Cyprinidae	Barbo plebejus (Bonaparte, 1839)	Barbo									x						x		x				LR/ nt
Cyprinidae	Barbus meridionalis Risso,1826	Barbo canino									x						x		x				
Cyprinidae	Chondrostoma genei (Bonaparte, 1839)	Lasca									x						x				x		LR/ nt
Cobitidae	Cobitis taenia Linnaeus, 1758	Cobite									x						x						
Cyprinidae	Leuciscus souffia Risso,1826	Vairone									x						x						
Clupeidae	Alosa fallax (Lacépède, 1803)	Cheppia									x						x		x				DD

Tabella 28 Regime di tutela nazionale ed internazionale per le specie presenti nell'area di progetto (Pesci)

5.4 Valutazione delle interferenze

5.4.1 Aspetti metodologici

La valutazione delle interferenze è stata effettuata analizzando i dati relativi alla distribuzione sul territorio e alle caratteristiche delle formazioni vegetali e dei popolamenti animali, in rapporto alle diverse tipologie di costruzione dell'opera.

E' stata inoltre tenuta in considerazione la presenza di habitat idonei alle diverse specie presenti ("idoneità ambientale"). Non ci si è limitati a considerare unicamente la presenza/assenza degli elementi floro-vegetazionali e faunistici, ma ci si è spinti a valutare anche gli aspetti qualitativi delle componenti biotiche presenti.

In particolare si è tenuto conto dei diversi gradi di sensibilità delle varie formazioni vegetali, cui sono intimamente associati i popolamenti animali, effettuando considerazioni sulle loro caratteristiche strutturali e di composizione in specie. Analizzando tali parametri, infatti, si è voluta ampliare ed approfondire la valutazione preventiva delle interferenze dell'opera, ponendola in relazione non solo alla presenza di elementi di pregio naturalistico-ambientale, ma anche al loro stato di conservazione, con particolare riferimento alla funzionalità ecologica delle specie e delle biocenosi presenti (sia vegetali che animali).

Si sono quindi considerate, in primo luogo, le interferenze legate alla fase di esercizio. L'analisi è stata condotta suddividendo il tracciato ferroviario in progetto nelle seguenti tratte:

- linea AC/AV
- in affiancamento ad A4 (da Km 0+000 a Km 24+000)
- non in affiancamento ad A4 (da Km 24+000 a fine tratta Km 46+097)
- raccordo merci sud
- variante Palmanova - Cervignano

Si sono pertanto individuati i principali impatti, ponendoli in relazione non solo con le diverse tipologie di costruzione dell'opera, ma anche con le diverse componenti ambientali più direttamente interessate.

Per valutare l'entità di tali impatti si è ritenuto opportuno adottare la seguente metodologia. In primo luogo identificare le categorie vegetazionali sulle quali le interferenze vanno ad insistere considerando, per ciascuna categoria, l'estensione, la naturalità e la sensibilità.

In secondo luogo verificare l'eventuale presenza di elementi di notevole pregio naturalistico e/o conservazionistico, con particolare riferimento agli habitat e alle specie di interesse comunitario (ai sensi della Direttiva "Habitat" 92/43/CEE), nonché ai *taxa* compresi nelle Liste rosse d'Italia, (Conti *et al.*, 1992; Bulgarini et al., 1998).

Integrando e sovrapponendo queste informazioni si ottiene, infatti, un quadro sufficientemente esaustivo e puntuale dello *status* relativo alle componenti floro-vegetazionale e faunistica, sulle quali l'opera va ad intervenire. Di conseguenza diviene possibile valutare, in maniera oggettivizzata, gli effetti dell'opera sull'ambiente e prevedere appropriati interventi di mitigazione e compensazione.

A questa fase di analisi ha fatto seguito una fase di sintesi nell'ambito della quale è stata elaborata una tabella riepilogativa delle interferenze, tesa ad evidenziare le interazioni dell'opera con i fattori ambientali e/o le aree maggiormente sensibili.

La tabella di sintesi si compone di cinque colonne:

- la progressiva chilometrica, per localizzare l'interferenza lungo il tracciato;
- la descrizione dell'intervento che genera l'impatto;
- la tipologia di interferenza;
- il livello di criticità dell'impatto;
- intervento di mitigazione suggeriti per il contenimento dell'impatto;

Per la predisposizione delle tabelle, nel caso delle interferenze con la vegetazione si è proceduto alla definizione di una scala di rilevanza degli impatti considerando i seguenti due criteri di base:

- naturalità della fitocenosi interessata;
- sensibilità della fitocenosi interessata.

La valutazione della **naturalità** si effettua considerando solo la copertura vegetale di origine naturale, considerando quella di origine agricola, cioè tutti i tipi di colture (seminativi, pioppeti, vigneti, etc.) con valori prossimi allo zero, in quanto impiantate dall'uomo in sostituzione dell'originale copertura vegetale. La valutazione prende contemporaneamente in considerazione diversi parametri, tra loro fortemente correlati ed interdipendenti:

la composizione floristica e la ricchezza di specie che caratterizzano la tipologia vegetale, che può essere più o meno impoverita dal punto di vista della ricchezza floristica (numero di specie) o biodiversità;

la struttura e la funzionalità delle fitocenosi, attribuendo il valore minimo alla vegetazione prativa degli incolti, che rappresenta uno stadio iniziale di ricolonizzazione, e il valore massimoa al bosco planiziale, con una struttura pienamente sviluppata e stratificata, sebbene estremamente circoscritto e localizzato in pochissime aree residue. La vegetazione ripariale igrofila, invece, occupa un livello medio-basso, in quanto lo sviluppo superficiale di tale fitocenosi è talmente limitato dall'estensione delle coltivazioni agricole da impedirne l'evoluzione verso una struttura spazialmente articolata e funzionalmente vitale;

il grado di maturità e complessità della vegetazione, considerando, anche in questo caso, il bosco planiziale come la cenosi con il grado più alto di maturità e complessità. La vegetazione prativa degli incolti si colloca ad un livello minimo di maturità, in quanto stadio iniziale della successione ecologica. La vegetazione ripariale igrofila, infine, pur avendo una fisionomia sostanzialmente arborea, non è in grado di raggiungere il livello di maturità e complessità che le è proprio, perché i fertili terreni alluvionali che tenderebbe naturalmente ad occupare sono più direttamente interessati dall'utilizzazione agricola intensiva.

La valutazione della **sensibilità**, oltre a tener conto dei parametri sopra indicati, valuta anche la rarità delle diverse categorie vegetazionali e delle specie che le compongono. In questo caso, il bosco planiziale e la vegetazione ripariale igrofila risultano essere assolutamente le fitocenosi più rare, sia su scala nazionale che regionale.

Il **livello di criticità** è stato inoltre discriminato in base ad una scala ordinale di tre valori: alto, medio, basso. I valori sono stati attribuiti attraverso un approccio deterministico, considerando quattro indicatori:

- incidenza dell'interferenza sulle attività vitali delle specie;
- importanza conservazionistica delle specie suscettibili di subire la data interferenza;
- superficie effettivamente interessata dall'interferenza;
- presenza di habitat idonei ed ecosistemi particolarmente sensibili alla data interferenza.

5.4.2 Le tipologie di interfer enza

Come anticipato prima, in questa fase l'analisi predittiva verte esclusivamente sulle interferenze legate alla fase di esercizio dell'opera, le cui tipologie principali si possono riassumere come segue:

Vegetazione

- sottrazione di vegetazione

Fauna

- sottrazione e/o alterazione di habitat faunistici;
- interferenza con gli spostamenti della fauna (effetto barriera);
- disturbo alla fauna per inquinamento acustico;

Occorre precisare innanzitutto che, trattandosi di un'infrastruttura lineare di tipo ferroviario, l'entità degli impatti sopra elencati risulta notevolmente contenuta all'origine, sia in termini di superficie interessata, sia in termini qualitativi.

Per ciascuna delle interferenze, tuttavia, viene presentata di seguito una breve descrizione, volta ad esplicitarne le implicazioni di carattere ambientale ed il grado di rilevanza. Vengono presentate le interferenze potenziali a carico della vegetazione e della fauna connesse ad un'infrastuttura ferroviaria, esulando dal contesto territoriale attraversato dal progetto. Per la valutazione quali-quantitativa delle interferenze del caso in esame, si rimanda al successivo paragrafo relativo all'Analisi delle interferenze lungo il tracciato.

Sottrazione di vegetazione

L'impatto potenziale più diretto che la costruzione di una linea ferroviaria esercita sulla componenti biotiche dell'ambiente è la sottrazione di vegetazione. Sia la fase di costruzione dell'opera che quella di esercizio, infatti, comportano l'eliminazione di ampie porzioni delle tipologie vegetazionali presenti nell'area di progetto. Occorre inoltre considerare che la perdita di vegetazione strettamente legata all'inserimento dell'infrastruttura nell'ambiente e quindi all'esercizio della stessa è ovviamente irreversibile.

L'eliminazione della vegetazione, inoltre, può innescare, a sua volta, altri tipi di impatti, che si riassumono nel segunete elenco:

- alterazione della copertura vegetale del suolo, con conseguenti danni al grado di stabilità del suolo stesso;
- frammentazione della continuità ecologica del territorio;
- riduzione drastica della naturalità del luogo;

- perdita di habitat non solo vegetazionali, ma anche faunistici;
- riduzione della biodiversità, sia a livello di habitat che di specie.

Considerando dunque quanti e quali sono gli effetti negativi che ne conseguono, si comprende la necessità di prevedere degli interventi di mitigazione e/o compensazione adeguati, volti a contenere l'impatto derivante dalla sottrazione di vegetazione.

Un primo effetto derivante dalla sottrazione di vegetazione è rappresentato dalla riduzione del grado di stabilità del suolo. La copertura vegetale, infatti, svolge, tra gli altri, il ruolo fondamentale di trattenere e consolidare il substrato pedologico, attraverso la fitta rete degli apparati radicali, estremamente sviluppati, delle piante che compongono la fitocenosi stessa.

Denudando il suolo per far posto all'opera di progetto si priva l'ambiente di questa trama "di sicurezza" che è tanto più importante, quanto più elevate sono l'acclività e la superficie dell'area interessata dall'opera stessa (e quindi del suolo denudato). Nel caso specifico, trattandosi di una linea ferroviaria, i due parametri sopra citati vengono ad assumere valori estremamente bassi. Di conseguenza il rischio che la realizzazione e l'esercizio dell'opera possano innescare, con esplicito riferimento alla minore stabilità del suolo conseguente l'eleminazione della copertura vegetale, fenomeni di dissesto idrogeologico, si rivela estremamente contenuto.

Anche nei casi in cui la costruzione della linea ferroviaria non comporti l'eliminazione completa della vegetazione preesistente essa determina, tuttavia, l'alterazione delle fitocenosi presenti, relativamente alla composizione floristica e alla struttura.

La realizzazione dell'opera, infatti, andando ad insistere su alcune tipologie vegetazionali ne determina, inevitabilmente, una parziale distruzione o quantomeno una frammentazione. Da ciò derivano sia la perdita di alcune specie, con conseguente riduzione della diversità (ricchezza) floristica, sia l'alterazione dei rapporti quali-quantitativi tra le diverse specie che formano la fitocenosi stessa.

Una volta alterata la composizione floristica, infatti, anche la struttura della fitocenosi ne risente, poiché viene intaccato l'equilibrio fra le diverse forme biologiche (erbe, cespugli, arbusti, alberi, liane, ecc.) e viene interrotto il dinamismo interno alla fitocenosi stessa, che l'aveva portata ad assumere quella particolare struttura (e la relativa funzionalità) attraverso un graduale processo di evoluzione (successione ecologica).

Occorre inoltre considerare che anche gli agenti inquinanti (solidi, liquidi, gassosi), rilasciati nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura, andando ad interferire con lo svolgimento delle funzioni vitali degli organismi autotrofi (vegetali), producono a lungo termine una profonda alterazione nella composizione floristica e nella struttura della vegetazione.

L'esercizio della linea ferroviaria inserita nel contesto ambientale comporta, inoltre, un'interferenza che va ad interessare non solo la componente vegetazionale in senso stretto, ma anche la continuità ecologico-ambientale del territorio che ospita l'infrastruttura.

Eliminando infatti alcune tipologie vegetazionali o porzioni di esse si viene a privare il territorio di alcuni elementi fondamentali per la propria struttura e soprattutto per la propria funzionalità ecologica. Si viene in pratica ad alterare la **connettività ambientale** del territorio, poiché la linea ferroviaria, sebbene di ingombro minore rispetto ad altre tipologie di opere, costituisce comunque una cesura che, durante la fase di esercizio dell'opera stessa, non può in alcun modo essere ricomposta.

Per questo motivo si cerca dunque sia di localizzare il tracciato di progetto prevalentemente in aree dove il livello di connettività ambientale risulti già ridotto a causa di altre attività antropiche, sia di prevedere interventi di compensazione che mirino a risollevare il grado di continuità ecologica del territorio, considerando quest'iltimo in modo più ampio e non solo nella porzione lineare strettamente interessata dall'opera in esercizio.

Correlata alle interferenze precedentemente descritte è la riduzione della naturalità del luogo. Laddove l'esercizio dell'opera determini, infatti, la sottrazione di vegetazione e la frammentazione della continuità ecologica del territorio questo comporterà, inevitabilmente, una riduzione del grado di naturalità che caratterizzava il territorio nella situazione *ante-operam*.

La naturalità, infatti, è in primo luogo funzione della **estensione** e della **continuità** delle tipologie vegetazionali di origine naturale, presenti sul territorio. Alterando questi parametri attraverso l'inserimento della linea ferroviaria si determinano variazioni negative anche di altri parametri ecologici delle fitocenosi, quali la composizione floristica, la complessità strutturale e il grado di maturità (cfr. paragrafo 5.4.2.1.3).

Essendo inoltre i popolamenti animali intimamente associati alle comunità vegetali, riducendo la naturalità di queste ultime si riducono di conseguenza anche le possibilità, per i primi, di continuare a svolgere tutte le proprie funzioni biologiche (ricerca di cibo, riproduzione, cura della prole, ecc.) mantenendosi in uno stato funzionalmente vitale.

Considerando quindi le strette interrelazioni che collegano le componenti biotiche dell'ambiente si può comprendere come l'esercizio dell'opera possa indurre una riduzione della naturalità a carico del territorio nel suo complesso e non di una sola componente.

Per quanto concerne la componente faunistica, le interferenze provocate da una linea ferroviaria possono essere riassunte come segue:

- sottrazione e/o alterazione di habitat faunistici;
- interferenza con gli spostamenti della fauna (effetto barriera);
- disturbo alla fauna per inquinamento acustico;

Di seguito, per ciascuna tipologia di interferenza, vengono descritte le implicazioni ecologiche su cui la linea ferroviaria va ad incidere.

Sottrazione e/o alterazione di habitat faunistici

La costruzione di una infrastruttura lineare, come un tratto ferroviario con le relative pertinenze, produce una perdita diretta di habitat per la fauna. E' un processo irreversibile che difficilmente può essere mitigato, ma può essere compensato tramite il ripristino di un'area naturale. Talvolta alcune forme di ripristino possono anche conferire all'area un maggiore valore faunistico ed ecologico, a seguito di progettazioni che tengano in considerazione la situazione del sito e dell'area vasta, con riferimento non solo alle presenze di specie faunistiche e alle loro esigenze ecologiche, ma anche alla vegetazione (assetto in epoca storica e vegetazione potenziale) ed agli aspetti abiotici (morfologia, litologia, clima locale).

Le alterazioni che comporta la presenza di un'infrastruttura possono essere di vario tipo. Quando una infrastruttura lineare attraversa un ambiente, si producono trasformazioni alle caratteristiche ecologiche che comportano modifiche nell'abbondanza e composizione delle specie che formano le comunità animali e vegetali (Box & Forbes, 1992).

Una delle alterazioni maggiori che una infrastruttura lineare può provocare è quella della **frammentazione degli habitat**, inducendo una segregazione ecologica tra due aree contigue, una delle principali cause di estinzione delle specie (Wilcove *et al.*, 1986).

Con la frammentazione degli habitat gli ambienti vengono separati, divisi in aree più piccole ed isolate; così segregate, le popolazioni animali risultano meno vitali dal punto di vista funzionale e genetico.

Questo si verifica in tempi brevi a causa del fatto che gli animali hanno meno territorio a disposizione per le diverse esigenze ecologiche, compresa la ricerca del cibo. Mentre a lungo termine, ed è il fattore più grave, a causa del fatto che hanno a disposizione minori occasioni di scambio genetico. Uno studio su popolazioni di *Rana temporaria* isolate da strade, mostrò una diminuzione nell'eterogeneità e nella variabilità genetica, quale conseguenza del ridotto flusso genetico, in un raggio di 3-4 Km dalle strade e ferrovie (Reh & Seitz, 1990).

Una frammentazione eccessiva può causare l'estinzione locale soprattutto delle specie più esigenti e meno adattabili (stenoecie).

Le aree con maggior valore faunistico, quindi, sono quelle che devono essere maggiormente tutelate rispetto alla realizzazione dell'opera evitandone, in modo particolare, la frammentazione.

Nel caso specifico i corsi d'acqua sono gli ambienti con maggiore valore faunistico, per i quali è opportuno che si conservi una buona integrità ecologica.

Interferenza con gli spostamenti della fauna (effetto barriera)

Un'infrastruttura lineare, come una ferrovia, può avere interazioni negative con la componente biotica animale impedendo, o alterando, i naturali spostamenti della fauna terrestre; di solito vengono esclusi da questi discorsi gli uccelli che, in generale, hanno sempre la capacità di oltrepassare le barriere. Il mantenimento o la neo-realizzazione di corridoi, che aumentino la **connettanza** tra le popolazioni intraspecifiche e non solo, è dunque di fondamentale importanza.

Già si è detto (cfr. paragrafo precedente) di quali possano essere le conseguenze di una frammentazione del territorio: a livello immediato si ha una minore area a disposizione dell'animale e questo può determinare, ad esempio, una insufficiente disponibilità di risorse trofiche, o l'intrappolamento di alcuni individui in aree scarsamente o per nulla idonee al recupero del cibo. A lungo andare si ha anche un'impoverimento del patrimonio genetico delle popolazioni, dovuto alla scarsa o inesistente possibilità di scambio genetico.

Una linea ferroviaria può limitare gli spostamenti della fauna o, nella peggiore delle ipotesi, evitare totalmente che questi avvengano. L'ultimo dei casi si ha quando è presente un effetto "barriera", in particolar modo nei confronti della fauna terrestre. Un ostacolo può essere insuperabile in molte condizioni. Per esempio la presenza di una recinzione provoca un vero e proprio effetto barriera insormontabile.

Distinta dall'interferenza precedente, ma per alcuni aspetti collegata, è la mortalità diretta degli individui animali dovuta all'investimento o a collisioni con i convogli, i cavi ed eventuali vetri.

E' documentato, infatti, come casi di mortalità diretta di questo tipo, possano causare la rarefazione, o addirittura la scomparsa, di diverse specie animali (Muller & Berthoud, 1996).

A tal fine viene infatti prevista, lungo l'intero percorso del tracciato, una recinzione da ambo i lati della linea ferroviaria, per ridurre notevolmente l'impatto di questa interferenza sulla specie animali (soprattutto mammiferi, anfibi e rettili).

Si rende inoltre necessaria, per quanto sopra esposto, la realizzazione di connessioni ecologiche al fianco di quelle tecnologiche; solo in questa maniera si può garantire il superamento in sicurezza delle infrastrutture da parte della fauna selvatica, mantenendo così in uno stato vitale le popolazioni animali presenti nell'area.

Nel caso specifico la presenza di diversi corsi d'acqua, canali compresi, che attraversano il tracciato, garantiscono una buona permeabilità del territorio nei confronti della fauna. Alcuni accorgimenti sono però necessari, affinché questi corridoi biologici naturali vengano utilizzati anche ad opera ultimata.

A questo proposito, ad esempio, i tombini previsti in corrispondenza di alcuni attraversamenti fluviali, per consentire il deflusso delle acque al di sotto del rilevato ferroviario, possono essere utilizzati anche come sottopassi per la fauna. A tal fine, però, è fondamentale la ricostruzione di un ambiente naturale davanti all'entrata del sottopasso, per attrarre le specie animali, attraverso l'impiantato di arbusti, appartenenti alle specie spontanee ed autoctone coerenti con la vegetazione naturale del territorio.

Disturbo alla fauna per inquinamento acustico

Un'interferenza tipicamente associata alla fase di esercizio della linea ferroviaria è costituita dal disturbo alla fauna per inquinamento acustico.

Attualmente non esiste una normativa specifica di riferimento che stabilisca dei valori soglia, in quanto gli effetti negativi del rumore vengono valutati e misurati esclusivamente in relazione alla popolazione umana.

Ciononostante è indubbio ed anche scientificamente documentato l'impatto del disturbo acustico sulla fauna, la quale tende ad allontanarsi progressivamente dalle zone caratterizzate da un determinato livello di inquinamento acustico.

Inoltre anche il verificarsi sporadico ed improvviso (nei confronti della fauna) di episodi di elevata intensità acustica può essere annoverato fra le cause di mortalità diretta della fauna, che viene ad essere spaventata e stressata da tali fenomeni e diventa incapace, quindi, di assumere comportamenti adeguati che la mettano al riparo dal pericolo imminente (in questo caso rappresentato dal passaggio del convoglio).

Va detto, a tale riguardo, che la recinzione prevista lungo l'intero percorso del tracciato (cfr. paragrafo precedente), è specificamente finalizzata anche a ridurre i rischi di questo tipo.

Va precisato che il disturbo viene associato essenzialmente ad ambiti di rilevanza naturalistica in cui si presume vi siano popolamenti faunistici sensibili al disturbo.

Inquinamento

Per la fase di esercizio, infine, è ipotizzabile anche una forma di inquinamento di tipo chimico-fisico, legata all'usura dei materiali costruttivi, sia della linea che dei treni (convogli), i quali vengono dilavati dalle acque piovane e finiscono quindi nel suolo o in alveo. L'entità di tale impatto è comunque modesta e può essere ulteriormente contenuta mediante il ricorso agli "accorgimenti tecnici" specificati nel capitolo relativo al cantiere.

In ultima analisi si evidenzia che nell'ambito dell'analisi delle interferenze lungo il tracciato si segnala, viene individuato come impatto l'occupazione di suolo agricolo, a cui è associata una rilevanza nulla in ragione del fatto che non vi è implicazione con la vegetazione.

5.4.3 Analisi delle interferenze lungo il tracciato ferroviario

Con riferimento alle tipologie di interferenze illustrate nel paragrafo precedenti, si passa ora ad esaminare il tracciato in maniera puntuale, per evidenziare quelle maggiormente impattanti nella fase di esercizio dell'opera. Segue l'analisi articolata nelle seguenti tratte.

Linea AC/AV (in affiancamento A4)

Il progetto della linea AC/AV nella tratta compresa tra Portogruaro e Ronchi si snoda in affiancamento al tracciato dell'A4 andando a delineare una fascia di territorio interclusa di ampiezza decisamente limitata, tanto da poter considerare i due tracciati, ferroviario e autostradale, come facenti parte di un unico canale infrastrutturale. Considerando l'affiancamento al tracciato autostradale e il territorio attraversato fortemente antropizzato, non si evidenzia particolari criticità né rispetto alla componente vegetazionale né faunistica; l'occupazione di suolo agricolo in prossimità del tracciato autostradale non configura un'interferenza significativa.

Tra gli ambiti più interessanti si segnala bosco di Alvisopoli in corrispondenza del quale il tracciato ferroviario si snoda in rilevato lungo il suo margine settentrionale tra le progr. Km 4+000 e Km 4+250; al fine di contenere l'interferenza rispetto alle fitocenosi presenti lungo il margine del bosco, è stata proposta, come alternativa di tracciato, lo spostamento dell'A4, in modo da prevedere la messa in opera del tracciato ferroviario in corrispondenza dell'attuale sedime autostradale. Tale scelta progettuale consente di rendere minimi gli impatti, poiché non si verifica alcuna sottrazione di fitocenosi; il disturbo di tipo acustico che possono subire le specie faunistiche a causa dell'esercizio della linea ferroviaria è da considerarsi poco rilevante poiché la presenza del tracciato autostradale lascia presumere che le specie che frequentano l'area boscata siano già abituate al disturbo di tipo antropico. Si ritiene opportuno comunque prevedere un intervento di ricucitura/infoltimento della vegetazione lungo il margine del bosco, in coerenza con le caratteristiche dei luoghi.

Proseguendo lungo il tracciato si segnala l'attraversamento dei Fiumi Tagliamento e Stella, che conservano lungo le fasce ripariali, frammenti di bosco che interrompono l'uniformità territoriale. La tipologia di interferenza connessa a tali ambiti consiste nella sottrazione di vegetazione che presumibilmente può verificarsi a causa della messa in opera delle opere di attraversamento. Considerando l'estensione e le caratteristiche della porzione ripariale coinvolta, nonché la successiva ricostituzione della vegetazione mediante opere a verde, è lecito ritenere che la rilevanza dell'impatto sia di media entità.

Linea AC/AV (non in affiancamento all'A4)

La linea AC/AV a partire dalla progr. Km 24+000, si allontana dal tracciato autostradale dell'A4 snodandosi in un ambito essenzialmente agricolo sino al Km 36+500, per poi proseguire sino al termine del progetto su sede ferroviaria esistente eccezion fatta per l'attraversamento del Fiume Isonzo.

Escludendo dal novero delle interferenze l'occupazione di suolo agricolo, che si verifica nella maggior parte del tracciato di progetto, si segnala come ambito di pregio naturalistico l'attraversamento della roggia Corgnolizza, in prossimità del Bosco Sgobitta. In tale ambito la realizzazione del ponte ferroviario implica la rimozione di una porzione limitata di vegetazione, in corrispondenza delle sponde che sarà oggetto di ricostituzione nell'ambito degli interventi a verde; trattandosi di una linea nuova, non si esclude che l'esercizio possa costituire una fonte di disturbo per le specie legate al sistema boschivo.

Altri ambiti in cui si verifica la sottrazione di vegetazione corrispondono agli attraversamenti del Fiume Corno (27+400-28+000) e del fiume Isonzo (da Km 44+500 a Km 45+300). Considerando la copertura della vegetazione e l'ambito coinvolto, si ritiene che la rilevanza dell'interferenza sia di media entità; vista la necessità di garantire la

continuità ecologica del territorio e degli spostamenti faunistici, si ritiene opportuno prevedere la sistemazione di fitocenosi di tipo igrofilo in corrispondenza della fascia ripariale interferita.

Raccordo merci sud

Il raccordo merci sud si snoda in rilevato nel sistema di tipo agricolo e non rileva criticità rispetto alla componentevegetazionale e faunistica.

Variante Palmanova – Cervignano

Per quanto concerne la variante Palmanova – Cervignano, escludendo i tratti di adeguamento in sede, il progetto si snoda in rilevato determinando l'occupazione di suolo agricolo. Considerando l'effetto barriera in ambito agricolo che ne deriva, si ritiene che gli attraversamenti stradali e i fossi (tombini, scatolari) configurano dei punti importanti di attraversamento per la fauna locale, che consentono il passaggio attraverso l'infrastruttura di progetto. L'interferenza è da considerarsi complessivamente bassa.

Nella tabella seguente si riporta l'analisi delle interferenze lungo il tracciato ferroviario, distinguendo le categorie di impatto e i relativi livelli di criticità.

	Localizzazione	Descrizione	Tipologia impatto	Livello criticità	Mitigazione
TRATTA PRINCIPALE AFFIANCAMENTO A4	Dal Km 0 al Km 0+870	Rilevato in ambito agricolo	occupazione suolo agricolo	-	-
	Da Km 0+800 al Km 1+600	Scatolare in ambito agricolo; attraversamento canale Lugugnana incluso nel SIC Fiume Reghena e Lemene Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e Rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore	occupazione suolo agricolo	-	-
			sottrazione vegetazione ripariale	B	Ricostituzione vegetazione spondale
			Disturbo	B	-
	Da Km 1+600 a 4+000	Scatolare /viadotto/rilevato in ambito agricolo	occupazione suolo agricolo	-	-
	Da Km 4+000 a 4+250	Rilevato in affiancamento al Bosco di Alvisopoli incluso nel SIC Fiume Reghena e Lemene Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e Rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore; attraversamento canale Taglio	sottrazione vegetazione	B	Ricostituzione vegetazione di margine dell'area boscata
			Disturbo	B	-
	Da Km 4+250 a 8+400	Scatolare /viadotto/rilevato in ambito agricolo	occupazione suolo agricolo	-	-
	Da Km 8+400 a 9+900	Attraversamento Fiume Tagliamento in viadotto	sottrazione vegetazione ripariale	M	Ricostituzione vegetazione ripariale
			Disturbo		-
	Da Km 9+900 a Km 17	Scatolare /viadotto/rilevato in ambito agricolo e antropico	occupazione suolo agricolo	-	-
	Da Km 17+00 a km 17+400	Attraversamento in viadotto del Fiume Stella	sottrazione vegetazione ripariale	M	Ricostituzione vegetazione ripariale

	Da Km 17+400 a Km 24+000	Viadotto e scatolare in ambito agricolo	occupazione suolo agricolo	-	-
TRATTA PRINCIPALE NO AFFIANCAMENTO A4	Da Km 24+000 a km 26+000	Viadotto e rilevato in ambito agricolo	occupazione suolo agricolo	-	-
	Da Km 26+000 a Km 26+100	Ponte su Roggia Corgnolizza in tangenza al Bosco Sgobitta	sottrazione vegetazione ripariale	M	Ricostituzione vegetazione ripariale
			Disturbo	M	-
	Da Km 26+100 a Km 27+400	Rilevato in ambito agricolo	occupazione suolo agricolo	-	-
			Effetto barriera in ambito agricolo	B	-
	Da 27+400 a Km 28+100	Attraversamento Fiume Corno	sottrazione vegetazione ripariale	M	Ricostituzione vegetazione ripariale
			Disturbo		-
	Da Km 28+100 a Km 33+800	Viadotto/rilevato in ambito agricolo	occupazione suolo agricolo	-	-
			Effetto barriera in ambito agricolo	B	-
	Da Km 33+800 a Km 34+000	Viadotto in attraversamento lembo bosco di latifoglie	sottrazione vegetazione	B	Infoltimento vegetazione
	Da Km 34+000 a Km 36+500	Rilevato/Viadotto in ambito agricolo	occupazione suolo agricolo	-	-
	Dal Km 36+770 al Km 42+680	Viadotto/Rilevato in sede in ambito urbano e agricolo	occupazione limitata suolo agricolo	-	-
	Da Km 42+680 a Km 44+500	Viadotto in ambito agricolo	occupazione suolo agricolo	-	-
	Da Km 44+500 a Km 45+300	Attraversamento in viadotto Fiume Isonzo (parco regionale)	sottrazione vegetazione	M	Ricostituzione vegetazione ripariale
			Disturbo	-	-
	Da 45+300 a fine tratta	Viadotto in ambito agricolo	occupazione suolo agricolo	-	-
VARIANTE PALMANOVA CERVIGNANO	Dal Km 0 al Km 11+100	Rilevato in ambito agricolo	occupazione suolo agricolo	-	-
			Effetto barriera in ambito agricolo		
	Dal Km 11+100 al Km 11+360	Rilevato in sede ambito urbano	-	-	-
Raccorod merci sud	Dal Km 0 al Km 5+700	Rilevato in ambito agricolo	occupazione suolo agricolo	-	-

L'analisi delle interfenze lungo il tracciato ha permesso di constatare che le uniche aree di pregio naturalistico consistono nel Bosco di Alvisopoli, che peraltro non risulta interferito dal tracciato ferroviario, e gli attraversamenti fluviali. La caratterizzazione dei nuclei di vegetazione presenti nelle fascie ripariali interessata dalla messa in opera

del tracciato, fa ritenere che l'entità dell'interferenza sia complessivamente limitata; malgrado la rilevanza medio/ bassa dell'interferenza si ritiene comunque opportuno ricostituire la continuità vegetazionale attraverso la messa in opera di raggruppamenti vegetali, al fine di rafforzare il ruolo di connessione ecologica proprio dei corsi d'acqua.

5.4.4 Analisi delle interferenze dell'elettrodotto

Nell'ambito del progetto della linea ferroviaria AV/AC, vengono di seguito esaminate le potenziale interferenze connesse alla realizzazione delle linee primarie AT di alimentazione elettrica. Come si evince dalla Carta di Inquadramento dell'elettrodotto, perer la tratta Portogruaro – Ronchi dei Legionari l'elettrodotto di progetto si articola nei seguenti tratti:

- linea aerea D.T. da SSE di Pocenia
- linea doppia terna di 132Kv in cavo da stazione San Giorgio di Nogaro di RFI;
- linea doppia terna di 132Kv su unica palificata da stazione Terna di Planais

La prima tratta si snoda in affiancamento al tracciato ferroviario di progetto tra le progr. Km 19+600 e 25+100; il territorio attraversato è esclusivamente agricolo (seminativi), pertanto non vi sono interferenze relative alla sottrazione di eventuali nuclei di vegetazione. La presenza di una linea aerea può costituire una potenziale interferenza rispetto agli uccelli che, in volo, possono entrare in collisione con i cavi aerei o essere coinvolti da fulminazione per contatto tra conduttori (elettrocuzione).

Considerato l'affiancamento al tracciato ferroviario e il disturbo che deriva dal suo esercizio, si presume che l'utilizzo dei cavi da parte degli uccelli come posatoi per la caccia e/o come siti di nidificazione per gli uccelli sia limitato.

Dalla localizzazione del tracciato, si evidenzia che la linea non interferisce con corridoi faunistici, che nell'area indagata configurano essenzialmente nei corsi d'acqua principali (Tagliamento, Stella, Isonzo); ciò permette di escludere che vi sia un'interferenza rispetto agli spostamenti dell'avifauna.

Per quanto concerne il secondo tratto, quello in cavo, si evidenzia come la trincea per la posa in opera del cavidotto è interamente prevista in corrispondenza della sede stradale (Via Boscat), pertanto possono escludersi interferenze rispetto alla componente vegetazionale e faunistica.

L'ultimo tratto seguirà lo stesso tracciato della linea esistente pertanto le potenziali interferenze connesse al rischio di collisione da parte dell'avifauna è da considerarsi paragonabile all'attuale.

5.5 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne coinvolte negli aspetti ambientali in esame sono costituite dagli enti pubblici preposti alla tutela dell'ambiente, dalle associazioni ambientaliste di livello locale, dai cittadini residenti in prossimità delle opere in progetto, il cui rapporto con gli elementi naturali potrà essere modificato a seguito dell'inserimento dell'opera.

Dato l'elevato livello di qualità ambientale di alcune delle aree interessate dal tracciato, si ritiene che la componente in oggetto sarà di estremo interesse per tutte le parti esterne sopra indicate.

6 ECOSISTEMI

6.1 Riferimenti legislativi

Normativa comunitaria e internazionale

- Convenzione internazionale sulla protezione degli uccelli (Parigi, 18 ottobre 1950);
- Direttiva del Consiglio n. 79/409/CEE del 2 aprile 1979: "Conservazione degli uccelli selvatici";
- Convenzione relativa alla conservazione delle specie migratrici appartenenti alla fauna selvatica (Bonn, 23 giugno 1979);
- Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dei suoi biotopi in Europa, (Berna, 19 settembre 1979);
- Convenzione sulla diversità biologica (Rio de Janeiro, 5 giugno 1992);
- Direttiva del Consiglio n. 92/43/CEE del 21 maggio 1992: "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche".

Normativa nazionale

- Legge 5 agosto 1981, n. 503: "Ratifica ed esecuzione della convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, con Allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979";
- Legge 25 gennaio 1983, n. 42: "Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica, con allegati, adottata a Bonn il 23 giugno 1979";
- Legge 11 febbraio 1992, n. 157: "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio";
- Legge 7 Febbraio 1992, n. 150: "Disciplina applicativa della Convenzione di Washington sul commercio internazionale delle specie animali e vegetali in via di estinzione (CITES)";
- Legge regionale 9 dicembre 1993, n. 50: "Norme per la protezione della fauna selvatica e per il prelievo venatorio";
- Legge 14 febbraio 1994, n. 124: "Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla biodiversità, con annessi, fatta a Rio de Janeiro il 5 giugno 1992";
- D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357: "Testo aggiornato e coordinato al D.P.R. 12 marzo 2003 n. 120: Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e fauna selvatica";
- Decreto Ministeriale 17 ottobre 2007: "Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e a Zone di Protezione Speciale (ZPS)";

- Decreto Ministeriale 19 giugno 2009: "*Elenco delle zone di protezione speciale (ZPS) classificate ai sensi della direttiva 79/409/CEE*";

- Legge 6 febbraio 2006, n. 66: "Adesione della Repubblica italiana all'Accordo sulla conservazione degli uccelli acquatici migratori dell'Africa - EURASIA, con Allegati e Tabelle, fatto a L'Aja il 15 agosto 1996".

- Decreto del Ministero dell'Ambiente 2/08/2010 *Terzo elenco aggiornato dei Siti di Importanza comunitaria per la regione biogeografica alpina, continentale e mediterranea in Italia ai sensi della Direttiva 92/43/CEE,*

Normativa regionale

Regione Veneto

- **Regione Veneto D.G.R. 10 ottobre 2006, n. 3173:** "Nuove disposizioni relative all'attuazione della direttiva comunitaria 92/43/CEE e D.P.R. 357/1997. Guida metodologica per la valutazione di incidenza. Procedure e modalità operative";

- **D.G.R. 27 luglio 2006, n. 2371:** "Direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE. D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357. Approvazione del documento relativo alle misure di conservazione per le Zone di Protezione Speciale ai sensi delle direttive 79/409/CEE e 92/43/CEE e del D.P.R. 357/1997";

- D.G.R. 31 gennaio 2006, n. 192 e **D.G.R. del 14 marzo 2006, n. 740:** "Rete ecologica Natura 2000";

- D.G.R. 30 dicembre 2008, n. 4240: "Rete ecologica europea Natura 2000. Approvazione della cartografia degli habitat e degli habitat di specie di alcuni siti della rete Natura 2000 del Veneto", (vedi anche D.G.R. 2702/2006 e D.G.R. 1627/2008);

- D.G.R. 22 settembre 2009, n. 2817**:** "Rete ecologica europea Natura 2000. Approvazione di un progetto per il monitoraggio degli habitat e degli habitat di specie dei siti della rete Natura 2000 del Veneto";

- **Circolare esplicativa** (prot. n. 250930/57.00 del 8 maggio 2009 a cura dell'Autorità competente per l'attuazione nel Veneto della Rete Ecologica Europea Natura 2000) in merito alla classificazione degli habitat di interesse comunitario e alle verifiche, criteri e determinazioni da assumersi nelle Valutazioni di incidenza di cui alla direttiva 92/43/CEE e all'art. 5 del D.P.R. 357/1997 e s.m.i.".

Regione Friuli Venezia Giulia

- LR 30 settembre 1996 n.42

- DGR 2203 del 21/09/2007: "Indirizzi applicativi in materia di valutazione d'incidenza;

- Manuale di indirizzo per la gestione delle aree tutelate del Friuli Venezia Giuli. Nov 2008

- Manuale degli habitat del Friuli Venezia Giulia (2006)

- Carta della Natura del Friuli Venezia Giulia

6.2 Metodologia di lavoro

Ambito di lavoro e finalità

L'analisi del territorio a livello ecosistemico si svolge su una scala "più ampia" rispetto a quella utilizzata nell'analisi floro-vegetazionale e faunistica.

Infatti, considerando congiuntamente le componenti biotiche (cenosi vegetali ed animali), quelle abiotiche (clima, geologia, orografia, idrografia, ecc.) e le relazioni intercorrenti fra di esse si possono cogliere, in una visione sintetica, le diverse **unità ecosistemiche** che compongono il paesaggio, all'interno delle quali si articolano e si distribuiscono le diverse comunità vegetali ed animali, individuate attraverso le analisi di maggiore dettaglio (floro-vegetazionale e faunistica).

Metodologia, fasi di lavoro ed obiettivi specifici

La metodologia adottata per l'analisi e la valutazione della componente ecosistemica si è articolata nelle seguenti fasi operative, ciascuna caratterizzata da un obiettivo specifico:

- analisi ed interpretazione delle foto aeree, per una prima individuazione delle principali tipologie di uso del suolo;
- ricerca bibliografica, per raccogliere tutte le informazioni specialistiche sui sistemi ecologici dell'area, derivanti da eventuali studi e ricerche precedenti;
- indagini sul campo, per la definizione delle unità ecosistemiche attualmente riconoscibili, nonchè per la valutazione del loro stato di conservazione (maturità, naturalità, ecc.);
- identificazione dei principali impatti dell'opera sugli equilibri, la struttura e le funzioni che caratterizzano i sistemi ecologici intercettati.

Struttura espositiva, contenuti ed elaborati prodotti

Coerentemente con la metodologia di lavoro adottata, il presente capitolo si articola nel modo seguente:

- Caratterizzazione dello stato attuale: l'analisi della componente ecosistemi, effettuata utilizzando ed elaborando i dati relativi alle formazioni vegetali, ai popolamenti animali e alle caratteristiche geomorfologiche del territorio, ha condotto alla individuazione di **sistemi ecologici funzionalmente e strutturalmente omogenei**, che sono stati mappati in una fascia di 1 Km a cavallo del tracciato: elaborazione della Carta delle unità ecosistemiche e delle connessioni ecologiche;
- Valutazione della naturalità: per ciascuna unità ecosistemica individuata, inoltre, vengono fornite informazioni circa il grado di naturalità e il livello di maturità strutturale.
- Individuazione principali interferenze di opera: l'analisi degli ecosistemi presenti lungo il tracciato è stata infine orientata ad individuare le interazioni prodotte dall'opera di progetto sugli equilibri, la struttura e le funzioni dei sistemi intercettati, con particolare riferimento alle aree maggiormente sensibili dal punto di vista ambientale.

6.3 Descrizione dello stato attuale

6.3.1 Struttura e maturità degli ecosistemi

Ogni sistema si configura come tale in virtù delle relazioni esistenti fra le parti che lo compongono. Questo discorso vale, in maniera particolare, per i sistemi ecologici (ecosistemi), che si fondano proprio sulle relazioni che gli organismi viventi stabiliscono fra loro e con l'ambiente fisico in cui vivono.

Gli scambi di materia ed energia all'interno di un ecosistema e fra questo e l'ambiente esterno costituiscono, infatti, il fulcro motore responsabile della funzionalità e quindi della sopravvivenza del sistema stesso.

La **struttura trofica** degli ecosistemi si articola in quattro livelli:

1. la componente abiotica: è formata da sostanze inorganiche (anidride carbonica, ossigeno, acqua, nitrati, ecc.) e sostanze organiche (proteine, carboidrati, lipidi, sostanze dell'humus, ecc.);
2. i produttori (autotrofi): piante verdi, batteri fotosintetici e chemiosintetici;
3. i consumatori (eterotrofi): erbivori ed altri fitofagi, predatori (carnivori), parassiti;
4. i decompositori (anch'essi eterotrofi): appartengono a vari gruppi di batteri e funghi.

Il **funzionamento** di un ecosistema dipende dal flusso di energia che lo attraversa. L'energia solare, immagazzinata dai produttori sotto forma di energia chimica di legame, viene infatti trasferita ai fitofagi, da questi passa ai predatori e da tutti e tre passa ai decompositori i quali, attraverso la propria azione decompositiva, liberano nutrienti inorganici che possono nuovamente essere utilizzati dai produttori per le proprie attività fotosintetiche: in questo modo si compie e si ripete il ciclo della materia e l'energia continua a fluire.

Questa serie di trasferimenti di materia e di energia prende il nome di catena alimentare. Ogni anello della catena alimentare costituisce un livello trofico (o funzionale). Dal momento che vari organismi appartengono a più di un livello trofico (ad esempio l'uomo, che è sia erbivoro che predatore) si preferisce parlare di reti trofiche, piuttosto che di catena alimentare.

Tra i vari tipi di ecosistemi quello forestale raggiunge i maggiori livelli di biomassa. Esso è caratterizzato da una elevata **stabilità** e resistenza, nei confronti delle variazioni dell'ambiente fisico. Tale stabilità deriva da una **complessità** funzionale che l'ecosistema ha progressivamente raggiunto, attraverso un percorso evolutivo. Si parla infatti in questo caso di **ecosistema maturo**, la cui complessità strutturale e funzionale consente l'instaurarsi di particolari meccanismi di autoregolazione (feedback), responsabili della capacità del sistema di resistere alle variazioni ambientali o ad altri disturbi, mantenendo costanti la propria struttura ed il proprio funzionamento (omeostasi), ovvero evitando spostamenti dal proprio stato iniziale.

Altri ecosistemi, maggiormente semplificati dal punto di vista strutturale, che raggiungono più bassi valori di biomassa (praterie, comunità arbustive, ecc.), possono presentare, invece, grazie alla presenza di specie pioniere ad alta capacità riproduttiva e di diffusione nello spazio, più elevati valori di resilienza, cioè una maggiore capacità di recupero a seguito di perturbazioni esterne, intesa come velocità di ritorno alle condizioni iniziali.

La componente vegetale di un ecosistema risulta, in genere, dominante a livello di biomassa e può quindi essere considerata rappresentativa del funzionamento del sistema *in toto*. L'analisi delle fitocenosi, infatti, consente di acquisire informazioni anche relativamente ad altri parametri ed elementi che governano e costituiscono l'ecosistema, con i quali le comunità vegetali sono strettamente correlate a livello funzionale, come ad esempio le

condizioni micro- e macro-climatiche, il livello di evoluzione dei suoli, o il grado di complessità della componente zoocenotica.

In particolare una serie di parametri relativi alla componente vegetale (complessità strutturale della comunità, distribuzione sul territorio, coerenza floristica, naturalità, ecc.) possono essere considerati indicativi del grado evolutivo, del livello di biodiversità e della stabilità dell'intero ecosistema.

Infine l'analisi delle "serie di vegetazione", ovvero delle successioni ecologiche che si svolgono in corrispondenza di un determinato "ambito omogeneo" dal punto di vista del clima, della litologia e della morfologia, consente di cogliere le tendenze evolutive in atto sul territorio in esame, ovvero di interpretare la vegetazione reale come elemento della serie tendente verso lo stadio finale (della serie stessa).

Con questo approccio, scientificamente definito sinfitosociologico (cfr. Rivas-Martìnez, 1976), diviene possibile valutare la "distanza" della vegetazione reale dalla fase matura della serie, denominata anche stadio *climax*, (praticamente coincidente con la vegetazione naturale potenziale), che rappresenta il massimo livello di complessità strutturale e funzionale che la vegetazione può raggiungere, in corrispondenza di quel particolare ambito omogeneo.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte e delle caratteristiche delle comunità attualmente presenti nell'area di progetto, si sono individuati quattro principali sistemi ecologici, tra loro fisicamente e funzionalmente interrelati, che vengono di seguito elencati secondo un ordine di naturalità crescente:

- Ecosistema boschivo
- Ecosistema agricolo;
- Ecosistema delle zone umide e fluviali
- Ecosistema antropico;

Per meglio dettagliare l'analisi effettuata e renderla più aderente al mosaico territoriale osservato si sono ulteriormente articolati i quattro ecosistemi, arrivando ad identificare i seguenti sottosistemi ecologici:

ECOSISTEMA BOSCHIVO:

- Sottosistema dei boschi naturali;
- Sottosistema dei boschi artificiali;

ECOSISTEMA AGRICOLO:

- Sottosistema delle colture erbacee;
- Sottosistema delle colture arboree;

ECOSISTEMA DELLE ZONE UMIDE E FLUVIALI:

- Sottosistema delle acque correnti (lotico);
- Sottosistema delle acque ferme (lentico/palustre).

ECOSISTEMA ANTROPICO:

- Sottosistema urbano e industriale;
- Sottosistema delle infrastrutture;

Nel paragrafo seguente vengono illustrate le unità ecosistemiche individuate, esplicitando per ciascuna di esse (e relativi sottosistemi) la percentuale di superficie occupata e il grado di naturalità riscontrato.

6.3.2 Le unità ecosistemiche

6.3.2.1 Sistema boschivo

Nell'area indagata l'ecosistema boschivo è confinato a lembi di modeste dimensioni aereali; si tratta di boschi di latifoglie decidue, che si distinguono per la loro localizzazione ecologico-geomorfologica, in ripariali e planiziali. I primi sono caratterizzati dalla prevalenza di diverse specie di salici e di pioppi, cui si associano spesso olmi ed ontani. Si rinvengono in corrispondenza dei principali corsi d'acqua interferiti dal tracciato, il Fiume Tagliamento, il Fiume Stella, Il Fiume Corno e il Fiume Isonzo.

Nei secondi, invece, prevalgono la farnia ed il carpini bianco, spesso accompagnati dal frassino ossifillo. In questa tipologia ecosistemica rientrano anche le pochissime aree ricoperte da vegetazione arbustiva ed erbacea (cespuglieti e brughiere), in quanto dinamicamente collegate ai boschi naturali, come *facies* degradate o di ricostituzione. Sistema boschivo di tipo planiziale si rinviene nel corridoio di studio esclusivamente in corrispondenza del bosco di Alvispoli e nel bosco Sgobitta.

Nei boschi di origine artificiale, invece, rientrano tutte le aree boscate di impianto antropico, costituite da ville storiche (come Villa Chiozza, ad esempio), parchi urbani e giardini.

Il livello di naturalità nei boschi igrofili è buono, soprattutto per quanto concerne i pochissimi lembi residui di bosco planiziale, che mantengono un discreta ricchezza floristica ed una buona complessità strutturale. Nei boschi ripariali, invece, il livello di naturalità diminuisce, a causa della forte pressione esercitata dalle attività agricole intensive, che tendono ad occupare quasi integralmente i fertili terreni alluvionali di pertinenza delle fitocenosi ripariali.

Per i boschi artificiali, infine, si può fare un discorso analogo a quello fatto per l'ecosistema agricolo, considerando come anche in questi ambienti non siano del tutto precluse le possibilità di un parziale e graduale ingresso di specie spontanee, che innalzerebbero il livello di naturalità dell'ecosistema stesso.

Dal punto di vista faunistico è importante evidenziare come l'ecosistema forestale, nell'area di studio, rappresenti spesso l'unico rifugio per molte specie animali che, pur soddisfacendo le proprie esigenze trofiche in altri ambienti, necessitano tuttavia in maniera assoluta della presenza di superfici boscate, per espletare le diverse fasi del proprio ciclo vitale. Diverse specie, infatti, pur adattandosi a condizioni di minore naturalità, utilizzano i lembi residui di bosco per riprodursi. Fra queste, ad esempio, alcuni rapaci notturni, la volpe ed il tasso.

Infine, è opportuno sottolineare come la presenza di boschi naturali permetta la sopravvivenza di alcune specie, ad esempio i mustelidi, che altrimenti non riuscirebbero a sopravvivere in ambienti diversi.

6.3.2.2 Sistema agricolo

L'ecosistema agricolo è di gran lunga il sistema dominante per quanto riguarda l'estensione superficiale: arriva infatti ad interessare più dell'80% dell'area totale di progetto. Presenta un'articolazione più omogenea rispetto all'ecosistema antropico, essendo costituito per il 95% da colture erbacee e per il restante 5% da colture arboree (4,3% dell'area totale). Le prime vengono ad identificarsi integralmente con i seminativi, che comprendono in primo luogo cereali (soprattutto mais e soia), seguiti da leguminose (erba medica) e colture orticole. Le seconde sono costituite principalmente dai pioppeti, estremamente diffusi nel territorio in esame ed in misura minore dai vigneti.

Va detto che l'ecosistema agricolo, sebbene di origine artificiale, appare caratterizzato da un grado di naturalità più elevato rispetto a quello antropico, poiché in esso persistono delle condizioni ambientali che permettono l'ingresso, accanto alle specie coltivate, delle specie coerenti con la naturale vocazione del territorio. Rimane quindi possibile, a livello potenziale, un'eventuale, progressiva ricolonizzazione delle superfici coltivate, da parte della flora e della fauna spontanee, qualora venisse sospesa l'utilizzazione agricola del territorio.

Per questo motivo l'ecosistema agricolo costituisce inoltre un valido "filtro", in grado di mediare gli impatti negativi degli ecosistemi urbano ed industriale sugli ecosistemi naturali.

Fra le tipologie vegetazionali che lo compongono, quelle arboree dei pioppeti e dei vigneti si presentano a volte in contatto con lembi residui di vegetazione naturale o seminaturale, per lo più costituiti da siepi arborate. Le tipologie erbacee dei seminativi, invece, avendo un carattere più marcatamente intensivo, quasi mai ospitano al proprio interno elementi fisionomici di una certa naturalità.

Nel primo caso l'ecosistema agricolo può diventare un habitat fruibile da diverse specie animali, proprio perchè conserva lembi di vegetazione naturale e seminaturale. Molte specie, infatti, utilizzano ambiti agricoli interrotti da vegetazione naturale quale habitat surrogato, cioè habitat che va a sostituire quegli ambienti naturali spesso rarefatti o scomparsi. Il tasso, ad esempio, pur essendo specie forestale in condizioni di naturalità diffusa, vive anche in ambiente agricolo. Tale adattamento ecologico è comunque possibile solo in presenza di aree di rifugio, rappresentate da lembi di vegetazione naturale arborea e/o arbustiva.

Quindi si evidenzia come, all'interno dell'area di studio, solo poche aree presentino le caratteristiche di "idoneità ambientale" per le specie sopra citate, in quanto la struttura del paesaggio rurale è largamente dominata da seminativi intensivi.

Fra la fauna presente in ambiente agricolo possono essere citate diverse specie di uccelli (cfr. par. 1.3.2.2), di anfibi, come il rospo comune e la rana verde, e di rettili, che utilizzano gli ambienti agricoli come aree *sink*.

6.3.2.3 Sistema delle zone umide e fluviali

L'ecosistema degli ambienti umidi e fluviali risulta essere il meno esteso di tutti, arrivando a coprire, complessivamente, meno del 2% dell'intera area considerata. E' un dato quantitativo estremamente eloquente che rivela, in maniera fin troppo esplicita, la drammatica situazione in cui versano le zone fluviali e palustri non solo nell'area indagata, ma anche a livello regionale e nazionale, dove sono letteralmente aggredite dall'espansione delle attività antropiche, con particolare riferimento all'agricoltura intensiva.

Passando a considerare i due sottosistemi, il quadro non migliora e continua ad essere molto rappresentativo di una situazione generale, diffusa su tutto il nostro territorio, che vede i fiumi ingabbiati in argini di cemento e le zone palustri "cancellate" da imponenti opere di bonifica. I valori percentuali calcolati possono essere interpretati come

espressione di un maggiore "accanimento" nei confronti degli ambienti umidi/palustri (pari solamente allo 0,5% dell'area totale), rispetto a quelli fluviali (1% dell'area totale).

Nei pochi punti in cui sopravvivono, questi ecosistemi riescono tuttavia a conservare un discreto livello di naturalità, raggiungendo un'articolazione strutturale che è la massima compatibile con le condizioni ambientali e soprattutto edafiche in cui si trovano. E' per questi motivi che gli ambienti umido/palustri e fluviali rappresentano gli ambiti naturali di maggior pregio di tutta l'area di progetto. Si rinvengono lungo il corso del Tagliamento, del Fiume Stella, dell'Isonzo.

Dal punto di vista vegetazionale sono caratterizzati dalle fitocenosi ripariali igrofile, fisionomicamente dominate da salici e pioppi, da quelle palustri, la cui fisionomia è determinata da una sola specie che può essere, a seconda dei casi, la canna palustre, il falasco, la tifa o il giunco ed infine dalle fitocenosi acquatiche, composte da specie sia radicanti che fluttuanti.

Nell'area di studio gli ambienti umidi e i corsi d'acqua rappresentano, senza dubbio, gli ambiti più importanti e più ricchi dal punto di vista faunistico. In generale la presenza d'acqua è un forte elemento di attrazione per diverse specie faunistiche, comprese quelle non strettamente legate a condizioni di idrofilia. Inoltre, molte specie di interesse conservazionistico, *in primis* anfibi e uccelli di ambiente umido, popolano numerosi gli stagni, i fiumi ed i canali, rendendo quindi gli ambienti umidi gli *hot spot* per la fauna presente nell'area di studio.Per l'identificazione delle numerose specie di pesci si rimanda al capitolo Vegetazione, Flora, Fauna.

6.3.2.4 Sistema antropico

L'ecosistema antropico occupa complessivamente circa il 15% (13,1% per l'esattezza) dell'area totale esaminata e si articola nel sottosistema urbano ed industriale (9.8% dell'area totale) e in quello delle infrastrutture (3,3% dell'area totale).

Nel primo rientrano le zone urbanizzate caratterizzate da un tessuto urbano discontinuo, le zone verdi e le zone industriali. Le case sparse e i borghi sparsi nella pianura sono stati inclusi nel sistema agricolo, essendo integrati nella matrice predominante delle coltivazioni. Le zone verdi vanno intese, in questo caso, non come ambienti naturali, ma piuttosto come aree verdi di origine artificiale, quasi sempre comprese e/o collegate all'ambiente urbano. Si tratta infatti di parchi, ville, giardini, nonchè aree ricreative e sportive.

Le zone industriali, infine, non interessano complessivamente una grande porzione di territorio e sono prevalentemente localizzate nelle vicinanze del tracciato autostradale. Il sottosistema delle infrastrutture si riferisce alla rete della grande mobilità, andando ad includere autostrade, strade principali e linee ferroviarie, nonché le relative aree di pertinenza.

Come si evince dalla descrizione sopra esposta, l'ecosistema antropico risulta essere quello a minor grado di naturalità. In esso, infatti, gli ambienti naturali e/o seminaturali sono praticamente assenti, in quanto eliminati o estremamente ridotti per far posto ad ambienti artificiali. In queste situazioni, profondamente alterate dall'azione antropica, la flora e la fauna residue sono principalmente costituite da specie generaliste (meno specializzate) ed opportuniste (ad ampia adattabilità), la cui distribuzione è fortemente legata all'uomo e alle sue attività (le cosiddette specie sinantropiche).

Le uniche tipologie vegetazionali che si riscontrano sono quelle impiantate dall'uomo in corrispondenza di giardini, parchi, ville, ecc., nonché i filari di alberi lungo i lati delle strade e delle vie.

Per ciò che concerne la fauna, all'interno dell'ecosistema antropico possono trovare soddisfacimento alle proprie esigenze vitali le specie generaliste, opportuniste e commensali dell'uomo. Tra queste si possono citare la volpe,

che utilizza anche i cassonetti per la raccolta dei rifiuti solidi urbani per soddisfare le proprie esigenze trofiche; la rondine ed il balestruccio, che nidificano utilizzando i sottotetti delle abitazioni; la tortora e la tortora dal collare, le quali prediligono aree urbane con presenza di alberi in parchi e giardini; il passero ed il merlo, anch'essi numerosi in parchi e giardini ed infine la lucertola muraiola e la lucertola campestre, osservabili spesso su muri e pareti esterne degli edifici.

6.3.2.5 Gli elementi di connessione ecologica

Nell'ambito di una lettura ecosistemica di area vasta è opportuno individuare gli elementi di connessione ecologica fra i diversi ambiti territoriali e verificare la relazione tra gli stessi e il corridoio di studio. Come si evince dalla Carta delle unità ecosistemiche e delle connessioni ecologiche in scala 1:10.000 sono indicati i seguenti elementi:

- direttrici faunistiche di interesse regionale
- varchi faunistici

Le direttrici faunistiche sono state desunte dal PTR in particolare dalla Tav.1 Sistema ambientale e settore primario, di cui si riporta un stralcio nella figura seguente.

I corridoi ecologici sono degli elementi fisici differenti rispetto alla matrice agricola in cui si collocano, che esercitano un ruolo di primaria importanza consentendo alla fauna spostamenti da una zona relitta all'altra; in sistemi antropizzati, in cui la componente vegetazionale è scarsa consentono il raggiungimento di aree di foraggiamento altrimenti irraggiungibili.

Nella bassa pianura friulana i principali corsi d'acqua sono da considerarsi come direttrici ambientali del capriolo, che trova lungo le fasce di vegetazione ripariali, habitat idoneo per l'alimentazione e il riparo. Ricadono nel corridoio di studio le seguenti direttrici:

- C14 Colline moreniche – Fiume Tagliamento
- C15 Fiume Stella

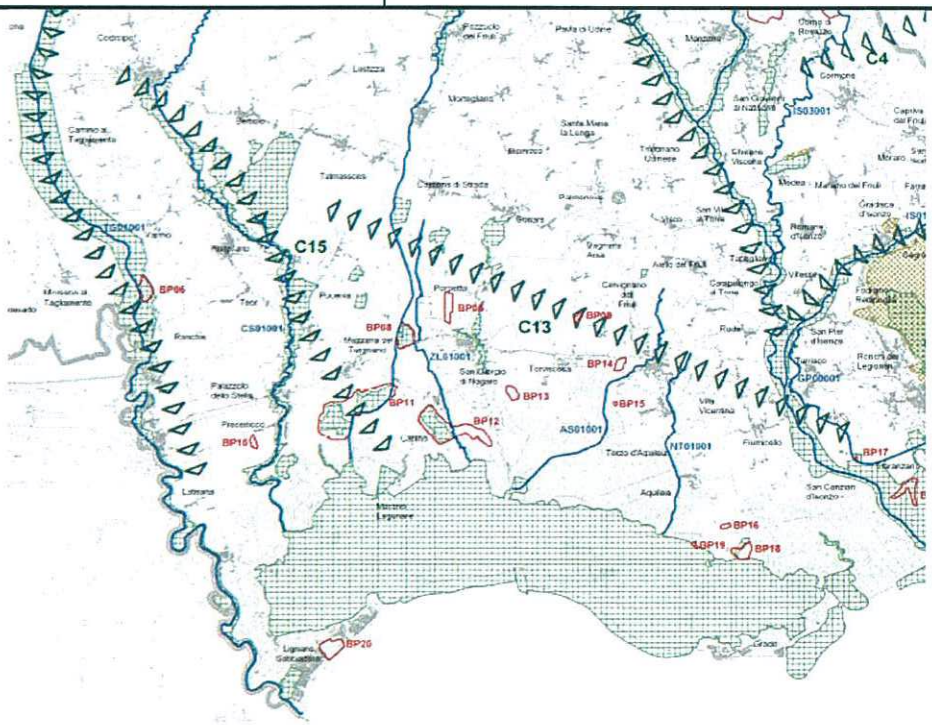


Figura 73 Stralcio Carta Sistema Ambientale e settore primario (Fonte PTR)

6.4 Valutazione delle interferenze

6.4.1 Aspetti metodologici

Viene effettuata di seguito l'analisi puntuale del tracciato di progetto, descrivendo le interazioni dell'opera con le unità ecosistemiche individuate.

Come già evidenziato nell'analisi delle unità ecosistemiche il tracciato attraversa, per la maggior parte del proprio percorso, ecosistemi sottoposti a una maggiore influenza antropica: l'ecosistema agricolo in primo luogo e l'ecosistema antropico, in misura minore. Gli ambiti caratterizzati da una più marcata connotazione naturale, come gli ambienti umidi e fluviali e l'ecosistema forestale occupano una porzione territoriale molto limitata.

Le interferenze sono state discriminate in relazione a due parametri principali:

- ambiti territoriali omogenei, identificati considerando in maniera congiunta le caratteristiche abiotiche e biotiche del territorio, vengono sostanzialmente a coincidere con le unità ecosistemiche individuate, che sono funzionalmente e strutturalmente omogenee al proprio interno.
- elementi di connessione ecologica
- tipologie di tracciato (rilevato, viadotto , scatolare)

Le interferenze relativa al tracciato ferroviario in progetto sono state esaminate suddividendo il progetto nelle seguenti tratte:

- linea AC/AV
  - in affiancamento ad A4 (da Km 0+000 a Km 24+000)
  - non in affiancamento ad A4 (da Km 24+000 a fine tratta Km 46+097)
- raccordo merci sud
- variante Palmanova - Cervignano

Si sono pertanto individuati i principali impatti, ponendoli in relazione non solo con le diverse tipologie di costruzione dell'opera, ma anche con le diverse componenti ambientali più direttamente interessate.

A questa fase di analisi ha fatto seguito una fase di sintesi nell'ambito della quale è stata elaborata una tabella riepilogativa delle interferenze, tesa ad evidenziare le interazioni dell'opera con i fattori ambientali e/o le aree maggiormente sensibili.

La tabella di sintesi si compone di cinque colonne:

1. la progressiva chilometrica, per localizzare l'interferenza lungo il tracciato;
2. la descrizione dell'intervento che genera l'impatto;
3. la tipologia di interferenza;
4. il livello di criticità dell'impatto;
5. intervento di mitigazione suggeriti per il contenimento dell'impatto;

Le principali interferenze legate alla fase di esercizio dell'opera relative agli Ecosistemi possono essere ricondotte alle seguenti categorie:

- **frammentazione unità ecosistemica**
- **interruzione corridoi ecologici**
- **interruzioni direttrici faunistiche**

Per valutare l'entità di tali impatti è stato riconosciuto il livello di struttura e maturità delle unità ecosistemiche e il ruolo di connessione ecologica di alcuni elementi presenti nel territorio indagato. E' stata considerata inoltre la presenza di aree sottoposte a regimi di tutela ambientale.

Considerando che il tracciato si snoda in un territorio prevalentemente agricolo, si ritiene che la sottrazione di unità ecosistemiche non costituisca una criticità, considerando che il grado di naturalità è complessivamente modesto.

La frammentazione delle unità ecosistemiche è la separazione di habitat in aree più piccole ed isolate, fenomeno che incrementa la possibilità di estinzione locale. La presenza fisica di un tracciato ferroviario può impedire il movimento di animali tra aree diverse; la diminuita mobilità di alcune specie determina l'inaccessibilità di alcune aree e l'eccessivo isolamento di altre. L'entità dell'impatto è da relazionare alle peculiarità del sistema coinvolto, all'estensione del territorio interessato dagli spostamenti faunistici, all'estensione delle unità ecosistemiche derivanti dalla potenziale frammentazione.

Altra tematica è quella dell'interazione con i corridoi ecologici, che nello specifico sono rappresentati dai sistemi fluviali, che assolvono un ruolo di connessione nel territorio in mancanza di ulteriori sistemi naturali che possano consentire i naturali flussi biologici. L'interferenza connessa alla messa in opera del tracciato consiste nella possibilità che la sottrazione della vegetazione in corrispondenza delle opere di attraversamento dei corsi d'acqua comporti un'interruzione della fascia ripariale.

L'interferenza con i corridoi ecologici può configurare in alcuni casi l'interruzione di direttrici faunistiche, ossia dei veri e prorpi percorsi utilizzati dalla fauna locale per gli spostamenti.

Prima di passare ad esaminare le situazioni puntuali lungo il tracciato si evidenzia che le opere di attraversamento del tracciato ferroviario (viadotti, ponti) configurano dei punti di permeabilità ecologica sull'infrastruttura, ossia dei varchi idonei al passaggio della fauna locale, che al contrario è impedito lungo il resto del tracciato.

La connettività, ossia il grado di permeabilità che i diversi elementi del paesaggio presentano ai movimenti degli animali fra i diversi frammenti ambientali, è un fattore estremamente importante per il mantenimento delle popolazioni selvatiche, in quanto popolazioni piccole non hanno la capacità di sopravvivere in frammenti isolati.

6.4.2 Analisi delle interferenze lungo il tracciato ferroviario

Con riferimento alle tipologie di interferenze illustrate nel paragrafo precedenti, si passa ora ad esaminare il tracciato in maniera puntuale, suddiviso per tratte, per evidenziare quelle maggiormente impattanti nella fase di esercizio dell'opera.

Linea AC/AV (in affiancamento ad A4)

Il progetto si snoda per i primi 24 Km in ambito agricolo e periurbano in affiancamento all'autostrada A4, andando a delineare una fascia di territorio interclusa di ampiezza decisamente limitata, tanto da poter considerare i due tracciati, ferroviario e autostradale, come facenti parte di un unico canale infrastrutturale.

Considerando lo stretto affiancamento e il territorio attraversato di tipo antropizzato, si ritiene che il progetto non comporti la frammentazione di ambienti naturali né l'isolamento di unità ecosistemiche di rilevanza naturalistica.

Come si evince dalla tabella di analisi (Tabella 29), il tracciato interseca alcune canali facenti parte del SIC Fiume Reghena e Lemene Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e Rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore (roggia Lugugnana e il canale Taglio); considerando il ruolo di connessione ecologica svolto dagli stessi, sebbene la messa in opera del tracciato non rilevi un'interferenza significativa, è opportuno prevedere interventi di ricucitura a verde lungo le sponde.

In corrispondenza del bosco di Alvisopoli, area di rilevante interesse naturalistico, la linea si snoda in rilevato lungo il suo margine, occupando la sede dell'attuale autostrada A4, prevista in variante; ciò consente di escludere sottrazione e frammentazione di habitat.

Proseguendo lungo il tracciato sono da segnalare l'attraversamento del Fiume Tagliamento alla progr. Km 8+400 – 9+900 e del Fiume Stella al Km 17+000–17+400, sistemi indicati nell'ambito del PTR regionale come direttrici faunistiche del capriolo di interesse regionale. Il capriolo infatti utilizza per gli spostamenti territoriali di scala vasta i sistemi fluviali trovando nelle fasce ripariali rifugio e risorse trofiche. Ritenendo che gli attraversamenti fluviali in viadotto assicurano una buona permeabilità territoriale, si ritiene che l'interruzione delle direttrici di spostamento faunistico sia modesta. Partendo dalla consapevolezza del ruolo di connessione territoriale svolto da tali sistemi, si evidenzia la necessità di intervenire nella ricostituzione della vegetazione azonale ripariale in corrispondenza dell'attraversamento della linea ferroviaria mediante idonee opere a verde.

Linea AC/AV (non in affiancamento ad A4)

La linea AC/AV a partire dalla progr. Km 24+000, si allontana dal tracciato autostradale dell'A4 snodandosi in un ambito essenzialmente agricolo sino al Km 36+500, per poi proseguire sino al termine del progetto su sede ferroviaria esistente eccezion fatta per l'attraversamento del Fiume Isonzo.

Gli ambiti più significativi dal punto di vista ecosistemico sono l'attraversamento della Roggia Corgnolizza al Km 26+000, in prossimità del bosco Sgobitta, frammento di bosco planiziale di pregio naturalistico, e l'attraversamento del Fiume Corno (27+400-28+000), caratterizzato da una fascia di vegetazione ripariale di una certa rilevanza. In relazione al ruolo di connessione ecologica svolta da tali sistemi fluviali, come detto in precedenza, alla categoria di interferenza 'interruzione dei corridoi' è attribuile una rilevanza bassa, vista la tipologia di opera.

Proseguendo lungo il tracciato, nella tratta compresa tra il Km 28 e il Km 36+500 che si snoda in ambito agricolo si presume che la frammentazione dell'unità ecosistemica sia poco significativa, considerando che l'alternanza di viadotti e rilevati assicura una buona permeabilità territoriali tale da consentire gli spostamenti della fauna.

Nell'ultima parte del tracciato, l'adeguamento in sede previsto dal Km 36+500 al Km 42+680 non comporta alcuna interferenza rispetto all'assetto ecosistemico.

In ultimo la linea AC/AC attraversa il Fiume Isonzo (da Km 44+500 a Km 45+300), sistema di particolare rilevanza nell'ambito della rete ecologica territoriale, caratterizzato da habitat e specie di interesse conservazioni stico. In accordo con quanto finora esposto, si ritiene che la messa in opera del tracciato ferroviario non alteri la funzionalità del sistema fluviale rispetto agli spostamenti faunistici che lungo di esso avvengono.

Raccordo merci sud

Il raccordo merci sud si snoda in rilevato nel sistema di tipo agricolo, delineando due ambiti molto uniformi, omogenei e sufficientemente estesi, le cui peculiarità assicurano il mantenimento dei popolamenti faunistici che, come detto, si caratterizzano per un'elevata versatilità e capacità di adattamento. I popolamenti faunistici che risentono maggiormente della presenza di una barriera fisica sono quelli terricoli in particolari i mammiferi, i rettili e gli anfibi, ma ne risentono essenzialmente quelle specie che, necessitando di territori ampi, subiscono una contrazione degli areali a causa delle messa in opere di infrastrutture. Nel caso in esame, la progettazione di tombini e sottopassi consente il mantenimento degli spostamenti faunistici, tali da consentire una buona permeabilità territoriale.

Variante Palmanova – Cervignano

Per quanto concerne la variante Palmanova – Cervignano, escludendo i tratti di adeguamento in sede valgono le stesse considerazione finora esposte in merito alla potenziale frammentazione di unità ecosistemiche, che nello specifico sono limitate a piccole porzioni territoriali in ambito agricolo, prossime ad infrastrutture esistenti (linea ferroviaria San Giorgio di Nogaro – Palmanova, autostrada A4). Si presume che gli attraversamenti stradali e i fossi (tombini, scatolari) configurano dei punti importanti di attraversamento per la fauna locale, che consentono il passaggio attraverso l'infrastruttura di progetto. L'interferenza è da considerarsi complessivamente bassa.

Nella tabella seguente si riporta l'analisi delle interferenze lungo il tracciato ferroviario, distinguendo le categorie di impatto e i relativi livelli di criticità.

	Localizzazione	Descrizione	Tipologia impatto	Livello criticità	Mitigazione
LINEA AV/AC (AFFIANCAMENTO A4)	Dal Km 0 al Km 4+00	Rilevati/scatolari/viadotti in ambito agricolo e urbano. Attraversamento canale Lugugnana incluso nel SIC *Fiume Reghena e Lemene Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e Rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore.*	interruzione corridoi ecologici	-	Ricostituzione vegetazione ripariale (roggia Lugugnana)
	Da Km 4+000 a 4+250	Rilevato in affiancamento al Bosco di Alvisopoli incluso nel SIC *Fiume Reghena e Lemene Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e Rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore*; attraversamento canale Taglio	interruzione corridoi ecologici	B	Ricostituzione vegetazione ripariale (canale Taglio)
	Da Km 4+250 a 8+400	Scatolare /viadotto/rilevato in ambito agricolo	-		
	Da Km 8+400 a 9+900	Attraversamento Fiume Tagliamento in viadotto	interruzione direttrici faunistiche	B	Ricostituzione vegetazione ripariale
	Da Km 9+900 a Km 17	Scatolare /viadotto/rilevato in ambito agricolo e antropico	-	-	
	Da Km 17+00 a km 17+400	Attraversamento in viadotto del Fiume Stella	interruzione direttrici faunistiche	B	Ricostituzione vegetazione ripariale
	Da Km 17+400 a Km 24+000	Viadotto e scatolare in ambito agricolo	-	-	-
LINEA AV/AC (NO AFFIANCAMENTO A4)	Da Km 24+000 a km 26+000	Viadotto e rilevato in ambito agricolo	-	-	-
	Da Km 26+000 a Km 26+100	Ponte su Roggia Corgnolizza, in tangenza al Bosco Sgobitta	interruzione corridoi ecologici	M	Ricostituzione della vegetazione ripariale lungo la Roggia Corgnolizza e della formazione al margine del bosco Sgobitta
	Da Km 26+100 a Km 27+400	Rilevato in ambito agricolo	-	-	-
	Da 27+400 a Km 28+100	Attraversamento in viadotto Fiume Corno	interruzione corridoi ecologici	B	Ricostituzione della vegetazione ripariale
	Da Km 28+100 a Km 36+500	Rilevato/viadotto in ambito agricolo	frammentazione unità ecosistemica agricola -	B	-
	Dal Km 36+770 al Km 42+680	Rilevato/viadotto in sede in ambito urbano e agricolo	-	-	-

	Da Km 42+680 a Km 44+500	Viadotto in ambito agricolo	-	-	-
	Da Km 44+500 a Km 45+300	Attraversamento in viadotto Fiume Isonzo (parco regionale)	interruzione direttrici faunistiche	B	Ricostituzione della vegetazione ripariale
	Da 45+300 a fine tratta	Viadotto in ambito agricolo	-		
RACCORDO MERCI SUD	Dal Km 0 al Km 5+700	Rilevato in sistema agricolo	frammentazione unità ecosistemica agricola		
VARIANTE PALMANOVA - CERVIGNANO	Dal Km 0 al Km 1+410	Rilevato in sede	-		
	Dal 1+410 al Km 5+860	Rilevato in sistema agricolo	frammentazione unità ecosistemica agricola	B	-
	Dal Km 5+860 al Km 8+400	Rilevato in sede	-		
	Dal Km 8+400 al Km 11+360	Rilevato in sistema agricolo	frammentazione unità ecosistemica agricola	B	-

Tabella 29 Analisi delle interferenze lungo il tracciato ferroviario

In conclusione si ritiene che il tracciato ferroviario non configuri delle criticità sostanziali rispetto all'assetto ecosistemico in termini di frammentazione in porzioni territoriali di estensione limitata; l'impatto segnalato lungo il progetto in corrispondenza dei brevi tratti in rilevato ha una rilevanza bassa, considerando che il tracciato nella tratta non in affiancamento all'autostrada A4, non determina una divisione del sistema agricolo tale da pregiudicare le dinamiche territoriali dei popolamenti faunistici.

Per quanto concerne l'interazione con i sistemi fluviali si ritiene che l'opera non comporti un'interruzione della continuità vegetazionale tale da pregiudicare il ruolo di connessione ecologica.

6.5 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne coinvolte negli aspetti ambientali in esame sono costituite dagli enti pubblici preposti alla tutela dell'ambiente, dalle associazioni ambientaliste di livello locale, dai cittadini residenti in prossimità delle opere in progetto, il cui rapporto con gli elementi naturali potrà essere modificato a seguito dell'inserimento dell'opera.

Dato l'elevato livello di qualità ambientale di alcune delle aree interessate dal tracciato, si ritiene che la componente in oggetto sarà di estremo interesse per tutte le parti esterne sopra indicate.

7 ANALISI DI INCIDENZA

7.1 Riferimenti normativi

Lo Studio di Incidenza, oggetto del presente capitolo, viene redatto a corredo del progetto della nuova linea AV/AC nella tratta Portogruaro – Ronchi dei Legionari e costituisce parte integrante dello Studio di Impatto Ambientale. L'analisi è redatta nell'ambito della procedura di Valutazione di Incidenza, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente, in particolare dalla Direttiva 'Habitat' che introduce tale procedura nell'art.6 e dal DPR 357/97[5]. (Regolamento recante attuazione della Direttiva Habitat), che costituisce il recepimento a livello nazionale, successivamente modificato nel DPR. 120/2003[6].

La valutazione d'incidenza è il procedimento di carattere preventivo al quale è necessario sottoporre qualsiasi "*...progetto che possa avere incidenze significative su un sito della rete Natura 2000, singolarmente o congiuntamente ad altri progetti e tenuto conto degli obiettivi di conservazione del sito stesso*".

Nella regione Veneto il riferimento normativo della Valutazione di incidenza è il DGR 3173 del 10 ottobre 2006 (Nuove disposizioni relative all'attuazione della direttiva comunitaria 92/43/CEE e D.P.R. 357/1997. Guida metodologica per la valutazione di incidenza. Procedure e modalità operative), che sostituisce il DGR 2803 del 4/10/2002.

La Regione Friuli Venezia Giulia stabilisce gli seguenti indirizzi applicativi in materia di valutazione d'incidenza nell'ambito della DGR 2203 del 21/09/2007.

Riassumendo sinteticamente i riferimenti in materia di tutela della biodiversità in ambito europeo, si evidenzia come il fondamento di tale tematica sia costituito da documenti strategico-programmatici (V[7] e VI[8] Programma di azione per l'Ambiente, Strategia comunitaria per la Diversità Biologica, Piano d'Azione per la Natura e la Biodiversità del Consiglio d'Europa[9] in attuazione della Convenzione della Biodiversità) e dalle Direttive comunitarie: la Direttiva 'Uccelli Selvatici'[10] e sue ss.mm.ii[11] e la Direttiva 'Habitat'[12].

La Direttiva 'Uccelli Selvatici' rappresenta il primo strumento legale per la conservazione della biodiversità europea. Essa richiede che le popolazioni di tutte le specie siano mantenute ad un livello di conservazione adeguato dal punto di vista ecologico e scientifico pur tenendo conto delle esigenze economiche e ricreative. Un aspetto

---

[5] D.P.R. n. 357 dell' 8 settembre 1997 (G.U. Serie generale n. 248 del 23 ottobre 1997).
[6] D.P.R. 12 marzo 2003, n. 120 (G.U. Serie generale n. 124 del 30 maggio 2003).
7 Risoluzione del Consiglio e dei rappresentanti dei governi degli Stati membri, riuniti in sede di Consiglio, del 1° febbraio 1993, riguardante un Programma comunitario di politica ed azione a favore dell'ambiente e di uno sviluppo sostenibile (GUCE C 138 del 17 maggio 1993).
8 Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato economico e Sociale e al Comitato delle Regioni – "Ambiente 2010: Il nostro futuro, la nostra scelta" - Bruxelles, 24.1.2001 COM (2001) 31.
9 Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo COM (2001) 162 del 27 marzo 2001 relativa ad un Piano d'Azione a favore della Biodiversità e Conservazione delle risorse naturali.
10 Direttiva 79/409/CEE del Consiglio del 2 aprile 1979 concernente la conservazione degli uccelli selvatici (GUCE 25 aprile 1979, n. 103).
[11] Direttiva 2009/147/CE del parlamento Europeo e del Consiglio del 30 Novembre 2009 (GUCE 26 Gennaio 2010)
12 Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (GUCE 22 luglio 1992, n. 206).

chiave per il raggiungimento di questo scopo è la conservazione degli habitat delle specie ornitiche. In particolare, le specie elencate nell'Allegato I della Direttiva, considerate di importanza primaria, devono essere soggette ad una tutela rigorosa.

La Direttiva 'Habitat' rappresenta il completamento del sistema di tutela legale della biodiversità dell'Unione Europea. Lo scopo della Direttiva è 'contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo degli stati membri…'.

7.2 Metodologia di lavoro

Il presente Studio di Incidenza segue le fasi operative indicato nella guida metodologica "*Assessment of plans and projects significantly affecting Natura 2000 sites. Methodological guidance on the provisions of Article 6 (3) and (4) of the Habitats Directive 92/43/EEC*" redatto dalla Oxford Brookes University per conto della Commissione Europea DG Ambiente (vedi schema seguente).

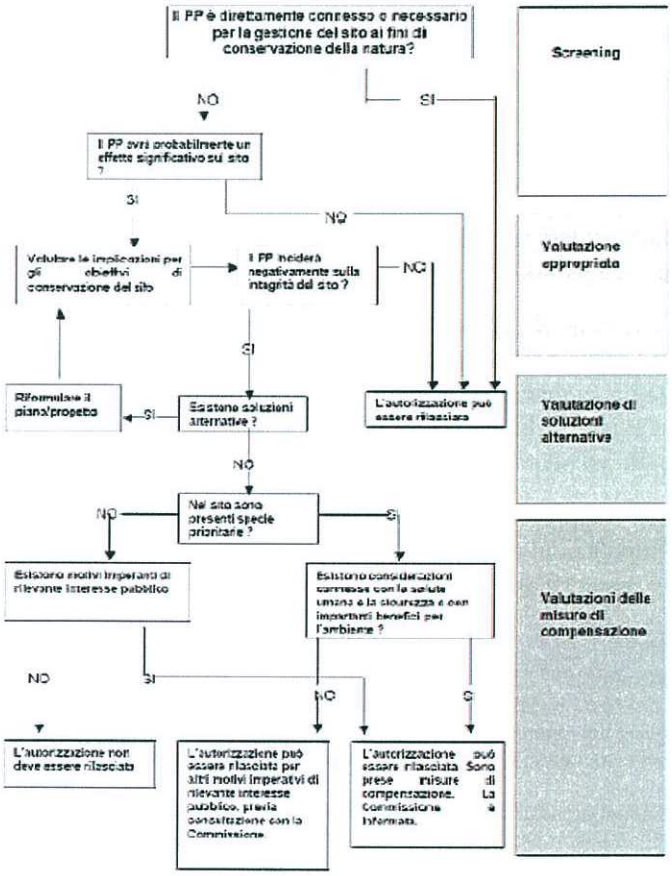


Figura 74 Diagramma di flusso con le fasi della valutazione di incidenza. Fonte: "Assessment of Plans and Project Significantly Affecting Natura 2000 Sites – Methodological Guidance on the provision of Article 6(3) and 6(4) of the "Habitats" Directive 92/43/ECC

In linea con le indicazioni contenute nelle guide metodologiche elaborate dalla Commissione Europea, la Regione Veneto nel DGR 3173, prevede la suddivisione della procedura per la valutazione d'incidenza in:

12. Screening;
13. Relazione di valutazione d'incidenza.

Gli allegati al suddetto provvedimento, costituiscono un supporto all'adempimento di tale procedura:

A	Guida metodologica per la valutazione di incidenza ai sensi della direttiva 92/43/CEE
A1	Guida metodologica alla valutazione di incidenza riferita a piani di tipo faunistico – venatorio
B	Modalità operative per la verifica e il controllo dei documenti di valutazione di incidenza
C	Siti ricadenti interamente o parzialmente in un'area naturale protetta nazionale o regionale, come definita dalla legge 6 dicembre 1991, n.394

La definizione dell'area di analisi che consente di individuare i siti Natura 2000 da sottoporre a studio di incidenza è stata effettuata valutando l'ambito di influenza potenziale dell'opera. Questo ambito coincide con la porzione di territorio sulla quale l'opera può generare effetti diretti e/o indiretti, positivi o negativi, sia in fase di realizzazione che di esercizio. In questo senso sono stati considerati i seguenti fattori: la tipologia e la localizzazione del tracciato, i suoi possibili disturbi ed effetti e le caratteristiche e la sensibilità dell'ambiente circostante.

Come già anticipato nel paragrafo 'Le aree naturali protette e la Rete Natura 2000' del cap. Vegetazione Flora Fauna, lo studio di incidenza, compiuto relativamente alla fase di Screening al fine di verificare la significatività dei possibili effetti indotti dall'opera, viene compiuto rispetto al sito interferito dal tracciato:

- *SIC Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore*

Tale sito è incluso nel Decreto del Ministero dell'Ambiente 2/08/2010 *Terzo elenco aggiornato dei Siti di Importanza comunitaria per la regione biogeografica alpina, continentale e mediterranea in Italia ai sensi della Direttiva 92/43/CEE.* Rispetto agli altri siti natura 2000 individuati nell'ambito dell'area vasta si ritiene che la distanza rispetto al tracciato, superiore a 1 Km, non sia tale da genere effetti di tipo indiretto tali da pregiudicare lo stato di conservazione degli stessi.

Si precisa che tale SIC (codice IT3250044) è interferito dalla linea AV/AC in progetto anche nella tratta Venezia-Portogruaro in corrispondenza degli attraversamenti dei Fiumi Reghena e Lemene, pertanto sarà oggetto di apposita Valutazione di Incidenza inclusa nel SIA relativo alla suddetta tratta.

Come detto, la metodologia di analisi adottata per lo studio di incidenza è stata definita prendendo in riferimento le pubblicazioni edite dalla Commissioni europee e i testi di recepimento a livello nazionale e regionale, di cui, per chiarezza, si riporta un elenco:

- Assesment of Plans and Projects Significantly Affecting Natura 2000 Sites elaborata dalla C.E.; methodological guidance on the provision of the article 6 (3) and (4) of the Habitat Directive (Redatto dalla Oxford Brookes University per conto della Commissione Europea DG Ambiente)
- Valutazione di Piani e progetti aventi un'incidenza significativa sui siti della rete Natura 2000. Guida metodologica alle disposizione dell'articolo 6 par.3 e 4 della Direttiva habitat 92/43/CEE. (Traduzione

italiana, non ufficiale, a cura dell'Ufficio Stampa e della Direzione regionale dell'ambiente Servizio VIA - Regione autonoma Friuli Venezia Giulia)

- Interpretation Manual of European Union Habitats, European Commission DG Environment, April 2003
- Manuale italiano di interpretazione degli habitat (redatto dalla Società Botanica Italiana)
- Manuale per la gestione dei siti Natura 2000 (Redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio)
- Formulari Standard Natura 2000 dei Siti Natura 2000;
- DPR 357/97 Allegato G
- Strumenti e indicatori per la salvaguardia della Biodiversità

L'analisi si articola nei seguenti step:

- descrizione del progetto
- descrizione del sito Natura 2000 relativamente alla presenza di habitat e di specie di interesse comunitario
- valutazione dell'incidenza dell'opera

Per quanto concerne la descrizione del progetto finalizzata alla definizione della sussistenza dei fattori di incidenza e alla valutazione della loro significatività, considerando l'estensione del tracciato in progetto, di cui è riportata una dettagliata analisi nel Quadro di Riferimento Progettuale del presento SIA, si è scelto di descrivere nell'ambito di ciascuna analisi di incidenza le caratteristiche delle opere che influenzano direttamente o indirettamente ciascun sito Natura 2000.

Per la descrizione dei siti Natura 2000, la caratterizzazione degli ***habitat*** di interesse comunitario è stata compiuta mediante la consultazione dei Formulari Standard e delle cartografie degli habitat elaborate dalla Regione Veneto. Tali elaborazioni cartografiche pubblicate dal servizio cartografico regionale sono il risultato di indagini in campo successive alla stesura delle schede SIC, pertanto nell'ambito dell'analisi si è ritenuto opportuno considerare l'insieme degli habitat segnalati tanto nelle schede di riferimento quanto nelle cartografie.

Per quanto concerne le specie si riportano i seguenti dati ecologici indicati nel Formulario Standard.

Popolazione	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
Conservazione	A = conservazione eccellente
	B = buona conservazione
	C = conservazione media o limitata
Isolamento	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
Globale	A = valore del sito prioritario per la conservazione della specie
	B = valore del sito rilevante per la conservazione della specie
	C = valore del sito significativo per la conservazione della specie

	D = valore del sito ininfluente per la conservazione della specie

Per la valutazione dell'incidenza sugli habitat di interesse comunitario presenti sulle superfici sottratte, le interferenze prese in considerazione tengono conto dei seguenti parametri:

- sottrazione[13]/alterazione diretta dell'habitat

- frammentazione

- riduzione della funzionalità dell'habitat in qualità di corridoio ecologico per le specie.

Sulla base di tali parametri per valutare quantitativamente il livello di incidenza del progetto sugli habitat, si sono adottate cinque classi di significatività.

elevata: presenza di interferenze che comportano sottrazioni/alterazioni dell'habitat in una percentuale superiore al 5% rispetto alla sua estensione nel sito, una frammentazione elevata e la compromissione irreversibile ed evidente della sua funzionalità ecologica;

significativa: presenza di interferenze che comportano sottrazioni/alterazioni dell'habitat in una percentuale compresa tra il 4,9% e l'1,5% rispetto alla sua estensione nel sito, una frammentazione significativa e la compromissione reversibile e significativa della sua funzionalità ecologica;

poco significativa: presenza di interferenze che comportano sottrazioni/alterazioni dell'habitat in una percentuale compresa tra lo 1,5% e lo 0,1% rispetto alla sua estensione nel sito, interessando in maniera limitata aree in cui l'habitat è presente, una frammentazione poco significativa e la compromissione reversibile e poco rilevante della sua funzionalità ecologica;

trascurabile: presenza di interferenze che comportano sottrazioni/alterazioni dell'habitat inferiori allo 0,1% rispetto alla sua superficie all'interno del sito, interessando in maniera trascurabile aree in cui l'habitat è presente, e che non compromettono la funzionalità ecologica dell'habitat;

nulla: assenza di interferenze.

I dati di riferimento relativi alle **specie** di interesse comunitario sono stati desunti dai Formulari Standard Natura 2000 e sono stati riportati in tabelle riepilogative. Si sono approfonditamente analizzate le possibili interferenze sulle specie di interesse comunitario segnalate e in relazione a ciò si sono esaminate le strutture e le tipologie di tutti gli habitat esistenti in funzione dei vari popolamenti faunistici. L'incidenza sulle specie di interesse comunitario è stata valutata a livello complessivo, tenendo conto di tutto l'insieme di interferenze prodotte dal progetto sul sito. In particolare, sono state prese in considerazione interazioni con la nicchia ecologica della specie (l'insieme delle risorse necessarie alla sopravvivenza di una specie) considerando interazioni con l'habitat e le risorse delle specie e, inoltre, i disturbi prodotti dall'opera e l'interruzione dei corridoi ecologici; quindi è stata costruita una tabella delle interferenze che attraverso l'analisi di una serie di valori assegnati ai vari parametri, conduce ad un valore medio per la stima dell'incidenza su ciascuna specie.

[13] La valutazione delle incidenze dirette sugli habitat di interesse comunitario ha preso in considerazione quanta superficie dell'opera e insiste direttamente sugli habitat stessi. Per fare ciò, si è proceduto al calcolo delle superfici occupate dalla sovrapposizione tra la zona interessata dall'infrastruttura (sia in fase di cantiere che di esercizio) e l'habitat e calcolando pertanto le superfici interferite.

In particolare, per quanto riguarda le interferenze con l'habitat (espresse in termini di sottrazione o alterazione) utilizzato dalle specie e il grado di perturbazione indotto dall'opera sono state definite cinque classi assegnando i seguenti valori:

sottrazione/alterazione totale = 4

sottrazione/alterazione parziale estesa = 3

sottrazione/alterazione parziale limitata = 2

sottrazione/alterazione non significativa = 1

sottrazione/alterazione assente = 0

Per quanto riguarda le interferenze sulle risorse utilizzate da ciascuna specie (cibo, spazio, riparo, acqua) sono stati assegnati i seguenti valori:

sottrazione totale risorsa = 4

sottrazione parziale risorsa = 3

sottrazione limitata risorsa = 2

sottrazione non significativa risorsa = 1

sottrazione nulla = 0

Sono state considerate, inoltre, le interferenze con i percorsi potenzialmente utilizzati dalla specie (corridoi ecologici) che sono state espresse secondo i seguenti cinque valori:

interruzione totale = 4

interruzione parziale estesa = 3

interruzione parziale limitata = 2

interruzione non significativa = 1

assenza di interruzione = 0

Infine, in relazione ai disturbi cui la specie può essere sensibile (rumore, vibrazioni emesse, intrusione visuale e polveri) sono stati assegnati i seguenti valori:

disturbo elevato = 4

disturbo parzialmente elevato = 3

disturbo parziale = 2

disturbo non significativo = 1

disturbo assente = 0

L'insieme di tutti i fattori considerati ha permesso di dare una stima dell'incidenza dell'opera su ciascuna specie, individuando le seguenti cinque classi di significatività determinate da un valore medio

$\mu = (\Sigma xi) /N$

(dove xi = valore attribuito a ciascun parametro ed N = numero di classi di significatività)

Pertanto si hanno le seguenti classi di significatività:

elevata: presenza di interferenze che possono comportare disturbi alla specie tali da determinare una significativa riduzione o distruzione della popolazione ($3,75 < \mu < 5$);

significativa: presenza di interferenze che possono comportare disturbi alla specie tali da alterarne le dinamiche di popolazione o determinare una riduzione della popolazione ($2,5 < \mu < 3,74$);

non significativa: presenza di interferenze che possono comportare disturbi alla specie che non sono comunque tali da alterarne le dinamiche della popolazione ($1,25 < \mu < 2,49$);

trascurabile: assenza o presenza di interferenze ma limitate e comunque poco significative per le popolazioni della specie interessata ($0 < \mu < 1,24$);

nulla: assenza di interferenze ($\mu = 0$).

Sulla base dei valori emersi è stata, quindi, stilata una tabella delle interferenze che conduce alla stima dell'incidenza su ciascuna specie. D'altra parte non è stato possibile realizzare un'analisi più appropriata ovvero a livello di popolazioni locali e non di specie poiché mancano i dati di letteratura necessari.

L'analisi effettuata ha consentito, comunque, di fornire un giudizio complessivo sulla significatività dell'incidenza complessiva del progetto sui siti interferiti. In relazione alle interferenze prodotte, infine, sono state individuate delle misure di mitigazione.

7.3 SIC Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore

7.3.1 Descrizione del progetto

Il tracciato della linea ferroviaria AC/AV nella tratta compresa tra Portogruaro e Ronchi dei Legionari intercetta il settore orientale del sito SIC 'Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore' tra la progr. Km 0+900 e la progr. Km 5+500. Come si evince dalla figura seguente, in tale tratta la linea ferroviaria in progetto si snoda in stretto affiancamento all'autostrada A4 esistente interessando quasi esclusivamente aree a seminativo, ad eccezione del tessuto urbano di Fratta e del bosco di Alvisopoli, di cui ne costituisce il margine.

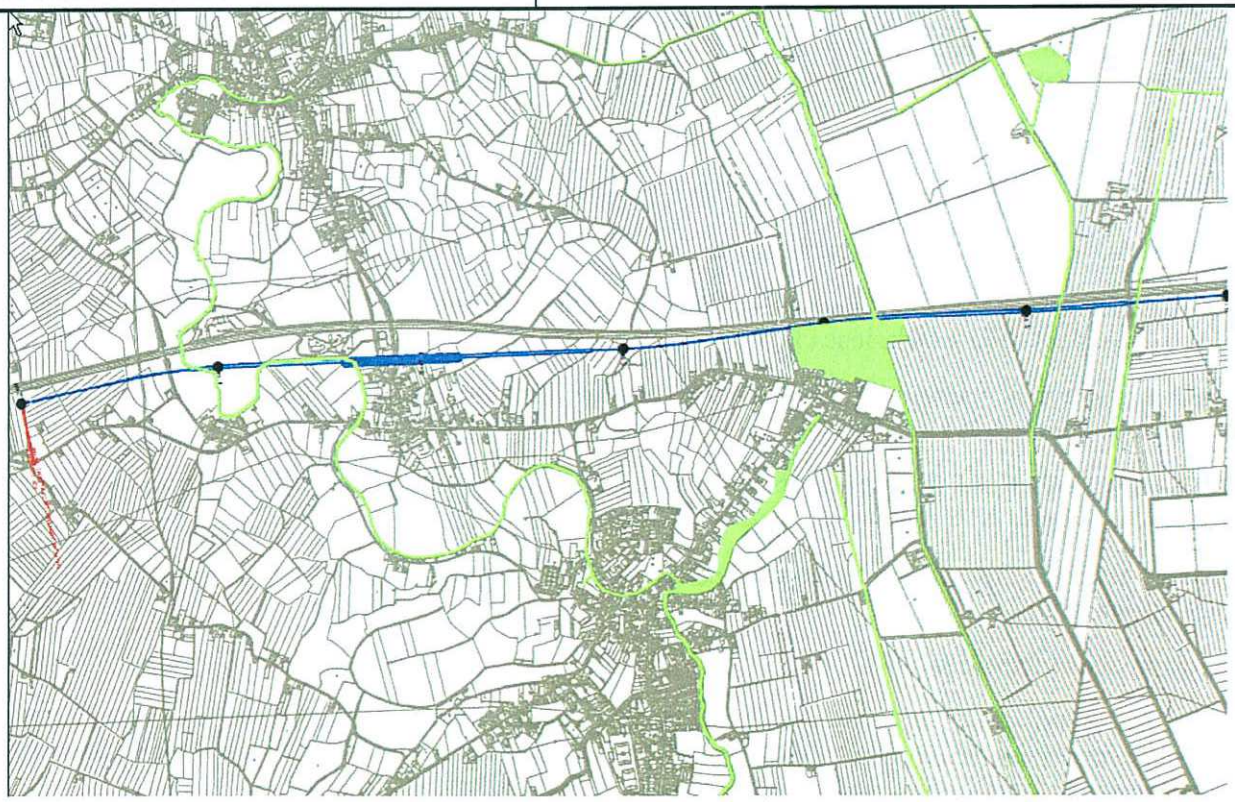


Figura 75 Stralcio planimetrico della localizzazione del progetto (blu) rispetto al SIC (verde)

Nello specifico gli ambiti territoriale inclusi nel sito e intercettati dal tracciato in progetto sono i seguenti:

Progressive progetto	*Tipologia opera*	*Ambito SIC*
Km 0+900 e Km 1+200	Scatolare	Attraversamento Roggia Lugugnana
Da Km 3+800 a Km 4+500	Rilevato/Scatolare	Affiancamento Bosco di Alvisopoli; attraversamento canale Taglio nuovo
Km 5+200	Scatolare	Attraversamento Roggia Canalotto
Km 5+500	Rilevato	Attraversamento Roggia di Rosso

La Roggia Lugugnana si snoda in un ambito destinato a seminativo presentando una fascia arborea ripariale di tipo igrofilo a dominanza di Salix alba e Populus alba piuttosto ristretta; viene attraversata in due punti del tracciato di progetto, in corrispondenza della progr. Km 0+900 e della progr. Km 1+200. Procedendo lungo il tracciato tra il Km 3+800 e il Km 4+500 si evidenzia la presenza di un frammento di bosco planiziale (Bosco di Alvisopoli), che rappresenta un ambito di elevato pregio naturalistico, dove diverse specie faunistiche trovano rifugio e risorse trofiche; il limite orientale del bosco si configura nel canale Taglio nuovo. Il settore più orientale del SIC consiste nella Roggia Canalotto e Roggia di Rosso attraversati dal tracciato di progetto al Km 5+200 e al km 5+500.

Trattandosi di un'infrastruttura ferroviaria, relativamente all'inquinamento si ritiene che durante la fase di esercizio non vi sia una dispersione di sostanze che possano alterare lo stato preesistente della qualità delle acque; relativamente alla fase di cantiere, sarà opportuno adottare degli accorgimenti tecnici che possano limitare il rischio di diffusione di inquinanti o di polveri.

7.3.2 Descrizione generale del sito

Il sito SIC si estende su una superficie di 640 ha ad un'altitudine media di 12m slm, comprendendo i Fiumi Reghena e Lemene, la rete di canali e di rogge che si snodano nella pianura coltivata, le cave di Cinto Caomaggiore e il bosco di Alvisopoli.

Le principali caratteristiche del sito sono rappresentate da corsi d'acqua di risorgiva meandriformi, a dinamica naturale, fiumi di pianura con elevata valenza vegetazionale e faunistica, presenza di risorgive con vegetazione acquatica radicante e natante del *Ranunculion fluitantis* e, nelle acque più fresche, del *Ranuncolo Sietum erecto-submersi*. Sono inoltre presenti cariceti, giuncheti e canneti ripariali (*Spargano-Glycerion* e *Phragmition*), nonché prati igrofili, boschi igrofili ripariali a *Salix alba, S. cinerea* e *S. triandra, Alnus glutinosa, Populus nigra* e *P. alba* (*Salicetea purpureae*). Infine non mancano elementi di bosco planiziale a *Quercus robur, Acer campestre, Fraxinus ornus* e *Ulmus minor*.

La qualità e l'importanza del sito risiedono principalmente nella presenza di zone umide che, sebbene di origine artificiale (Cave di Cinto), costituiscono aree importanti per la sosta, lo svernamento e la nidificazione degli uccelli acquatici, con particolare riferimento allo svernamento degli Ardeidi, degli Anatidi e dei Rallidi. Risulta infatti essere la più importante colonia di svernamento per il cormorano (*Phalacrocorax carbo*) in tutto l'entroterra veneziano. Di rilievo anche la presenza di fauna ittica, tipica di fiumi di risorgiva, in buono stato di salute. Il sito rappresenta inoltre l'area di sopravvivenza di una delle ultime colonie di *Bombina variegata* della pianura veneta. Sono riscontrabili, infine, anfibi come il *Triturus carnifex*, rettili come l'*Emys orbicularis* ed uccelli quali *l'Alcedo atthis*, *Ixobrychus minutus* e *Sterna hirundo*. La vulnerabilità del sito consiste nell'antropizzazione delle zone di riva e lungo le sponde.

In base a quanto riportato nel Formulario Standard, aggiornato con le elaborazioni cartografiche edite dalla Regione Veneto, il sito tutela i seguenti habitat di interesse comunitario:

Fonte Formulario Standard

Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del Ranunculion fluitantis e Callitricho-Batrachion (codice 3260): Questo habitat include i corsi d'acqua, dalla pianura alla fascia montana, caratterizzati da vegetazione erbacea perenne paucispecifica formata da macrofite acquatiche a sviluppo prevalentemente subacqueo con apparati fiorali generalmente emersi del *Ranunculion fluitantis* e *Callitricho-Batrachion* e muschi acquatici. Nella vegetazione esposta a corrente più veloce (*Ranunculion fluitantis*) gli apparati fogliari rimangono del tutto sommersi mentre in condizioni reofile meno spinte una parte delle foglie è portata a livello della superficie dell'acqua (*Callitricho-Batrachion*). Di alto valore naturalistico ed elevata vulnerabilità, è spesso associato alle comunità a *Butomus umbellatus*; è importante tenere conto di tale aspetto nell'individuazione dell'habitat. La disponibilità di luce è una fattore critico e perciò questa vegetazione non si insedia in corsi d'acqua ombreggiati dalla vegetazione esterna e dove la limpidezza dell'acqua è limitata dal trasporto torbido.

Praterie con Molinia su terreni calcarei, torbosi o argilloso-limosi (Molinion caeruleae) (codice 6410): Prati magri (poveri di nutrienti), da sfalcio, o talora anche pascolati, diffusi dai fondovalle alla fascia altimontana (sotto il limite del bosco), caratterizzati dalla prevalenza di *Molinia caerulea*, su suoli torbosi o argillo-limosi, a umidità costante o anche con significative variazioni stagionali, sia derivanti da substrati carbonatici che silicei. In assenza di sfalcio, i prati evolvono in tempi anche brevi in comunità legnose riferibili, a seconda del grado di umidità del suolo, delle sue caratteristiche e dell'idrodinamismo, a *Fagetalia sylvaticae* o *Alnetea glutinosae*.

Bordure planiziali, montane e alpine di megaforbie idrofile (codice 6430): Comunità di alte erbe a foglie grandi (megaforbie) igrofile e nitrofile che si sviluppano, in prevalenza, al margine dei corsi d'acqua e di boschi igro-

mesofili, distribuite dal piano basale a quello alpino. La diversità di situazioni (sono coinvolte almeno tre classi di vegetazione in questo codice), rende difficili le generalizzazioni. In linea di massima questi consorzi igro-nitrofili possono derivare dall'abbandono di prati umidi falciati, ma costituiscono più spesso comunità naturali di orlo boschivo o, alle quote più elevate, estranee alla dinamica nemorale. Nel caso si sviluppino nell'ambito della potenzialità del bosco, secondo la quota, si collegano a stadi dinamici che conducono verso differenti formazioni forestali quali querco-carpineti, aceri-frassineti, alnete di ontano nero e bianco, abieteti, faggete, peccete, lariceti, arbusteti di ontano verde e saliceti. Il sottotipo planiziale-collinare reca *Glechoma hederacea, G. hirsuta, Epilobium hirsutum, Filipendula ulmaria, Petasites hybridus, Cirsium oleraceum, Chaerophyllum hirsutum, C. temulum, C. aureum, Aegopodium podagraria, Alliaria petiolata, Geranium robertianum, Silene dioica, Lamium album, Lysimachia punctata, Lythrum salicaria, Crepis paludosa.*

Foreste alluvionali di Alnus glutinosa e Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae) (codice 91E0): Foreste alluvionali, ripariali e paludose di *Alnus* spp., *Fraxinus excelsior* e *Salix* spp. presenti lungo i corsi d'acqua sia nei tratti montani e collinari che planiziali o sulle rive dei bacini lacustri e in aree con ristagni idrici non necessariamente collegati alla dinamica fluviale. Si sviluppano su suoli alluvionali spesso inondati o nei quali la falda idrica è superficiale, prevalentemente in macrobioclima temperato ma penetrano anche in quello mediterraneo dove l'umidità edafica lo consente. I boschi ripariali e quelli paludosi sono per loro natura formazioni azonali e lungamente durevoli essendo condizionati dal livello della falda e dagli episodi ciclici di morbida e di magra. Generalmente sono cenosi stabili fino a quando non mutano le condizioni idrologiche delle stazioni sulle quali si sviluppano; in caso di allagamenti più frequenti con permanenze durature di acqua affiorante tendono a regredire verso formazioni erbacee (ciò che non avviene per le ontanete paludose che si sviluppano proprio in condizioni di prolungato alluvionamento); in caso di allagamenti sempre meno frequenti tendono ad evolvere verso cenosi forestali mesofile più stabili.

Fonte Carta degli Habitat

Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition (codice 3150): Habitat lacustri, palustri e di acque stagnanti eutrofiche ricche di basi con vegetazione dulciacquicola idrofitica azonale, sommersa o natante, flottante o radicante, ad ampia distribuzione, riferibile alle classi *Lemnetea* e *Potametea.* Le comunità idrofitiche sono spesso paucispecifiche e vedono la forte dominanza di 1-2 specie, accompagnate da poche sporadiche compagne. Tra le entità indicate nel Manuale EUR/27, possono essere ricordate per l'Italia: *Lemna spp., Spirodela spp., Wolffia spp., Hydrocharis morsus-ranae, Utricularia australis, U. vulgaris, Potamogeton lucens.*

Praterie magre da fieno a bassa altitudine (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis) (codice 6510): Prati da mesici a pingui, regolarmente falciati e concimati in modo non intensivo, floristicamente ricchi, distribuiti dalla pianura alla fascia montana inferiore, riferibili all'alleanza *Arrhenatherion*. Si includono anche prato-pascoli con affine composizione floristica. In Sicilia tali formazioni che presentano caratteristiche floristiche diverse pur avendo lo stesso significato ecologico, vengono riferite all'alleanza *Plantaginion cupanii.*

Foreste miste riparie di grandi fiumi a Quercus robur, Ulmus laevis e Ulmus minor, Fraxinus excelsior o Fraxinus angustifolia (Ulmenion minoris) (codice 91F0): Boschi alluvionali e ripariali misti meso-igrofili che si sviluppano lungo le rive dei grandi fiumi nei tratti medio-collinare e finale che, in occasione delle piene maggiori, sono soggetti a inondazione. In alcuni casi possono svilupparsi anche in aree depresse svincolati dalla dinamica fluviale. Si sviluppano su substrati alluvionali limoso-sabbiosi fini. Per il loro regime idrico sono dipendenti dal livello della falda freatica. Rappresentano il limite esterno del "territorio di pertinenza fluviale".

Querceti di rovere illirici (Erythronio-Carpinion) (codice 91LO): Boschi mesofili a dominanza di *Quercus robur, Q. petraea, Q. cerris* e *Carpinus betulus* caratterizzati da un sottobosco molto ricco con numerose geofite a fioritura tardo invernale. Si sviluppano in situazioni più o meno pianeggianti o in posizione di sella o nel fondo di

piccole depressioni su suolo profondo ricco in humus. L'habitat si distribuisce prevalentemente nel piano mesotemperato sia nel settore Alpino-orientale che lungo la catena appenninica. Presumibilmente l'habitat si può riferire ai querco-carpineti subigrofili su sedimenti fluvio-glaciali fini della pianura, boschi parazonali che ricoprivano vaste estensioni della pianura padana orientale. Si sviluppano nel piano basale su sedimenti fluvio-glaciali fini, suoli evoluti e buona disponibilità idrica per superficialità della falda. Accanto alle due specie dominanti *(Quercus robur* e *Carpinus betulus*) è spesso presente *Fraxinus angustifolia/oxycarpa*. Il sottobosco è caratterizzato da geofite primaverili (*Galanthus nivalis*, *Viola* sp.pl.) e *Asparagus tenuifolius*.

Per gli habitat di interesse comunitario contenuti nel formulario Standard Natura, si evidenziano i dati ecologici; i valori di copertura sono stati desunti dal formulario standard.

Codice	Habitat	Copertura (%)	Rappresentatività	Superficie relativa	Grado conservazione	Valutazione globale
3260	Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del Ranunculion fluitantis e Callitricho-Batrachion	32	Buona	2>p<0%	Buona	Buona
6410	Praterie con Molinia su terreni calcarei, torbosi o argilloso-limosi (Molinion caeruleae)	1	Buona	2>p<0%	Buona	Buona
6430	Bordure planiziali, montane e alpine di megaforbie idrofile	27	Buona	2>p<0%	Buona	Buona
91E0	Foreste alluvionali di Alnus glutinosa e Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)	12	Significativa	2>p<0%	Media	Significativa
3150	Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition	11	-	-	-	-
6510	Praterie magre da fieno a bassa altitudine (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis)	5	-	-	-	-
91F0	Foreste miste riparie di grandi fiumi a Quercus robur, Ulmus laevis e Ulmus minor, Fraxinus excelsior o Fraxinus angustifolia (Ulmenion minoris)	0.05	-	-	-	-
91LO	Querceti di rovere illirici (Erythronio-Carpinion)	0.5	-	-	-	-

Per quanto concerne le specie segnalate nel sito si riporta quanto indicato nel Formulario standard.

SPECIE	Fenologia abbondanza	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
Ardea purpurea	Stazionale	B	B	B	B
Circus aeruginosus	Stazionale	C	C	C	C
Nycticorax nycticorax	Stazionale	C	C	C	C
Botaurus stellaris	Stazionale rara	C	C	C	C
Sterna hirundo	Stazionale comune	C	C	C	C
Ardeola ralloides	Stazionale	C	C	C	C
Circus cyaneus	Svernante	C	C	C	C
Aythya nyroca	Stazionale rara	C	C	C	C
Ixobrychus minutus	Riproduzione comune	C	B	C	B
Egretta alba	Svernante	C	B	C	B
Egretta garzetta	Svernante	C	B	C	B
Alcedo atthis	Riproduzione comune	C	C	C	C
Lanius collurio	Riproduzione	C	C	C	C

Tabella 30 Uccelli elencati nell'alleg. I della Direttiva 79/409/CEE

Phalacrocorax carbo	Svernante	C	C	C	C

Tabella 31 Uccelli non elencati nell'alleg. I della Direttiva 79/409/CEE

SPECIE	Fenologia abbondanza	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
Emys orbicularis	Riproduzione comune	C	C	A	A
Bombina variegata	Riproduzione rara	C	C	C	C
Rana latastei	Riproduzione rara	C	C	B	B
Triturus carnifex	Riproduzione comune	C	B	C	B

Tabella 32 Anfibi e Rettili elencati nell'alleg. II della Direttiva 92/43/CEE

SPECIE	Fenologia abbondanza	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
Barbus plebejus	Riproduzione comune	B	B	C	B
Chondrostoma genei	Riproduzione comune	C	B	C	B
Chondrostoma soetta	Riproduzione comune	C	B	C	B
Cobitis taenia	Riproduzione comune	C	B	C	B
Rutilus pigus	Riproduzione comune	C	B	C	B
Salmo marmoratus	Riproduzione rara	C	B	C	B
Cottus gobio	Riproduzione comune	C	B	C	C

Tabella 33 Pesci elencati nell'allegato II della Direttiva 92/43/CEE

7.3.3 Valutazione della significatività delle incidenze

Dopo aver esaminato le caratteristiche del progetto e del sito, vengono illustrate alcune considerazioni circa le interferenze con gli habitat di interesse comunitario. A tale scopo è stata esaminata la distribuzione degli habitat all'interno del sito SIC e, in particolar modo, in corrispondenza degli ambiti in cui si verifica la sovrapposizione del tracciato. Per quanto concerne i canali attraversati, la verifica della presenza di habitat di interesse comunitario nei tratti interessati dalla messa in opera del tracciato, ha evidenziato quanto riportato nella tabella seguente.

Ambito SIC	*Habitat di interesse comunitario*
Roggia Lugugnana	Habitat 3260
Canale Taglio	Habitat 3260
Roggia Canalotto	Habitat 3260
Roggia di Rosso	-

Si tratta dell'habitat 3260 - Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del Ranunculion fluitantis e Callitricho-Batrachion, che si rinviene in corrispondenza dell'alveo. E' un tipo di vegetazione azonale stabile molto diffusa nel territorio nazionale, che viene controllata nella sua espansione ed evoluzione dall'azione stessa della corrente. Ove venga meno l'influsso della corrente possono subentrare fitocenosi elofitiche della classe *Phragmiti-Magnocaricetea*, soprattutto in corrispondenza delle zone marginali dei corsi d'acqua, ove la corrente risulta molto

rallentata o addirittura annullata, si può realizzare una commistione con alcuni elementi del *Potamion* e di *Lemnetea minoris* che esprimono una transizione verso la vegetazione di acque stagnanti.

Esaminando le potenziali interferenze connesse alla realizzazione dell'opera, si ritiene che il coinvolgimento diretto dell'alveo sia presumibilmente limitato alla fase di cantiere e sia comunque di modesta entità in termini di superficie occupata, oltre che limitato nel tempo; si ritiene che un ingombro ipotetico di un cantiere per la realizzazione di un ponte sia pari a circa 0.06 ettari (si può considerare un tratto di 25m di lunghezza per 25m di ampiezza pari ad un'area di 625 mq). Considerando i tre canali in cui è segnalato l'habitat si ritiene che si possa verificare un'occupazione di 0.2 ha, pari a circa 0.1% rispetto all'estensione totale dell'habitat nel SIC. L'assenza di pile in alveo consente di escludere occupazioni e alterazione dell'habitat durante la fase di esercizio. In conclusione si può affermare che il livello di incidenza del progetto sugli habitat sia da ritenere trascurabile.

Per quanto attiene le interazioni con il Bosco di Alvisopoli si evidenzia che il tracciato ferroviario in progetto si snoda in rilevato in affiancamento all'A4 tra il Km 3+800 e il Km 4+400, lungo il margine nord dell'area boscata. Lo stralcio planimetrico seguente mostra come il bosco, delimitato dai terreni arabili, si caratterizza per la presenza dell'habitat 91LO (Querceti di rovere illirici), che presenta un buon livello di maturità e un elevato livello di diversità strutturale e compositiva e dall'habitat 3260, in corrispondenza del canale che scorre all'interno dell'area boscata.

In considerazione della rilevanza ambientale che contraddistingue l'area boscata, il progetto propone delle ottimizzazione finalizzate alla minimizzazione degli impatti, che nello specifico si configurano nella variante dell'autostrada A4 che in questo tratto si sposta verso nord in modo da consentire una maggiore disponibilità di spazio per la messa in opera del tracciato ferroviario;

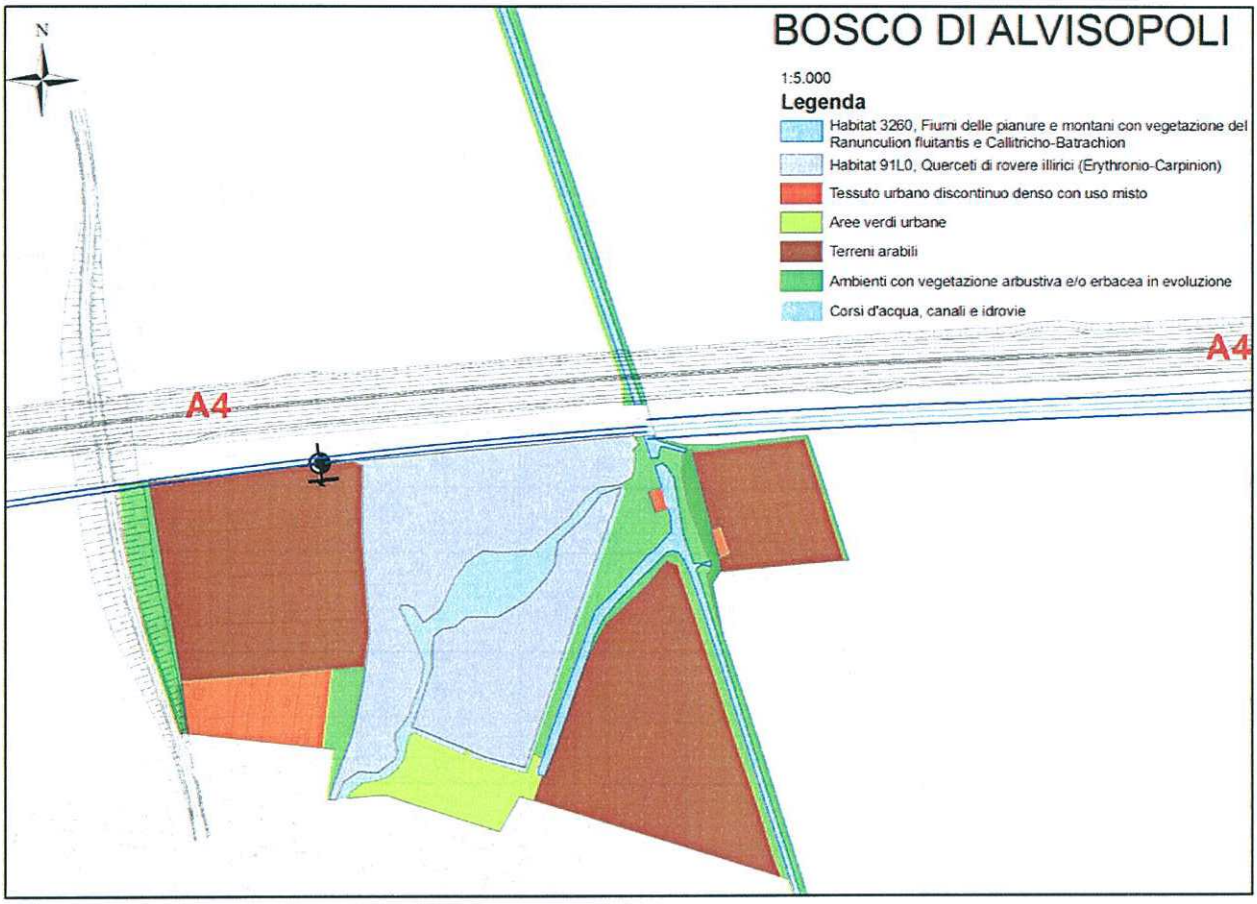


Figura 76 Distribuzione degli habitat di interesse comunitario e dellle fisionomie vegetali

Considerando la localizzazione del tracciato ferroviario, insieme alla distribuzione degli habitat di interesse comunitario, si ritiene che la messa in opera del rilevato coinvolga marginalmente il sito e non interferisca in modo diretto con le fitocenosi boschive. Si può escludere che il progetto induca sottrazione o frammentazione dell'habitat di interesse comunitario 91L0.

Vengono di seguito analizzate le incidenze rispetto alle specie attraverso le matrici impostate su indicatori di tipo ecologico. L'elenco faunistico che segue è desunto da entrambi i Formulari Standard relativi al SIC. Per quanto riguarda l'indicazione dell'habitat di appartenenza di ogni singola specie si sono rese necessarie delle semplificazioni dovute al fatto che molte specie per la loro peculiare ecologia o vagilità possono frequentare più di un habitat oppure perchè sono tipiche di ambienti ecotonali, oppure perché frequentano ambienti diversi durante la migrazione; per quanto possibile si è cercato di distinguere le tipologie di habitat presente lungo il corso del fiume, che consentono di differenziare le esigenze ecologiche delle specie ornitiche.

Specie	Habitat di appartenenza	Interferenza habitat	Sottrazione risorse	Interruzione percorsi	Disturbo	Valutazione di incidenza
Ardea purpurea	B	2	1	0	2	1,25- non significativa
Circus aeruginosus	P, C	1	0	0	1	0,5 - trascurabile
Nycticorax nycticorax	B	2	1	0	2	1,25- non significativa
Botaurus stellaris	C	1	0	0	1	0,5 - trascurabile
Sterna hirundo	M	0	0	0	0	0 - nulla
Ardeola ralloides	C, P	1	0	0	1	0,5 - trascurabile
Circus cyaneus	B, Ag, (P)	2	1	0	2	1,25- non significativa
Aythya nyroca	F, C	0	0	0	1	0.2 - trascurabile
Ixobrychus minutus	C,P	1	0	0	1	0,5 - trascurabile
Egretta alba	B, Ag	2	1	0	1	0.8- trascurabile
Egretta garzetta	B, Ag	2	1	0	1	0.8- trascurabile
Alcedo atthis	F	0	0	0	1	0.25-trascurabile
Lanius collurio	B	0	1	0	2	0.75- trascurabile

Tabella 34 Incidenza su uccelli migratori abituali elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE (F - Fiumi, canali; B - Bosco igrofilo ripariale; C – Vegetazione spondale a elofite, canneti; P: Prati umidi, pantani; AG – Aree agricole; M: ambiente marino)

Specie	Habitat di appartenenza	Interferenza habitat	Sottrazione risorse	Interruzione percorsi	Disturbo	Valutazione di incidenza
Phalacrocorax carbo sinensis	F, B	2	1	0	2	1,25- non significativa

Tabella 35 Incidenza su uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE (F - Fiumi, canali; B - Bosco igrofilo ripariale; C – Vegetazione spondale a elofite, canneti; P: Prati umidi, pantani; AG – Aree agricole)

Specie	Habitat di appartenenza	Interferenza habitat	Sottrazione risorse	Interruzione percorsi	Disturbo	Valutazione di incidenza
Bombina variegata	B, P	1	0	0	1	0,5 -trascurabile
Emys orbicularis	F, P	1	0	0	1	0,5 -trascurabile
Rana latastei	B, C, P	1	0	0	1	0,5 -trascurabile
Triturus carnifex	B, P	1	0	0	1	0,5 -trascurabile

Tabella 36 Incidenza su Anfibi e Rettili elencati nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE (F - Fiumi, canali; B - Bosco igrofilo ripariale; C – Vegetazione spondale a elofite, canneti; P: Prati umidi, pantani; AG – Aree agricole)

Specie	Habitat di appartenenza	Interferenza habitat	Sottrazione risorse	Interruzione percorsi	Disturbo	Valutazione di incidenza
Lethenteron zanandreai	F	1	0	0	0	0,04-trascurabile
Barbus plebejus	F	1	0	0	0	0,04-trascurabile
Chondrostoma genei	F	1	0	0	0	0,04-trascurabile
Chondrostoma soetta	F	1	0	0	0	0,04-trascurabile
Cobitis taenia	F	1	0	0	0	0,04-trascurabile
Rutilus pigus	F	1	0	0	0	0,04-trascurabile
Salmo marmoratus	F	1	0	0	0	0,04-trascurabile
Cottus gobio	F	1	0	0	0	0,04-trascurabile

Tabella 37 Incidenza su Pesci elencati nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE ((F - Fiumi, canali)

Dalle tabelle di analisi si evince come per le specie faunistiche segnalate nel sito l'incidenza indotta dall'opera sia da considerarsi trascurabile o non significativa. Considerando che il tracciato ferroviario in progetto occuperà la sede stradale dell'A4, che risulta essere in variante, è lecito ritenere che non vi sia sottrazione di habitat faunistici; si presume che durante la fase di cantiere vi possa essere un'interazione con il margine del bosco, ma considerando la temporaneità delle lavorazione, si ritiene che ciò non configuri una criticità rispetto alle presenze faunistiche.

Considerando lo stretto affiancamento dei due tracciati, quello ferroviario in progetto e quello autostradale in variante, ricadenti all'esterno del bosco si ritiene che non via sia occupazione di habitat né di risorse trofiche; la presenza dell'autostrada fa ritenere che la messa in opera del nuovo tracciato in progetto non configuri un'interruzione di percorsi. La continuità ecologica lungo i corsi d'acqua, che nell'ambito del bosco di Alvisopoli si configura nel canale Taglio, viene assicurata dalle opere d'arte che consentono il mantenimento della continuità ecologica.

Per quanto concerne il disturbo, vista la presenza dell'autostrada, si ritiene che l'esercizio del tracciato ferroviario in progetto non configuri un'alterazione significativa del clima acustico rispetto a quello preesistente, pertanto si presume che non vi sia un'influenza negativa rispetto alle specie che frequentano il sito che presumibilmente sono abituate al rumore derivante da traffico veicolare.

7.3.4 Esito dello Screening

Dati identificativi del progetto
Linea AV/AC Progetto preliminare. Tratta Portogruaro – Ronchi dei Legionari
SIC IT3250044 Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e Rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore
Il progetto non è direttamente connesso alla gestione del sito
Non vi sono progetti che possano dare effetti combinati
Valutazione della significatività degli effetti
Il tracciato ferroviario in progetto interferisce con il sito Natura 2000 in corrispondenza dell'attraversamento delle rogge Lugugnana, Canalotto e Rosso e in prossimità del Bosco di Alvisopoli e del canale Taglio. Dall'approfondimento degli ambiti territoriali coinvolti, si evidenzia che i canali interferiti sono caratterizzati dalla presenza dell'habitat 3260 (Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del Ranunculion fluitans e Callitricho – Batrachion), che presumibilmente non verranno compromessi in modo significativo dalla realizzazione delle opere, che non interessano in modo diretto l'alveo. Per quanto concerne l'area boscata di Alvisopoli il progetto prevede lo spostamento dell'autostrada A4 in modo da evitare che il tracciato ferroviario interferisca con il bosco. Alla luce di tali ottimizzazioni progettuali si ritiene che il tracciato ferroviario in rilevato non induca sottrazione o frammentazione dell'habitat di interesse comunitario 91L0, caratterizzante il sito. Per quanto concerne le specie faunistiche l'incidenza indotta dall'opera può considerarsi trascurabile o non significativa, considerando che il progetto non determina occupazione di habitat né di risorse trofiche, né interruzione di percorsi. Vista la presenza dell'autostrada, si ritiene che l'esercizio del tracciato ferroviario in progetto non configuri un disturbo significativo rispetto alle specie che, frequentando il sito, presumibilmente sono abituate al rumore derivante da traffico veicolare.
Esito della procedura di screening

In conclusione si ritiene che il progetto non determini l'insorgere di incidenze significative negative rispetto ai Siti Natura 2000 esaminati, pertanto si ritiene non necessario effettuare ulteriori approfondimenti.

8 RUMORE

8.1 Riferimenti normativi

In Italia sono da alcuni anni operanti specifici provvedimenti legislativi destinati ad affrontare il problema dell'inquinamento acustico nell'ambiente esterno. La disciplina in materia di lotta contro il rumore precedentemente al 1991 era affidata ad una serie eterogenea di norme a carattere generale (art. 844 del Codice Civile, art. 659 del Codice Penale, art. 66 del Testo Unico Leggi di Pubblica Sicurezza), che tuttavia non erano accompagnate da una normativa tecnica che consentisse di applicare le prescrizioni.

Con il DPCM 1 Marzo 1991 il Ministero dell'Ambiente, in virtù delle competenze generali in materia di inquinamento acustico assegnategli dalla Legge 249/1986, di concerto con il Ministero della Sanità, ha promulgato una Legge che disciplina i rumori e sottopone a controllo l'inquinamento acustico, in attuazione del DPR 616/1977 e della Legge 833/1978.

Attualmente è necessario fare riferimento al DPCM 1/3/91, alla Legge Quadro sul rumore del 26/10/95 n° 447, al DPCM 14/11/97 e, in particolare, al DPR del 18/11/98 n° 459, Regolamento sul rumore ferroviario, recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n° 447, e nel DMA 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".

Per il territorio interno alla fascia di pertinenza ferroviaria (250 m dalla mezzeria dei binari esterni) relativo alla linea ad Alta Velocità, si utilizzano i limiti del DPR 18/11/98 n° 459 relativi alle infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h (Art. 4). I valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria sono pari a:

- 50 dBA Leq diurno, 40 dBA Leq notturno per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo (per le scuole vale il solo limite diurno)
- 65 dBA Leq diurno, 55 dBA di Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia compresa tra 0 e 250 m misurati a partire dalla mezzeria del binario esterno.

Per il territorio interno alla fascia di pertinenza ferroviaria (250 m dalla mezzeria dei binari esterni) nell'ambito della Variante linea lenta Venezia-Torviscosa e Variante linea lenta Palmanova-Cervignano, nonché nell'ambito compreso tra la Variante linea lenta Torviscosa-Cervignano e la Variante linea lenta Cervignano-Ronchi dei Legionari, si utilizzano i limiti del DPR 18/11/98 n° 459 relativi alle infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h e/o in affiancamento a linee esistenti (Art. 5). I valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria sono pari a:

- 50 dBA Leq diurno, 40 dBA Leq notturno per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo (per le scuole vale il solo limite diurno),
- 70 dB(A) Leq diurno, 60 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia A, più vicina all'infrastruttura, della larghezza di m 100,
- 65 dB(A) Leq diurno, 55 dB(A) di Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia B, più distante dall'infrastruttura, e della larghezza di m 150.

In considerazione della precisione che si raggiunge nella valutazione dei livelli di impatto con programmi previsionali di precisione adeguata al livello di approfondimento di un progetto esecutivo (errori determinati dagli algoritmi, dalla modellazione geometrica, dalle ipotesi emissive...) e alla precisione derivante da un'eventuale successiva verifica strumentale, si assumono soddisfatti gli obiettivi di mitigazione quando i livelli di pressione sonora in corrispondenza del fronte esterno più esposto sono pari ai valori limite assoluti di immissione, con uno scostamento massimo di 1 dBA.

Qualora i limiti suddetti non siano tecnicamente conseguibili con interventi di tipo diretto, ovvero qualora in base a considerazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzi l'opportunità di procedere direttamente sui ricettori, ai sensi del DPR del 18/11/98 n° 459 deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti interni a finestre chiuse:

- 35 dBA Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo
- 40 dBA Leq notturno per tutti gli altri ricettori
- 45 dBA Leq diurno per le scuole.

Pertanto per gli edifici in corrispondenza dei quali non è possibile rispettare i limiti di legge relativi alle immissioni di rumore presso il fronte esterno, viene effettuata una verifica dei livelli di pressione sonora in ambiente interno e, per i ricettori non rispondenti a tali requisiti, viene previsto un intervento diretto sui serramenti.

Nei casi di ricettori caratterizzati dalla presenza antropica limitatamente al periodo diurno (scuole, edifici industriali o commerciali, ristoranti..), i confronti con i limiti legislativi vengono effettuati solo nel periodo diurno.

8.2 Metodologia di lavoro

L'impostazione della componente "Rumore" del presente Studio di Impatto Ambientale ha tenuto conto delle principali normative di settore analizzando il territorio attraversato dalla linea ferroviaria in progetto e stimando i livelli acustici indotti dal transito dei convogli ferroviari mediante un idoneo codice di calcolo. Lo studio acustico realizzato ha previsto, quindi, i seguenti passi operativi:

8.2.1 Analisi acustica del territorio interessato dal progetto e individuazione dei ricettori sensibili

Sono state effettuate delle indagini dirette di conoscenza dei luoghi, sia sotto il profilo morfologico e antropico, sia sotto il profilo della caratterizzazione delle sorgenti acustiche attualmente presenti.

L'individuazione dei ricettori sensibili è stata effettuata con l'ausilio di indagini in situ, mediante le quali sono stati caratterizzati tutti gli edifici all'interno di una fascia di 250 metri per lato dalla linea ferroviaria, e nel caso dei soli ricettori sensibili (scuole, ospedali, ecc.) si è considerata una fascia di indagine fino a 500 metri per lato dall'infrastruttura.

Sono state così redatte delle carte dei ricettori in scala 1:5.000 con la relativa numerazione identificativa e destinazione d'uso.

8.2.2 Indicatori di rumore

L'indicatore di rumore utilizzato per caratterizzare l'impatto della linea AV Venezia - Trieste, tratta Portogruaro – Ronchi dei Legionari e per il dimensionamento degli interventi di mitigazione è il livello sonoro equivalente continuo Leq espresso in dBA e riferito al periodo diurno 6÷22 e al periodo notturno 22÷6, come indicato dalle normative di riferimento.

Il livello sonoro equivalente di un dato suono o rumore variabile nel tempo è il livello, generalmente espresso in dB(A), di un ipotetico rumore costante che, se sostituito al rumore reale per lo stesso intervallo di tempo, comporterebbe la stessa quantità totale di energia sonora. Lo scopo dell'introduzione del livello equivalente è quello di poter caratterizzare con un solo dato di misura un rumore variabile, per un intervallo di tempo prefissato. L'aggettivo equivalente sottolinea il fatto che l'energia trasportata dall'ipotetico rumore costante e quella trasportata dal rumore reale sono uguali.

L'espressione matematica che definisce il livello sonoro equivalente Leq è:

$$Leq = 10 \lg 1/T0 \int (p(t)2/p2rif) \cdot dt$$

con:

- T0 tempo considerato
- p(t) pressione sonora del rumore in esame
- prif pressione sonora di riferimento assunta uguale a 20 μPa, corrispondente al valore di pressione sonora minimo percepibile alla frequenza di 1000 Hz.

La curva di ponderazione utilizzata per prevedere i possibili effetti sull'uomo è la curva "A" e il risultato ottenuto è espresso in dB(A). La scelta di tale indicatore di rumore, se da un lato è imposta dalla necessità di verificare il rispetto della normativa di settore attualmente vigente in Italia, ha tuttavia ampi riscontri negli studi di socioacustica svolti a livello internazionale e, in particolare, negli studi volti a caratterizzare il disturbo da rumore ferroviario.

8.2.3 Individuazione dei livelli sonori di riferimento

I riferimenti legislativi considerati sono stati quelli attualmente vigenti. In accordo con il D.P.R. 459 del 18/11/1998, per quanto riguarda la realizzazione della linea ad Alta Velocità sono stati presi in considerazione i seguenti limiti di riferimento, validi per tutti i ricettori all'interno dell'intero corridoio di studio di di 250 m per lato dall'infrastruttura:

- 65 dB(A) per il periodo diurno
- 55 dB(A) per il periodo notturno

Ciò, fermo restando per quanto indicato per i ricettori sensibili, quali scuole, ospedali, ecc, che riporta:

- 50 dB(A) per il periodo diurno
- 40 dB(A) per il periodo notturno

Nei casi di affiancamento alla linea esistente, o nel caso di varianti alle linee ferroviarie storiche, la fascia dei 250 metri è suddivisa in 2 fasce, A e B, rispettivamente con i seguenti limiti di riferimento:

- 70 dB(A) diurni – 60 dB(A) notturni in fascia territoriale A, della larghezza di m 100,
- 65 dB(A) diurni – 55 dB(A) notturni in fascia territoriale B, della larghezza di m 150.

I suddetti valori di riferimento sono validi, sempre fatti salvi i ricettori sensibili per i quali vigono i limiti di 50 dB(A) diurni e 40 dB(A) notturni.

In accordo a quanto indicato nei testi normativi id riferimento, nei casi in cui vi è la presenza contemporanea di altre infrastrutture il cui rumore possa essere ritenuto concorsuale alla linea ferroviaria in oggetto, i limiti di riferimento subiscono una variazione tale da tenere conto della situazione peggiorativa, per i vari ricettori, determinata dalla compresenza di più sorgenti di rumore.

In questo caso, i limiti acustici risultano inferiori a quelli corrispondenti alla sola infrastruttura ferroviaria seguendo una scala di valori in funzione del tipo di sovrapposizione di fascia di pertinenza acustica. Inoltre, è stata considerata la concorsualità tra la linea ferroviaria e altre infrastrutture di pari classe nel caso in cui la medesima facciata del fabbricato fronteggia entrambe le infrastrutture, senza interposizione di ostacoli

In sintesi, per l'applicazione della concorsualità, sono stati adottati i seguenti valori:

Limiti normativi di riferimento in corrispondenza di concorsualità con l'infrastruttura principale (linea ferroviaria)					
		Fascia A		**Fascia B**	
Tipologia Ricettore		**Diurno Leq dB(A)**	**Notturno Leq dB(A)**	**Diurno Leq dB(A)**	**Notturno Leq dB(A)**
Residenziale		67	57	63,8	53,8
Produttivo		67	-	63,8	-
Terziario		67	-	63,8	-
Edificio di culto		67	-	63,8	-
Altro (uso saltuario)	***Fascia A***	-	-	-	-
Ospedale/Casa di cura	*(Infrastruttura*	47	37	47	37
Scuola	*concorsuale)*	47	-	47	-

Tabella 38 - Limiti normativi di riferimento in corrispondenza di fascia A di infrastruttura concorsuale

Limiti normativi di riferimento in corrispondenza di concorsualità con l'infrastruttura principale (linea ferroviaria)					
		Fascia A		**Fascia B**	
Tipologia Ricettore		**Diurno Leq dB(A)**	**Notturno Leq dB(A)**	**Diurno Leq dB(A)**	**Notturno Leq dB(A)**
Residenziale		68,8	58,8	62	52
Produttivo		68,8	-	62	-
Terziario		68,8	-	62	-
Edificio di culto		68,8	-	62	-
Altro (uso saltuario)	***Fascia B***	-	-	-	-
Ospedale/Casa di cura	*(Infrastruttura*	47	37	47	37
Scuola	*concorsuale)*	47	-	47	-

Tabella 39- Limiti normativi di riferimento in corrispondenza di fascia B di infrastruttura concorsuale

8.2.4 Modellazione acustica e del territorio

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

Il modello scelto per questo tipo di analisi è il modello di simulazione MITHRA, basato sull'esperienza francese il quale, oltre ad una valutazione del fenomeno con i livelli di in dB(A) riportati sui singoli edifici e a tutti i piani. Il software è stato tarato sulla base di indagini acustiche effettuate lungo direttrici ferroviarie analoghe a quella in studio sia per tipologia di convogli transitanti, sia per modalità di transito (velocità, ecc.), sia per morfologia del sito.

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

8.2.5 Caratterizzazione del clima acustico post operam e post mitigazione

Lo scopo della metodologia utilizzata è quello di calcolare per ciascun ricettore sensibile indagato un livello equivalente diurno ed uno notturno derivanti da traffico ferroviario.

In sintesi, sono state effettuate delle simulazioni (separatamente per il periodo diurno e per il periodo notturno) per tutti i recettori censiti per i differenti piani costituenti gli edifici e, laddove si sono riscontrati esuberi rispetto ai limiti normativi, si sono effettuate ulteriori simulazioni con gli interventi di mitigazione.

Per quanto riguarda i criteri di mitigazione, gli interventi sono stati progettati per abbattere i livelli eccedenti i limiti normativi quanto più possibile, compatibilmente con le soluzioni progettuali attualmente esistenti per le barriere antirumore e considerando il miglior rapporto costi/benefici non solo da un punto di vista prettamente economico, ma anche per quanto riguarda l'inserimento ambientale dell'opera; in base a ciò si è stabilito, in linea generale, di non prevedere barriere antirumore per mitigare ricettori isolati, delegando il contenimento dei livelli sonori ai soli interventi diretti con infissi silenti, ai quali, peraltro, si è ricorsi anche nel caso in cui le barriere antirumore non fossero, da sole, sufficienti a garantire il rispetto dei limiti normativi.

8.2.6 Caratterizzazione del clima acustico in fase di cantierizzazione

Sulla base delle indicazioni fornite dalla normativa di settore e tenendo conto dei tipi di cantiere previsti e delle tipologie di lavorazioni in essere, sono state effettuate delle simulazioni riguardanti le possibili interferenze indotte sia relativamente alle singole aree operative, sia relativamente alla viabilità interessata dal transito dei mezzi di cantiere. Tali simulazioni, effettuate attraverso un apposito modello di calcolo, hanno evidenziato le situazioni potenzialmente critiche e hanno costituito la base per la definizione degli eventuali interventi di mitigazione. La trattazione delle problematiche acustiche in fase di cantiere viene comunque riportata all'interno di un'apposita sezione del presente quadro di riferimento.

8.3 Descrizione dello stato attuale

L'ambito territoriale attraversato dalla linea ferroviaria di progetto è fortemente antropizzato in termini prevalenti di usi agricoli, mentre gli ambiti prettamente urbanizzati sono ridotti, ad eccezione dell'abitato di Cervignano. Per quasi tutta l'estensione del tracciato, corre parallela l'autostrada A4, mentre risultano di limitata estensione altre viabilità principali (altre autostrade e strade statali). Nei seguenti paragrafi si quantificano tali elementi.

8.3.1 Censimento dei ricettori

Nell'ambito del presente studio è stato effettuato il censimento degli edifici prossimi all'infrastruttura ferroviaria nella tratta in esame per un'estensione di circa 250 metri per lato, verificando per ogni edificio presente i parametri

di classificazione. E' stata inoltre effettuata l'analisi degli strumenti urbanistici comunali, al fine di comprendere l'eventuale presenza di zone di espansione residenziale e/o di aree destinate a parchi, aree ricreative o ad uso sociale e di aree cimiteriali.

Tutti i ricettori sono stati inoltre localizzati in planimetria con la relativa numerazione identificativa e destinazione d'uso. In particolare sono stati differenziati:

- gli edifici residenziali
- i servizi scolastici
- i servizi ospedalieri e le case di cura
- le attività produttive/industriali
- gli edifici inerenti al Settore Terziario (Commerciali/Uffici)
- gli edifici di culto
- gli impianti sportivi
- i depositi/box
- i ruderi.

I risultati del censimento dei ricettori sono stati quindi riportati nelle relative carte tematiche con l'indicazione della numerazione progressiva, della tipologia d'uso, oltre che delle fasce di pertinenza acustica della linea ferroviaria e delle eventuali infrastruttur concorsuali.

Sono stati individuati complessivamente 1524 ricettori ripartiti fra le suddette destinazioni d'uso.

Per avere una completezza ai fini acustici dell'ambito territoriale di studio, nella seguente tabella è riportata la suddivisione di tali recettori nelle diverse tipologie.

Destinazione d'uso	Ricettori
Edifici residenziali	968
Servizi scolastici	9
Servizi ospedalieri e le case di cura	1
Attività produttive/industriali	16
Settore Terziario	34
Edifici di culto/cimiteri	12
Impianti sportivi	3
Depositi/box	426
Ruderi	62
Totali	**1524**

Tabella 40– Numero di ricettori censiti suddivisi per tipologia di destinazione d'uso

8.3.2 Infrastrutture concorsuali

L'analisi delle sorgenti concorsuali, per il caso in studio, ha evidenziato la presenza delle seguenti viabilità concorsuali:

- Assi autostradali. Queste arterie ricadono nella tipologia A secondo il Codice della Strada, e nella classe acustica A per i Sottotipi ai fini acustici, con limiti di riferimento di 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni nella fascia di pertinenza acustica di 100 metri per lato (fascia A) e di 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni nella fascia di pertinenza acustica di 150 metri per lato (fascia B).

  – Autostrada A-4 Torino – Trieste

- Assi viabilità statale principale. Ai sensi del DPR 142 del 19/03/2004, tali viabilità ricadono nelle tipologie di strada "*C - Extraurbana Secondaria*", Sottotipo ai fini acustici Cb, oppure "*D - Urbana di scorrimento*", Sottotipo ai fini acustici Da, a seconda del tipo di territorio attraversato, extraurbano oppure urbano. I limiti di riferimento di 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni nella fascia di pertinenza acustica di 100 metri per lato e di 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni nella fascia di pertinenza acustica di 50 metri per lato nel solo caso della viabilità extraurbana secondaria.

  – S.P. 80 dell'Aussa Corno,

  – S.S. 354 di Lignano,

  – S.S 353 della Bassa Friulana,

  – S.S. 352 di Grado,

  – S.S. 351 di Cervignano del Friuli,

  – S.S. 14 della Venezia Giulia.

8.4 Valutazione delle interferenze

8.4.1 Analisi della sorgente acustica

8.4.1.1 Caratterizzazione delle emissioni sonore dei convogli

L'input di caratterizzazione sonora della sorgente per il modello di simulazione è stato estrapolato dalla campagna di rilievi acustici condotta dalla Rete Ferroviaria Italiana per la stima delle aree circostanti la propria rete infrastrutturale in esercizio, secondo i criteri indicati dal DMA del 29 novembre 2000.

Attraverso le misure effettuate, per ognuna delle tipologie di treno transitanti sulle tratte di progetto, sono stati individuati i livelli di potenza sonora per metro lineare di infrastruttura, normalizzati alla velocità di 100 km/h ed espressi in dB/m in spettri di bande d'ottava, come di seguito riportato, unitamente alle caratteristiche dimensionali dei convogli ferroviari.

Lunghezza	Lunghezza	Lunghezza Vag.	Frequenze (Hz)					
TIPO TRENO	(m)	(m)	*125*	*250*	*500*	*1000*	*2000*	*4000*
ETR_500	354	30	97,2	96,7	102,6	106,3	107,0	97,2
Inter City	400	29	100,9	100,9	107,6	109,9	109,1	100,2
Regionale	250	28	100,4	100,2	107,5	109,0	105,0	98,5
Merci	650	18	102,9	110,1	116,1	116,3	112,9	104,9

Tabella 41– Potenza acustica della sorgente per tipologia di convoglio

8.4.1.2 Programma di esercizio della linea

La stima dei livelli futuri sui ricettori individuati nel corridoio di studio, nonché la progettazione degli interventi di mitigazione, viene svolta in accordo al programma di esercizio proposto dalla Committenza sulla base dei progetti finora realizzati da Italferr per l'area oggetto di studio.

Sono stati presi in considerazione i traffici previsti sulle seguenti infrastrutture in progetto unitamente alle caratteristiche di ciascun tipo di convoglio (numero in transito, velocità di esercizio, lunghezza treno):

	N° Treni nel Periodo		Velocità	Lunghezza
TIPO DI TRENO	Diurno	Notturno	Km/h	M
ETR 500	24	-	250	350
INTER CITY	-	2	160	400
MERCI	83	55	120	650

Tabella 42 – Programma di esercizio per la linea AV, Tratta Portogruaro-Interconnessione Udine Tarvisio

	N° Treni nel Periodo		Velocità	Lunghezza
TIPO DI TRENO	Diurno	Notturno	Km/h	M
MERCI	4	10	120	650
REGIONALI	25	3	120	250

Tabella 43– Programma di esercizio per la Variante della Linea Lenta Palmanova-Torviscosa

	N° Treni nel Periodo		Velocità	Lunghezza
TIPO DI TRENO	Diurno	Notturno	Km/h	M
ETR 500	14	-	250	350
INTER CITY	-	2	160	400
MERCI	70	46	120	650

Tabella 44 – Programma di esercizio per la linea AV, Tratta Interconnessione Udine Tarvisio-Ronchi dei L.

Si riporta nel seguito una schematizzazione grafica del modello utilizzato.

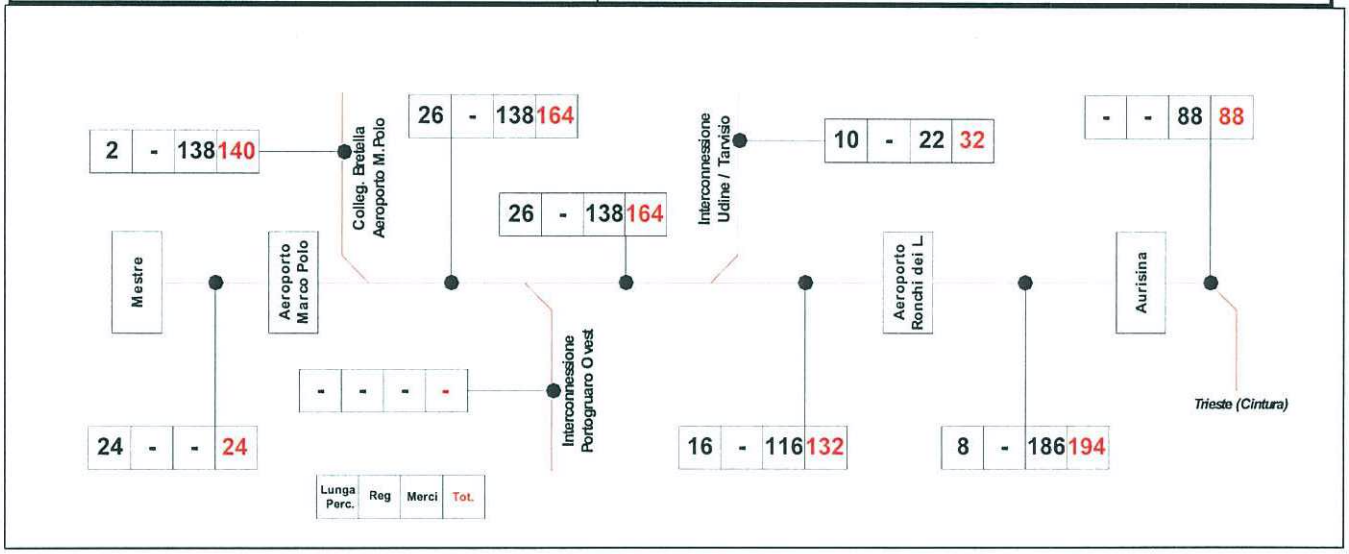


Figura 77– Modello di esercizio

8.4.2 Modello di simulazione acustica

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

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

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

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

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

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

Nel Mithra sono stati implementati tre metodi di calcolo di propagazione acustica tra la sorgente e il ricettore. Il Mithra utilizza un algoritmo veloce per la ricerca dei percorsi acustici tra le sorgenti di rumore e i ricettori in un sito complesso che permette la riduzione di queste difficoltà. Questo algoritmo usa un certo numero di ipotesi semplificatrici permettendo l'uso di un modello a raggi seguendo un metodo inverso di tracciamento dai ricettori.

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

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

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

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

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

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

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

Inizialmente, sono lanciati N raggi dal ricettore in tutte le direzioni nel piano orizzontale. Ogni raggio è l'asse di un settore angolare ds. La traiettoria del raggio è definita da una successione di impatti. Ogni impatto è l'intersezione di un raggio con un segmento che definisce il sito. A questo step il vero percorso di propagazione potrebbe non essere stato identificato. E' comunque necessario considerare tutte le possibilità che sono:

- Il raggio passa sopra alcuni ostacoli (con o senza diffrazione), per esempio il raggio taglia il corrispondente segmento di sito;
- Il raggio è riflesso da un muro verticale, per esempio il raggio è riflesso specularmente dal segmento.

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

La generazione delle diramazioni è molto veloce poichè:

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

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

8.4.3 Output di simulazione

L'impatto acustico determinato dall'esercizio della futura linea ferroviaria è stato verificato utilizzando il modello previsionale MITHRA come sopra descritto.

Lo scenario simulato, composto dalla rappresentazione tridimensionale del territorio, dall'infrastruttura ferroviaria, dal traffico che la percorre e dai ricettori, è stato imputato nel modello di simulazione acustica, ottenendo così una rappresentazione del clima acustico, valutato come livello sonoro sui vari piani dei ricettori censiti, con riferimento agli intervalli diurno (6.00-22.00) e notturno (22.00-6.00). Per i casi in cui si è manifestato il superamento dei limiti normativi sono stati inseriti nel modello di simulazione idonei schermi acustici atti a determinare un clima acustico ottimale su tutti gli edifici presenti nell'intorno dell'infrastruttura studiata.

Pertanto, gli scenari di simulazione analizzati sono due, entrambi riferiti all'orizzonte temporale di progetto e rappresentano:

- la situazione futura con gli interventi di solo progetto ferroviario (Post Operam);
- la situazione futura con gli interventi di progetto ferroviario e di mitigazione ambientale (Post Mitigazione).

In merito alle simulazioni della situazione post mitigazione, gli interventi sono stati progettati per abbattere i livelli eccedenti i limiti normativi quanto più possibile, compatibilmente con le soluzioni progettuali attualmente esistenti per le barriere antirumore e considerando il miglior rapporto costi/benefici non solo da un punto di vista prettamente economico, ma anche per quanto riguarda l'inserimento ambientale dell'opera.

Nel caso in cui le barriere antirumore non fossero, da sole, sufficienti a garantire il rispetto dei limiti normativi, si è ricorsi anche al contenimento dei livelli sonori mediante interventi diretti con infissi silenti.

Gli output numerici del modello di simulazione sono illustrati in allegato alla componente rumore; in particolare sono riportate le tabelle degli output numerici nelle quali, per ogni edificio, sono evidenziate le seguenti informazioni:

- numerazione progressiva
- destinazione d'uso

- piano di riferimento
- presenza di eventuali infrastrutture concorsuali
- limite normativo nel periodo diurno
- limite normativo nel periodo notturno
- livello di rumore post operam in dB(A) nel periodo diurno
- livello di rumore post operam in dB(A) nel periodo notturno
- impatto residuo in facciata nella situazione post operam nel periodo diurno
- impatto residuo in facciata nella situazione post operam nel periodo notturno
- livello di rumore post mitigazione in dB(A) nel periodo diurno
- livello di rumore post mitigazione in dB(A) nel periodo notturno
- impatto residuo in facciata nella situazione post mitigazione nel periodo diurno
- impatto residuo in facciata nella situazione post mitigazione nel periodo notturno
- stima del potere fono isolante degli infissi esistenti
- limiti normativi in ambito interno
- stima dell'impatto residuo in ambito interno con l'utilizzo degli infissi esistenti, per i soli ricettori con valori acustici superiori ai limiti normativi nella situazione post mitigazione
- eventuale utilizzo di interventi diretti, con 3 possibili tipologie di infisso antirumore.

All'interno di dette tabelle di output del modello, sono evidenziate le celle contenenti i valori di simulazione superiori ai limiti normativi considerando un termine di 1 decibel come tolleranza di calcolo.

La stima del rumore ai ricettori è stata effettuata in riferimento a dei ricevitori virtuali posti sul fronte più esposto degli edifici a 1.5 m di distanza dalla facciata e in corrispondenza di ogni piano.

Si osserva infine che il valore di 20 decibel assegnato ad ogni ricettore per quantificare il potere fono isolante degli infissi esistenti costituisce una "stima" delle reali condizioni qualitative degli infissi, basata su misurazioni dirette effettuate per studi analoghi in cui detto valore è risultato quello più realistico.

8.4.4 Analisi del clima acustico post operam

Ai fini delle simulazioni post operam e post mitigazione sono stati considerati 915 edifici dei 1524 totali precedentemente nominati, e precisamente quelli ricadenti nelle tipologie: edifici residenziali, edifici di culto, edifici ospedalieri, servizi scolastici, edifici per il terziario (commercio/uffici). Nei 915 edifici simulati sono esclusi gli edifici oggetto di esproprio e quelli posizionati oltre il termine delle progressive di progetto e/o fuori fascia.

Il confronto tra i valori di impatto Leq(6÷22) diurno e Leq(22÷6) notturno con i limiti di legge fornisce le seguenti indicazioni, tenendo conto, relativamente ai risultati del modello di simulazione, di una tolleranza di 1 decibel per i valori in facciata dei ricettori:

- nel periodo diurno i livelli di rumore stimati risultano inferiori ai valori limite per un totale di 481 ricettori, corrispondenti al 53% dei ricettori totali,
- nel periodo notturno i livelli di rumore stimati per la maggior parte dei ricettori, 856 in totale, risultano superiori ai valori limite. Questa situazione è dovuta alle elevate emissioni dovute principalmente ai convogli merci in transito nel periodo notturno.

Le seguenti tabelle riassumono i risultati finali dati dalle simulazioni per quanto riguarda la situazione Post Operam sul totale dei 915 ricettori e dei 2.188 piani:

	Sintesi dei risultati per la situazione Post Operam			
Periodo di riferimento	**N° Ricettori entro il limite**	**% sul totale**	**N° Ricettori oltre il limite**	**% sul totale**
Diurno	481	53	434	47
Notturno	59	6	856	94

Tabella 45– Numero dei ricettori Post Operam in riferimento ai limiti normativi adottati

	Sintesi dei risultati per la situazione Post Operam			
Periodo di riferimento	**N° Piani entro il limite**	**% sul totale**	**N° Piani oltre il limite**	**% sul totale**
Diurno	1184	54	1004	46
Notturno	140	6	2048	94

Tabella 46– Numero dei piani Post Operam in riferimento ai limiti normativi adottati

8.4.5 Analisi del clima acustico post mitigazione

Come detto sulla base dei risultati delle simulazioni relative alla situazione Post Operam, è stata effettuata la verifica rispetto ai limiti di riferimento acustico adottati. Laddove tale verifica ha evidenziato degli esuberi dei valori di simulazione rispetto ai limiti, sono state eseguite ulteriori simulazioni per identificare gli interventi di mitigazione del rumore.

Gli interventi di mitigazione previsti per i ricettori compresi all'interno dell'ambito spaziale di interazione acustica della linea ferroviaria si compongono di interventi indiretti, localizzati sulla infrastruttura ferroviaria e rappresentati da barriere antirumore, e di interventi diretti applicati agli edifici, finalizzati a migliorare l'isolamento acustico.

Gli interventi di mitigazione sono stati progettati al fine di migliorare le prestazioni ambientali della linea ferroviaria in progetto e di ricomporre le situazioni critiche di impatto acustico determinato dall'esercizio della nuova infrastruttura ferroviaria entro un campo di valori ammissibili. A tal fine l'obiettivo principale della mitigazione acustica ha riguardato prevalentemente il rispetto dei limiti normativi in ambito esterno e in via

secondaria, ma solo nei casi in cui valutazioni tecniche, economiche ed ambientali, rendevano non vantaggiosa la realizzazione di schermi acustici, anche la previsione di serramenti antirumore in sostituzione di quelli esistenti.

Il progetto delle barriere antirumore e degli interventi diretti sugli edifici è stato di tipo iterativo, per arrivare a soddisfare gli obiettivi di mitigazione abbassando i livelli di pressione sonora sul fronte esterno e/o in ambiente abitativo al di sotto dei limiti previsti dalle attuali normative.

Se si confrontano i valori di rumore con i limiti di legge successivamente al dimensionamento degli interventi di mitigazione, emerge che:

- nel periodo diurno in corrispondenza di quasi tutti i punti di calcolo si verificano livelli di rumore inferiori agli obiettivi di mitigazione, fatta eccezione per un totale di 42 ricettori. Si osserva che tali ricettori risultano oltre il limite di riferimento normativo in ambito esterno, ma di un valore comunque modesto e tale da essere annullato considerando il potere fono isolante dei serramenti esistenti. Per questi ultimi ricettori si è stimato, come detto, un potere fono isolante dei serramenti esistenti di 20 decibel, basato su misurazioni dirette effettuate per studi analoghi in cui detto valore è risultato quello più realistico.
- nel periodo notturno si verifica una situazione in linea con i valori normativi per tutti i ricettori, fatta eccezione per 128 edifici che richiedono anche un intervento di sostituzione dei serramenti. Si osserva inoltre dagli output del modello di simulazione, che una quota parte dei ricettori nel periodo notturno nella situazione post mitigazione (circa il 30%), risulta oltre il limite di riferimento normativo in ambito esterno, ma di un valore comunque modesto e tale da essere annullato considerando il potere fono isolante dei serramenti esistenti. Come per la situazione del periodo diurno, per questi ultimi ricettori si è stimato un potere fono isolante dei serramenti esistenti di 20 decibel.

Quindi, dalle analisi eseguite, risultano 128 ricettori nel periodo notturno che necessitano della sostituzione degli infissi esistenti con altri di caratteristiche antirumore. Ciò, come previsto dalle normative, per ottenere un livello di pressione sonora in ambiente interno pari o inferiore a 40 dBA nel periodo notturno per gli edifici residenziali, pari o inferiore a 35 dBA nel periodo notturno per gli edifici ospedalieri e pari o inferiore a 45 dBA nel periodo diurno per gli edifici scolastici.

I ricettori per i quali, in corrispondenza di uno qualsiasi dei piani, risultano superati tali limiti sono riportati nelle tavole grafiche inerenti le mitigazioni ambientali e, in elenco, nel Quadro di riferimento progettuale.

Le seguenti tabelle riassumono i risultati finali dati dalle simulazioni per quanto riguarda la situazione Post Mitigazione con interventi indiretti, ovvero mediante il dimensionamento di barriere acustiche e tenendo conto del potere fono isolante dei serramenti attuali:

Occorre sottolineare come la maggior parte dei ricettori che necessitano della sostituzione degli infissi, circa il 70% del totale, si concentri nell'abitato del Comune di Cervignano del Friuli a partire dal km 37 circa e per un'estensione di circa 3 chilometri di linea. Ciò è riconducibile ad una molteplicità di fattori di interferenza, quali:

- concentrazione di una quota parte ragguardevole degli edifici presenti nell'intera tratta di studio;
- doppio livello di traffico ferroviario, relativo alla linea AV di progetto e alla linea lenta Torviscosa-Cervignano-Ronchi dei Legionari;
- ridotta efficacia delle schermature acustiche poste a bordo dei binari esterni della linea AV, lato dispari, e della linea lenta, lato pari. Considerando, infatti, la presenza in questa tratta di quattro binari paralleli,

l'efficacia di abbattimento del rumore da parte delle barriere risulta inferiore nei confronti dei binari posti a maggior distanza da esse, rispetto ai tratti caratterizzati da due soli binari.

I ricettori per i quali, in corrispondenza di uno qualsiasi dei piani, risultano superati tali limiti sono riportati nelle tavole grafiche inerenti le mitigazioni ambientali e, in elenco, nel Quadro di riferimento progettuale.

Le seguenti tabelle riassumono i risultati finali dati dalle simulazioni per quanto riguarda la situazione Post Mitigazione con interventi indiretti, ovvero mediante il dimensionamento di barriere acustiche e tenendo conto del potere fono isolante dei serramenti attuali:

	Sintesi dei risultati per la situazione Post Mitigazione			
Periodo di riferimento	**N° Ricettori entro il limite**	**% sul totale**	**N° Ricettori oltre il limite**	**% sul totale**
Diurno	915	100	-	-
Notturno	787	86	128	14

Tabella 47– Numero dei ricettori Post Mitigazione in riferimento ai limiti normativi adottati

	Sintesi dei risultati per la situazione Post Mitigazione			
Periodo di riferimento	**N° Piani entro il limite**	**% sul totale**	**N° Piani oltre il limite**	**% sul totale**
Diurno	2188	100	-	-
Notturno	1904	87	284	13

Tabella 48 – Numero dei piani Post Mitigazione in riferimento ai limiti normativi adottati

In conclusione l'analisi dei risultati evidenzia che, ponendo in essere il sistema di mitigazioni acustiche progettato composto da barriere antirumore bidimensionali e da infissi fonoisolanti, può essere raggiunto un perfetto allineamento con la domanda di protezione richiesta dal sistema insediativo esposto al rumore ferroviario e il rispetto dei limiti normativi.

Nel Quadro di Riferimento Progettuale si riporta la descrizione degli interventi sia come tipologia, sia come dimensionamento e ubicazione sul territorio.

Nella tabella seguente sono riportate le barriere antirumore previste nella tratta in esame, con le relative progressive di inizio e fine, le altezze da piano di posa e la superficie totale.

Barriera N	Lato	PK Inizio (km)	PK Fine (km)	L (m)	H Standard RFI	H da piano posa (m)	S (mq)	Note
1	Pari	0+000	0+620	620,0	H6	6,0	3.720,0	
2	Pari	0+620	0+870	250,0	H10	8,2	2.050,0	
3	Pari	1+507	02+423	916,0	H10	8,2	7.511,2	
4	Pari	2+677	03+300	623,0	H7	6,6	4.111,8	
5	Pari	3+300	04+378	1.078,0	H10	8,2	8.839,6	
6	Dispari	7+540	8+400	860,0	H9	7,7	6.622,0	
7	Pari	9+600	10+509	909,0	H8	7,2	6.499,4	
8	Dispari	10+335	11+016	681,0	H10	8,2	5.584,2	
9	Dispari	12+925	13+940	1.015,0	H9	7,7	7.815,5	
10	Pari	16+647	17+150	503,0	H10	8,2	4.124,6	
11	Dispari	17+825	19+250	1.425,0	H10	8,2	11.685,0	
12	Pari	17+950	18+840	890,0	H10	8,2	7.298,0	
13	Pari	22+008	23+150	1.142,0	H10	8,2	9.364,4	
14	Pari	24+442	25+742	1.300,0	H10	8,2	10.660,0	
15	Pari	27+057	27+808	751,0	H10	8,2	6.158,2	
16	Pari	27+808	28+021	213,0	H9	7,7	1.640,1	
17	Dispari	27+333	27+896	563,0	H10	8,2	4.616,6	
18	Dispari	28+083	28+505	422,0	H10	8,2	3.460,4	
19	EST	4+140	5+000	860,0	H4	4,9	4.171,0	RACCORDO MERCI
20	OVEST	0+215	0+895	680,0	H10	8,2	5.576,0	VARIANTE L.L. PALMANOVA CERVIGNANO
21	EST	0+000	0+875	875,0	H9	7,7	6.737,5	VARIANTE L.L. PALMANOVA CERVIGNANO
22	EST	(*)	(*)	420,0	H9	7,7	3.234,0	L.L. PALMANOVA CERVIGNANO (OLTRE IL TERMINE DI PROGETTO)
23	Pari	1+050	1+200	150,0	H6	6,0	900,0	VARIANTE L.L. VENEZIA TORVISCOSA
24	Pari	1+200	1+660	460,0	H5	5,5	2.530,0	VARIANTE L.L. VENEZIA TORVISCOSA
25	Pari	1+660	1+831	171,0	H10	8,2	1.402,2	VARIANTE L.L. VENEZIA TORVISCOSA
26	Pari	1+831	2+045	214,0	H10	8,2	1.754,8	VARIANTE L.L. VENEZIA TORVISCOSA (OLTRE IL TERMINE DI PROGETTO)
27	Pari	0+400	1+100	700,0	H10	8,2	5.740,0	VARIANTE L.L. TORVISCOSA CERVIGNANO
28	Dispari	36+700	40+250	3.550,0	H10	8,2	29.110,0	
29	Dispari	40+250	42+650	2.400,0	H7	6,6	15.840,0	
30	Pari	37+260	38+800	1.540,0	H10	8,2	12.628,0	
31	Pari	39+570	40+200	630,0	H10	8,2	5.166,0	
32	Pari	42+230	43+100	870,0	H10	8,2	7.134,0	
33	Pari	42+650	43+100	450,0	H10	8,2	3.690,0	

Barriera N	Lato	PK Inizio (km)	PK Fine (km)	L (m)	H Standard RFI	H da piano posa (m)	S (mq)	Note
34	Dispari	43+100	44+000	900,0	H7	6,6	5.940,0	
35	Dispari	0+800	1+360	560,0	H5	5,5	3.052,0	VARIANTE CERVIGNANO RONCHI DEI LEGIONARI
36	Pari	1+360	2+060	700,0	H5	5,5	3.815,0	VARIANTE CERVIGNANO RONCHI DEI LEGIONARI
37	Pari	44+000	44+700	700,0	H7	6,6	4.620,0	
38	Pari	45+830	46+097	270,0	H10	8,2	2.214,0	

8.5 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne coinvolte per l'aspetto ambientale in questione sono costituite da tutti i cittadini che risiedono o svolgono attività nell'ambito della fascia di territorio interessata dalle emissioni di rumore della linea ferroviaria. Ad essi si uniscono gli enti pubblici preposti al controllo dell'inquinamento acustico.

Le problematiche di carattere acustico costituiscono indubbiamente uno dei temi di maggior rilievo per la popolazione che risiede in prossimità di una linea ferroviaria.

Nel caso in esame, visto l'elevato numero di superamenti previsti anche post-mitigazione, e per i quali si prevede l'adozione di interventi diretti sui ricettori, si prefigura una significativo interessamento della popolazione.

9 VIBRAZIONI

L'esercizio di una linea ferroviaria costituisce una potenziale fonte di impatto vibrazionale sui ricettori circostanti (edifici e persone al loro interno). Il metodo previsionale adottato in questo studio per la stima di tale impatto si basa su misure sperimentali (condotte in altri progetti) impiegate in una modellazione specifica del fenomeno di propagazione delle vibrazioni fino ai ricettori.

9.1 Riferimenti legislativi

Si riporta di seguito l'elenco delle Norme Tecniche in vigore per la valutazione di impatto della componente vibrazioni:

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

ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 2: Continuos and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz), 2003.

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

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

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

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

UNI 9916, Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, 2004.

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

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

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

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

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

Al fine di valutare l'impatto vibrazionale all'interno degli edifici in termini di disturbo indotto sulle persone, nel presente studio si farà riferimento alla norma italiana UNI 9614, la quale recepisce le prescrizioni fondamentali della normativa internazionale (ISO2631).

9.2 Medologia di lavoro

Allo scopo di definire una opportuna metodologia previsionale per valutare l'esposizione alle vibrazioni aventi origine dal traffico ferroviario, la meccanica del terreno viene modellata attraverso l'equazione per l'acustica

$$\rho\frac{\partial^2\mathbf{u}}{\partial t^2}-\nabla\cdot c\nabla\mathbf{u}=\mathbf{F}$$

in cui c è la velocità di propagazione delle onde di perturbazione nel mezzo considerato. Il modello è esteso al fine di tenere in debito conto l'energia dissipata nel fenomeno vibratorio. Il problema della propagazione delle vibrazioni è risolto mediante un'analisi di risposta in frequenza (*frequency response analysis,* FRA) condotta attraverso una metodologia agli elementi finiti (*finite element method,* FEM) sul dominio di interesse. In particolare, il modello prevede la definizione di condizioni al contorno armoniche per l'accelerazione, usate come dato di ingresso per l'analisi di risposta.

Il problema viene studiato assumendo il traffico ferroviario quale una sorgente lineica (stazionaria) per le vibrazioni, e determinante uno stato di deformazioni elastiche di tipo piano. Pertanto, lo stato vibratorio è identificato sul dominio bidimensionale definito dal piano XZ. Per ciascuno dei punti $\mathbf{x}$ del dominio, si valutano le funzioni di risposta

$$A_{XX}(\mathbf{x},f)\qquad A_{XZ}(\mathbf{x},f)\qquad A_{ZX}(\mathbf{x},f)\qquad A_{ZZ}(\mathbf{x},f)$$

in cui $A_{ij}(\mathbf{x},f)$ è l'ampiezza della componente j dell'accelerazione in $\mathbf{x}$ causata da un'accelerazione diretta lungo i e con frequenza f. Le ampiezze delle componenti X e Z dell'accelerazione risultano rispettivamente

$$a_X(\mathbf{x},f)=a_X^*A_{XX}(\mathbf{x},f)+a_Z^*A_{ZX}(\mathbf{x},f)\qquad a_Z(\mathbf{x},f)=a_X^*A_{XZ}(\mathbf{x},f)+a_Z^*A_{ZZ}(\mathbf{x},f)$$

in cui a_X^* e a_Z^* sono le componenti dell'accelerazione relative ad un punto di misura P (componenti delle accelerazioni note). Infine, l'ampiezza delle componenti dell'accelerazione totale sono valutate secondo le

$$a_{X,TOT}(\mathbf{x})=\left\{\sum_{k=1}^{N}\left[a_X(\mathbf{x},f_k)\right]^2\right\}^{\frac{1}{2}}\qquad a_{Z,TOT}(\mathbf{x})=\left\{\sum_{k=1}^{N}\left[a_Z(\mathbf{x},f_k)\right]^2\right\}^{\frac{1}{2}}$$

in cui le f_k sono le N frequenze considerate nel fenomeno vibratorio armonico (spettro di interesse).

L'adozione di un modello agli elementi finiti, in alternativa ai metodi semplificati di tipo teorico, ha il vantaggio di poter estendere l'analisi a casi in cui le condizioni del terreno non siano omogenee (anche con geometrie complesse) ed a casi pienamente tridimensionali in cui è di interesse valutare la rifrazione del fenomeno di propagazione nelle tre dimensioni. Lo svantaggio, rispetto ai modelli semplificati o teorici, risiede nell'aumento delle risorse computazionali richieste.

9.2.1 Definizione del caso di studio

Il caso di studio è definito attraverso l'identificazione delle grandezze caratteristiche del terreno (considerato nella presente applicazione come omogeneo), le frequenze di interesse per il fenomeno vibratorio e la relativa definizione della sorgente. Infine, la metodologia di calcolo richiede la definizione del dominio di interesse della relativa discretizzazione mediante elementi finiti (griglia di calcolo).

9.3 Descrizione dello stato attuale

9.3.1 Caratteristiche elastiche del terreno

Nel problema oggetto di studio, il terreno è definito attraverso le grandezze che ne identificano il comportamento elastico:

Simbolo	*Descrizione*
E	Modulo di Young
ν	Modulo di Poisson
ρ	Densità
ϕ	Angolo di attrito

Nelle tabelle che seguono sono indicate le caratteristiche elastiche dei terreni oggetto della presente analisi.

Depositi alluvionali,Paleoalvei
Sabbie da medie a fini e finissime, sabbie limose e ghiaie
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 250 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,30
3) rho densità = 2,2 t/mc
4) angolo di attrito = 35-40°

Depositi alluvionali
Ghiaie da grossolane a fini e ghiaie sabbiose, talvolta limose
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 250 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,45
3) rho densità = 2.4 t/mc
4) angolo di attrito = 35-40°

Sabbie ghiaiose, ghiaie fini, sabbie, imi sabbiosi Limi, limi argillosi, e argille limose
Sabbie ghiaiose, ghiaie fini, sabbie, imi sabbiosi Limi, limi argillosi, e argille limose
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 250 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,45
3) rho densità = 2.4 t/mc

4) angolo di attrito = 35-38°

Limi argillosi ed argille limose spesso organiche (riempimento alvei antichi).
Limi argillosi ed argille limose spesso organiche.
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 35 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,20
3) rho densità = 1,7 t/mc
4) angolo di attrito = 20-25°

9.3.2 Frequenze di interesse

Lo spettro di interesse è definito dalle frequenze centrali delle prime venti bande di terzo d'ottava (vedasi norma UNI 9614). Si noti come tanto la sorgente quanto l'ampiezza del fenomeno vibratorio sono dunque definiti in termini di contenuto energetico relativo alla banda di terzo d'ottava corrispondente.

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

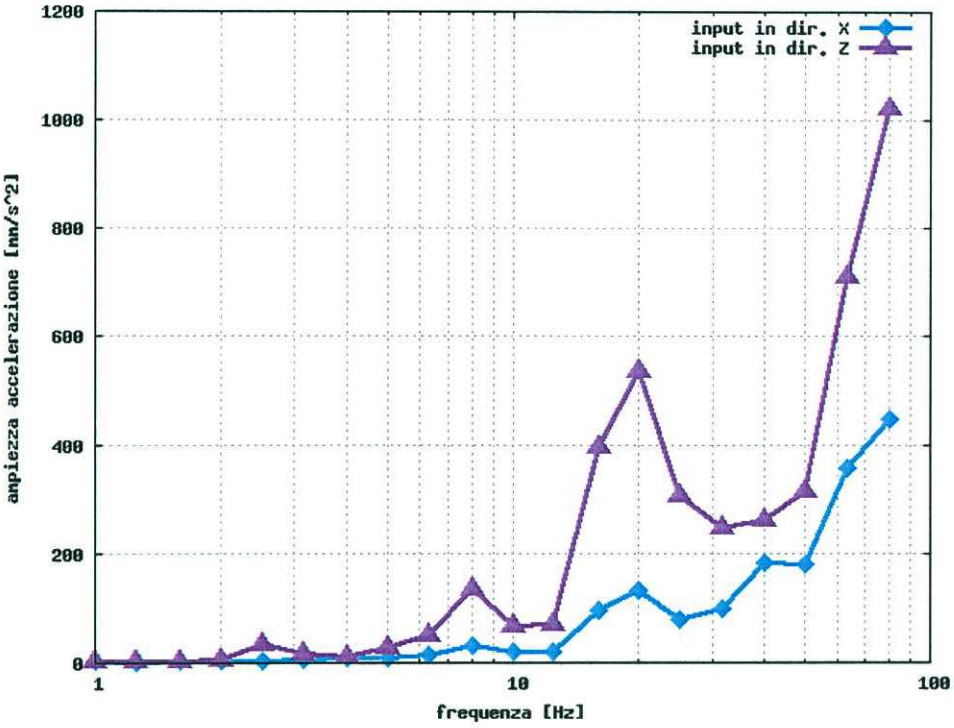
9.3.3 Definizione della sorgente

La sorgente identificata per lo studio della propagazione delle vibrazioni, attiene ad accelerazioni misurate al passaggio di un ETR500-ES (caso peggiore tra quelli disponibili). Nel presente studio, le accelerazioni misurate

sono applicate ad una distanza di metri 5 dall'asse del tracciato sul piano campagna. Come mostrato nel seguito (vedasi paragrafo 0) la localizzazione della sorgente direttamente sul piano campagna risulta essere un'ipotesi conservativa, definendo, di fatto, il caso peggiore. La sorgente è inoltre considerata lineica e stazionaria. La tabella che segue mostra le ampiezze delle accelerazioni applicate, in funzione della frequenza.

Frequenza [Hz]	*Ampiezza accelerazione in direzione X [mm/s^2]*	*Ampiezza accelerazione in direzione Z [mm/s^2]*
1	3.6	3.2
1.25	1.1	2.3
1.6	2.5	3.7
2	3.1	6.1
2.5	4.1	33.2
3.15	6.9	15.9
4	7.7	10.8
5	9.7	27.1
6.3	14.2	50.0
8	31.3	134.7
10	20.2	66.5
12.5	20.1	71.5
16	96.2	397.1
20	133.2	537.1
25	78.6	306.1
31.5	99.7	248.5
40	183.8	261.8
50	178.8	313.8
63	356.4	709.9
80	447.8	1022.4

La figura che segue mostra una rappresentazione grafica della precedente tabella.



9.4 Valutazione delle interferenze

9.4.1 Propagazione negli edifici e definizione del campo ai ricettori

Nella procedura seguita per il calcolo del campo di vibrazione che investe i ricettori (persona), si considera la propagazione nel campo libero, ovvero non si tiene conto dell'effetto indotto dalle strutture di fondazione, verticali e di piano sul livello di vibrazione all'interno degli edifici. Tale semplificazione origina dal fatto che non è possibile operare una modellazione univoca che descriva le caratteristiche elastiche degli edifici interessati. Ogni edificio risponde al campo vibratorio in modo specifico e informazioni dettagliate su tale specificità non sono disponibili.

Per lo studio in oggetto si analizzerà dunque la risposta nel campo libero superficiale. Una valida alternativa è costituita dall'analisi dello stato vibratorio in corrispondenza del livello di fondazione (si veda a tal proposito il paragrafo 9.4.5).

9.4.2 Dominio di calcolo e relativa discretizzazione

Nel presente studio il dominio di calcolo è costituito da una porzione quadrata di lato 1.000 m del piano XZ. L'asse del tracciato è posto in corrispondenza del punto $x = 0$, $z = 0$. Le condizioni al contorno di campo di accelerazioni nullo sono imposte su lati $x = 1000$ m e $z = -1000$ m. Il punto di misura P (in cui sono imposte le accelerazioni misurate) è definito dalle coordinate $x = 5$ m, $z = 0$.

Il dominio è discretizzato in 400 elementi.

9.4.3 Livello totale di accelerazione e ponderazione

Per ciascuna componente in frequenza dell'accelerazione a_i, è possibile calcolare il livello, definito come

$$L_i = 10 \log \left(\frac{a_i}{a_0} \right)^2$$

in cui $a_0 = 10^{-6}$ m/s^2. Ai fini dell'analisi del disturbo legato alle vibrazioni, ciascun livello calcolato, deve essere ponderato in funzione della frequenza cui si riferisce (vedasi norma UNI 9614). La tabella che segue mostra i guadagni da sommare ai livelli di accelerazione al fine di ottenere i relativi valori ponderati.

Frequenza [Hz]	*Ponderazione livelli di accelerazione Guadagno [dB]*
1	-1.59
1.25	-0.85
1.6	-0.59
2	-0.61
2.5	-0.82
3.15	-1.19
4	-1.74
5	-2.50
6.3	-3.49
8	-4.70
10	-6.12
12.5	-7.71
16	-9.44
20	-11.25
25	-13.14
31.5	-15.09
40	-17.10
50	-19.23
63	-21.58
80	-24.38

Il livello totale per l'accelerazione è definito dalla seguente relazione:

$$L_i = 10 \log \sum_{i=1}^{20} 10^{0.1 L_{w,i}}$$

in cui $L_{w,i}$ è il livello ponderato della componente dominante dell'accelerazione relativa all' i-esima frequenza.

9.4.4 Valori limite

La norma UNI 9614 definisce i valori limite per il livello totale delle accelerazioni di tipo vibratorio, in funzione della tipologia dei fabbricati ed del loro utilizzo. Si noti come i valori presenti nella norma si riferiscono a sorgenti di tipo continuo e risultano dunque conservativi rispetto ad una sorgente di tipo intermittente quale il traffico ferroviario. I valori limite indicati nella UNI 9614 sono riportati nella tabella che segue.

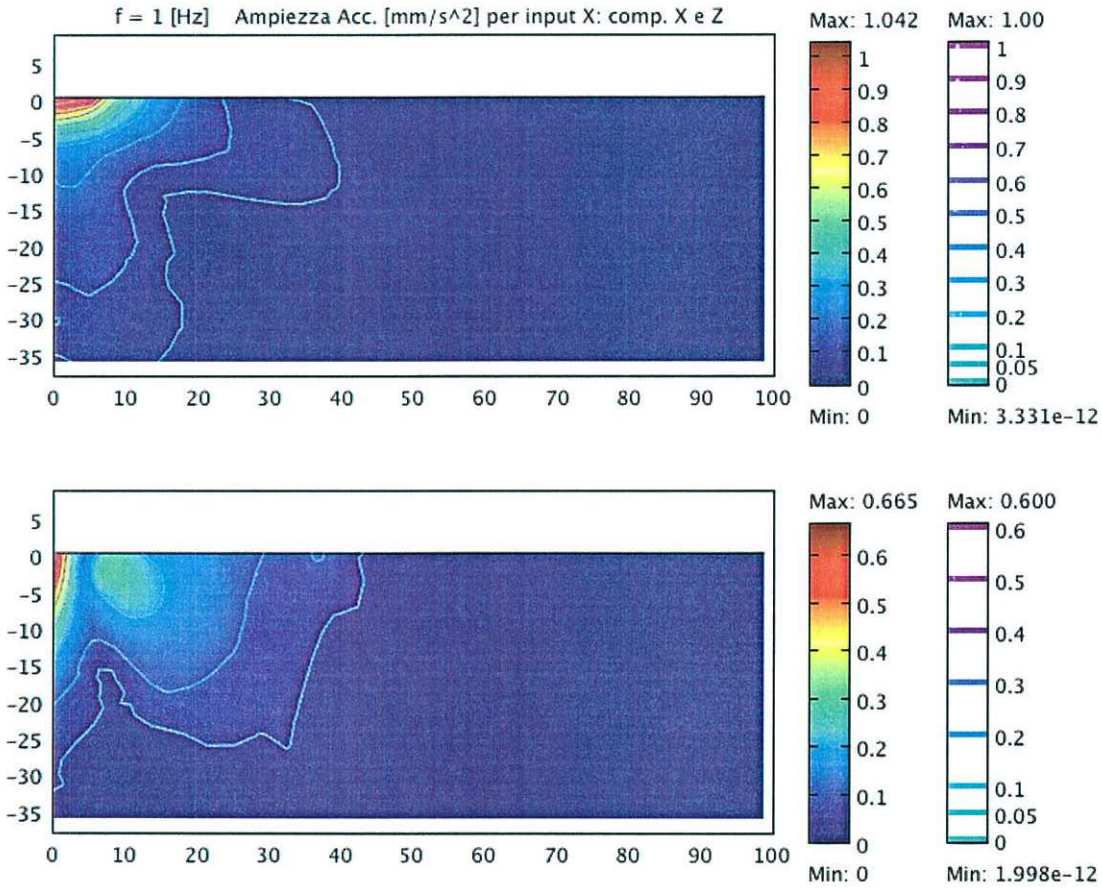
Luogo	*L [dB]*
Aree critiche	71
Abitazioni (notte)	74
Abitazioni (giorno)	77
Uffici	83
Fabbriche	89

Previsione dell'esposizione alle vibrazioni: Terreno 1(UIN)

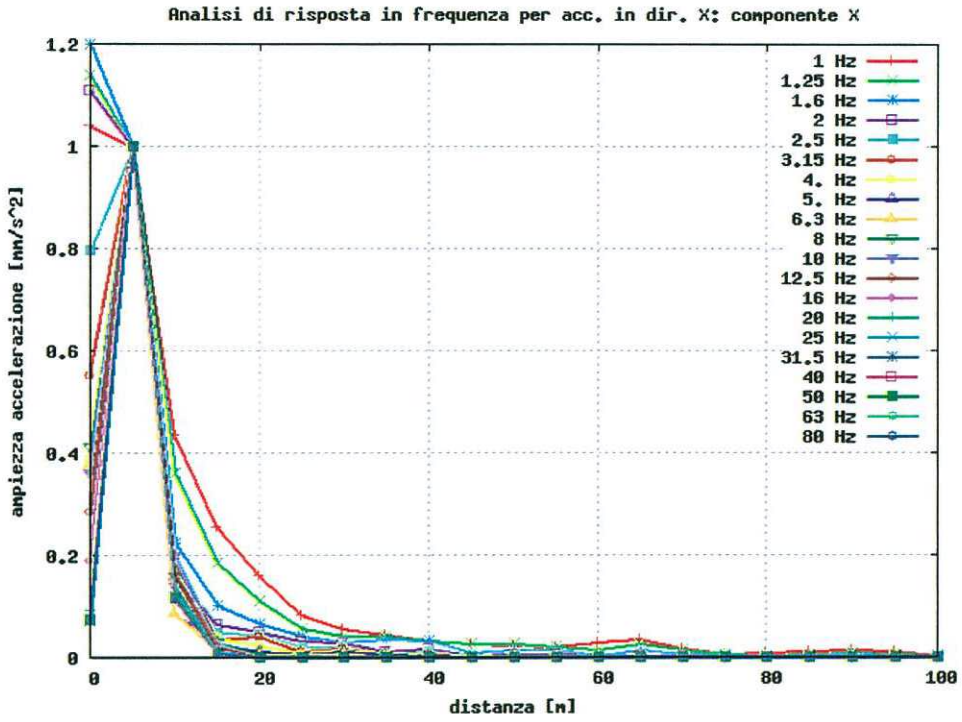
Limi e argille
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 35 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,20
3) rho densità = 1,7 t/mc
4) angolo di attrito = 20-25°

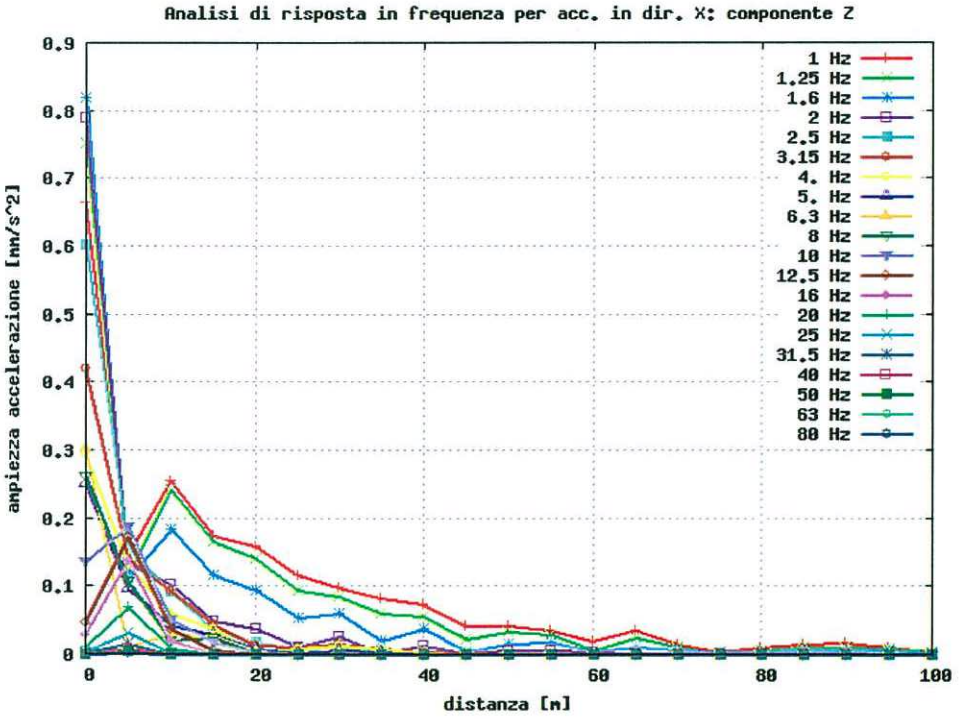
9.4.4.1 Analisi di risposta in frequenza (sorgente vibratoria in direzione *X*)

Per ciascuna delle frequenze di interesse è possibile determinare la risposta del sistema nel dominio considerato. La figura seguente mostra l'analisi di risposta per la frequenza di 1 Hz relativa ad accelerazione in input in direzione X per entrambe le componenti X e Z. Analoghi risultati sono calcolati per ciascuna delle frequenze di interesse.


f = 1 [Hz] Ampiezza Acc. [mm/s^2] per input X: comp. X e Z
Max: 1.042
Min: 0
Max: 1.00
Min: 3.331e-12
Max: 0.665
Min: 0
Max: 0.600
Min: 1.998e-12

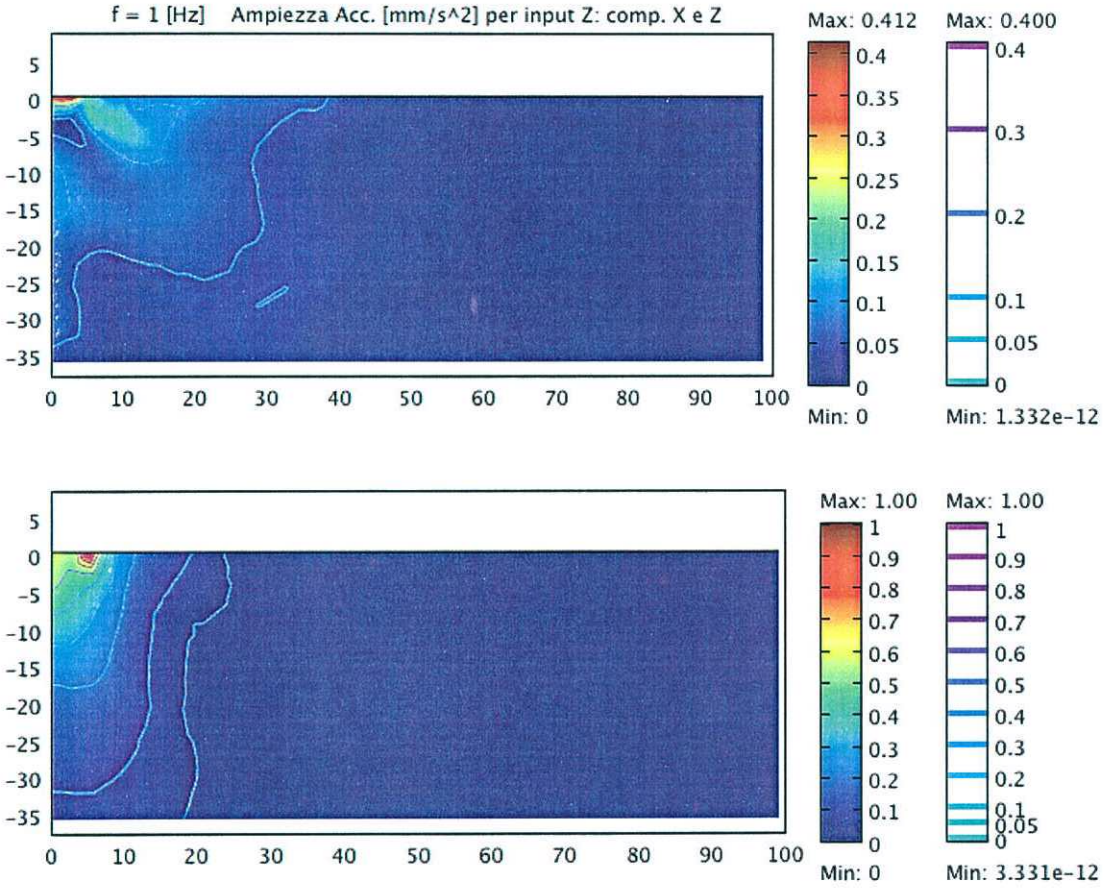
La risposta (frequenza per frequenza) sul livello di interesse (0 m) è rappresentata nella figura seguente.



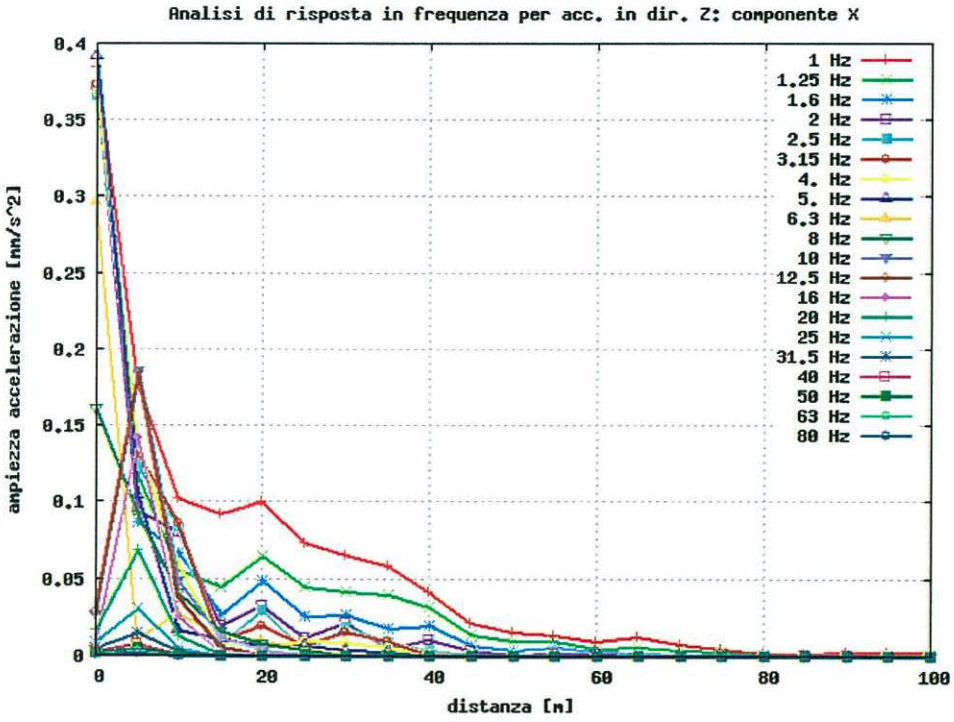


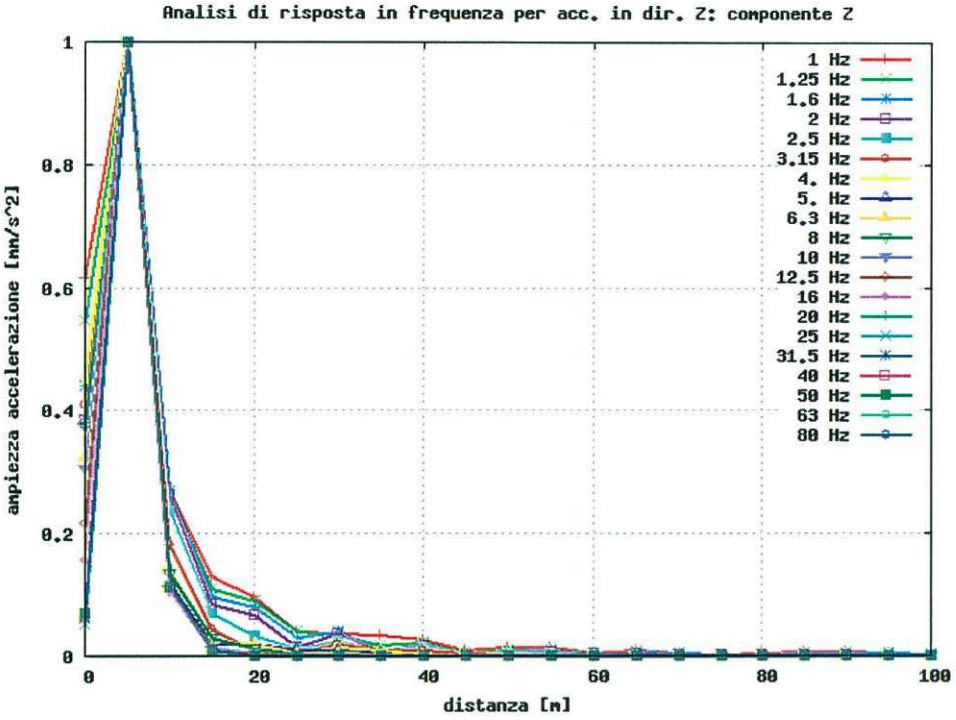
9.4.4.2 Analisi di risposta in frequenza (sorgente vibratoria in direzione *Z*)

Per ciascuna delle frequenze di interesse è possibile determinare la risposta del sistema nel dominio considerato. La figura seguente mostra l'analisi di risposta per la frequenza di 1 Hz relativa ad accelerazione in input in direzione Z per entrambe le componenti X e Z. Analoghi risultati sono calcolati per ciascuna delle frequenze di interesse.


f = 1 [Hz] Ampiezza Acc. [mm/s^2] per input Z: comp. X e Z
Max: 0.412
Min: 0
Max: 0.400
Min: 1.332e-12
Max: 1.00
Min: 0
Max: 1.00
Min: 3.331e-12

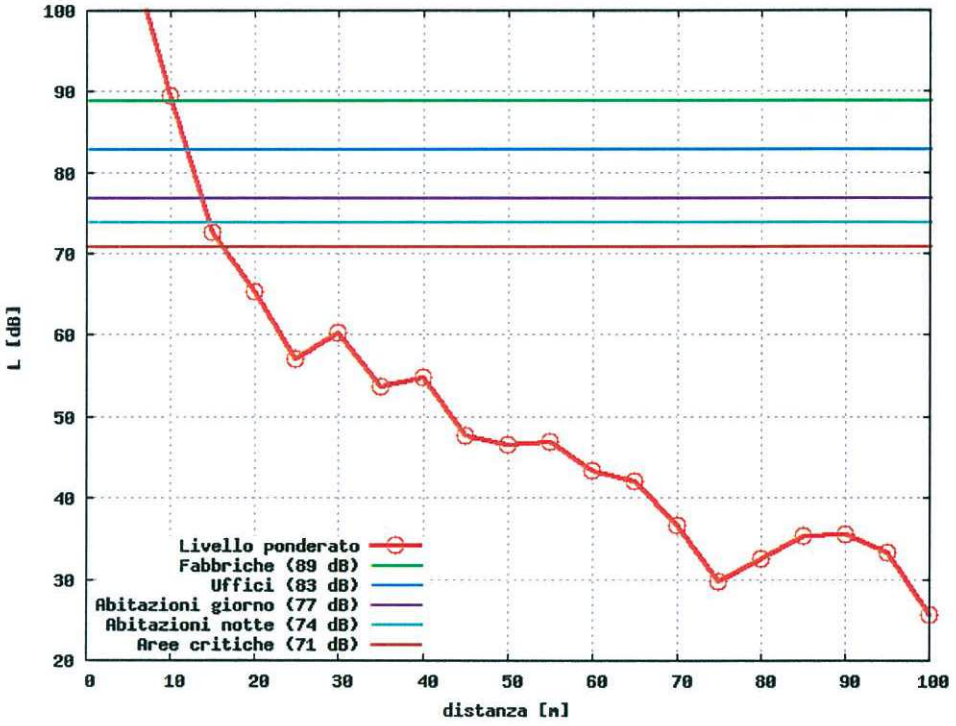
La risposta (frequenza per frequenza) sul livello di interesse (0 m) è rappresentata nella figura seguente.




Analisi di risposta in frequenza per acc. in dir. Z: componente Z
ampiezza accelerazione [m/s^2]
distanza [m]
1 Hz
1.25 Hz
1.6 Hz
2 Hz
2.5 Hz
3.15 Hz
4. Hz
5. Hz
6.3 Hz
8 Hz
10 Hz
12.5 Hz
16 Hz
20 Hz
25 Hz
31.5 Hz
40 Hz
50 Hz
63 Hz
80 Hz
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
20
40
60
80
100

9.4.4.3 Livello totale

Nella figura e nella tabella che seguono sono indicati i valori del livello totale delle vibrazioni in funzione della distanza dall'asse del tracciato (da 0 a 100 m), a confronto con i limiti imposti dalla norma UNI 9614 per sorgenti di tipo continuo. Nella tabella sono evidenziate le distanze tra le quali si ha la transizione del livello che comporta il superamento del valore limite per abitazioni (notte).



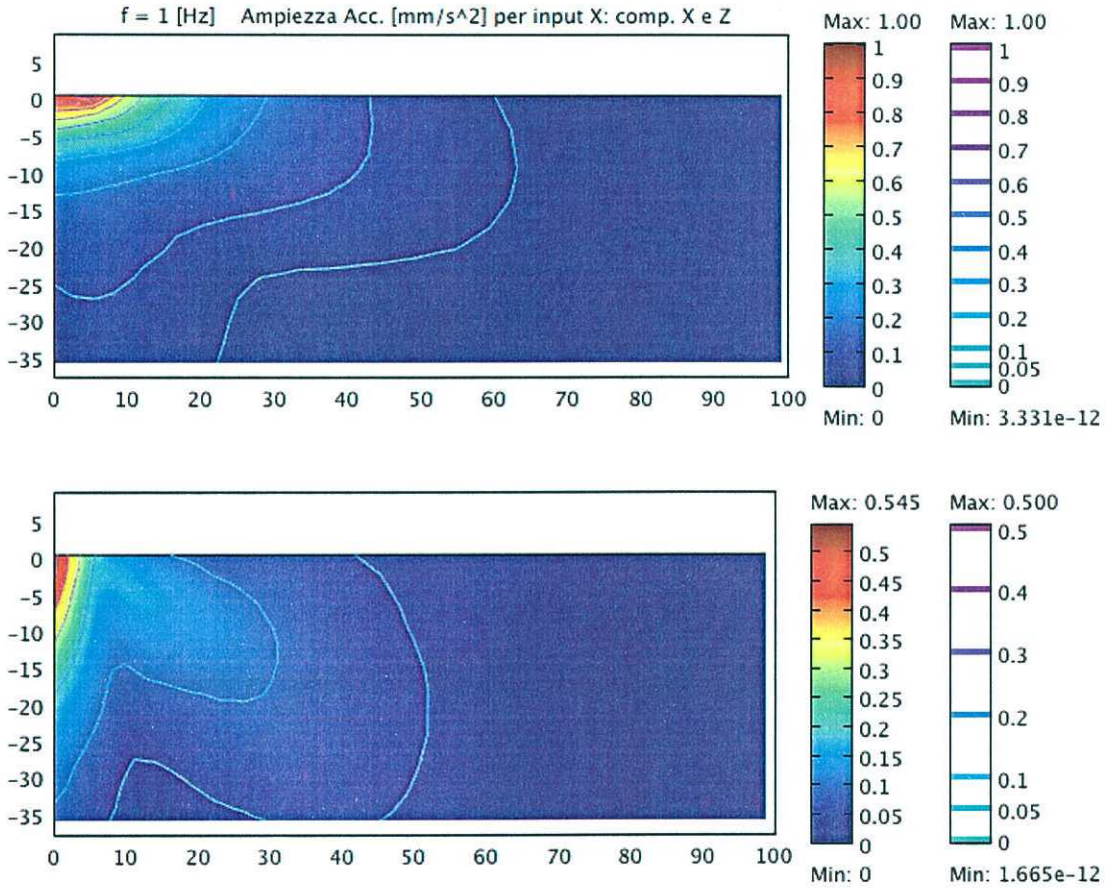
Distanza [m]	*Livello ponderato [dB]*	*Limite abitazioni notte [dB]*
5.0	108.247	74
10.0	89.567	74
15.0	72.736	74
20.0	65.300	74
25.0	57.075	74
30.0	60.204	74
35.0	53.756	74
40.0	54.760	74
45.0	47.704	74
50.0	46.641	74
55.0	46.962	74
60.0	43.409	74
65.0	42.152	74
70.0	36.621	74
75.0	29.752	74
80.0	32.620	74
85.0	35.338	74
90.0	35.598	74
95.0	33.343	74
100.0	25.581	74

Previsione dell'esposizione alle vibrazioni:

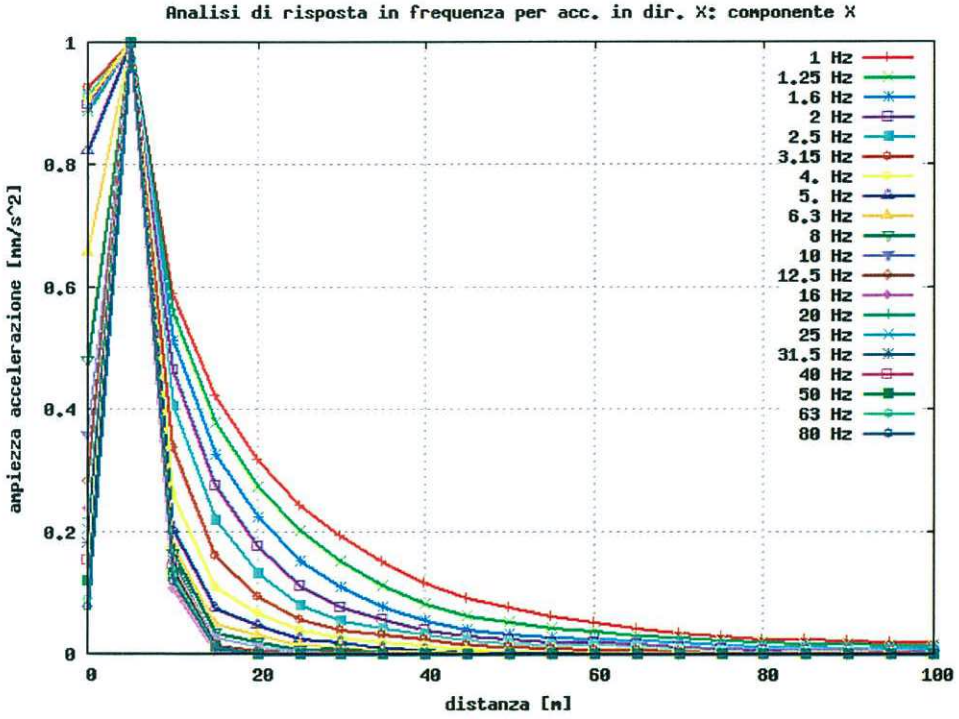
Depositi alluvionali
Sabbie da medie a fini e finissime, sabbie limose e ghiaie
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 250 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,30
3) rho densità = 2,2 t/mc
4) angolo di attrito = 35-40°

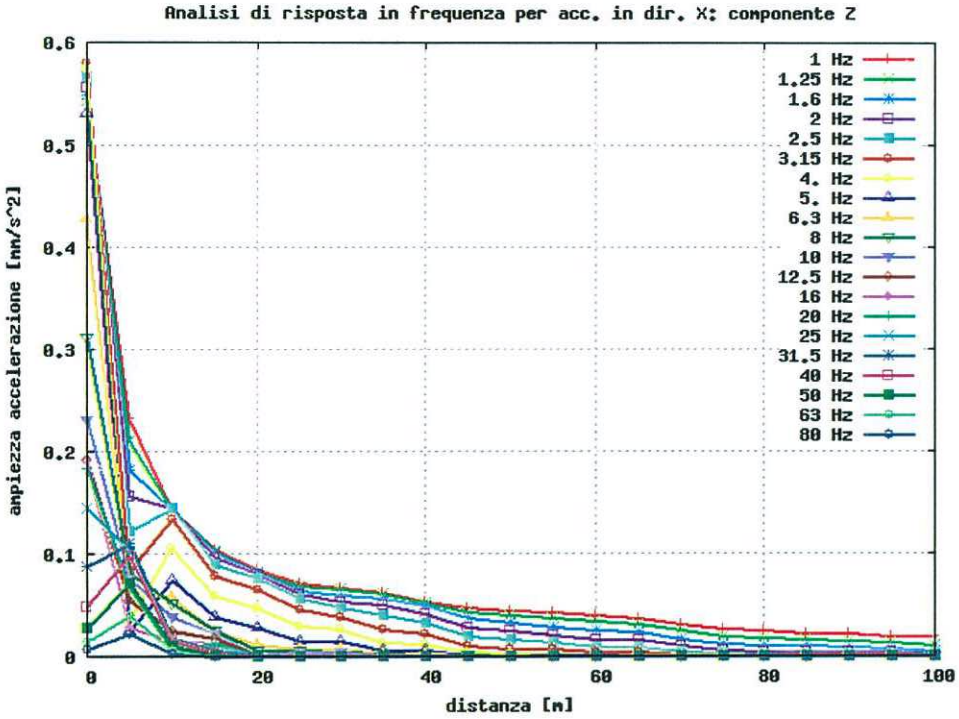
9.4.4.4 Analisi di risposta in frequenza (sorgente vibratoria in direzione *X*)

Per ciascuna delle frequenze di interesse è possibile determinare la risposta del sistema nel dominio considerato. La figura seguente mostra l'analisi di risposta per la frequenza di 1 Hz relativa ad accelerazione in input in direzione X per entrambe le componenti X e Z. Analoghi risultati sono calcolati per ciascuna delle frequenze di interesse.


f = 1 [Hz] Ampiezza Acc. [mm/s^2] per input X: comp. X e Z
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Max: 1.00
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
Min: 0
Max: 1.00
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.05
0
Min: 3.331e-12
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Max: 0.545
0.5
0.45
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
Min: 0
Max: 0.500
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.05
0
Min: 1.665e-12

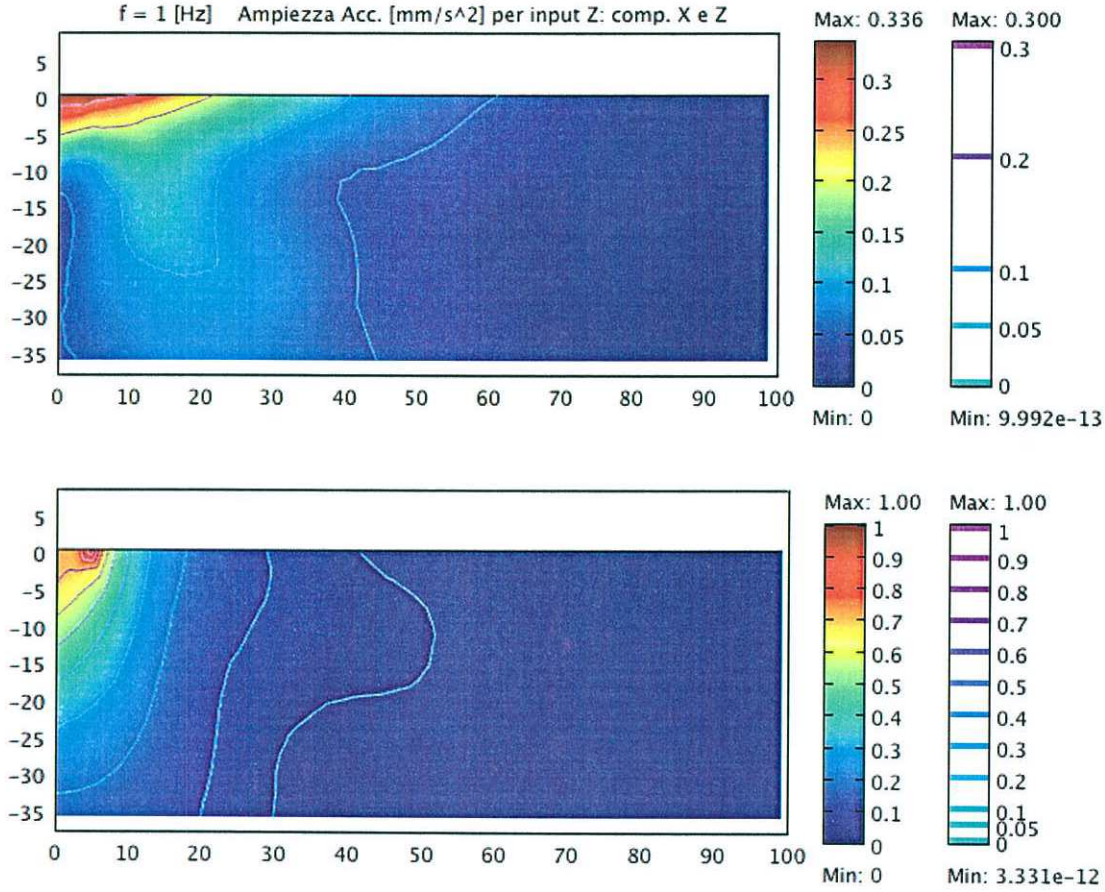
La risposta (frequenza per frequenza) sul livello di interesse (0 m) è rappresentata nella figura seguente.



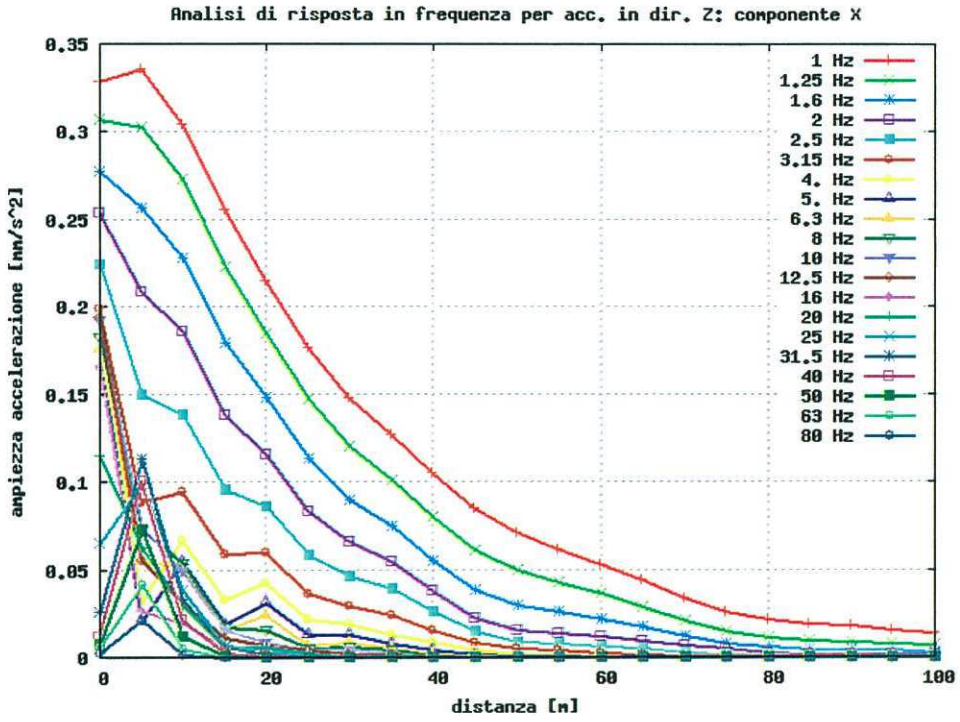

Analisi di risposta in frequenza per acc. in dir. X: componente Z
ampiezza accelerazione [mm/s^2]
distanza [m]
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
20
40
60
80
100
1 Hz
1.25 Hz
1.6 Hz
2 Hz
2.5 Hz
3.15 Hz
4. Hz
5. Hz
6.3 Hz
8 Hz
10 Hz
12.5 Hz
16 Hz
20 Hz
25 Hz
31.5 Hz
40 Hz
50 Hz
63 Hz
80 Hz

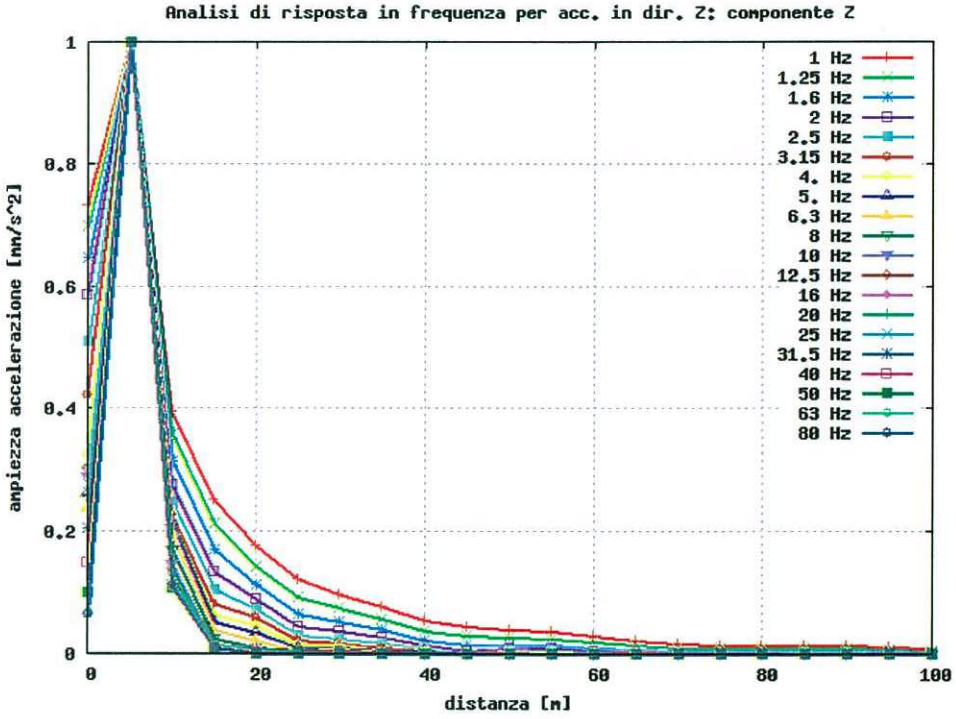
9.4.4.5 Analisi di risposta in frequenza (sorgente vibratoria in direzione Z)

Per ciascuna delle frequenze di interesse è possibile determinare la risposta del sistema nel dominio considerato. La figura seguente mostra l'analisi di risposta per la frequenza di 1 Hz relativa ad accelerazione in input in direzione Z per entrambe le componenti X e Z. Analoghi risultati sono calcolati per ciascuna delle frequenze di interesse.



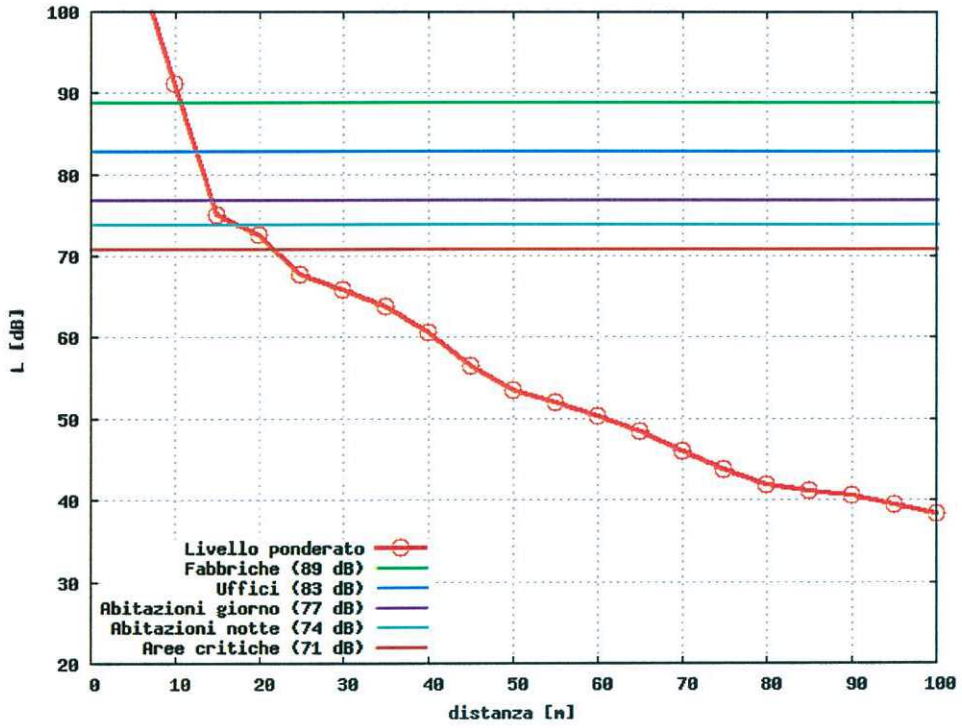
La risposta (frequenza per frequenza) sul livello di interesse (0 m) è rappresentata nella figura seguente.




Analisi di risposta in frequenza per acc. in dir. Z: componente Z
ampiezza accelerazione [m/s^2]
distanza [m]
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
20
40
60
80
100
1 Hz
1.25 Hz
1.6 Hz
2 Hz
2.5 Hz
3.15 Hz
4. Hz
5. Hz
6.3 Hz
8 Hz
10 Hz
12.5 Hz
16 Hz
20 Hz
25 Hz
31.5 Hz
40 Hz
50 Hz
63 Hz
80 Hz

9.4.4.6 Livello totale

Nella figura e nella tabella che seguono sono indicati i valori del livello totale delle vibrazioni in funzione della distanza dall'asse del tracciato (da 0 a 100 m), a confronto con i limiti imposti dalla norma UNI 9614 per sorgenti di tipo continuo. Nella tabella sono evidenziate le distanze tra le quali si ha la transizione del livello che comporta il superamento del valore limite per abitazioni (notte).



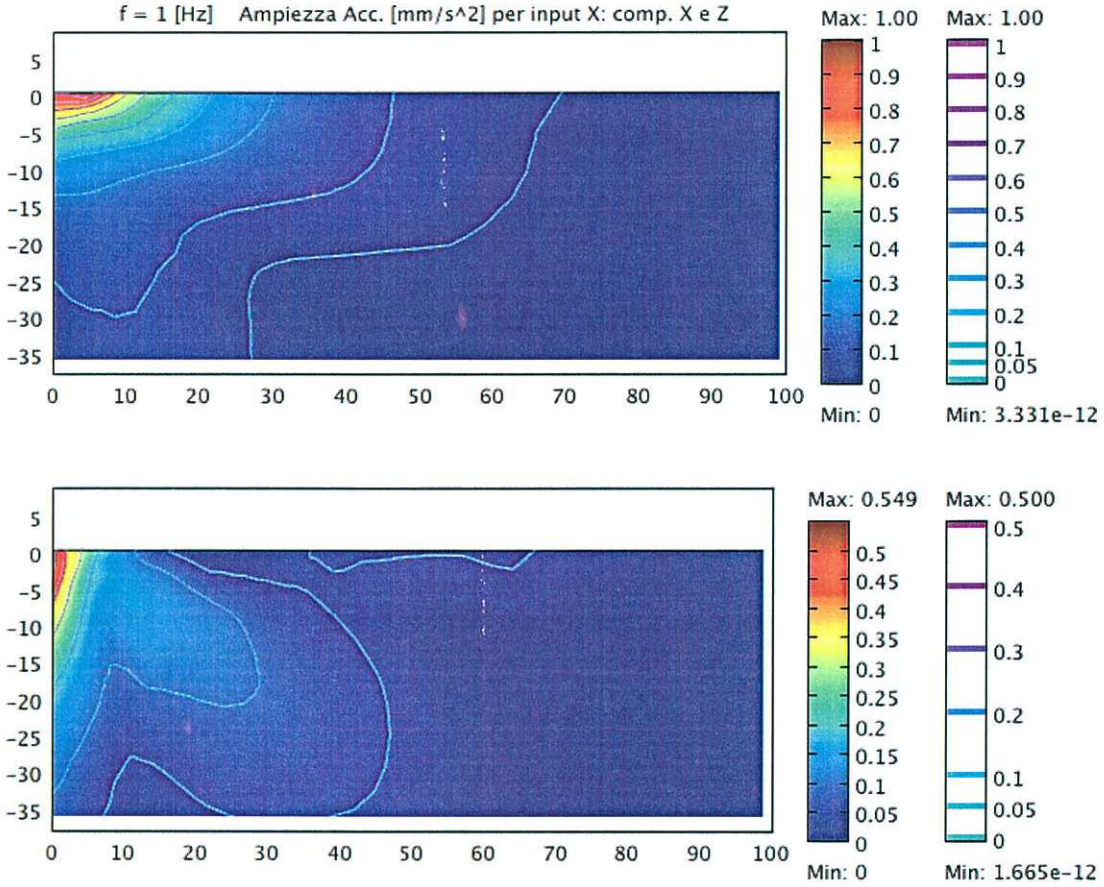
Distanza [m]	*Livello ponderato [dB]*	*Limite abitazioni notte [dB]*
5.0	108.246	74
10.0	91.225	74
15.0	75.127	74
20.0	72.673	74
25.0	67.753	74
30.0	65.833	74
35.0	63.835	74
40.0	60.575	74
45.0	56.473	74
50.0	53.509	74
55.0	52.093	74
60.0	50.371	74
65.0	48.490	74
70.0	46.073	74
75.0	43.757	74
80.0	41.889	74
85.0	41.109	74
90.0	40.522	74
95.0	39.489	74
100.0	38.362	74

Previsione dell'esposizione alle vibrazioni:

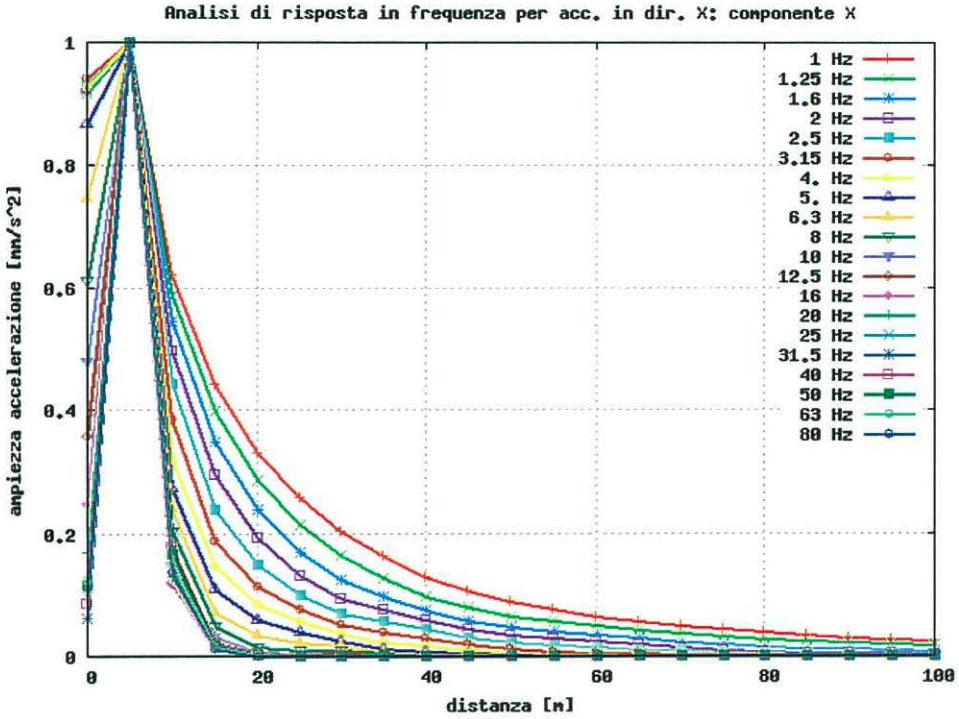
Depositi alluvionali
Ghiaie da grossolane a fini e ghiaie sabbiose, talvolta limose
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 250 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,45
3) rho densità = 2.4 t/mc
4) angolo di attrito = 35-40°

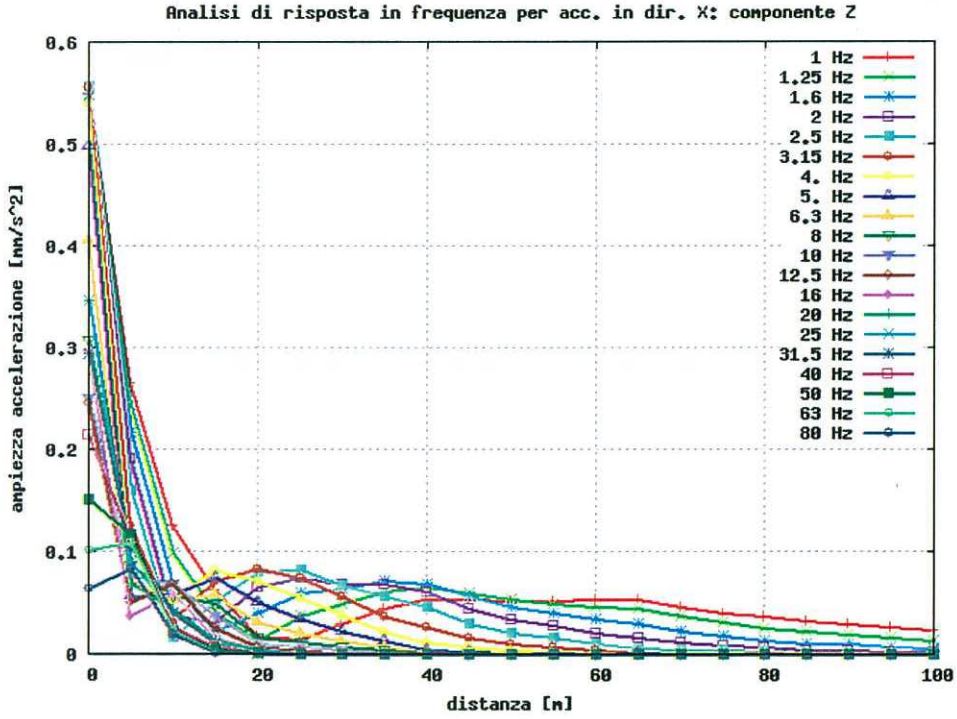
9.4.4.7 Analisi di risposta in frequenza (sorgente vibratoria in direzione *X*)

Per ciascuna delle frequenze di interesse è possibile determinare la risposta del sistema nel dominio considerato. La figura seguente mostra l'analisi di risposta per la frequenza di 1 Hz relativa ad accelerazione in input in direzione X per entrambe le componenti X e Z. Analoghi risultati sono calcolati per ciascuna delle frequenze di interesse.


f = 1 [Hz] Ampiezza Acc. [mm/s^2] per input X: comp. X e Z
Max: 1.00
Min: 0
Max: 1.00
Min: 3.331e-12
Max: 0.549
Min: 0
Max: 0.500
Min: 1.665e-12

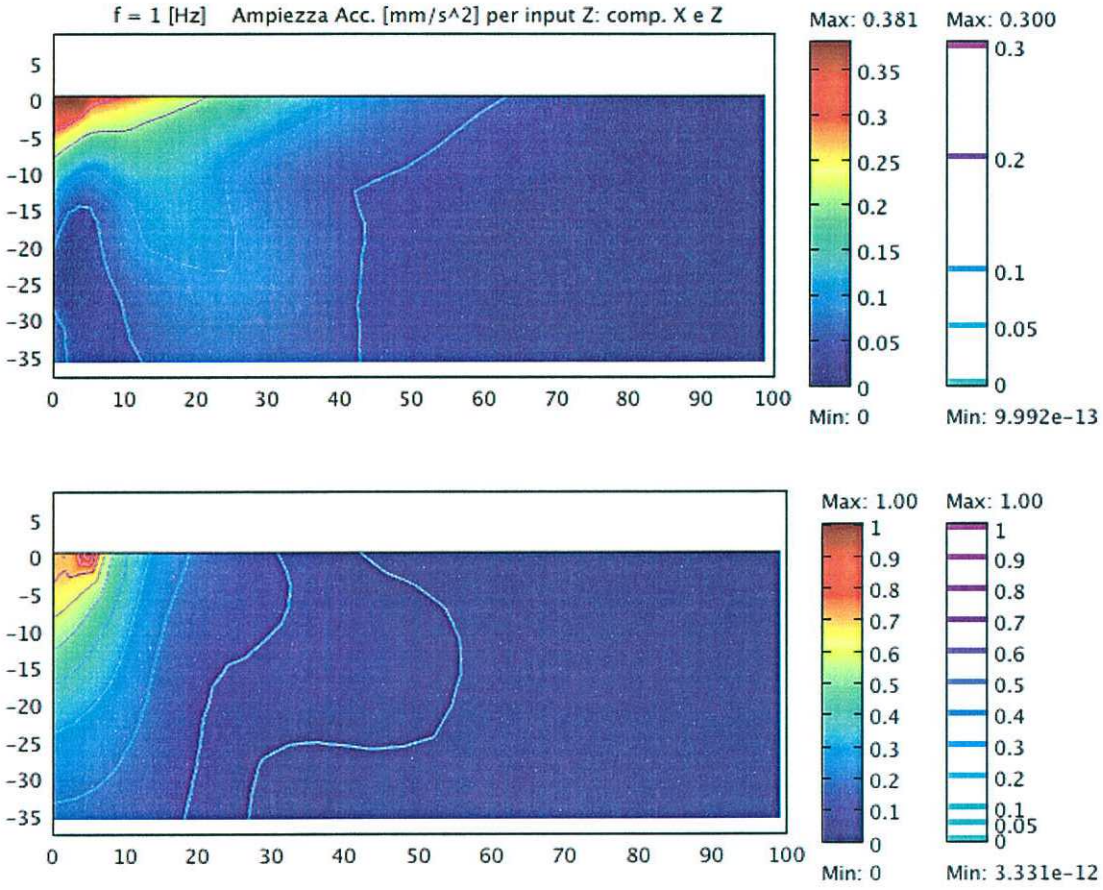
La risposta (frequenza per frequenza) sul livello di interesse (0 m) è rappresentata nella figura seguente.



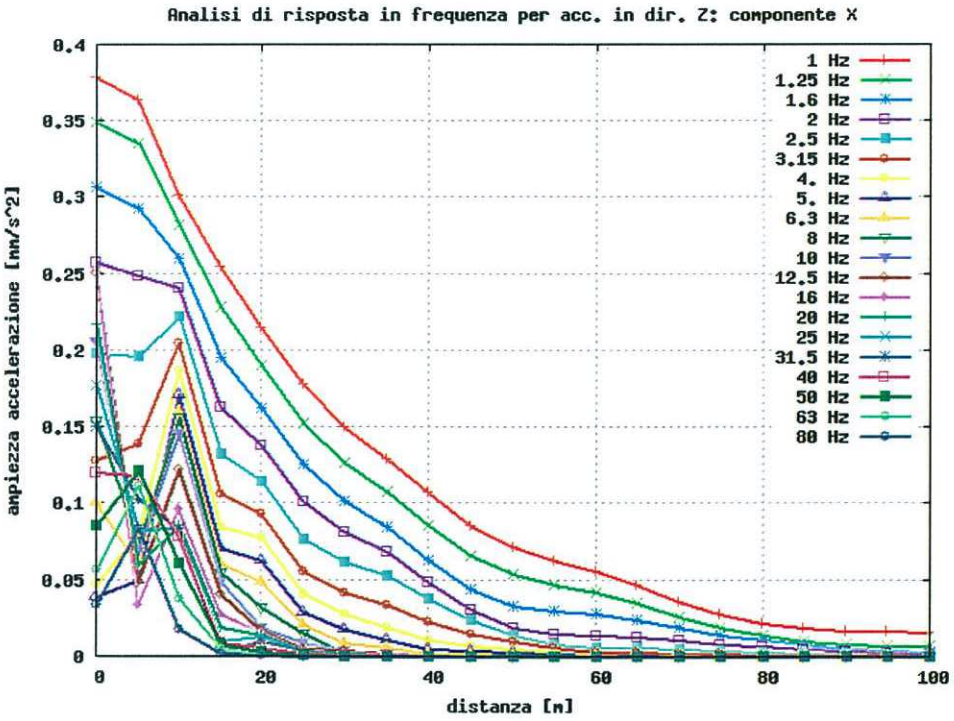

Analisi di risposta in frequenza per acc. in dir. X: componente Z
ampiezza accelerazione [mm/s^2]
distanza [m]
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
20
40
60
80
100
1 Hz
1.25 Hz
1.6 Hz
2 Hz
2.5 Hz
3.15 Hz
4. Hz
5. Hz
6.3 Hz
8 Hz
10 Hz
12.5 Hz
16 Hz
20 Hz
25 Hz
31.5 Hz
40 Hz
50 Hz
63 Hz
80 Hz

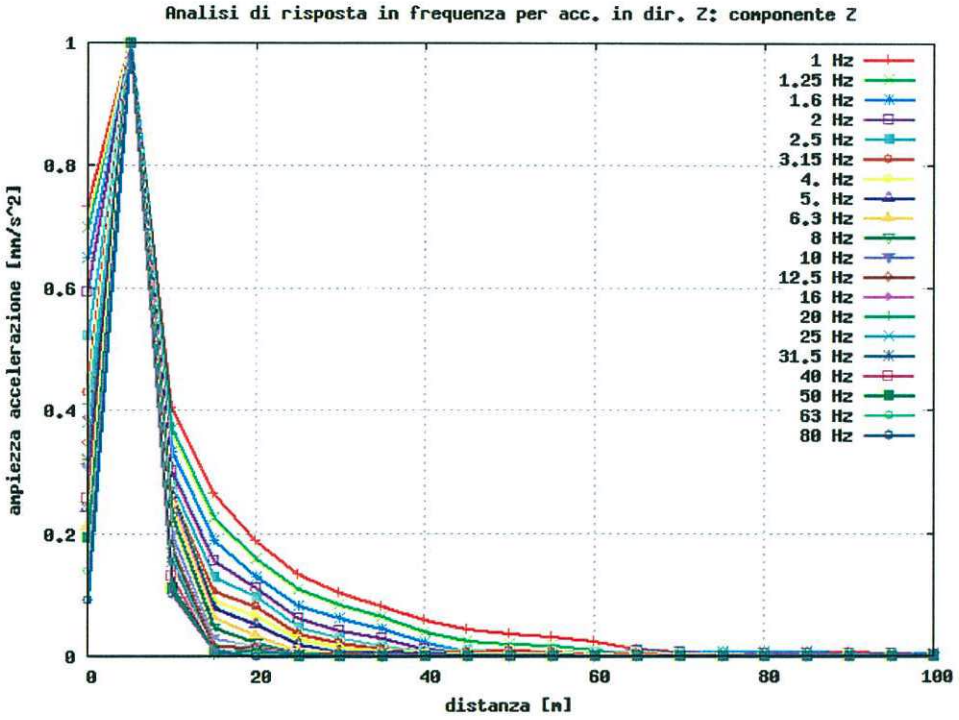
9.4.4.8 Analisi di risposta in frequenza (sorgente vibratoria in direzione Z)

Per ciascuna delle frequenze di interesse è possibile determinare la risposta del sistema nel dominio considerato. La figura seguente mostra l'analisi di risposta per la frequenza di 1 Hz relativa ad accelerazione in input in direzione Z per entrambe le componenti X e Z. Analoghi risultati sono calcolati per ciascuna delle frequenze di interesse.



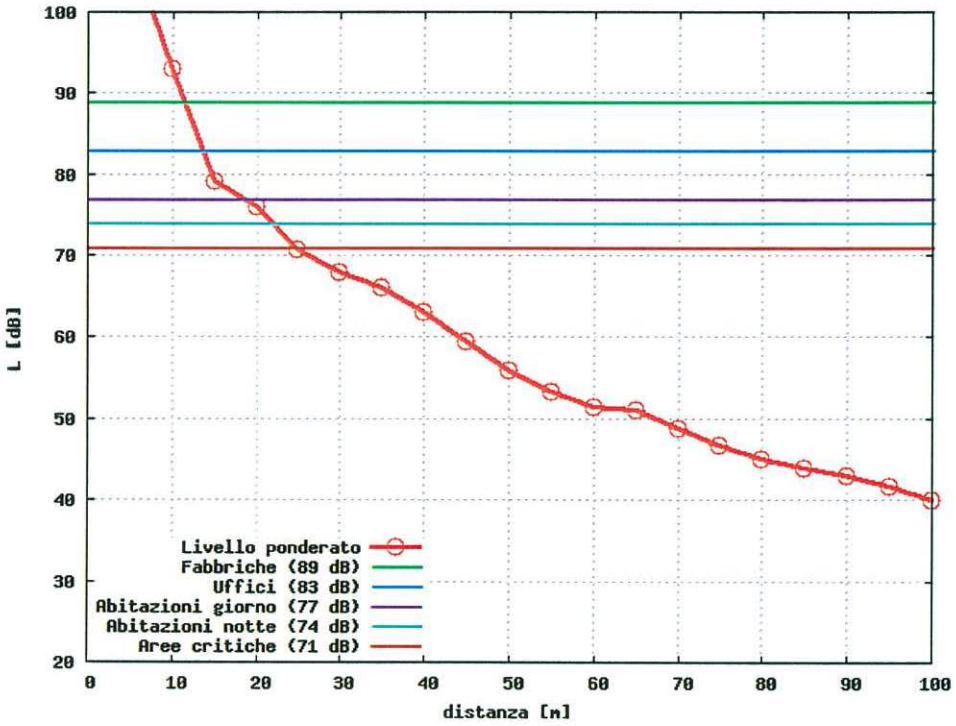
La risposta (frequenza per frequenza) sul livello di interesse (0 m) è rappresentata nella figura seguente.




Analisi di risposta in frequenza per acc. in dir. Z: componente Z
ampiezza accelerazione [mm/s^2]
distanza [m]
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
20
40
60
80
100
1 Hz
1.25 Hz
1.6 Hz
2 Hz
2.5 Hz
3.15 Hz
4. Hz
5. Hz
6.3 Hz
8 Hz
10 Hz
12.5 Hz
16 Hz
20 Hz
25 Hz
31.5 Hz
40 Hz
50 Hz
63 Hz
80 Hz

9.4.4.9 Livello totale

Nella figura e nella tabella che seguono sono indicati i valori del livello totale delle vibrazioni in funzione della distanza dall'asse del tracciato (da 0 a 100 m), a confronto con i limiti imposti dalla norma UNI 9614 per sorgenti di tipo continuo. Nella tabella sono evidenziate le distanze tra le quali si ha la transizione del livello che comporta il superamento del valore limite per abitazioni (notte).



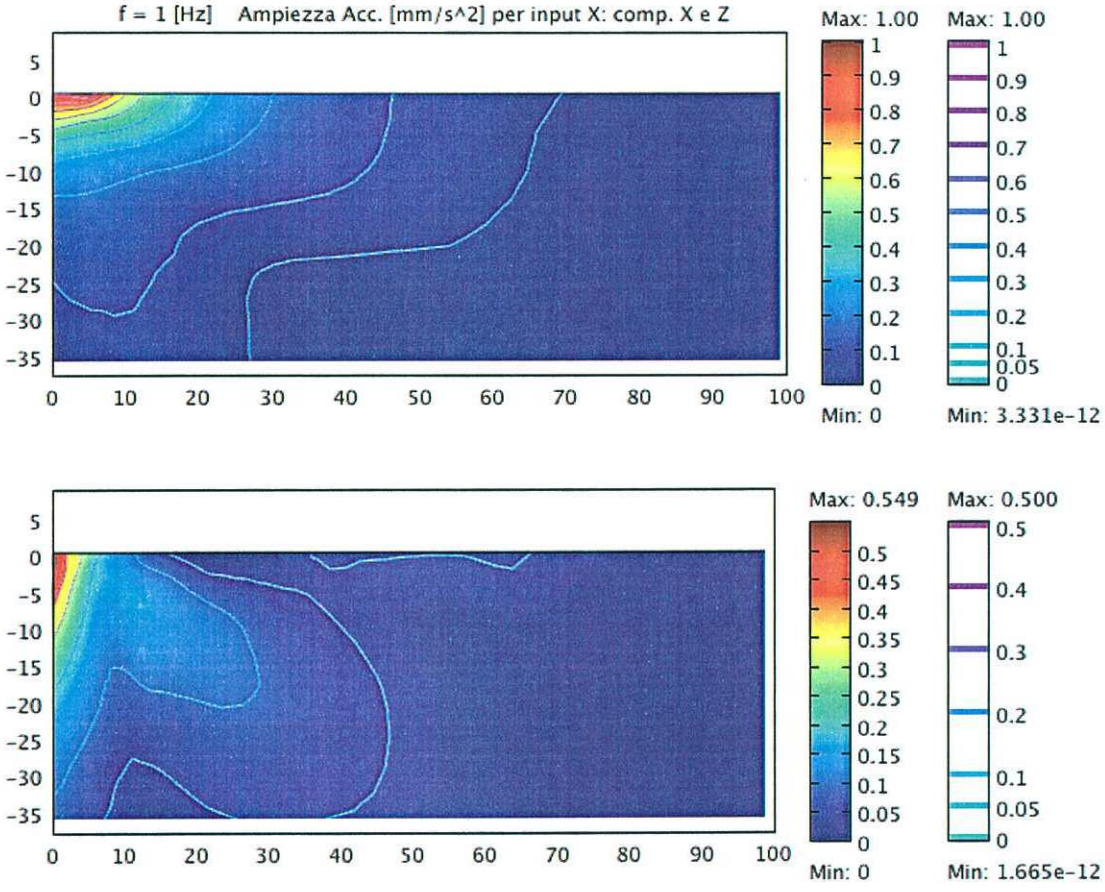
Distanza [m]	*Livello ponderato [dB]*	*Limite abitazioni notte [dB]*
5.0	108.248	74
10.0	93.086	74
15.0	79.199	74
20.0	76.025	74
25.0	70.690	74
30.0	67.902	74
35.0	66.094	74
40.0	63.097	74
45.0	59.561	74
50.0	56.054	74
55.0	53.314	74
60.0	51.513	74
65.0	51.151	74
70.0	48.825	74
75.0	46.741	74
80.0	45.087	74
85.0	43.915	74
90.0	42.967	74
95.0	41.723	74
100.0	40.079	74

Previsione dell'esposizione alle vibrazioni:

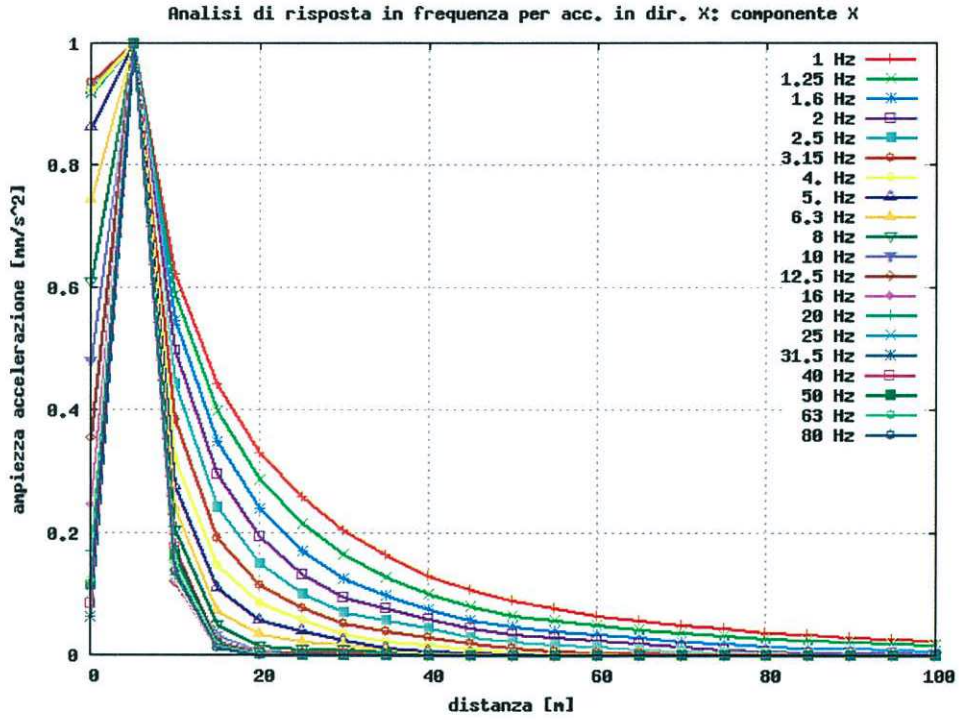
Sabbie ghiaiose, ghiaie fini, sabbie, imi sabbiosi Limi, limi argillosi, e argille limose
Sabbie ghiaiose, ghiaie fini, sabbie, imi sabbiosi Limi, limi argillosi, e argille limose
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 250 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,45
3) rho densità = 2.4 t/mc
4) angolo di attrito = 35-38°

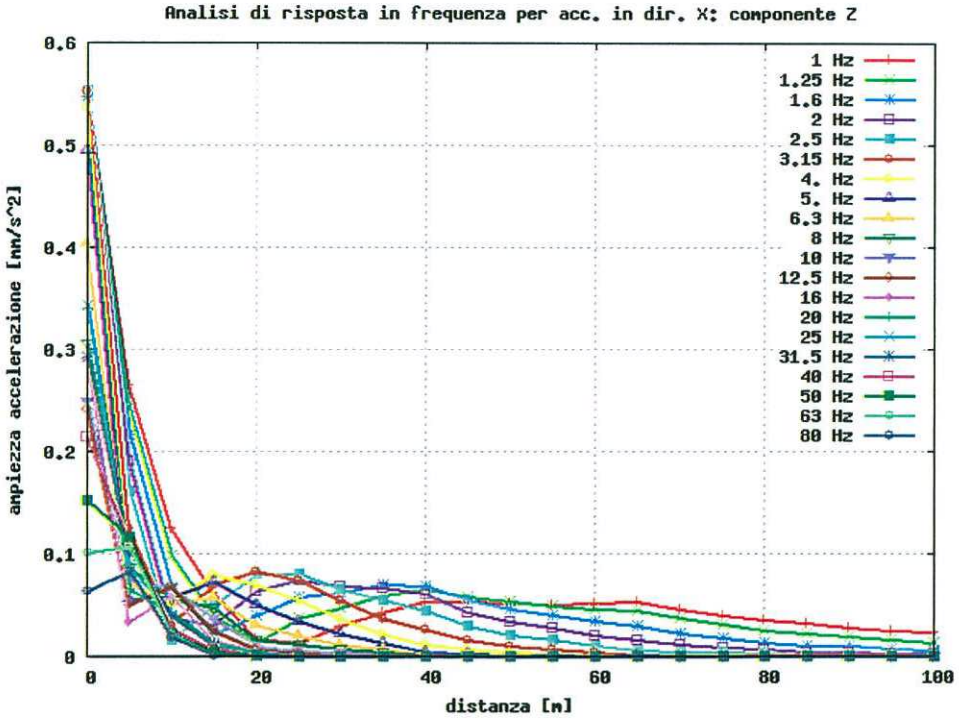
9.4.4.10 Analisi di risposta in frequenza (sorgente vibratoria in direzione *X*)

Per ciascuna delle frequenze di interesse è possibile determinare la risposta del sistema nel dominio considerato. La figura seguente mostra l'analisi di risposta per la frequenza di 1 Hz relativa ad accelerazione in input in direzione X per entrambe le componenti X e Z. Analoghi risultati sono calcolati per ciascuna delle frequenze di interesse.


f = 1 [Hz] Ampiezza Acc. [mm/s^2] per input X: comp. X e Z
Max: 1.00
Min: 0
Max: 1.00
Min: 3.331e-12
Max: 0.549
Min: 0
Max: 0.500
Min: 1.665e-12

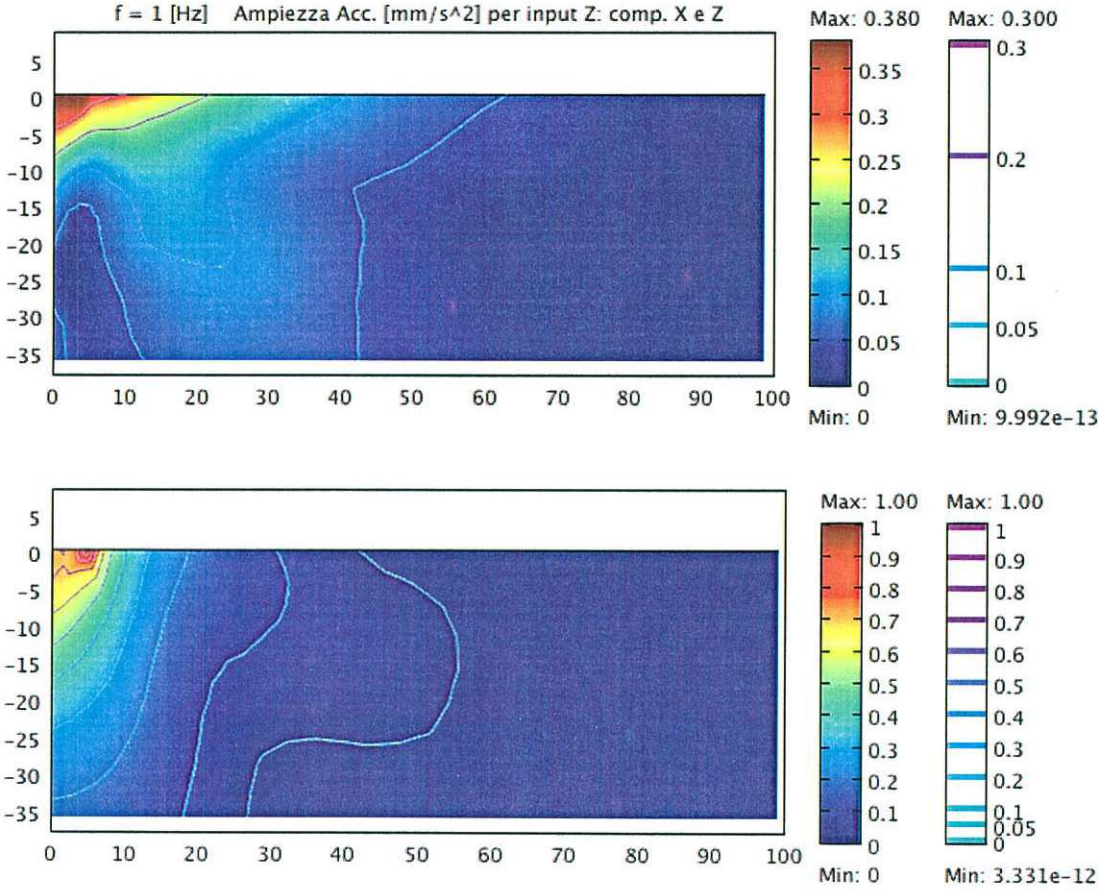
La risposta (frequenza per frequenza) sul livello di interesse (0 m) è rappresentata nella figura seguente.



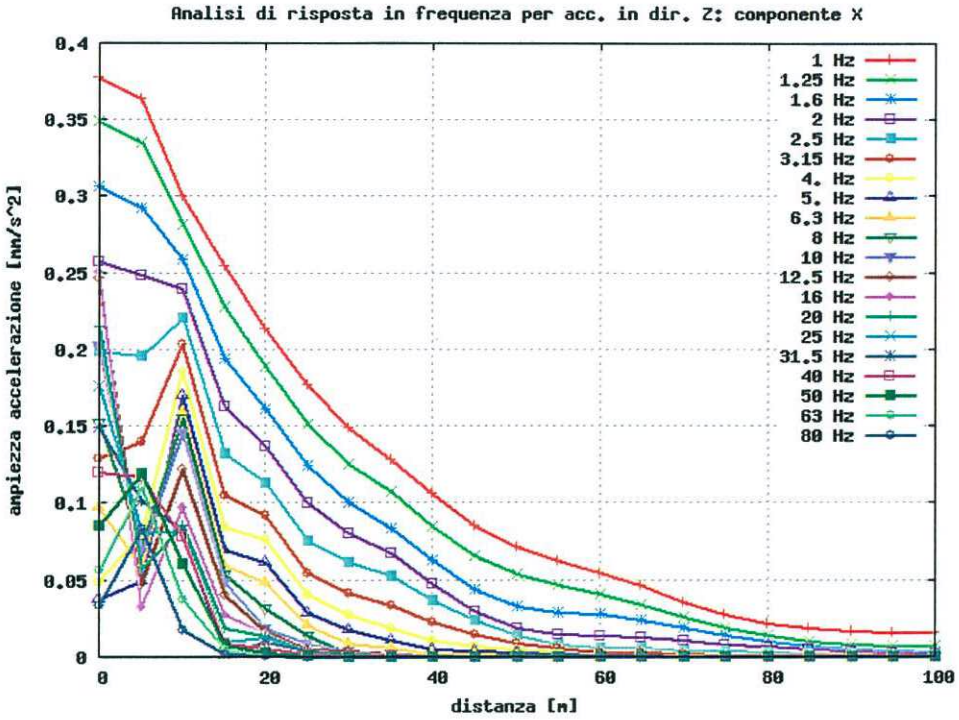

Analisi di risposta in frequenza per acc. in dir. X: componente Z
ampiezza accelerazione [m/s^2]
distanza [m]
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
20
40
60
80
100
1 Hz
1.25 Hz
1.6 Hz
2 Hz
2.5 Hz
3.15 Hz
4. Hz
5. Hz
6.3 Hz
8 Hz
10 Hz
12.5 Hz
16 Hz
20 Hz
25 Hz
31.5 Hz
40 Hz
50 Hz
63 Hz
80 Hz

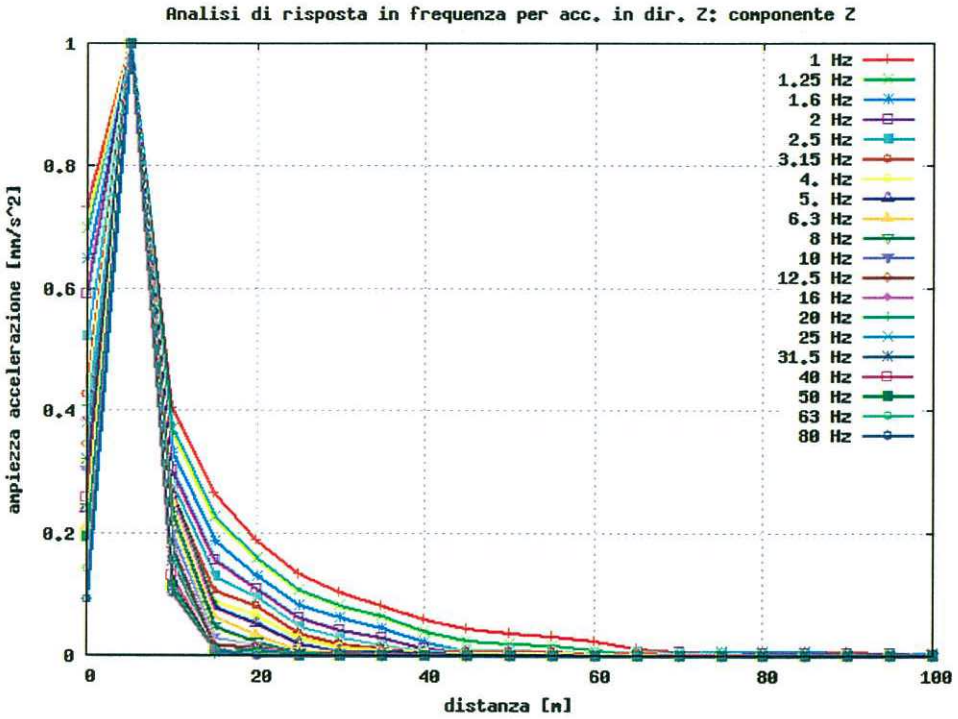
9.4.4.11 Analisi di risposta in frequenza (sorgente vibratoria in direzione Z)

Per ciascuna delle frequenze di interesse è possibile determinare la risposta del sistema nel dominio considerato. La figura seguente mostra l'analisi di risposta per la frequenza di 1 Hz relativa ad accelerazione in input in direzione Z per entrambe le componenti X e Z. Analoghi risultati sono calcolati per ciascuna delle frequenze di interesse.



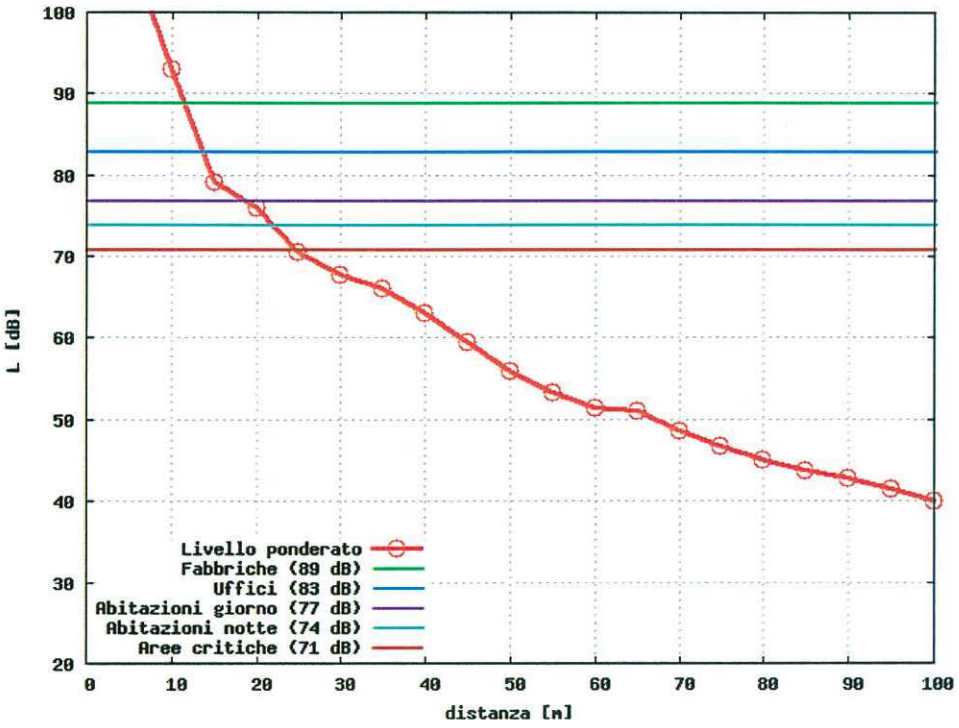
La risposta (frequenza per frequenza) sul livello di interesse (0 m) è rappresentata nella figura seguente.




Analisi di risposta in frequenza per acc. in dir. Z: componente Z
ampiezza accelerazione [mm/s^2]
distanza [m]
1 Hz
1.25 Hz
1.6 Hz
2 Hz
2.5 Hz
3.15 Hz
4. Hz
5. Hz
6.3 Hz
8 Hz
10 Hz
12.5 Hz
16 Hz
20 Hz
25 Hz
31.5 Hz
40 Hz
50 Hz
63 Hz
80 Hz
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
20
40
60
80
100

9.4.4.12 Livello totale

Nella figura e nella tabella che seguono sono indicati i valori del livello totale delle vibrazioni in funzione della distanza dall'asse del tracciato (da 0 a 100 m), a confronto con i limiti imposti dalla norma UNI 9614 per sorgenti di tipo continuo. Nella tabella sono evidenziate le distanze tra le quali si ha la transizione del livello che comporta il superamento del valore limite per abitazioni (notte).



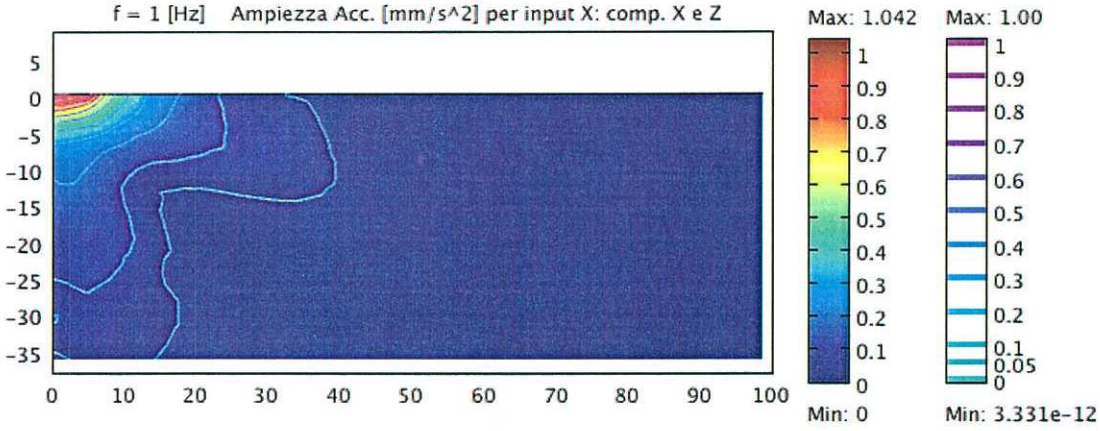
Distanza [m]	*Livello ponderato [dB]*	*Limite abitazioni notte [dB]*
5.0	108.248	74
10.0	93.078	74
15.0	79.157	74
20.0	75.965	74
25.0	70.627	74
30.0	67.834	74
35.0	66.012	74
40.0	63.007	74
45.0	59.479	74
50.0	55.987	74
55.0	53.264	74
60.0	51.480	74
65.0	51.038	74
70.0	48.741	74
75.0	46.699	74
80.0	45.043	74
85.0	43.844	74
90.0	42.879	74
95.0	41.636	74
100.0	40.012	74

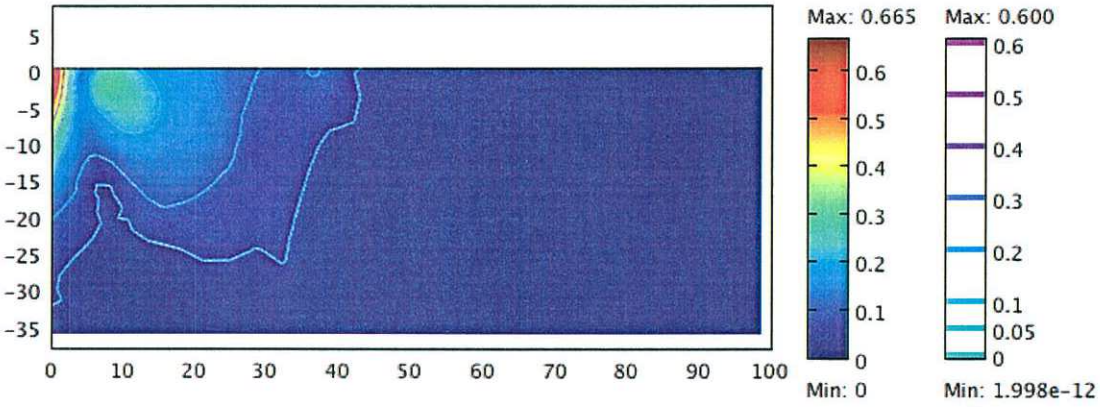
Previsione dell'esposizione alle vibrazioni:

Limi argillosi ed argille limose spesso organiche (riempimento alvei antichi).
Limi argillosi ed argille limose spesso organiche.
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 35 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,20
3) rho densità = 1,7 t/mc
4) angolo di attrito = 20-25°

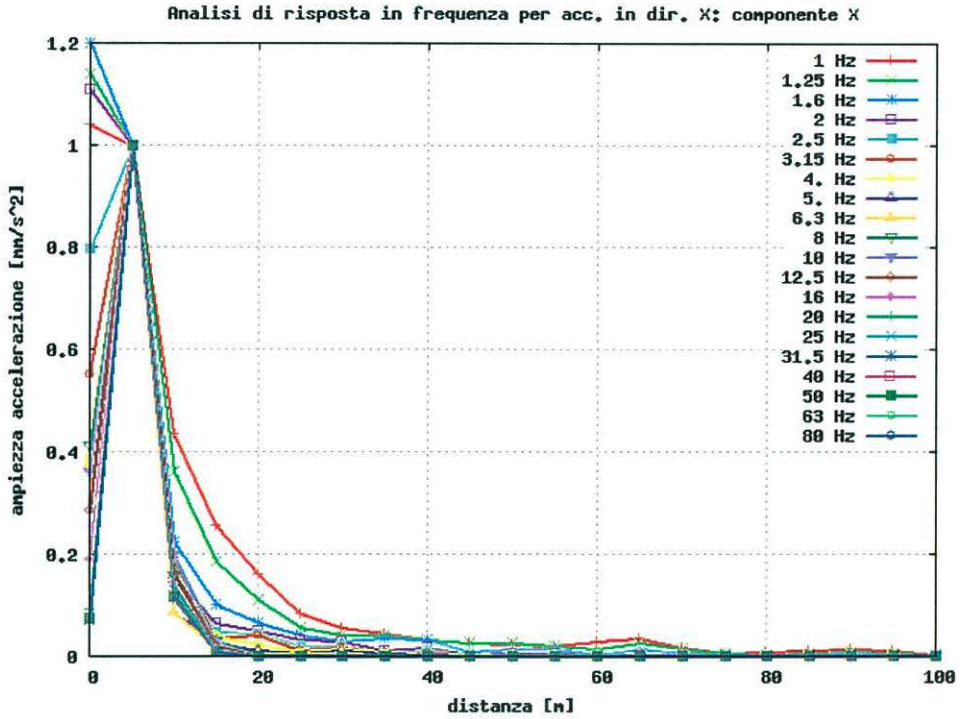
9.4.4.13 Risposta (sorgente vibratoria in direzione *X*)

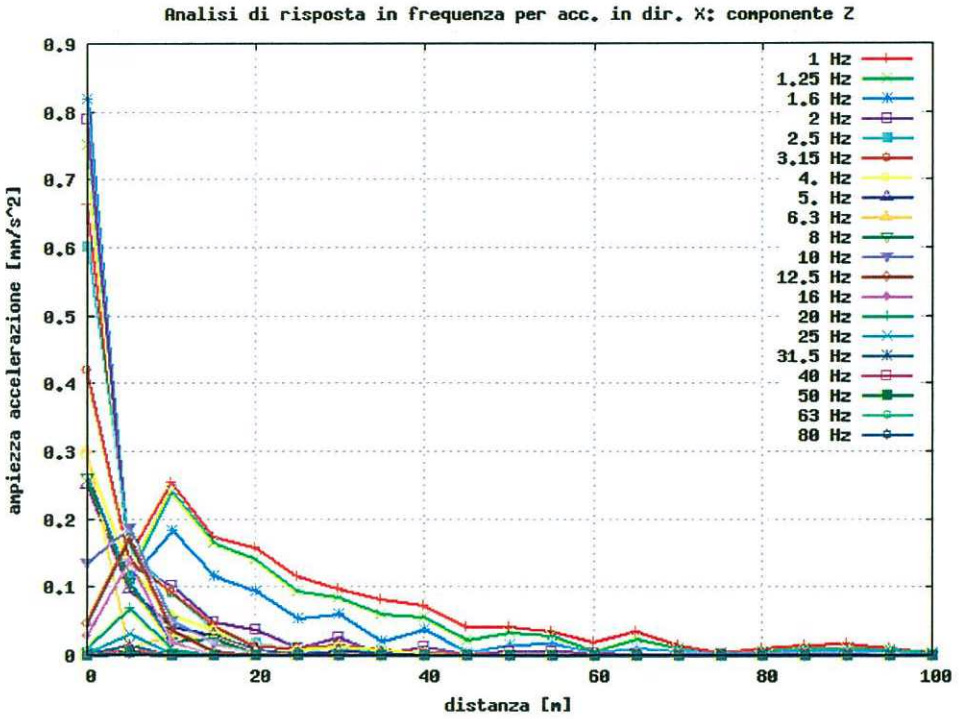
Per ciascuna delle frequenze di interesse è possibile determinare la risposta del sistema nel dominio considerato. La figura seguente mostra l'analisi di risposta per la frequenza di 1 Hz relativa ad accelerazione in input in direzione X per entrambe le componenti X e Z. Analoghi risultati sono calcolati per ciascuna delle frequenze di interesse.


f = 1 [Hz] Ampiezza Acc. [mm/s^2] per input X: comp. X e Z
Max: 1.042
Min: 0
Max: 1.00
Min: 3.331e-12


Max: 0.665
Min: 0
Max: 0.600
Min: 1.998e-12

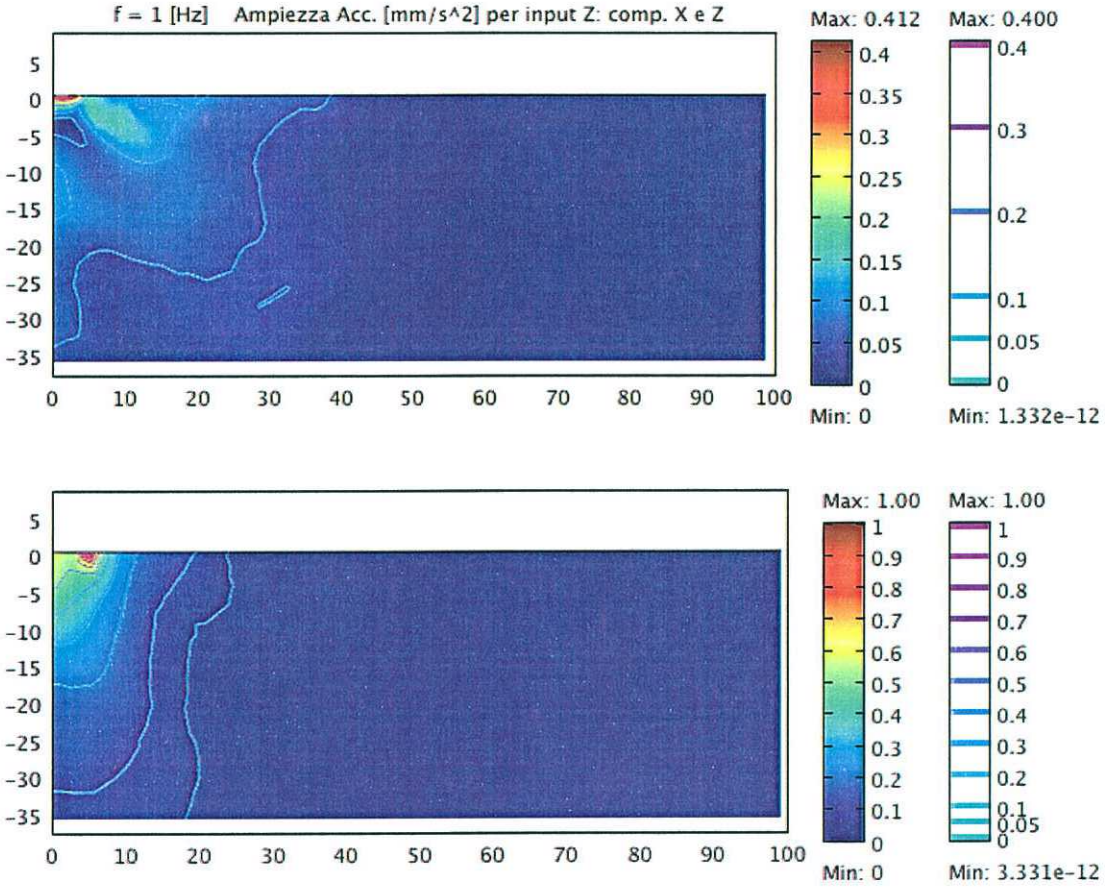
La risposta (frequenza per frequenza) sul livello di interesse (0 m) è rappresentata nella figura seguente.



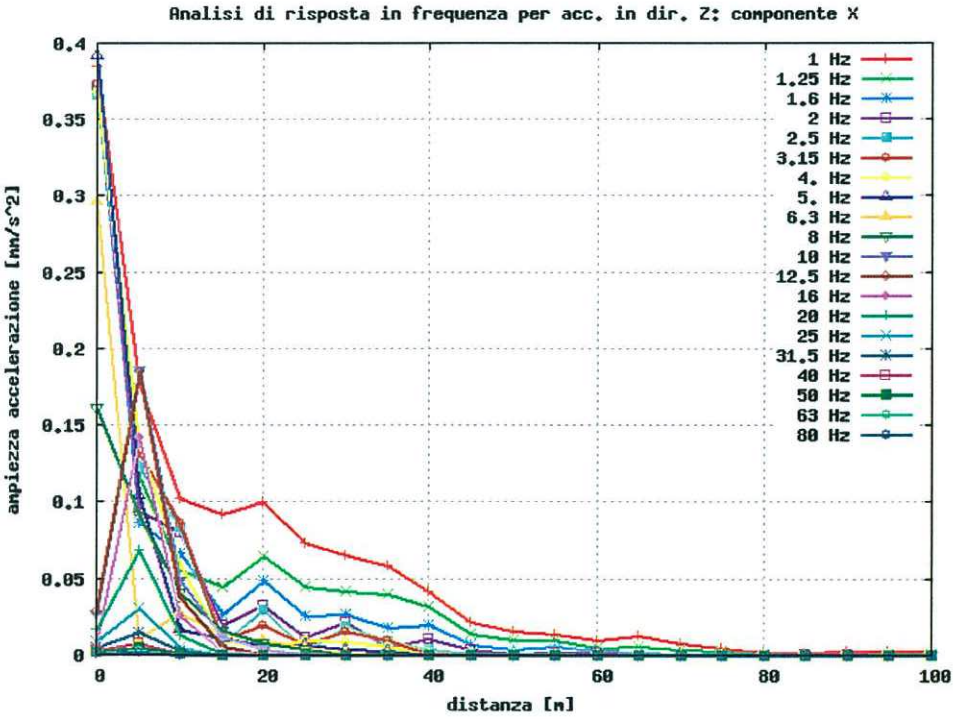

Analisi di risposta in frequenza per acc. in dir. X: componente Z
ampiezza accelerazione [mm/s^2]
distanza [m]
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
20
40
60
80
100
1 Hz
1.25 Hz
1.6 Hz
2 Hz
2.5 Hz
3.15 Hz
4. Hz
5. Hz
6.3 Hz
8 Hz
10 Hz
12.5 Hz
16 Hz
20 Hz
25 Hz
31.5 Hz
40 Hz
50 Hz
63 Hz
80 Hz

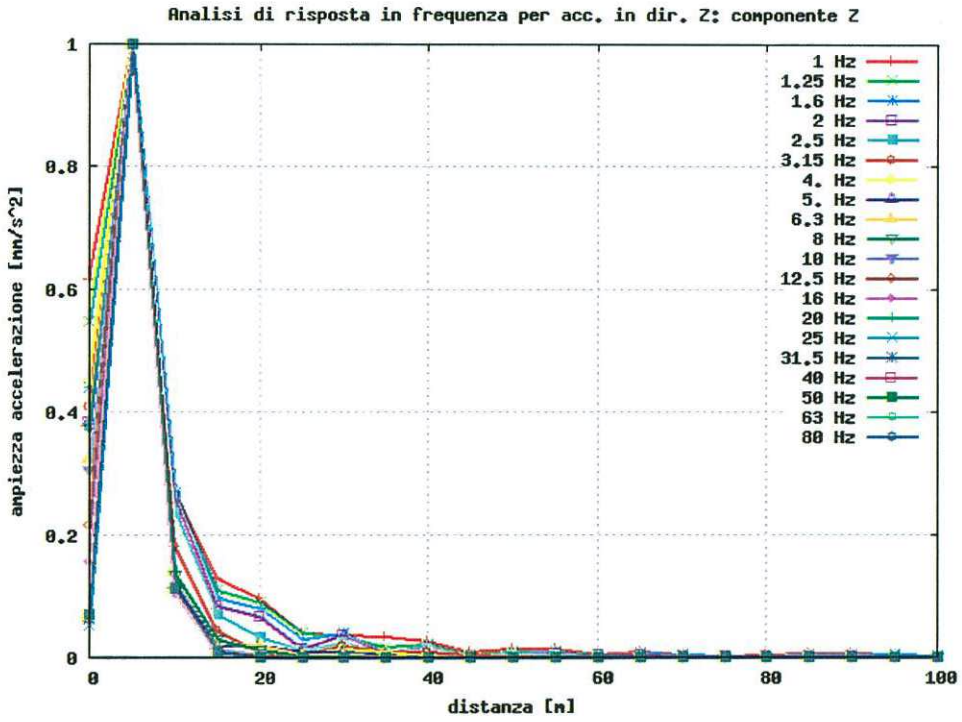
9.4.4.14 Risposta (sorgente vibratoria in direzione *Z*)

Per ciascuna delle frequenze di interesse è possibile determinare la risposta del sistema nel dominio considerato. La figura seguente mostra l'analisi di risposta per la frequenza di 1 Hz relativa ad accelerazione in input in direzione Z per entrambe le componenti X e Z. Analoghi risultati sono calcolati per ciascuna delle frequenze di interesse.



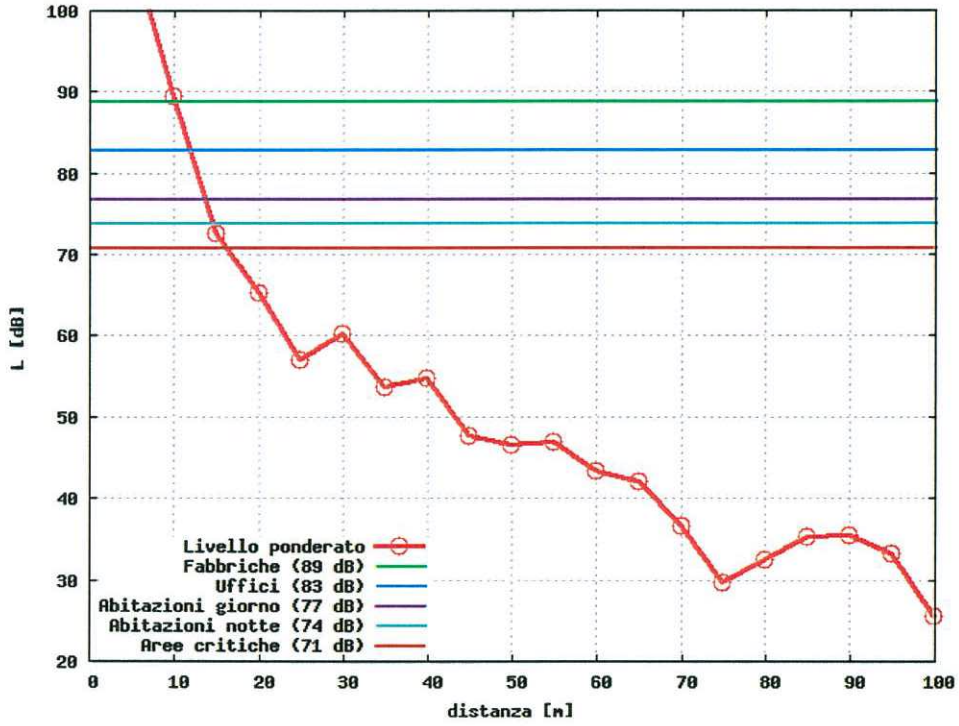
La risposta (frequenza per frequenza) sul livello di interesse (0 m) è rappresentata nella figura seguente.




Analisi di risposta in frequenza per acc. in dir. Z: componente Z
ampiezza accelerazione [m/s^2]
distanza [m]
1 Hz
1.25 Hz
1.6 Hz
2 Hz
2.5 Hz
3.15 Hz
4. Hz
5. Hz
6.3 Hz
8 Hz
10 Hz
12.5 Hz
16 Hz
20 Hz
25 Hz
31.5 Hz
40 Hz
50 Hz
63 Hz
80 Hz
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
20
40
60
80
100

9.4.4.15 Livello totale

Nella figura e nella tabella che seguono sono indicati i valori del livello totale delle vibrazioni in funzione della distanza dall'asse del tracciato (da 0 a 100 m), a confronto con i limiti imposti dalla norma UNI 9614 per sorgenti di tipo continuo. Nella tabella sono evidenziate le distanze tra le quali si ha la transizione del livello che comporta il superamento del valore limite per abitazioni (notte).

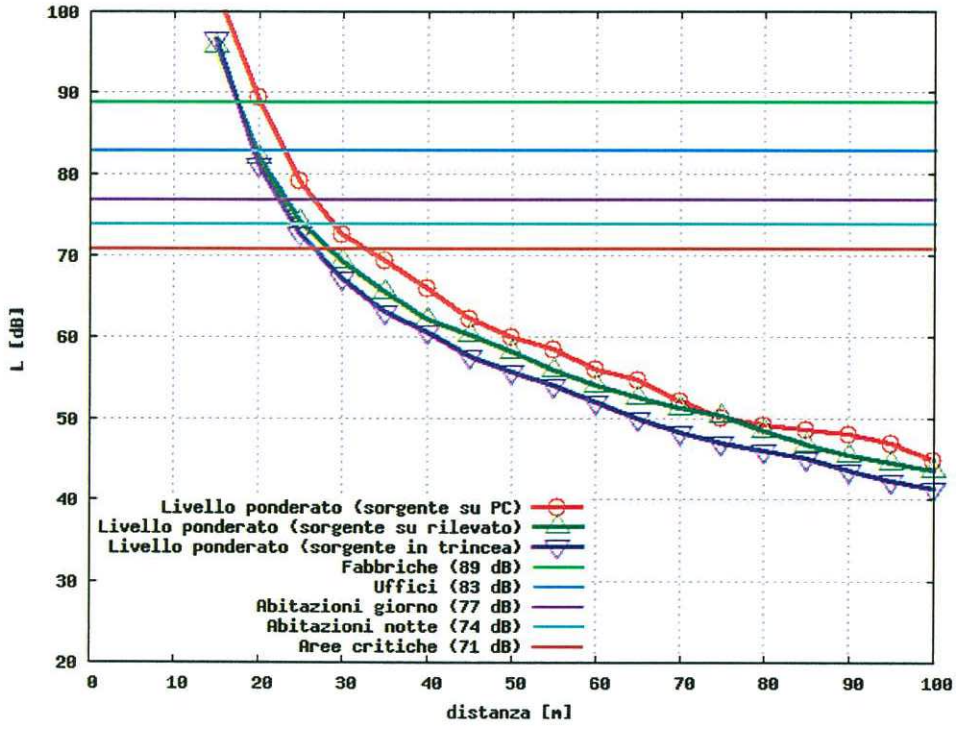


Distanza [m]	*Livello ponderato [dB]*	*Limite abitazioni notte [dB]*
5.0	108.247	74
10.0	89.567	74
15.0	72.736	74
20.0	65.300	74
25.0	57.075	74
30.0	60.204	74
35.0	53.756	74
40.0	54.760	74
45.0	47.704	74
50.0	46.641	74
55.0	46.962	74
60.0	43.409	74
65.0	42.152	74
70.0	36.621	74
75.0	29.752	74
80.0	32.620	74
85.0	35.338	74
90.0	35.598	74
95.0	33.343	74
100.0	25.581	74

9.4.5 Effetti della localizzazione della sorgente e della profondità del piano di indagine

In questo paragrafo si mostrano i risultati ottenuti per una litologia di riferimento al variare della localizzazione della sorgente vibratoria (rilevato/trincea o piano campagna, PC) e della profondità di indagine. Questo ultimo aspetto risulta di interesse qualora si voglia identificare l'impatto delle vibrazioni sulle fondazioni degli edifici.

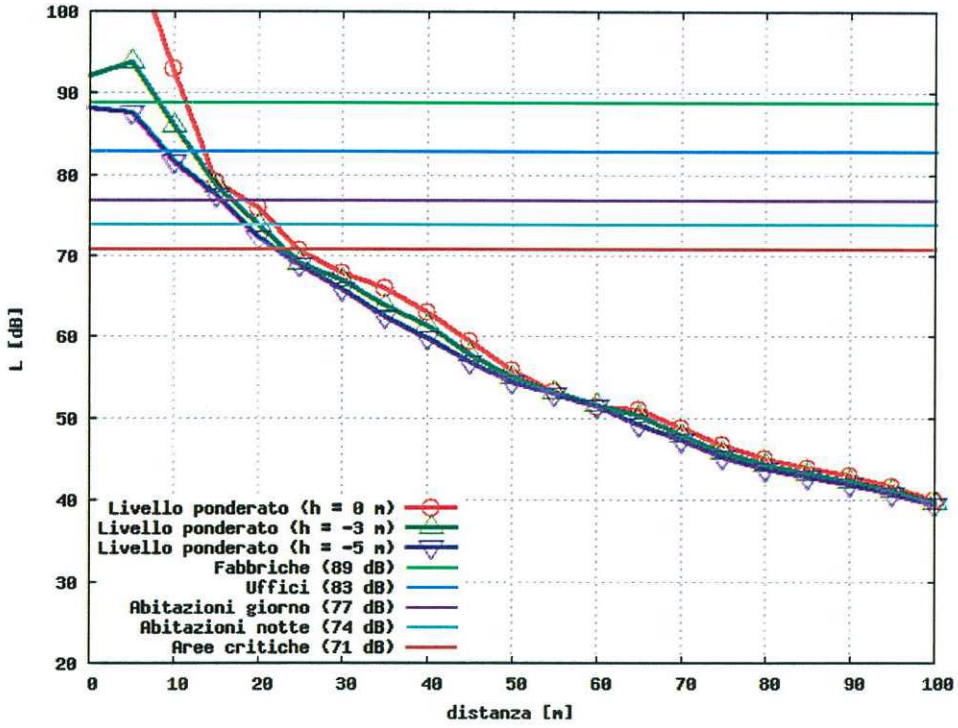
La figura che segue mostra il livello totale di accelerazione in funzione della distanza dall'asse del trcciato, al variare della sorgente vibratoria (posta rispettivamente su PC, rilevato a +3 m, o trincea a -3 m).



Si noti come la sorgente vibratoria posta sul piano campagna sia responsabile del livello di accelerazione maggiore tra i tre considerati, su tutto il range di distanza.

La figura seguente mostra, per sorgente posta sul piano campagna, il livello delle vibrazioni a differenti profondità (PC 0 m, -3 m, -5 m). Si può notare come il livello vibratorio superficiale (PC) risulti maggiore rispetto a quello valutato a profondità crescenti.

Le analisi condotte ipotizzando la sorgente posta sul piano campagna e valutando i livelli in superficie risultano essere dunque conservative, identificando l'esame del caso peggiore.



9.4.6 Ricettori sensibili

Nell'identificare i ricettori potenzialmente interessati da livelli di vibrazione critici, occorre osservare quanto segue:

1. La stima dei livelli prodotta nel presente studio è di tipo conservativo, sia per quanto riguarda la localizzazione della sorgente (rilevato, trincea, piano campagna), sia per quanto riguarda la definizione del piano o profondità di interesse (si veda a tal proposito il paragrafo precedente). Inoltre, la sorgente utilizzata nella presente analisi è la maggiormente energetica tra quelle disponibile, identificando, nuovamente il caso peggiore.

2. I livelli limite indicati dalla normativa (UNI 9614) si riferiscono a vibrazioni stazionarie continuative. Il traffico ferroviario costituisce una sorgente di vibrazioni di tipo intermittente. Pertanto, l'adozione dei livelli imposti dalla norma UNI 9614 può essere considerato un'approccio di tipo conservativo.

3. Nello studio condotto si evidenzia come la transizione dei livelli da valori ammissibili a valori oltre i limiti avviene a distanze dall'asse del tracciato comprese entro i 22 m. La zona potenzialmente sensibile risulta essere estremamente ridotta se si considera l'ingombro totale dei manufatti che definiscono la linea stessa.

Nella tabella che segue si riporta, in funzione del terreno in esame, la distanza critica dall'asse del tracciato per il superamento del livello notturno per le abitazioni.

Si riportano nella tabella seguente i ricettori potenzialmente interessati da livelli di vibrazioni superiori ai limiti. Si noti come, per quanto affermato in precedenza, i livelli riportati debbano intendersi quali valori conservativi.

Progressiva (da Km a Km)	*Ricettore*	*Distanza indicativa [m]*	*Tipologia ricettore*	*Livello indicativo [dB]*	*Limite [dB] (UNI 9614)*
1.0 – 2.0	5087	15	Abitazione	79	74 (notte)
22.0 – 23.0	5360	10	Abitazione	93	74 (notte)
37.0 – 38.0	1294	10	Fabbrica	93	89
	1295	10	Fabbrica	93	89
	1293	15	Abitazione	79	74 (notte)
	1353	10	Abitazione	90	74 (notte)
	1385	10	Fabbrica	90	89
	1384	10	Fabbrica	90	89
	1382	10	Uffici	90	83
	1380	10	Fabbrica	90	89
	1386	10	Fabbrica	90	89
38.0 – 39.0	1450	15	Abitazione	79	74 (notte)
	1459	20	Abitazione	76	74 (notte)
46.0 – 47.0	5983	15	Abitazione	79	74 (notte)
	5984	15	Abitazione	79	74 (notte)

Tali ricettori saranno, tuttavia, oggetto di monitoraggio ambientale, come descritto all'interno nel Quadro di Riferimento Progettuale, nel capitolo relativo al Piano di Monitoraggio Ambientale e relativa tavola di ubicazione dei punti di monitoraggio.

9.5 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne coinvolte sono costituite sia dai residenti nella fascia di territorio adiacente la linea ferroviaria, sia dai soggetti che nella stessa fascia svolgono attività di carattere lavorativo. E' inoltre prevista l'esecuzione di un monitoraggio finalizzato a verificare eventuali criticità, da svolgersi nella prima fase di esercizio della linea. Di conseguenza non ci si attende che i residenti possano considerare significativo il problema vibrazionale.

10 CAMPI ELETTROMAGNETICI

10.1 Riferimenti legislativi

- L.Q. del 22 febbraio 2001 - "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- D.C.P.M dell'8 luglio 2003 - "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Raccomandazione 1999/512/CE del 12 luglio 1999 – "Raccomandazione del consiglio relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz".

Legge 36/2001 del 22 febbraio 2001. Legge quadro sulla protezione dall'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

Il campo di applicazione della legge è molto ampio, comprendendo impianti, sistemi ed apparecchiature che possano comportare esposizione dei lavoratori e della popolazione a campi elettromagnetici con frequenze comprese fra 0 Hz e 300 GHz. In questo intervallo di frequenze sono comprese sorgenti quali gli elettrodotti, le stazioni radiobase per la telefonia mobile, i radar e gli impianti fissi per l'emittenza radiotelevisiva.

Nella tabella seguente si illustra la ripartizione delle competenze tra Stato, regioni, province e comuni prevista dalla norma.

STATO	*Determinare:* *Limiti di esposizione* *Valori di attenzione* *Obiettivi di qualità* *Parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti* *Criteri di elaborazione dei piani di risanamento* *Individuare le tecniche di misurazione e rilevamento* *Promuovere attività di ricerca e sperimentazione scientifica* *Coordinare le attività di raccolta, elaborazione e diffusione dei dati* *Istituire il catasto nazionale delle sorgenti fisse e mobili di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici* *Realizzare gli accordi di programma* *Definire i tracciati degli elettrodotti*
REGIONI	*Adottare un piano di risanamento* *Individuare i siti di trasmissione (telefonia mobile, impianti radioelettrici, impianti per radiodiffusione)* *Definire i tracciati degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 Kv* *Definire le modalità per il rilascio delle autorizzazioni all'installazione degli impianti sopra descritti* *Realizzare e gestire un catasto regionale* *Individuare gli strumenti e le azioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità*

	Concorrere nell'approfondimento delle conoscenze scientifiche relative agli effetti per la salute
PROVINCE E COMUNI	*Controllo e vigilanza sanitaria* *Ai Comuni è riconosciuta la facoltà di adottare un regolamento per assicurare il corretto insediamento urbanistico e territoriale degli impianti, e minimizzare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici*

Secondo la legge, è competenza delle Regioni la definizione dei piani di risanamento dei sistemi esistenti, l'adozione di criteri generali per la localizzazione degli impianti fissi e l'individuazione, negli strumenti urbanistici generali e loro varianti, dei tracciati degli elettrodotti, con previsione di fasce di rispetto all'interno delle quali non si consenta alcuna destinazione urbanistica, residenziale, scolastica e sanitaria.

Allo Stato rimangono altre funzioni di rilievo. In primo luogo la determinazione, attraverso l'emanazione di un D.P.C.M., dei valori massimi di esposizione per l'ambiente esterno, abitativo e di lavoro, nonché delle politiche di riduzione dell'esposizione. Sempre allo Stato spetta la realizzazione di una sorta di catasto delle sorgenti fisse di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici e dei territori interessati, con l'obiettivo di stimarne i livelli nell'ambiente. Infine, alle Province e ai Comuni spettano l'adozione di un regime amministrativo autorizzatorio degli impianti in questione e l'esercizio di funzioni di controllo e di vigilanza.

D.P.C.M dell'8 luglio 2003 - Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti

Il decreto definisce i limiti di riferimento previsti dalla legge quadro.

Di seguito si riportano gli articoli fondamentali con riferimento al problema dell'alimentazione di una linea ferroviaria.

Art.3 - Limiti di esposizione e valori di attenzione

Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100μT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10μT, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Art.4 - Obiettivi di qualità

Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3μT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Raccomandazione 1999/512/CE del 12 luglio 1999 – "Raccomandazione del consiglio relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz

Il riferimento normativo per i campi elettromagnetici generati da correnti continue è costituito dalla Raccomandazione del Consiglio delle Comunità Europee n° 519 del 12 luglio 1999 "Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz".

La raccomandazione introduce un livello di riferimento per l'induzione magnetica pari a *40000* □*T* nell'intervallo di frequenza tra 0 e 1 Hz, mentre non fissa alcun limite per l'intensità del campo elettrico in tale intervallo di frequenza.

10.2 Metodologia di lavoro

L'analisi della presente componente ha avuto lo scopo di determinare l'ampiezza delle fasce di rispetto e delle DPA, previste dal DPCM 8 luglio 2003, relative al campo magnetico creato dagli elettrodotti che alimentano le sottostazioni elettriche della tratta in esame.

Tale tratta verrà elettrificata nella fase 5 allo standard a 25kV previsto per le linee AV, dopo la tratta precedente, Aeroporto-Portogruaro, che verrà elettrificata in una prima fase (denominata "fase 3c") con standard a 3kV, predisposta per il 25kV.

L'alimentazione degli impianti fissi di elettrificazione verrà effettuata con nuove linee di alta tensione a 132kV

per i quali dovrà essere eseguita la verifica degli obiettivi di qualità del campo elettromagnetico.

Tale verifica è regolata dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell' 8 Luglio 2003 che fissa i limiti di esposizione ai campi elettrici e magnetici per la protezione della popolazione.

L' articolo 4 del decreto, che riguarda la progettazione di nuovi elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, stabilisce come obiettivo di qualità che deve essere rispettato nella progettazione, il valore di 3uT. Contemporaneamente l'articolo 6 dello stesso decreto stabilisce che la corrente con cui si deve calcolare il campo magnetico e la relativa fascia di rispetto generato dalla stessa dovrà essere quella definita dalle norme CEI 11-60 come " Portata in corrente in servizio normale ".

Il decreto 29 maggio 2008 e la Norma CEI 106-11, prevedono una metodologia di calcolo pee la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

A tali normative si farà in seguito riferimento per la determinazione delle suddette fasce e delle DPA relative, sia per le linee aeree che per quelle in cavo, per la verifica dell'*obiettivo di qualità* di quei ricettori che sono da considerarsi più critici ai fini dell'esposizione ai campi magnetici.

Non verrà eseguita la verifica del campo elettrico in quanto per elettrodotti alimentati con tensione minore o uguale a 150kV, non vengono superati i limiti di esposizione per la popolazione di 5kV/m stabilito dal decreto di cui sopra.

10.3 Descrizione dello stato attuale

10.3.1 Metodologia di calcolo del campo elettromagnetico

Di seguito viene riportata la metodologia adoperata per la determinaione delle fasce di rispetto/DPA degli elettrodotti di alimentazione degli impianti elettrici della tratta ferroviaria in questione.

Sulla base delle caratteristiche elettriche e meccaniche dei conduttori e dei sostegni utilizzati, nonché della portata di corrente in servizio normale previsto dalla Norma CEI 11-60, tenuto conto delle varie configurazioni delle corrnti nei conduttori, si è proceduto con l'ausilio di un programma di simulazione dedicato, che tiene conto, in modo approssimata, della geometria della catenaria dei conduttori, alla determinazione delle **fasce di rispetto imperturbate** (così come definite dal Decreto 29 maggio 2008) per le diverse tipologie di linee utilizzate.

Si sono quindi determinate, campata per campata, le DPA e le APA relative tenendo conto di quanto successivamente indicato.

Nei casi di parallelismo con altri elettrodotti o nel caso di cambio di direzione delle diverse campate della linea, nonché in corrispondenza delle derivazioni, si è aumentata la estensione delle fasce/DPA imperturbate innanzi determinate, seguendo i criteri e le procedure inserite nell'allegato al decreto 29 maggio 2008.

Di seguito sono riportate le caratteristiche elettriche e meccaniche dei conduttori e dei sostegni utilizzati per i vari elettrodotti.

10.3.1.1 Conduttori e trefoli

Conduttore

- Diametro Ø = 22,8 mm;
- Sezione teorica: S = 307.7 mm^2
- Materiale: Alluminio/Acciaio
- Formazione (n° x mm) 26 x 3.6 + 7 x 2.8
- Sezione Alluminio S_{al} = 264.4 mm^2
- Sezione Acciaio S_{acc} = 43.1 mm^2

Trefolo di guardia

Le caratteristiche del trefolo di guardia sono le seguenti:

- Diametro Ø = 10.5 mm;
- Sezione teorica: S = 65.81 mm^2
- Materiale: Acciaio
- Formazione (n° x mm) 19 x 2.1
- Massa propria teorica p = 0.503 kg/m

Sostegni

Di seguito sono riportate le teste dei principali sostegni utilizzati per la realizzazione delle varie linee primarie a 132kV previste in progetto.

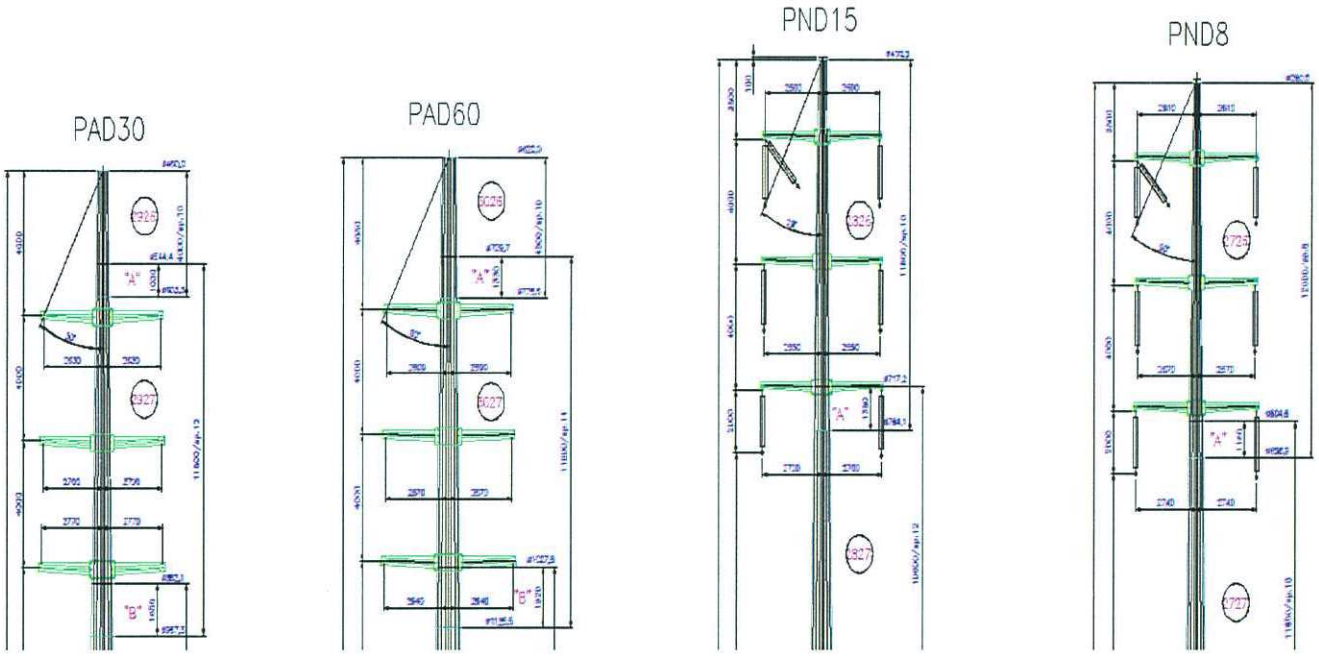


Figura 78 T Tipologici teste dei sostegni in doppia terna con fusto poligonale

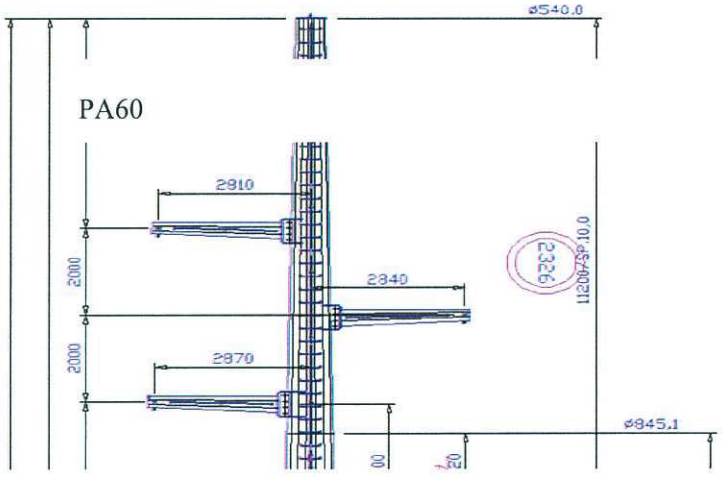


Figura 79 Tipologico teste dei sostegni in semplce terna con fusto poligonale

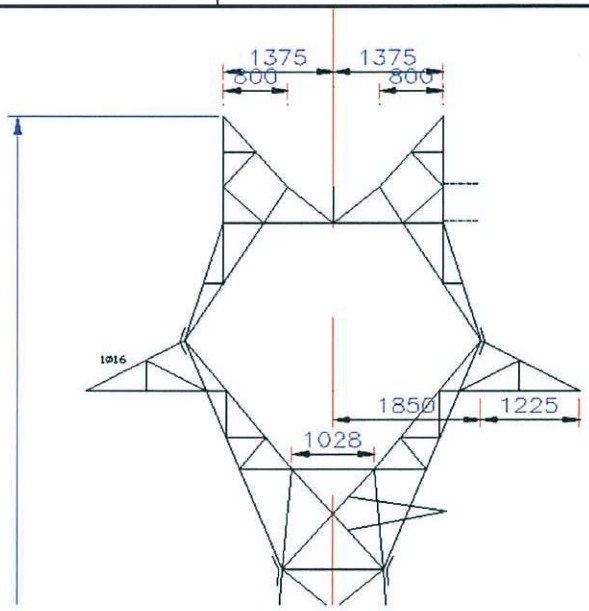


Figura 80 Tipologico teste dei sostegni in semplce terna in sottostazione

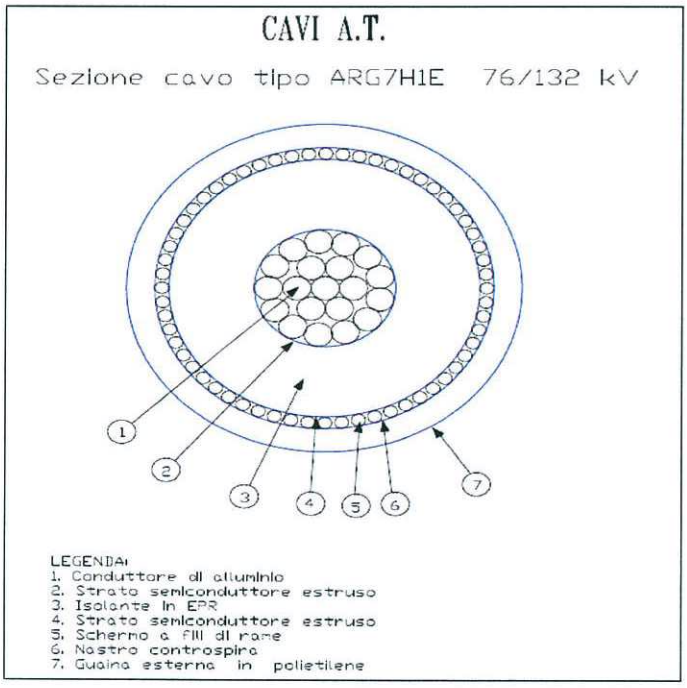


Figura 81 Tipologico del Cavo 132kV

10.4 Valutazione delle interferenze

10.4.1 Determinazione delle fasce di rispetto/dpa

Negli elaborati di seguito elencati sono riportati gli stralci planimetrici delle varie DPA e relative APA ricavate con i criteri illustrati nel precedente paragrafo.

La determinazione delle DPA indisturbate sono state ricavate per le seguenti tipologie di linea:

- Doppia terna compatta fig. 1a , 1b
- Semplice terna destra fig 2a ,2b
- Cavo AT semplice terna a Trifoglio
- Cavo AT doppia terna a trifoglio.

I valori delle DPA ricavati sono riportate in sintesi nella seguente tabella:

Elettrodotto	**Conduttore**	**Portata di calcolo**	**DPAsx**	**DPAdx**
Doppia Terna Compatta Ottimizzata	22.8 mm	445	15	15
Semplice Terna Compatta dx	22.8 mm	445	14	15
Cavo 132kV ST Trifoglio	630 mmq	445	2	2
Cavo 132kV DT Trifoglio	630 mmq	445	2.75	2.75
Cavo 132kV DT Trifoglio $\geq 45°$	630 mmq	445	3.75 int. dev.	2.55 est. dev.
Cavo 132kV DT Trifoglio $\geq 45°$ Ottimizzata	630 mmq	445	3.2 int. dev.	2.1 est. dev.

Tabella 49 DPA indisturbate

Si fa notare che le DPA relative alla doppia terna compatta sono relative a una configurazione delle correnti ottimizzata. Per il cavo DT a 132kV invece il valore della DPA non si riferisce alla configurazione ottimizzata per tenere conto dell'aumento della fasca in corrispondenza dei leggeri cambi di direzione (fino a 15°).

Per cambi di direzione maggiori si sono usati i valori riportati nell'ultima riga della tabella.

Si fa notare infine che in alcuni punti del tracciato delle linee primarie LP01 e LP05, l'area di prima approssimazione è molto vicina (ma non intercetta) ricettori limitrofi. In quelle zone, qualora richiesto, potrà essere effettuata un indagine più accurata della valutazione del campo, utilizzando software più sofisticati consentendo una più corretta valutazione dell'ampiezza delle fasce.

10.5 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne coinvolte sono costituite dagli enti pubblici preposti alla tutela dell'ambiente e della salute umana, oltre che dai cittadini residenti nelle aree interessate dagli interventi in progetto.

Data la collocazione dell'unico elettrodotto aereo, in area lontana da centri abitati, e dati i risultati delle analisi, si ritiene che non vi sarà interesse da parte degli stakeholder.

11 PAESAGGIO

11.1 Riferimenti legislativi

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, Norme in materia ambientale
- Decreto Presidente Consiglio Ministri 27 dicembre 1988, Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 10 agosto 1988, n. 377
- Legge 9 gennaio 2006, n. 14, Ratifica ed esecuzione della Convenzione europea sul paesaggio, fatta a Firenze il 20 ottobre 2000
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 Codice dei beni culturali e del paesaggio ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137
- D.P.C.M. 12 dicembre 2005, Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali del paesaggio di cui al D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42
- Legge 6 dicembre 1991, n. 394, Legge quadro sulle aree protette.

Regione Veneto

- Legge regionale 11 marzo 1986, n. 9, integrativa della 61/1985
- L.R. 11/2004
- Legge Regionale 10 agosto 2006 n. 18
- legge regionale 23 aprile 2004, n.11
- Legge regionale 16 agosto 1984, n. 40, Nuove norme per la istituzione di parchi e riserve naturali regionali.
- Parco Naturale Regionale del Fiume Sile, istituito con L.R. 28.1.1998, n. 8
- Legge regionale 27 giugno 1985, n. 61
- L.R. 11.3.1986, n.9, la Regione predispone appositi "Piani di Area" con specifica considerazione dei valori paesistico-ambientali

Regione Friuli-Venezia Giulia

- Legge Regionale 9 dicembre 2009, n. 22 " avvio della riforma della pianificazione territoriale della Regione"
- L. R. 23 febbraio 2007, n. 5, adozione del Piano Territoriale Regionale

11.1.1 Vincoli agenti sulle aree interessate dal progetto

La necessità di redigere la parte dello Studio di impatto relativa alla componente Paesaggio in forma di relazione paesaggistica deriva dal fatto che le aree interessate dal progetto intersecano diversi ambiti di tutela dei beni paesaggistici (vincoli di natura paesaggistica).

La parte terza del Codice dei beni culturali e del paesaggio ai sensi dell'art. 134 dichiara beni paesaggistici: gli immobili e le aree (di cui all'articolo 136 Dlgs 42/2004, Codice dei beni culturali e del paesaggio) individuati ai sensi degli articoli da 138 a 141, le aree (di cui all'articolo 142 Dlgs 42/2004), gli ulteriori immobili ed aree specificamente individuati a termini dell'articolo 136 e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti dagli articoli 143 e 156.

Nelle aree interessate dal progetto sono presenti alcuni beni individuati selettivamente e sottoposti a vincolo di tutela specifica e "individuale" . Sono soggetti alle disposizioni di questo Titolo per il loro notevole interesse pubblico (Art. 136 Dlgs 42/2004, Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della L. 137/2002):

a) le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale (singolarita' geologica o memoria storica, ivi compresi gli alberi monumentali);

b) le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza;

c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale , (inclusi i centri ed i nuclei storici);

d) le bellezze panoramiche e cosi' pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.

Sono comunque di interesse paesaggistico e sono sottoposti alle disposizioni del Titolo di tutela e valorizzazione dei beni paesaggistici le " aree tutelate per legge" (Art. 142 Dlgs 42/2004). In particolare, in riferimento al corridoio di progetto:

c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;

f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonche' i territori di protezione esterna dei parchi;

g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorche' percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227;

i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448;

m) le zone di interesse archeologico.

11.2 Metodologia di lavoro

Lo studio di impatto sulla componente Paesaggio è redatto in forma di Relazione Paesaggistica ed è pertanto strutturato secondo le specifiche dell'Allegato al DPCM del 12 dicembre 2005. Conseguentemente, la finalità

generale della presente sezione dello studio di impatto ambientale consiste nel fornire gli elementi necessari per la valutazione della compatibilità paesaggistica da parte dell'Amministrazione competente, ai sensi dell'art. 146, comma 5 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, d'ora in poi Codice).

La suddetta finalità generale è perseguita principalmente tramite l'individuazione delle relazioni che si determineranno tra l'opera in progetto e il "paesaggio", inteso secondo l'accezione della Convenzione europea del paesaggio (d'ora in poi Convenzione) come «una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni».

Alla definizione di paesaggio e ai concetti di "patrimonio" (heritage) e "identità" che emergono dalla Convenzione si richiama anche Il Codice, che stabilisce che per paesaggio si deve intendere "il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni" (art. 131 co. 1) e che cita espressamente la Convenzione come riferimento per la ripartizione delle competenze in materia di paesaggio (art. 132 co. 2). Il Codice, in particolare, "tutela il paesaggio relativamente a quegli aspetti e caratteri che costituiscono rappresentazione materiale e visibile dell'identità nazionale, in quanto espressione di valori culturali (art. 131 co. 2), manifestando con ciò come la sua impostazione generale sia ispirata ai principi contenuti nell'art. 1, in base ai quali, in attuazione dell'articolo 9 della Costituzione, il Codice stesso tutela e valorizza il "patrimonio culturale" (co. 1), costituito dai beni culturali e dai beni paesaggistici (art. 2 co. 1), con la finalità di preservare la memoria della comunità nazionale e del suo territorio e di promuovere lo sviluppo della cultura (art. 1 co. 2).

Facendo proprie le definizioni sopra esposte e le recenti metodologie d'indagine paesaggistica, il metodo di lettura utilizzato nella presente relazione si fonda su due approcci tra loro complementari:

- approccio strutturale;
- approccio percettivo.

L'approccio strutturale parte dalla constatazione che ciascun paesaggio è dotato di una struttura propria: è formato, cioè, da tanti segni riconoscibili o è definito come struttura di segni. Tale lettura ha quindi come obbiettivo prioritario l'identificazione delle componenti di tale struttura, riconducibili anche agli elementi di analisi dello stato attuale di cui al punto 3.1. A dell'Allegato al DPCM 12/12/2005. Si tratta sostanzialmente di caratteri geomorfologici; sistemi naturalistici, sistemi insediativi storici, paesaggi agrari, tessiture territoriali storiche, sistemi tipologici (sistema delle cascine, sistema delle ville); percorsi panoramici o punti panoramici; ambiti a forte valenza simbolica (devozione popolare, rappresentazioni pittoriche o letterarie)», tratti principalemente dai quadri conoscitivi dei piani a valenza paesaggistica (v. 11.3.1). I suddetti caratteri strutturali, riportati per quanto riguarda il corridoio di progetto nella tav. L34600R22N4SA000A025A- 030A *Carta della struttura del paesaggio*, sono stati indagati analizzando sia le componenti fisico-naturalistiche che quelle antropiche. Le prime costituiscono l'incastellatura principale su cui si regge il paesaggio interessato dall'intervento progettuale, rappresentando, in un certo senso, i "caratteri originari". Essi sono costituiti dalle forme del suolo, dall'assetto idraulico, dagli ambienti naturali veri e propri (boschi, forme riparali, zone umide, alvei fluviali e torrentizi). Le seconde sono rappresentate da quei segni della cultura presenti nelle forme antropogeniche del paesaggio che rivelano una matrice culturale o spirituale, come una concezione religiosa, una caratteristica etnica o sociale, etica, uno stile architettonico. Questa matrice può appartenere al passato o all'attualità, data la tendenza di questi segni a permanere lungamente alla causa che li ha prodotti.

L'approccio percettivo invece parte dalla constatazione che il paesaggio è fruito ed interpretato visivamente dall'uomo. Il suo obiettivo è l'individuazione delle condizioni di percezione che incidono sulla leggibilità e riconoscibilità del paesaggio. Gli elementi visuali e percettivi, riportati per quanto riguarda il corridoio di progetto nella tav. L34600R22N4SA000A031A-36A *Carta delle condizioni percettive*, sono stati individuati secondo le

viste che si hanno dai più frequentati percorsi e dai siti riconosciuti quali principali luoghi d'osservazione e di fruizione del territorio. Sono annoverati tra gli elementi percettivi anche i detrattori della qualità visuale del paesaggio, quali: linee elettriche esistenti, impianti industriali isolati, impianti tecnologici.

11.3 Descrizione dello stato attuale

11.3.1 Struttura del paesaggio

11.3.1.1 Contesto di area vasta

Il contesto geografico-paesaggistico in cui è inquadrabile l'area interessata dalla nuova linea ferroviaria riguarda necessariamente, in questo più che in altri casi, un'ampia area nella quale giocano un ruolo importante e interdipendente l'acqua e la terra. Di questa ampia area, in cui rientrano sia l'intera regione Friuli sia parte del Veneto, non è in realtà possibile distinguere confini geografici netti. Si tratta infatti di un "territorio fluviale", i cui veri protagonisti, i fiumi, sono e saranno sempre, in un continuum divenire. È di conseguenza necessario, per comprendere i caratteri di tale territorio fluviale, allargare lo sguardo sia in direzione nord sud per seguire il corso dei fiumi dalle Alpi al Mare, sia in direzione ovest est per abbracciare l'intera pianura Veneto Friulana, naturale ma distinta prosecuzione di quella padana.

Nella lettura nord-sud non si è potuto fare a meno di partire dalla terra alpina in quanto naturale "madre" della pianura in cui si inserisce l'opera. Nell'indagine est-ovest, invece, si è ritenuto sufficiente considerare, oltre tutta l'area interessata direttamente dal progetto, l'intera e sola estensione della pianura veneto friulana, considerabile come un unico ambiente sebbene amministrativamente suddivisa tra regione veneta e regione friulana. La pianura veneta non è che la naturale estensione della Padania e trapassa senza soluzione di continuità nella pianura friulana, fino ad arrestarsi alle pendici del Carso. Ma non è solo l'essere bagnata da fiumi che, discendendo dalle Alpi come i tributari del Po, divergono dall'asta maggiore per gettarsi direttamente al mare, che la distingue dalla pianura padana. Infatti, a differenza di quella bagnata dal Po, quella veneta, stretta fra le propaggini prealpine e il golfo di Venezia in una fascia non più ampia di 60-70 chilometri, è tutta protesa verso la costa adriatica e si sfrangia nei paesaggi anfibi delle lagune. La pianura veneta perciò, rispetto a quelle più interne, risente maggiormente della vicinanza del mare e ciò comporta soprattutto un' attenuazione dei caratteri continentali: ecco quindi la riduzione degli eccessi termici, sia d'estate che d'inverno. La presenza dell'Adriatico e dei fiumi che vi confluiscono costituisce forse l'elemento che dà origine alle più spiccate peculiarità di questo ambiente. L'antico passato "marinaro" si può rileggere sia nella fascia perilagunare dove, ad esempio, alcune nuove case ricordano quelle in muratura lagunari o dove è facile imbattersi in alcune imbarcazione con voga alla veneziana.

D'altra parte, indietro nel tempo, i veneti erano gli antichi abitanti della pianura e protagonisti di una delle più vivaci civiltà preromane d'Italia. Probabilmente fu proprio lo scorrere relativamente tranquillo dei fiumi veneti verso il mare a favorire lo sviluppo della navigazione e del commercio tra l'entroterra e il mare, mentre le vie di terraferma non erano molto frequentate dato che "la bassa pianura veneta conservò a lungo uno squallido aspetto acquitrinoso; i fiumi, disarginati, che la solcavano, con molteplici diramazioni, straripando, davano origine a una moltitudine di stagni putrescenti". In epoca romana questi nuclei primitivi sorti in riva ai fiumi si svilupparono ulteriormente, tanto che oggi la maggior parte dei centri abitati di origine preromana e romana sono bagnati da uno o più corsi d'acqua (ad esempio Verona, Legnago, Este, Vicenza, Padova, Treviso) che consentivano, fino a circa un secolo fa, una discreta attività portuale.

Sempre in relazione agli stretti rapporti tra il mare e la pianura bisogna considerare anche quella serie di centri-emporio, di origine romana, che in successione pressoché regolare, coronano la fascia lagunare altoadriatica a partire da Adria fino ad Aquileia (Monselice, Padova, Altino, Oderzo, Concordia e Portogruaro). Essi erano

importanti non solo come sedi di mercato, ma anche come sicuri ormeggi nell'ambito del piccolo cabotaggio costiero che doveva avere una notevole vitalità nell'alto Adriatico. E' proprio a queste comunità marinare di pianura che si deve, durante le invasioni barbariche, quella famosa emigrazione nelle isole delle vicine lagune che portò alla nascita e allo sviluppo non solo di Venezia ma anche di Chioggia, Caorle e Grado.

La pianura veneta, così come quella friulana è, come abbiamo detto, la filiazione del sistema montano che incombe su di essa; essendosi costituita grazie all'accumulo dei materiali rocciosi derivati dalla plurimillenaria opera di erosione e trasporto che acqua e aria hanno operato trasformandoli in ciottoli, ghiaia, sabbia e facendoli depositare là dove più bassi erano i fondali del mare che nel Pliocene occupava tutta la Pianura padana e friulana. La potenza erosiva dei corsi d'acqua, e degli agenti atmosferici tutti, dovette essere prodigiosa considerando la notevole estensione degli spazi colmati. E' nell'Era delle glaciazioni che il mutamento delle condizioni climatiche favorisce il maggior deposito di materiali a valle. Infatti l'aumento delle precipitazioni sia piovose che nevose contribuì da un lato ad aumentare la capacità di trasporto solido dei fiumi e dall'altro alla formazione di grandi ghiacciai che si accompagnò alla regressione del livello del mare. E' durante le alterne regressioni e ingressioni del livello del mare che si attuò nel modo più solido la costruzione della pianura pedemontana o alta pianura: è infatti allo sbocco dei fiumi in pianura che si accumulano le maggiori quantità di materiali, per lo più grossolani, che formano dei veri e propri conoidi di deiezione. Allontanandosi dal rilievo, si attenua la pendenza dei letti fluviali e di conseguenza si indebolisce la capacità dei fiumi di trasportare detriti; quindi i materiali che intervengono nella costruzione della pianura digradante verso il mare sono più minuti: sabbie e argille. Ciò ha comportato una forte permeabilità dell'alta pianura che permette quindi ai corsi fluviali di "perdersi" nel sottosuolo per "ritrovarsi" o riemergere più a sud quando affiora la falda freatica essendo cambiata la consistenza e la "granulometria" dei suoli.

La linea dove affiora la falda, denominata linea delle risorgive, segna quindi il confine tra alta e bassa pianura. Lungo tale confine si allinea la serie di centri che da Sacile all'Isonzo passa per Pordenone, Casarsa, Codroipo e Palmanova. La maggior parte dell'area posta a sud della linea delle risorgive è stata profondamente modificata dalle bonifiche, che hanno radicalmente modificato l'originario sistema di prati, boschi e paludi, determinando con l'antropizzazione recente l'affermarsi del tipico paesaggio di campi vasti e squadrati intervallati da pioppi che, con i canali, indicano i confini delle aziende medio-grandi. Un ulteriore allineamento di centri si dispone ancora più a sud lungo la direttrice che da ovest a est congiunge Portogruaro – ultimo dei citati centri-emporio di origine romana che coronano la fascia lagunare altoadriatica – con Monfalcone, passando per Latisana e Cervignano. La suddetta direttrice – che coincide grosso modo con il tracciato della infrastruttura in progetto - costituisce la linea di demarcazione tra bassa pianura e zone litoranee-lagunari e perilagunari nonché, probabilmente, il limite storico della risalita dal mare verso terra, lungo fiumi e canali, del piccolo cabotaggio costiero, principale sistema di trasporto in una zona acquitrinosa e quindi inadatta agli spostamenti per via di terraferma.

Ci si riferisce, specificamente, alla porzione di fascia lagunare e perilagunare altoadriatica - che nel suo complesso si estende dal delta del Po al Golfo di Trieste - compresa tra la prime terre in sinistra idrografica dell'Isonzo a est (Monfalcone) e quelle in destra del Fiume Lemene - tributario del Livenza - e la foce di quest'ultimo (Caorle) a ovest; tra il mare con le lagune di Caorle, Marano e Grado a sud e i territori della bassa pianura immediatamente a nord dell'allineamento di centri che coronano questo segmento di fascia lagunare. Si tratta sostanzialmente di quella parte di pianura veneto-friulana, e del suo immediato retroterra, dove, fino a non molto tempo fa, per raggiungere il mare era necessario abbandonare il mezzo di trasporto terrestre e munirsi di una tipica imbarcazione a fondo piatto per superare uno specchio lagunare o per navigare l'asta terminale di qualche fiume in modo da arrivarne alla foce senza perdersi nel pericoloso intrico di canali, canneti, bassi fondali e barene. O, se si vuole, di quelle prime terre raggiungibili dal mare servendosi preferibilmente di mezzi di acqua, potendosi peraltro spingere con gli stessi mezzi ancora più a monte.

Si tratta anche della porzione più meridionale di quell'ampio settore di bassa pianura veneto-friulana – quasi un quarto di cerchio - che dal Livenza va a morire, oltre il Golfo di Panzano, verso l'altipiano Carsico. All'estremo est della suddetta area, ovverosia oltre l'Isonzo - e quindi più o meno in corrispondenza del punto terminale del tratto di infrastruttura ferroviaria in esame – tendono a dissolversi e a confondersi tra di loro il limite tra bassa e alta pianura veneto-friulana – in realtà già svanito presso Palmanova - e la meno netta ma ugualmente "sensibile" linea di corona perilaganure. È come se – in funzione del convergere dei percorsi perilagunare e di risorgiva per infilarsi nello stretto lembo di costa carsica in direzione di Trieste - nella zona di Ronchi-Monfalcone, assimilabile in tal senso a un "punto", si generassero le "linee" di demarcazione prima tra fascia lagunare-perilagunare e resto della bassa e poi tra bassa e alta, e si aprissero quindi a ventaglio le relative "superfici" (laguna-perilaguna, bassa, alta) che costituiscono tali porzioni di pianura, chiusa più a nord dal teatro delle colline.

Il contesto di intervento è quindi basato contemporaneamente sugli elementi idro-morfologici di base e sul sistema insediativo – quest'ultimo principalmente impostato sugli allineamenti di centri lungo la linea di corona perilagunare e, all'estremità est, anche lungo la linea delle risorgive – così come esso si è evoluto a partire dai citati centri-emporio di origine romana. I principali elementi del sistema insediativo organizzatori di tale struttura sono attualmente costituiti dai centri di corona perilagunare di Aquileia, Cervignano, S. Giorgio di Nogaro, Muzzara, Latisana, Portogruaro, S. Stino di Livenza – e, nel settore est, dagli ultimi centri allineati lungo la linea delle risorgive (Casarsa, Codroipo, Castions, Palmanova) - dai collegamenti longitudinali tra i suddetti centri convergenti verso Monfalcone, nonché dai collegamenti trasversali, d'acqua e di terra, tra il mare e la prima corona di centri e tra questi ultimi e i centri di risorgiva a NE.

Rispetto a questo schema a ventaglio longitudinale e a doppio pettine trasversale – di cui quello verso la costa più fitto e regolare - le uniche rilevanti eccezioni sono costituite dal collegamento "storico" tra Portogruaro e Oderzo (già centro emporio romano come Portogruaro stesso) e dai collegamenti tra Portogruaro e Udine e tra Cervignano e Gorizia, che conducono direttamente dai due centri di corona perilagunare ai centri maggiori regionali e ai percorsi verso nord e verso i valichi alpini. A ben vedere, tuttavia, tali eccezioni tendono a sovrapporre al pettine più settentrionale dei collegamenti tra centri perilagunari e centri di risorgiva tre schemi di tipo radiale incompleto, collegati tra di loro e interessanti in parte il nostro ambito:

- il primo impostato su Portogruaro come centro di irradiamento delle percorrenze verso Oderzo e quindi Treviso (dove riprende la linea delle risorgive), verso Pordenone e verso Udine,
- il secondo impostato proprio su Udine come centro di irradiamento dei percorsi verso Portogruaro stesso (e quindi versi i centri di corona perilagunare), verso Palmanova-Cervignano-Aquileia-Grado e verso Trieste,
- il terzo impostato su Cervignano come centro di smistamento dei percorsi verso Udine, Gorizia e Trieste, di cui quelli verso Udine e Trieste coincidenti però con l'incrocio tra collegamento longitudinale perilagunare e relativo elemento di pettine trasversale verso il mare e verso l'alta pianura.

Da un punto di vista strettamente infrastrutturale il percorso di corona perilagunare – di origine evidentemente storica - è attualmente svolto dal fascio infrastrutturale costituito, da sud verso nord, dalla SS 14, dalla ferrovia Venezia-Trieste e dall'autostrada A4 Torino-Milano-Venezia-Trieste. Poco prima dello svincolo di S. Giorgio di Nogaro (Porpetto) quest'ultima si innalza verso nord per raggiungere Palmanova, come se risentisse della spinta verso l'alto impressale dal collegamento trasversale Grado-Aquileia-Palmanova-Udine, e si allinea con il percorso di collegamento tra i centri di risorgiva – che storicamente si arrestava proprio a Palmanova – proseguendolo idealmente in direzione est verso il citato punto di convergenza (Ronchi-Monfalcone) o di generazione della figura territoriale a ventaglio descritta sopra. Il rapporto tra centri di corona e fascio infrastrutturale è tale per cui, essendo naturalmente attraversati dal percorso più vicino alla condizioni storiche di collegamento (SS 14) e risultando alcuni di essi disposti a sud sia del tracciato ferroviario che di quello autostradale, rimangono spesso aperti verso il

mare, a differenza di quanto viceversa accade alla maggior parte dei centri della costa adriatica a sud del Po, bloccati verso il mare dal rilevato ferroviario.

Tale considerazione va in ogni caso contestualizzata nell'ambito dei particolari caratteri, tendenzialmente dispersivi, del sistema insediativo veneto-friulano[14], ma resta comunque vero che il fascio infrastrutturale attuale, e anche l'infrastruttura in progetto, tendono in qualche modo a rispettare, quasi spontaneamente, l'intenso rapporto di queste terre con l'acqua. Il percorso della tratta ferroviaria in progetto, infatti, si svolge oltre la linea di corona lagunare e dentro la fascia perilagunare, procedendo in affiancamento all'autostrada A4 Milano-Venezia-Trieste - e a distanza pressoché costante - da Portogruaro fin quasi a Palmanova, per poi distaccarsene verso sud in direzione di Cervignano del Friuli e Villa Vicentina, e attraversare infine l'Isonzo per raggiungere Ronchi dei Legionari (Turriaco). Così facendo essa, come l'autostrada, ribatte la linea dei centri di corona lagunare fino a poco prima di Porpetto (S. Giorgio di Nogaro), distaccandosene per avvicinarsi alla linea delle risorgive presso Palmanova, ma ridiscendendo poi bruscamente - a differenza dell'autostrada – verso la linea di corona presso Cervignano, e disponendosi infine lungo tale linea, in cui va a convergere di nuovo, presso Monfalcone, anche la direttrice autostradale.

11.3.1.2 Ambiti di paesaggio

Il Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio) all'articolo 135 - Pianificazione paesaggistica – dispone che i piani paesaggistici, in base alle caratteristiche naturali e storiche, individuino ambiti definiti in relazione alla tipologia, rilevanza e integrità dei valori paesaggistici.

Per quanto riguarda la **Regione Veneto**, l'Atlante ricognitivo degli ambiti di paesaggio è parte integrante del Piano Territoriale Regionale di Coordinamento adottato dalla Giunta Regionale nell'agosto 2007. Nel Documento Preliminare al piano, è stata definita una prima articolazione spaziale che suddivide il territorio veneto in trentanove ambiti di paesaggio. Di seguito vengono sinteticamente fornite le definizioni e le caratteristiche configurative dell'ambito di paesaggio interessato dal corridoio di progetto che va da Portogruaro, ancora parte del territorio veneto, a Ronchi Dei Legionari, in Friuli Venezia Giulia, così come classificate nell'Atlante.

[2] Secondo B. Secchi Veneto e Friuli sono tra le regioni in cui è più evidente l'intensa trasformazione in corso nell'habitat europeo, con particolare riferimento alla dispersione degli insediamenti residenziali, produttivi, commerciali o destinati ad altro. Sempre secondo Secchi tale dispersione si associa al ricorso pervasivo ad alcuni "materiali" urbani, come ad esempio la casa isolata su lotto per quanto riguarda l'insediamento residenziale e il raggrupparsi di edifici standardizzati e modulari per quanto riguarda l'insediamento produttivo. In Veneto, inoltre, e in parte anche nel Friuli, la dispersione non ha origine dalla città centrale tradizionale, ma precede la formazione della grande città moderna e delle grande area metropolitana. Essa, spesso, è un fenomeno autonomo di densificazione di regioni che da un'economia agraria sono passate a un'economia industriale, piuttosto che frutto di processi di decentramento. La dispersione, infine, ha creato immagini forti nel Veneto e nel Friuli, come quella della "campagna urbanizzata" e della "città diffusa", che si accostano a quelle, più sedimentate nel tempo, della "città reticolare" o della "città policentrica", più frequenti in altri contesti (Secchi B., "Veneto e Friuli: città, campagna urbanizzata e città diffusa", in A. Clementi, G. Dematteis, P.C. Palermo (a cura di), *Le forme del territorio italiano. II Ambienti insediativi e contesti locali*, Laterza, Roma-Bari, 1996.

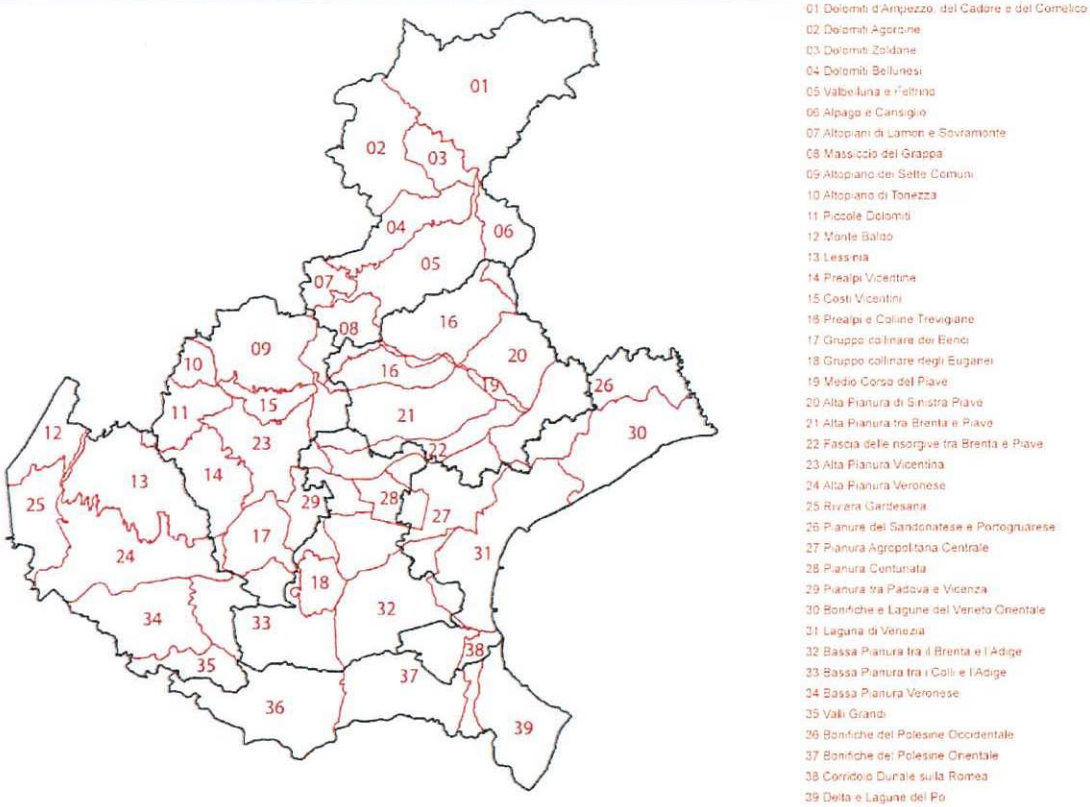


Fig.82 -Ambiti di Paesaggio. Atlante Ricognitivo. Fonte: Piano Territoriale Regionale di Coordinamento, adottato 2009

26 Pianure del Sandonatese e Portogruarese

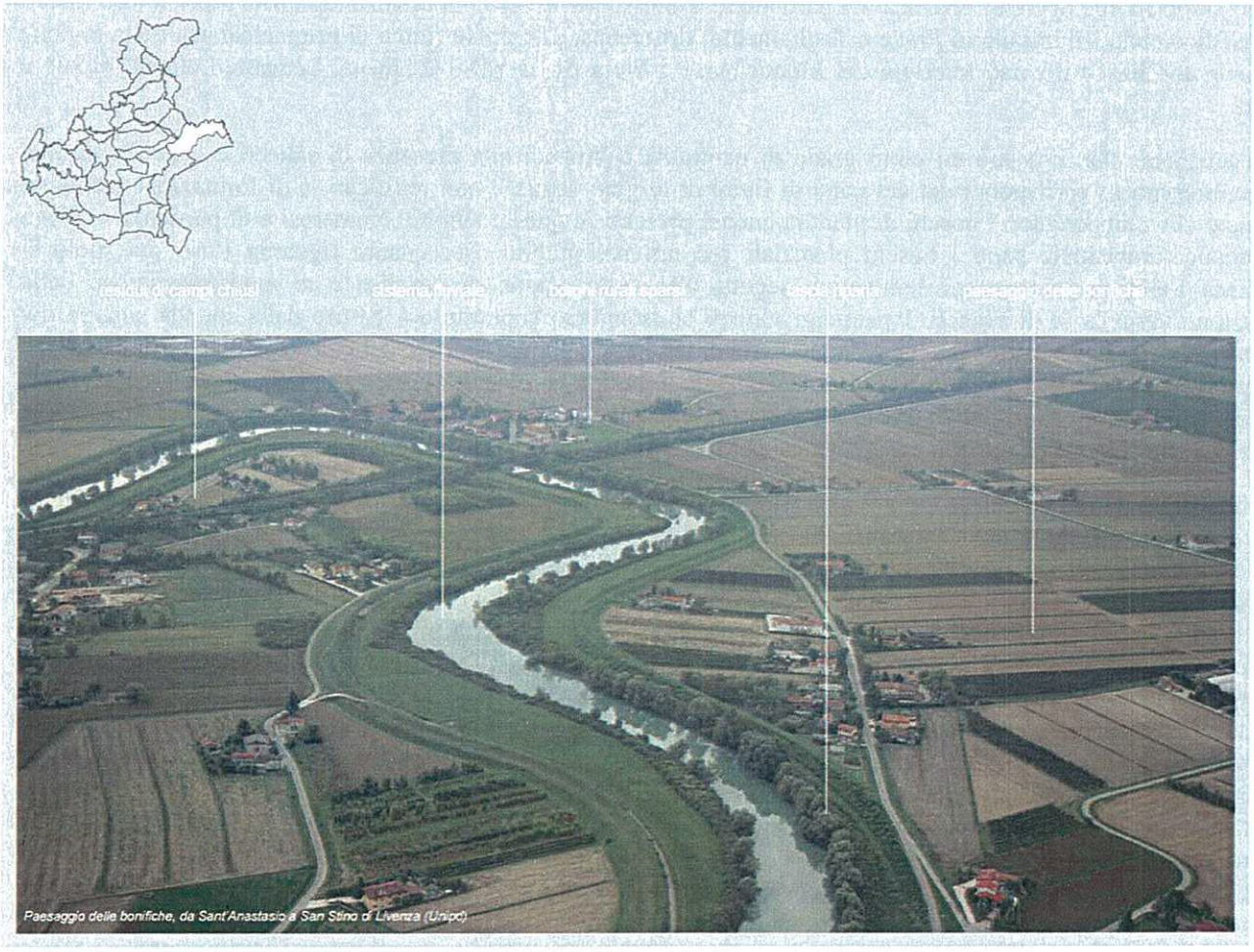


Figura 83Ambito di Paesaggio n. 26 Pianure del Sandonatese e Portogruarese. Fonte: Piano Territoriale Regionale di Coordinamento, adottato 2009

Ambito di bassa pianura antica. L'ambito è delimitato a nord-est dal confine regionale e a nord-ovest dalla fascia delle risorgive, segue a ovest la rete idrografica superficiale tra il fiume Sile e il territorio di Roncade, mentre a sud si appoggia sull'ambito delle bonifiche più recenti e sull'area perilagunare settentrionale. L'ambito si distingue per un'area - a nord - il Portogruarese, maggiormente caratterizzata da un paesaggio agrario abbastanza integro dove sono ancora presenti i tradizionali sistemi rurali costituiti da campi chiusi delimitati con fossati e filari di siepi campestri e dove si rileva la presenza di vigneti; e da un'area - a sud - il Sandonatese, maggiormente interessata dallo sviluppo insediativo, sia residenziale che produttivo, e da un paesaggio agrario per lo più caratterizzato da appezzamenti agricoli di grandi estensioni a carattere intensivo.

L'ambito è composto da suoli della bassa pianura antica e recente, calcarea, a valle della linea delle risorgive, e più precisamente formata, a est, da pianura modale del Tagliamento con incisioni e dossi fluviali pianeggianti e, nella parte centrale e a ovest, dalla pianura modale del Piave e da aree depresse della pianura alluvionale del Piave, con dossi fluviali del Piave e Livenza e piani di divagazione a meandri del Piave. Per quanto riguarda l'aspetto idrografico l'ambito mostra una grande ricchezza di corsi d'acqua, sia di origine naturale che di origine antropica in quanto associati alle opere di bonifica. Di particolare interesse per la loro importanza regionale o per il loro rilievo naturalistico sono i fiumi alpini Piave e Tagliamento, il Livenza, principale fiume di origine carsica della regione sul quale confluisce il corso inferiore del Monticano, e i fiumi di risorgiva Réghena, Lèmene, Loncon, Meolo e Vallio.

La vegetazione che dimostra un certo grado di naturalità è limitata alla presenza di saliceti e altre formazioni riparie, presenti in corrispondenza dei corsi di fiumi di origine naturale non rettificati, e di formazioni a querco-carpineto che compongono i boschi di pianura ancora presenti in questo ambito. Numerosi e di particolare rilievo naturalistico-ambientale sono i boschi planiziali presenti nell'ambito. Per quanto riguarda l'uso del suolo si sottolinea l'elevata presenza di seminativi, seguita alla vasta azione di bonifica e di modernizzazione della produzione agricola, e di vigneti. I paesaggi viticoli si estendono soprattutto a partire dalla sponda sinistra del Livenza: si tratta di vaste aree percorse da una serie di itinerari, chiamati "Strade del vino Doc Lison Pramaggiore" che attraversano il territorio raggiungendo quasi tutti i borghi e i centri principali della zona. Queste zone, rappresentano le aree di origine di una produzione enologica locale rivolta prevalentemente ai vini bianchi, già viva in questi territori in epoca romana e sviluppatasi particolarmente ai tempi della Repubblica di Venezia.

L'ambito presenta nel complesso una buona rilevanza naturalistica. Diversi sono i siti contenuti nella rete Natura 2000 o considerati come aree naturalistiche minori. I boschi planiziali sono inseriti in un contesto territoriale composto da una matrice agricola costituita da campi aperti e chiusi, vigneti e superfici boscate associate ai corsi d'acqua. L'area che si trova a sud dei Prà dei Gai e della Radicella dimostra i caratteri tipici dei prati umidi e asciutti un tempo molto diffusi nel paesaggio rurale della media pianura, di importanza fondamentale per il ruolo che occupavano dal punto di vista ecologico, ambientale ed economico. Tale paesaggio è ben riconoscibile anche nel territorio compreso tra i fiumi Lemene e Reghena. Il territorio - un tempo coperto di boschi, come testimoniano i residui rimasti - cominciò ad acquistare importanza durante l'epoca romana grazie al passaggio della via Annia, della via Postumia e, verso nord, della via Claudia Augusta. Con la decadenza di Roma e con l'arrivo dei Barbari, la civiltà di quest'area fu salvaguardata dalla presenza delle Abbazie, centri di potere e di cultura. Del XII secolo è la città muraria di Portogruaro, il cui centro storico mantiene ancor oggi ben visibili le testimonianze del suo passato, medievale prima e veneziano poi. Dall'inizio del 1400 fu la repubblica di Venezia a imporre il suo potere e la sua politica agraria su queste terre, potere che durerà fino alla sua caduta ad opera di Napoleone. Dopo la parentesi austro-ungarica le terre diventarono italiane e dopo le distruzioni delle guerre del XX secolo, che colpirono in particolare gli insediamenti del sandonatese sorti lungo il Piave, ricominciarono le opere di bonifica e lo sviluppo dell'agricoltura e, negli ultimi anni, anche quello commerciale-industriale ma antichi borghi, complessi agricoli, ville storiche, antichi mulini, campi chiusi da file di salici, luoghi cantati nelle memorie di Ippolito Nievo, sono ancora visibili.

Tra gli elementi di valore naturalistico-ambientale e storico-culturale si segnalano in particolare:

- i sistemi fluviali dei fiumi Reghena, Lemene, Meolo e Vallio,

- i residui di boschi planiziali,

- la Grava di Malafesta del fiume Tagliamento,

- le cave senili di Cinto Caomaggiore,

- la città archeologica di Concordia Sagittaria,

- il centro storico - città murata di Portogruaro,

- i luoghi di Ippolito Nievo de "Le confessioni di un italiano" (Fratta),

- i mulini di Stalis e mulini di Boldara e del Nogarolo,

- gli elementi di interesse storico-testimoniale: i resti archeologici, gli edifi ci religiosi (tra cui l'Abbazia di Summaga), le ville storiche (tra cui Villa Zeno di Andrea Palladio a Cessalto), gli antichi borghi, i mulini, ecc.

Dal punto di vista storico-culturale molti sono gli elementi che presentano un rilevante interesse e che testimoniano la storia di questo territorio, qui strettamente legata alla presenza dei diversi corsi d'acqua: dai numerosi siti e resti archeologici di età romana e paleocristiana alla presenza delle abbazie e dei complessi monastici, dei centri storici e dei numerosi edifici di interesse storico culturale, dei luoghi cantati in letteratura da Ippolito Nievo, del paesaggio agrario dei campi chiusi e dei vigneti storici, del sistema delle ville legate ai corsi d'acqua e dei manufatti idraulici e della cultura rurale tradizionale di interesse testimoniale.

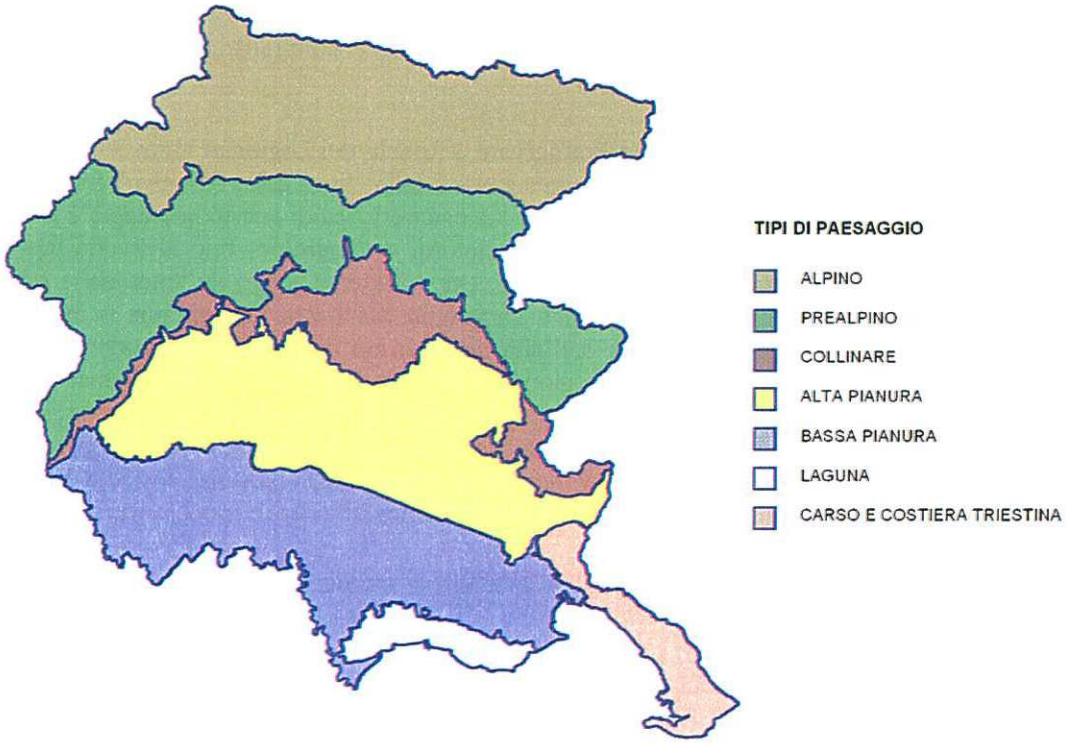


Figura 84-Ambiti Paesaggistici. Fonte: Piano Territoriale Regionale, adottato 2007

Nella **Regione del Friuli Venezia Giulia**, in base al Piano Territoriale Regionale del 2007 (adottato ai sensi della L. R. 23 febbraio 2007, n. 5) la ricognizione del paesaggio regionale avviene mediante la definizione di Ambiti Paesaggistici (Tavola 2). Tali ambiti assumono valore di riferimento territoriale entro il quale si attivano procedure di analisi, valutazione e conseguenti prescrizioni. I caratteri immediatamente percepibili e paesaggisticamente

rappresentativi sono, senza dubbio, le componenti strutturali e strutturanti definite da criteri morfologici, litologici e di copertura del suolo . Mentre morfologia e litologia sono caratteri distintivi del territorio (i fenomeni di modificazione hanno tempi molto lunghi), vegetazione e uso del suolo sono caratteri accessori (variabili) che dipendono, generalmente, da cambiamenti più o meno rapidi causati da fattori interni ed esterni al paesaggio stesso (ad es. culturali, economici e sociali). Il sistema morfologico, assai legato all'aspetto litologico, ha portato alla definizione di sette grandi unità fisiografiche denominate Tipi di Paesaggio (TP), confermando la lunga tradizione storica degli studi geografici della regione Friuli Venezia Giulia:

1. Paesaggio alpino
2. Paesaggio prealpino
3. Paesaggio collinare
4. Paesaggio dell'alta pianura
5. Paesaggio della bassa pianura
6. Paesaggio lagunare
7. Paesaggio del Carso e della Costiera triestina

Alla scala di lettura del territorio adottata (1:150000), la composizione e l'arrangiamento spaziale degli aspetti morfologici-litologici (pattern strutturali), unitamente a quelli della copertura del suolo, hanno reso possibile un'ulteriore differenziazione territoriale: quella dei TP in 34 Ambiti Paesaggistici (AP) omogenei e coerenti con gli elementi di ordine storico, economico e sociale (valori simbolici e culturali), di più difficile lettura ed interpretazione.

Il corridoio di progetto dell'Av nella tratta che va da Portogruaro a Ronchi dei Legionari attraversa principalmente il *Paesaggio della bassa pianura*. La bassa pianura è limitata a Nord dalla "linea delle risorgive" e si estende verso Sud, fino al limite della gronda lagunare ed alla linea di costa. La caratteristica di questo paesaggio è la morfologia piatta, con sviluppo delle quote da circa +40m.s.l.m.m., nei dintorni di Codroipo, fino al livello del mare, nei dintorni di Monfalcone. L'affioramento delle acque freatiche, che si osserva lungo la "linea delle risorgive", è causato dall'intersezione della falda freatica con il piano campagna. La bassa pianura non è in grado di far permeare tutte le acque sotterranee che provengono dall'alta pianura: ciò determina un rigurgito a monte, con elevazione dei livelli freatici e conseguente venuta a giorno delle acque (es. fiumi Sile, Fiume, Noncello). Il reticolo idrografico si presenta pertanto molto fitto, ricco d'acqua di portata sensibilmente costante. Lunghi tratti sono stati artificialmente irrigiditi dagli interventi di bonifica che, nel corso del tempo, hanno prosciugato paludi e cancellato boschi planiziali. La caratteristica percettiva fondamentale è dunque la presenza costante dell'acqua, che scorre in un complesso sistema idrico (in larga parte asservito alla bonifica idraulica), formato da:

- corsi d'acqua alimentati dalle risorgive (sorgenti alluvionali di trabocco presenti là dove la falda freatica interseca il piano campagna);
- canali;
- fossi;
- scoline.

Un'infrastruttura di particolare pregio del reticolo idrografico è la Litoranea Veneta: definita l'idrovia più bella d'Europa, si snoda dalla Conca del Cavallino, in Provincia di Venezia, lungo un percorso di 109 km, fino alla foce dell'Isonzo. È costituita da un complesso sistema di canali, che connette fra loro i fiumi Sile, Piave, Livenza, Lemene, Tagliamento, Stella e Isonzo e gli specchi d'acqua delle lagune di Venezia, Caorle e Bibione, Marano e Grado. Di fatto la Litoranea Veneta permette il collegamento fra la Laguna di Venezia e quella di Marano e Grado,

attraverso un percorso di 134 km e fra la Laguna di Venezia e il Po, per altri 60 km. Dal punto di vista infrastrutturale questa via d'acqua è parte del sistema idroviario padano e di quello del Nord-Est: Venezia-Brondolo-Po e Venezia-Padova-Este-Battaglia- Brondolo. Il sistema della Litoranea con le sue principali diramazioni navigabili rappresenta una risorsa lunga 514 km; in particolare, nell'ambito del territorio friulano, l'elenco delle vie navigabili classificate, oltre alla Litoranea Veneta, comprende pure la tratta, in Provincia di Udine, dei fiumi Stella e Tagliamento.

Nella bassa pianura delle bonifiche a scolo naturale (es. zone di Castions di Strada e Muzzana del Turgnano), la copertura vegetale è caratterizzata dalla presenza di colture erbacee avvicendate e pioppeto, generalmente in appezzamenti di piccole dimensioni. Sono presenti localmente grandi estensioni di colture avvicendate derivanti da interventi più o meno recenti di riordino fondiario. Il paesaggio rurale dell'alta pianura è stato, infatti, soggetto nel passato ad interventi massicci di ridisegno delle divisioni territoriali (bonifiche e riordini) con il risultato che il pattern strutturale originario è stato spesso stravolto. Nei grandi sistemi di campi aperti vi è, generalmente, scarsità di siepi arbustive ed arboree, alberature di platano a ceppaia: sono presenti in forma frammentaria e residuale. Scarsa è la presenza anche di boschetti riparali di salici ed ontani lungo le rogge. Sono diffuse, invece, le grandi alberature di platano lungo le principali strade. Spostandoci verso Torviscosa, nella bassa pianura delle bonifiche a scolo meccanico, l'avvicendamento colturale avviene tra grandi appezzamenti regolari e boschi planiziali di querce e carpini estesi anche fino a 150 ettari, con presenza diffusa di pioppeti riparali, lungo strade e fossati e di canneti ripariali lungo i canali (es. Cormor). Sono presenti sul territorio planiziale estese superfici di vigneti specializzati. Nella bassa pianura delle risorgive e delle strutture agricole tradizionali, la copertura vegetale è, invece, caratterizzata dall'associazione tra avvicendamento colturale con prato stabile e diffuse presenze residuali di vegetazione tipiche dei luoghi umidi, lembi di prati umidi e torbiere, canneti e giuncheti (es. Flambruzzo), boschi riparali con salici ed ontani (es. Bannia, lungo il fiume Sile), tratti residui di boschi planiziali, con farnia e carpini. Sono largamente diffuse le siepi arbustive ed arboree (es. Flambro), con alberate cedue di platano e di filari e boschetti di salici a capitozza (es. Venchiaruzzo). Sono presenti localmente anche il pioppeto ed il vigneto specializzato. La bassa pianura dell'urbanizzazione diffusa è invece caratterizzata dalla prevalenza dell'avvicendamento colturale. Le siepi e le alberature sono scarsamente presenti, ed i pioppeti specializzati limitati. Vi è grande diffusione del verde ornamentale dell'edificato residenziale, caratterizzato da una grande eterogeneità di forme, con una certa prevalenza di conifere di origine esotica.

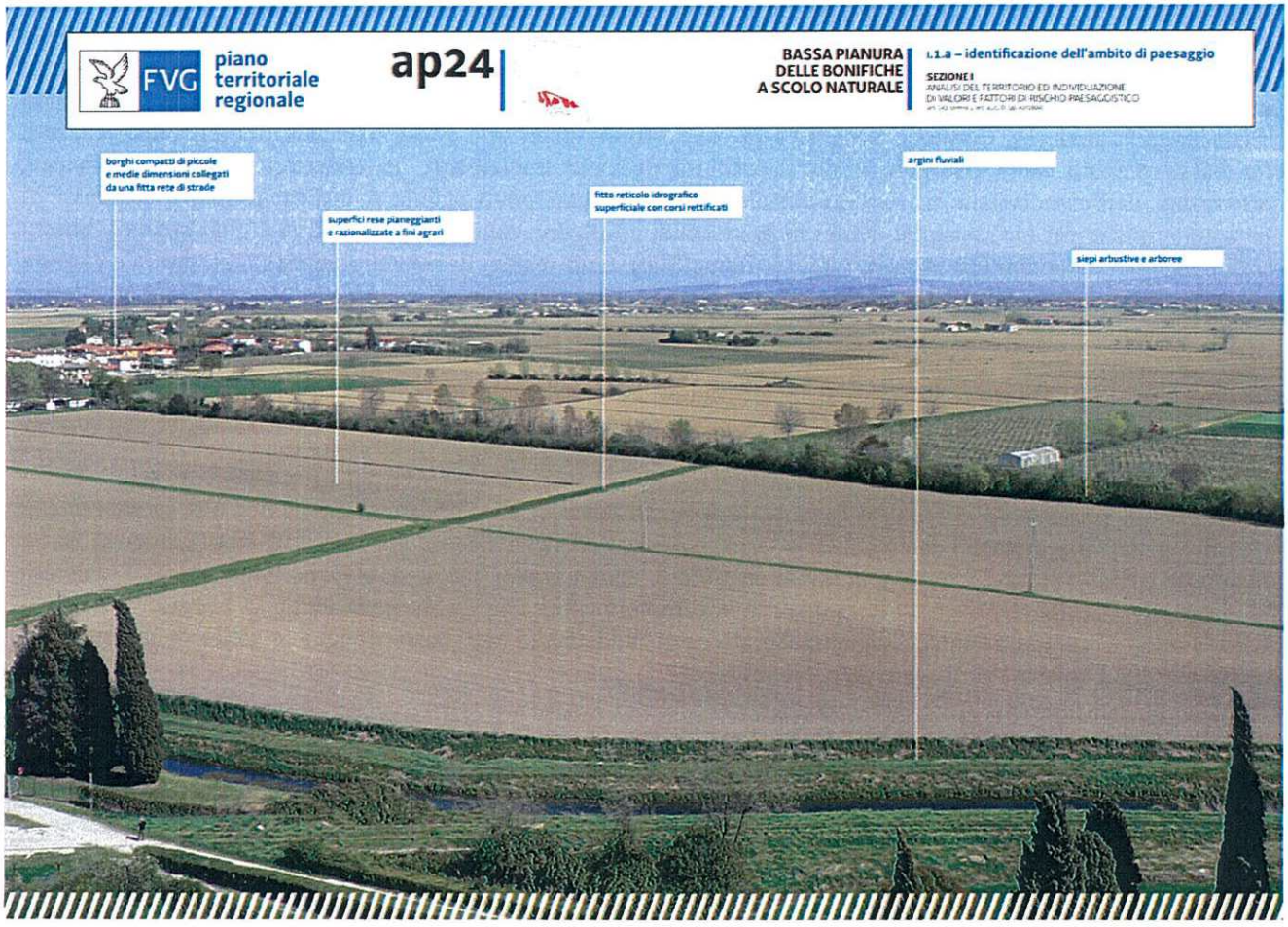
La bassa pianura presenta un'accentuata frammentazione dal punto di vista paesaggistico dovuta alle caratteristiche dell'edificato. Gli insediamenti interessano la zona posta a Sud della linea delle risorgive sino a tutta la bassa pordenonese e sono caratterizzati da una fascia centrale di nuclei urbani che si sviluppano lungo l'antico tracciato della via Annia. Risultano circondati da centri rurali di minore entità che s'addensano lungo le direttrici fluviali. Il reticolo viario, a carattere rurale, segue generalmente l'andamento dei corsi d'acqua e delle canalizzazioni. L'urbanizzazione è sparsa e si riscontra la presenza:

- di caratteri tipologico-architettonici dell'alta pianura;
- di rilevanti ville storiche e di grandi rustici;
- d'aziende agricole isolate, che si relazionano agli estesi lavori di bonifica portati a termine dagli anni venti al secondo dopoguerra;
- di diffuse canalizzazioni, ponticelli e chiuse, infrastrutture irrigue;
- di idrovore (asservite alla protezione idraulica del territorio, es. Muzzana del Turgnano) e di torri piezometriche;
- di insediamenti industriali e portuali (es. Cervignano, San Giorgio di Nogaro, Monfalcone).

La presenza della tipologia della casa rurale tradizionale in mattoni, isolata o all'interno dei centri, è diffusa, ma non sistematica (in alcuni casi si integra con il tipo a corte dell'alta pianura); in prossimità dei centri urbani si riscontra la totale sostituzione della tipologia tradizionale, con i tipi architettonici contemporanei (casa unifamiliare all'interno di recenti lottizzazioni). Tra i centri abitati della bassa pianura delle bonifiche a scolo meccanico, si segnala Torviscosa, esempio di "città di fondazione" dei tardi Anni Trenta, che conserva i caratteri di una riuscita armonia formale con l'intorno e di una vivibilità ancor oggi apprezzabile. Le poche e residuali presenze dell'architettura rurale rimandano al tipo della Bassa Friulana, talvolta con influenze venete.

Alla luce di quanto sviluppato nella fase di indagine e tenuto conto della scala di lavoro scelta (1:150000), il ***Tipo di Paesaggio*** della ***Bassa Pianura*** può essere suddiviso in diversi Ambiti di Paesaggio. Gli ambiti interferiti dal corridoio di progetto sono:

- *Bassa Pianura delle Bonifiche a Scolo Naturale*
- *Bassa Pianura delle Bonifiche a Scolo Meccanico e dei Boschi Planiziali*
- *Bassa Pianura delle Risorgive e delle Strutture Agricole Tradizionali*



L'ambito paesaggistico della ***Bassa Pianura delle Bonifiche a Scolo Naturale (AP24)*** interessa, in relazione alle aree appartenenti al corridoio di progetto, i comuni di Bagnaria Arsa, Castions di Strada, Cervignano del Friuli, Fiumicello, Gonars, Muzzana del Turgnano, Palazzolo dello Stella, Palmanova, Pocenia, Porpetto, Ronchis, Ruda,

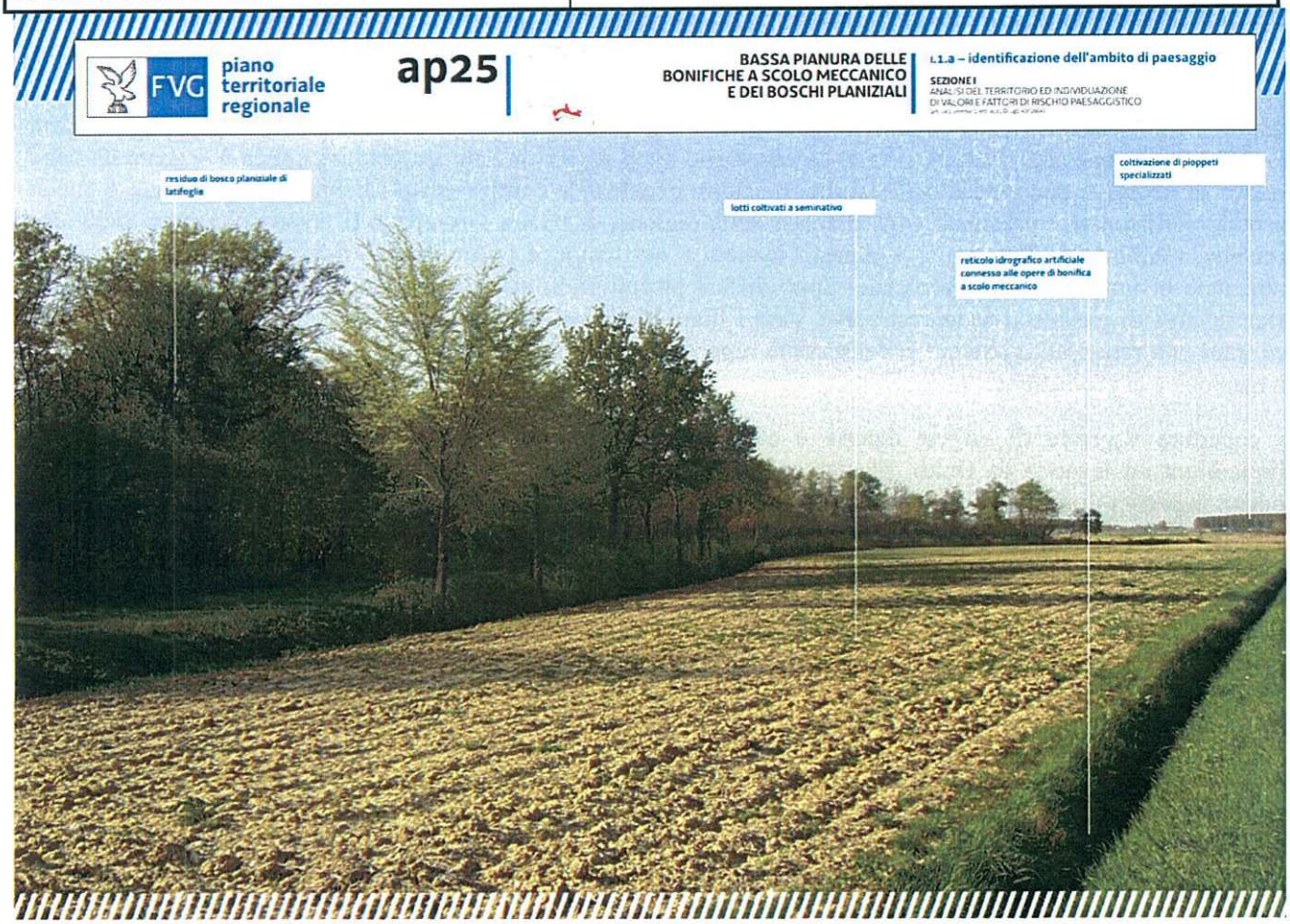
San Canzian d'Isonzo, San Giorgio di Nogaro, Teor, Torviscosa, Turriaco, Villa Vicentina delle Province di Gorizia e Udine.

L'ambito, è prevalentemente caratterizzato da superfici rese pianeggianti e razionalizzate ai fini agrari, quindi privi di morfologie connotanti sensibili rilievi, ad eccezione degli argini fluviali. La pianura umida è segnata da corsi d'acqua di risorgiva poco incisi nelle argille. Il settore occidentale è attraversato dal Fiume Tagliamento e quello orientale dall'Isonzo: i principali corsi d'acqua della regione, di natura torrentizia. Il corso del Fiume Stella che attraversa l'Ambito di Paesaggio, è rimasto inalterato nel tempo e costituisce corridoio ecologico e direttrice ambientale di importanza fondamentale. Sono diffusi piccoli laghi artificiali dovuti all'affioramento della falda idrica in cave di prestito o bacini estrattivi. Tutti i fiumi di risorgiva erano navigabili nell'antichità, pertanto, nei loro tratti non rettificati o alterati, si conservano reperti di epoca pre-protostorica e romana connessi all'attività di navigazione e di produzione.

La copertura vegetale di origine agraria è caratterizzata dall'associazione tra avvicendamento colturale ed arboricoltura da legno e da frutto (piantagioni industriali di forma geometrica regolare). Sono altresì presenti modeste superfici di residui di boschi planiziali. Sono presenti grandi estensioni di colture avvicendate derivanti da interventi di bonifica e di riordino fondiario (Paradiso e paludi tra i fiumi Stella e Tagliamento). Nel riordino fondiario delle paludi tra i fiumi Stella e Tagliamento la lenta opera di colonizzazione ha uniformato il paesaggio, sebbene risultino ancora presenti ambiti caratterizzati da segni residuali dei corsi d'acqua minori e dei dossi. La regione agraria lungo la fascia delle risorgive, coltivata sin dal Medioevo in modo intensivo, mantiene in parte il particellare storico e la morfologia tradizionale dei campi chiusi. Lungo le principali strade sono diffusi filari di grandi alberature di platano.

Sono ancora presenti insediamenti agrari di origine antica, a partire dalle tracce di centuriazione e di viabilità di epoca romana, fino ai borghi compatti di piccole e medie dimensioni, distanti gli uni dagli altri e collegati da una fitta rete di strade. Tali insediamenti, spesso collocati sui crinali delle antiche alluvioni (insediamento su dosso argilloso a Teor), conservano la tipologia tradizionale caratterizzata dall'emergenza della torre campanaria e da un centro storico che conserva l'architettura tradizionale della casa a corte. Al sistema dei borghi si contrappongono strutture agricole legate al fenomeno della villa e della mezzadria: grandi rustici e aziende agricole isolate dalla forma regolare, presenti soprattutto nelle campagne dei riordini fondiari e in parte abbandonati. L'ambito paesaggistico presenta notevole interesse archeologico: degli insediamenti più antichi, risalenti ad età mesolitica al neolitico antico. Ha lasciato tracce più evidenti il fitto tessuto abitativo che prese avvio nell'età del bronzo media-recente (seconda metà II millennio), articolato in insediamenti di maggiore ampiezza e abitati minori. Un intervento di rimodellamento complessivo del territorio avviene in epoca romana, cui risalgono resti della viabilità (in particolare la via Annia, databile al 153 o 131 a.C., che attraversa da ovest ad est tutta la fascia della bassa pianura e viene in parte ricalcata dall'attuale statale triestina).

I beni paesaggistici ed ambientali (art. 134 ed art. 143 d. lgs. 42/2004) tutelati in quest'ambito sono, tra i *beni paesaggistici, immobili ed aree dichiarati di notevole interesse pubblico* ai sensi dell'art.136, il Parco Vucetich, nel comune di San Giorgio di Nogaro; come *ulteriori aree di pregio naturalistico-paesaggistico* (eventualmente individuate ai sensi dell'art. 143): il Canale Taglio, il Corridoio ecologico del Fiume Stella e la Selva di Arvonchi, il Bosco Baredi, Bosco Bando, Bosco Boscat, i laghi presso Casali Aurelia ed i tratti terminali dei fiumi Cormor e Turgnano, fino allo sbocco in laguna. Il Bosco Boscat è anche *Sito di Interesse Comunitario* (SIC, DIR. 92/43/CEE), tra i Beni ambientali, come i Boschi di Muzzana, il Bosco Sacile e le Risorgive dello Stella. Queste ultime fanno anche parte delle *Aree di reperimento prioritario* ai sensi della L.R. 42/96, art. 5, come le Paludi Moretto e Selvote. Tra le *Aree di Rilevante Interesse Ambientale (ARIA) – (L.R. 42/96, art. 5,)* fanno parte dell'ambito i Fiumi Stella, Tagliamento e Isonzo. Tra i Biotopi naturali regionali ai sensi della L.R. 42/1996, art. 4, Selvuccis e Prat dal Top, fa parte del comune di Pocenia.



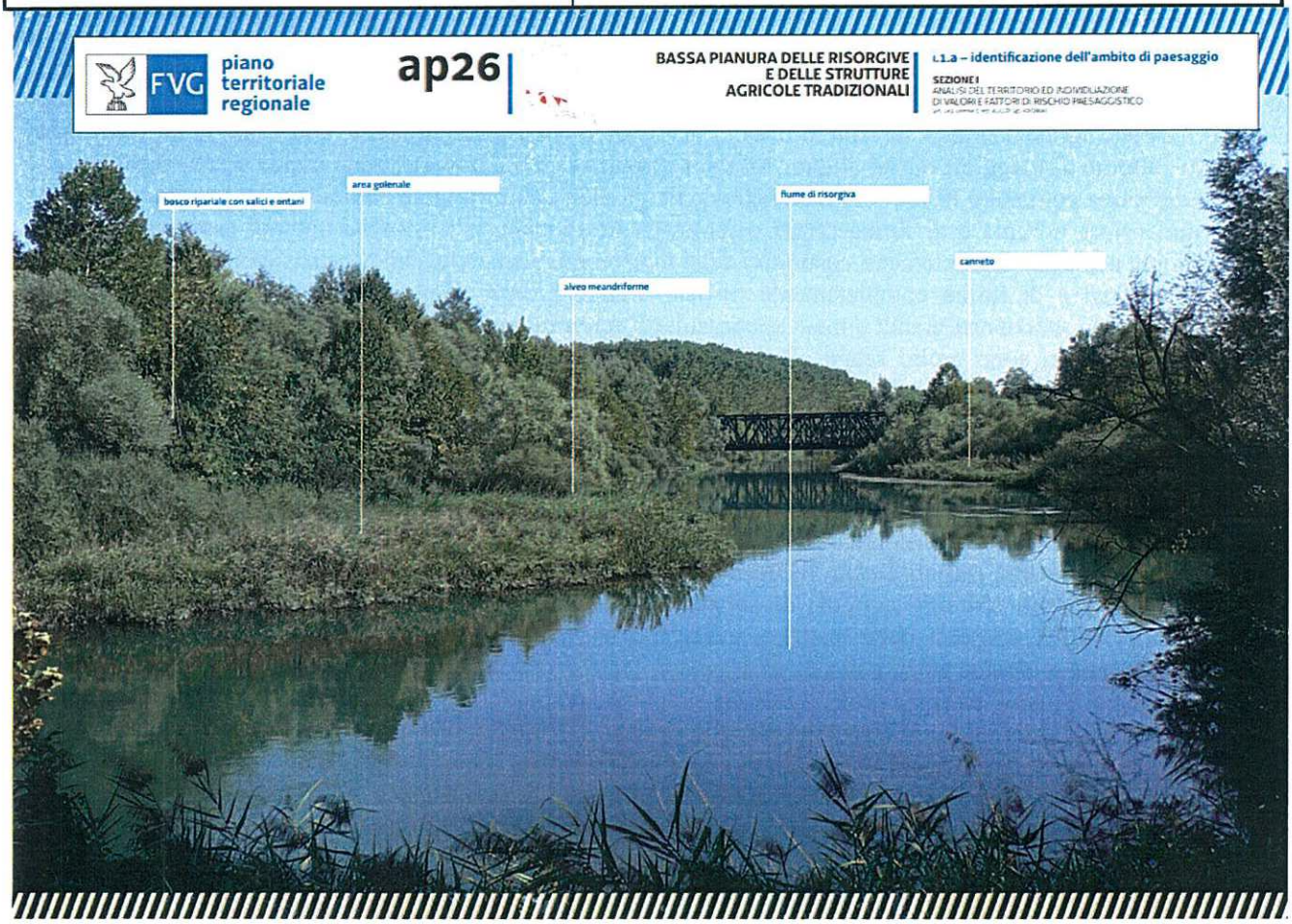
L'ambito paesaggistico della ***Bassa Pianura delle Bonifiche a Scolo Meccanico e dei Boschi Planiziali (AP25)*** interessa, in relazione alle aree appartenenti al corridoio di progetto, i comuni di Cervignano del Friuli, Fiumicello, Grado, Muzzana del Turgnano, Palazzolo dello Stella, Porpetto, San Canzian d'Isonzo, San Giorgio di Nogaro, Torviscosa delle Province di Gorizia e Udine.

La morfologia è caratterizzata dall'assoluta prevalenza del piano orizzontale. Nei tempi antichi questa area, con pendenza quasi nulla, era ricca di zone umide e boschi. Dal punto di vista geologico l'ambito di paesaggio mostra una prevalenza di depositi sabbioso-limosi con una presenza di lingue ghiaiose che sono costituite da depositi alluvionali di antiche piene di torrenti (soprattutto nella zona compresa tra Palazzolo dello Stella e Cervignano). Il confine con il paesaggio lagunare è definito da un margine artificiale di conterminazione che separa la pianura bonificata dalla laguna stessa. Il fitto reticolo idrografico è costituito prevalentemente da corsi d'acqua di risorgiva, arginati, spesso rettificati e collegati ad un sistema di fossi e scoline diffusi capillarmente nel territorio agricolo. Gli interventi di rettificazione e ricalibratura degli alvei abbassano la qualità del paesaggio. Sono presenti impianti di idrovore che, tenendo depressa la falda libera, pompano significativi volumi d'acqua direttamente in laguna. Di particolare interesse sono le foci fluviali dell'Aussa, Corno e Stella: paesaggi intermedi tra laguna aperta e gronda lagunare coltivata ed interessanti per il potenziale riutilizzo del sistema idroviario della Litoranea Veneta. I corsi d'acqua, che sfociano direttamente a mare o in laguna presentano nell'ultimo tratto acque salmastre.

Enorme è lo scarto di consistenza fra boschi planiziali di latifoglie (querce e carpini) esistenti ancora nella seconda metà dell'ottocento e i boschi attuali. Nel secolo scorso le compagini boschive si disponevano principalmente secondo fasce di direzione nord-sud, in alternanza con aree nastriformi bonificate e in continuazione con le zone paludose. Le zone agricole si disponevano in linea di massima in corrispondenza delle alluvioni ghiaiose oltre che, ovviamente, attorno ai maggiori nuclei abitati. Ad un'alternanza di zone boscate, zone umide e zone agricole, si è sostituita una piatta continuità di lotti coltivati nella quale gli elementi di origine naturale sono presenti solo come relitti di dimensioni minime e di forma ormai completamente casuale. Gli elementi naturali assumono pertanto valore di ultima presenza degli elementi costitutivi della morfologia planiziale: sono sostanzialmente come relitti di dimensioni minime e di forma completamente casuale. Lungo i corsi d'acqua si incontrano canneti riparali. L'attività agricola si articola su grandi e medi appezzamenti colturali (seminativo e vigne in prevalenza); le siepi e le alberature campestri sono molto scarse. Presente è la coltivazione di pioppeti specializzati, anche su vaste superfici favorite dai terreni particolarmente umidi. Di particolare interesse naturalistico sono i residui di boschi planiziali (es. Bosco Baredi, Selva di Arvonchi, Bosco Sacile) e il corso del Fiume Stella.

I primi insediamenti sono penetrati nell'originario fitto complesso di boschi ed acque, per arrivare nei pressi della laguna solo lungo il corso dei fiumi alpini. Oggi, gli insediamenti della bassa pianura appaiono, rispetto a quelli dell'alta pianura, più radi e dimensionalmente più consistenti, presumibilmente per il fatto che l'ambiente umido solo in tempi relativamente recenti è stato recuperato ad un sistematico uso agricolo con opere di bonifica.Nelle zone rurali sono presenti strutture agricole di colonizzazione moderna, legate al fenomeno della villa e della mezzadria. I tipi edilizi originari della bonifica presentano una perdita dei connotati tipologici storici. La casa rustica di bassa pianura è a due piani, a pianta rettangolare, con tetti a due falde in coppi, riquadri in pietra (calcare) di porte e finestre e ampi cortili esterni. Sono da segnalare fenomeni di insediamento sparso e case isolate, ascrivibili ad una pianificazione tesa all'espansione sostenuta dal miglioramento delle condizioni economiche a partire dagli anni 60-70. Tra i pochi e significativi centri abitati della zona si segnalano Torviscosa, esempio di "città di fondazione" dei tardi anni '30. Da rilevare l'edificato disomogeneo e disordinato dell'insediamento industriale di San Giorgio di Nogaro ed annesso porto fluviale, sulle sponde del fiume Corno.

I beni paesaggistici ed ambientali (art. 134 ed art. 143 d. lgs. 42/2004) tutelati in quest'ambito sono, tra le *ulteriori aree di pregio naturalistico-paesaggistico* (eventualmente individuate ai sensi dell'art. 143): il Corridoio ecologico del Fiume Stella, il complesso urbanistico di Torviscosa e paesaggio rurale delle Agenzie, la Selva di Arvonchi, il Bosco Baredi, Bosco Bando, Bosco Boscat, i laghi presso Casali Aurelia ed i tratti terminali dei fiumi Cormor e Turgnano, fino allo sbocco in laguna, il Bosco Sacile, Bosco dei Larghi e tratto terminale della Roggia Zellina fino allo sbocco in laguna. I Boschi di Muzzana e Sacile fanno parte dei *Siti di Interesse Comunitario* (SIC, DIR. 92/43/CEE), tra i Beni ambientali, come le Anse del Fiume Stella. Quest'ultimo fa anche parte delle *Aree di Rilevante Interesse Ambientale (ARIA) – (L.R. 42/96, art. 5)* come i Fiumi Tagliamento e Isonzo.



L'ambito paesaggistico della ***Bassa Pianura delle Risorgive e delle Strutture Agricole Tradizionali (AP26)*** interessa, in relazione alle aree appartenenti al corridoio di progetto, i comuni di Castions di Strada, Gonars, Palazzolo dello Stella, Pocenia, Porpetto, Teor della Provincia di Udine.

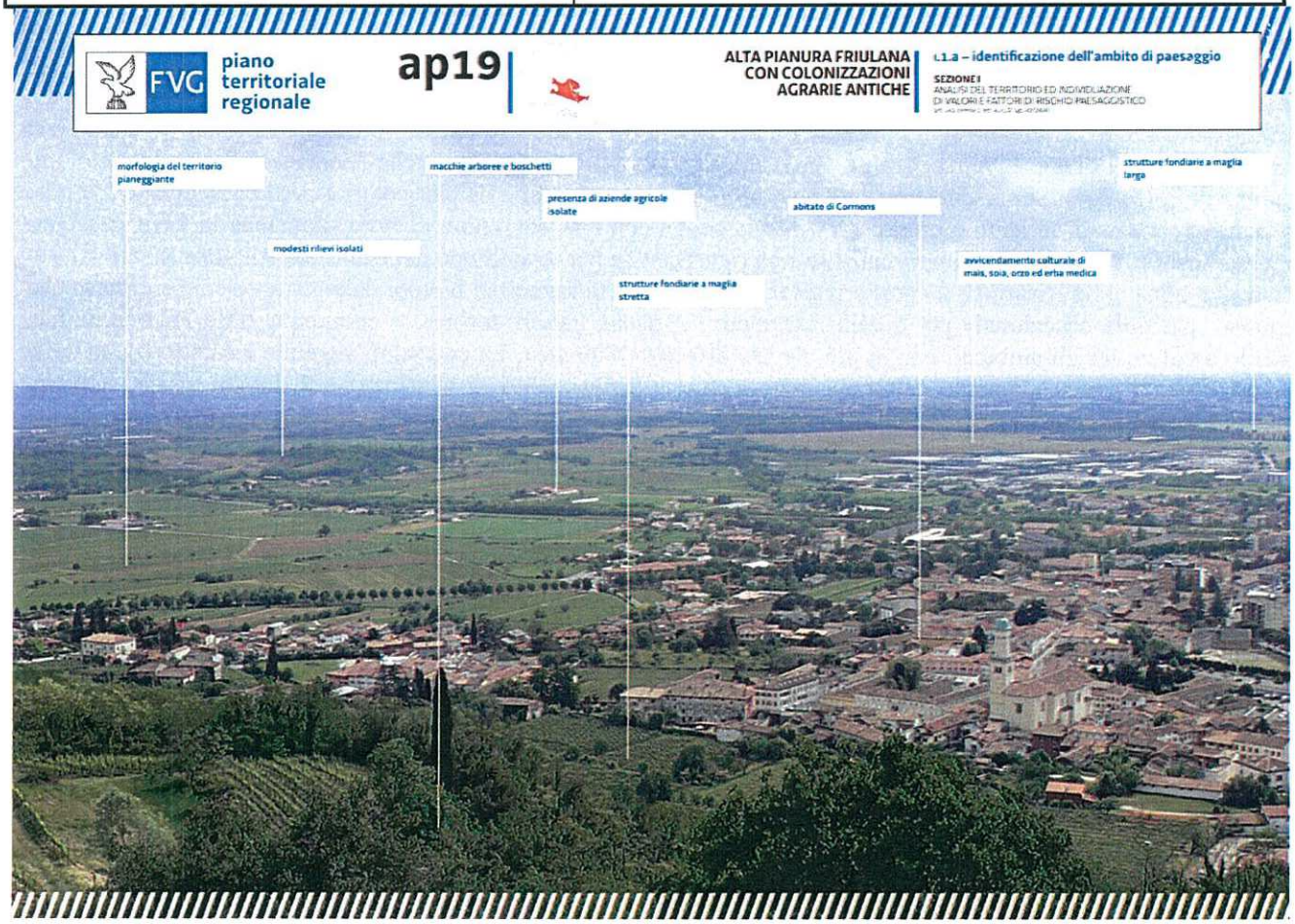
La morfologia è caratterizzata dalla prevalenza del piano orizzontale con presenza di ondulazioni. La zona del Livenza è molto articolata e complessa, perché comprende ambienti profondamente diversi, segnati dalla presenza del reticolo idrografico. In corrispondenza della linea delle risorgive Cordenons-Pordenone, i terrazzi sovrascavati del Noncello e del Meduna sono costituiti da materassi argillosi, posti a valle della grande pianura ghiaiosa che assumono particolare carattere a causa delle incisioni, anche profonde, prodotte dai corsi d'acqua minori. La parte di pianura umida non industrializzata con colonizzazioni agrarie antiche costituisce un paesaggio di pianura ricco d'acqua, caratterizzato da incisioni articolate e dossi su suoli franco-limoso-argillosi. La zona dello Stella e le sue risorgive che corrisponde parzialmente al corso del fiume, é una zona di bassa pianura umida che si distribuisce in una fascia altimetrica estremamente ridotta (da 28 m.s.l.m. a 5 m) su terreni pesanti e intrisi d'acqua e rappresenta il più ampio complesso di vegetazione umida di acqua dolce e paludi della Regione

La fitta rete idrografica si presenta con acque diffuse sia nelle emergenze naturali, olle di risorgiva, acquitrini, laghetti, ruscelli e fiumi, che in strutture idrauliche artificiali, fossi e canali. Dalle piccole depressioni in cui avvengono le risorgenze, le portate liquide si diramano in numerosi rii, che ricongiungendosi, formano le principali

aste fluviali di risorgiva, quali il Reghena, il Sile (alla destra idrografica del Tagliamento) e lo Stella, il Corno (alla sinistra idrografica del Tagliamento). Per l'esigua pendenza della bassa pianura, i fiumi, prima di sfociare nei collettori del pordenonese o nella laguna di Marano, si caratterizzano per un deflusso lento, che modella sul territorio una sequenza ininterrotta di meandri, con suggestivi e particolari paesaggi. Oltre allo Stella un importante corso d'acqua è il Fiume Livenza, di tipo perenne, originato dalle sorgenti carsiche "Santissima" e "Gorgazzo" (in comune di Polcenigo). Si presenta con andamento sinusoidale, arricchito da particolari aspetti paesaggistici dati dai meandri abbandonati, in lento e progressivo interramento, con concentrazioni di flora spontanea. Il Livenza, quasi tutto navigabile, ha assunto un'importanza storica riguardevole per lo sviluppo dei centri storici, attraversati dal suo corso. La zona delle Risorgive è caratterizzata dalla presenza di numerosi biotopi dalle caratteristiche diverse che ospitano una flora eccezionale per qualità e numero di specie. Paludi, torbiere e comunque tutte le zone umide, sono in assoluto tra gli ambienti con la più elevata diversità biologica. La copertura vegetale è caratterizzata dalla compresenza di avvicendamento colturale, prato stabile e diffusi relitti di vegetazione di luoghi umidi, torbiere, canneti e giuncheti, boschi riparali con salici ed ontani, residui di boschi planiziali con farnia e carpini. Largamente diffuse le siepi arbustive ed arboree con frequente comparsa di alberature di platano, di filari e boschetti di salici. Localmente trovano una certa diffusione il vigneto specializzato ed il pioppeto, sostituiti in anni recenti all'originario assetto del paesaggio agrario.

Nelle varie zone d'ambito sono presenti piccoli centri rurali in genere ben conservati soprattutto nella sinistra del Tagliamento. L'architettura tradizionale è riconducibile alla frammistione tra le tipologie dell'alta e della bassa friulana.

L'area della Pianura Umida non industrializzata con colonizzazioni agrarie antiche é disegnata da insediamenti storici e stratificati, poco compromessi dalle nuove forme dell'urbanizzazione contemporanea, costruiti sui settori più alti delle antiche alluvioni e spesso posti sui crinali delle ondulazioni. La zona dello Stella e le sue risorgive si differenzia dalle aree contermini per una minor antropizzazione dei luoghi. Gli insediamenti adattati al sistema di acque di risorgiva hanno specializzato il territorio nella molitura e nelle attività legate alla coltivazione ed alla lavorazione del lino e della canapa, costituendo un insieme paesaggistico punteggiato da mulini, magli, strutture protoindustriali residuali oggi a rischio di scomparsa insieme alle tradizionali forme di rete idrica minore.



Il tracciato ferroviario dell'AV nella tratta da Portogruaro a Ronchi dei Legionari, intercetta appena, il **Tipo di Paesaggio** dell'***Alta Pianura*** e nello specifico, nella variante Palmanova – Cervignano, l'ambito paesaggistico dell'***Alta Pianura Friulana con Colonizzazioni Agrarie Antiche***. I comuni interessati sono quelli di Bagnaria Arsa, Castions di Strada, Gonars e Palmanova, appunto, delle provincie di Udine e Gorizia. Nel paesaggio naturale dell'Alta Pianura prevale in maniera generalizzata la morfologia pianeggiante. L'alta pianura è limitata a Nord dalla scarpata prealpina, dalle colline dell'anfiteatro morenico, dalle colline di Tarcento e Faedis, ad Est dalla zona del Collio e dal Carso e a Sud dalla "linea delle risorgive": si estende tra il fiume Livenza, ad Ovest, ed il fiume Isonzo, ad Est, costituendo la prosecuzione orientale della Pianura Veneta. Gli elementi fisici che caratterizzano tutta l'alta pianura sono:

- i depositi ghiaiosi ancora visibili (area dei magredi, circoscritta da estensioni coltivate frammiste a zone ghiaiose);
- gli alvei fluviali, che sono spesso di notevole ampiezza (e segnati da molteplici canali intrecciati), e che per la permeabilità del terreno e la profondità del materasso ghiaioso appaiono spesso asciutti.

Il reticolo idrografico è in generale quello tipico di pianura, con grandi corsi fluviali abbondantemente alluvionati (es. Tagliamento), o come il Natisone che incide i conglomerati, e con un fitto sistema di canali e rogge, spesso irrigiditi da interventi antropici (es. Canale Ledra presso Buia). Il paesaggio rurale dell'alta pianura è stato

soggetto nel passato a massicci interventi di ridisegno delle divisioni territoriali dovuti all'attività agricola con il risultato che il pattern strutturale originario è stato in molti luoghi stravolto. La componente vegetazionale, influenzata dagli eventi, appare oggi definita nelle sue linee essenziali dall'associazione fra colture avvicendate (mais, soia, erba medica, orzo, frumento) ed elementi della vegetazione arborea ed arbustiva marginale, con una notevole variabilità di situazioni locali connesse sia alla geometria, orientamento e superficie dei fondi (campi aperti e campi chiusi, particellare antico e riordini), sia alla densità e alla struttura delle macchie arboree, sia alla presenza di significative estensioni di vigneti, frutteti e di praterie aride incolte. Si riconoscono quindi porzioni di territorio in cui:

- la vegetazione marginale alle coltivazioni è quasi completamente assente ed è assolutamente prevalente l'avvicendamento colturale (es. campagna di Flaibano);
- prevale la prateria magra di origine naturale con presenza quasi sporadica di alberi o macchie arbustive (es. i magredi);
- appare definito un certo equilibrio tra le colture avvicendate e la vegetazione arborea delle siepi e delle macchie.

Nella generalità dei casi l'avvicendamento colturale rimane associato alla presenza di siepi e boschette a prevalenza di robinia e/o di filari di gelsi capitozzati. Estese formazioni arbustive ed arboree di salici e pioppi, lungo il greto del Tagliamento, conferiscono all'area un notevole pregio paesaggistico. I vigneti, ad esclusione delle aree D.O.C., restano generalmente circoscritti alle immediate vicinanze dei centri rurali.

Palmanova, splendido esempio di città - fortezza rinascimentale, è caratterizzata da peculiarità morfologiche uniche; l'eccellenza del paesaggio urbano si esprime nella stretta relazione tra gli l'elementi fortificati e l'idrogeologia (risorgive, roggia di Palma, fossati della fortificazione). La forma e la localizzazione topografica testimoniano forti caratteri di idealità. In aperta campagna sono individuabili ville padronali associate ad esempi di murature merlate delimitanti campi coltivati; ulteriori emergenze che contribuiscono a caratterizzare l'Ambito.

I beni paesaggistici ed ambientali (art. 134 ed art. 143 d. lgs. 42/2004) tutelati in quest'ambito sono, tra i *beni paesaggistici, immobili ed aree dichiarati di notevole interesse pubblico* ai sensi dell'art.136, le sponde del fiume Natisone (D.M. 1 luglio 1955) e le sponde del fiume Isonzo, Gorizia (D.M. 6 marzo 1962); come *ulteriori aree di pregio naturalistico-paesaggistico* (eventualmente individuate ai sensi dell'art. 143): il Canale Taglio e la città fortezza di Palmanova. Tra le *Aree di Rilevante Interesse Ambientale (ARIA) – (L.R. 42/96, art. 5,)* fanno parte dell'ambito i Fiumi Tagliamento, Isonzo e Natisone, ed il Torrente Torre. Tra i Biotopi naturali regionali ai sensi della L.R. 42/1996, art. 4, Selvuccis e Prat dal Top, fa parte del comune di Pocenia.

11.3.1.3 Beni storico-culturali

Nell'ambito "Pianure del Sandonatese e Portogruarese", per il tratto di corridoio ricadente nei confini amministrativi della **Regione Veneto**, dal punto di vista storico-culturale molti sono gli elementi che presentano un rilevante interesse e che testimoniano la storia di questo territorio, qui strettamente legata alla presenza dei diversi corsi d'acqua: dai numerosi siti e resti archeologici di età romana e paleocristiana alla presenza delle abbazie e dei complessi monastici, dei centri storici e dei numerosi edifici di interesse storico culturale, dei luoghi cantati in letteratura da Ippolito Nievo, del paesaggio agrario dei campi chiusi e dei vigneti storici, del sistema delle ville legate ai corsi d'acqua e dei manufatti idraulici e della cultura rurale tradizionale di interesse testimoniale. Tra gli elementi di valore storico-culturale si segnalano inoltre:

- il centro storico - città murata di Portogruaro

Il corridoio di progetto attraversa quasi lungo tutto il tracciato nella **Regione Friuli** l'Ambito Paesaggistico della "Bassa Pianura delle Bonifiche a Scolo Naturale". Il tracciato dell'AV/AC non interessa beni culturali.

Invece per quanto riguarda l'ambito dell' "Alta Pianura Friulana con Colonizzazioni Agrarie Antiche", esso comprende importanti conurbamenti quali Palmanova, che ricadono in parte nel corridoio di progetto nel tratto *Variante Palmanova-Cervignano*. Palmanova, costituisce un esempio unico di città-fortezza rinascimentale, contraddistinta da un paesaggio urbano che si esprime nella stretta relazione tra le strutture fortificate e un articolato sistema idrogeologico.

L'ambito delle "Basse Pianure delle Risorgive e delle Strutture Agricole Tradizionali" ricade nel corridoio di progetto solo per una piccola porzione a cavallo tra i comuni di Teor e Pocenia.

Una parte del corridoio di progetto, all'altezza della Variante Torviscosa -Cervignano ricade nell'ambito della "Bassa Pianura delle Bonifiche a Scolo Meccanico e dei Boschi Planiziali". Il corridoio lambisce il comune di Torviscosa unica città di fondazione degli Anni Trenta in Friuli, è uno dei più singolari esempi, e non solo in Friuli, di urbanistica razionale, nasce nel 1937. Specchio fedele di un preciso momento culturale (nel quale rientrano anche le realizzazioni di Littoria, Carbonia, Sabaudia).

11.3.2 Condizioni percettive

11.3.2.1 I caratteri di percezione visuale del paesaggio

L'approccio percettivo nell'analisi del paesaggio parte dalla constatazione che il paesaggio è fruito ed interpretato visivamente dall'uomo. Il suo obiettivo è l'individuazione delle condizioni di percezione che incidono sulla leggibilità, riconoscibilità e figurabilità del paesaggio, allo scopo di interpretare le possibili conseguenze dovute all'inserimento di un'opera. Solitamente sono individuabili ambiti percettivi alla scala locale ed alla macroscala. Ciò determina le diverse condizioni percettive in essere e quindi quelle attese in futuro. La descrizione delle caratteristiche del paesaggio percettivo viene solitamente accompagnata da un Dossier fotografico con viste scelte che ne supportano l' evidenza. L'analisi dei caratteri visuali e percettivi del paesaggio si fonda su di due elementi significativi:

- l'individuazione degli elementi di caratterizzazione visuale-percettiva;
- l'identificazione dei luoghi a maggiore fruizione visuale.

Gli elementi che caratterizzano percettivamente il paesaggio sono riconducibili ai segni morfologici dominanti (crinali, valli, versanti, incisioni) che costituiscono una sorta di cornice per la visualità. Altri elementi caratterizzanti si rinvengono all'interno di tale cornice e sono le componenti strutturali maggiormente caratterizzate: le macchie di vegetazione, gli abitati, i beni storico-architettonici. Un ruolo particolare viene svolto dai cosiddetti elementi di fruizione del paesaggio, distinti anche tra luoghi di fruizione statica e luoghi di fruizione dinamica Si tratta in particolare dei luoghi dai quali il paesaggio viene percepito sia da un gran numero di fruitori, sia spaziando su di esso con una esperienza percettiva di tipo "panoramico". In particolare i punti di fruizione più frequentati e dai quali può essere individuata la valenza percettiva del paesaggio sono in genere assimilabili a:

- i tracciati di strade e ferrovie (assi di fruizione dinamica);
- i fronti edificati più prossimi al progetto o i punti panoramici collegati a qualche elemento specifico(fronti di fruizione statica).

11.3.2.2 Paesaggio percepito

Analizzando i caratteri visuali e percettivi del paesaggio attraversato dalle aree oggetto dell'intervento un luogo di fruizione visuale statica il centro storico del Comune di Fossalta di Portogruaro può essere considerato un luogo di fruizione statica del paesaggio. Come asse di fruizione dinamica dal Comune di Fossalta verso il corridoio dell'AV si snoda una strada, Viale Trieste, che unisce il centro storico all'Oasi Bosco di Alvisopoli, Sito di Importanza Comunitaria, che lambisce l'attuale sede dell'Autostrada A4 Venezia – Trieste al quale il tracciato di progetto dell'Alta Velocità si affiancherà. Proseguendo verso est il confine tra le due Regioni del Veneto e del Friuli Venezia Giulia è segnato dal corso del Fiume Tagliamento: area di rilevante interesse ambientale, può essere considerata un luogo di fruizione statica del paesaggio. Parallelamente al corso del fiume, andando da nord verso sud, la SS354 che, superata la SS14 Triestina, diventa Strada Provinciale75, assicura la fruizione dinamica del paesaggio in quanto strada di interesse turistico perché permette di raggiungere il centro balneare di Lignano Sabbiadoro. La Strada Provinciale 56 che da Palazzolo dello Stella collega la SS14 Triestina con l'Autostrada A4 Venezia – Trieste diventa la direttrice stradale per la fruizione dinamica del paesaggio a ridosso del Fiume Stella, area di rilevante interesse ambientale. Un altro punto di fruizione dinamica molto interessante per la natura del corridoio dell'AV di progetto – in questo tratto affiancato e complanare alla sede autostradale – è proprio l'Autostrada A4 Venezia – Trieste. Andando avanti verso est, avvicinandosi al Comune di Porpetto, il corridoio di progetto dell'AV si discosta dal tracciato dell'Autostrada A4 Venezia - Trieste. La SP80 che collega il Comune di San Giorgio di Nogaro al Comune di Porpetto, è considerato asse di fruizione dinamica. Il Parco Intercomunale del Fiume Corno può essere considerato punto di fruizione statica. Più avanti, il corridoio di progetto dell'asse ferroviario attraversa il centro storico del Comune di Cervignano del Friuli, punto di fruizione statica del paesaggio, mentre la fruizione dianamica è da i due assi stradali, la SS14 che all'altezza del Comune di Cervignano corre parallela al nuovo corridoio scavalcandolo a sud dell'abitato, e la SS351 che collega Cervignano all'autostrada. Continuando verso est, in direzione del carso triestino, abbiamo come asse di fruizione dinamica del paesaggio la Strada Statale 14 Triestina che attraversa il Fiume Isonzo e corre parallela al corridoio di progetto dell'AV. Proprio la Riserva Naturale Regionale del Fiume Isonzo può essere individuata come punto di fruizione statica.

11.3.3 I livelli di tutela operanti sul contesto paesaggistico e nelle aree interessate dall'intervento

Come specificato nell'Allegato del DPCM del 12 dicembre 2005, punto tre "contenuti della relazione paesaggistica", dell' "analisi dello stato attuale del paesaggio", fa parte l' "indicazione e analisi dei livelli di tutela operanti nel contesto paesaggistico e nell'area di intervento considerata, rilevabili dagli strumenti di pianificazione paesaggistica, urbanistica e territoriale e da ogni fonte normativa, regolamentare e provvedimentale; indicazione della presenza di beni culturali tutelati ai sensi, della Parte seconda del Codice dei beni culturali e del paesaggio. Le analisi dei livelli di tutela dovranno in particolare tener conto delle motivazioni e delle finalità di qualità paesaggistica definite dagli strumenti normativi e di piano".

11.3.4 Regione Veneto

11.3.4.1 Piano Territoriale Regionale di coordinamento del Veneto (PTRC)

Il piano territoriale regionale di coordinamento vigente è stato adottato solo alla fine del 1986, in relazione alle disposizioni della c.d. legge Galasso (L:431/85) che, con riferimento ai beni ed alle aree dalla stessa ex lege sottoposti a vincolo paesistico, aveva stabilito l'obbligo per le Regioni di dettare specifica normativa d'uso e di valorizzazione ambientale per il proprio territorio mediante la redazione di piani paesistici o di "piani urbanistico-territoriali con specifica considerazione dei valori paesistici ed ambientali", e ciò entro il 31 dicembre 1986. Con la L.R. 9/86, integrativa della 61/1985, è stata fatta la scelta di procedere alla redazione di un piano regionale che considerava i valori ambientali e disciplinava la "valenza" paesistica del vigente PTRC, adottato prima della

scdenza del 31 dicembre 1986 ed approvato definitivamente nel 1992. In realtà, fin dagli inizi, la Regione Veneto aveva preso in considerazione i collegamenti tra piano territoriale di coordinamento e piani territoriali paesistici (previsti dall'art. 5 della 1497/39, come facoltativi strumenti per la protezione delle bellezze naturali d'insieme pianificano il territorio in vista della sua tutela ambientale), sicchè è stato meno difficile procedere nel 1986 ad una unificazione dei contenuti dei due strumenti in un piano territoriale di coordinamento con "valenza paesistica" (art. 124 L.R. 61/85, aggiunto dalla L.R. 9/86) relativo all'intero territorio regionale. Il PTRC si articola per piani di area, previsti dalla legge 61/85, che ne sviluppano le tematiche e approfondiscono, su ambiti territoriali definiti, le questioni connesse all'organizzazione della struttura insediativa ed alla sua compatibilità con la risorsa ambiente. La valenza ambientale è stata confermata dalla L.R. 11/2004 (art.3 e art. 24). Ai sensi dell'art. 24, c.1 della L.R. 11/04, il "Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC)", in coerenza con il programma regionale di sviluppo (PRS) rappresenta il documento di riferimento per la tematica paesaggistica, stante quanto disposto dalla Legge Regionale 10 agosto 2006 n. 18, che gli attribuisce valenza di "Piano Urbanistico-Territoriale con specifica considerazione dei valori paesaggistici". Tale attribuzione fa sì che nell'ambito del PTRC siano assunti i contenuti e ottemperati gli adempimenti di pianificazione paesaggistica previsti dall'articolo 135 del Decreto Legislativo 42/04 e successive modifiche e integrazioni. Con deliberazione di Giunta Regionale del 17/02/09 è stato adottato il Piano Territoriale Regionale di Coordinamento ai sensi della legge regionale 23 aprile 2004, n.11 (art. 25 e 4).

Il D. Lgs. 42/04 all'articolo 2, 1°comma, afferma che il "patrimonio culturale è costituito dai beni culturali e dai beni paesaggistici", quindi oltre alla pianificazione dei caratteri di area vasta, spetta al PTRC coordinare la individuazione, conservazione e valorizzazione dei beni culturali singoli, costituiti dagli "immobili che presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, ecc, aventi valore di civiltà".

Il 15 luglio 2009 è stato sottoscritto a Roma, dal Ministro per i beni e le attività culturali e dal Presidente della Regione del Veneto, un Protocollo d'Intesa per l'elaborazione congiunta del Piano Paesaggistico Regionale in cui le parti prendono atto di quanto finora elaborato dalla Regione – in particolare con la predisposizione dell'Atlante Ricognitivo degli Ambiti di Paesaggio – e si impegnano alla completa definizione del Piano Paesaggistico Regionale. Il quadro conoscitivo del territorio veneto ha uno dei suoi elementi fondanti nel riconoscimento dei valori del paesaggio e dei beni paesaggistici. Questo aspetto si è concretizzato in modo particolare nell'Atlante ricognitivo degli Ambiti di Paesaggio. Non poteva tuttavia che restare incompleto, in attesa di poter estendersi, d'intesa con lo Stato, anche al riordino dei vincoli statali gravanti sul territorio veneto. Il PTRC conserva e rafforza la sensibilità paesaggistica già propria della pianificazione territoriale regionale, tuttavia, in questa fase non assume ancora la valenza propria di piano paesaggistico nel significato giuridico attribuito a questa espressione dal Codice dei beni culturali e del paesaggio. E', questo, un obiettivo auspicato cui si potrà pervenire non appena la collaborazione con il Ministero dei Beni culturali consentirà di integrare il PTRC nella direzione della considerazione - anche nel segno della semplificazione e del riordino - dei vincoli e delle tutele di matrice statale, così da fargli assumere natura giuridica di vero e proprio piano unitario, sia territoriale che paesaggistico. In collaborazione con il Ministero vengono pertanto considerate nel PTRC le "reti territoriali" comprendenti: i resti archeologici, le rocche e i castelli, le città murate, le strutture fortificate, le strutture paleo-idrauliche, i complessi dell'archeologia industriale e della civiltà del lavoro, gli antichi manufatti stradali ed infrastrutturali in genere ivi compresi quelli dell'ambiente rurale, gli edifici pubblici oggetto di notifica. Ma tra le fattispecie contenute negli artt. 10 e 11 dello stesso Codice "Urbani" esistono altre categorie di oggetti aventi grande importanza tra cui le tipologie di architettura rurale aventi interesse storico od etnoantropologico quali testimonianze dell'economia rurale tradizionale, gli immobili di interesse particolare perché riferiti alla storia politica, militare, della letteratura, dell'arte e della cultura in genere quali testimonianze dell'identità e della storia delle istituzioni pubbliche, collettive o religiose, le opere dell'architettura e dell'ingegneria contemporanea di particolare valore artistico, i manufatti introdotti nell "immaginario collettivo"da testi letterari, pellicole cinematografiche, ecc. Si pensi alle citazioni di Goethe o di Hemingway, ai film di Visconti o di Antonioni, ai paesaggi di Cima o del Canaletto, ai

luoghi risorgimentali o della prima guerra mondiale o alle opere di Terragni, Scarpa, Nervi, Gellner, Gardella, Stirling, Michelucci, Samonà.

Di seguito, l'inquadramento normativo dell'ambito strutturale di paesaggio attraversato dal corridoio di progetto, individuati nell'Atlante ricognitivo degli Ambiti di Paesaggio, parte integrante del Piano Territoriale di Coordinamento Regionale adottato il 17/02/2009.

Pianure del Sandonatese e Portogruarese. Sull'ambito ricadono, come da PTRC 1992: gli ambiti di valore naturalistico-ambientale del Medio Corso del Piave, dell'Ambito Fluviale del Livenza, del Bosco di Cavalier, del Bosco di Cessalto e del Bosco di Lison. Nell'ambito ricade una limitata porzione di territorio del Parco Naturale Regionale del Fiume Sile, istituito con L.R. 28.1.1998. La parte ovest dell'ambito è disciplinata dal Piano di Area della Laguna e dell'Area Veneziana (comune di Musile di Piave), approvato dalla regione Veneto nel novembre 1995, e dal Piano di Area del Sandonatese (comuni di Fossalta di Piave, Musile di Piave, Noventa di Piave, San Donà di Piave), che, adottato con DGR n. 2807 del 19 ottobre 2001, non esercita più ad oggi alcuna efficacia. La provincia di Venezia ha istituito con D.C.P. del 20.03.2003 n. 2003/56/00001, nei territori comunali di Cinto Caomaggiore, Gruaro e Portogruaro, il Parco Fluviale del Lèmene e del Réghena, in attuazione dell'area di tutela paesaggistica di interesse regionale soggetta a competenza provinciale dell'Ambito Fluviale del Réghena e Lèmene individuata dal PTRC 1992. L'ambito è interessato dalle seguenti aree appartenenti alla Rete Natura 2000: SIC e ZPS Bosco di Cessalto; SIC e ZPS Bosco di Cavalier; SIC e ZPS Bosco di Lison; SIC e ZPS Bosco Zacchi; ZPS Ambito Fluviale del Livenza; ZPS Ambiti Fluviali del Reghena e del Lèmene – Cave di Cinto Caomaggiore; SIC Ambito Fluviale del Livenza e Corso Inferiore del Monticano; SIC Fiumi Meolo e Vallio; SIC Fiumi Réghena e Lèmene – Canale Taglio e Rogge Limitrofe – Cave di Cinto Maggiore.

Nell'attesa che il processo di approvazione del piano vada avanti, sono state confermate le norme minime di tutela per gli ambiti già individuati dal PTRC del 1992.

Negli artt. dal 19 al 34 delle NTA (Titolo II Sistema Ambientale), il PTRC specifica direttive e prescrizioni per la tutela delle risorse naturalistico-ambientali (art.19), per il territorio agricolo (art.23), per i centri storici (art.24), direttive, prescrizioni e vincoli per i parchi e le riserve archeologiche di interesse regionale (art.27), direttive per gli ambiti di paesaggio agrario di interesse storico-culturale (art.32), richiamando in particolare i paesaggi delle bonifiche, fluviali (grave, zone di risorgiva, golene boscate ecc.), dei campi chiusi (di pianura e collina). L'art. 33 delle NTA specifica direttive, prescrizioni e vincoli per parchi, riserve naturali e aree di tutela paesaggistica regionali negli ambiti per l'istituzione di parchi e riserve naturali regionali come il Fiume Sile (istituito in Parco con L. R. 28/1/1991 n.8) appartenente al Settore Pianiziale e la Laguna di Venezia del Settore Costiero. Per dette aree la Regione predispone appositi "Piani di Area" con specifica considerazione dei valori paesistico-ambientali ai sensi della L.R. 11.3.1986, n.9. Nell'art. 34 sono contenute direttive, prescrizioni e vincoli per aree di tutela paesaggistica di interesse regionale e competenza provinciale; tra le aree che il PTRC individua come "aree di tutela paesaggistica" ricadono nel corridoio di progetto in particolare quelle del Settore Planiziale come il Medio Corso del Piave, l'ambito fluviale del Livenza e l'ambito fluviale del Reghena e Lemene. Per ciascuna delle aree di tutela paesaggistica, istituita ai sensi del presente articolo, viene redatto un Piano Ambientale, approvato dal Consiglio Regionale che, ai fini del procedimento di adozione, pubblicazione ed approvazione è assimilato ad un Piano di settore.

Il Titolo VI "Norme transitorie e finali" delle NTA, all'art. 48, specifica le direttive inerenti l'inserimento nell'ambiente delle infrastrutture viarie. Nella progettazione e nella realizzazione di opere viarie:

- si dovranno seguire tracciati quanto più possibili modellati sugli andamenti del terreno, evitando percorsi che comportino rilevati, sbancamenti, riporta e quant'altro possa fortemente alterare l'aspetto dei luoghi;

- si dovrà tener conto delle visuali potenzialmente apprezzabili dagli utenti, prevedendo i diversi modi di percezione e gli artifici ad essi legati e si dovrà tenere nel massimo conto l'impatto visivo ed acustico delle nuove opere o della trasformazione di quelle esistenti nel caso di attraversamenti di siti di particolare interesse storico/naturalistico e paesaggistico e cioè barriere arboree e frange boscate;
- dovranno essere particolarmente curati i tratti di avvicinamento a luoghi che presentano visuali di particolari interessi, in modo da valorizzarne la percezione;
- dovrà essere per quanto possibile, tutelata la integrità delle aziende agricole secondo quanto prescritto al punto a) dell'art.18.

11.3.5 Regione Friuli Venezia Giulia

11.3.5.1 Piano Urbanistico Regionale Generale (PURG 1978). Piano Territoriale Regionale Generale (PTRG 1997). Piano Territoriale Regionale Strategico (PTRS 2003). Piano Territoriale Regionale (PTR 2007)

Nel 1978 è stato approvato il Piano Urbanistico Regionale Generale (P.U.R.G.). Dopo quasi trent'anni, la Regione Friuli Venezia Giulia adotta un nuovo strumento di pianificazione territoriale regionale, il presente PTR.

Il P.U.R.G., redatto sulla base delle leggi regionali n. 23 del 1968 e n. 30 del 1972 fondate a loro volta sui principi della legge nazionale n. 1150 del 1942, nonostante un iter decennale per la sua formazione ed approvazione, fu ritenuto allora l'esperienza più avanzata in Italia nel campo della pianificazione territoriale, divenendo modello per molte altre esperienze regionali. Il piano, però, promuoveva solo le scelte fondamentali ed i principi guida, demandava invece la loro definizione progettuale all'avvio dei consorzi urbanistici che, successivamente, avrebbero dovuto predisporre i *piani regolatori comprensoriali*. La loro mancanza trasformò quella che avrebbe dovuto essere una fase transitoria, nell'unica reale attuazione del P.U.R.G.

Va ricordato che, per soddisfare la necessità di rinnovamento dello strumento di pianificazione territoriale, in questi anni sono già stati predisposti due progetti:
- il progetto di Piano Territoriale Regionale Generale (P.T.R.G.) del maggio 1997;
- il progetto di Piano Territoriale Regionale Strategico (P.T.R.S.) del luglio 2003.

Entrambe le ipotesi di piano territoriale regionale non hanno intrapreso l'iter di approvazione, ma sono state archiviate.

Il P.U.R.G., la bozza di P.T.R.G. e quella di P.T.R.S. sono stati comunque un punto di partenza nella costruzione del *Quadro delle conoscenze e delle criticità del PTR*, anche se ci si è avvalsi di dati e di informazioni più recenti, reperiti sia dalle Direzioni centrali regionali e da vari Enti, che da studi e banche dati disponibili. A prescindere da tali considerazioni, l'esigenza di un nuovo Piano Territoriale Regionale è derivata, principalmente, dalla riforma legislativa nazionale in atto che, a vari livelli, e per gli aspetti inerenti il *governo del territorio*, non poteva non avere ripercussioni sul *riordino degli strumenti urbanistici* che la Regione F.V.G. ha in atto e, quindi, anche sul PTR che esprime la nuova politica urbanistica dell'Amministrazione regionale. Un'ulteriore riforma legislativa ha reso necessaria la formazione del PTR, imprimendone caratteri e contenuti molto particolari, quelli del *Piano Paesaggistico* (P.P.). Si tratta del nuovo *Codice dei beni culturali e del paesaggio* (detto anche Codice Urbani), di cui al D.Lgs. 22.01.2004, n. 42. Tale Decreto ridefinisce radicalmente i rapporti tra la *pianificazione paesaggistica* e la *pianificazione territoriale*, stabilendo che le scelte decisionali del PTR non possono più svilupparsi autonomamente, ma possono farlo solamente all'interno dello spazio determinato dal sistema paesistico/normativo. Inoltre, l'articolo 6 della L.R. 30/2005 stabilisce che il PTR deve esprimere anche la valenza paesaggistica, così come definita dallo stesso Codice, all'articolo 135. Pertanto, nella costruzione del PTR è risultato strategico

cogliere l'opportunità, offerta dal "Codice Urbani", di coniugare il *governo del territorio* con un efficace *governo del paesaggio*, anche se ciò poteva rappresentare una minaccia rispetto alla potestà normativa esclusiva attribuita alla Regione F.V.G. dallo Statuto di autonomia.

Il PTR *a valenza paesaggistica*, cerca di soddisfare, da un lato l'esigenza primaria di "vivibilità ambientale attuale e futura" e dall'altro indirizzare gli strumenti pianificatori comunali affinché siano in grado di gestire le continue evoluzioni delle dinamiche di sviluppo. Uno strumento, cioè, *capace di gestire* contemporaneamente *elementi di tutela*, tradizionalmente autoreferenziali (vincoli, autorizzazioni paesaggistiche, piani) e *processi decisionali* in grado di *scegliere* di volta in volta, sulla base della complessità dei fenomeni culturali, invece di *conformarsi* automaticamente ad una normativa prestabilita e ad una procedura ormai consueta. Pertanto il PTR *è un piano a valenza paesaggistica* nel quale, in coerenza con le disposizioni dettate dal nuovo Codice Urbani, la *componente paesaggistica* diventa un insieme di "invarianti territoriali" con le quali dovranno confrontarsi, nel tempo, i piani comunali ed i programmi di sviluppo. In definitiva, il nuovo *Codice dei beni culturali e del paesaggio* offre alla Regione F.V.G. l'opportunità di considerare il *paesaggio* non come un *vincolo*, ma come una *risorsa*, anche economica, da valorizzare. Perché la *riconoscibilità* e la *qualità paesaggistica* dei territori influenzano direttamente la qualità di vita di chi li abita, la loro appetibilità economica.

L'All. 12 alle Norme di Attuazione del Piano Territoriale Regionale, definisce i "*Criteri di progettazione e di inserimento paesaggistico definiti nelle Matrici delle azioni di piano e nelle Norme di Attuazione, sviluppati in collaborazione con il Ministero dei beni culturali ed il Ministero per la tutela dell'ambiente, del territorio e del mare, ai fini del raggiungimento della valenza paeasaggistica.*"

Le prescrizioni di carattere paesaggistico del PTR FVG sono ascrivibili a due categorie principali:

- quelle indirizzate agli strumenti della pianificazione territoriale (Piani Struttura Comunali e Piani Operativi Comunali);

- quelle indirizzate alla progettazione (preliminare, definitiva ed esecutiva);

Le prime sono quelle elencate all'articolo "18 – Prescrizioni paesaggistiche generali" delle Norme di Attuazione del PTR e vengono ordinate secondo le tipologie di paesaggio in cui è suddiviso il territorio regionale: alpino e prealpino, collinare, alta e bassa pianura, laguna, carso e costiera triestina, costa marittima sabbiosa.

Seguono poi nello stesso articolo altre prescrizioni di carattere generale, non più riferite ad ambiti territorialmente definiti, quanto piuttosto a fattispecie paesaggistiche distribuite sull'intero territorio regionale: percorsi e punti panoramici, sistemi ecologici, aree protette e direttrici ambientali, aree urbanizzate, aree archeologiche di interesse paesaggistico, pievi, abbazie, castelli , ville, parchi e giardini di interesse paesaggistico, aree di pregio naturalistico-paesaggistico, fiumi e laghi di interesse paesaggistico, geositi.

L'art. 18 "Prescrizioni paesaggistiche generali", nel comma 1 dice che gli strumenti di pianificazione comunale e sovracomunale, infraregionale e di settore, devono osservare, salva specifica previsione della Scheda di AP a valenza paesaggistica ai sensi dell'art.143 d.lgs. 42/2004, le prescrizioni urbanistico-paesaggistiche generali del presente articolo suddivise per tipologia di paesaggio di cui ai commi da 2 a 6, e per fattispecie paesaggistiche di cui ai commi da 7 a 15.

Il corridoio di progetto attraversa, per quanto riguarda le tipologie di paesaggio, la "*4. Paesaggio dell'Alta e Bassa Pianura*":

Gli strumenti di pianificazione interessati dal paesaggio della pianura devono:

a) tutelare i paesaggi della pianura irrigua, rispettandone la tessitura storica e la condizione agricola altamente produttiva;

b) prevedere interventi di recupero del paesaggio agrario storico, a partire dalla centuriazione romana, con il mantenimento delle strutture fondiarie a maglia stretta e campi chiusi, salvaguardando la presenza della vegetazione preesistente (quali, ad esempio, macchie di bosco, siepi permanenti, filari alberati, viali alberati);

c) salvaguardare le fasce fluviali da fenomeni di inurbamento, anche in prossimità degli insediamenti storici privilegiando altre direttrici di sviluppo e prevedendo interventi di rinaturazione dei corsi d'acqua con tecniche di ingegneria naturalistica;

d) prevedere interventi di manutenzione dei singoli manufatti che hanno storicamente caratterizzato il sistema fluviale (quali, ad esempio mulini, peschiere, rogge, chiuse, idrovore).

E contiene le seguenti fattispecie paesaggistiche:

8. Percorsi e punti panoramici

Gli strumenti di pianificazione interessati dai percorsi e punti panoramici individuati nell'all. 13 devono:

a) valorizzare l'orizzonte sensibile e gli altri elementi visibili fruibili dal percorso o da altri punti peculiari di osservazione di determinante emergenza panoramica;

b) prevedere interventi di manutenzione dei tracciati e delle piantumazioni esistenti (quali, ad esempio, alberature e siepi);

c) prevedere interventi di miglioramento dei manufatti e delle attrezzature pertinenti (quali, ad esempio, separatori, arredi, piazzole di sosta per i punti belvedere, cartellonistica e, con particolare riferimento alla litoranea veneta, approdi, imbarcaderi, pontili), con esclusione di ogni uso non compatibile con la destinazione paesaggistica;

d) prevedere misure idonee alla conservazione della fruizione visiva della strada panoramica anche, laddove possibile, mediante ulteriori fasce di rispetto del nastro stradale. Gli strumenti di pianificazione comunale e sovracomunale, conseguentemente a specifiche analisi sulla percezione visiva del paesaggio locale, possono individuare punti notevoli ed ulteriori percorsi panoramici di livello locale.

9. Habitat

Gli strumenti di pianificazione devono:

a) contenere la frammentazione degli habitat, mantenendo la biodiversità e il giusto grado di eterogeneità dei paesaggi;

b) recuperare ecologicamente i paesaggi degradati, individuando anche nuovi usi compatibili;

c) migliorare la stabilità degli elementi naturali presenti mediante la realizzazione di nuove aree, macchie e corridoi biotici di connessione;

d) prevedere disposizioni di attuazione per il miglioramento qualitativo del costruito sia a livello di integrazione con il contesto architettonico/ambientale, sia a livello di risparmio dell'energia e delle risorse.

10. Aree Protette e Direttrici Ambientali

Gli strumenti di pianificazione interessati da aree protette e direttrici ambientali di cui agli articoli 7 ed 8 devono:

a) tutelare e mantenere la diversità dei paesaggi, degli habitat, delle specie animali e vegetali e degli ecosistemi ad essi collegati;

b) promuovere le attività che risultano in armonia con la natura e con la struttura sociale e culturale delle comunità insediate, attraverso il mantenimento degli usi del suolo, delle pratiche costruttive tradizionali, delle manifestazioni sociali e culturali tradizionali;

c) permettere il corretto godimento dell'area protetta da parte dei visitatori attraverso un tipo di turismo e di ricreazione idonei e appropriati per tipo e scala alle peculiarità dell'area;

d) sostenere le attività didattiche e di ricerca capaci contribuire al benessere a lungo termine dei residenti ed alla conservazione dell'area.

12. Aree Archeologiche di interesse paesaggistico

Gli strumenti di pianificazione interessati dalle aree di cui all'All. 13 devono:

a) vietare opere che possano alterare la consistenza e la morfologia dei beni archeologici individuati;

b) curare la correlazione della tutela archeologica con quella paesaggistica;

c) ammettere opere di restauro e ripristino ambientale;

d) ammettere eventuali volumi edilizi che siano funzionali alla tutela e fruizione paesaggistica e culturale dei beni.

13. Pievi, Abbazie, Castelli, Ville, Parchi e Giardini di interesse paesaggistico

Gli strumenti di pianificazione interessati dai beni individuati nell'All. 13 devono:

a) riconoscere tali beni quali importanti valori storici, religiosi e culturali che connotano il paesaggio locale innalzandone il livello di qualità;

b) considerare i sistemi di tali beni costituenti reti di attrazione turistica alternativi e integrativi a quelli tradizionali mare/montagna;

c) prevedere azioni per la fruizione e l'utilizzazione di tali beni, nonché mantenere attivo il loro valore storico-testimoniale ed evitare processi di abbandono e degrado;

d) prevedere attività di pianificazione che conservino o migliorino il rapporto funzionale di tali beni con il loro contesto.

14. Aree di pregio naturalistico-paesaggistico

Gli strumenti di pianificazione interessati dalle aree individuate nella Tavola 3 devono:

a) recepire i perimetri e le prescrizioni del PTR;

b) riconoscere il valore paesaggistico di tali aree in quanto rappresentative del paesaggio degli AP e correlate al loro grado di qualità;

c) prevedere destinazioni d'uso e attività che siano compatibili con la natura e con la tutela della struttura sociale, culturale ed economica delle comunità insediate, attraverso il mantenimento degli usi del suolo, delle pratiche costruttive ed agricole tradizionali e della tutela ambientale delle parti più fragili e vulnerabili;

d) impedire l'abbassamento della loro qualità paesaggistica.

15. Fiumi e Laghi di interesse paesaggistico

Gli strumenti di pianificazione interessati dai corsi d'acqua e dai laghi individuati nell'All. 13, compatibilmente con la sicurezza idraulica e geologica, devono:

a) riconoscere tali beni quali valori paesaggistici naturali e storici, serbatoi e corridoi di connessione ecologica e tutelarne l'elevato grado di biodiversità;

b) salvaguardare la struttura visiva del paesaggio fluviale, torrentizio e lacustre, migliorandone la fruizione, la varietà e la continuità d'immagine;

c) mantenere morfologia, larghezza, pendenza e sinuosità di alvei, golene ed invasi, promuovendo opere di ingegneri naturalistica per la stabilizzazione delle sponde e la difesa idrogeologica, ed azioni di rinaturazione dei corsi d'acqua artificializzati ed irrigiditi;

d) vietare riduzioni di alvei, golene ed invasi per espansioni edilizie;

e) favorire lo sghiaiamento periodico degli alvei prioritariamente nei bacini montani;

f) prevedere aree destinate alla laminazione delle piene in fregio ai corsi d'acqua.

Alla **seconda categoria** afferiscono le prescrizioni operative per le aree vincolate (ex aree 1497/1939 ed ex aree "Galasso") nonché le prescrizioni per la disciplina specifica di salvaguardia e di utilizzazione per le aree eventualmente individuate ai sensi dell'art. 143, comma 1), lett. i) (cosiddette "aree blu").

L'art. 1, c. 4. lett. d.12) delle Norme di attuazione del PTR fa inoltre riferimento ad un ulteriore insieme di prescrizioni, i "**Criteri di compatibilità paesaggistica**", che nell'allegato 5 a vengono indicati come "Criteri di progettazione e di inserimento paesaggistico definiti nelle Matrici delle azioni di piano e nelle Norme di attuazione", e che sono l'oggetto del presente elaborato. Si tratta di indicazioni di cui devono tener conto innanzitutto i progettisti nella fase di redazione degli elaborati, ma anche i soggetti istituzionalmente deputati alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi stessi. Tali criteri ed indicazioni non fanno riferimento alla collocazione dell'opera sul territorio, o alla presenza di zone di vincolo, bensì alla sua tipologia:

2. INFRASTRUTTURE. Il progetto migliore di infrastruttura, nella valutazione del relativo inserimento sul territorio, naturale o antropizzato, è quello che produce le minori modifiche dei fattori paesaggistici. Gli aspetti visivi sono influenzati soprattutto dalla struttura degli eventuali sostegni, dei manufatti di alloggiamento degli impianti e dalla creazione di eventuali fasce di asservimento prive di vegetazione sotto i conduttori. Le zone maggiormente sensibili sono quelle naturali, in genere boscate, i crinali, oppure dove sono visibili beni storici e architettonici rappresentativi.

2.1 Infrastrutture stradali. Dal punto di vista paesaggistico è necessario un ripensamento dell'approccio progettuale della rete stradale. Viene di seguito riportata una serie di prescrizioni che sono anche sintesi del lavoro istruttorio ed autorizzativi, svolto a partire dal 1988, dal Servizio tutela beni paesaggistici.

- l'eventuale rimodellamento e la stabilizzazione delle sponde, nelle parti interessate dalle opere relative all'attraversamenti dei corsi d'acqua, deve essere ottenuta con tecniche di ingegneria naturalistica;

- in sostituzione delle barriere per la riduzione del rumore è preferibile ottenere analogo risultato con terrapieni e/o mediante la piantumazione delle aree a margine dell'infrastruttura con essenze arboree ed arbustive autoctone;

- le aree di esproprio devono considerare anche le fasce laterali per la messa a dimora di specie arboree ed arbustive a mascheramento del flusso veicolare e per la realizzazione delle opere di mitigazione ambientale;

- i sottopassi ed i sovrappassi scatolari devono essere realizzati in modo da evitare superfici e volumi in esubero rispetto alle dimensioni dell'infrastruttura da superare e mantenere uno sbalzo del piano stradale rispetto allo scatolare;

2.2 Ponti. La progettazione degli attraversamenti di corsi d'acqua, di valli e di incisioni merita un capitolo a parte perché molto spesso i manufatti garantiscono la funzione ma non si curano del notevole impatto provocato dalla piena visibilità dell'opera. Nonostante la delicatezza della materia, risulta quasi impossibile dare dei dettami precisi sulle tipologie da adottare in grado di garantire il risultato minimo richiesto, in quanto la progettazione stessa dell'opera rappresenta il frutto della capacità di ogni singolo professionista di coniugare il proprio sapere, con le capacità di spesa dell'Amministrazione e con l'ambiente interessato dal passaggio dell'infrastruttura. Tuttavia, al fine di indirizzare correttamente la progettazione in funzione di un miglior inserimento nel paesaggio, si suggeriscono alcuni punti fondamentali da cui partire:

- gli attraversamenti aerei devono essere realizzati impiegando i materiali in modo da raggiungere forme leggere e slanciate, mentre i relativi parapetti favorire il senso di trasparenza;

- i ponti devono essere progettati con una luce tale da garantire il mantenimento della sponda naturale del corso d'acqua o della roccia su cui si appoggia arretrandone opportunamente le spalle;

- la struttura portante del ponte dovrebbe essere di colore scuro, in modo di alleggerire la parte superiore del manufatto;

- l'eventuale rimodellamento e la stabilizzazione delle sponde, nelle parti interessate dai lavori di realizzazione degli attraversamenti, deve essere ottenuta con tecniche di ingegneria naturalistica;

- le scarpate dei raccordi tra la quota naturale del terreno ed i diversi piani della viabilità, determinati dal progressivo interramento o innalzamento della viabilità non devono superare il rapporto 3:2 tra base ed altezza.

2.3 Infrastrutture ferroviarie. Per un corretto inserimento delle nuove opere nell'ambiente naturale è necessario mutuare diverse indicazioni dai capitoli dedicati alla viabilità ed ai ponti. Alcune invece sono peculiari della strada ferrata:

- la dismissione delle vecchie strutture deve comprendere anche la demolizione delle fondazioni dei sostegni;

- le nuove strutture devono adeguarsi a quelle esistenti, preferendo finiture opache e di colore scuro;

- i sottopassi ed i sovrappassi scatolari devono essere realizzati in modo da evitare superfici e volumi in esubero rispetto alle dimensioni dell'infrastruttura da superare e mantenere uno sbalzo del piano stradale rispetto allo scatolare.

2.5 Linee elettriche. I diversi criteri per inserire le infrastrutture nel territorio possono essere in conflitto tra loro. Di conseguenza, nella fase progettuale, è necessario ottimizzare le scelte, cercando la soluzione migliore, compatibile

con le esigenze dello sviluppo e con l'ambiente ed il paesaggio interessati dai lavori. Le indicazioni di seguito esposte potranno guidare le scelte e consentire una valutazione cosciente dei progetti in rapporto alle implicazioni che gli stessi inducono sul paesaggio. I criteri progettuali, per quanto attiene la realizzazione e l'integrazione della rete di distribuzione dell'energia elettrica, sono di seguito riportati:

1) Zone edificate ed urbanizzate:

- le linee vanno interrate lungo la viabilità esistente;

- le centraline vanno interrate con sovrastante tetto giardino o in manufatti esistenti, ad esclusione delle zone A o nelle immediate vicinanze di elementi vincolati ai sensi del Titolo I del D. L.vo 42/2004, in cui tali apparati non potranno essere realizzati.

- I manufatti edilizi destinati all'installazione di impianti telefonici, compresi quelli in cui è prevista la presenza di personale, devono essere collocati in zona stabilita dal Piano Operativo Comunale; gli stessi, qualora non interrati, dovranno avere caratteristiche tipologiche, tecnologiche e parametri urbanistici ed edilizi delle Zone contigue prevalenti, ed essere realizzati nel rispetto della morfologia, della vegetazione e delle infrastrutture esistenti.

- Gli stacchi d'utenza devono essere sempre interrati.

2) Zone agricole

- linee interrate o aeree, preferibilmente lungo la viabilità esistente, anche agricola o interpoderale, o seguendo eventuali filari o siepi esistenti da utilizzare quale mimesi dei supporti. Nei pressi delle chiesette votive sparse su tutto il territorio le linee aeree andranno opportunamente interrate, o modificate nel tracciato, per un raggio di almeno 150 mt dalle stesse. Nel caso tali costruzioni siano collocate in zone panoramiche, le linee elettriche non dovranno interferire con il panorama e il relativo godimento della visione dell'intorno.

- centraline interrate con sovrastante tetto giardino o in manufatti esistenti e per evitare l'accentuazione della presenza del manufatto dovuta alla convergenza delle reti, queste ultime devono obbligatoriamente essere interrate per almeno cinquanta metri in prossimità dell'edificio stesso.

3) Ambito fluviale

- linee interrate lungo la viabilità esistente; gli eventuali attraversamenti dei corsi d'acqua dovranno avvenire mediante l'alloggiamento di tubazioni sui ponti esistenti o in sub-alveo.

- centraline interrate con sovrastante tetto giardino o in manufatti esistenti, evitando le aree soggette ad esondazione;

4) Viabilità

- linee interrate;

5) Zona per attrezzature e servizi collettivi e altre Zone omogenee

- secondo le prescrizioni delle zone contigue prevalenti.

6) Limite di rispetto stradale

- linee interrate;

11.3.5.2 Piano di governo del territorio (PGT)

E' stata pubblicata sul BUR n. 49 del 9 dicembre 2009 la legge regionale n. 22 concernente: " avvio della riforma della pianificazione territoriale della Regione". E' una legge di carattere procedimentale che prevede la riforma urbanistica basata su:

- una disciplina organica in termini di pianificazione territoriale costituita da un corpus normativo di innovazione del settore , basato, fra l'altro, su un sistema interrelazionale fra gli enti competenti, che presuppone l'abbandono del sistema urbanistico a cascata e l'avvio della co-pianificazione.
- il Piano di governo del territorio, composto dal Documento Territoriale Strategico Regionale (DTSR) e della Carta dei Valori (CDV).

Il Documento Territoriale Strategico Regionale (DTSR) è lo strumento con il quale la Regione stabilisce le strategie della propria politica territoriale, individua i sistemi locali territoriali e ne definisce i caratteri, indirizza e coordina la pianificazione degli enti territoriali, nonché i piani di settore.

La Carta dei Valori (CDV) è il documento nel quale sono contenuti i valori fondamentali della Regione, gli elementi del territorio che devono essere disciplinati, tutelati e sviluppati da parte dei soggetti territorialmente competenti in quanto costituiscono, per vocazione e potenzialità, patrimonio identitario della Regione il cui riconoscimento è presupposto fondamentale per il corretto governo e per la cura del territorio.

11.3.5.3 Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

In attuazione al *Codice dei beni culturali e del paesaggio* e della *Convenzione europea per il paesaggio*, la Regione FVG ha avviato le procedure per la redazione del Piano Paesaggistico Regionale (PPR).

Il PPR è un fondamentale strumento di pianificazione finalizzato alla salvaguardia e gestione del territorio nella sua globalità con lo scopo di integrare la tutela e la valorizzazione del paesaggio nei processi di trasformazione territoriale, anche come leva significativa per la competitività dell'economia regionale. La Regione ha scelto di elaborare il PPR attraverso un percorso graduale e partecipato articolato in due livelli e in più fasi secondo i contenuti dell'art. 143 del Codice. Ogni fase, una volta completata, avrà autonomia operativa ed efficacia giuridica.

Il PPR prevede, infatti, il riconoscimento delle componenti paesaggistiche attraverso i seguenti livelli di approfondimento fondamentali:

- un primo livello a scala generale omogenea riferita agli "ambiti di paesaggio" (ai sensi dell'135);
- un secondo livello a scala di dettaglio finalizzato al riconoscimento dei "beni paesaggistici" (ai sensi dell'134) che comprende: immobili e aree dichiarati di notevole interesse pubblico; aree tutelate per legge; ulteriori immobili e aree individuati dal piano.

Il primo livello, attiene la revisione e l'aggiornamento degli Ambiti paesaggistici proposti in sede di analisi avviata nell'ambito dell'intesa interistituzionale fra Stato e Regione del 22 novembre 2006 e descritti nell'Atlante fotografico degli ambiti paesaggistici.

Il secondo livello relativo ai "beni paesaggistici" è in corso di elaborazione e sarà articolato in fasi:

- la prima fase consiste nella ricognizione e perimetrazione delle aree e degli immobili tutelati e si concluderà con la redazione della Mappa dei beni paesaggistici e la determinazione delle prescrizioni d'uso intese ad assicurare la conservazione e la valorizzazione di essi;

- la fase successiva riguarderà l'individuazione di eventuali ed ulteriori contesti da sottoporre a misure di salvaguardia e di utilizzazione.

Ogni fase è progettata secondo una visione strategica riferita all'intero territorio regionale che considera il paesaggio come un punto di forza per lo sviluppo della regione e la qualità della vita dei cittadini.

Nella Regione Friuli Venezia Giulia le aree vincolate ai sensi dell'art. 136 del Dlgs 42/04, originariamente individuate dalla Legge 1497/39, sono circa 50 (a cui vanno aggiunte 25 cavità naturali), mentre quelle di maggiore estensione, oggi difficilmente quantificabili nella loro superficie, sono le aree tutelate ai sensi dell'art. 142 del Codice (ex Legge 431/85). Tra queste ultime vanno citati i Parchi naturali regionali (Parco delle Dolomiti Friulane e Parco delle Prealpi Giulie) nonché 12 Riserve Naturali regionali e 3 Riserve Naturali statali. Parchi e riserve regionali sono stati istituiti ai sensi della LR 42/1996.

La Regione FVG con la Mappa dei beni paesaggistici intende dotarsi di uno strumento operativo ricognitivo delle aree e degli immobili tutelati in base alla legge, ovvero a provvedimenti dichiarativi di notevole interesse paesaggistico.
La Mappa consentirà alle amministrazioni e ai soggetti interessati di conoscere in tempo reale l'esatta consistenza e ubicazione dei beni per i quali è necessaria la richiesta dell'autorizzazione paesaggistica prima di potervi realizzare interventi che ne modificano l'aspetto. La Mappa rappresenta una fase del percorso di formazione del Piano Paesaggistico Regionale e sarà realizzata con l'obiettivo di localizzare i beni paesaggistici e le prescrizioni d'uso volte alla conservazione e valorizzazione dei caratteri distintivi oggetto di vincolo. Alla formazione della Mappa si giungerà attraverso la consultazione della amministrazioni locali in accordo con il Ministero per i Beni Culturali ed Ambientali e l'attività della commissione regionale tutela beni paesaggistici. Si tratta di attività che si collocano nell'ambito degli adempimenti previsti dal Codice dei beni culturali ed ambientali con riferimento, in particolare, all'articolo 143, comma 1 lettere b) c) e d), e all'articolo 141bis.

L'atlante fotografico degli ambiti paesaggistici rappresenta uno strumento di conoscenza delle varie identità territoriali del Friuli ed offre un quadro generale dello stato dei luoghi con indicazione schematica delle principali dinamiche trasformative in atto. Il documento intende promuovere e condividere il riconoscimento degli aspetti identitari e rappresentativi dei luoghi in forma aperta e compartecipata. Nato da un'attività iniziata sulla base di un'intesa interistituzionale dd 22/11/2006 fra MIBAC, MATTM e Regione Autonoma FVG per l'ottenimento della valenza paesaggistica, si è sviluppato su una serie di analisi ricognitive ed una prima proposta di Ambiti Paesaggistici ai sensi D.Lgs 42/2004 (in particolare dell'art. 135 e 143). L'analisi finalizzata alla pianificazione paesaggistica ai sensi del D.Lgs 42/2004 fatta attraverso la delimitazione di 34 Ambiti Paesaggistici (AP), aree territoriali dai caratteri omogenei, evidenzia gli aspetti caratteristici e peculiari di tutto il territorio regionale mediante la rappresentazione grafica e schematica di:

- identificazione dell'ambito paesaggistico
- caratteri strutturali generali dell'ambito
- caratteri storici
- valori paesaggistici e fattori di rischio

L'individuazione ed il riconoscimento dei fattori paesaggistici rappresenta il primo passo per la predisposizione di future forme di indirizzo, tutela e valorizzazione delle risorse paesaggistiche individuate. La lettura dei dati territoriali ha come sfondo il riferimento della carta militare topografico-geometrica del Ducato di Venezia redatta tra il 1798 e il 1805 *Topographisch-geometrische Kriegskarte von dem Herzogthum Venedig* che consente una lettura storica in una fase temporale precedente alle grandi trasformazioni insediative del secolo scorso.

11.4 Valutazione delle interferenze

11.4.1 Previsione degli effetti

11.4.1.1 Metodologia

Nel presente capitolo si interpretano e si completano i risultati dell'intero studio che precede, in modo da fornirli come gli elementi di compatibilità paesaggistica che costituiscono, ai sensi dell'art. 2 del DPCM del 2005, la base di riferimento per la relativa valutazione da parte dell'amministrazione competente.

A tal fine si assume come riferimento principale, dal punto di vista metodologico, il Piano Territoriale Regionale di Coordinamento del Veneto e in particolare l'Atlante Ricognitivo degli Ambiti di Paesaggio che gioca, all'interno del PTRC il ruolo di punto di incontro tra il riconoscimento della complessità del paesaggio e la definizione di indirizzi per il governo delle trasformazioni, anche perché:

1. la necessità di redigere la parte dello Studio di impatto relativa alla componente Paesaggio in forma di relazione paesaggistica è necessaria in quanto il complesso delle opere interagisce con un insieme di beni paesaggistici (v. *11.1.1*);

2. l'impianto metodologico del Piano Territoriale di Coordinamento Regionale è ampiamente basato, sulla definizione di obiettivi di qualità e di miglioramento dei sistemi e ambiti di paesaggio individuati dal Piano stesso, e dalla conseguente determinazione di obiettivi specifici di tutela/disciplina relativi alle tipologie di interventi di trasformazione, conformemente a quanto stabilito dall'art. 135 del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio che al co. 2 affida ai piani paesaggistici il compito di riconoscere gli aspetti e i caratteri peculiari nonché le caratteristiche paesaggistiche del territorio regionale, e di delimitarne gli ambiti, coincidenti evidentemente nel caso specifico con i sistemi e le tipologie di paesaggio, all'interno dei quali predisporre specifiche normative d'uso e attribuire adeguati obiettivi di qualità (co. 3). Il lavoro di analisi condotto sugli ambiti di paesaggio all'interno dell'Atlante Ricognitivo, e in particolare sull'integrità naturalistico-ambientale e storico-culturale e sui fattori di rischio ed elementi di vulnerabilità, ha permesso di giungere alla formulazione di quaranta obiettivi per i paesaggi del Veneto. Agli obiettivi sono associati degli indirizzi di qualità paesaggistica che hanno la funzione di proporre strategie e azioni per il raggiungimento degli obiettivi stessi.

Il presente capitolo è pertanto finalizzato a:

- verificare le scelte progettuali in rapporto agli obiettivi di qualità attribuiti dal Piano ai sistemi e ambiti di paesaggio nei quali ricadono i beni paesaggistici con cui interagiscono le opere
- descrivere gli effetti su tali sistemi ed ambiti facendo ricorso anche a fotosimulazioni realizzate da punti di vista interni alle aree poste in relazione di intervisibilità con le opere, selezionati tra quelli utilizzati per il Dossier fotografico, tenendo in particolare conto i criteri relativi a:
  - grado di accessibilità;
  - grado di frequentazione;
  - grado di sensibilità intrinseca dei punti stessi, anche in relazione alle attività prevalenti che si svolgono nelle aree in cui sono ricompresi e alle loro caratteristiche naturali e culturali.

11.4.1.2 Analisi delle interferenze

Sintetizzando i **rapporti tra opera e paesaggio** si possono identificare le seguenti, principali questioni:

A. Ruolo di "percorso", in senso non solo funzionale, come ruolo costitutivo dell'immagine ambientale dell'ambito di intervento, essenzialmente definibile nel suo complesso proprio come "canale" sia delle percorrenze longitudinali di terra ferma lungo costa, sia di smistamento e di raccolta delle direttrici da e per l'entroterra;

B. Possibilità di lettura del nuovo tracciato ferroviario quale elemento di rafforzamento del ruolo di percorso del corridoio di progetto, ma difficoltà del tracciato stesso a fungere da suo margine, ovverosia difficoltà non semplicemente a separare ma a mettere in relazione il suddetto ambito con il confinante ambito della diffusione insediativa, con possibile conseguente rafforzamento di un più o meno marcato effetto barriera già prodotto dall'autostrada e dalla ferrovia esistenti;

C. Manifestarsi del rafforzamento dell'effetto barriera soprattutto in corrispondenza dei percorsi a pettine e a spina di pesce che collegano l'ambito in questione con la costa e le lagune a sud e con l'ambito di conurbazione di risorgiva a nord, e conseguente tendenza a compromettere la leggibilità del rapporto tra percorsi longitudinali a ventaglio e percorsi trasversali nella figura che intelaia non solo l'ambito ma l'intero contesto di intervento;

D. Configurarsi del tracciato come ulteriore margine-barriera collocato a sud dei centri che proseguono l'allineamento di risorgiva e a nord di quelli che riprendono l'allineamento di corona perilagunare.

A fronte di tali questioni è quindi possibile affermare che i principali **schemi "tipici" di alterazione del rapporto Opera-Paesaggio**, ovverosia le più significative modificazioni dei rapporti di interazione tra opera e contesto paesaggistico, sono generati da:

1. Ampliamento, nel tratto in affiancamento dell'autostrada, del fascio infrastrutturale "veloce" che definisce il corridoio di progetto come un ambito di percorso e ruolo di rafforzamento del suo limite svolto dalla ferrovia in progetto;

2. Inserimento di un nuovo elemento di limite-barriera nei tratti non in affiancamento;

3. Rafforzamento dell'effetto barriera in corrispondenza degli attraversamenti dei percorsi radiali e trasversali, sia di terra che d'acqua.

Ferrovia come limite d'ambito. Lungo tutto il tratto che procede in affiancamento all'autostrada esistente l'opera in progetto non fa che ribadire e rafforzare il limite dell'ambito di corona perilagunare – coincidente con l'ambito di intervento – già segnato dal tracciato autostradale.

Un caso particolarmente significativo di questo effetto di sottolineatura del limite d'ambito – anche per la evidente sensibilità naturalistica e paesaggistica dell'area - è costituito dal tratto in cui la ferrovia passa in rilevato accanto all'Oasi WWF di Alvisopoli (**dal km 3+000 al km 4+500**).

Ferrovia come limite interno all'ambito. Nel tratto non in affiancamento dell'autostrada (già **dal km 24+000**), a partire dal **km 33+500 circa fino alla fine della tratta**, la nuova infrastruttura ferroviaria va a costituire non più il limite, con l'autostrada stessa, dell'ambito di intervento, ma una sorta di limite interno dell'ambito stesso che ne risulta così diviso in due sub-ambiti, uno a nord in cui si situano i centri che proseguono l'allineamento di risorgiva in direzione di Monfalcone, e l'altro in cui si collocano quelli che oltre Cervignano (Villa Vicentina) e l'Isonzo (Pieris) riprendono, sempre in direzione di Monfalcone, l'allineamento di corona perilagunare. L'articolazione in due sub-ambiti dell'ambito di intervento, peraltro, è da ritenersi conseguente al fatto che l'ambito stesso si disegna, in questa porzione terminale, intorno a entrambi gli allineamenti che originano a ventaglio da Monfalcone, anche

grazie al fatto che l'autostrada prosegue con grande evidenza percettiva la linea delle risorgive fino al suddetto punto di origine.

La coerenza di tale sub-articolazione rispetto all'immagine d'ambito – che peraltro non esclude il manifestarsi di un effetto barriera in corrispondenza degli attraversamenti (in questo caso principalmente se non esclusivamente quello del collegamento tra Cervignano e Gorizia) – si ritrova a nord di Cervignano in asse visivo con Saciletto e Perteole. È evidente come l'inserimento del nuovo rilevato ferroviario, che va a chiudere chiaramente la vista in profondità, non crei situazioni di confusione visiva, ed anzi contribuisca a strutturare e articolare la piattezza del paesaggio specie, ma non solo, per l'osservatore in grado di ricondurre il deciso segno delimitante alla suddivisione in due sub-ambiti dell'ambito di intervento, (**dal km 30+500 al km 32+500**).

Effetto barriera. L'effetto barriera è associabile, per l'intrinseca scarsa permeabilità di una infrastruttura ferroviaria, all'intero tracciato dell'opera in progetto. In riferimento alle caratteristiche di immagine del contesto di intervento esso è tuttavia più manifesto in corrispondenza delle intersezioni con i percorsi trasversali rispetto alla costa, che insieme a quelli longitudinali ne intelaiano la struttura, nonché con i percorsi che abbiamo definito radiali per il loro convergere, con una figura che va a sovrapporsi al suddetto telaio, verso alcuni centri di connessione del contesto di intervento ai maggiori centri urbani regionali.

Un esempio particolarmente rappresentativo delle tipiche **intersezioni con i collegamenti trasversali d'acqua** è costituito dall'attraversamento del Fiume Tagliamento. Si tratta di una situazione piuttosto infelice in termini di leggibilità dell'immagine ambientale con il viadotto autostradale che attraversa il fiume e con il tipico andamento meandriforme dei corsi d'acqua della bassa friulana. Il viadotto, non produce né una sensazione di netta delimitazione tra ambiti – cosa del resto improponibile in questo contesto – né riesce ad assicurare, con la sua confusa trasparenza, l'effetto di continuità visiva del percorso fluviale, il cui vagare non si coniuga con il ritmo dei sostegni. La situazione, naturalmente, viene ulteriormente complicata dall'inserimento del viadotto ferroviario, che produce un effetto di confusione visiva ancora maggiore (**dal km 7 al km 10 ca., viadotto del Fiume Tagliamento**). La stessa situazione la ritroviamo nell'attraversamento del corridoio ecologico del fiume Stella (**dal km 17 al km 18+500**) e del viadotto in corrispondenza del fiume Corno (**dal km 27+500 al km 30+500**) in prossimità della variante Palmanova Cervignano.

Come esempio di tipica **intersezione del tracciato ferroviario con i collegamenti trasversali o radiali di terra** può essere preso il caso dello scavalcamento in viadotto, presso Casali Franceschinis, della SS 353 da Muzzana del Turgnano a Udine (**dal km 22 al km 25**). La leggibilità dei ruoli dei percorsi nell'immagine dell'ambito e del contesto di intervento non è elevata a causa dello sfondamento, sulla destra della vista, del margine della statale a causa della confluenza a raso della strada proveniente dall'abitato di Casali Franceschinis e della scarsa consistenza della vegetazione di bordo sulla sinistra. L'inserimento del viadotto ferroviario non migliora la situazione, producendo un'ulteriore tendenza all'allargamento visivo in corrispondenza dell'incrocio a raso, prodotta sia dall'ampiezza di interasse dei sostegni, sia dalla spinta verso i bordi della vista impressa all'immagine dalla linea continua dell'impalcato.

Il **tratto in rilevato** pur offrendo una possibilità di lettura del nuovo tracciato ferroviario quale elemento di rafforzamento del "ruolo di percorso" dell'ambito di intervento, trova difficoltà nel mettere in relazione il suddetto ambito con il confinante ambito della diffusione insediativa, con possibile conseguente rafforzamento di un più o meno marcato effetto barriera già prodotto dall'autostrada e dalla ferrovia esistenti (**dal km10 al km 17, dal km 25 al km 27,5**).

Una trattazione a parte, va riservata per il triangoloferroviario, in parte esistente e in parte di progetto, che ha come vertici ideali i comuni di San Giorgio di Nogaro, Cervignano del Friuli e Palmanova. Il nuovo tracciato dell'AV/AC, al **km 29 ca.**, taglia in due, tra il comune di Porpetto e quello di San Giorgio, il tracciato ferroviario esistente San Giorgio di Nogaro - Palmanova. Il nuovo tracciato **"Variante LL Palmanova Cervignano BP"** è lungo 11 chilometri: a sud del corridoio di progetto dell' AV/AC, il tracciato della variante si estende per due chilometri e mezzo su un paesaggio a seminativo; attraversa anche un pioppeto, ma l'interferenza sulla struttura del paesaggio è minima, essendo un tratto che per una lunghezza di due chilometri e mezzo, **dal km 8,5 al km 11**, raccorda il tracciato ferroviario esistente San Giorgio – Palmanova e Torviscosa – Venezia; a nord del corridoio di progetto dell'AV/AC, **dal km 6 al km 8,5**, la variante ricalca il tracciato ferroviario San Giorgio - Palmanova, esistente, fino alla Roggia Zuina che corre parallela alla SP 69 di Torviscosa. La Roggia fa parte delle "Aree tutelate per legge" di cui all'art. 142 Dlgs 42/2004: i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448 . Proseguendo verso Palmanova, la ferrovia si dirama: da una parte, verso nord-ovest, il tracciato della **Variante LL Palmanova Cervignano** continua fino a Palmanova per sei chilometri, **dal km 6 al km 1**, parallelamente all'Autostrada A4 Venezia-Trieste, per tornare, nell'ultimo chilometro, sulla sede del vecchio tracciato San Giorgio-Palmanova. Qui l'impatto sul paesaggio è minimo, dal momento che il tratto in esame procede in affiancamento all'autostrada esistente e quindi non fa che ribadire e rafforzare **il limite d'ambito** già segnato dal tracciato autostradale. Dall'altra parte, verso est, tra la località di Chiarmacis e il comune di Bagnaria Arsa, il **"Raccordo merci sud BP"**, corre quasi parallelo all'autostrada A4 Venezia- Trieste, che dopo il raccordo con la A23 Alpe-Adria, piega di nuovo leggermente verso sud fino a Trieste. Anche qui l'impatto sul paesaggio risulta minimo dal momento che siamo di fronte ad un paesaggio già a carattere fortemente infrastrutturale: il **"Raccordo merci sud"** è delimitata a nord dall'autostrada A4 Venezia-Trieste.

Per quanto riguarda ***l'elettrodotto*** in progetto ci sono tre diversi casi da analizzare.

Abbiamo un primo tratto di linea aerea di progetto in affiancamento al tracciato dell'AV/AC (SSE AV di Pocenia);dal punto di vista visuale-percettivo l'intensità dell'impatto visivo è limitata perché ricade all'interno di un fascio infrastrutturale esistente che caratterizza questa porzione di territorio e perché si inserisce in un paesaggio già caratterizzato da disordine visivo dovuto alla presenza di linee di elettrodotti già esistenti.

Dalla sotto stazione elettrica AV di Pocenia alla SSE di San Girogio di Nogaro di RFI, la linea è in cavo interrato, non producendo alcun problema di impatto visuale percettivo nel paesaggio.

Analogamente, la tratta dalla SSE di San Giorgio di Nogaro alla Sotto Stazione elettrica esistente di Planais nei pressi del fiume Corno, l'elettrodotto sarà in linea aerea, ma ricalca la linea esistente (da demolire e ricostruire su unica palificata) non producendo un aumento di confusione visiva nel paesaggio attraversato.

Tipologia interferenza	Interferenza sulla struttura del paesaggio
Localizzazione	dal km 3+000 al km 4+500 ca.
Descrizione	Lungo tutto il tratto che procede in affiancamento all'autostrada esistente l'opera in progetto non fa che ribadire e rafforzare il limite dell'ambito di corona perilagunare – coincidente con l'ambito di intervento – già segnato dal tracciato autostradale. Un caso particolarmente significativo di questo

	effetto di sottolineatura del limite d'ambito – anche per la evidente sensibilità naturalistica e paesaggistica dell'area - è costituito dal tratto in cui la ferrovia passa in rilevato accanto all'Oasi WWF di Alvisopoli
Livello criticità	basso

Tipologia interferenza	Interferenza sulla struttura del paesaggio
Localizzazione	dal km 7+000 al km 10+000 ca. (Fiume Tagliamento)
Descrizione	L'inserimento del nuovo tracciato determinerà un locale *aumento della frammentazione* delle matrici rurali e seminaturali del paesaggio; si rileva in particolare l'interessamento di colture agricole e boschi igrofili. Il livello di criticità complessivo sarà comunque basso per tutta la tratta dell'AV/AC in affiancamento all'autostrada.
Livello criticità	basso

Tipologia interferenza	Interferenza sulla struttura del paesaggio
Localizzazione	dal km 10 al km 17
Descrizione	L'inserimento del nuovo tracciato pur offrendo una possibilità di lettura del nuovo tracciato ferroviario quale elemento di rafforzamento del "ruolo di percorso" dell'ambito di intervento, trova difficoltà nel mettere in relazione il suddetto ambito con il confinante ambito della diffusione insediativa, con possibile conseguente rafforzamento di un più o meno marcato effetto barriera già prodotto dall'autostrada e dalla ferrovia esistenti.
Livello criticità	medio

Tipologia interferenza	Interferenza sulla struttura del paesaggio
Localizzazione	dal km 17 al km 18+500 (Fiume Stella)
Descrizione	L'inserimento del nuovo tracciato determinerà un locale *aumento della frammentazione* delle matrici rurali e seminaturali del paesaggio; si rileva in particolare l'interessamento di pioppeti e boschi igrofili. Il livello di criticità complessivo sarà comunque basso per tutta la tratta dell'AV/AC in affiancamento all'autostrada.
Livello criticità	basso

Tipologia interferenza	Interferenza sulla struttura del paesaggio
Localizzazione	dal km 22 al km 25+500
Descrizione	L'inserimento del nuovo tracciato determinerà un locale *aumento della frammentazione* delle matrici rurali e seminaturali del paesaggio; si rileva in particolare l'interessamento di pioppeti e seminativi. Il livello di criticità complessivo sarà comunque basso per tutta la tratta dell'AV/AC in affiancamento all'autostrada.
Livello criticità	basso

Tipologia interferenza	Interferenza sulla struttura del paesaggio
Localizzazione	dal km 25+000 al km 27+500
Descrizione	L'inserimento del nuovo tracciato determinerà un locale aumento della frammentazione delle matrici rurali e seminaturali del paesaggio; si rileva in particolare l'interessamento di boschi di latifoglie. Qui il tracciato si discosta da quello dell'autostrada.
Livello criticità	medio

Tipologia interferenza	Interferenza sulla struttura del paesaggio
Localizzazione	dal km 27+500 al km 30+500 (Fiume Corno)
Descrizione	L'inserimento del nuovo tracciato determinerà un locale *aumento della frammentazione* delle matrici rurali e seminaturali del paesaggio; si rileva in particolare l'interessamento di boschi di latifoglie. Qui il tracciato si discosta da quello dell'autostrada.
Livello criticità	medio

Tipologia interferenza	Interferenza sulla struttura del paesaggio
Localizzazione	dal km 30+500 al km 32+500
Descrizione	L'inserimento del nuovo rilevato ferroviario, che va a chiudere chiaramente la vista in profondità, non crea situazioni di confusione visiva, ed anzi contribuisce a strutturare e articolare la piattezza del paesaggio specie, ma non solo, per l'osservatore in grado di ricondurre il deciso segno delimitante alla suddivisione in due sub-ambiti dell'ambito di intervento
Livello criticità	basso

Tipologia interferenza	Interferenza sulla struttura del paesaggio
Localizzazione	dal km 33+500 fino alla fine
Descrizione	L'inserimento del nuovo rilevato ferroviario, che va a chiudere chiaramente la vista in profondità, non crea situazioni di confusione visiva, ed anzi contribuisce a strutturare e articolare la piattezza del paesaggio specie, ma non solo, per l'osservatore in grado di ricondurre il deciso segno delimitante alla suddivisione in due sub-ambiti dell'ambito di intervento
Livello criticità	basso

Tipologia interferenza	Interferenza sulla struttura del paesaggio
Localizzazione	dal km 1 al km 6 della Variante LL Palmanova Cervignano
Descrizione	L'inserimento del nuovo rilevato ferroviario, procede in affiancamento all'autostrada esistente e quindi non fa che ribadire e rafforzare il limite d'ambito già segnato dal tracciato autostradale.
Livello criticità	basso

11.4.1.3 Fotosimulazioni

Nella tavola L34600R22NZSA000A001A-002A *Rendering di inserimento ambientale* sono riportati i punti di vista selezionati come sensibili, tra i quali sono stati scelti, e rappresentati nelle relative fotosimulazioni ante e post opera, i più rappresentativi delle fonti di impatto paesaggistico, intese come gli elementi progettuali che risultano effettivamente visibili dai punti di vista significativi selezionati.

Fotosimulazione 1 (Alvisopoli). Il fascio infrastrutturale attuale (autostrada + ferrovia) è stato ripreso da un punto di vista di fruizione statica posto ai margini dell'abitato di Alvisopoli, da cui è visibile anche il limitare dell'omonimo bosco. La vista è piuttosto ampia e la sua notevole profondità non è compromessa dalla pur evidente barriera infrastrutturale; che anzi sembra contribuire ad articolare in qualche modo, insieme alle masse vegetazionali in primo e secondo piano e sullo sfondo la piattezza del paesaggio contenuto nel quadro visivo.

Il nuovo tracciato ferroviario corre in affiancamento dell'autostrada come il vecchio, ma a distanza più ravvicinata al punto di vista. Anche per effetto della barriera acustica si perde totalmente il senso di ampiezza e profondità "articolata" dallo stesso fascio infrastrutturale della vista ante operam, e si produce un effetto di sensibile occlusione visiva.



Figura 85 Visuale 1. Alvisopoli, foto ante operam



Figura 86 Visuale 1. Alvisopoli, fotosimulazione post mitigazione acustica

Fotosimulazione 6b (S. Giorgio di Nogaro) Il punto di vista è posto sulla SP80 e può essere quindi considerato di fruizione prevalentemente dinamica del paesaggio, che in questo caso si configura piuttosto chiaramente come un paesaggio urbano a bassa densità tipico della pianura veneto-friulana. La provinciale costituisce inoltre uno dei percorsi ad andamento trasversale rispetto alla costa che, insieme a quelli longitudinali, intelaiano l'intera struttura territoriale a cui appartiene la località.

L'inserimento dell'opera in progetto non produce in questo caso, in virtù della tipologia d'opera d'arte e del contesto che la ospita, l'effetto barriera che normalmente si produce alle intersezioni con i percorsi trasversali rispetto alla costa. In un certo senso anzi, esso può contribuire a rendere più leggibile a scala locale il telaio territoriale impostato su longitudinali e trasversali, nonché a costituire quasi un porta d'ingresso alla zona più densa dell'abitato di Villalta. Tale potenzialità, tuttavia, non si manifesta compiutamente a causa della pesantezza della barriera acustica sovrapposta alla struttura e a causa della sua visibilità sul lato sinistro dell'inquadratura, che indebolisce l'effetto portale dello scavalcamento della strada.

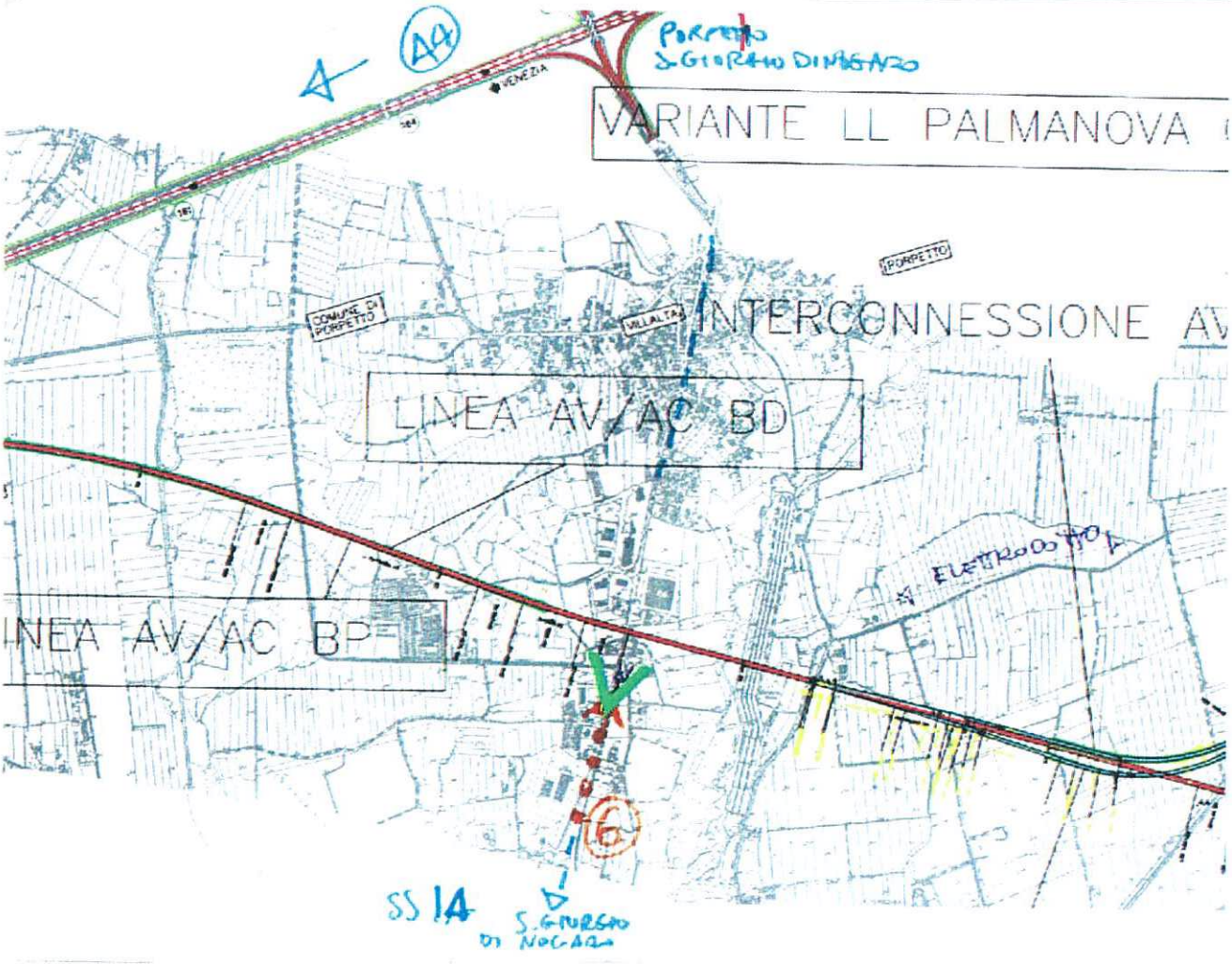


Figura 87 Visuale 6b, San Giorgio di Nogaro, mappa



Figura 88 Visuale 6b, San Giorgio di Nogaro, foto ante operam

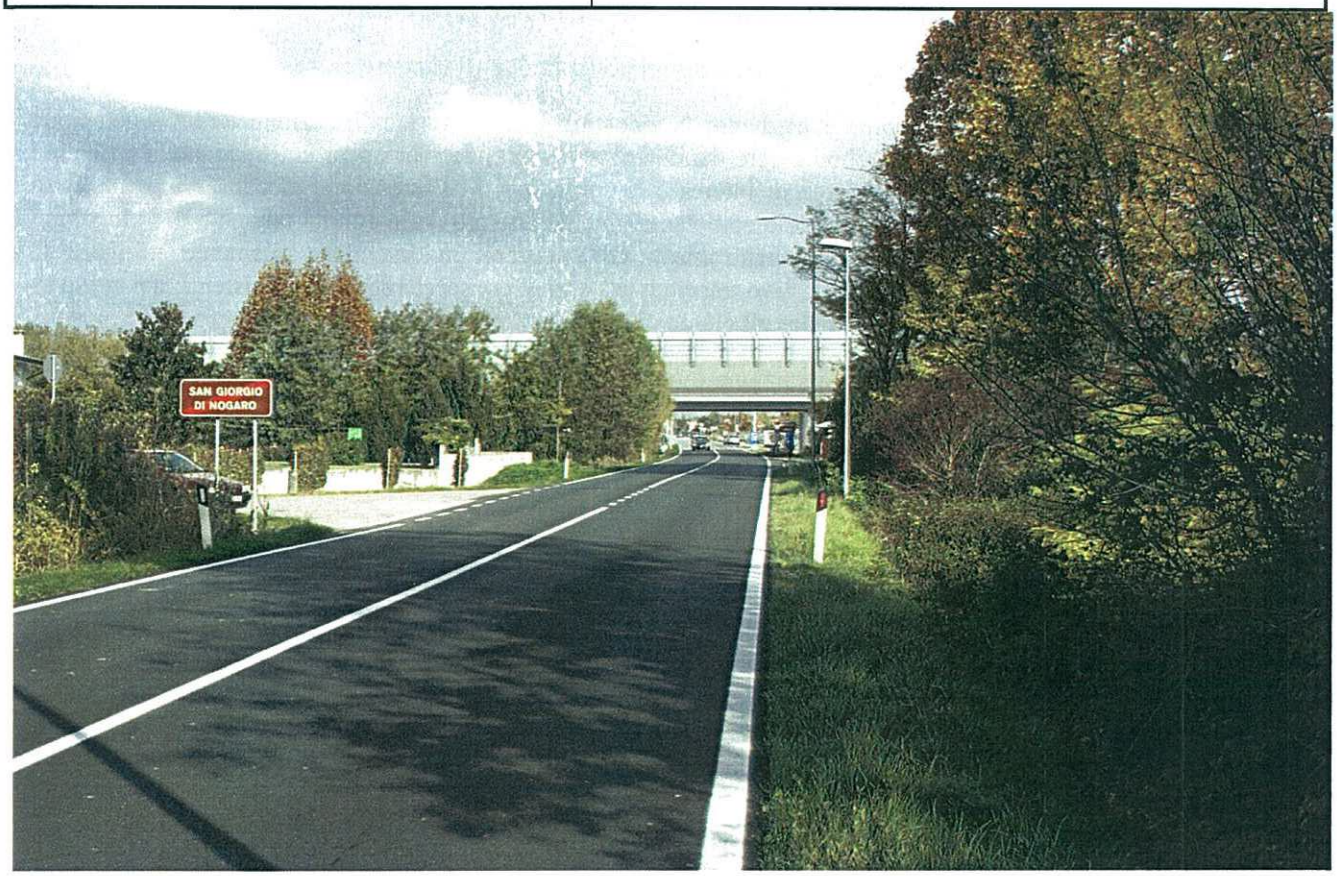


Figura 89 Visuale 6b, San Giorgio di Nogaro, fotosimulazione post operam

11.4.2 Misure di mitigazione

11.4.2.1 Criteri progettuali e obiettivi specifici

Il presente paragrafo intende fornire indicazioni per gli interventi di mitigazione e compensazione, relativi al progetto della nuova linea AV/AC Venezia – Trieste nella tratta Aeroposto Marco Polo - Portogruaro, finalizzati alla tutela degli aspetti ambientali connessi alla fase di cantiere e di esercizio dell'opera.

Le opere di mitigazione si fondano sul princìpio che ogni intervento deve essere finalizzato ad un miglioramento della qualità paesaggistica complessiva dei luoghi, o, quanto meno, deve garantire che non vi sia una diminuzione delle sue qualità, pur nelle trasformazioni (DPCM 12 dicembre 2005).

A fronte della tipologia di progetto e tenendo conto che le scelte progettuali adottate hanno già consentito di rendere minimi gli impatti, gli interventi di mitigazione hanno lo scopo di sottolineare il legame tra la nuova infrastruttura ferroviaria e il contesto territoriale, nell'insieme dei suoi caratteri naturali e antropici e delle sue capacità di trasformazione e di "recepire" la messa in opera del nuovo tracciato, che, come detto nei precedenti capitoli. La progettazione degli interventi deriva da un processo di analisi del territorio e di individuazione delle dinamiche evolutive in atto dei consorzi vegetali, che hanno portato a loro volta a individuare le interferenze connesse alla realizzazione dell'opera. Tenendo conto delle ripercussioni indotte dalla messa in opera del tracciato, la progettazione delle opere a verde presegue una duplice finalità:

inserire l'opera nel contesto territoriale in modo compatibile con l'ambiente attraversato

mitigare gli effetti indotti dalla messa in opera del tracciato relativi alla fase di cantiere e di esercizio

Il perseguimento di tali obiettivi si compie mediante la ricostituzione e la riqualificazione della vegetazione esistente nell'intorno dell'opera, che potrebbe essere danneggiata per la messa in opera del tracciato. Particolare attenzione viene posta nei confronti delle aree di interesse naturalistico, nell'intenzione di conservare nuclei di vegetazione naturali, rimasti integri in un territorio complessivamente alterato dalle attività umane e di valorizzare il ruolo di connessione ecologica svolto dagli elementi lineari. Gli interventi non intendono solamente 'mitigare' le interferenze provocate per la sistemazione del nuovo tracciato rispetto ai consorzi vegetali preesistenti, nel senso di minimizzare il danno indotto, ma anche rafforzare gli elementi della Rete Ecologica territoriale.

L'approccio con cui è stata affrontata la progettazione è quello naturalistico, per cui gli interventi sono suggeriti secondo una struttura logica che sia capace di legare, all'interno di un coerente sistema di relazioni fisiche e concettuali, gli elementi tecnici e funzionali propri dell'opera e le esigenze prettamente ambientali derivanti dagli studi di settore affrontati nel presente SIA, in particolare le peculiarità naturalistiche preesistenti.

La progettazione degli interventi non può prescindere dalla conoscenza dei luoghi e dall'interpretazione delle potenzialità vegetazionali dell'area indagata, desunte dalle caratteristiche climatiche, geomorfologiche, pedologiche e nell'analisi del paesaggio vegetale esistente nelle aree limitrofe, che nel caso in specie si presenta piuttosto semplificato. Il riscontro della vegetazione potenziale e reale, consente, infatti, di suggerire degli interventi coerenti rispetto alla vocazione dei luoghi e dare un contributo alla valorizzazione ambientale del territorio in cui si opera. Una corretta progettazione implica un beneficio anche rispetto alla frequentazione da parte della fauna locale strettamente legate ai consorzi vegetali.

Gli interventi suggeriti al fine ultimo di favorire l'inserimento paesaggistico – ambientale dell'opera, intendono valorizzare e potenziare gli elementi che definiscono la rete ecologica territoriale. Nello specifico nell'ambito del concetto di rete viene dato particolare risalto ai corridoi ecologici, ossia agli elementi lineari, che garantiscono la connessione tra diversi ambiti, indispensabile per gli spostamenti della fauna locale. Nell'area indagata i corridoi ecologici sono rappresentati dai sistemi ripari arboreo – arbustivi dei corsi d'acqua principali e di fossi e canali, che si snodano nella pianura adibita prevalentemente ad uso agricolo; i filari e le siepi tipici delle aree agricole. Gli interventi sono finalizzati alla costituzione di fasce di vegetazione con funzione di corridoi ecologici, ossia di connessione tra diverse zone e al mantenimento della continuità vegetazionale in corrispondenza dei tratti interferiti dal tracciato.

Preso atto dei concetti e dei criteri naturalistici su cui sono stati impostati gli interventi a verde, le finalità perseguite dalle opere a verde progettate possono essere riassunte nel modo seguente:

- effettuare una ricucitura con la vegetazione naturale esistente
- mantenere e ricostituire la vegetazione esistente danneggiata temporaneamente per la messa in opera del tracciato, durante la fase di cantiere
- compensare l'occupazione di suolo e la sottrazione di fitocenosi provocata dalla messa in opera del nuovo tracciato ferroviario mediante la sistemazione di nuclei di vegetazione
- riqualificare le aree di intervento dal punto di vista ecologico-funzionale, valorizzando gli elementi di connessione
- valorizzare dal punto di vista percettivo alcuni ambiti territoriali mediante la sistemazione di nuclei vegetali a valenza ambientale

Si precisa che gli interventi a verde sono stati suggeriti tenendo conto dell'assetto vegetale preesistente, cercando di lasciare spazio alle tendenze evolutive della vegetazione. Nell'ottica di tali finalità, gli interventi in progetto riguardano essenzialmente le seguenti categorie:

- ricostituzione di formazioni vegetali igrofile lungo i corsi d'acqua principali e i canali minori
- realizzazione di fasce e corridoi vegetali quali filari, siepi arbustive ecc
- predisposizione di quinte arboree in corrispondenza in presenza di nuclei abitativi a funzione di schermo e mascheramento del tracciato
- inerbimento in corrispondenza dei rilevati ferroviari e delle opere accessorie
- dismissione e recupero delle aree in precedenza occupate dal sedime stradale
- ricostituzione di suolo agricolo e riordino fondiario

L'intervento di mitigazione dell'impatto visibile in fig. 9, fotosimulazione Alvisopoli, mira, per ciò che concerne gli aspetti paesaggistici, non a mascherare l'opera bensì a trasformare l'effetto di occlusione in un effetto di compiuto contenimento visivo entro una sorta di piccola "stanza paesaggistica" delimitata in parte dalla vegetazione esistente e in parte da un suo consistente potenziamento.



Figura 90 Visuale 1. Alvisopoli, fotosimulazione post mitigazione

In situazioni come quelle riportate nella fotosimulazione fig. 8 è consigliabile ove possibile l'infoltimento della vegetazione di alto fusto parallelamente al lato sinistro del viadotto rispetto alla strada in modo da rafforzare l'effetto "portale" dello scavalcamento della strada stessa.

11.4.2.2 Le aree di intervento

Gli interventi diffusi. Nell'ambito della progettazione degli interventi di mitigazione, finalizzati al recupero degli aspetti compromessi dalla realizzazione dell'opera, sono stati individuati alcuni interventi cosiddetti 'diffusi', che si ripetono lungo il tracciato, viste le peculiarità del territorio attraversato e la tipologia di tracciato in progetto. In considerazione di quanto desunto dall'analisi della porzione territoriale attraversata dal tracciato sono stati individuati alcuni interventi, che possono essere ricondotti alle seguenti categorie:

- rinverdimento del rilevato ferroviario
- sistemazione a verde lungo rogge e canali
- recupero delle aree intercluse

In corrispondenza del rilevato ferroviario, che costituisce la tipologia di tracciato prevalente, si prevede di realizzare l'inerbimento sulla superficie messa a nudo dai lavori. L'intervento svolgerà una funzione di tipo ambientale, impedendo la crescita e lo sviluppo di specie a carattere infestante e ruderale, che biotecnico, proteggendo il terreno dalle erosioni superficiali e consolidandolo con l'azione degli apparati radicali. La costituzione di una copertura erbacea ha una valenza estetico - paesaggistico oltre a favorire la creazione di habitat adatti allo sviluppo della microfauna. In alcune tratte, nelle vicinanze di fronti urbani o di case sparse, si prevede, oltre alla predisposizione della copertura erbacea, la piantumazione di essenze arbustive, che oltre a consentire una valorizzazione paesaggistica, riducono ulteriormente il rischio di fenomeni erosivi, per la crescita degli apparati radicali.

Un altro elemento che si ripete più volte lungo il tracciato consiste negli attraversamenti di canali e rogge, che costituiscono una rete piuttosto fitta e articolata, tale da diversificare l'uniformità del territorio agricolo. Le interferenze connesse alla messa in opera del tracciato riguardano l'interruzione della continuità vegetazionale, che ora contraddistingue la maggior parte dei corsi d'acqua e l'instaurarsi di un effetto barriera. In corrispondenza di tali attraversamenti, al fine di garantire la permeabilità ecologica dell'opera e mantenere la continuità preesistente, si è ritenuto opportuno ricostituire le porzioni di fitocenosi rimosse dalla messa in opera del tracciato, mediante l'impianto di specie vegetali idonee, coerenti con la vegetazione dei luoghi a carattere azonale.

In ultima analisi, costituisce una problematica rilevante quella del recupero delle aree intercluse, in particolare della fascia territoriale che si viene a costituire a causa dello stretto affiancamento tra la linea ferroviaria in progetto e l'autostrada A4. Il recupero è stato suggerito in funzione dell'ampiezza della fascia stessa e degli usi attuali dei suoli. Trattandosi di un territorio agricolo, laddove l'ampiezza sia sufficiente per consentire le attività preesistenti, il progetto ha suggerito il riordino fondiario e il mantenimento delle pratiche agricole. Laddove l'affiancamento dei due tracciati determina una fascia territoriale di ampiezza modesta, stabilita inferiore a 20 m, sono suggeriti interventi di inerbimento, allo scopo di ricostituire un ambito di un certo valore paesaggistico.

Oltre alla fascia interclusa che si viene a costituire nel tratto in affiancamento, lungo il tracciato sono presenti aree intercluse che risultano difficilmente utilizzabili per scopi agricoli ed insediativi e pertanto potrebbero essere lasciate incolte. Per ovviare a tale eventualità si può prevedere la sistemazione della copertura erbacea o la ricostituzione di nuclei di vegetazione arbustiva che, oltre a conservare un valore estetico e paesaggistico, garantiscano punti di rifugio e di appoggio naturali per i trasferimenti degli organismi animali, nonché siti di nidificazione per l'avifauna e siti di alimentazione. Trattandosi di aree marginali prossime al tracciato autostradale

sarebbe opportuno collegare tali aree intercluse, attraverso dei sottopassi, a zone con lembi sparsi di vegetazione o a filari, per invogliare il raggiungimento da parte di micromammiferi.

Gli interventi puntuali. Nell'ambito della progettazione a verde, oltre agli interventi diffusi trattati nel precedente paragrafo, sono individuabili due interventi cosiddetti 'puntuali' in ragione della particolarità degli ambiti territoriali interferiti, che sono, nello specifico:

- i corsi d'acqua principali

La sistemazione delle opere di attraversamento fluviale implica il danneggiamento della vegetazione igrofila, presente lungo la fascia ripariale e l'alterazione della continuità biologica. È bene precisare che i sistemi fluviali rappresentano degli ambiti di interesse naturalistico nell'area indagata, in quanto, costituiscono degli importanti serbatoi di biodiversità e dei corridoi primari in una matrice territoriale complessivamente uniforme. Consapevoli della rilevanza ambientale di tali sistemi, il contributo degli interventi a verde è finalizzato alla compensazione delle porzioni di fitocenosi sottratte dalla sistemazione dei viadotti, e il mantenimento della continuità ecologica svolta dalle fasce di pertinenza fluviale.

L'intervento a verde prevede la ricostituzione di una formazione arboreo - arbustiva di tipo igrofilo, in corrispondenza di aree aperte, prive di vegetazione ripariale. In corrispondenza del viadotto, la rimozione di essenze vegetali potrà essere compensata dall'elevata capacità di propagazione dei salici, capaci di colonizzare rapidamente gli spazi lasciati liberi durante le lavorazioni.

11.4.2.3 Ambiti di particolare interesse ambientale

Oasi di Alvisopoli. Il primo ambito di interesse naturalistico interferito dal tracciato consiste nel bosco di Alvisopoli, oasi gestita dal WWF, in corrispondenza del Km 4. La messa in opera del tracciato implica l'alterazione del margine della formazione boschiva, che costituisce un bosco planiziale relitto, frammento degli antichi ambienti alluvionali della pianura veneta; si tratta di un bosco a dominanza di carpini bianchi (Carpinus betulus), i frassini (Fraxinus excelsior, F. oxycarpa) e gli olmi (Ulmus minor), mentre nel sottobosco si incontrano il sigillo di Salomone (Polygonatum multiflorum), il fior di stecco (Daphne mezereum) e il mughetto (Convallaria majalis).

Le peculiarità e la fruizione del sito hanno indotto a ritenere opportuno la progettazione di interventi a verde finalizzati alla ricostituzione del margine del bosco, compromesso durante la fase di lavorazione. L'intenzione è di costituire una formazione aperta, che, seguendo le dinamiche naturali, abbia modo successivamente di evolvere verso raggruppamenti più evoluti.

11.5 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne coinvolte dalla componente ambientale in questione sono costituite:

- dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici territorialmente competente;
- dagli Enti preposti alla tutela e alla gestione delle aree naturali protette;
- dai residenti nell'area circostante la linea ferroviaria e dagli escursionisti, che risultano i "fruitori visivi" della nuova infrastruttura.

Si ritiene che per tali stakeholder la componente ambientale in esame costituirà oggetto di specifico approfondimento.

12 ARCHEOLOGIA

12.1 Riferimenti legislativi

La valutazione di impatto archeologico trova riferimento normativo prima nell'ampia produzione giuridica a scala europea e nazionale in materia di valutazione ambientale, poi in quella specifica dei beni ambientali e culturali (Codice Urbani e successive leggi[15]).

Le fasi della valutazione di impatto archeologico si strutturerannno concettualmente attraverso:

– l'analisi delle caratteristiche del territorio e delle sue presenze archeologiche secondo le metodiche e le tecniche della disciplina archeologica;

– la ponderazione della componente archeologica, in base ai ritrovamenti e alle informazioni in letteratura, valutando il valore delle diverse epoche storiche in modo comparato;

– l'individuazione del rischio, come fattore probabilistico, che il progetto possa interferire, generando un impatto negativo, sulla presenza di oggetti e manufatti di interesse archeologico.

12.2 Metodologia di lavoro

Lo studio delle presenze archeologiche relative al territorio interessato dal passaggio della Nuova Linea AV/AC Portogruaro – Ronchi dei Legionari è stato condotto da un'équipe di archeologi qualificati, all'interno di una fascia di circa 5,5 km a cavallo del tracciato del progetto ferroviario. Durante la ricerca si è provveduto all'acquisizione e all'analisi dei dati bibliografici, d'archivio, da analisi cartografica, toponomastica e geomorfologica e da indagine di superficie (*survey*), con il fine di individuare le peculiarità storico-topografiche del territorio e in particolar modo le possibili interferenze tra il tracciato ferroviario in progetto e le presenze archeologiche documentate.

E' stata effettuata tra il 18 ottobre e il 26 di novembre 2010, inoltre la ricognizione di superficie nei Comuni di Portogruaro, Fossalta di Portogruaro, Latisana, Ronchis di Latisana, Palazzolo dello Stella, Teor, Pocenia, Muzzana del Turgnano, Carlino, Porpetto, Torviscosa, San Giorgio di Nogaro, Bagnaria Arsa, Gonars, Cervignano, Palmanova, Villa Vicentina e Turriaco-Pieris, in corrispondenza di una fascia di di 300 metri (150 m a destra e 150 m a sinistra del tracciato), lungo le aree interessate dalla Linea AV/AC Portogruaro – Ronchi.

Per gli elaborati relativi alle Schede delle Unità di Ricognizione e di Segnalazione ed alla Carta della Unità di Ricognizione, delle Segnalazioni e della Visibilità dei suoli, si rimanda allo Stusio archeologico allegato al Progetto Preliminare.

---

[15] C.P.C.M. 3763/6 del 20.04.1982 o Circolare Spadolini; Legge n. 352 dell'8 ottobre1997; D.Lgs. 554 del 1999 o regolamento della legge Merloni; D. Lgs. di integrazione e correzione n. 190/2002, in attuazione alla legge delega 21 dic. 2001 n. 443 per le grandi opere; Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, D.Lgs. n. 42 del 22.01.2004, art. 28, c. 4; Legge 109/2005, testo del D.Lgs. coordinato con la legge di conversione, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 146 del 25 giugno 2005, 2-ter, 2-quater, 2-quinquies; D.Lgs. n. 63 del 26 aprile 2005, art. 2 ter, comma 2 convertito dalla legge 25 giugno 2005, n. 109, adunanza del 13 marzo 2006; D.Lgs. n.163 del 12 aprile 2006, artt. 95-96.

Per i risultati complessivi sul grado di visibilità si rimanda alla relazione specifica di ricognizione allegata al Progetto Preliminare (elaborato cod. L34600R22RHAH0001001A).

12.3 Descrizione dello stato attuale

12.3.1 Inquadramento storico del territorio

Preistoria e protostoria

La storia geomorfologica della Bassa pianura friulana è abbastanza singolare: qui infatti, a differenza di altre pianure alluvionali, come ad es. la Pianura padana), i depositi pleistocenici non sono stati ricoperti da quelli olocenici, per cui è possibile studiare i depositi non solo dal punto di vista stratigrafico ma anche areale e quindi analizzare numerosi siti preistorici e protostorici nei rapporti esistenti fra gli insediamenti di uno stesso periodo. Considerando l'evoluzione dell'ambiente, le prime frequentazioni di cui è possibile trovare traccia sono ascrivibili agli ultimi 20.000 anni e sono quindi riferibili all'Epigravettiano finale, e al Mesolitico antico, con rare eccezioni: a Muzzana del Turgnano, poco lontano dalla laguna di Marano e da San Giorgio di Nogaro, accanto ad elementi che si riferiscono tipologicamente al Castelnoviano, compare un'industria litica che potrebbe essere assegnabile per tipologia al tardo Paleolitico. L'area di maggior concentrazione corrisponde alla località nota come Fontanive, mentre alcune punte foliate provengono isolatamente dalle zone denominate Promiscuo e Sgubitta.

Le segnalazioni di stazioni mesolitiche, derivanti soprattutto da ricerche di superficie[16], sono notevolmente aumentate negli ultimi anni e a San Giorgio di Nogaro sono stati rinvenuti materiali tipologicamente sauveterriani, cioè una punta di Sauveterre, un triangolo di Montclus, dei microbulini e qualche grattatoio. Ritrovamenti per lo più sporadici effettuati a partire dalla fine dell'Ottocento attestano la frequentazione dell'area aquileiese dal Mesolitico (Belvedere) e dall'Eneolitico (III millennio a.C.) in poi. A sud ovest di Palmanova è stata rinvenuta strumentazione in selce sia del mesolitico che del neolitico. A questi ritrovamenti si possono aggiungere rare testimonianze di industria litica neolitica (romboidi). Altri reperti sporadici sono segnalati a Palazzolo dello Stella e a Torsa di Pocenia (punte foliate di varia tipologia), dove fu rinvenuta anche un'ascia-martello in pietra verde levigata. Sulla base dei dati di questi siti si può pensare all'inizio di un processo di neolitizzazione su di un substrato mesolitico locale.

La localizzazione delle stazioni mesolitiche dimostra come nelle forme topografiche e insediamentali ebbe un peso determinante la presenza di aree umide, quali zone palustri e bassure fluviali. Confrontando i dati noti per le frequentazioni mesolitiche del Friuli nel loro contesto morfologico e ambientale emerge un sistema logistico di mobilità incentrato su siti relativamente estesi e ricchi di materiali posti al confine di aree ecologiche differenziate; a questi fanno complemento bivacchi di breve durata caratterizzati da dimensioni ridotte e meno materiali nella media montagna.

Materiali provenienti da ricerche di superficie non sistematiche e riferibili a diversi momenti di frequentazione dal Mesolitico al Bronzo antico sono riferibili al territorio di San Giorgio di Nogaro e di Porpetto: si segnalano pugnali remedelliani e un probabile frammento di ascia-martello, parecchie punte foliate di varia tipologia ed elementi di falcetto, microbulini e grattatoi.

[16] A San Giorgio di Nogaro, a Muzzana e a Porpetto si è avuto il maggior incremento di dati.

Si nota spesso una continuità insediativa nel passaggio dal Mesolitico al Primo Neolitico[17], indice questo di un'economia in cui l'incipiente agricoltura poteva non avere ancora una grande importanza alimentare e in cui persistevano attività tradizionali. Mentre nel Mesolitico vengono utilizzati litotipi selciferi disponibili nei pressi dei siti, con il Neolitico si sviluppano consistenti traffici con l'area berico-euganea per procurarsi materiali di buona taglia e di ottima qualità pur persistendo anche l'uso di selce locale. Con questo traffico sono forse connesse le presenze in Friuli di ceramiche di importazione della cultura di Fiorano, i cui siti più nordorientali si collocano appunto nell'area lessinica. L'esistenza di vaste reti di scambio in questo periodo in Friuli è d'altra parte ben documentato dalla presenza nel villaggio del Neolitico Antico di Sammardenchia presso Udine di pietre verdi provenienti dall'area piemontese per la fabbricazione di asce e accette in pietra levigata e di lamelle d'ossidiana ungherese e lipariota. Il modello insediativo del primo Neolitico friulano, datato intorno alla metà del VI millennio a.C., sembra caratterizzato da villaggi piuttosto limitati arealmente, che insistono sullo stesso suolo, coltivato e abbandonato ciclicamente.

Da queste ricerche risulta quindi che fin dal Neolitico la pianura friulana ha occupato una posizione di particolare rilievo fra il Veneto, o in generale l'Italia padana, e l'area carsica: è stata infatti messa in luce una *facies* che si colloca verso la fine del Neolitico antico, tra la cultura a ceramica impressa della costa adriatica e quella del vaso a bocca quadrata. Questa funzione di ponte culturale dovette certamente continuare durante l'età del Bronzo. Nell'età dei metalli i reperti sono più scarsi: si segnala il ripostiglio di Muscoli vicino a Cervignano, con diversi strumenti agricoli, asce e pugnali mai usati.

Documentazione di insediamenti e villaggi sono presenti a partire dal Bronzo Medio (1700 a.C. ca.): è di questo periodo l'insediamento di Porpetto, che sorgeva su un dosso allungato ed era protetto sia da elementi naturali (il fiume Corno a nord e un'ampia palude sugli altri lati), sia da interventi umani (una doppia palizzata di cinta e un terrapieno).

Il progresso compiuto negli ultimi decenni nel campo della protostoria italiana consente di delineare oggi un quadro di contatti e scambi di influenze assai più ampio che in passato; il Friuli assume ora in questo quadro una posizione di indubbio rilievo.

Già in epoca preistorica numerosi tracciati solcavano la regione del Friuli Venezia Giulia, come le vie di transumanza e le cosiddette "vie dell' Ambra", così chiamate dall'evidenza di quello che sembra essere stato l'elemento più rilevante, il prodotto più prestigioso di un sistema commerciale sicuramente più ampio, che comprendeva merci di genere e tipo diversi, e che implicava e garantiva al contempo un vivace scambio culturale tra la regione, i paesi Baltici e i paesi dell' Est. Attivo almeno fin da epoca micenea, il commercio dell'ambra lungo queste direttrici mostra una sostanziale continuità sino all'epoca romana, anche se di volta in volta, sulla base di mutamenti intervenuti nelle relazioni tra le diverse popolazioni coinvolte o determinati da cause naturali, furono privilegiate vie di percorrenza, vettori e terminali differenti. Lungo la linea delle risorgive esisteva, probabilmente già durante l'Età del Bronzo, una strada che collegava la zona di Sevegliano con il Tagliamento, alla quale pervenivano varie vie perpendicolari alla costa.

In epoca protostorica se il territorio ad ovest del Livenza era eminentemente e storicamente veneto, la parte ad oriente fu un crogiolo di elementi veneti, celtici ed illirici,dove l'influenza culturale veneta si fece sentire in più modi ma non fu predominante. Si può comunque affermare che già nella prima età del Ferro (tra la fine del IX e i primi decenni del VII sec. a.C.) l'aspetto culturale paleoveneto doveva estendersi verso est, comprendendo tutta la valle del Tagliamento. Il Friuli diventò quindi area di diffusione della *facies* paleoveneta, e in generale degli elementi propri cultura villanoviana, verso oriente, fino al corso dell'Isonzo, e di qui nelle zone circostanti. Tra i

[17] I gruppi friulani attestano una neolitizzazione precoce nella regione sin dalla metà del VI mill. a.C.

secoli VI e V a.C. la presenza di bronzetti etrusco-italici o paleoveneti, limitata alla parte del basso Friuli compresa fra quello che sarà più tardi l'agro di Concordia e la zona di Aquileia, si spiega per i contatti che tutta la fascia costiera venetizzata manteneva con il Veneto proprio e con il mondo etrusco e umbro tramite Adria.

Ad eccezione della zona del Paludo – Pizzat in comune di Teor, per quanto riguarda l'area indagata in questo studio, mancano testimonianze più recenti del VI-V sec. a.C. Probabilmente il processo che condusse poi alla romanizzazione è stato estremamente fluido, con una continuità della cultura materiale, così che è difficile distinguere gli elementi preromani da quelli latini almeno nella fase iniziale. A ciò bisogna aggiungere che anche prima dell'occupazione romana la regione era già punto d'incontro di diverse influenze culturali ed è quindi problematico trovare delle cesure nette.

L'insediamento celtico nella regione fu un evento complesso, articolato, che si compì a tappe successive ad opera di tribù diverse, che si fusero con le popolazioni preesistenti più spesso di quanto non le soppiantassero. La presenza celtica in Friuli non sembra essere stata uniforme né nello spazio né nel tempo: va distinto il ramo carnico e quello dei Celti transalpini immigrati attorno al 183 a C., immigrazione che provocò qualche anno dopo l'intervento romano e la fondazione di Aquileia. Importanti furono inoltre i contatti con le popolazioni delle colonie greche insediate in alto Adriatico, Adria e Spina.

Di seguito si riporta l'elenco dei principali siti archeologici appartenenti a questa epoca, presenti nell'area di interesse dello studio in oggetto, per la cui descrizione si rimanda allo Studio Archeologico allegato al progetto preliminare:

- Palazzolo dello Stella
- Porpetto. Pampaluna
- Porpetto. Abitato dell'età del Bronzo medio-recente
- Pocenia – Strutture protostoriche
- Porpetto. Ripostiglio di armi dell'età del Ferro

L'età romana

L'incorporazione del territorio allo stato romano avvenne nei cinque o sei decenni che seguirono la deduzione di Aquileia (181 a.C.) come colonia di diritto latino e soprattutto come postazione difensiva contro le invasioni da oriente. La colonia svolse un ruolo fondamentale sia culturale, nella diffusione della civiltà romana nelle aree transalpine del nord-est, sia economico nei commerci marittimi dell'area del nord Adriatico. La città era importantissimo porto fluviale sull'allora fiume Natissa, snodo dei traffici adriatici verso l'Europa settentrionale, e verso l'Illiria. Il sistema fluviale assunse infatti per i traffici e le comunicazioni un'importanza almeno pari a quella dei grandi assi stradali: era una via per raggiungere agevolmente il mare. Il tratto di costa compreso tra le foci del Timavo e quella dell'antico *Natiso cum Turro*, che passava per Aquileia, costituiva il settore più settentrionale dell'Adriatico, il vero e proprio μὔχος τοῦ Ἀδρίου ricordato da Strabone e da Tolemeo, ed era dunque lo sbocco meridionale naturale delle direttrici di traffico preromane e i suoi piccoli ma numerosi approdi costituivano altrettanti *emporia* nei quali si spingevano le genti del Mediterraneo per acquistare il prezioso prodotto. A partire dalla metà del II secolo a.C., a questa rete di percorsi protostorici si sovrappose, inglobandone i tracciati, il sistema viario romano, costituito non solo delle grandi arterie di collegamento a lungo raggio ma anche e soprattutto da un

insieme capillare di vie secondarie di raccordo locale di cui i *cardines* e i decumani delle centuriazioni costituivano gli elementi di maggiore rilievo ed evidenza.

Le ricerche condotte sul terreno in anni recenti hanno rivelato che anche la Bassa pianura friulana era popolata in modo capillare e pressoché continuativo fin dall'età repubblicana e si poneva come un punto di passaggio obbligato per quanti provenienti dalla penisola attraverso il Veneto si recavano ad Aquileia. L'ambiente naturale era comunque molto diverso da quello attuale: esso ha subito nel tempo variazioni della linea di costa, divagazioni di corsi d'acqua e fenomeni di sedimentazione alluvionale e di impaludamento.

Nel territorio sembra prevalere, nella prima età repubblicana, la scelta di una rioccupazione di aree abitative già in uso durante la tarda età del ferro, preferibilmente in prossimità delle vie di comunicazioni terrestri e fluviali. In tarda età repubblicana si registrano un notevole incremento della presenza umana, probabilmente legata alla distribuzione di terre ai veterani di età triumvirale ed augustea, e il moltiplicarsi delle aree abitative che andarono ad occupare tutti i terreni disponibili, anche quelli ad alto rischio idrologico. Gli agrimensori romani pianificarono in modo sistematico nel I sec. a.C. una radicale modifica dell'ambiente naturale, effettuando opere di disboscamento e convertendo il vasto territorio compreso tra Portogruaro e Pordenone in un agro centuriato caratterizzato dalla suddivisione dell'area in appezzamenti quadrati di 20 x 20 *actus* di lato, a loro volta suddivisi internamente in campi più piccoli delimitati da strade campestri e fossi di scolo delle acque. Queste sistemazioni agrarie tuttavia non sono facilmente identificabili nel territorio oggetto di questo studio in quanto le operazioni moderne di bonifica e di riordino agrario hanno inciso negativamente sulla conservazione e sulla stessa possibilità di lettura dei segni relativi alla centuriazione, che sono molto limitati nel comprensorio della bassa pianura.

All'interno della rilevante opera di trasformazione agraria del territorio, nella quale non mancavano ampie zone lasciate volutamente incolte o a bosco, le ricerche di superficie hanno premesso di identificare numerosi insediamenti abitativi di grande estensione planimetrica, le ville rustiche, attorno alle quali gravitavano sia le più modeste fattorie, sia alcuni impianti artigianali come, ad esempio, il complesso di fornaci situato in località Casali Pedrina in comune di Teor. Prende infatti l'avvio in grande stile, in questo periodo, la produzione laterizia, destinata all'esportazione verso Aquileia e verso le nuove fondazioni urbane di Istria e Dalmazia. Questo periodo di floridezza finisce all'incirca durante la prima metà del II sec. d.C.

Le ricerche di superficie che hanno portato alla redazione delle varie Carte archeologiche Regionali hanno permesso di identificare:

Impianti produttivi per la produzione di laterizi, categoria nella quale sono stati inseriti impianti scavati e aree che hanno restituito scarti di fornace (es. scavo di Casali Pedrina). La distribuzione sul territorio di questi insediamenti non è vincolata alla presenza della via Annia, ma risponde probabilmente a un preciso piano di controllo e sfruttamento delle notevoli risorse economiche dell'area, rappresentate dalle fertili terre coltivabili e dall'abbondanza di depositi d'argilla, necessari alla produzione laterizia e ceramica e localizzabili soprattutto nelle zone più umide delle risorgive.

Ville rustiche, termine attribuito a tutte le aree archeologiche che hanno restituito resti di pavimentazione musiva, di lastre marmoree, di intonaco e di ceramica fine in abbondanza (es. villa a Pirin in comune di Teor).

Insediamenti abitativi, caratterizzati dalla presenza in superficie di laterizi, talora accompagnati da rari frammenti ceramici e anforacei. Non si sa se queste aree siano da ricollegare al precedente tipo o a strutture di servizio (stalle, deposito di attrezzi, fienili o altro).

Agglomerati demici, identificando come tali le concentrazioni di numerose ma piccole aree archeologiche segnalate sul terreno dalla presenza di terreno fortemente antropizzato, frammisto a laterizi, ceramica e anfore.

Per quanto riguarda la distribuzione spaziale sul territorio di tutti questi insediamenti si può notare che si posizionano di preferenza in prossimità, se non proprio a ridosso, della linea di riva dei numerosi corsi d'acqua che permettevano rapidi spostamenti attraverso il territorio e con il mare.

Non lontane dagli insediamenti e, quando possibile, poste ai lati dei percorsi stradali, le aree di necropoli completano il quadro della presenza antropica nel territorio in esame, fornendo interessanti reperti legati alla vita quotidiana e al culto dei morti che, per la particolarità stessa del contesto e per il generale migliore stato di conservazione dei reperti conservati nelle tombe, consentono un migliore riscontro delle datazioni ipotizzate per le aree insediative.

Verso la fine del II sec. d.C. la rarefazione delle testimonianze archeologiche indica un periodo di declino economico e i siti del territorio scompaiono o vengono ristrutturati in modo più modesto. La stessa situazione si riscontra nel territorio veneto ad est di Concordia, che dal III sec. d.C. non restituisce più nessuna testimonianza di una frequentazione stabile e tutti gli insediamenti di epoca classica, ad eccezione della *villa maritima* del Mutteron dei Frati a Bibione o il grande insediamento venuto alla luce in località Brussa di Caorle, pare siano gradualmente abbandonati già a partire dalla metà del II sec. d.C. In questi secoli di crisi la vita sociale ed economica si concentra sul centro urbano di *Iulia Concordia*, difesa da mura e da un contingente militare stabile.

Le cause di questa crisi sono molteplici e vanno ricercate nella fine della *pax augusta*, nella crisi demografica seguita alla grande pestilenza sotto il regno di Marco Aurelio e, soprattutto nel progressivo esaurimento dei mercati transalpini divenuti autosufficienti e rivali commerciali, unitamente all'agguerrita concorrenza dei prodotti spagnoli ed africani.

La rete stradale

La rete stradale che ricade nel territorio oggetto di questo studio è rappresentata da un tratto di via Annia che congiungeva *Iulia Concordia* ad Aquileia, dalla via Postumia, che interessa il nostro studio nei comuni di Gonars, Palmanova, Bagnaria Arsa, Cervignano del Friuli e Terzo d'Aquileia, dalla via Aquileia – Norico (via *Julia Augusta,* che partiva da Aquileia, tagliava la pianura in direzione nord, dove raggiungeva il Tagliamento, e risaliva poi il corso del fiume fino al bivio di Carnia. Si individua, inoltre, la strada romana detta "delle Pars, che interessa il nostro tracciato nei comuni di Fossalta di Portogruaro e di Teglio Veneto.

Di seguito si riporta l'elenco dei principali siti archeologici appartenenti a questa epoca, presenti nell'area di interesse dello studio in oggetto, per la cui descrizione si rimanda allo Studio Archeologico allegato al progetto preliminare:

- La villa del Paludo di Teo
- Ronchis – Impianto produttivo
- La villa di Pirin-Vedret (Teor, Rivarotta)

L'età tardoantica e medievale

Negli ultimi decenni del III secolo Aquileia divenne la sede di uno dei vescovati più prestigiosi dell'Impero, contendendo in Italia il secondo posto per importanza, dopo Roma, alle capitali imperiali di Milano e, successivamente, Ravenna. Durante l'età tardoantica la nuova posizione di preminenza assunta da Aquileia nella politica imperiale generò un complessivo miglioramento della situazione economica e un riassetto delle campagne: mentre vi fu una generale contrazione del numero degli insediamenti con la scomparsa di gran parte di quelli di

dimensioni minori, si procedette nel contempo alla ristrutturazione di alcune delle maggiori ville rustiche, intorno alle quali venne ad organizzarsi la nuova struttura delle proprietà.

In epoca altomedievale le antiche strade romane che attraversavano il Friuli verso il Norico e l'Illirico (Via Julia Augusta, Via Postumia, Via Gemina, Via Annia ecc.) lasciavano ai margini vastissimi boschi, paludi, praterie. Lungo queste vie si incontravano numerose ville, *curtes*, centri di vita agricola e rurale in cui pascolo e colture erano collegati in un'unica attività agricola, con molti campi aperti e pochissimi recintati. Nel paesaggio del *saltus* selve e pascoli erano gli elementi dominanti interrotti solo da qualche coltura temporanea nelle radure. Era questo il paesaggio dominante nella pianura friulana descritto nella donazione di terre fatta dai fratelli Erfo e Marco ai monasteri di Sesto e di Salto nel 762 e da Carlomagno agli stessi monasteri nel 781. Le selve si estendevano ai lati delle strade romane, seguivano il corso dei fiumi e prosperavano in tutte quelle zone paludose e acquitrinose che dovevano estendersi al di sotto della fascia delle risorgive sia alla sinistra come alla destra del Tagliamento fino al Livenza e oltre da una parte, fino al Natisone e all'Isonzo dall'altra.

Tra il VIII e il XIV sec. si distinse l'iniziativa dei Padri Benedettini e Cistercensi, che collocarono i monasteri in zone incolte e le risanarono con un lavoro paziente e costante, fatto di paludi bonificate, argini, canali, opere di supporto.

Il confine tra l'alta e la bassa pianura dell'udinese e goriziano fu interpretato nel basso Medioevo con la costruzione di uno speciale sistema insediativo che assunse una forma lineare. Lontano dalle terre umide, difficili da coltivare e inospitali, poste a sud delle risorgive, l'insediamento era più facile e le comunità rurali ebbero un indiscusso successo. Si costruì in questo modo un paesaggio lineare fortemente insediato e di transizione tra l'ambiente arido e quello umido. I villaggi sfruttavano i settori secchi e umidi per il pascolo e la legna, mentre la regione agraria intermedia era coltivata in modo intensivo. L'assetto dei borghi friulani ebbe origine nell'XI secolo. Il borgo era costituito dall'aggregazione delle singole unità abitative, di solito abbastanza omogenee, che si allineavano in maniera compatta ai due lati della strada. Ogni unità comprendeva una corte interna, spazio scoperto e fulcro delle attività familiari; attorno alla corte vi erano un edificio adibito in parte ad abitazione, in parte a stalla e deposito, e una *braide*, adibita a colture intensive e collocata di solito dalla parte opposta rispetto alla strada.

Il poderoso e ben strutturato sistema viario romano nel corso dell' altomedioevo, fu oggetto di un enorme degrado; solo nel pieno medioevo si realizzò una vera rinascita delle comunicazioni terrestri.

12.4 Valutazione delle interferenze

Essendo la salvaguardia del bene archeologico l'obiettivo principale alla base della progettazione dell'opera in esame, la valutazione delle interferenze si riferisce alla fase di costruzione dell'opera, durante la quale dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare possibili impatti negativi sulle presenza di oggetti e manufatti di interesse archeologico. Per l'individuazione delle aree critiche per le quali occorre prevedere campagne di saggi archeologici preventivi si rimanda alla parte C del presente documento, relativa alle ricadute della fase di cantiere sugli aspetti ambientali.

12.5 Percezione degli stakeholder

I soggetti interessati alla componente in esame sono costituiti dagli Enti Pubblici preposti alla tutela dei beni storici, architettonici e culturali (comprese le Soprintendenze territorialmente competenti)

Data la sensibilità del territorio per la componente, con possibile presenza di testimonianze non ancora scoperte, si ritiene che l'aspetto ambientale in esame sarà di particolare rilievo per i soggetti di cui sopra.

PARTE C – LE RICADUTE DELLA FASE DI CANTIERE SUGLI ASPETTI AMBIENTALI

Nel presente capitolo vengono presentate, per le componente ambientale interessate, le analisi relative ai potenziali impatti della fase di costruzione dell'opera e le relative valutazioni di significatività.

13 ATMOSFERA

13.1 Caratteristiche dell'aspetto ambientale

Le problematiche d'impatto connesso alle emissioni d'inquinanti atmosferici prodotti in fase di costruzione d'infrastrutture di trasporto ferroviarie hanno assunto in questi ultimi anni una significativa rilevanza e sono tali da determinare, nei casi estremi, forti condizionamenti ai tempi e alle modalità operative.

E' quindi sempre consigliabile identificare un insieme di prescrizioni minime che dovrebbero essere, in ogni caso, rispettate dal cantiere al fine di garantire un impatto minimo, ulteriormente migliorabile con interventi di maggiore complessità e impegno finanziario.

Lo studio effettuato è inteso a valutare la compatibilità ambientale delle emissioni connesse alle attività di cantiere. I parametri di confronto utilizzati per perseguire tale scopo sono stati suddivisi in due livelli di dettaglio:

1) Livello 1, stima delle emissioni di particolato di origine diffusa dai cantieri e loro confronto con le soglie di emissione stabilite nel documento "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" – ARPA Toscana;
2) Livello 2 stima dell'aumento delle concentrazioni in aria dei principali inquinanti derivanti dalle attività di costruzione, mediante confronto con i limiti normativi attualmente vigenti. Si procederà a questa verifica nel caso il confronto del rateo emissivo diffuso al livello 1 non abbia restituito un risultato di compatibilità dell'emissione.

Gli inquinanti che verranno presi in considerazione sono:

3) Le polveri sottili (PM10), principale inquinante prodotto durante le attività connesse con la realizzazione di infrastrutture ferroviarie, che in genere prevedono operazioni in cui vengono prodotti grossi quantitativi di polveri e minori emissioni degli altri inquinanti;
4) Il biossido di azoto (NO2), come inquinante prodotto dagli scarichi dai mezzi d'opera che vanno ad interessare la viabilità ordinaria.

Nel dettaglio si procederà secondo due ambiti spaziali diversi,

5) Per le aree di cantiere si indagherà delle emissioni del solo particolato nella sua frazione con diametro medio delle particelle <10 μm (PM10);
6) Per la viabilità ordinaria si indagherà delle emissioni allo scarico di particolato nella sua frazione con diametro medio delle particelle <10 μm (PM10) e di Biossido di Azoto (NO2).

Si osservi che nel caso del traffico indotto sulla viabilità primaria delle emissioni di biossido di azoto e di polveri si procederà direttamente alla verifica di secondo livello non avendo a disposizione soglie di primo livello analoghe a quelle per il PM10 derivante da attività di cantiere.

13.1.1 Metodologia di lavoro

Per quanto riguarda i confronti sulle emissioni di particolato di Livello 1 i passi metodologici che verranno seguiti constano di:

1) Analisi delle attività costruttive cui si imputano i maggiori tassi di emissione di particolato suddivisi per tipologia di cantiere;
2) Stima dei ratei emissivi di tali attività in base alla metodologia richiamata nel documento "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" – ARPA Toscana;
3) Confronto di tali ratei emissivi con le soglie definite nello stesso documento sopra citato,
4) Nel caso l'esisto di tale confronto non fosse sufficiente a stabilire la compatibilità delle emissioni, si procederebbe alla applicazione di idoneo modello di simulazione come descritto qui di seguito.

Per la verifica di secondo livello

1) Caratterizzazione del sito in esame sia dal punto di vista meteoclimatico sia riguardo la qualità dell'aria ante-opera (definizione delle concentrazioni di fondo);
2) Stima delle concentrazioni derivanti dalle operazioni svolte, mediante adatto modello di calcolo;
3) Analisi dei livelli di concentrazione totale (concentrazione di fondo + risultati simulazioni), paragonandoli in ultimo con i limiti di concentrazione fissati dalla normativa vigente.

Per la scelta del modello di simulazione si è fatto ricorso ad un modello sviluppato dall'EPA e denominato ISCST3 (Industrial Source Complex); modello di tipo gaussiano che permette di ricavare la concentrazione delle sostanze inquinanti su una griglia di punti ricettori.

Inoltre il modello è in grado di effettuare previsioni sia a breve termine sia a lungo termine, e per questa valutazione si è fatto ricorso alla sola previsione a breve termine.

Tenendo conto, inoltre, che per un'efficace trattazione modellistica dei fenomeni di dispersione degli inquinanti, i parametri meteorologici di maggiore interesse sono:

- Velocità del vento
- Direzione del vento
- Temperatura dell'aria
- Stato di turbolenza dei bassi strati dell'atmosfera
- Spessore dello strato rimescolato o altezza di inversione.

Per comodità di calcolo è stata esaminata esclusivamente la condizione meteorologica peggiore (worst condition) e quindi sfavorevole alla dispersione delle sostanze inquinanti, che è data dalle seguenti combinazioni dei fattori meteorologici:

- Stagione inverno

- Classe di stabilità: F+G+Nebbie
- Velocità del vento: <1 m/s (calma di vento)
- Direzione vento: Tutte
- Temperatura: 2°C

Si è scelto inoltre di considerare distanze dalle sorgenti, comprese tra i 10 e i 200 m.

13.1.2 Il modello di simulazione ISC3

ISC3 (Industrial Source Complex, versione 3) è uno dei modelli più utilizzati per lo studio della dispersione degli inquinanti primari, cioè sostanze che non vengono formate da reazioni chimiche in atmosfera (come ad esempio l'ozono) ma vengono esclusivamente emesse dalle sorgenti. E' un modello di riferimento dell'EPA (Environmental Protection Agency) per lo studio della dispersione e della deposizione degli inquinanti gassosi e particolati emessi da un'ampia gamma di sorgenti; grazie alla sua attendibilità questo modello è definito di I° livello, cioè utilizzato per effettuare uno screening di una situazione in esame verificandone gli standard di qualità dell'aria.

Le caratteristiche tecniche salienti di ISC3 sono le seguenti:

- Tipo di sorgenti considerate: puntiforme, lineare, areale, volumetrica;
- Calcolo del contributo di sorgenti multiple;
- Applicazione sia in ambito urbano sia rurale, in presenza di terreno sia pianeggiante sia leggermente complesso;
- Considerazione delle caratteristiche fisiche dei gas emessi;
- Riproduzione degli effetti della dispersione entro un raggio di 50 km dalla sorgente.

La teoria di approccio al problema della dispersione utilizzata dal modello è quella euleriana che studia il trasporto e la dispersione degli inquinanti rispetto ad un sistema fisso solidale con la terra, contrapponendosi a quella lagrangiana che sfrutta un sistema di riferimento solidale con la particella in movimento con l'ipotesi semplificativa della conservazione della massa nel tempo. Fissando arbitrariamente quindi una terna di assi cartesiani solidali con il sito studiato può essere utilizzata l'equazione di diffusione degli inquinanti in atmosfera per calcolare le diverse concentrazioni (c) che si riscontrano a diverse distanze dalla sorgente:

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u\frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v\frac{\partial \bar{c}}{\partial y} + w\frac{\partial \bar{c}}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x}\left(K_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(K_z \frac{\partial \bar{c}}{\partial z}\right)$$

in cui i termini comprendenti le tre direzioni della velocità media u, v, w, rispettivamente lungo gli assi x, y, z, sono i termini convettivi che tengono conto del fluido veicolante la sostanza ed i termini a destra dell'uguaglianza sono invece quelli responsabili della dispersione turbolenta, dove K rappresenta il coefficiente della dispersione turbolenta anisotropa. L'impiego di opportune ipotesi permette di giungere ad una particolare soluzione dell'equazione della diffusione. Ipotizzando che la direzione del vento medio prevalente sulle altre due sia quella lungo l'asse delle x (componente u) e considerando i tre termini K costanti ed uguali ad un determinato valore, si

può integrare analiticamente l'equazione assumendo che la sostanza inquinante venga trasportata dal vento nel verso in cui spira e che la distribuzione della concentrazione media dell'inquinante nel piano verticale perpendicolare alla direzione del vento possa essere espressa da una legge di tipo gaussiano.

I modelli gaussiani partono dal presupposto che la distribuzione della dispersione abbia una forma a campana il cui picco diminuisce allontanandosi dalla sorgente con un corrispondente allargamento del plume. Nel campo tridimensionale avremo due "campane", una sul piano verticale e l'altra sul piano orizzontale, diverse tra loro a causa delle diverse caratteristiche della turbolenza nelle due direzioni.

Applicando le suddette ipotesi si giunge all'equazione utilizzata per stimare le concentrazioni c in un qualunque punto di coordinate (x,y,z):

$$\bar{c}(x,y,z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) * \left[\exp\left(-\frac{(z-z_s)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+z_s)^2}{2\sigma_z^2}\right)\right]$$

dove: c = concentrazione nel punto P(x,y,z) espressa in µg/m3 .

z_s = altezza effettiva dell'emissione espressa in metri.

Q = portata di inquinanti completamente immessa in atmosfera espressa in g/s.

u = velocità media del vento espressa in m/s.

$\sigma_y;\sigma_z$ = deviazioni standard della distribuzione di concentrazione, rispettivamente lungo l'asse y e l'asse z, espresse in metri.

Per la stima dei coefficienti della dispersione orizzontale e verticale si può ricorrere ad un metodo semiempirico che utilizza i dati meteorologici per individuare le classi di stabilità dell'atmosfera e poi sulla base di risultati di esperimenti di diffusione con tracciati descrive gli andamenti di σy e σz in funzione di x (distanza dalla sorgente) per ogni classe di stabilità. Per le aree urbane il codice utilizza la relazione di Briggs:

$$\sigma y,z(x) = axe(b+cxf)d$$

mentre per quelle rurali quella di Turner:

$$\sigma y(x) = 465.11628 \text{ x } \tan(TH)$$

$$TH = 0.01745\ (\varepsilon - \gamma \ln x)$$

$$\sigma z(x) = ax\beta$$

dove x è la distanza sottovento, mentre a, b, c, d, e, f e α, β, ε, γ sono i coefficienti empirici determinati per ogni classe di stabilità atmosferica.

Premesso che l'assunzione fondamentale dell'approccio gaussiano, cioè la distribuzione normale delle concentrazioni, si verifica in realtà in situazioni assolutamente ideali di stazionarietà del fenomeno e di turbolenza omogenea dell'atmosfera, il modello che ne deriva ha comunque nella semplicità e nella praticità

dell'applicazione importanti vantaggi che ne fanno strumento di larghissimo impiego. Il modello ISC3 permette infatti di studiare un'ampia tipologia di sorgenti inquinanti includendo nel suo database informazioni necessarie a trattare sorgenti puntuali, lineari, superficiali e volumetriche permettendo così una corretta rappresentazione della realtà esaminata.

Per eseguire una corretta applicazione del modello è necessario inserire tutti i dati di input richiesti dal software, quali:

- Tipologia dell'inquinante studiato;
- Caratteristiche delle sorgenti inquinanti;
- Condizioni meteorologiche caratterizzanti il sito;
- Caratteristiche orografiche della zona in esame.

La prima cosa da definire è l'inquinante di cui si vuole stimare la dispersione o la deposizione, sia secca che umida, specificando anche le unità di misura da utilizzare nello studio e l'arco temporale su cui si desiderano mediare le concentrazioni restituite dal modello.

Successivamente bisogna caratterizzare le sorgenti presenti nello scenario rappresentato, indicandone la posizione e le dimensioni, il fattore di emissione e altre caratteristiche tipiche della sorgente in esame, quali ad esempio, se si è in presenza di un camino, la velocità di fuoriuscita e dei fumi e la loro temperatura.

Per una corretta stima della dispersione è inoltre indispensabile fornire al modello i parametri meteorologici utili a definire i parametri matematici utilizzati nell'equazione della dispersione degli inquinanti precedentemente illustrata. Per fare questo è indispensabile costruire un file di testo caratterizzante meteorologicamente il territorio esaminato e successivamente importato come input nel modello. I parametri utilizzati per una corretta caratterizzazione sono:

- temperatura;
- velocità e direzione del vento prevalente;
- altezza dello strato limite;
- radiazione solare;
- nuvolosità.

Il modello ISC3 consente inoltre di tener conto dell'orografia della zona studiata permettendo di importare diversi formati di file contenenti l'andamento delle relative curve di livello.

L'ultimo dato da inserire riguarda le coordinate dei punti recettori, quei punti cioè in cui si vuole che il modello restituisca la concentrazione dell'inquinante studiato. ISC3 fornisce una vasta gamma di metodologie per inserire i recettori nel modo più opportuno, permettendo di scegliere tra recettori puntuali, lineari, griglie rettangolari e circolari fino ad arrivare a forme geometriche più complesse facilmente adattabili ad ogni esigenza che il caso può richiedere.

13.2 Valutazione delle interferenze

13.2.1 Le sorgenti della fase di costruzione ed per le aree per la cantierizzazione

Per valutare l'impatto prodotto in fase di realizzazione dell'opera è indispensabile individuare le tipologie di lavorazioni svolte, i macchinari impiegati, le loro modalità di utilizzo e l'entità dei fattori di emissione da essi prodotti.

In questo modo si può avere un quadro delle sorgenti che incidono nell'area operativa e da queste derivare i livelli di concentrazione degli inquinanti prodotti nelle zone prossime alle aree di cantiere.

In base all'organizzazione adottata dai progettisti, sono stati individuati lungo la linea di progetto cinque tipologie di cantieri:

- Cantiere base;
- Cantiere operativo;
- Area tecnica;
- Area di stoccaggio;
- Cantiere armamento

Nella scelta delle lavorazioni da analizzare si è adottata una linea di condotta che prevedesse di trascurare quelle opere, che interessando periodi molto brevi, non possono rappresentare le attività caratteristiche della singola tipologia di cantiere ed inoltre si è scelto di considerare le emissioni derivanti da quelle operazioni ritenute maggiormente critiche ai fini emissivi.

Nelle aree tecniche, posizionate lungo la linea ferroviaria per l'avanzamento durante la fasi realizzative, si svolgono le lavorazioni relative alla realizzazione dei tratti in rilevato/raso e viadotto.

A differenza dei cantieri operativi che saranno attivi per tutto il periodo dell'intervento, le aree tecniche avranno durate limitate nel tempo e legate all'avanzamento dei lavori.

Inoltre, come detto in precedenza, si è analizzato l'impatto sulla viabilità ordinaria dei mezzi di cantiere impiegati.

13.2.2 Livelli di emissione del cantiere

Per quantificare i livelli di emissione caratterizzanti gli impianti sopra citati, si è fatto riferimento alle indicazioni dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti (EPA), contenute nella pubblicazione identificata dal codice AP42 e alle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" redatte dall'ARPAT.

Gli inquinanti per i quali si sono valutati i fattori di emissione sono:

- Area Cantiere Base polveri;
- Area Cantiere Operativo polveri
- Area di Stoccaggio: polveri;
- Area Tecnica (fronte avanzamento lavori): polveri;
- Area Cantiere Armamentoo polveri
- Aree Viabilità (Traffico indotto) polveri e biossido di azoto

Per quanto concerne le informazioni necessarie ad una corretta determinazione dei fattori emissivi riepiloghiamo cantiere per cantiere i dati utilizzati.

13.2.2.1 Cantiere base

Il cantiere base è caratterizzato da attività ritenute non generatrici di emissioni di particolato tali da meritare un approfondimento di analisi.

13.2.2.2 Cantiere operativo

Per studiare l'impatto prodotto dalla realizzazione dell'opera in oggetto si è proceduto schematizzando il cantiere come una superficie caratterizzata da uno specifico fattore di emissione calcolato come somma dei fattori di emissione appartenenti ad ogni singola sorgente presente all'interno dell'area di lavoro.

Per il cantiere operativo sono state calcolate le emissioni prodotte dalle seguenti attività:

- Transito di mezzi su piste asfaltate;
- Transito di mezzi su piste non asfaltate;
- Motori di mezzi in attività
- Stoccaggio di materiale
- Movimentazione
- Betonaggio

Il fattore di emissione (E) prodotto dal transito di mezzi su piste asfaltate è stato calcolato in accordo con EPA AP-42 draft section 13.2.1

$$E = k\,(sL/2)^{0.98} \times (W/3)^{0.53} \times (S/30)^{0.16}$$

Dove:

k: moltiplicatore che dipende dal materiale studiato per il PM10 = 4.22;

sL. contenuto di limo (200 g/mq);

W: peso medio del veicolo (40 t);

S: velocità media oraria del veicolo (20 km/h);

Assumendo che ci siano 10 mezzi che pesano 40 t che compiono 2 viaggi al giorno per un tragitto di 1 km, si ottiene un fattore di emissione pari con questi valori si ottiene un risultato pari a **E= 135 g/h**

Il fattore di emissione (E) prodotto dal transito di mezzi su piste non asfaltate è stato calcolato in accordo con EPA AP-42 draft section 13.2.2,

$$\mathbf{E = k\,(s/12)^{a}(W/3)^{b}}$$

Dove:

k, a , b: sono costanti empiriche k=0.4323, a= 0.9, b=0.45;

s: % di limo cotenuta nel terreno (12%);

W: peso medio del veicolo (40 t);

Assumendo che ci siano 10 mezzi che pesano 40 t che compiono 2 viaggi al giorno per un tragitto di 1 km, si ottiene un fattore di emissione pari a **E=25 g/h.**

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di stoccaggio è direttamente proporzionale alla velocità del vento (U) ed inversamente proporzionale all'umidità del terreno in esame (M), come si evince dalla seguente formula:

$$F = k\,(0{,}0016)\,\frac{(U/2{,}2)^{1{,}3}}{(M/2)^{1{,}4}}$$

La costante k presente nella formula dipende dalla dimensione delle particelle che si vuole studiare: per il calcolo del PM10, si assume k=0.35. Dalla formula appare evidente come un'attività di bagnatura del terreno aumentando l'umidità (M) permette un notevole abbassamento del fattore di emissione (F).

Considerando il vento medio nel territorio indagato di 2,0 m/s ed una adeguata opera di innaffiamento, si ottengono i seguenti fattori di emissione:

Condizione	Fattore di emissione F (PM10)
Normale	0.0122 Kg/t
Post-Innaffiamento	0.0002 Kg/t

Assumendo che vengano stooccati 2.000 mc/g si ottiene un fattore di emissione **E=150 g/h**

Per il calcolo delle emissioni generate dai motori dei mezzi in attività si fa riferimento alla formula sulle emissioni non controllate di motori diesel allo scarico da EPA AP-42 tabella 3.3.1 da cui risulta che E = 0.188 kg/h , assumento che ci siano 3 mezzi di potenza pari a 120 cv che lavorano al 60%, si ottiene un **E = 213.84 g/h.**

Le emissioni generate dall'attività di movimentazione comprendono quelle prodotte dalle attività di carico e scarico e sono state calcolate secondo le formule espresse nella tabella 4 delle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" redatte dall'ARPAT e, assumendo che vengano movimentati 2.000 mc/g , si ottengono i seguanti valori:

E		kg/d
Movimentazione (carico e scarico)	carico	2,55
	scarico	0,17
	totale	**2,72**

Da cui si ottiene un'emissione **E= 113.33 g/h**

Per quando riguarda le emissioni connesse all'impianto di betonaggio si può osservare come per un impianto controllato si possono ritenere maggiormente impattanti le due operazione di mixer loading e di truck loading, i cui fattori di emissione sono stati calcolati seguendo le direttive EPA AP 42 formula 11.12-1:

$$E = k(0.0032)\left[\frac{U^a}{M^b}\right] + c$$

PARAMETRI	VALORE
Velocità media del vento U (mph)	4.5
Composizione percentuale in peso del cemento M	0.125
a per central mix	0.45
b per central mix	0.9
c per central mix	0.001
Central mix(kg/d)	**E=0.47**
a per truck mix	1.75
b per truck mix	0.3
c per truck mix	0.0052
Truck mix loading (kg/d)	**E=2.38**

Tabella 50: Fattore di emissione di PTS prodotto dall'impianto di betonaggio

Ipotizzando una betoniera in attività ed un fabbisogno giornaliero di 100 mc di calcestruzzo si ottiene un'emissione per a **E=119.02 g/h.**

13.2.2.3 Area di Stoccaggio

Per studiare l'impatto prodotto dalla realizzazione dell'opera in oggetto si è proceduto schematizzando il cantiere come una superficie caratterizzata da uno specifico fattore di emissione calcolato come somma dei fattori di emissione appartenenti ad ogni singola sorgente presente all'interno dell'area di lavoro.

Per quanto riguarda l'area di stoccaggio si ipotizza che i cumuli di materiale non potranno eccedere i 3,5 metri di altezza e copriranno un'area non superiore a 10.000 mq

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di movimentazione e di stoccaggio di tali materiali è direttamente proporzionale alla velocità del vento (U) ed inversamente proporzionale all'umidità del terreno in esame (M), come si evince dalla seguente formula:

$$F = k\,(0{,}0016)\,\frac{(U/2{,}2)^{1{,}3}}{(M/2)^{1{,}4}}$$

La costante k presente nella formula dipende dalla dimensione delle particelle che si vuole studiare: per il calcolo del PM10 si assume k=0.35. Dalla formula appare evidente come un'attività di bagnatura del terreno aumentando l'umidità (M) permette un notevole abbassamento del fattore di emissione (F)

Considerando il vento medio nel territorio indagato di 2,0 m/s ed una adeguata opera di innaffiamento, si ottengono i seguenti fattori di emissione:

Condizione	Fattore di emissione F (PM10)
Normale	0.0122 Kg/t
Post-Innaffiamento	0.0002 Kg/t

Assumendo che dei 35.000 mc di materiale (altezza max cumuli 3,5 m), si è considerato cautelativamente che ne venga movimentato un volume polverulento pari ai 2/3 ovvero circa 26.000 mc, si ottiene un'emissione **E = 32.50 g/h.**

Anche in questa area devono essere considerate le emissioni provenienti dal transito di mezzi su piste asfaltate **E= 135 g/h** e quello proveniente dalla movimentazione (carico e scarico) **E= 113.33 g/h.**

13.2.2.4 Area tecnica

Per studiare l'impatto prodotto dalla realizzazione dell'opera in oggetto si è proceduto schematizzando il cantiere come una superficie caratterizzata da uno specifico fattore di emissione calcolato come somma dei fattori di emissione appartenenti ad ogni singola sorgente presente all'interno dell'area di lavoro.

Tra le operazioni relative al fronte di avanzamento lavori rientrano tutte quelle attività che riguardano direttamente la realizzazione dell'opera e che si svolgono quindi lungo il tracciato dell'opera in oggetto.

- Transito di mezzi su piste asfaltate
- Transito di mezzi su piste non asfaltate
- Emissioni dei mezzi in attività
- Attività per la costruzione:

Di seguito sono indicati i criteri adottati per la stima dei fattori di emissione associabili ad ogni attività al fine di creare in ultimo un fattore di emissione che caratterizzi tutta la superficie interessata dal cantiere.

Emissioni da mezzi transitanti su piste non asfaltate

Il fattore di emissione (E) prodotto dal transito di mezzi su piste non asfaltate è stato calcolato in accordo con EPA AP-42 draft section 13.2.2,

$$E = k\,(s/12)^a (W/3)^b$$

Dove:

k, a , b: sono costanti empiriche k=0.4323, a= 0.9, b=0.45;

s: % di limo contenuta nel terreno (12%);

W: peso medio del veicolo (t);

Assumendo che ci siano 10 mezzi che pesano 40 t che compiono 2 viaggi al giorno per un tragitto di 1 km, si ottiene un fattore di emissione pari a **E=25g/h**

Emissioni da mezzi transitanti su piste asfaltate

Il fattore di emissione (E) prodotto dal transito di mezzi su piste asfaltate è stato calcolato in accordo con EPA AP-42 draft section 13.2.1

$$E = k\,(sL/2)^{0.98} \times (W/3)^{0.53} \times (S/30)^{0.16}$$

Dove:

k: moltiplicatore che dipende dal materiale studiato per il PM10 = 4.22;

sL. Carico di limo (g/mq);

W: peso medio del veicolo (t);

S: velocità media oraria del veicolo (km/h);

Assumendo che ci siano 10 mezzi che pesano 40 t che compiono 2 viaggi al giorno per un tragitto di 1 km, si ottiene un fattore di emissione pari a **E= 135 g/h.**

Emissioni da motori dei mezzi in attività

Per il calcolo delle emissioni generate dai motori dei mezzi in attività si fa riferimento alla formula sulle emissioni non controllate di motori diesel allo scarico da EPA AP-42 tabella 3.3.1 da cui risulta che E = 0.188 kg/h , assumendo che ci siano 3 mezzi con potenza pari a 120 cv che lavorano in contemporanea al 60% di attività, si ottiene un **E = 213.84 g/h.**

Emissioni da attività di costruzione

In questo caso per il calcolo del fattore di emissione di tale sorgente sono state considerate anche le emissioni prodotte dall'escavatore, distinguendo quelle prodotte da carico scarico e scotico del tereno. Le emissioni sono state calcolate secondo le formule espresse nella tabella 4 delle Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" redatte dall'ARPAT e, assumendo che vengano movimentati 1.000 mc/g, si ottengono i seguanti valori

E		kg/d
Attività di costruzione	carico	1,3
	scarico	0,1
	scotico	2,5
	totale	3,9

Da cui si ottiene **E= 161.83 g/h**

Emissioni da attività di costruzione - trivellazione

Per il calcolo del fattore di emissione si è ipotizzato che siano presenti 2 trivelle, ognuna delle quali faccia 2 fori al giorno e si utilizzata la formula SCC 3-05-010-33 tabella 4 delle Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" redatte dall'ARPAT e si è ottenuto: **E = 12 g/h**

Emissioni da attività di costruzione – cameroni

Per quanto concene le emissioni, tali attività risultano assimilabili a quelle del cantiere operativo, già precedentemente analizzate.

13.2.2.5 Cantiere Armamento

Si ritiene che le attività che carattarizzano il cantiere armamento non siano generatrici di emissioni di particolato tali da meritare un approfondimento di analisi e quindi verrano trascurate.

13.2.2.6 Conclusioni Emissioni Polverulente

Una volta calcolate le emissioni (E) provenienti dalle singole attività si è provveduto dapprima a sommarle per ottenere l'emissione complessiva per tipologia di cantiere ed in seguito si è andati a confrontare l'emissione totale ottenuta con i valori soglia per le emissioni di PM10 descritte nelle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" redatte dall'ARPAT.

Tali linee guida individuano i valori soglia delle emissioni che consentano di rispettare i limiti di concentrazione per il PM10.

Intervallo di distanza (m)	Giorni di emissione all'anno					
	>300	300 – 250	250 – 200	200 – 150	150 – 100	<100
0 - 50	145	152	158	167	180	208
50 – 100	312	321	347	378	449	628
100 - 150	608	663	720	836	1038	1492
>150	830	908	986	1145	1422	2044

Tabella 51 : Soglie di emissione di PM10 al variare della distanza dalla sorgente ed al variare del numero di giorni di emissione (valori in g/h)

Se si utilizzasse come input emissivo al modello di simulazione ISCST3, i valori riportati nella tabella, si otterrebbe un valore limite relativo al 36° valore più elevato delle concentrazioni giornaliere pari a 50 µg/mc, che costituisce il limite normativo sulla media giornaliera. Nelle linee guida ARPAT viene consigliato di applicare, per aree di attività aventi dimensioni lineari non superiori ai 100 m, ai valori in tabella un fattore di sicurezza pari a 2, in tal modo quando l'emissione risulta inferiore a metà del valore riportato in tabella, si puo' assumere che vengano rispettati i limiti di legge. Nel nostro caso, poiché le dimensioni lineari dei cantieri saranno notevolmente superiori ai 100 m presi come riferimento nelle linee guida, si è deciso di non applicare ai valori limite riportati in tabella il fattore di sicurezza 2.

Quindi considerando che le attività analizzate nel presente studio hanno un carattere di notevole temporaneità ed intermittenza si è inoltre ipotizzato che la durata massima di giorni consecutivi in cui i diversi cantieri generino i ratei emissivi calcolati nelle pagine precedenti, sia minore o uguale ai 100 giorni lavorativi.

Ipotizzato ciò i confronti che stabiliscono la probabilità dei potenziali impatti è riportata nella tabella seguente insieme alle relative soglie, tabella che fa riferimento a distanze dall'area di cantiere che variano tra 0 e 50 m:

Cantiere	FE Totale (g/h)	Soglia (g/h)	Impatto
Cantiere Base	0	208	NO
Cantiere Operativo	188,93	208	NO
Area tecnica	70.21	208	NO
Area di stoccaggio;	96.84	208	NO
Cantiere armamento	0	208	NO

Tabella 52: Quadro riassuntivo dell'impatto delle aree di cantiere

Non essendoci impatti per distanze dalle aree di cantiere non eccedenti i 50 m, tale risutlato si estende anche alle distanze maggiori in studio (50÷200 m).

13.2.2.7 Analisi degli impatti derivanti dal traffico indotto

Le attività di cantiere correlate alla realizzazione dell'opera in oggetto produrranno inevitabilmente un incremento del traffico pesante nelle aree circostanti i cantieri.

In base all'organizzazione dei fabbisogni dei singoli cantieri e in base a quanto materiale questi possano produrre in seguito alle operazioni eseguite, sono state effettuate delle elaborazioni sulla distribuzione e movimentazione dei materiali.

Tale operazione ha reso possibile la verifica della distribuzione dei mezzi di trasporto del materiale sui tronchi stradali disponibili.

In tale ambito si è valutato il numero massimo di veicoli orari che può andare a gravare sulla viabilità ordinaria e a partire da tali dati si sono ricavate le emissioni relativo al particolato totale sospeso (PM10) e agli ossidi di azoto (NOx=NO2) secondo la metodologia CORINAIR-COPERT III.

La metodologia impiegata nel calcolo degli impatti è stata strutturata sui seguenti punti:

- Calcolo delle emissioni per il generico tratto di strada interessata dal passaggio dei mezzi di cantiere (che in via cautelativa consideriamo il massimo possibile), per il quale si riportano la tabella a pagina seguente;
- Una volta calcolate le concentrazioni si è proceduto ad una valutazione qualitativa del loro valore in relazione al livello ante operam stimato (fondo ambientale).

Tipologia di mezzo	N° Veicoli (veh/h)	Vmed (km/h)	FE PM (g/mil*veicolo)	FE NO2 (g/mil*veicolo)
Mezzo Pesante >20t, EURO 1	30	40	0.39	8.69

Tabella 53: Tipologia mezzi

I risultati delle simulazioni sono state ricavati ipotizzanto strade tipo percorse da un numero di mezzi di cantiere pari a quelli riportati e considerando ricettori ipotetici disposti a distanze variabili dai 10 ai 200 metri dal ciglio della strada.

In questo modo si è voluto mettere in evidenza il solo impatto conseguente al flusso relativo alle lavorazioni di cantiere, valori che sono stati successivamente paragonati con il fondo ambientale stimato per le zone in analisi e da tale confronto è derivato un giudizio di compatibilità.

Si osserva inoltre che le simulazioni sono stati eseguite in maniera tale da rendere paragonabili i valori in output con i limiti di legge previsti, quindi nello specifico si sono scelti due tempi di mediazione differenti per i due inquinanti analizzati:

- 24 h per il PM10;
- 1 h per l'NO2.

Le tabelle seguenti riportano i risultati delle simulazioni comprensivi dei fondi ambientali per le due aree regionali interessate dall'opera, il limite normativo di riferimento e il giudizio di compatibilità:

Distanza (m)	PM10+FONDO (µg/mc)	Soglia (µg/mc)	Impatto	NO2+FONDO (µg/mc)	Soglia (µg/mc)	Impatto
10	30.3	50	NO	85	200	NO
30	26.3	50	NO	58	200	NO
50	25.3	50	NO	49	200	NO
100	24.3	50	NO	40	200	NO
150	23.3	50	NO	36	200	NO
200	23.3	50	NO	34	200	NO

Tabella 54 : Quadro riassuntivo di compatibilità Regione Friuli Venezia Giulia

Distanza (m)	PM10+FONDO (µg/mc)	Soglia (µg/mc)	Impatto	NO2+FONDO (µg/mc)	Soglia (µg/mc)	Impatto
10	42.0	50	NO	93	200	NO
30	38.0	50	NO	66	200	NO
50	37.0	50	NO	57	200	NO
100	36.0	50	NO	48	200	NO
150	35.0	50	NO	44	200	NO
200	35.0	50	NO	42	200	NO

Tabella 55 Quadro riassuntivo di compatibilità Regione Veneto

13.2.3 Misure per il contenimento delle emissioni di polveri

Pur considerando il carattere temporaneo delle emissioni e delle assunzioni cautelative adottate nel calcolo delle emissioni e nelle simulazioni modellistiche, si prevede l'adozione di una serie di misure finalizzate al contenimento dei valori di concentrazione delle polvere sottili prodotte.

Per il contenimento delle emissioni delle polveri nelle aree di cantiere e nelle aree di viabilità dei mezzi utilizzati, i possibili interventi volti a limitare le emissioni di polveri possono essere distinti in:

- Interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nelle aree di attività e dai motori dei mezzi di cantiere;
- Interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti e per limitare il risollevamento delle polveri.

Con riferimento al primo punto, gli autocarri e i macchinari impiegati nel cantiere dovranno avere caratteristiche rispondenti ai limiti di emissione previsti dalla normativa vigente.

A tal fine, allo scopo di ridurre il valore delle emissioni inquinanti, potrà ipotizzarsi l'uso dei motori a ridotto volume di emissioni inquinanti ed una puntuale ed accorta manutenzione.

Per quanto riguarda la produzione di polveri indotta dalle lavorazioni e dalla movimentazione dei mezzi di cantiere potranno essere adottate alcune cautele atte a contenere tale fenomeno.

In particolare, al fine di contenere la produzione di polveri generata dal passaggio dei mezzi di cantiere occorrerà effettuare la bagnatura periodica della superficie di cantiere. Tale intervento sarà effettuato tenendo conto del periodo stagionale con un aumento di frequenza durante la stagione estiva. L'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza con cui viene applicato. Un programma effettivo di innaffiamento (2 volte al giorno sull'area completa) si è stimato ridurre le emissioni di polvere del 50%. L'intervento di bagnatura verrà comunque effettuato tutte le volte che si verifica l'esigenza.

Per il contenimento delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti si prevede l'adozione di opportuna copertura dei mezzi adibiti al trasporto.

Al fine di evitare il sollevamento delle polveri i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta e dovranno essere lavati giornalmente nell'apposita platea di lavaggio.

Sarà cura prevedere l'avvio delle fasi di recupero a verde ed inerbimento delle superfici non pavimentate al fine di limitare il risollevamento delle polveri nei giorni di vento.

Analogamente si evidenzia che per la compattazione degli strati del rilevato si fa ricorso di abbondante bagnatura con conseguente riduzione delle emissioni.

Per ciò che riguarda la viabilità al contorno dell'area di cantiere, si provvederà a mantenere puliti i tratti viari interessati dal passaggio dei mezzi. A tal fine è prevista, agli ingressi del cantiere, l'installazione di cunette pulisci-ruote.

13.3 Percezione degli stakeholder

Il problema delle polveri prodotte durante la fase di cantiere è un aspetto a cui sono molto sensibili le comunità locali. Ciò dipende principalmente da due fattori:

- gli ambiti spaziali interessati dai fenomeni di dispersione e di sedimentazione del materiale particolato sono sovente rappresentati da aree urbanizzate o coltivate, dove è possibile che si manifestino problemi sanitari in soggetti sensibili o predisposti o danni materiali;
- la dispersione e la sedimentazione di polveri hanno effetti vistosi e immediatamente rilevabili dalla popolazione, trattandosi di fenomeni visibili e che hanno la possibilità di arrecare disturbi diretti agli abitanti (deposito di polvere sui balconi, sui prati, sulle piante da frutto, sulle aree coltivate, etc.).

Le parti esterne coinvolte saranno quindi costituite, oltre agli enti preposti alla tutela del territorio, dai cittadini residenti nell'area, ma anche dagli agricoltori aventi terreni coltivati in prossimità delle aree di cantiere.

14 AMBIENTE IDRICO – SUOLO E SOTTOSUOLO

14.1 Caratteristiche dell'aspetto ambientale

La rigidità della rete idrografica è l'effetto della plurisecolare azione dell'uomo volta a contrastare la tendenza dei fiumi ad esondare e a divagare nella pianura. Di volta in volta questa azione si è tradotta nella semplificazione della rete (riduzione in un unico alveo di ogni fiume che precedentemente scorresse in più alvei), nel suo ridisegno (canalizzazione dei fiumi in alvei artificiali) e nella sua stabilizzazione (innalzamento di grandi argini per separare l'alveo di piena dal territorio adiacente).

In conseguenza di tali interventi i fiumi hanno continuato a depositare i loro sedimenti sempre entro gli stessi letti, mentre nelle aree comprese tra un alveo e l'altro il mancato arrivo di nuovi sedimenti ha impedito l'aggradazione della pianura e la compensazione della subsidenza. Per questi motivi tutti i fiumi della bassa pianura veneto-friulana sono attualmente "pensili", e le rotte fluviali sono divenute meno frequenti ma nello stesso tempo più pericolose.

La mancata aggradazione della pianura, i fenomeni di subsidenza (naturale e artificiale) e il prosciugamento di specchi d'acqua il cui fondo era già molto depresso hanno condotto all'attuale situazione altimetrica: la maggior parte della fascia costiera alto-adriatica, è al di sotto dei livello dei mare.

Lungo i canali di scolo è necessaria l'azione di una o più pompe idrovore, per poter portare le acque al mare. L'operatività dei canali e delle idrovore, inoltre, viene compromessa dal persistere della subsidenza. Al pericolo di allagamento da fiumi e da mare si affianca perciò anche il pericolo di straripamento dei canali, specie quando questi sono colmi di acqua per irrigare e debbono, in occasione di violente piogge, convertire rapidamente la loro funzione in quella di canali scolo.

Si segnala inoltre che l'analisi idrologico-idraulica ha evidenziato che tutti i corsi d'acqua attraversati sono caratterizzati da eventi di esondazione periodica che localmente allagano aree anche di dimensioni notevoli.

14.2 Valutazione delle interferenze

14.2.1 Attraversamento aree di esondazione periodica ed alvei

I tratti in rilevato sono stati progettati prevedendo un corretto posizionamento e dimensionamento delle luci degli attraversamenti (tombini, ponti e pile dei viadotti).

Come intervento di mitigazione sarà necessaria la manutenzione e pulizia periodica sia dei tombini che dei fossi ricettori, in modo tale da evitare ostruzioni nel regolare deflusso della rete idrica già nella fase di costruzione.

Sensibilità del territorio	**Azioni di progetto**	**Impatti prevedibili**	**Ottimizzazione progettuali e mitigazioni previste**
- aree soggette ad esondazione periodica	*- occupazione aree soggette ad esondazione (costruzione rilevati, realizzazione tombini, costruzione ponti, realizzazione viadotti).*	*- difficoltà di smaltimento idrico delle aree allagate;*	*- manutenzione e pulizia periodica luci attraversamenti.*

14.2.2 Rischio di inquinamento per sversamenti accidentali

Per quel che riguarda la qualità delle acque superficiali occorre compiere alcune particolari valutazioni in merito alla difesa del possibile inquinamento legato alla diffusione e/o all'infiltrazione di fluidi inquinanti in fase di cantierizzazione.

Per tali motivi le acque delle piste di cantiere non devono essere immesse direttamente nei corsi d'acqua o nei canali irrigui onde evitarne il loro inquinamento; lo smaltimento delle acque può essere consentito tramite diverse tecniche:

- reimmisione nel terreno dopo trattamento con tramite Biofiltri;
- raccolta ed allontanamento acque mediante sistemi di depurazione (sistema chiuso)
- reimmisione nel terreno tramite impianto di sub-irrigazione (sistema aperto)

Inoltre il rischio di contaminazione chimica delle acque superficiali dovrà essere controllato mediante l'utilizzo, in caso di evento accidentale, delle tecnologie disponibili sul mercato (panne contenitive, sepiolite) che dovrebbero essere presenti in cantiere per un intervento rapido e tempestivo in caso di incidente. Dovranno essere, pertanto, individuati tutti gli accorgimenti atti a scongiurare attività di cantiere che possano causare intorbidimento dei corpi idrici superficiali e immissione negli stessi di sostanze inquinanti.

Per quel che riguarda il rischio di contaminazione nel corso della realizzazione delle pile dei viadotti, al fine di evitare la possibile diffusione di olii ed altri agenti inquinanti durante le lavorazioni è possibile prevedere l'utilizzo di barriere (o panne) galleggianti.

Le barriere galleggianti sono dispositivi galleggianti rimovibili che impediscono ad inquinanti, corpi estranei o animali di raggiungere la zona delimitata; ad una parte galleggiante che emerge segue una parte immersa (grembiule) che presenta caratteristiche di filtro diverse in funzione dell'utilizzo previsto.

Queste strutture non riducono l'inquinamento, ma nel caso di sversamento in acqua di inquinanti oleosi, solidi o di natura organica servono per proteggere, accumulare indirizzare e raccogliere per una successiva bonifica.

Le barriere sono principalmente di due tipi: gonfiabili, rigide o a galleggiamento solido. In funzione dell'utilizzo e delle condizioni dello specchio d'acqua in cui si devono installare è consigliabile una tipologia piuttosto che l'altra.

Sono realizzate prevalentemente con due tessuti nobilitati: il tessuto gommato o neoprene e il pvc.

Per la posa in opera è necessario verificare correnti, profondità dell'alveo, tipologia del fondo e tipo di utilizzo. Il fronte della barriera è frazionabile, anche in opera, in diversi spezzoni collegati fra loro con innesti rapidi. La disposizione deve considerare la tipologia delle correnti e la necessità di prevedere aperture per garantire l'accesso alla zona protetta.

Sensibilità del territorio	**Azioni di progetto**	**Impatti prevedibili**	**Ottimizzazione progettuali e mitigazioni previste**
- aree caratterizzate da elevata permeabilità e presenza di falda *- aree interessate dalla presenza di corsi d'acqua, pozzi e sorgenti*	*- possibili sversamenti accidentali e/o sistematici*	*- rischio di peggioramento delle caratteristiche qualitative delle risorse idriche superficiali e sotterranee.*	*- realizzazione di sistemi di smaltimento "chiusi;* *- utilizzo barriere galleggianti.*

14.2.3 Possibili alterazioni dei caratteri morfologici locali

Si prevede di rispettare una distanza di sicurezza da tali morfotipi in modo da non alterarne le naturali condizioni evolutive. Nella fasizzazione della realizzazione saranno previste, se necessarie, opere di regimentazione idraulica per evitare la concentrazione di processi erosivi.

Sensibilità del territorio	**Azioni di progetto**	**Impatti prevedibili**	**Ottimizzazioni progettuali e mitigazioni previste**
- presenza di orli di terrazzi alluvionali	*- presenza del corpo ferroviario*	*- possibile alterazione delle condizioni di stabilità del morfotipo ed interruzione del naturale evoluzioe*	*- distanza di sicurezza* *- operazioni di regimentazione idraulica*

14.2.4 Aree ad elevata vulnerabilità idrogeologica

Per quel che riguarda la qualità delle acque sotterranee occorre compiere alcune particolari valutazioni in merito alla difesa del possibile inquinamento legato alla diffusione e/o all'infiltrazione di fluidi inquinanti in fase di cantierizzazione.

Per tali motivi le acque delle piste di cantiere non devono penetrare nel terreno senza preventivo trattamento cercando di salvaguardare al massimo le falde acquifere del sottosuolo. Lo smaltimento delle acque può essere consentito tramite diverse tecniche:

- reimmisione nel terreno dopo trattamento con tramite Biofiltri;

- raccolta ed allontanamento acque mediante sistemi di depurazione (sistema chiuso)

- reimmisione nel terreno tramite impianto di sub-irrigazione (sistema aperto)

Sensibilità del territorio	Azioni di progetto	Impatti prevedibili	Ottimizzazioni progettuali e mitigazioni previste
- aree caratterizzate da elevata permeabilità e presenza di falda *- aree interessate dalla presenza di corsi d'acqua, pozzi e sorgenti*	*- possibili sversamenti accidentali e/o sistematici*	*- peggioramento delle caratteristiche qualitative delle risorse idriche superficiali e sotterranee.*	*- realizzazione di sistemi di trattamento delle acque .*

14.3 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne interessate sono costituite dagli enti pubblici preposti alla gestione delle risorse idriche, compresi in particolare gli Ambiti Territoriali Ottimali (A.T.O.) territorialmente competenti, le Provincie, la Regione Veneto, la Regione Friuli Venezia Giulia, il Magistrato delle Acque, i Consorzi di Bonifica.

Data la collocazione di una buona parte del tracciato in ambito carsico, sottoposto a vincolo idrogeologico, la partecipazione degli stakeholder nell'analisi delle scelte di tracciato e delle scelte progettuali risulterà senz'altro significativa.

Analogamente si prevede l'interessamento da parte di associazioni ambientaliste e del pubblico generico.

Le principali parti esterne coinvolte, che saranno sono costituite:

- dai proprietari delle aree che subiranno occupazione temporanea per l'impianto delle opere di cantierizzazione, e che dovranno avere le stesse aree restituite dopo la costruzione alla situazione ante operam;
- dagli enti pubblici preposti alla tutela del territorio (in particolare comune, provincia ARPAV Veneto, ARPA Friuli Venezia Giulia) che saranno coinvolti nell'approvazione delle modalità di gestione delle terre da scavo e nel controllo delle caratteristiche dei materiali.

15 VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI

15.1 Caratteristiche dell'aspetto ambientale

In questa sede sono descritte le peculiarità degli ambiti territoriali coinvolti dalle aree di cantiere e dalle lavorazioni dal punto di vista delle componenti naturalistiche interessate. Obiettivo è di caratterizzare lo stato ante operam dei siti in cui saranno predisposte le aree di cantiere, al fine di dare indicazioni riguardo il ripristino ambientale successivamente alla fase di lavorazione. Le aree di cantiere sono state distinte nelle seguenti categorie:

- Cantiere base;
- Cantiere operativo;
- Area tecnica;
- Area di stoccaggio;
- Cantiere armamento

Escludendo le aree tecniche che corrispondono al fronte di avanzamento lavori, già valutate nel capitolo relativo alla componente Vegetazione, Flora e Fauna, per la predisposizione dei cantieri saranno coinvolte aree prossime al tracciato ferroviario in progetto, la cui destinazione d'uso allo stato attuale è prettamente di tipo agricolo. Si tratta di aree coltivate a seminativo molto uniformi, in cui l'assenza di vegetazione spontanea consente di attribuire un livello di sensibilità ambientale decisamente basso. L'omogenità di tali ambiti si traduce in una bassa diversità faunistica; il popolamento legato ai sistemi agricoli si caratterizza da specie ad ampia diffusione, versatili dal punto di vista delle esigenze ecologiche. Dalla ricognizione delle aree di cantiere, non sono state riscontrate aree di interesse naturalistico sottoposte a tutela ambientale.

15.2 Valutazione delle interferenze

Il presente paragrafo prende in esame le potenziali interferenze rispetto alle componenti naturalistiche connesse alla fase di cantiere, in particolare per ciò che concerne la predisposizione e le attività svolte in corrispondenza delle aree di lavoro. Le interferenze connesse alla fase di costruzione, comprendente le attività che si svolgono a livello di cantiere mobile lungo linea, sono state già trattate nella componente Vegetazione, Flora e Fauna, essendo relative all'ingombro del nuovo tracciato. Le categorie di impatto possono essere riassunte nelle seguenti categorie:

- cambio di destinazione d'uso del suolo;
- sottrazione di vegetazione;
- perdita o frammentazione di habitat faunistici;
- mortalità diretta della fauna;
- disturbo alla fauna di tipo acustico;
- inquinamento;

L'impatto diretto per la messa in opera dei cantiere è costituito dal cambio di destinazione d'uso del suolo. L'analisi della localizzazione dei siti di cantiere, unità alla lettura dell'assetto dei suoli e della distribuzione della vegetazione, ha permesso di constatare che i siti prescelti per la predisposizione dei cantieri sono localizzati in corrispondenza di seminativi; in tali aree i consorzi vegetali naturali sono quasi del tutto assenti e la componente vegetale è limitata ad individui isolati.

Relativamente alle specie faunistiche frequentatrici del sistema agricolo, l'occupazione di suolo agricolo non costituisce una perdita consistente di habitat, trattandosi di una superficie modesta rispetto agli areali di distribuzione delle specie stesse. L'occupazione di habitat faunistici non ha una rilevanza elevata in questo caso, anche in virtù del carattere temporaneo di tale interferenza, dato che si prevedono azioni di ripristino a conclusione della fase di lavorazione.

Nell'ottica della componente naturalistica, l'interferenza relativa all'occupazione di terreno agricolo non è significativa; si tratta comunque di un'interferenza di tipo temporaneo considerando che al termine delle lavorazioni dovrà essere previsto il ripristino dei siti; preliminarmente alla fase di installazione dell'impianto del cantiere sarà necessaria la pulizia del sito, la rimozione della terra di coltura e il suo stoccaggio per il successivo riutilizzo. La ricostituzione del suolo consente di evitare l'insediarsi di popolamenti floristici estranei alle locali dinamiche vegetazionali e denotanti situazioni di degrado (specie nitrofile, esotiche e a carattere invasivo).

Il disturbo può essere provocato dalla presenza del cantiere stesso, dalla movimentazione dei mezzi, dalle lavorazioni, dal sollevamento di polveri e dalla loro ricaduta, sia sul terreno che negli ambienti acquatici (lotici e lentici), con conseguente alterazione dei parametri fisico-chimici dai quali dipende la funzionalità ecosistemica.

La mortalità diretta può essere provocata dall'intrappolamento, nell'area di cantiere, di individui che riescano ad introdursi durante le ore di inattività del cantiere stesso (ore notturne). In tal senso risultano particolarmente pericolosi scavi, buche, pozzetti, canalette di scolo con pareti ripide. Inoltre, anche se in misura minore, va considerato il passaggio e la movimentazione dei mezzi pesanti, quale ulteriore causa potenziale di mortalità diretta della fauna, per investimento accidentale da parte dei mezzi stessi. Per impedire il passaggio alle specie di piccola e media taglia, le aree di cantiere saranno dotate di una apposita recinzione, di altezza 1,5 metri ed a maglia piuttosto fitta (25x50 mm), necessaria ad (cfr. Dinetti, 2000); la recinzione dovrà posare su di un muretto di cemento alto 40 cm dal livello del suolo ed interrato per altri 20 cm.

Il disturbo rispetto alla fauna di tipo acustico prodotto dai mezzi di cantiere, è un'interferenza di difficile valutazione, sia perché manca una specifica normativa in materia sia perché non ci sono allo stato attuale le conoscenze opportune in merito alle lavorazioni di cantiere e ai traffici indotti. Si presume che si tratti di un'interferenza contenuta, sia perché limitata nel tempo, sia perché coinvolge un popolamento faunistico poco sensibile, legato ad un ambiente già caratterizzato da un livello di rumore di origine antropica.

Nelle aree di cantiere il rischio di inquinamento è legato principalmente alla dispersione di materiali vari (liquidi e solidi) durante le lavorazioni, con particolare riferimento a sversamenti accidentali di olii, combustibili, vernici, prodotti chimici in genere, nonché all'abbandono di residui e sfridi di lavorazione, imballaggi dei materiali, contenitori vari, ecc.. Inoltre è possibile il verificarsi del sollevamento delle polveri, connesso sia con gli sbancamenti ed i movimenti di terra in genere, sia con il transito dei mezzi pesanti di lavoro.

In relazione ai fattori di rischio sopra evidenziati si dovranno adottare i seguenti accorgimenti tecnici:

- saranno opportunamente collettate tutte le acque potenzialmente inquinanti e adottati accorgimenti per evitare il rilascio sul terreno e/o in alveo di inquinanti liquidi e solidi; in modo particolare, in corrispondenza degli attraversamenti fluviali e quindi dei relativi viadotti, si eviterà di scaricare direttamente in alveo le acque di prima pioggia raccolte, provvedendo a convogliarle verso il suolo delle sponde, dove la vegetazione ripariale igrofila può svolgere un primo stadio di fitodepurazione;

- saranno particolarmente curati l'allontanamento di residui e sfridi di lavorazione, imballaggi dei materiali e contenitori vari e il loro smaltimento in sedi appropriate e con modalità conformi alla normativa vigente;

- saranno presi accorgimenti per limitare il sollevamento di polveri in corrispondenza di ambienti umidi, attraverso la regolare "bagnatura" di strade bianche ed aree sterrate.

15.3 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne coinvolte negli aspetti ambientali in esame sono costituite dagli enti pubblici preposti alla tutela dell'ambiente, dalle associazioni ambientaliste di livello locale, dai cittadini residenti in prossimità delle opere in progetto, il cui rapporto con gli elementi naturali potrà essere modificato a seguito dell'inserimento dell'opera.

Dato l'elevato livello di qualità ambientale di alcune delle aree interessate dal tracciato (in particolare quelle poste all'interno di aree SIC e ZPS), si ritiene che la componente in oggetto sarà di estremo interesse per tutte le parti esterne sopra indicate.

Le parti esterne coinvolte negli aspetti ambientali in esame sono costituite dagli enti pubblici preposti alla tutela dell'ambiente, dalle associazioni ambientaliste di livello locale, dai cittadini residenti in prossimità delle opere in progetto, il cui rapporto con gli elementi naturali potrà essere modificato a seguito dell'inserimento dell'opera.

Dato l'elevato livello di qualità ambientale di alcune delle aree interessate dal tracciato (in particolare quelle in area poste all'interno di aree SIC e ZPS), si ritiene che la componente in oggetto sarà di estremo interesse per tutte le parti esterne sopra indicate.

16 RUMORE

16.1 Caratteristiche dell'aspetto ambientale

16.1.1 Premessa

L'alterazione del clima acustico dell'area durante la realizzazione delle opere è riconducibile, a carattere generale, alle fasi di approntamento dei cantieri e della viabilità di accesso agli stessi, all'esercizio delle aree di cantiere ed al trasporto di materiali da costruzione al cantiere e di materiali di risulta verso le aree di stoccaggio.

Durante la realizzazione delle opere si verificano emissioni acustiche di tipo continuo, dovute agli impianti fissi, e discontinue dovuti al transito dei mezzi di trasporto.

Naturalmente l'entità degli impatti acustici varia, zona per zona, in funzione delle tecniche e delle attività di costruzione che vengono previste, nonché in base al grado di confinamento (ad esempio: lavorazioni nell'ambito di scavi a cielo aperto) che caratterizza i singoli siti di cantiere.

La molteplicità delle sorgenti, degli ambienti e delle posizioni di lavoro tipiche in un cantiere edile individua numerose tipologie di macchinari e attività la cui contemporaneità, oltre che intensità, determina un certo grado di complessità nel rappresentare a priori con precisione il clima acustico indotto dalla realizzazione delle opere sui pochi ricettori presenti nell'intorno dell'aeroporto.

Per il caso in studio, l'analisi della componente rumore nell'ambito delle attività di cantiere può essere svolta rispetto a due macrotipologie di lavorazioni: quelle relative ai cantieri fissi e quelle relative ai cantieri mobili.

Nella prima tipologia sono inseriti i campi base e i cantieri operativi fissi, mentre per la seconda tipologia sono considerati i cantieri operativi mobili che a loro volta si suddividono in cantieri "lungo linea" e in cantieri "opere d'arte".

All'interno di ogni cantiere possono essere individuate le tipologie di lavorazione previste, i macchinari utilizzati, la loro percentuale di utilizzo nell'arco della lavorazione e la eventuale contemporaneità tra più di essi.

Separatamente, vengono analizzate anche le ricadute ambientali lungo la viabilità di collegamento tra i siti di cava e/o deposito e le aree di lavorazione.

16.1.2 Riferimenti normativi

In relazione alle attività di cantiere la Legge Quadro 447/95 indica che è al Comune che compete l'autorizzazione, anche in deroga ai valori limite stabiliti in sede di zonizzazione acustica, delle attività temporanee (cantieri, etc.) nel rispetto delle prescrizioni indicate dal comune stesso.

Il DPCM 1.3.1991, Art. 1 Comma 4, per quanto attiene alle attività di cantiere, già indicava che " Le attività temporanee, quali cantieri edili, le manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico, qualora comportino l'impiego di macchinari o impianti rumorosi, debbono essere autorizzate anche in deroga ai limiti del presente decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, dal sindaco, il quale stabilisce le opportune prescrizioni per limitare l'inquinamento acustico sentita la competente USL".

In attuazione alla citata Legge Quadro, le due regioni coinvolte dall'intervento in oggetto hanno emanato le norme relative all'inquinamento acustico con i seguenti Testi:

- Regione Veneto: Legge Regionale n° 21 del 10 maggio 1999 "Norme in materia di inquinamento acustico".
- Regione Friuli Venezia Giulia: Legge Regionale n. 16 del 18 giugno 2007 "Norme in materia di tutela dall'inquinamento atmosferico e dall'inquinamento acustico".

In esse si stabilisce la competenza dei comuni nella classificazione acustica del territorio, i criteri e le procedure per l'approvazione di tale classificazione; definisce quindi le competenze della Regione e della Provincia. Si descrivono le modalità di redazione dei Piani di Risanamento Acustico Comunali, nonché per le specifiche attività di cantiere edile, come il caso in studio, orari di lavorazione e livelli consentiti.

16.2 Valutazione delle interferenze

16.2.1 Analisi delle possibili fonti di inquinamento

Sulla base della rappresentazione delle varie tipologie di cantiere sopra scritte, l'analisi delle interferenze di tipo acustico viene condotta relativamente alle fasi di maggiore emissione rumorosa estendendone i risultati all'intero ciclo lavorativo. Con tale approccio si è voluto rappresentare una condizione sicuramente cautelativa per i ricettori, demandando alle successive fasi di progettazione il dettaglio maggiore che ad esse compete.

Per ogni fase di lavoro sono state quindi ipotizzate le macchine che concorrono alla determinazione delle emissioni sonore, assegnando ad ogni macchina una percentuale di utilizzo nell'ambito della lavorazione.

Per quanto riguarda i macchinari di cantiere, in riferimento alle attività sopra riportate, sono state effettuate le seguenti ipotesi di lavoro, intendendo con N° il numero di macchinari presenti e con CU la percentuale di utilizzo delle diverse macchine nel ciclo lavorativo:

Cantiere lungo linea		
Macchina	**N°**	**Cu [%]**
Escavatore/Apripista	1	1,00
Pale caricatrici	1	1,00
Livellatrici	1	1,00
Rulli	1	1,00
Autocarri	1	1,00

Cantiere Opere d'arte		
Macchina	**N°**	**Cu [%]**
Trivella	1	0,75
Autobetoniera	1	0,50
Pala gommata	1	0,50
Getto calcestruzzo	1	0,50
Camion	1	0,50

Il livello di emissione acustica complessivo dei singoli cantieri viene quindi calcolato partendo dall'emissione delle singole tipologie di macchine ad una distanza nota, ed elaborando il valore finale in ragione del tempo, della percentuale di utilizzo e del numero di macchinari presenti. In particolare, di seguito si riportano le emissioni complessive delle potenze calcolate in dB(A) per le varie tipologie di cantiere:

- Sorgente equivalente campo base 113,9 dB(A).
- Sorgente equivalente cantiere lungo linea 121,3 dB(A).
- Sorgente equivalente cantiere opere d'arte 120,5 dB(A).

16.2.2 Individuazione dei livelli acustici prodotti

L'analisi acustica viene condotta attraverso uno specifico software di simulazione che ha al suo interno un ampio database di sorgenti specifiche di cantiere. In particolare le simulazioni sono elaborate mediante il software Mithra, stesso codice di calcolo utilizzato per lo studio della componente rumore nel Quadro di Riferimento Ambientale.

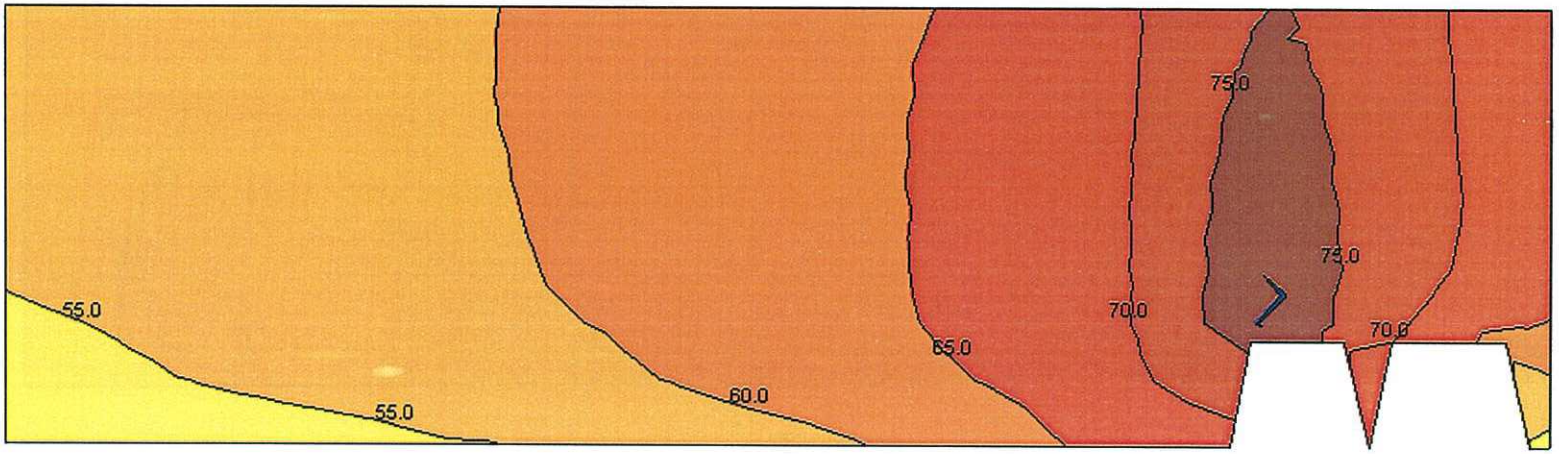
Le macchine di cantiere sono state considerate come sorgenti puntiformi, a cui è stata assegnata una determinata potenza sonora e una quota sul piano campagna, che rappresenta la quota di emissione. Il livello di emissione delle singole sorgenti, così come indicato nel precedente paragrafo, è stato dedotto dal database interno del modello di simulazione utilizzato.

Inserite dette informazioni nel software di simulazione sono state realizzate, per ogni configurazione di cantiere, sezioni e/o planimetrie di rappresentazione dell'emissione acustica assegnata alle singole attività.

Nel caso i valori di simulazione siano eccedenti i limiti di riferimento, verranno previsti idonei interventi di mitigazione; laddove tali interventi non risultano efficaci (per tipologia o posizionamento non incidente rispetto alle sorgenti di rumore) sarà necessario ricorrere allo strumento di deroga così come indicato nella normativa tecnica.

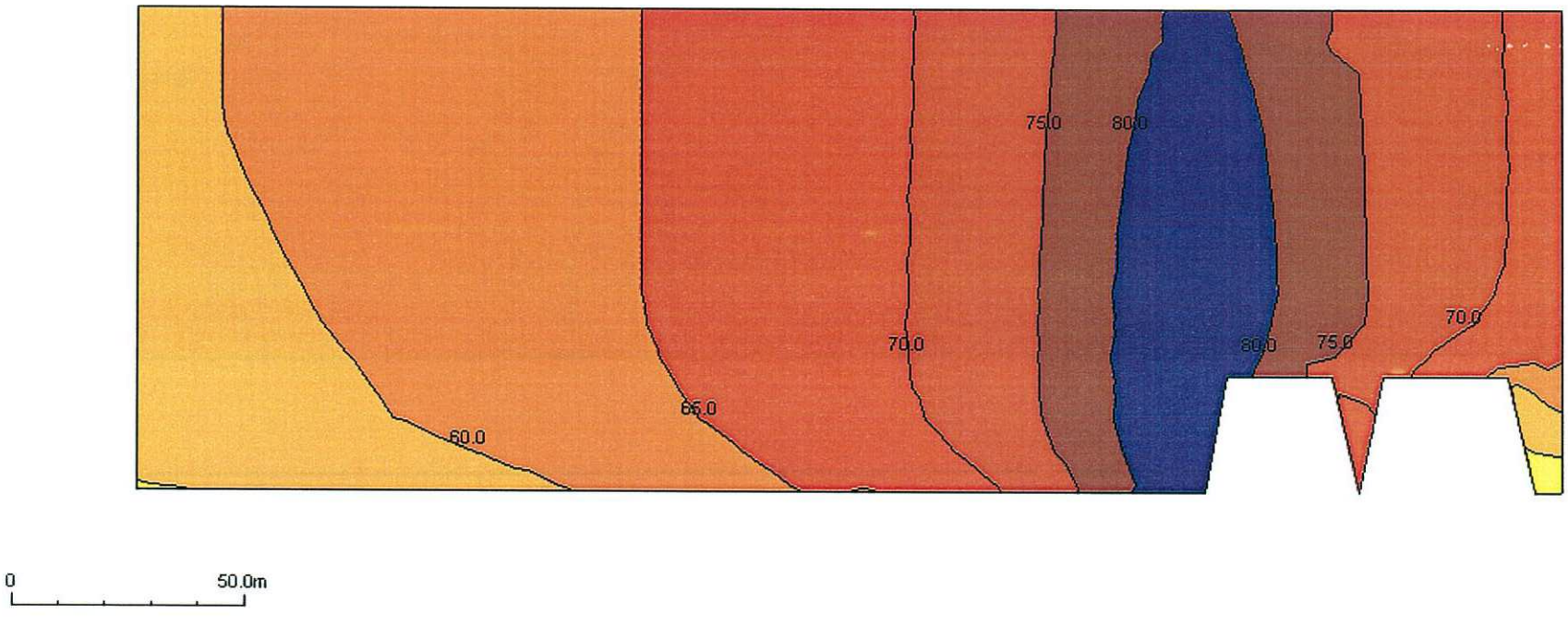
Si evidenzia a questo proposito che le attività di cantiere sono tali che difficilmente si possono apporre con efficacia degli schermi artificiali alla propagazione del rumore in quanto spesso le attività lavorative risultano mobili e arealmente estese, mentre, uno schermo acustico va posto in prossimità della sorgente affinché risulti realmente efficace.

Per quanto riguarda i cantieri lungo linea e i cantieri delle opere d'arte, di seguito si riporta una schematizzazione delle simulazioni acustiche svolte. Le simulazioni rappresentano una condizione media delle lavorazioni e quindi i risultati ottenuti, da un lato, possono sottostimare gli effettivi valori acustici relativamente alle condizioni di picco ma, da un altro lato, possono essere considerati cautelativi in quanto rappresentano valori costanti, senza interruzioni, durante tutto l'arco delle attività.



[1/5]

Cantiere operativo lungo linea – Output sezione



[1/5]

Cantiere operativo opere d'arte – Output sezione

I valori emessi dalle diverse tipologie di cantiere vanno quindi confrontati con i limiti di riferimento dedotti dai documenti di zonizzazione e/o sulla base delle indicazioni della destinazione d'uso degli edifici presenti sulle zone interessate dalle lavorazioni. Nel dettaglio, tenendo conto della normativa nazionale e regionale in materia, si fa riferimento ai valori di emissione come richiamati di seguito:

Limiti di emissione di rumore per Comuni che adottano la zonizzazione acustica

DESTINAZIONE D'USO TERRITORIALE	DIURNO	NOTTURNO
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

Cantieri lungo linea

In riferimento ai suddetti limiti, per la tipologia di cantiere lungo linea, considerando i macchinari in attività sia al centro sia al bordo del rilevato/trincea da realizzare, si evince una distanza di interferenza di circa 120 metri per ricettori riferibili alla classe acustica IV: classe che possiamo stimare come caratterizzante quasi tutto l'intorno del sedime ferroviario di progetto, vuoi per la presenza quasi continua dell'autostrada A4, vuoi per la vicinanza di alcuni centri abitati importanti; ciò, ad eccezione dei ricettori sensibili di tipo scolastico od ospedaliero, per i quali si evidenziano limiti più cautelativi, propri della classe I.

Rispetto all'individuazione di questo primo raggruppamento di edifici, è stata effettuata un'ulteriore suddivisione riguardante il numero di edifici esposti a livelli di interferenza più critica, ovvero corrispondenti a valori maggiori di:

- 65 dB(A)
- 70 dB(A)
- 80 dB(A)

al fine di rappresentare una scala di priorità di intervento in ambito di cantiere rispetto ad una criticità sostanzialmente diffusa, essendo il territorio caratterizzato da una distribuzione omogenea di edifici nel territorio ad eccezione di qualche gruppo maggiormente consistente.

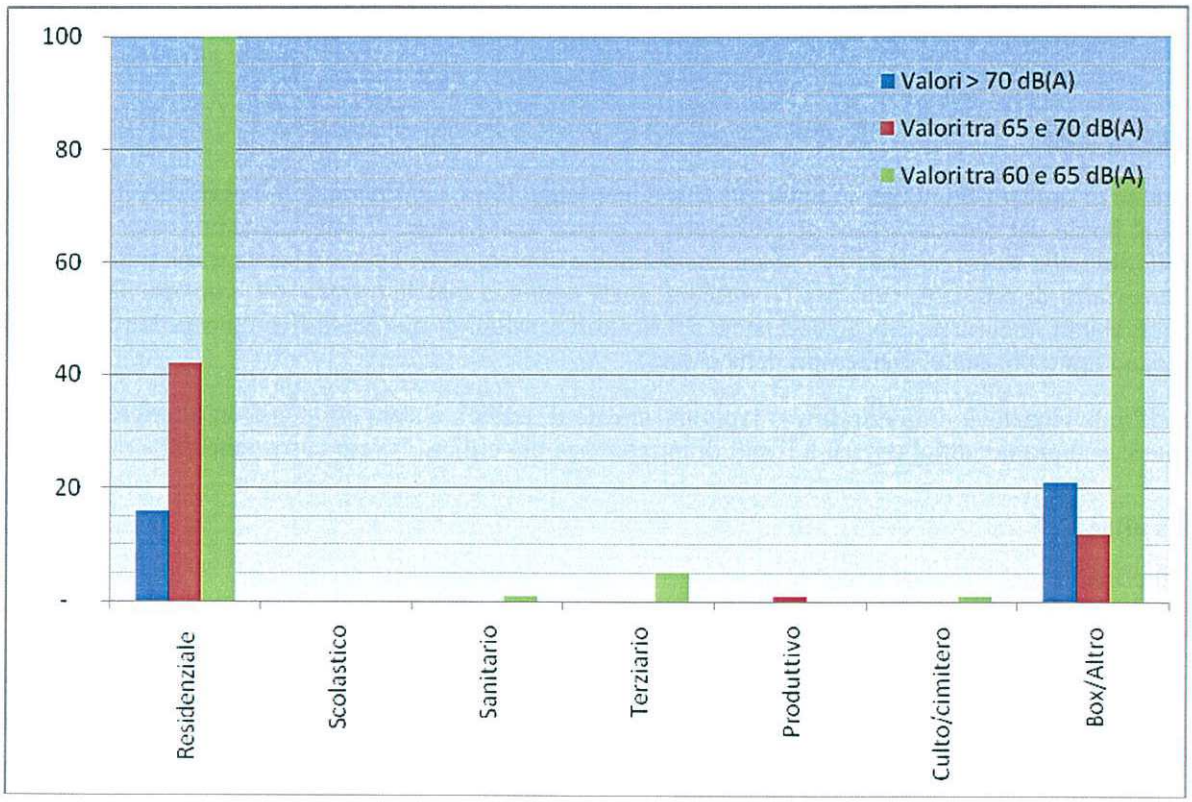
In particolare, contestualizzando sul territorio le informazioni evinte dall'analisi acustica modellistica, si è potuto constatare che:

- I ricettori con valori superiori a 60 dB(A) di emissione di cantiere risultano in totale 505 sulla linea AV di progetto, di cui 110 residenziali. E' presente 1 edificio sensibile di tipo ospedaliero, 2 edifici sensibili di tipo scolastico, mentre gli altri edifici sono quasi esclusivamente di tipo box/deposito e in quota minore terziario o produttivo. Si evidenzia che l'elevato numero di edifici sopra indicato è relativo essenzialmente

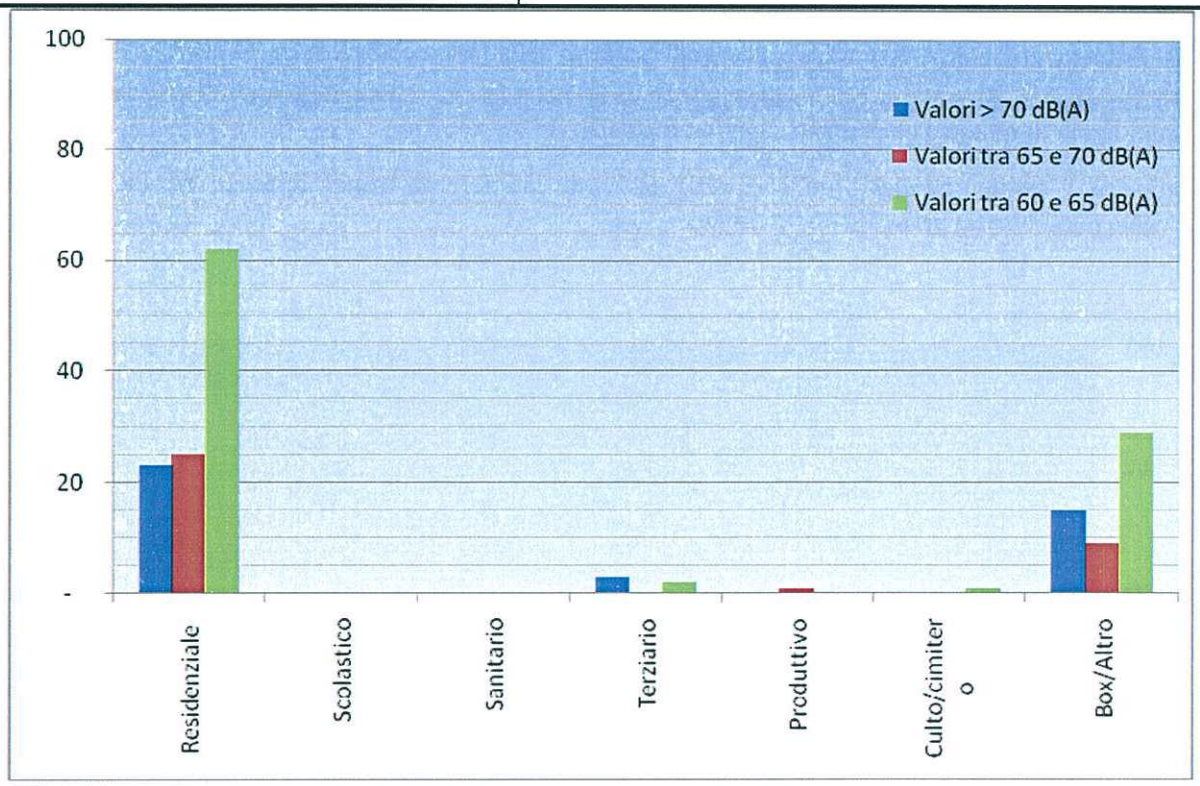
all'attraversamento dell'abitato di Cervignano nel quale, in un'estensione di circa 3 chilometri, si possono contare oltre il 70% del totale degli edifici interferiti.

- All'interno del gruppo di edifici sopra detti si distinguono 223 edifici di tipo residenziale ricadenti nella fascia compresa tra 60 dB(A) e 65 dB(A), oltre ai 2 edifici sensibili di tipo scolastico e all'edificio sensibile di tipo ospedaliero, rilevati all'interno dell'abitato di Cervignano.
- Inoltre, si distinguono 67 edifici residenziali ricadenti nella fascia compresa tra 65 dB(A) e 70 dB(A) e nessun edificio di tipo sensibile. Gli altri edifici ricadenti in questa fascia di interferenza, per un totale di 23 ricettori, sono quasi interamente depositi o, in minima parte, di tipo produttivo.
- Infine, nella fascia di maggiore interferenza, ovvero superiore a 70 dB(A), si distinguono 39 edifici residenziali, nessun edificio di tipo sensibile, 3 edifici terziari e 36 edifici adibiti a box/deposito.

Il dettaglio degli edifici ricadenti nelle diverse fasce di interferenza viene riportato nei seguenti grafici separatamente per il binario pari e il binario dispari.



Ripartizione dei ricettori sul lato pari esposti a livelli di rumore di cantiere lungo linea



Ripartizione dei ricettori sul lato dispari esposti a livelli di rumore di cantiere lungo linea

Cantieri opere d'arte

Per quanto riguarda la realizzazione delle opere d'arte, sono stati considerati i macchinari nella posizione maggiormente impattante per i ricettori, ovvero alla base dell'opera da realizzare: in questi casi, sempre in riferimento alla classe acustica IV, la distanza critica risulta di 180 metri.

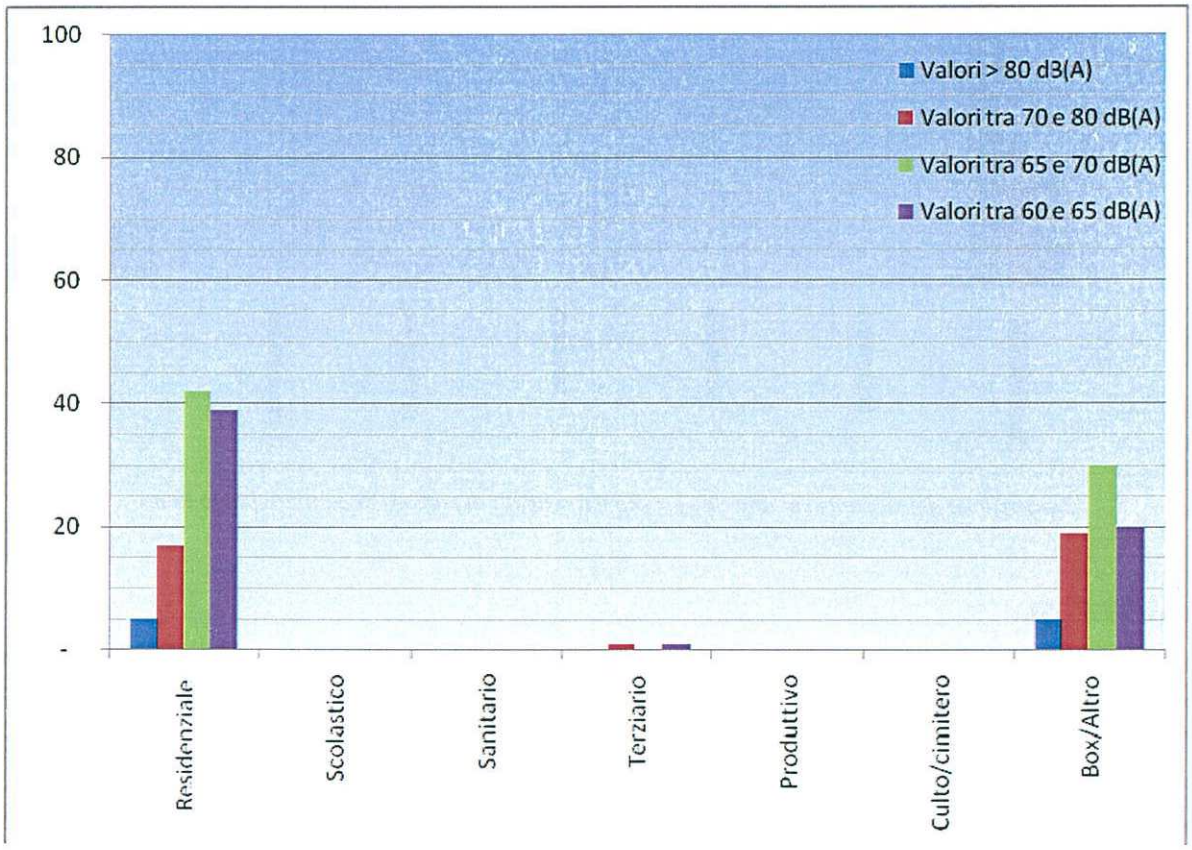
Anche in questo caso, rispetto all'individuazione di questo primo raggruppamento di edifici, è stata effettuata un'ulteriore suddivisione riguardante il numero di edifici esposti a livelli di interferenza più critica al fine di rappresentare una scala di priorità di intervento in ambito di cantiere rispetto ad una criticità sostanzialmente diffusa, essendo il territorio caratterizzato da una distribuzione omogenea di edifici nel territorio ad eccezione di qualche gruppo maggiormente consistente.

In particolare, contestualizzando sul territorio le informazioni evinte dall'analisi acustica modellistica, si è potuto constatare che:

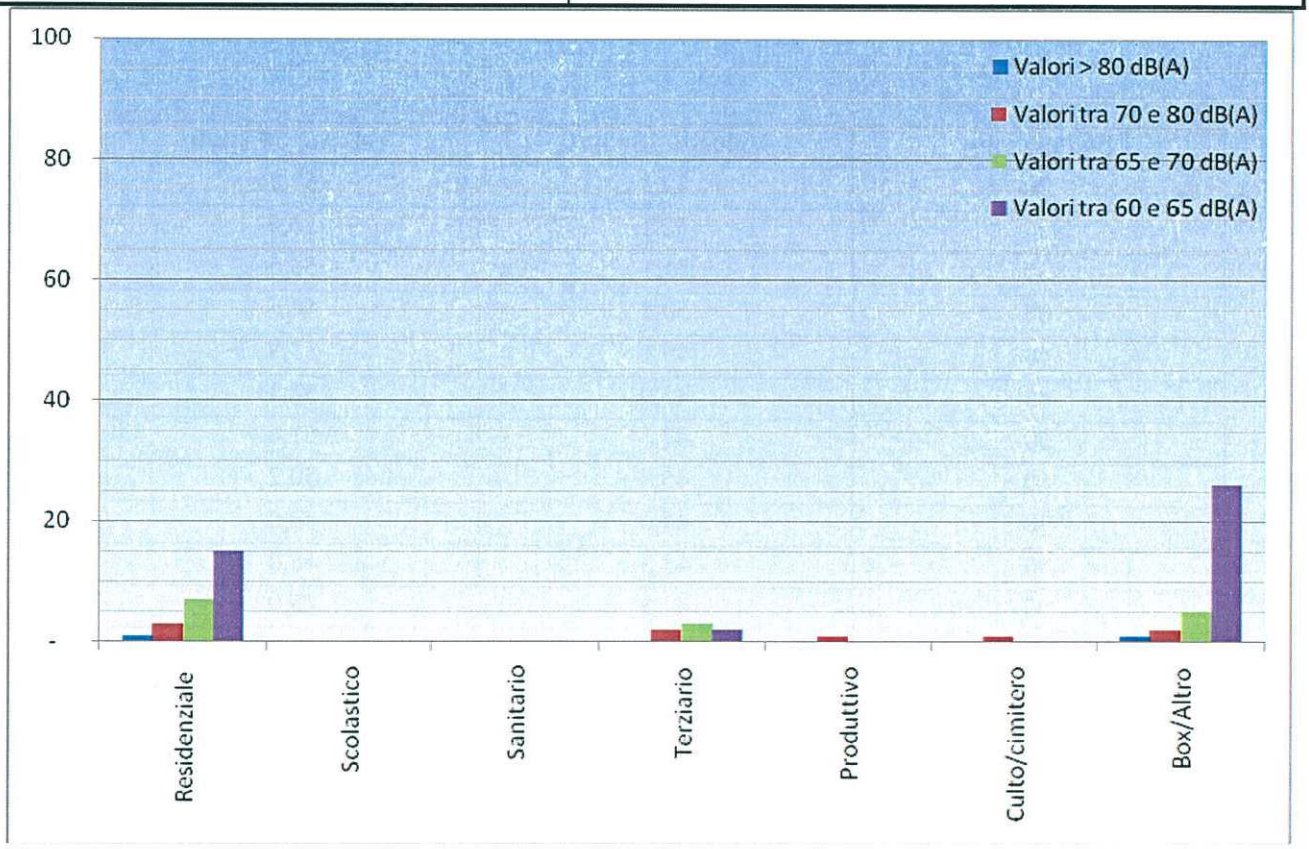
- I ricettori con valori superiori a 60 dB(A) di emissione di cantiere risultano in totale 248 sulla linea AV di progetto, di cui 129 residenziali. Non sono presenti edifici sensibili di tipo scolastico od ospedaliero. Gli altri edifici presenti sono 9 di tipo terziario, 1 di tipo produttivo, 1 per il culto e 108 adibiti a box/deposito o altra destinazione ad uso saltuario.
- All'interno del gruppo di edifici sopra detti si distinguono 54 edifici residenziali ricadenti nella fascia compresa tra 60 dB(A) e 65 dB(A).

- Si distinguono, poi, 49 edifici residenziali ricadenti nella fascia compresa tra 65 dB(A) e 70 dB(A).
- Si distinguono, inoltre, 20 edifici residenziali ricadenti nella fascia compresa tra 70 dB(A) e 80 dB(A).
- Si distinguono, infine, 6 edifici residenziali ricadenti nella fascia di maggiore interferenza, ovvero quella in cui i livelli di rumore sono stimati superiori a 80 dB(A).

Il dettaglio degli edifici ricadenti nelle diverse fasce di interferenza viene riportato nei seguenti grafici separatamente per il binario pari e il binario dispari.



Ripartizione dei ricettori sul lato pari esposti a livelli di rumore di cantiere opere d'arte



Ripartizione dei ricettori sul lato dispari esposti a livelli di rumore di cantiere opere d'arte

Movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria

Le attività di cantiere correlate all'intervento di potenziamento della linea ferroviaria produrranno inevitabilmente un incremento del traffico pesante nelle aree circostanti, per la necessità di collegare il cantiere base e l'area tecnica ai luoghi delle lavorazioni e quest'ultimi ai siti per il deposito del materiale in esubero e alle cave per l'approvvigionamento degli inerti.

La valutazione degli incrementi dei livelli di rumore dovuti al traffico dei veicoli pesanti è effettuato attraverso l'impiego del modello previsionale Mithra, il medesimo utilizzato nelle stime di rumore del traffico ferroviario di esercizio.

Per quanto riguarda infine la movimentazione delle materie sulla viabilità ordinaria, sulla base di quanto emerso nel progetto della cantierizzazione, si evince un traffico massimo di mezzi pesanti pari a 30 veicoli orari. Si sottolinea che tale flusso orario rappresenta un valore molto cautelativo nei confronti della tutela dei ricettori, in quanto indica la condizione più sfavorevole transitante sulla viabilità ordinaria e, quindi, la condizione che induce valori acustici più elevati.

Attraverso l'impiego del modello sono realizzate delle simulazioni a varie distanze e per velocità medie di transito di 25 e 50 km/h, velocità che ben rappresentano le condizioni medie di deflusso veicolare di mezzi pesanti,

rispettivamente in ambito urbano e in ambito extraurbano. Nel seguito si riporta una tabella riassuntiva dei valori di calcolo.

Distanza (m)	Velocità 25 km/h	Velocità 50 km/h
20	53,3	57,7
25	52,1	56,6
30	51,1	55,5
35	50,2	54,6
40	49,4	53,8
45	47,9	52,3
50	47,1	51,6
60	45,8	50,2
70	44,6	49,0
80	43,6	48,0
90	41,5	45,9
100	40,6	45,1

Sulla base dei valori sopra visti e tenendo conto che le attività di movimentazione si svolgono all'interno del periodo diurno, si stima che non vi siano interferenze sui ricettori fronti stanti la viabilità di cantiere. Ciò in considerazione che lungo le viabilità di percorrenza dei mezzi, il rumore indotto sia mascherato dal rumore prodotto dal normale flusso veicolare sugli assi viari e che comunque esso sia inferiore ai limiti di emissione delle stesse viabilità, stimabile in 60 dB(A) nel periodo diurno.

16.2.3 Interventi di mitigazione e/o accorgimenti progettuali

In linea generale, in fase di cantierizzazione sarà necessario ricercare e mettere in atto tutti i possibili accorgimenti tecnico organizzativi e/o interventi volti a rendere il clima acustico inferiore ai valori massimi indicati nella normativa tecnica nazionale e regionale. Nel caso tale condizione non fosse comunque raggiungibile, l'appaltatore dovrà effettuare delle valutazioni di dettaglio e, laddove necessario, richiedere al Comune una deroga ai valori limite, ai sensi della Legge 447/95 e come previsto negli strumenti normativi a livello regionale e locale.

Nel presente paragrafo vengono quindi indicate le opere di mitigazione del rumore proponibili, nonché i provvedimenti tecnici atti a contenere il rumore nelle diverse situazioni riscontrabili all'interno delle aree di lavorazione.

Gli interventi antirumore in fase di cantiere possono essere ricondotti a due categorie:

- interventi "attivi", finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore;
- interventi "passivi", finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno.

In termini generali, considerando che si pone il problema e la necessità di rispettare la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori, è certamente preferibile adottare idonee soluzioni tecniche e gestionali in grado di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei ricettori

adiacenti alle aree di cantiere. E' necessario dunque garantire, in fase di programmazione delle attività di cantiere, che operino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

Successivamente, ad attività avviate, è importante effettuare una verifica puntuale su ricettori critici mediante monitoraggio, al fine di identificare le eventuali criticità residue e di conseguenza individuare le tecniche di mitigazione più idonee.

La riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo, quando possibile, sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere. Vengono nel seguito riassunte le azioni finalizzate a limitare a monte il carico di rumore nelle aree di cantiere.

Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali

- Selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali.
- Impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate.
- Installazione, se già non previsti, e in particolare sulle macchine di elevata potenza, di silenziatori sugli scarichi.
- Utilizzo di impianti fissi schermati.
- Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.

Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature

- Eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione.
- Sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi.
- Controllo e serraggio delle giunzioni.
- Bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive.
- Verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori.
- Svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.

Modalità operazionali e predisposizione del cantiere

- Orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori).
- Localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate.
- Utilizzazione di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio.
- Limitazione allo stretto necessario delle attività nelle prime/ultime ore del periodo diurno (6-8 e 20-22).
- Imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati)
- Divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

Per quanto riguarda gli interventi "passivi", questi potranno consistere sostanzialmente nell'interposizione tra sorgente e ricettore di opportune schermature in grado di ottimizzare il clima acustico circostante. In termini realizzativi tali obiettivi possono essere attuati ad esempio realizzando, al perimetro delle aree di cantiere schermature provvisorie ottenute con materiali di stoccaggio, terreno rimosso, attrezzature inutilizzate.

Si evidenzia a questo proposito, come detto, che le attività di cantiere sono tali che difficilmente si possono apporre con efficacia degli schermi artificiali alla propagazione del rumore in quanto spesso le attività lavorative risultano mobili e arealmente estese, mentre uno schermo acustico va posto in prossimità della sorgente affinché risulti realmente efficace.

Nel nostro caso, comunque, laddove lo si ritenga necessario[18], sia per quanto riguarda i cantieri fissi, sia per quanto riguarda i cantieri lungo linea, si prevede comunque una recinzione di cantiere costituita da schermi acustici mobili di altezza 3 metri e, nei casi di maggiore criticità, anche di altezza maggiore. Laddove tali interventi non risultano efficaci (per tipologia o posizionamento non incidente rispetto alle sorgenti di rumore) sarà necessario ricorrere allo ***strumento di deroga*** così come indicato nella normativa tecnica di livello nazionale e locale.

Per quanto riguarda la viabilità ordinaria, la via prioritaria da seguire è la buona manutenzione delle sedi stradali interessate dal transito dei mezzi di cantiere. Infatti, in ragione del fatto che irregolarità del fondo stradale generano un incremento delle emissioni indotte dal traffico veicolare, dovrà essere garantita, per tutta la durata dei lavori, la manutenzione dei tratti stradali utilizzati dai mezzi di cantiere negli ambiti in cui passano in prossimità di edifici.

Le indicazioni sopra riportate riguardano attenzioni progettuali la cui applicabilità ed efficacia dovrà essere verificata nel proseguo dei lavori rispettivamente dai tecnici responsabili del cantiere e dagli organismi preposti al controllo del potenziale disturbo sulla popolazione residente. In particolare, di concerto con l'amministrazione locale, sarà valutata l'opportunità di installare delle centraline mobili di monitoraggio acustico e vibrazionale, nei punti ritenuti maggiormente sensibili e per le fasi di lavoro che possono effettivamente addurre un potenziale disturbo. Il numero, le modalità e i tempi dei rilievi saranno quindi stabiliti in funzione delle caratteristiche delle lavorazioni o attività a cui si riferiscono e nei riferimenti della normativa di settore.

16.3 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne coinvolte sono costituite da tutti i residenti nell'area circostante i cantieri e le aree di lavoro, oltre che dagli enti preposti alla tutela dell'ambiente e della salute pubblica.

Il tema dell'inquinamento acustico costituisce uno degli elementi di maggiore criticità per qualunque area di cantiere, per cui ci si attende che esso dia senz'altro luogo a manifestazione di interesse.

[18] In base alle lavorazioni effettivamente svolte (compiutamente rappresentabili nelle successive fasi progettuali) e sulla base dei macchinari utilizzati i quali, come detto, possono essere di diverse tipologie, potenze e, quindi, rumorosità.

17 VIBRAZIONI

17.1 Caratteristiche dell'aspetto ambientale

17.1.1 Riferimenti normativi

Si riporta di seguito l'elenco delle Norme Tecniche in vigore per la valutazione di impatto della componente vibrazioni:

- ISO 2631, Mechanical vibration and shock evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 1: General requirements, 1997.
- ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 2: Continuos and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz), 2003.
- ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 3: Evaluation of exposure to whole-body vibration in the frequency range 0.1 to 0.63 Hz, 1985.
- ISO 4866, Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings, 1990.
- ISO 4866, Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings, Amendment 1, Predicting natural frequencies and damping of buildings.
- ISO 1683, Acoustics – Preferred reference quantities for acoustic levels, 1983.
- UNI 9916, Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, 2004.
- UNI 9614, Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, 1990.
- DIN 4150, Vibrations in building. Part 1: Principles, predetermination and measurement of the amplitude of oscillations, 1975.
- DIN 4150, Vibrations in building. Part 2: Influence on persons in buildings, 1975.
- DIN 4150, Vibrations in building. Part 3: Influence on constructions, 1975.
- CEI 29-1 Misuratori di livello sonoro (conforme alla pubblicazione IEC 651), 1983.

Al fine di valutare l'impatto vibrazionale all'interno degli edifici in termini di disturbo indotto sulle persone, nel presente studio si farà riferimento alla norma italiana UNI 9614, la quale recepisce le prescrizioni fondamentali della normativa internazionale (ISO2631).

17.1.2 Definizione del caso di studio

Le lavorazioni di cantiere previste per la posa in opera della linea ferroviaria costituiscono una potenziale fonte di impatto vibrazionale sui ricettori circostanti (edifici e persone al loro interno). Il metodo previsionale adottato in questo studio per la stima di tale impatto si basa su misure sperimentali delle sorgenti (macchinari di cantiere in esercizio) e su una loro applicazione ad un modello di propagazione delle vibrazioni ai ricettori.

Il caso di studio è definito attraverso l'identificazione delle grandezze caratteristiche del terreno (considerato nella presente applicazione come omogeneo), le frequenze di interesse per il fenomeno vibratorio e la relativa definizione della sorgente. Infine, la metodologia di calcolo richiede la definizione del dominio di interesse della relativa discretizzazione mediante elementi finiti (griglia di calcolo).

Caratteristiche elastiche del terreno

Nel problema oggetto di studio, il terreno è definito attraverso le grandezze che ne identificano il comportamento elastico:

Simbolo	*Descrizione*
E	Modulo di Young
ν	Modulo di Poisson
ρ	Densità
ϕ	Angolo di attrito

Nelle tabelle che seguono sono indicate le caratteristiche elastiche dei terreni oggetto della presente analisi.

Limi e argille
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 35 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,20
3) rho densità = 1,7 t/mc
4) angolo di attrito = 20-25°

Depositi alluvionali lagunari
Sabbie da medie a fini e finissime, sabbie limose e ghiaie
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 250 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,30
3) rho densità = 2,2 t/mc
4) angolo di attrito = 35-40°

Depositi alluvionali
Ghiaie da grossolane a fini e ghiaie sabbiose, talvolta limose
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 250 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,45
3) rho densità = 2.4 t/mc
4) angolo di attrito = 35-40°

Sabbie ghiaiose, ghiaie fini, sabbie, imi sabbiosi Limi, limi argillosi, e argille limose
Sabbie ghiaiose, ghiaie fini, sabbie, imi sabbiosi Limi, limi argillosi, e argille limose
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 250 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,45
3) rho densità = 2.4 t/mc
4) angolo di attrito = 35-38°

Limi argillosi ed argille limose spesso organiche (riempimento alvei antichi).
Limi argillosi ed argille limose spesso organiche.
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 35 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,20
3) rho densità = 1,7 t/mc
4) angolo di attrito = 20-25°

Nel presente studio, sono definite due macro-categorie litologiche cui sono associati quei terreni che presentano caratteristiche elastiche assimilabili.

Per estensione delle litologie e caratteristiche elastiche si definiscono quali rappresentanti delle macro-litologie 1 e 2 i terreni del sub sintema Sabbie ghiaiose, ghiaie fini, sabbie, imi sabbiosi Limi, limi argillosi, e argille limose rispettivamente (assumendo conservativamente i maggiormente propagativi).

17.1.2.1 Frequenze di interesse

Lo spettro di interesse è definito dalle frequenze centrali delle prime venti bande di terzo d'ottava (vedasi norma UNI 9614). Si noti come tanto la sorgente quanto l'ampiezza del fenomeno vibratorio sono dunque definiti in termini di contenuto energetico relativo alla banda di terzo d'ottava corrispondente.

Numero di banda di terzo d'ottava	*Frequenza centrale [Hz]*
0	1
1	1.25
2	1.6
3	2
4	2.5
5	3.15
6	4
7	5
8	6.3
9	8
10	10
11	12.5

12	16
13	20
14	25
15	31.5
16	40
17	50
18	63
19	80

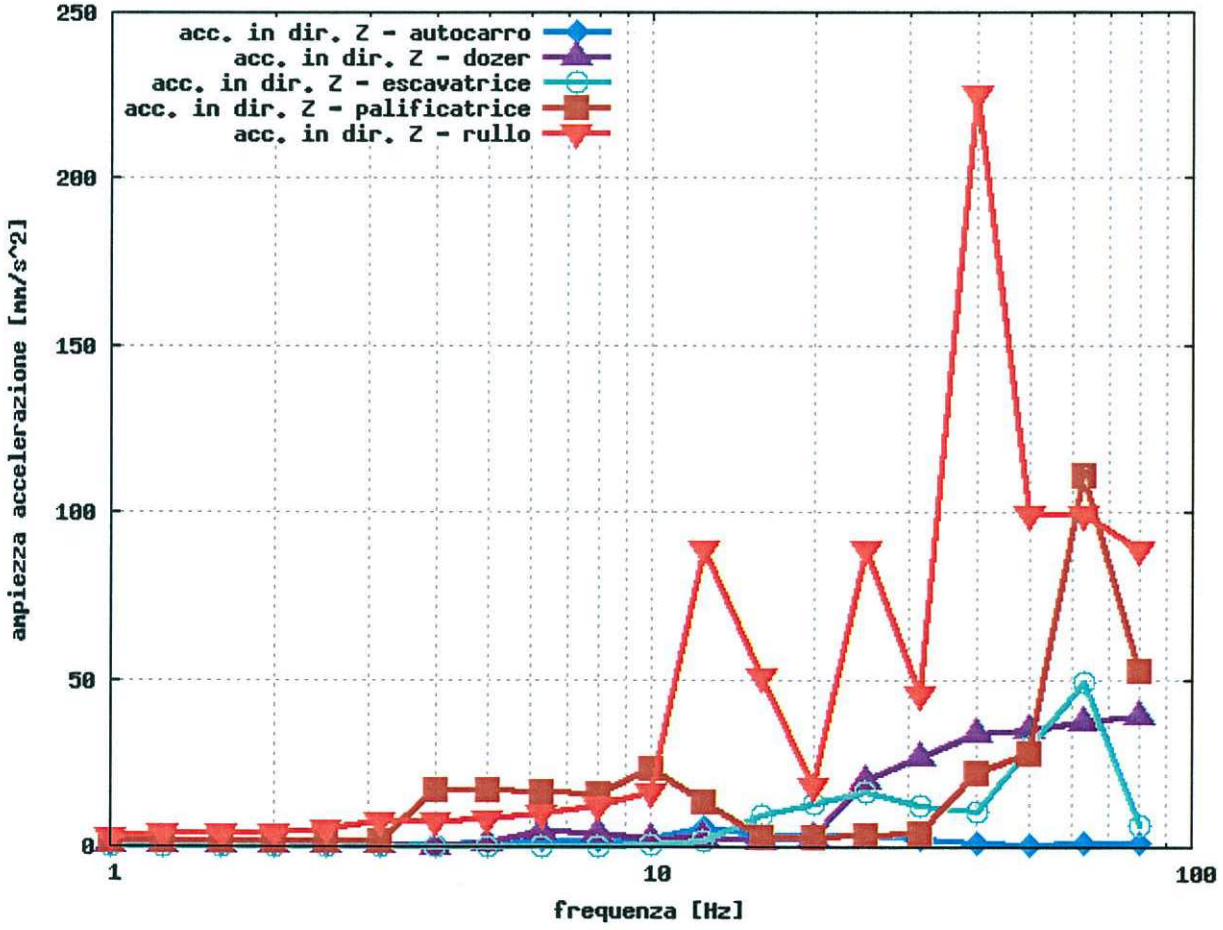
17.1.2.2 Definizione della sorgente

Al fine di definire la sorgente per le vibrazioni causate dalle lavorazioni, è opportuno identificare gli scenari di cantiere di interesse. Per il presente studio si definiscono i seguenti scenari in funzione della tipologia di lavorazione da eseguire.

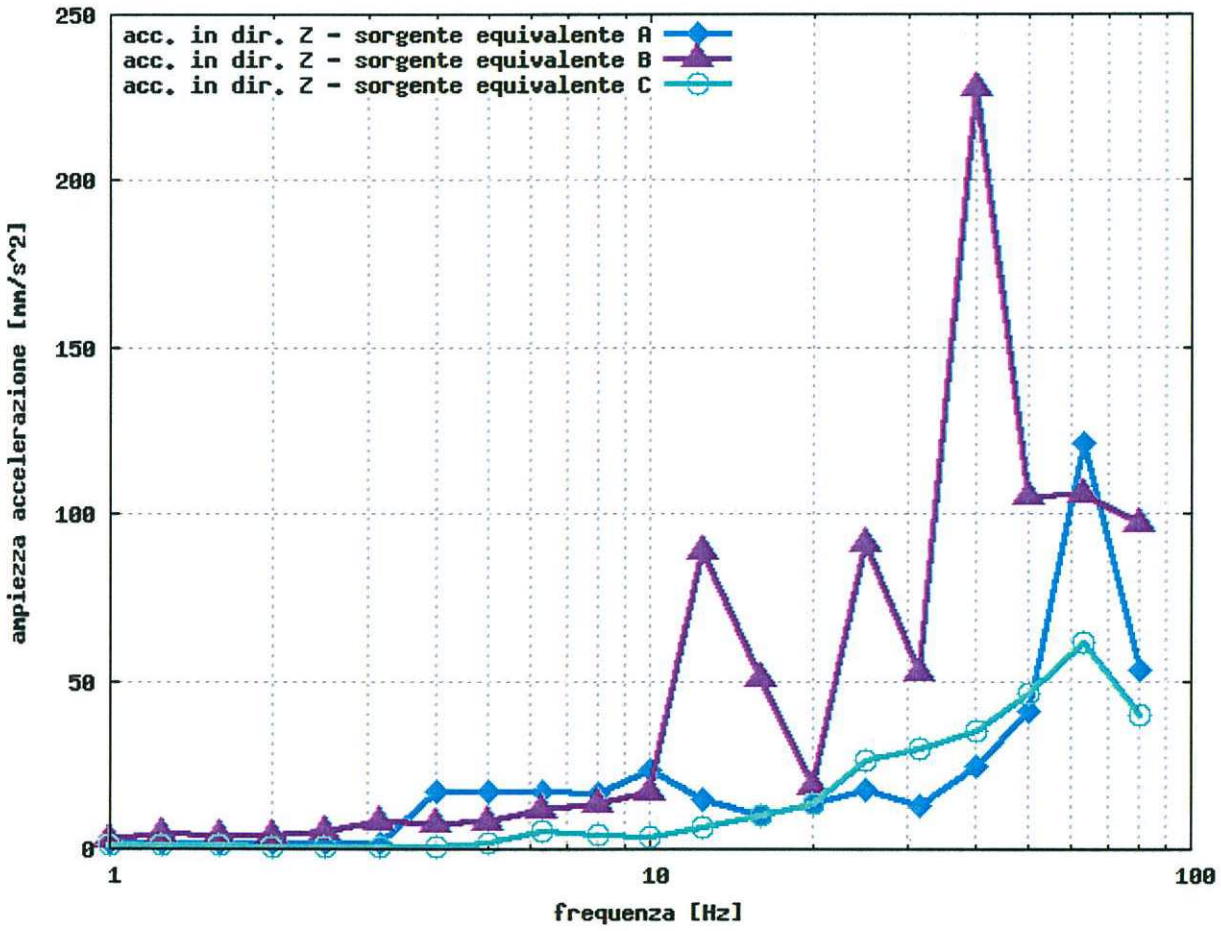
Tipo di lavorazione/tracciato	*Macchinari utilizzati*	*Scenario*
Galleria artificiale Viadotto	Palificatrice Autocarro Escavatore	A
Rilevato	Rullo compattatore Autocarro (due unità) Dozer	B
Galleria artificiale	Escavatore Dozer Autocarro	C

Per ciascuno degli scenari di cantiere, si identifica una sorgente equivalente, pari alla radice della somma quadratica delle accelerazioni dei singoli macchinari e posta in posizione baricentrale (rispetto alle posizioni dei singoli macchinari). Le accelerazioni associate ai singoli macchinari attengono ad accelerazioni verticali misurate a metri 5 dai macchinari stessi durante il loro esercizio.

Si riportano nel seguito (figura e tabella) i valori delle accelerazioni per i singoli macchinari e per le sorgenti equivalenti associate agli scenari A, B e C, rispettivamente, in funzione della frequenza di interesse. Come indicato, le grandezze riportate si riferiscono alle sole accelerazioni verticali.


acc. in dir. Z - autocarro
acc. in dir. Z - dozer
acc. in dir. Z - escavatrice
acc. in dir. Z - palificatrice
acc. in dir. Z - rullo
ampiezza accelerazione [mm/s^2]
250
200
150
100
50
0
1
10
100
frequenza [Hz]

Frequenza [Hz]	*Autocarro [mm/s^2]*	*Dozer [mm/s^2]*	*Escavatore [mm/s^2]*	*Palificatrice [mm/s^2]*	*Rullo [mm/s^2]*
1	0,8	0,7	0,3	1,6	2,7
1,25	1,1	0,5	0,2	1,6	4,2
1,6	0,7	0,6	0,2	1,6	3,9
2	0,5	0,6	0,1	1,6	4,0
2,5	0,5	0,6	0,2	1,6	5,4
3,15	0,4	0,4	0,2	1,5	7,9
4	0,3	0,3	0,2	17,2	7,6
5	1,1	1,0	0,2	17,2	8,2
6,3	2,0	4,9	0,2	16,6	10,2
8	2,0	3,9	0,3	16,0	12,3
10	2,1	2,4	0,8	23,2	16,6
12,5	5,6	2,7	1,6	13,3	88,8
16	3,3	1,6	9,1	3,0	50,8
20	3,3	3,1	12,8	3,1	17,9
25	3,3	20,0	16,6	3,7	88,8
31,5	2,1	26,9	12,3	3,9	45,4
40	1,4	33,7	10,6	22,4	225,3
50	0,9	35,0	30,1	28,0	99,3
63	1,1	37,7	48,9	111,0	99,3
80	1,4	39,1	6,5	52,7	88,8



Frequenza [Hz]	*Sorgente equiv. Scenario A [mm/s^2]*	*Sorgente equiv. Scenario B [mm/s^2]*	*Sorgente equiv. Scenario C [mm/s^2]*
1	1,8	3,0	1,1
1,25	1,9	4,5	1,2
1,6	1,7	4,1	0,9
2	1,7	4,1	0,8
2,5	1,7	5,5	0,8
3,15	1,6	7,9	0,7
4	17,2	7,6	0,5
5	17,3	8,4	1,5
6,3	16,7	11,7	5,3
8	16,1	13,2	4,4
10	23,3	17,0	3,3
12,5	14,5	89,2	6,5
16	10,2	51,0	9,9

20	13,6	18,8	13,6
25	17,3	91,1	26,2
31,5	13,1	52,9	29,7
40	24,8	227,8	35,4
50	41,1	105,2	46,2
63	121,3	106,2	61,7
80	53,1	97,0	39,7

17.1.3 Metodo di analisi

La formulazione del modello di analisi alla base del presente studio è analoga a quella adottata per le vibrazioni causate dal traffico ferroviario. Allo scopo di definire una opportuna metodologia previsionale per valutare l'esposizione alle vibrazioni aventi origine dalle lavorazioni di cantiere, la meccanica del terreno viene modellata attraverso l'equazione per l'acustica

$$\rho\frac{\partial^2\mathbf{u}}{\partial^2}-\nabla\cdot c\nabla\mathbf{u}=\mathbf{F}$$

in cui c è la velocità di propagazione delle onde di perturbazione nel mezzo considerato. Il modello è esteso al fine di tenere in debito conto l'energia dissipata nel fenomeno vibratorio. Il problema della propagazione delle vibrazioni è risolto mediante un'analisi di risposta in frequenza (*frequency response analysis,* FRA) condotta attraverso una metodologia agli elementi finiti (*finite element method,* FEM) sul dominio di interesse. In particolare, il modello prevede la definizione di condizioni al contorno armoniche per l'accelerazione, usate come dato di ingresso per l'analisi di risposta.

Il problema viene studiato assumendo le lavorazioni di cantiere (macchinari in esercizio) quale una sorgente puntiforme (stazionaria) per le vibrazioni, e determinante uno stato di deformazioni elastiche di tipo assial-simmetrico. Pertanto, lo stato vibratorio è identificato sul dominio bidimensionale definito dal piano XZ (definito come piano di simmetria assiale). Per ciascuno dei punti **x** del dominio, si valutano le funzioni di risposta

$$A_{XX}(\mathbf{x},f)\qquad A_{XZ}(\mathbf{x},f)\qquad A_{ZX}(\mathbf{x},f)\qquad A_{ZZ}(\mathbf{x},f)$$

in cui $A_{ij}(\mathbf{x},f)$ è l'ampiezza della componente j dell'accelerazione in **x** causata da un'accelerazione diretta lungo i e con frequenza f. Le ampiezze delle componenti X e Z dell'accelerazione risultano rispettivamente

$$a_X(\mathbf{x},f)=a_X^*A_{XX}(\mathbf{x},f)+a_Z^*A_{ZX}(\mathbf{x},f)\qquad a_Z(\mathbf{x},f)=a_X^*A_{XZ}(\mathbf{x},f)+a_Z^*A_{ZZ}(\mathbf{x},f)$$

in cui a_X^* e a_Z^* sono le componenti dell'accelerazione relative al punto di misura P (componenti delle accelerazioni note). Infine, l'ampiezza delle componenti dell'accelerazione totale sono valutate secondo le

$$a_{X,TOT}(\mathbf{x}) = \left\{ \sum_{k=1}^{N} [a_X(\mathbf{x}, f_k)]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad a_{Z,TOT}(\mathbf{x}) = \left\{ \sum_{k=1}^{N} [a_Z(\mathbf{x}, f_k)]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

in cui le f_k sono le N frequenze considerate nel fenomeno vibratorio armonico (spettro di interesse).

Nel valutare le accelerazioni di interesse per le lavorazioni di cantiere, la presente analisi terrà conto della solo componente Z (verticale) della deformazione elastica.

L'adozione di un modello agli elementi finiti, in alternativa ai metodi semplificati di tipo teorico, ha il vantaggio di poter estendere l'analisi a casi in cui le condizioni del terreno non siano omogenee (anche con geometrie complesse) ed a casi pienamente tridimensionali in cui è di interesse valutare la rifrazione del fenomeno di propagazione nelle tre dimensioni. Lo svantaggio, rispetto ai modelli semplificati o teorici, risiede nell'aumento delle risorse computazionali richieste.

17.1.4 Propagazione negli edifici e definizione del campo ai ricettori

Nella procedura seguita per il calcolo del campo di vibrazione che investe i ricettori (persona), si considera la propagazione nel campo libero, ovvero non si tiene conto dell'effetto indotto dalle strutture di fondazione, verticali e di piano sul livello di vibrazione all'interno degli edifici. Tale semplificazione origina dal fatto che non è possibile operare una modellazione univoca che descriva le caratteristiche elastiche degli edifici interessati. Ogni edificio risponde al campo vibratorio in modo specifico e informazioni dettagliate su tale specificità non sono disponibili. Per lo studio in oggetto si analizzerà dunque la risposta nel campo libero superficiale.

17.1.5 Dominio di calcolo e relativa discretizzazione

Nel presente studio il dominio di calcolo è costituito da una porzione quadrata di lato 500 m del piano XZ (piano di assial-simmetria con asse $x = 0$). Le condizioni al contorno di campo di accelerazioni nullo sono imposte su lati $x =$ 500 m e $z =$ -500 m. Il punto di misura P (in cui sono imposte le accelerazioni misurate) è definito dalle coordinate $x = 5$ m, $z = 0$. Il dominio è discretizzato in 400 elementi.

17.1.6 Livello totale di accelerazione e ponderazione

Per ciascuna componente in frequenza dell'accelerazione a_i, è possibile calcolare il livello, definito come

$$L_i = 10 \log \left(\frac{a_i}{a_0} \right)^2$$

in cui $a_0 = 10^{-6}$ m/s^2. Ai fini dell'analisi del disturbo legato alle vibrazioni, ciascun livello calcolato, deve essere ponderato in funzione della frequenza cui si riferisce (vedasi norma UNI 9614). La tabella che segue mostra i guadagni da sommare ai livelli di accelerazione al fine di ottenere i relativi valori ponderati.

Frequenza [Hz]	*Ponderazione livelli di accelerazione Guadagno [dB]*
1	-1.59
1.25	-0.85
1.6	-0.59
2	-0.61
2.5	-0.82
3.15	-1.19
4	-1.74
5	-2.50
6.3	-3.49
8	-4.70
10	-6.12
12.5	-7.71
16	-9.44
20	-11.25
25	-13.14
31.5	-15.09
40	-17.10
50	-19.23
63	-21.58
80	-24.38

Il livello totale per l'accelerazione è definito dalla seguente relazione:

$$L_i = 10 \log \sum_{i=1}^{20} 10^{0.1 L_{w,i}}$$

in cui $L_{w,i}$ è il livello ponderato della componente dell'accelerazione relativa all' i-esima frequenza.

17.1.7 Valori limite

La norma UNI 9614 definisce i valori limite per il livello totale delle accelerazioni di tipo vibratorio, in funzione della tipologia dei fabbricati ed del loro utilizzo. Si noti come i valori presenti nella norma si riferiscono a sorgenti di tipo continuo e risultano dunque conservativi rispetto ad una sorgente di tipo intermittente o addirittura transitoria quale quella costituita dalle lavorazioni di cantiere. I valori limite indicati nella UNI 9614 sono riportati nella tabella che segue.

Luogo	*L [dB]*
Aree critiche	71
Abitazioni (notte)	74
Abitazioni (giorno)	77
Uffici	83
Fabbriche	89

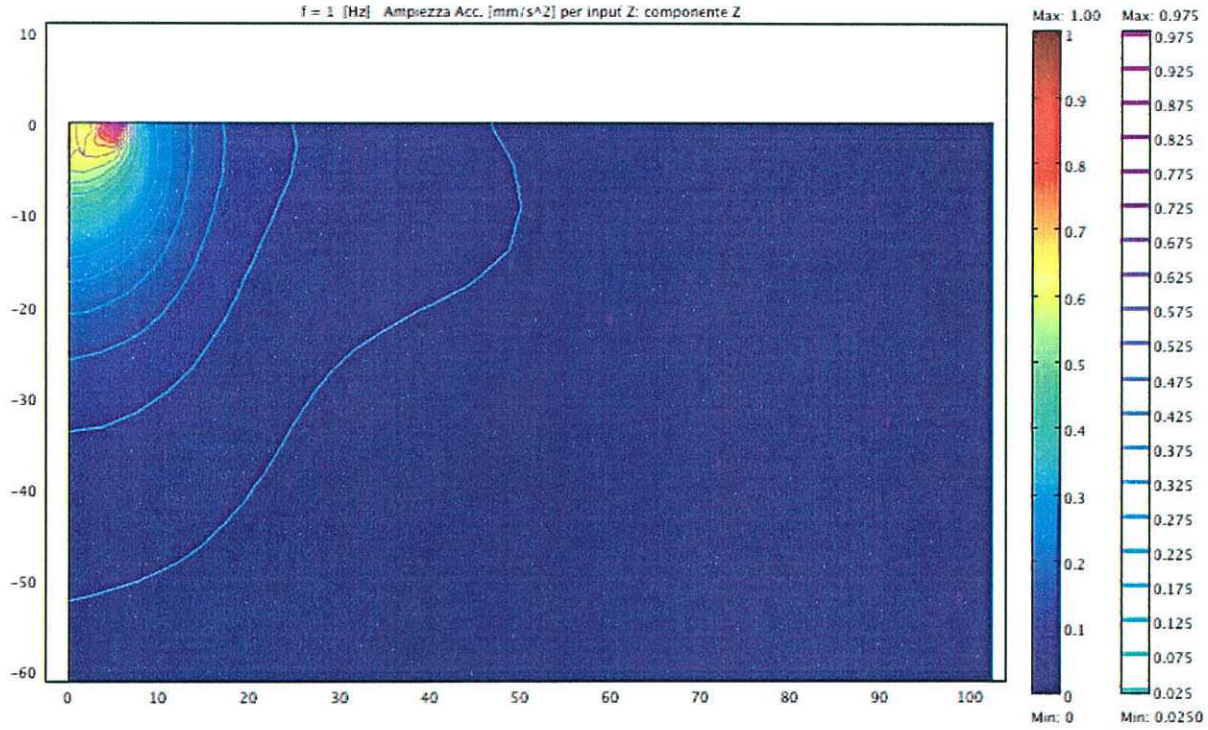
17.2 Valutazione delle interferenze

17.2.1 Macro-litologia 1

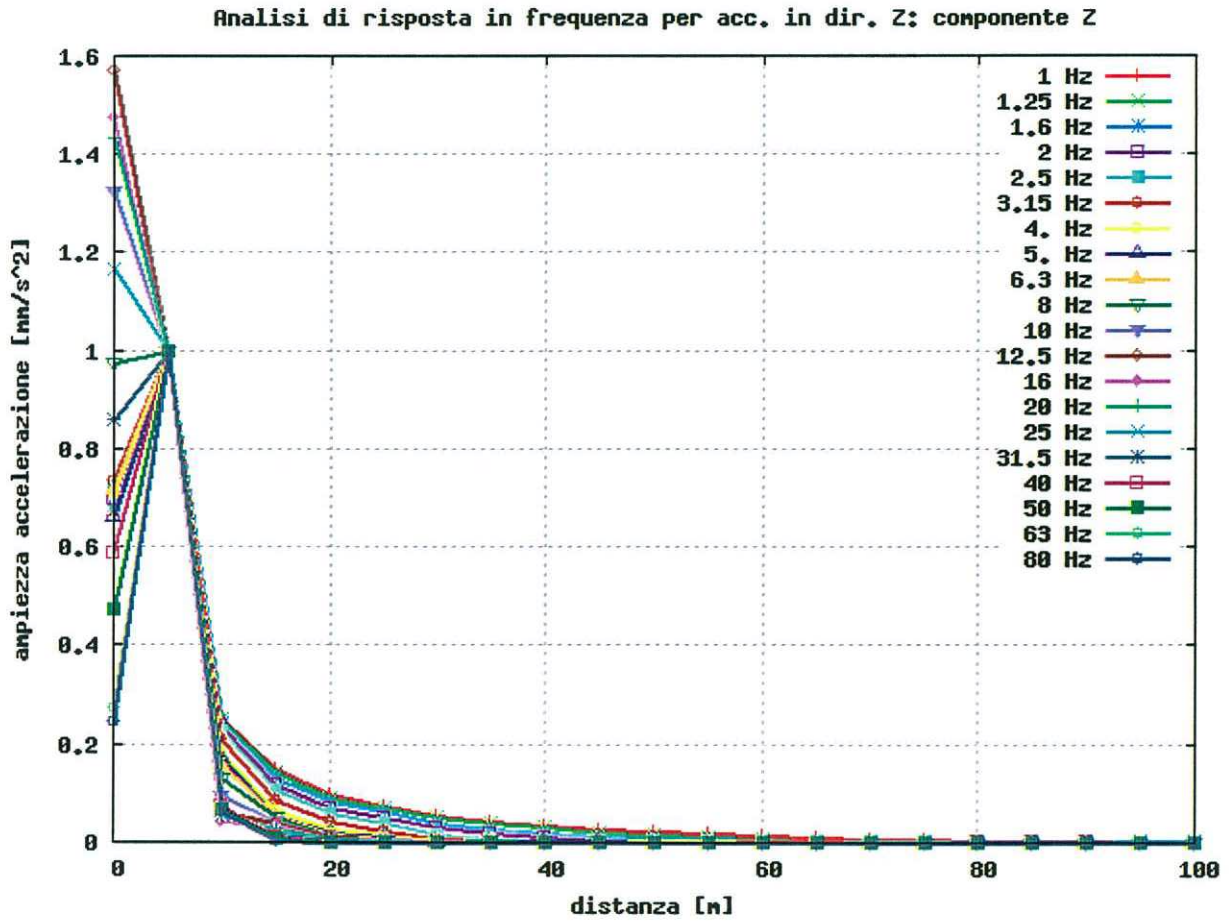
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 250 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,30
3) rho densità = 2,2 t/mc
4) angolo di attrito = 35-40°

17.2.1.1 Risposta (sorgente vibratoria in direzione Z)

Per ciascuna delle frequenze di interesse è possibile determinare la risposta del sistema nel dominio considerato. La figura seguente mostra l'analisi di risposta per la frequenza di 1 Hz relativa ad accelerazione in input in direzione Z e per la stessa componente Z. Analoghi risultati sono calcolati per ciascuna delle frequenze di interesse.

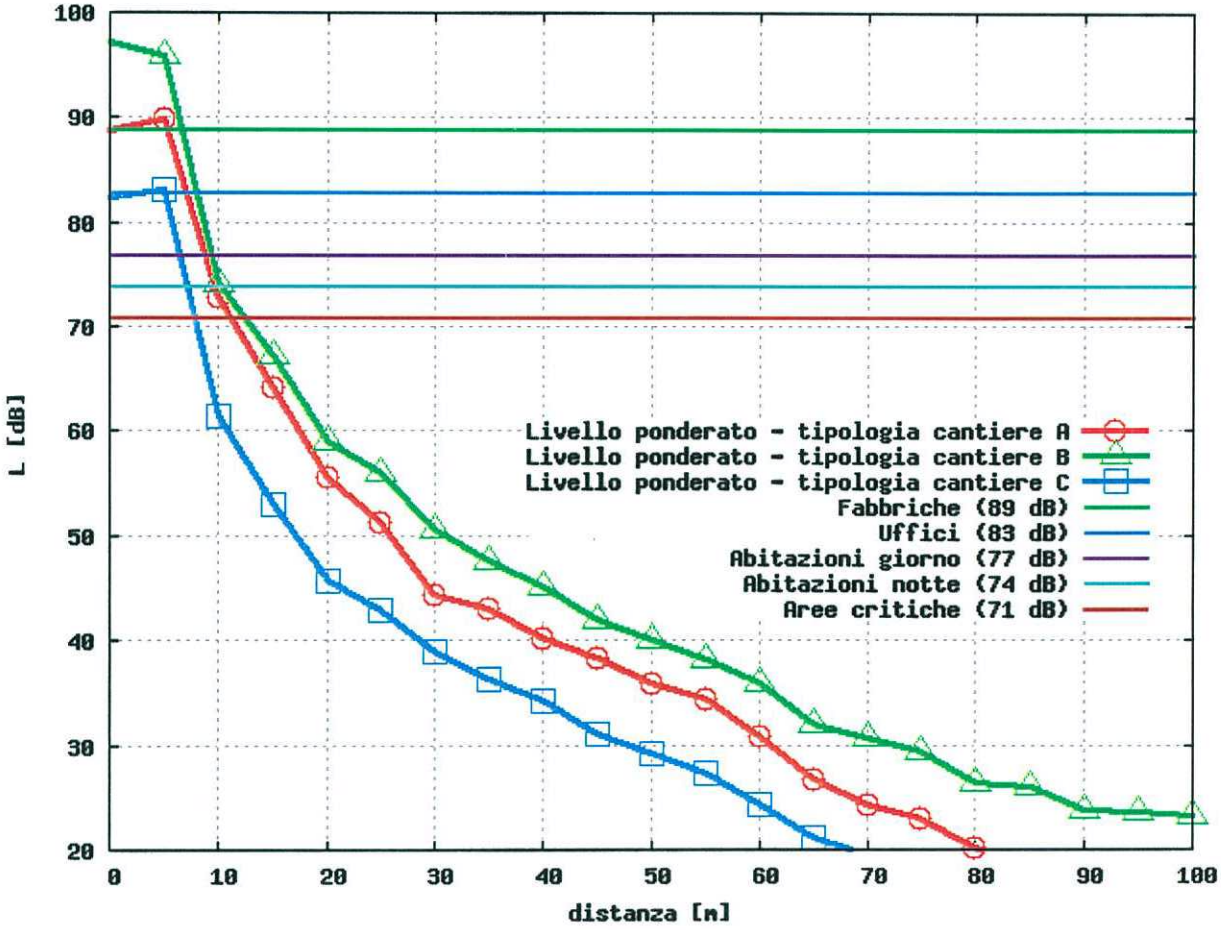

f = 1 [Hz] Ampiezza Acc. [mm/s^2] per input Z: componente Z
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Max: 1.00
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
Min: 0
Max: 0.975
0.975
0.925
0.875
0.825
0.775
0.725
0.675
0.625
0.575
0.525
0.475
0.425
0.375
0.325
0.275
0.225
0.175
0.125
0.075
0.025
Min: 0.0250

La risposta (frequenza per frequenza) sul livello di interesse (0 m) è rappresentata nella figura seguente.



17.2.1.2 Livello totale

Nella figura e nella tabella che seguono sono indicati i valori del livello totale delle vibrazioni in funzione della distanza dalla sorgente equivalente (da 0 a 100 m) per gli scenari di cantiere A, B e C rispettivamente, a confronto con i limiti imposti dalla norma UNI 9614 per sorgenti di tipo continuo.



Distanza dalla sorgente equiv. [m]	*Scenario cantiere A Livello ponderato [dB]*	*Scenario cantiere B Livello ponderato [dB]*	*Scenario cantiere C Livello ponderato [dB]*
5.0	89.791	95.807	83.048
10.0	72.819	74.192	61.486
15.0	64.18	67.155	53.016
20.0	55.678	59.023	45.713
25.0	51.277	55.999	42.87
30.0	44.277	50.597	38.973
35.0	43.1	47.524	36.369
40.0	40.282	45.158	34.179
45.0	38.287	41.971	31.126
50.0	35.922	40.109	29.091
55.0	34.337	38.096	27.256
60.0	30.897	35.875	24.256

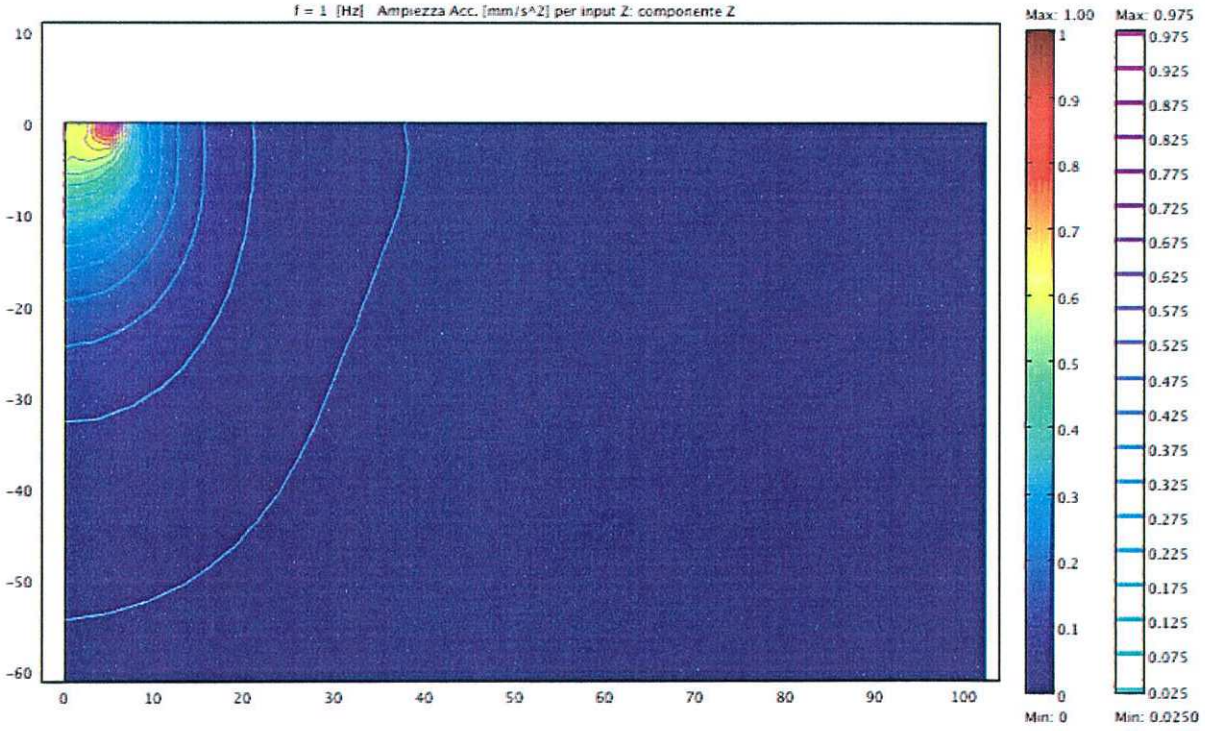
65.0	26.711	32.053	21.037
70.0	24.355	30.619	19.501
75.0	22.912	29.321	18.035
80.0	20.141	26.385	15.136
85.0	18.706	25.952	13.547
90.0	16.683	23.751	11.564
95.0	16.684	23.545	11.647
100.0	16.307	23.166	11.375

17.2.2 Macro-litologia 2

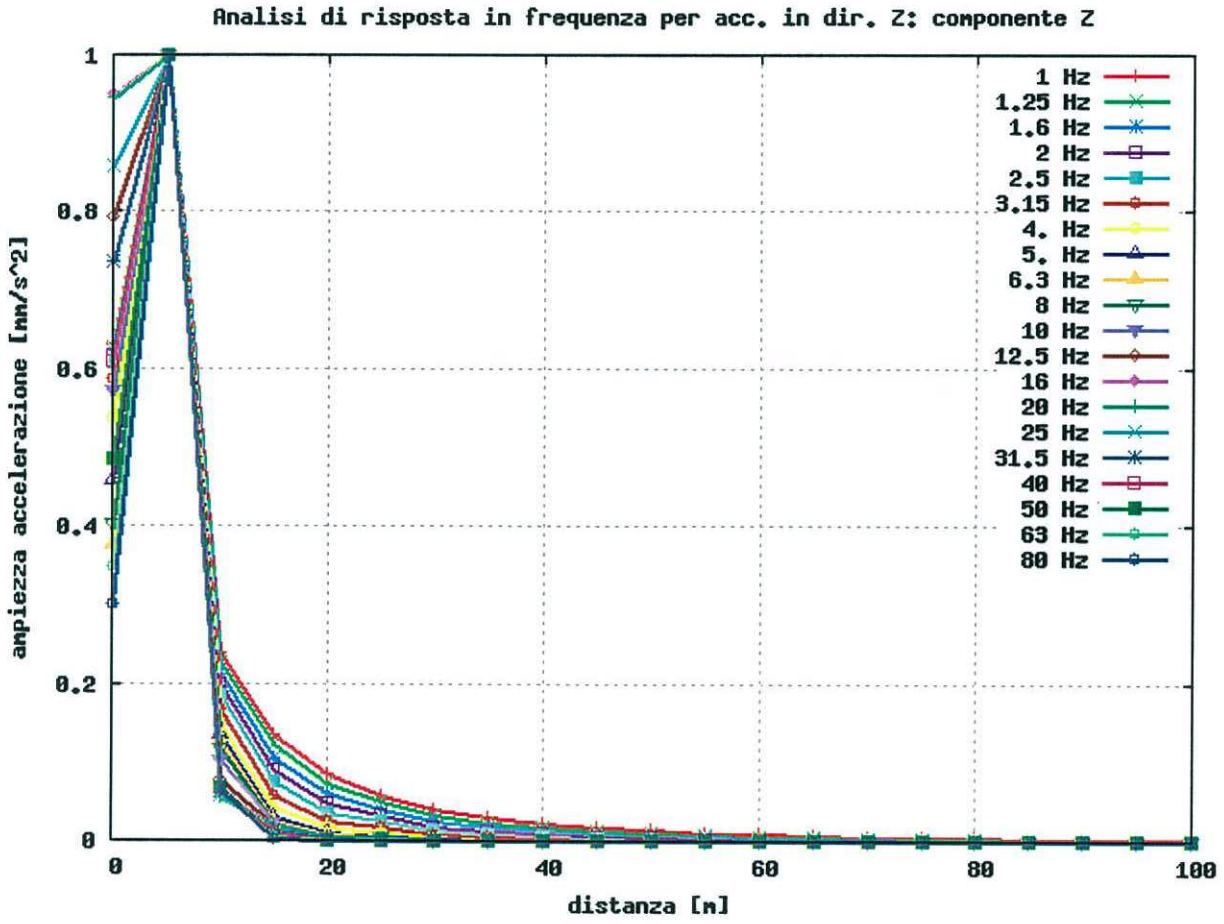
1) E modulo di elasticità (o modulo di Young)= 210 kg/cmq
2) v modulo di Poisson = 0,40
3) rho densità = 2.2 t/mc
4) angolo di attrito = 20-25°

17.2.2.1 Risposta (sorgente vibratoria in direzione Z)

Per ciascuna delle frequenze di interesse è possibile determinare la risposta del sistema nel dominio considerato. La figura seguente mostra l'analisi di risposta per la frequenza di 1 Hz relativa ad accelerazione in input in direzione Z e per la stessa componente Z. Analoghi risultati sono calcolati per ciascuna delle frequenze di interesse.

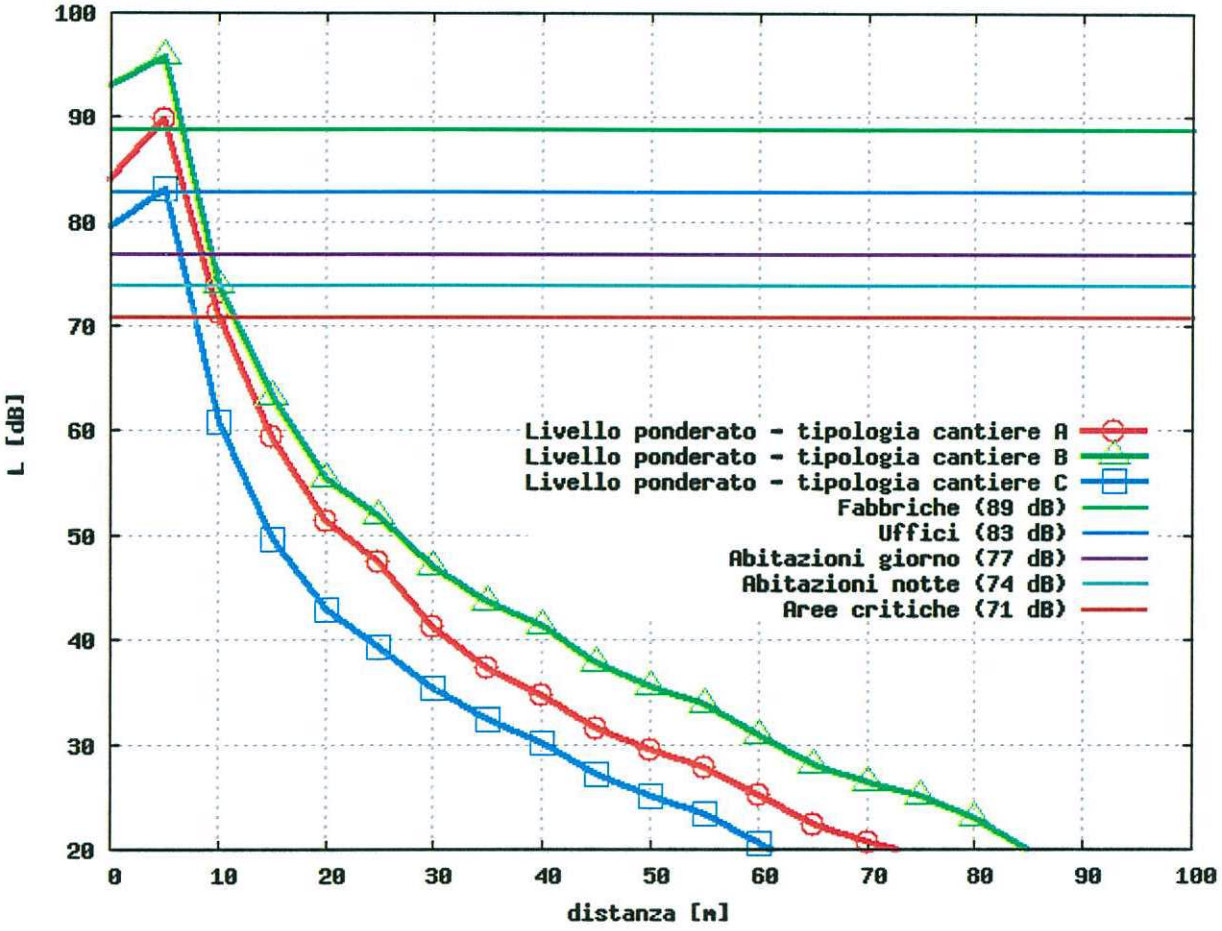

f = 1 [Hz] Ampiezza Acc. [mm/s^2] per input Z: componente Z
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Max: 1.00
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
Min: 0
Max: 0.975
0.975
0.925
0.875
0.825
0.775
0.725
0.675
0.625
0.575
0.525
0.475
0.425
0.375
0.325
0.275
0.225
0.175
0.125
0.075
0.025
Min: 0.0250

La risposta (frequenza per frequenza) sul livello di interesse (0 m) è rappresentata nella figura seguente.



17.2.2.2 Livello totale

Nella figura e nella tabella che seguono sono indicati i valori del livello totale delle vibrazioni in funzione della distanza dalla sorgente equivalente (da 0 a 100 m) per gli scenari di cantiere A, B e C rispettivamente, a confronto con i limiti imposti dalla norma UNI 9614 per sorgenti di tipo continuo.



Distanza dalla sorgente equiv. [m]	*Scenario cantiere A Livello ponderato [dB]*	*Scenario cantiere B Livello ponderato [dB]*	*Scenario cantiere C Livello ponderato [dB]*
5.0	89.791	95.807	83.048
10.0	71.364	73.99	60.84
15.0	59.496	63.222	49.692
20.0	51.444	55.432	42.804
25.0	47.59	51.905	39.347
30.0	41.287	46.998	35.328
35.0	37.342	43.693	32.428
40.0	34.81	41.28	30.153
45.0	31.642	37.79	27.092
50.0	29.545	35.592	24.982
55.0	27.839	33.868	23.296
60.0	25.229	30.886	20.559

65.0	22.375	28.081	18.005
70.0	20.69	26.378	16.341
75.0	19.441	25.084	15.044
80.0	17.348	22.942	13.09
85.0	14.509	19.908	10.197
90.0	11.82	17.102	7.593
95.0	10.186	15.499	5.965
100.0	9.155	14.527	4.900

17.2.3 Ricettori sensibili

Nell'identificare i ricettori potenzialmente interessati da livelli di vibrazione critici, occorre osservare quanto segue:

4. I livelli limite indicati dalla normativa (UNI 9614) si riferiscono a vibrazioni stazionarie continuative. Il cantiere costituisce una sorgente di vibrazioni di tipo intermittente se non addirittura transitorio. Pertanto, l'adozione dei livelli imposti dalla norma UNI 9614 può essere considerato un'approccio di tipo conservativo.
5. Nella valutazione dei livelli ai ricettori, si è assunto che la sorgente equivalente possa essere localizzata in una porzione di terreno delimitata da una distanza di 10 m dall'asse della linea.

Si riportano nella tabella seguente i ricettori potenzialmente interessati da livelli di vibrazioni superiori ai limiti. Per quanto affermato in precedenza, i livelli riportati devono intendersi conservativi.

Progressiva (da Km a Km)	*Ricettore*	*Distanza indicativa dalla sorgente equiv. [m]*	*Tipologia ricettore*	*Tipologia cantiere*	*Livello indicativo [dB]*	*Limite [dB] (UNI 9614)*
1.0 – 2.0	5087	5	Abitazione	A	90	77 (giorno)
22.0 – 23.0	5360	<5	Abitazione	A	>90	77 (giorno)
37.0 – 38.0	1294	<5	Fabbrica	B	>96	89
	1295	<5	Fabbrica	B	>96	89
	1293	5	Abitazione	B	96	77 (giorno)
	1353	<5	Abitazione	B	>96	77 (giorno)
	1385	<5	Fabbrica	B	>96	89
	1384	<5	Fabbrica	B	>96	89
	1382	<5	Uffici	B	>96	83
	1380	<5	Fabbrica	B	>96	89
	1386	<5	Fabbrica	B	>96	89
38.0 – 39.0	1450	5	Abitazione	B	96	77 (giorno)
46.0 – 47.0	5983	5	Abitazione	B	96	77 (giorno)
	5984	5	Abitazione	B	96	77 (giorno)

Tali ricettori saranno oggetto di monitoraggio così come indicato all'interno del capitolo Monitoraggio Ambientale, all'interno del quadro di riferimento progettuale del presente SIA. L'indicazione dei punti di monitoraggio è stata rappresentata all'interno dell'elaborato grafico "Ubicazione dei punti di monitoraggio ambientale", allegato al sopra citato quadro di riferimento.

17.3 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne coinvolte sono costituite sia dai residenti nell'area circostante la linea ferroviaria, sia da attività produttive sensibili alle vibrazioni quali laboratori di precisione o simili.

In generale, come illustrato nel paragrafo precedente, i residenti degli edifici più prossimi alle aree di lavoro potranno risentire dell'impatto vibrazionale generato dall'azione dei macchinari di cantiere.

In caso di lavorazioni particolarmente vicine ad edifici residenziali sarà comunque di fondamentale importanza informare gli abitanti che anche in presenza di risentimento di vibrazioni i livelli di energia a queste associati non sono tali da determinare la possibilità di compromissioni alla struttura dell'edificio e quindi di rischi di qualsivoglia genere.

18 PAESAGGIO

18.1 Caratteristiche dell'aspetto ambientale

Le principali problematiche di impatto sul paesaggio dovute alle ricadute ambientali indotte dalla fase di realizzazione dell'opera sono legate essenzialmente ad impatti visivi ed alterazioni della morfologia e/o della qualità del territorio su cui insisteranno i cantieri, per un periodo comunque limitato nel tempo.

In sintesi le possibili interferenze che si possono verificare sono le seguenti:

- degrado e/o sottrazione di aree boscate e di ambiti di vegetazione di pregio
- modifiche ad elementi di interesse idrologico
- alterazione della visuale
- alterazione della morfologia naturale del territorio

I cantieri oggetto della progettazione si possono suddividere nelle 4 seguenti categorie principali:

• cantieri base (o campi base);

• cantieri operativi;

• aree tecniche;

• aree di stoccaggio.

I cantieri base contengono i baraccamenti per l'alloggiamento delle maestranze, le mense e gli uffici e tutti i servizi logistici necessari per il funzionamento del cantiere. Essi sono normalmente ubicati in prossimità del cantiere

operativo che devono supportare o in posizione baricentrica quando sono previsti a servizio di più cantieri operativi.

Per ciascuna tratta in cui è suddiviso il progetto si individua in genere, ai fini logistici, un unico cantiere base. I cantieri operativi e le aree tecniche contengono gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere. I cantieri operativi si riferiscono alla costruzione di sub-tratte del progetto, le aree tecniche risultano equivalenti ad essi, ma si riferiscono alla costruzione di singole opere. I cantieri operativi sono ubicati, per esempio, in prossimità degli imbocchi per le gallerie, e, per le altre tipologie di opere, normalmente in vicinanza delle opere d'arte di maggiore impegno da realizzare. Le aree di stoccaggio costituiscono in genere aree di servizio a singole opere od a gruppi di opere, e si distinguono in base alla tipologia dei materiali che vengono tenuti in esse.

La realizzazione dei cantieri base, per la maggiore dimensione dello spazio occupato rispetto ai cantieri mobili, determina, in modo particolare, impatti relativi alla sottrazione di suolo, seppure momentanea, con potenziali interferenze nei confronti della vegetazione presente; le attività connesse alla fasi di cantiere, in particolare la movimentazione di materiali e di mezzi, determinano, altresì, dei fattori di vulnerabilità nei confronti dei centri urbani interessati da tali attraversamenti.

In particolare, per quanto concerne le tipologie vegetazionali di pregio costituite prevalentemente, nel caso in esame, dalla vegetazione ripariale igrofila e dal bosco planiziale, occorre considerare che la sottrazione di vegetazione durante la fase di cantiere sarà recuperata una volta concluse le attività di costruzione, sia per il naturale processo di ricolonizzazione della vegetazione spontanea, sia attraverso interventi di mitigazione tesi a favorire ed accelerare il ripristino delle fitocenosi originarie.

Durante la fase di realizzazione, particolare attenzione deve essere posta alla costruzione delle opere d'arte di attraversamento dei corsi d'acqua, al fine di evitare alterazioni del regime dei corpi idrici, nonché danni alla vegetazione ripariale che li caratterizza e che con essi definisce un particolare ecosistema fluviale.

Le alterazioni della percezione visiva del paesaggio hanno, in fase di cantiere, una rilevanza maggiore rispetto alla fase di esercizio; in fase di esercizio, infatti, seppure, in alcuni casi, risultino alterate le condizione percettive dell'ambiente in cui l'opera si inserisce, l'opera viene, comunque, percepita nella sua globale completezza. La fase di cantiere, oltre a determinare modifiche visuali per l'inserimento della nuova opera, determina, altresì, ulteriori alterazioni al paesaggio interferendo anche sulle aree che vengono utilizzate per i cantieri che, spostandosi continuamente per seguire le fase costruttive dell'opera, interferiscono su ampi ambiti territoriali.

18.2 Valutazione delle interferenze

L'impatto del cantiere da un punto di vista visuale-percettivoè maggiore per cantieri a ridosso delle aree urbane e in vicinanza di vincoli paesaggistici e di beni storico-monumentali. Nello specifico caso in esame, i cantieri base, i cantieri operativi, le aree tecniche e le aree di stoccaggio sono:

a ridosso dell'abitato *del* ***comune di Ronchis.*** Qui i cantieri (base e operativo) sono localizzati su un terreno a seminativo molto vicino al corso del Fiume Tagliamento, per l'attraversamento del quale – in viadotto –è stata predisposta un'area tecnica che si sviluppa per una lunghezza di 4 km. Le aree insistono su un vincolo ope legis di cui all'art. 142 Dlgs 42/2004.

nel territorio del ***comune di Palazzolo dello Stella.*** In questo caso, il cantiere base è localizzato nel Comune di Palazzolo dello Stella (UD), in un'area a seminativo. Le aree per i cantieri ricadono interamente su un vincolo ope legis di cui all'art. 142 Dlgs 42/2004. Prima del cantiere base c'è un'area di stoccaggio a ridosso del corridoio

ecologico del Fiume Stella, per l'attraversamento del quale – in viadotto – è stata predisposta un'area tecnica che si sviluppa per una lunghezza di 9 km attraversando altri reticoli idrografici vincolati di cui all'art. 142 del Dlgs 42/2004 e vicino al centro abitato di località Rivarotta.

nel territorio del ***comune di Torviscosa.*** I cantieri (base e operativo) e l'area di stoccaggio sono localizzati nel comune di Torviscosa (UD), in un'area a seminativo posta tra l'interconnessione della variante LL Venezia-Torviscosa e la variante LL Toprviscosa-Cervignano. Qui tutta l'area del cantiere base e parte di quello operativo ricadono in un'area di reticolo idrografico vincolato di cui all'art. 142 del Dlgs 4272004. L'area tecnica attraversa i suddetti reticoli per una lunghezza di 2 km ca.

nel territorio del ***comune di Cervignano del Friuli.*** I cantieri (base e operativo), l'area di stoccaggio e il campo di armamento sono localizzati nel comune di Cervignano del Friuli (UD). Qui a differenza di aunto già detto per gli altri cantieri siamo a ridosso del centro abitato di Cervignano che peraltro è attraversato pienamente dal tracciato di progetto dell'AV/AC. Inoltre anche qui, le aree di cantiere ricadono interamente su un vincolo ope legis di cui all'art. 142 Dlgs 42/2004.

nel territorio del ***comune di Fiumicello.*** Da qui fino alla fine della tratta, non ci sono più aree dedicate a cantieri base e operativi (i più impattanti dal punto di vista percettivo), ma solo aree di stoccaggio ed aree tecniche, che insistono anche qui su vincoli ope legis (art. 142 Dlgs 42/2004). Un'importante area tecnica è posta in opera per l'attraversamento del fiume Isonzo per una lunghezza di 3 km ca.

In fase di cantiere verranno utilizzate (soprattutto in aree in prossimità dei centri abitati) barriere antirumore e antipolvere, che, dal punto di vista percettivo avranno anche funzione di schermo visivo del fronte avanzamento lavori, ma anche un discreto impatto sul paesaggio.

In tutti i casi sopracitati, per ridurre le interferenze, possono essere avviati i lavori di ripristino e miglioramento della vegetazione esistente, possono essere avviate, cioè, quelle opere di mitigazione, laddove non interferiscono direttamente con il cantiere, previste per la fase di esercizio (v. Quadro di Riferimento Progettuale).

18.3 Percezione degli stakeholder

Le parti esterne coinvolte dalla componente ambientale in questione sono costituite:

- dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici territorialmente competente;
- dagli Enti preposti alla tutela e alla gestione delle aree naturali protette;
- dai residenti nell'area circostante la linea ferroviaria e dagli escursionisti, che risultano i "fruitori visivi" della nuova infrastruttura.

Si ritiene che per tali stakeholder la componente ambientale in esame costituirà oggetto di specifico approfondimento.

19 ARCHEOLOGIA

19.1 Caratteristiche dell'aspetto ambientale

19.1.1 I vincoli archeologici

La consultazione dell'archivio dell'Ufficio Vincoli della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Friuli-Venezia Giulia ha reso possibile appurare l'esistenza di aree sottoposte a vincolo archeologico e la loro eventuale interferenza con il tracciato ferroviario in progetto.

Nel territorio interessato dal tracciato ferroviario che ricade nella Regione Veneto non sono presenti vincoli archeologici. Per quanto riguarda il territorio friulano sussistono i seguenti provvedimenti di tutela:

Tabella dei provvedimenti di tutela

Localizzazione	Riferim. catastali	Estremi del vincolo	Rif. Elaborato cartografico Italferr
Bagnaria Arsa: Sevegliano, Via Don Marco Polla, lottizzazione Braida	F.2 ,mapp.751 - 43	Tutela archeologica ai sensi del D.Lgs.490/99, art.146 lett. m)	**L34600R22N4AH0001007A**
Palazzolo dello Stella: Isola Augusta		Area di interesse archeologico art.142, lett.m D.Lgs.42/2004	**L34600R22N4AH0001003A**
Palazzolo dello Stella: tra il km 6 e il ponte sulla Roggia Cragno della strada Rivarotta-Palazzolo -Loc. Ciasteòn		Area di interesse archeologico art.142, lett.m D.Lgs.42/2004	**L34600R22N4AH0001003A**
Palazzolo dello Stella: fra via Palazzolo e via Griole		Area di interesse archeologico art.142, lett.m D.Lgs.42/2004	**L34600R22N4AH0001004A**
Ronchis: Fraforeano, Case Nuove. I Quadri		Area di interesse archeologico art.142, lett.m D.Lgs.42/2004	**L34600R22N4AH0001003A**
Ronchis: Modeano, Casa Campeotto		Area di interesse archeologico art.142, lett.m D.Lgs.42/2004	**L34600R22N4AH0001003A**
Ronchis: Modeano, Infant		Area di interesse archeologico art.142, lett.m D.Lgs.42/2004	**L34600R22N4AH0001003A**
Ronchis: Modeano, Infant, Case Forni		Area di interesse archeologico art.142, lett.m D.Lgs.42/2004	**L34600R22N4AH0001003A**
Ronchis: Infan Ultin, presso sponda del Canale bonifica Spinedo		Area di interesse archeologico	**L34600R22N4AH0001003A**

Localizzazione	Riferim. catastali	Estremi del vincolo	Rif. Elaborato cartografico Italferr
		art.142, lett.m D.Lgs.42/2004	
Teor: Campomolle, Sacon		Area di interesse archeologico art.142, lett.m D.Lgs.42/2004	**L34600R22N4AH0001003A**
Teor: Campomolle, Paludo		Area di interesse archeologico art.142, lett.m D.Lgs.42/2004	**L34600R22N4AH0001003A**
Teor: Rivarotta, Casali Pedrina		Area di interesse archeologico art.142, lett.m D.Lgs.42/2004	**L34600R22N4AH0001003A-4A**
Teor: Rivarotta, Can. Lame		Area di interesse archeologico art.142, lett.m D.Lgs.42/2004	**L34600R22N4AH0001003A**
Teor: Rivarotta, Pirin - Vedret		**Area di interesse archeologico art.142, lett.m D.Lgs.42/2004**	**L34600R22N4AH0001003A**

Dall'esame dei documenti e dei Piani Regolatori dei comuni sopra riportati emerge che il sito di Sevegliano è sottoposto a tutela archeologica ai sensi del D.Lgs.490/99, art.146 lett. m), mentre tutti gli altri sono dichiarati di interesse archeologico in base ai Piani Regolatori dei rispettivi comuni. Poiché l'art.142 lett.m) del D.Lgs.42/2004 (Codice dei Beni culturali) considera *Aree tutelate per legge* le zone di interesse archeologico individuate alla data di entrata in vigore del codice, sono sottoposti a tutela anche tutti i siti considerati di interesse archeologico dai piani regolatori.

Per quanto riguarda le interferenze delle zone a vincolo con il tracciato, si nota che le progressive chilometriche più a rischio, sono:

- Al Km 17 + 420 m B.P: il tracciato dista 285 m da una vasta area con affioramenti di materiali preistorici considerata di interesse archeologico dal comune di Palazzolo dello Stella.
- Al Km 12 + 530 m B.P.: il tracciato dista 75 m da un'area di necropoli considerata di interesse archeologico dal comune di Ronchis.

19.2 Valutazione delle interferenze

La valutazione del rischio archeologico delle aree interessate dal percorso ferroviario ha tenuto conto delle presenze archeologiche comprese in una fascia di 300 m a cavallo del tracciato e della loro potenzialità di rischio in base alla fonte di informazione da cui si è avuto conoscenza della loro esistenza. Come già evidenziato nella legenda della *Tabella di sintesi del Rischio archeologico,* le presenze archeologiche interessanti direttamente il tracciato sono state classificate secondo il seguente criterio:

Presenze archeologiche puntualmente localizzate

- Presenze archeologiche genericamente localizzate
- Toponomastica
- Ricognizione

Attraverso l'analisi incrociata di tutti i dati raccolti si è giunti ad una valutazione del grado di Rischio Archeologico relativo delle aree oggetto di studio, funzionale alla realizzazione del tracciato ferroviario, dei cantieri e delle opere accessorie.

La definizione del Rischio Archeologico rispetto al tracciato è stata circoscritta a una fascia di circa 300 m a cavallo dell'opera. Per poter valutare il rischio archeologico potenziale da considerarsi al momento dell'esecuzione del tracciato ferroviario è stato necessario considerare la tipologia delle opere in progetto, l'entità delle testimonianze antiche e la distanza di queste ultime rispetto alle opere civili, il grado di attendibilità connesso alla ubicazione (non sempre puntuale) delle presenze archeologiche.

Sono state definite a Rischio Archeologico Alto e Medio-alto, e quindi precauzionalmente soggette ad attività di sorveglianza o di indagine mirata, le seguenti aree:

Fossalta di Portogruaro, loc. Gorgo: da PKm 0+000 a PKm 0+200

100 m circa a nord dal tracciato progettuale, durante una ricognizione archeologica svolta nel 1989, vennero individuati frammenti di ceramica grezza, comune e di anfore tipo Dressel 6 (scheda n. 8). Nel corso della stessa ricognizione, 175 m circa a sud della linea ferroviaria in progetto, venne documentata un'altra area di frammenti fittili, composta di tegole e sesquipedali, frammenti di ceramica grezza e di anforacei non meglio identificabili, peso da telaio tronco piramidale (scheda n. 9). In questo tratto il tracciato prevede un rilevato.

Fossalta di Portogruaro, loc. Gorgo: da PKm 0+500 a PKm 0+900

190 m circa a sud dal tracciato progettuale, in prossimità del cavalcavia previsto su via De Amicis, sono segnalate una serie di presenze archeologiche messe in luce alla fine del 1800, in prossimità dell'insediamento moderno: "rottami" di una costruzione romana, con grande abbondanza di tegole (scheda n. 14); un'ipotizzata viabilità antica di epoca romana (scheda n. 15); un'anfora contenente una fiala di vetro azzurro e una moneta (scheda n. 16). In questo tratto il tracciato prevede un rilevato.

Fossalta di Portogruaro, loc. Alvisopoli: da PKm 3+000 a PKm 3+200

50 m circa a nord dal tracciato progettuale, durante ricognizioni archeologiche della fine degli anni ottanta del secolo scorso, fu rinvenuta un'area di frammenti fittili e materiale antico, costituiti da tegole, sesquipedali, frammenti di ceramica grezza, comune, un frammento di bastoncino in piombo, un probabile elemento di bardatura di cavallo in bronzo (scheda n. 31). In questo tratto il tracciato prevede un rilevato.

Fossalta di Portogruaro, loc. canale Taglio Nuovo: da PKm 4+200 a PKm 4+400

In corrispondenza della PKm 4 + 300 il tracciato progettuale potrebbe interferire con una viabilità antica supposta (scheda n. 233), all'altezza del ponte di scavalco del canale Taglio Nuovo. Si dovrebbe trattare di un percorso con andamento sud/nord, che si staccava dalla via Annia, nel territorio di Vado dopo l'attraversamento del Tagliamento, e risaliva verso settentrione con andamento quasi rettilineo, passando nel comune di Fossalta di Portogruaro. Doveva essere mediamente larga 6 m (ma la sua larghezza in alcuni punti arrivava fino a 9 metri) e conservava ai lati due fossati larghi circa 1,20 m. In questo tratto il tracciato prevede un rilevato e il ponte di scavalco del canale.

Palazzolo della Stella, loc. Modeano: da PKm 12+400 a PKm 12+700

75 m a sud del tracciato ferroviario viene segnalata un'area funeraria (scheda n. 38), la cui scoperta risale al 1964, quando fu rinvenuta casualmente dal proprietario, in seguito ad un'aratura profonda, un'urna cineraria in pietra. Un intervento della Soprintendenza permise in seguito il recupero di una seconda urna, completa delle ossa e del corredo e attribuibile a una sepoltura femminile. Dallo stesso contesto sembrano, infine, provenire, sulla base di notizie orali, almeno altre due urne funerarie. La ricognizione di verifica sul terreno, nel 1993, non ha portato al riconoscimento di alcuna traccia archeologica. L'area risulta di interesse archeologico ai sensi dell'art.142, lett.m D.Lgs.42/2004. In questo tratto il tracciato prevede un rilevato.

Teor, loc. Rivarotta: da PKm 16+300 a PKm 16+600

75 m a nord del tracciato ferroviario viene segnalato un affioramento di frammenti di laterizi posto in corrispondenza di un'area caratterizzata da una terra di colore rossastro, documentato in seguito a ricognizione (scheda n. 58). L'area risulta di interesse archeologico ai sensi dell'art.142, lett.m D.Lgs.42/2004. In questo tratto il tracciato prevede un rilevato.

Pocenia: da PKm 17+800 a PKm 18+200

In corrispondenza della PKm 18 + 050 il tracciato ferroviario potrebbe interferire con il supposto percorso di una strada antica (scheda n. 89) con andamento sud-est/nord-ovest, che si staccava dall'abitato di Muzzana del Turgnano e attraversava lo Stella, dirigendosi verso nord. In questo tratto il tracciato prevede un viadotto.

Pocenia: da PKm 18+500 a PKm 18+900

20 m a nord del tracciato ferroviario, è documentato l'affioramento di materiale archeologico (scheda n. 87) che interessava una vasta area posta presso il limite dell'autostrada A4, e risultava in parte coperto da essa, e si presentava ricco di materiali. Ricognizioni effettuate successivamente negli anni '80-'90 hanno portato non solo alla raccolta di molto materiale archeologico ma anche all'individuazione di un muro realizzato in ciottoli e tegole legato con malta. Inoltre, venne accertata la presenza di un pozzo in laterizio, nota da testimonianze orali locali. Ricognizioni effettuate hanno permesso di accertare una cospicua presenza di ciottoli a bassa granulometria nel settore orientale dell'affioramento. Nell'area è stata ipotizzata la presenza di una villa rustica. In questo tratto il tracciato prevede uno scatolare a via superiore.

Muzzana del Turgnano: da PKm 20+500 a PKm 21+000

140 m ca. a nord della linea ferroviaria in progetto è segnalata la presenza di un affioramento di materiale archeologico vario (scheda n. 104), prevalentemente laterizio, su di un'area piuttosto vasta, comprendente più appezzamenti di terreno, posta circa 100 m a nord dell'autostrada. La zona di massima concentrazione, estesa per ca. 5.000 mq, è caratterizzata dalla presenza di anfore e ceramica comune nel settore occidentale, di anfore, ceramica fine e tessere musive nella parte orientale. Materiale laterizio e ceramico è visibile anche nelle sezioni delle scoline che attraversano l'area di affioramento. Nel corso di ricognizioni effettuate da appassionati alla fine degli anni '80, sono stati raccolti numerosi reperti, fra cui lastrine marmoree e un frammento di base di colonna in pietra. In questo tratto il tracciato prevede uno scatolare a via superiore.

Muzzana del Turgnano, loc. Casali Franceschini: da PKm 22+100 a PKm 22+320

In questo tratto del progetto si segnalano 2 presenze archeologiche: un affioramento superficiale di rilevanti quantità di selci lavorate ascrivibili al Neolitico (scheda n. 107), disposto a 240 m ca. a nord della linea ferroviaria; nella ricognizione condotta in occasione della redazione del presente studio, 40 m a sud della linea progettuale, è

stato rilevato un affioramento di radi frammenti di laterizi (da cui sono stati recuperati un tappo di anfora, frr. di vetro), oltre un vasto affioramento di selce da cui sono stati recuperati 2 punte di selce e 4 scarti di lavorazione (scheda n. S01). In questo tratto il tracciato prevede un viadotto.

Muzzana del Turgnano, loc. Casali Franceschini: da PKm 22+900 a PKm 23+300

In questo tratto del progetto si segnala, nella ricognizione condotta in occasione della redazione del presente studio, una significativa concentrazione di laterizi e di materiali archeologici di 2021 mq, tra cui anfore, terra sigillata nord italica, ceramica comune grezza, vetro (scheda n. S02), rinvenuta 50 m ca. a nord del tracciato progettuale. In questo tratto il tracciato prevede un viadotto.

S. Giorgio di Nogaro, loc. Pampalona: da PKm 25+600 a PKm 25+800

In questo tratto del progetto si segnala, nella ricognizione condotta in occasione della redazione del presente studio, 50 m a sud del tracciato previsto, una concentrazione di forma pseudo-rettangolare di 5 x 5 m di laterizi di piccole e medie dimensioni (scheda n. S03). Nei primi tre appezzamenti da ovest è stata rilevata una concentrazione di laterizi frammentari in un'area caratterizzata dalla colorazione rossastra della terra. In questo tratto il tracciato prevede un rilevato.

Bagnaria Arsa, loc. Castions delle Mura: da PKm 33+700 a PKm 34+150

In questo tratto del progetto si segnalano 3 presenze archeologiche:

- 150 m a sud del tracciato, è segnalata una villa romana (scheda n. 145), scoperta alla fine degli anni '70 del secolo scorso, durante lo scavo di una cava. A quel tempo erano visibili almeno tre vani, di cui uno con mosaici bianchi e neri. Una stanza aveva pavimentazione con mattoni in sesquipedali. Durante l'impianto della cava fu messo in luce, per la lunghezza di circa 50 m, uno strato di ca. 2m di materiale presumibilmente derivante da crolli e soprattutto da scarichi di fornace. L'ampiezza della dispersione e l'abbondanza del materiale fanno pensare che qui esistesse un complesso di fornaci, poste a una certa distanza dall'area propriamente abitativa. Nel 2009, nel corso di indagini archeologiche in prossimità dell'antico corso della Roggia Castra, sono emersi i resti di un edificio monovano, di forma rettangolare, di m 10.70 di lunghezza e m 7,20 di larghezza. La struttura è stata interpretata come magazzino e non come spazio abitativo. E' stata accertata anche una frequentazione di età protostorica;
- 90 m a sud del tracciato, indagini geomagnetiche condotte nel 2009, hanno permesso di accertare l'esistenza di una struttura pressochè circolare, di circa 4 m di diametro, presumibilmente di epoca preromana (scheda n. 146), attribuibile ad un periodo tra VII e V sec. a.C. Si presume che l'insediamento protostorico si estenda in un'area molto ampia, forse con non uguale densità. Rinvenimenti effettuati da privati di materiali dell'età del Bronzo fanno però pensare a una fase insediativa precedente. Sono stati visti e in parte recuperati in passato anche numerosi pali infissi verticalmente nel terreno, di cui peraltro non si conosce la datazione esatta. Scavi del luglio 2009 presso il vecchio corso della Roggia Castra hanno messo in luce un piano di lavorazione della ceramica preromano, costituito da uno spianamento di frammenti di terracotta pertinente probabilmente a installazioni artigianali o fornetti;
- 110 m a nord del tracciato, è documentata una concentrazione di laterizi frammentari (scheda n. 147); frammenti erano sporadicamente presenti anche nei campi più a sud. Sembra che siano state recuperate alcune monete e un cucchiaio (materiali di età non precisata). Forse è ricollegabile alla grande "villa" localizzata più a nord.

In questo tratto il tracciato prevede un viadotto.

Palmanova: Variante LS Udine-Cervignano da PKm 0+500 a PKm 0+800

In corrispondenza della PKm 0 + 700 il tracciato potrebbe interferire con una viabilità di epoca romana (scheda n. 162.1), rilevata dalla lettura dei voli aerei eseguiti nel 1997, che mettono in evidenza un segmento viario di età romana, caratterizzato come fascia rettilinea chiara orientata nord-ovest/ sud-est per una lunghezza di ca. 300 m. Lo stesso andamento è conservato più a sud, fino all'autostrada, dall'allineamento dei campi e da una serie di filari di alberi (ulteriori 100 m), posti nell'ambito di un'area boschiva con laghetto artificiale. In corrispondenza della traccia rilevata nelle foto aeree, il terreno arato mostra una fascia di affioramento di ciottoli e ghiaia. L'evidenza è pertinente a un tratto della strada cosiddetta Iulia Augusta, che da Aquileia portava al Norico (od. regione carinziana), e si pone in continuità con il segmento della Via Postumia a sud dell'autostrada.

Inoltre, 60 m circa a sud della PKm 0+800, ricognizioni effettuate nel 2008 su terreno arativo pianeggiante, rilevarono la modesta presenza di frammenti fittili (laterizi, vasellame e anfore) corrispondente a un insediamento imprecisato inquadrabile in età romana (scheda n. 161).

In questo tratto il tracciato prevede un rilevato, un cavalcavia, oltre l'installazione di un'area di stoccaggio (AS05-L5) e di un'area tecnica (AT04-L5).

Bagnaria Arsa, loc. Ontagnano: Variante LS Udine-Cervignano da PKm 1+300 a PKm 1+550

In corrispondenza della PKm 1 + 400 il tracciato potrebbe interferire con un tratto della via Postumia (scheda n. 155.1), la cui presenza è segnalata da una serie continua di elementi del paesaggio antropico attuale. Si tratta di un rettifilo lungo 1,650 km che presenta il medesimo orientamento della Stradalta (grosso modo est-ovest); esso è costituito da strade secondarie, scoline e fossati. Tale evidenza è chiaramente leggibile in scala 1:10.000 nell'Ortofotocarta n. 087120 realizzata nel 2003. Nei terreni agricoli più prossimi a Sevegliano si nota un fitto affioramento di ciottoli con ghiaia e frammenti laterizi. In questo tratto il tracciato prevede un rilevato.

Gonars: Variante LS Udine-Cervignano da PKm 2+700 a PKm 2+900

In corrispondenza della PKm 2 + 880 il tracciato potrebbe interferire con un tratto di una strada di piccole dimensioni, incassata tra due appezzamenti di terreno ad uso agricolo, vista in ricognizione, probabile limes entro la maglia delle centurie (scheda n. 167). In questo tratto il tracciato prevede un rilevato.

Gonars: Variante LS Udine-Cervignano da PKm 3+300 a PKm 3+500

In corrispondenza della PKm 3 + 400 il tracciato potrebbe interferire con un tratto di probabile resto di centuriazione romana (scheda n. 166). In questo tratto il tracciato prevede un rilevato.

Bagnaria Arsa e Cervignano: Raccordo Merci Sud da PKm 4+000 a PKm 5+699

Lungo l'intero tratto in questione del Raccordo Merci sono segnalate una serie di presenze archeologiche prossime al tracciato:

- Presenza di zone di bruciato su un'area piuttosto vasta (scheda n. 188), all'altezza della PKm 4+050: vi sarebbero stati recuperati fibule, monete, pesi di stadera. Una nuova ricognizione effettuata nel febbraio del 2000 ha permesso di notare solo pochi frammenti di laterizi, molto dispersi sul terreno. Si tratta forse di un insediamento di discrete dimensioni, genericamente databile all'età romana; almeno una fase di occupazione del sito potrebbe essere collocata al I sec. d.C. in base a parte del materiale rinvenuto;

frammenti di laterizi; due frammenti di tegole, con i bolli databili al I sec. d.C., citati come pertinenti alla necropoli a sud di Bagnaria;

- 110 m a nord della PKm 4+500 si segnala la presenza di un vasta area archeologica (scheda n. 187), comprendente: numerose schegge di pietra da costruzione di buona qualità, rinvenute durante la ricognizione, alcune delle quali ancora recanti tracce di decorazione architettonica; si dà inoltre notizia del rinvenimento di un'urna cineraria in pietra e del recupero di un'ansa di lucerna bronzea. A questi ritrovamenti vanno aggiunti: il recupero, su un'area piuttosto estesa, di alcune monete (tra cui un mezzo centenionale del IV sec. d.C.), una sessantina di fibule, e una piastrina decorata con la raffigurazione del dio Pan che suona la siringa. Ancora nel febbraio 2000 è stato possibile osservare la presenza di diversi frammenti di laterizi e pietra, nonché qualche frammento ceramico. Il rinvenimento di molte fibule potrebbe indurre ad interpretare il sito come sede di una necropoli; l'idea che ad essa, in un momento non precisabile, sia stato annesso un luogo di culto, come suggerito da alcuni autori sulla base della presenza di pietra da costruzione e della lastrina col dio Pan, va considerata con cautela, in mancanza di elementi più consistenti. Il sito fu frequentato in età romana almeno fino al IV sec. d.C;
- In corrispondenza della PKm 5 + 000 si segnala la possibile interferenza con un tratto della via Postumia (scheda n. 155.4), vista nelle strisciate aeree eseguite nel 2006, per una lunghezza di 1,4 Km. Si tratta di un'anomalia rettilinea orientata nord-ovest/sud-est, che si contraddistingue per una diversa colorazione, da mettere in rapporto con differenti caratteristiche del suolo: nel segmento più meridionale corrisponde a una fascia scura centrale e due linee chiare laterali, mentre nella parte a nord si presenta come fascia chiara delimitata da due strisce scure. A nord del punto di intersezione con la linea ferroviaria i limiti di un'ampia partizione agraria riprendono e preservano nel paesaggio attuale l'andamento dell'antico tracciato;
- In corrispondenza della PKm 5 + 586 si segnala la presenza di un'area di frammenti fittili affioranti (scheda n. 195) di piccole dimensioni (tegole, coppi) e di ghiaia, rinvenuta nel corso di una ricognizione, oltre ad un'antefissa fittile. C'è l'ipotesi di riconoscere nel sito un tratto della via Postumia.
- Nel corso della ricognizione finalizzata alla redazione del presente studio è stato documentato soltanto materiale sporadico (scheda n. SP013) all'altezza della PKm 4+300, costituito da alcuni frammenti di selce (7 scarti di lavorazione, prevalentemente in selce rossa); industria litica (raschiatoio); dispersione omogenea di piccole-medie dimensioni. Il materiale preistorico è inquadrabile grosso modo tra Mesolitico e Neolitico. Nell'area nord-ovest si sono notati sporadici frammenti di ceramica moderna e una minore concentrazione di ciottoli; 1 fr. di vetro. In questo tratto il tracciato prevede un rilevato e l'installazione del Cantiere d'armamento CA01-L5.

Cervignano del Friuli, loc. Tre Ponti: da PKm 35+700 a PKm 35+900

In corrispondenza della PKm 35 + 800 la ricognizione attuale ha permesso di rinvenire, 30 m a sud, sul terreno alcune macchie ellissoidali (in media di 5 X 8/10 m) poste a circa 15 m l'una dall'altra con un'altissima concentrazione di ghiaino e la presenza di selci e di scarti di lavorazione di industria litica (scheda n. S04). In questo tratto il tracciato prevede un viadotto.

Cervignano del Friuli: da PKm 37+300 a PKm 37+600

In corrispondenza della PKm 37 + 500 il tracciato progettuale potrebbe interferire con un tratto ipotizzato della via Postumia, ricostruita in base alla lettura delle foto aeree.In questo tratto il tracciato sfrutta un viadotto esistente.

Cervignano del Friuli: da PKm 39+000 a PKm 40+000

Lungo questo tratto del tracciato progettuale sono segnalate una serie di presenze archeologiche prossime al tracciato:

160 m a nord della PKm 39+400 è documentata la presenza di piccoli frammenti ceramici e laterizi affioranti (tegole, coppi), rinvenuti nel corso di alcune ricognizioni, unitamente ad alcuni frammenti di ceramica a vernice nera e di laterizi bollati (scheda n. 218);

Nel corso della ricognizione recente si segnala il rinvenimento, all'altezza del PKm 39+500, di materiale sporadico (scheda n. SP014), costituito da 2 anse di anfora, 1 parete di anfora, 1 parete in ceramica comune, 2 frr. di vetro, 1 tessera di mosaico, 1 fr. di ceramica invetriata e graffita, 5 frr. di pareti di ceramica invetriata, 1 fr. di orlo e 1 fr. di fondo di ceramica ingobbiata, 1 gancio in metallo;

Nel corso della ricognizione recente si segnala il rinvenimento, 30 m a nord del PKm 39+690, di materiale sporadico (scheda n. SP015), costituito da una rada dispersione di frr. laterizi, oltre ad 1 fr. di vetro, 2 frr. di ceramica invetriata, 1 fr. di maiolica, una moneta in bronzo, sesterzio illeggibile ma verosimilmente di età imperiale, del diametro di 24 mm.

All'altezza della PKm 39+900 il tracciato progettuale potrebbe interferire con una viabilità antica (scheda n. 213), che dovrebbe ricalcare la via che da Terzo d'Aquileia giunge a Scodovacca, fino alla località La Fredda, oltre la quale è distinguibile la sua prosecuzione in direzione di Perteole e Cavenzano, indicata dalla ghiaia affiorante nei terreni attraversati.

In questo tratto il tracciato prevede l'adeguamento della sede ferroviaria esistente, l'installazione di un Cantiere Operativo (CO01-L4) e la costruzione di un cavalcavia.

19.3 Percezione degli stakeholder

La possibilità di rinvenimenti archeologici durante la realizzazione dell'opera prevede il coinvolgimento, sia nelle fasi di progettazione che in quella di realizzazione, della Soprintendenza Archeologica territorialmente competente, che risulta l'ente deputato alla tutela del patrimonio archeologico. Non ci si attende interessamento da parte di altri soggetti.

PARTE D - SINTESI DELLE PRINCIPALI PROBLEMATICHE ED EFFETTI SULL'AMBIENTE E SULLE POPOLAZIONI RESIDENTI

20 RICADUTE DELL'OPERA SULLA SALUTE PUBBLICA

20.1 Premessa

Il D.P.C.M. 27/12/1988, riguardo alla componente 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 standard 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 relativi al 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.

Dalla promulgazione del sopracitato DPCM, gli indirizzi nazionali e internazionali portano ad una rafforzamento della 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*".

Il rapporto tra ambiente e salute veniva già sottolineato nel Piano Sanitario Nazionale 1998-2000, ispirato a sua volta dalla strategia OMS[19], che a tal proposito riportava:

"*Qualsiasi contaminante presente nell'ecosistema interagisce con gli organismi viventi...In particolare la qualità dell'aria, dell'acqua, degli alimenti e dell'ambiente in toto riveste un ruolo determinante". Inoltre "La qualità dell'ambiente dipende sostanzialmente dai modelli di vita e di produzione dei beni in essere sul territorio; essa quindi è direttamente orientata dalle scelte di governo del sistema*".

La conoscenza del rapporto ambiente-salute risulta, in molti casi, ancora difficoltosa per l'incertezza su relazioni di causa – effetto univoche tra l'esposizione ambientale ad uno specifico fattore di pressione e gli effetti sulla salute umana.

I motivi che rendono non semplice l'identificazione di una relazione esposizione-patologia, soprattutto quando l'effetto non è di tipo acuto o immediato, sono riconducibili ai due seguenti fattori:

---

[19] Health 21 – The Health for all policy framework for the WHO European Region

- il lungo periodo di latenza tra il momento/periodo in cui è avvenuta l'esposizione e le prime modificazioni patologiche, che porta a sottostime se non addirittura all'impossibilità dell'individuazione del nesso causale;
- la "generalizzazione" (esposizione a più fattori) ed il basso livello di esposizione allo specifico fattore rendono poco evidenti tra i soggetti esposti (rispetto alla popolazione complessiva) i danni provocati.

Le informazioni relative alla descrizione dell'ambiente per la determinazione dello stato "ante operam" e l'analisi delle azioni di progetto effettuate hanno portato all'individuazione dei fattori di pressione che, se non correttamente mitigati, possono rivestire importanza dal punto di vista sanitario.

Oltre agli effetti che comportano l'insorgere di patologie è necessario però considerare gli effetti sul benessere della popolazione e le conseguenze sociali e culturali.

Gli aspetti del presente progetto che possono influire sullo stato della salute pubblica riguardano principalmente:

- le emissioni di inquinanti nella matrice aria;
- l'inquinamento del suolo e delle acque superficiali o sotterranee;
- l'alterazione del clima acustico;
- l'insorgere di vibrazioni;
- la presenza di campi magnetici.

Gli aspetti sopra elencati sono già stati trattati nel dettaglio, all'interno del presente Quadro di Riferimento Ambientale, attraverso l'analisi delle "pressioni" prodotte dal progetto sulle singole componenti. ambientali

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 viene pertanto affrontata nel presente paragrafo come sintesi delle risultanze delle analisi eseguite sulle componenti ambientali sopra indicate, cui si rimanda, per le analisi di dettaglio.

20.2 Atmosfera

L'inquinamento atmosferico è una dei fattori legate alle condizioni della salute pubblica. Nel caso in esame unica fonte di inquinamento da considerare sarà legata alla fase di cantiere, per le quali l'aspetto più significativo è certamente costituito dalla produzione di polveri.

Attualmente la norma di riferimento per la Qualità dell'aria in Italia è il decreto legislativo n°155 del 15 agosto 2010.

Tale decreto costituisce l'attuazione della direttiva comunitaria 2008/50/CE circa la valutazione della qualità dell'aria ambiente, la sua gestione, nonché il suo miglioramento; con il presente atto, in definitiva, viene istituito un quadro di riferimento unitario in materia.

In tale decreto vengono definiti i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10; i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto; le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto; il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2,5 ; i valori

obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene nonché i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono.

In particolare, riguardo al PM2,5 il decreto definisce il limite annuale di 25μg/mc, che entrerà in vigore dal 1 gennaio 2015.

Il decreto definisce, inoltre, alcuni aspetti tecnici legati al monitoraggio della qualità dell'aria, indicando l'obbligo a definire una suddivisione, ovvero una zonizzazione, del territorio nazionale ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente (Art.3 e 4); l'Art.5 e l'Art.6 definiscono le modalità di valutazione della qualità dell'aria ambiente. Gi articoli 7 e 8, invece, stabiliscono le caratteristiche e l'opportunità delle stazioni di misurazione in siti fissi di campionamento.

Per quanto concerne i piani di azione e le misure relative al raggiungimento dei valori limite e dei livelli critici, al perseguimento dei valori obiettivo, al mantenimento del relativo rispetto, alla riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme gli articoli 9, 10 e 14 delineano le direttive per l'intera casistica, mentre l'Art.11 riporta le modalità e le procedure di attuazione dei suddetti piani. Infine l'Art.15 regola le comunicazioni in materia di valutazione e gestione dell'aria ambiente per le province e le regioni autonome, mentre l'Art.16 definisce le procedure per le questioni di inquinamento transfrontaliero.

Nell'allegato XI al decreto, vengono riportati i valori limite ed i livelli critici degli inquinanti normati; nella seguenti tabelle si riportano i limiti degli inquinanti indagati nello studio.

BIOSSIDO DI AZOTO (NO2)*

Valori limite per il biossido di azoto e gli ossidi di azoto	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
1. Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 $\mu g/m^3$ NO_2 da non superare più di 18 volte per anno civile	Già in vigore dal 01 Gennaio 2010	1°gennaio 2010
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu g/m^3$ NO_2	Già in vigore dal 01 Gennaio 2010	1°gennaio 2010

*La soglia di allarme definita dal Decreto è di 400 μg/m3 misurati per tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km2 oppure in un intera zona o un intero agglomerato completi, nel caso siano meno estesi.

MATERIALE PARTICOLATO (PM10):

Valori limite per il materiale particolato (PM_{10})	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 $\mu g/m^3$ PM_{10} da non superare piu' di 35 volte per anno civile	Già in vigore dal 01 Gennaio 2005	1° gennaio 2005
2. Valore limite annuale per la protezione della salute	Anno civile	40 $\mu g/m^3$ PM_{10}	Già in vigore dal 01 Gennaio 2005	1° gennaio 2005

Valori limite per il materiale particolato (PM_{10})	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
umana				

Con deliberazione n. 902 del 4 aprile 2003 la Giunta Regionale del Veneto ha adottato il Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, in ottemperanza a quanto previsto dalla legge regionale 16 aprile 1985, n. 33 e dal Decreto legislativo 351/99. Tale documento, a seguito delle osservazioni e proposte pervenute, con DGR n. 40/CR del 6 aprile 2004 è stato riesaminato e modificato ed inviato in Consiglio Regionale per la sua approvazione. Con tale documento la Regione Veneto ha fornito un quadro aggiornato dello stato attuale e della stima del'evoluzione dell'inquinamento dell'aria previsto per i prossimi anni. Inoltre con il documento si fissano le linee da percorrere per raggiungere elevati livelli di protezione ambientale nelle zone critiche e di risanamento.

Nella Relazione regionale della qualità dell'aria per l'anno 2009 vengono analizzati i dati registrati dati registrati dalle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria, da tale analisi si evincono le seguenti considerazioni:

- per l'inquinante NO2 è stato verificato il numero dei superamenti del valore limite orario di 200 µg/mc e si è dichiarato che anche aumentando il limite di tolleranza per l'anno 2009 a 10 µg/mc, il limite non dovrebbe essere superato per più di 18 volte, Nessuna delle stazioni del Veneto raggiunge i 18 superamenti consentiti
- per le Particelle sospese con diametro inferiore ai 10 micron (PM10) i dati mostrano che la maggior parte delle stazioni di background eccedono i 35 superamenti del limite giornaliero di 50 µg/mc e tutte le stazioni di traffico ed industriali eccedono il numero di superamenti consentiti. Per quanto riguarda le medie annuali, si osserva che il valore limite di 40 µg/mc è stato rispettato in 22 stazioni ed è stato superato in 2 stazioni su 24.;

Infine, per caratterizzare l'area di studio dal punto di vista della qualità dell'aria, come detto,.sono stati esaminati i valori rilevati negli anni 2008 e 2009 nelle seguenti 4 centraline:

- Torviscosa (UD): PM10 ed NO2;
- S.Giorgio di Nogaro (UD): NO2;
- Monfalcone (GO): PM10 ed NO2.
- S.Donà di Piave (VE) PM10 ed NO2;

Per quanto riguarda le polveri sottili, le centraline esaminate hanno registrato entrambe valori relativamente bassi; la centralina di Torviscosa ha registrato una media annuale di 27 µg/mc nell'anno 2008 e 26 µg/mc nell'anno 2009, Monfalcone ha registrato un media annuale di 16 µg/mc nell'anno 2008 e 16 µg/mc nell'anno 2009, ben lontano dal limite imposto dalla normativa vigente che fissa il limite giornaliero a 50 µg/mc ed il limite annuale a 40 µg/mc (per l'anno 2005). Per quel che riguarda la centralina di S. Donà di Piave i valori si attestano a livelli leggermente superiori, con una media annuale di 34 µg/mc nel 2008 e 33 µg/mc nel 2009. Si è quindi effettuta un 'analisi dei superamenti della concentrazione limite giornaliero a 50 µg/mc, i risultati sono riportati nella tabella sottostante

Nome Centralina	Anno 2008	Anno 2009
Torviscosa	38	33
Monfalcone	7	2
S. Donà di Piave	61	66

Tabella 56: Superamenti del limite giornaliero di PM10

La centralina di Torviscosa nell'anno 2008 registra un numero di superamenti maggiore di 35, limite consentito dalla legge, mentre la centralina di San Donà di Piave supera questo limite sia nel 2008 che nel 2009.

PM10 (µg/mc)	NO2 (µg/mc)
33	31

Tabella 57: Valori del fondo ambientale caratterizzante le aree limitrofe al tracciato per il Veneto

Analizzando invece i valori di NO2 rilevati dalle tre centraline in esame, si osserva come anche per questo inquinante i livelli di concentrazione registrati sono ben più bassi dei limiti imposti dalla normativa vigente, che fissa il limite orario di tale inquinante a 250 µg/mc, da non superare per più di 18 volte in un anno. In particolare la centralina di Torviscosa ha registrato una media annuale di 23 µg/mc nell'anno 2008 e 15 µg/mc nell'anno 2009, Monfalcone ha registrato un media annuale di 23 µg/mc nell'anno 2008 e 21 µg/mc nell'anno 2009, la centralina di S. Giorgio di Nogaro ha registrato una media annuale di 20 µg/mc nell'anno 2008 e 27 µg/mc nell'anno 2009. Per quel che riguarda la centralina di S. Donà di Piave i valori si attestano a livelli leggermente superiori, con una media annuale di 32 µg/mc nel 2008 e 30 µg/mc nel 2009. Si è quindi proceduto all'analisi dei superamenti delle concentrazioni orarie di NO2 registrate nelle centraline oggetto di studio, ma in nessuna delle centraline si sono verificati superamenti del limite di concentrazione oraria, come si evince dalla tabella sottostante.

Nome Centralina	Anno 2008	Anno 2009
Torviscosa	0	0
Monfalcone	0	0
S. Giorgio di Nogaro	0	0
S. Donà di Piave	0	0

Tabella 58: Superamenti del limite orario di NO2

Dalle considerazioni fin qui effettuate è possibile ricavare dei valori medi di concentrazione che possono essere ritenuti rappresentativi di tutta l'area interessata dall'opera in oggetto. Tali concentrazioni andranno a costituire le concentrazioni di fondo, cioè quelle concentrazioni che caratterizzano l'area indipendentemente dalla costruzione dell'opera o meno.

Di seguito sono mostrati i valori di concentrazione di polveri sottili e di biossido di azoto scelti come rappresentativi dell'inquinamento di fondo caratterizzante le aree di studio sia per la Regione Friuli Venezia Giulia

che per la Regione Veneto. Nell'effettuare il calcolo del valore del fondo ambientale sono stati mediati direttamente i valori registrati nelle centraline analizzate.

PM10 (µg/mc)	**NO2** (µg/mc)
21,25	23

Tabella 59: Valori del fondo ambientale caratterizzante le aree limitrofe al tracciato per il Friuli Venezia Giulia

PM10 (µg/mc)	**NO2** (µg/mc)
33	31

Tabella 60: Valori del fondo ambientale caratterizzante le aree limitrofe al tracciato per il Veneto

Per quantificare i livelli di emissione caratterizzanti le aree di cantiere, si è fatto riferimento alle indicazioni dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti (EPA), contenute nella pubblicazione identificata dal codice AP42 e alle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" redatte dall'ARPAT.

Gli inquinanti per i quali si sono valutati i fattori di emissione sono:

Area Cantiere Base	polveri
Area Cantiere Operativo	polveri
Area di Stoccaggio	polveri
Area Tecnica (fronte avanzamento lavori	polver
Area Cantiere Armamentoo	polveri
Aree Viabilità (Traffico indotto)	polveri e biossido di azoto

Una volta calcolate le emissioni (E) provenienti dalle singole attività si è provveduto dapprima a sommarle per ottenere l'emissione complessiva per tipologia di cantiere ed in seguito si è operato il confronto dell'emissione totale ottenuta con i valori soglia per le emissioni di PM10 descritte nelle Linee guida redatte dall'ARPAT che individuano i valori soglia delle emissioni che consentano di rispettare i limiti di concentrazione per il PM10.

I risultati delle analisi effettuate, e dettagliatamente descritte all'interno della componente Atmosfera, hanno mostrato come non si determinano impatti per distanze dalle aree di cantiere non eccedenti i 50 m; in tal senso, tale risutlato si estende anche alle distanze maggiori in studio (50÷200 m).

In relazione all'incremento del traffico pesante nelle aree circostanti i cantieri dovuto alle attività correlate alla realizzazione dell'opera, sono state effettuate delle elaborazioni sulla distribuzione e movimentazione dei materiali.

Tale operazione ha reso possibile la verifica della distribuzione dei mezzi di trasporto del materiale sui tronchi stradali disponibili.

I risultati delle simulazioni sono state ricavati ipotizzanto strade tipo percorse da un numero di mezzi di cantiere pari a quelli riportati e considerando ricettori ipotetici disposti a distanze variabili dai 10 ai 200 metri dal ciglio della strada.

In questo modo si è voluto mettere in evidenza il solo impatto conseguente al flusso relativo alle lavorazioni di cantiere, valori che sono stati successivamente paragonati con il fondo ambientale stimato per le zone in analisi e da tale confronto è derivato un giudizio di compatibilità.

Pur considerando il carattere temporaneo delle emissioni e delle assunzioni cautelative adottate nel calcolo delle emissioni e nelle simulazioni modellistiche, si prevede l'adozione di una serie di misure finalizzate al contenimento dei valori di concentrazione delle polvere sottili prodotte, così come descritto all'interno della Parte C del presente Quadro di riferimento.

20.3 Suolo ed acque superficiali e sotterranee

In merito a questi aspetti, le problematiche concernenti la salute pubblica riguardano soprattutto la fase di costruzione dell'opera, ed in particolare i potenziali rischi di inquinamento dei suoli che saranno poi restituiti all'uso agricolo.

Per escludere il rischio di inquinamento, nell'ambito delle analisi ambientali svolte nei precedenti capitoli sono state individuate specifiche procedure operative da applicare durante la fase di realizzazione dell'opera. Tali misure consentono di evitare l'insorgere di ricadute sulla salute pubblica.

20.4 Rumore

L'esposizione al rumore da parte dell'uomo può generare un azione dannosa sull'organismo; gli eventuali danni che possono riscontrarsi sono funzione dei tempi di esposizione e dei livelli di rumore a cui si è esposti. Gli effetti possono essere sia a carico dell'udito sia di altri organi.

Gli effetti indotti dall'esposizione al rumore possono essere distinti in:

- annoyance, viene identificata con una sensazione di disagio o fastidio e corrisponde a livelli di esposizione degli individui a livelli di rumorosità inferiori agli 80 dB(A);
- disturbo, corrisponde ad una alterazione temporanea della funzione uditiva che si manifesta all'esposizione a livelli di rumorosità compresi tra 80-120 dB(A);
- danno, si intende una alterazione irreversibile o parzialmente reversibile a carico dell'organo dell'udito che viene correlata a livelli di esposizione del rumore superiori a 120-130 dB(A).

Generalmente, dato il livello di rumore e la frequenza dei transiti, gli effetti indotti dal rumore sulle comunità umane indotti da una linea ferroviaria sono legati a sensazioni di annoyance e solo in alcuni casi di disturbo; gli effetti che si determinano sono prevalentemente di natura psicosomatica e psicologica e si traducono in sensazioni di disagio, affaticamento mentale, diminuzione dell'attenzione.

Rispetto all'opera in oggetto si osserva che l'innesco di potenziali problematiche può verificarsi sia nella fase di costruzione che nella fase di esercizio. A tal fine è stato sviluppato uno studio acustico volto a verificare tali problematiche. Lo studio acustico ha consentito di individuare specifiche misure di mitigazione, costituite da barriere antirumore, sia per la fase di cantiere che per la fase di esercizio, finalizzate a ridurre entro i limiti definiti dalla normativa vigente l'innalzamento del livello di rumore sui singoli ricettori. Per quanto riguarda la fase di

esercizio oltre alle barriere antirumore sono previsti interventi di sostituzione degli infissi dei ricettori maggiormente esposti.

A partire dalla redazione di carte tematiche in cui vengono identificati tutti i ricettori che ricadono entro l'ambito di indagine, l'analisi dell'impatto acustico nella fase di esercizio è stata effettuata attraverso simulazioni sviluppate mediante il modello previsionale.

I risultati qui di seguito riportati, mostrano come l'adozione di appropriate opere di mitigazione, quali barriere acustiche e interventi diretti, riduce di fatto l'interferenza sui ricettori.

A fronte delle simulazioni riguardanti la fase post operam sono state effettuate simulazioni, includendo ove necessario, opere di mitigazione affinchè i livelli di rumore ferroviari rientrassero nelle norma. Si è visto che nella maggior parte dei casi i livelli si abbassavano e rientravano nei range richiesti, mentre in in altri ancora non accadeva. A fronte di quest'accaduto si è provveduto, oltre ad opere di mitigazioni dirette sulla ferrovia, ad opere di simulazione introducento il parametro "isolamento acustico con ausilio di infissi per finestre".

Le seguenti tabelle riassumono i risultati finali dati dalle simulazioni per quanto riguarda la situazione Post Mitigazione con interventi indiretti, ovvero mediante il dimensionamento di barriere acustiche e tenendo conto del potere fono isolante dei serramenti attuali:

	Sintesi dei risultati per la situazione Post Mitigazione			
Periodo di riferimento	**N° Ricettori entro il limite**	**% sul totale**	**N° Ricettori oltre il limite**	**% sul totale**
Diurno	915	100	-	-
Notturno	787	86	128	14

Tabella 61/A – Numero dei ricettori Post Mitigazione in riferimento ai limiti normativi adottati

	Sintesi dei risultati per la situazione Post Mitigazione			
Periodo di riferimento	**N° Piani entro il limite**	**% sul totale**	**N° Piani oltre il limite**	**% sul totale**
Diurno	2188	100	-	-
Notturno	1904	87	284	13

Tabella 62/B – Numero dei piani Post Mitigazione in riferimento ai limiti normativi adottati

In conclusione l'analisi dei risultati evidenzia che, ponendo in essere il sistema di mitigazioni acustiche progettato composto da barriere antirumore bidimensionali e da infissi fonoisolanti, può essere raggiunto un perfetto allineamento con la domanda di protezione richiesta dal sistema insediativo esposto al rumore ferroviario e il rispetto dei limiti normativi.

Nel Quadro di Riferimento Progettuale si riporta la descrizione degli interventi sia come tipologia, sia come dimensionamento e ubicazione sul territorio.

Nella tabella seguente sono riportate le barriere antirumore previste nella tratta in esame, con le relative progressive di inizio e fine, le altezze da piano di posa e la superficie totale.

Barriera N	Lato	PK Inizio (km)	PK Fine (km)	L (m)	H Standard RFI	H da piano posa (m)	S (mq)	Note
1	Pari	0+000	0+620	620,0	H6	6,0	3.720,0	
2	Pari	0+620	0+870	250,0	H10	8,2	2.050,0	
3	Pari	1+507	02+423	916,0	H10	8,2	7.511,2	
4	Pari	2+677	03+300	623,0	H7	6,6	4.111,8	
5	Pari	3+300	04+378	1.078,0	H10	8,2	8.839,6	
6	Dispari	7+540	8+400	860,0	H9	7,7	6.622,0	
7	Pari	9+600	10+509	909,0	H8	7,2	6.499,4	
8	Dispari	10+335	11+016	681,0	H10	8,2	5.584,2	
9	Dispari	12+925	13+940	1.015,0	H9	7,7	7.815,5	
10	Pari	16+647	17+150	503,0	H10	8,2	4.124,6	
11	Dispari	17+825	19+250	1.425,0	H10	8,2	11.685,0	
12	Pari	17+950	18+840	890,0	H10	8,2	7.298,0	
13	Pari	22+008	23+150	1.142,0	H10	8,2	9.364,4	
14	Pari	24+442	25+742	1.300,0	H10	8,2	10.660,0	
15	Pari	27+057	27+808	751,0	H10	8,2	6.158,2	
16	Pari	27+808	28+021	213,0	H9	7,7	1.640,1	
17	Dispari	27+333	27+896	563,0	H10	8,2	4.616,6	
18	Dispari	28+083	28+505	422,0	H10	8,2	3.460,4	
19	EST	4+140	5+000	860,0	H4	4,9	4.171,0	RACCORDO MERCI
20	OVEST	0+215	0+895	680,0	H10	8,2	5.576,0	VARIANTE L.L. PALMANOVA CERVIGNANO
21	EST	0+000	0+875	875,0	H9	7,7	6.737,5	VARIANTE L.L. PALMANOVA CERVIGNANO
22	EST	(*)	(*)	420,0	H9	7,7	3.234,0	L.L. PALMANOVA CERVIGNANO (OLTRE IL TERMINE DI PROGETTO)
23	Pari	1+050	1+200	150,0	H6	6,0	900,0	VARIANTE L.L. VENEZIA TORVISCOSA
24	Pari	1+200	1+660	460,0	H5	5,5	2.530,0	VARIANTE L.L. VENEZIA TORVISCOSA
25	Pari	1+660	1+831	171,0	H10	8,2	1.402,2	VARIANTE L.L. VENEZIA TORVISCOSA
26	Pari	1+831	2+045	214,0	H10	8,2	1.754,8	VARIANTE L.L. VENEZIA TORVISCOSA (OLTRE IL TERMINE DI PROGETTO)
27	Pari	0+400	1+100	700,0	H10	8,2	5.740,0	VARIANTE L.L. TORVISCOSA CERVIGNANO
28	Dispari	36+700	40+250	3.550,0	H10	8,2	29.110,0	
29	Dispari	40+250	42+650	2.400,0	H7	6,6	15.840,0	
30	Pari	37+260	38+800	1.540,0	H10	8,2	12.628,0	
31	Pari	39+570	40+200	630,0	H10	8,2	5.166,0	
32	Pari	42+230	43+100	870,0	H10	8,2	7.134,0	
33	Pari	42+650	43+100	450,0	H10	8,2	3.690,0	

Barriera N	Lato	PK Inizio (km)	PK Fine (km)	L (m)	H Standard RFI	H da piano posa (m)	S (mq)	Note
34	Dispari	43+100	44+000	900,0	H7	6,6	5.940,0	
35	Dispari	0+800	1+360	560,0	H5	5,5	3.052,0	VARIANTE CERVIGNANO RONCHI DEI LEGIONARI
36	Pari	1+360	2+060	700,0	H5	5,5	3.815,0	VARIANTE CERVIGNANO RONCHI DEI LEGIONARI
37	Pari	44+000	44+700	700,0	H7	6,6	4.620,0	
38	Pari	45+830	46+097	270,0	H10	8,2	2.214,0	

20.5 Vibrazioni

Le vibrazioni indotte dall'attività dei mezzi di cantiere (in fase di costruzione) o dal passaggio dei convogli ferroviari (in fase di esercizio) possono generare, se agiscono per intervalli di tempo abbastanza prolungate, disturbi alla popolazione residente.

Al fine di verificare i livelli vibrazionali generati dalla costruzione della linea in esame e l'eventuale presenza di criticità sono state svolte apposite simulazioni; queste hanno mostrato che la realizzazione della linea ferroviaria non determina sostanziali disagi sulla popolazione residente nell'area circostante.

Nell'identificare i ricettori potenzialmente interessati da livelli di vibrazione critici, occorre osservare quanto segue:

6. La stima dei livelli prodotta nel presente studio è di tipo conservativo, sia per quanto riguarda la localizzazione della sorgente (rilevato, trincea, piano campagna), sia per quanto riguarda la definizione del piano o profondità di interesse. Inoltre, la sorgente utilizzata nella presente analisi è la maggiormente energetica tra quelle disponibile, identificando, nuovamente il caso peggiore.
7. I livelli limite indicati dalla normativa (UNI 9614) si riferiscono a vibrazioni stazionarie continuative. Il traffico ferroviario costituisce una sorgente di vibrazioni di tipo intermittente. Pertanto, l'adozione dei livelli imposti dalla norma UNI 9614 può essere considerato un'approccio di tipo conservativo.
8. Nello studio condotto si evidenzia come la transizione dei livelli da valori ammissibili a valori oltre i limiti avviene a distanze dall'asse del tracciato comprese entro i 22 m. La zona potenzialmente sensibile risulta essere estremamente ridotta se si considera l'ingombro totale dei manufatti che definiscono la linea stessa.

L'attività di monitoraggio prevista, e riportata all'interno del Quadro progettuale, consentirà di tenere sotto controllo il fenomeno ed evidenziare eventuali fenomeni di criticità.

20.6 Campi elettromagnetici

Gli impianti di alimentazione della linea ferroviaria, che risultano di tipo tradizionale (linee a 3 kV a corrente continua), non generano campi magnetici significativi in termini di potenziali effetti sulla salute umana.

Nell'ambito del progetto è prevista la realizzazione di un nuovo elettrodotto, per l'alimentazione di una nuova sottostazione elettrica.

Le analisi svolte mostrano che il campo magnetico generato anche in asse all'elettrodotto risulta a quota campagna inferiore ai limiti stabiliti dalla normativa, e che entro la fascia di asservimento dell'elettrodotto non sono presenti ricettori a carattere residenziale.

21 SINTESI DELLE PROBLEMATICHE AMBIENTALI

21.1 Introduzione

Nel presente paragrafo viene effettuata una sintesi delle interferenze identificate nel corso dello studio in relazione ai singoli aspetti analizzati afferenti alle componenti ambientali, così raggruppate:

COMPONENTI NATURALI	Vegetazione, flora, fauna
	Ecosistemi
	Aree protette
COMPONENTI FISICHE	Ambiente idrico
	Suolo e sottosuolo
COMPONENTI PAESAGGISTICHE	Morfologia del paesaggio e visualità Beni storici ed architettonici
COMPONENTE RUMORE	Rumore
COMPONENTE VIBRAZIONI	Vibrazioni

Per quanto riguarda la componente atmosfera, la valutazione della fase di esercizio, fa riferimento alla caratterizzazione dello stato della qualità del'aria ante operam; che ha condotto alla determinazione del fondo ambientale; tenuto conto dell'assenza di emissioni dirette di ossidi di azoto e di particolato derivanti dall'esercizio di una infrastruttura ferroviaria, non si ritiene che l'opera possa alterare gli attuali livelli di concentrazione esistenti. Per le analisi degli effetti del progetto in fase di cantiere si rimanda alla trattazione svolta nella parte C del presente quadro di riferimento ambientale; a valle dell'analisi sulle interferenze in fase di cantiere, sono stati individuati i punti di monitoraggio ambientale, come descritto all'interno del capitolo del Piano di Monitoraggio Ambientale contenuto all'interno del Quadro di Riferimento Progettuale.

Per i campi elettromagnetici, al fine di evitare interferenze con i ricettori esposti, sono stati individuati punti di monitoraggio, riportate all'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale (cfr. Quadro progettuale).

In merito alla componente vegetazione, l'analisi delle interferenze ha tenuto conto dell'attraversamento di alcune aree protette e aree Natura 2000, per le quali sono state redatte valutazioni d'incidenza nell'ambito del presente studio.

Nello Specifico le aree per le quali sono state redatte valutazioni d'incidenza nell'ambito del presente studio è il seguente:

Tipologia	Codice	Siti Natura 2000	Distanza dal progetto
SIC	IT3250044	Fiumi Reghena e Lemene: canale Taglio e Rogge limitrofe. Cave di Cinto Caomaggiore	Intersezione con tracciato ferroviario AV/AC

Inoltre, per quanto riguarda le *aree protette*, tale aspetto risulta significativo per la presenza di prescrizioni dirette su aree interferite dal progetto. Infatti, la nuova linea transita

a. nell'area nell'area della Riserva Naturale della Foce dell'Isonzo, istituita con Lr 42 del 30/09/1996, art. 47. Il tracciato la interseca tra le progressive da Km 44+500 a Km 44+800;
b. nelle seguenti Aree di Rilevante Interesse Ambientale (ARIA):
    - Fiume Tagliamento
    - Fiume Stella
    - Fiume Isonzo
c. in alcune Zone umide (per un elenco puntuale, si rimanda al Quadro Programmato (cfr. par.5.2.3.2.3 e Appendice B)
d. nel Sito di Interesse Comunitario "Fiumi Reghena e Lemene – Canale Taglio e Rogge limitrofe – Cave di Conto Caomaggiore(IT3250044)

In merito alla componente paesaggio, l'analisi delle interferenze ha tenuto conto della presenza dei vincoli territoriali e ambientali, in ragione dei numerosi vincoli paesistici (bellezze naturali, zone boschive, fasce di rispetto fluviali).

Le interferenze riscontrate sono state raffigurate nell'elaborato "S*intesi delle interferenze* "(L34600R22N3SA000A001A-004A), allegato alla presente relazione.

La descrizione dei tratti interferiti nella carta tematica sopra citata è articolata nel successivo paragrafo mediante schede di sintesi nelle quali sono stati indicati i seguenti elementi:

- *Localizzazione:* da km a km
- *Componenete ambientale:* individuazione della componente ambientale coinvolta
- *Descrizione dell'interferenza:*definizione della categoria di interferenza individuata
- *Livello di interferenza:* valutazione della risoluzione della interferenza attraverso interventi progettuali, mitigativi e/o di monitoraggio

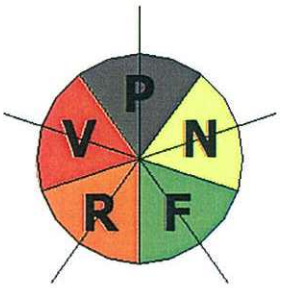
A partire dalle risultanze delle analisi ambientali, al fine di ottenere un quadro complessivo della situazione post operam e post mitigazione, a ciascuna interferenza, individuata per le singole componenti ambientali coinvolte, è è stato associato un "livello", in ragione della entità della interferenza, nonché della efficacia degli interventi di mitigazione adottati per risolvere tali interefernze.

Sono stati, pertanto, classificati 5 diversi livelli di interferenza:

1. Assenza di interferenza
2. Interferenza non significativa

3. Interferenza mitigata con intervento/ ottimizzazione progettuale
4. Interferenza oggetto di monitoraggio ambientale
5. Interferenza residua

Alla presente descrizione corrisponde analoga rappresentazione nella cartografia tematica sopra citata, dove ad ogni tratta individuata è associato il seguente simbolo, nel quale le sigle fanno riferimento alle componenti ambientali interessate, mentre i colori rappresentano i livelli di interferenza secondo la seguente legenda.



COMPONENTI NATURALI	**N**
COMPONENTI FISICHE	**F**
COMPONENTI PAESAGGISTICHE	**P**
COMPONENTE RUMORE	**R**
COMPONENTE VIBRAZIONI	**V**

	Assenza di interferenza
	Interferenza non significativa
	Interferenza mitigata con intervento/ ottimizzazione progettuale
	Interferenza oggetto di monitoraggio ambientale
	Interferenza residua

All'interno del Quadro di Riferimento Progettuale vengono definite, in relazione al livello progettuale, le misure di mitigazione e le ottimizzazioni progettuali che hanno permesso di risolvere le interferenze individuate in questa in fase di analisi.

21.2 Schede di sintesi

Come precedentemente descritto, le interferenze sono state individuate su tratti finiti di tracciato, quale risultato della individuazione , all'interno di detti tratti, di caratteri territoriali omogenei ai fini della valutazione delle diverse componenti ambientali. Di seguito vengono riportate per le singole componenti ambientali le relative schede di sintesi con la definizione della categoria di interferenza e del relativo livello associato.

COMPONENTI NATURALI		
TRATTA	*DESCRIZIONE INTERFERENZA*	*LIVELLO INTERFERENZA*
Linea Av/AC		
0+00-5+500	Interazione con SIC *Ambiti fluviali Reghena e Lemene*: attraversamento canale Lugugnana e canale Taglio, affiancamento bosco di Alvisopoli; Sottrazione vegetazione ripariale; Disturbo; Interruzione corridoi ecologici	3
6+500-9+800	Sottrazione vegetazione ripariale F. Tagliamento; Disturbo; interruzione direttrici faunistiche	3
9+900-14+120		1
14+400-17+800	Sottrazione vegetazione ripariale F. Stella; Disturbo; interruzione direttrici faunistiche	3
18+100-22+600		1
22+600-24+130		1
24+400-27+000	Sottrazione vegetazione ripariale Roggia Corgnolizza; Disturbo; interruzione corridoi ecologici	3
27+00-30+650	Sottrazione vegetazione ripariale F.Corno; Disturbo; interruzione corridoi ecologici	3
30+650-35+480	frammentazione unità ecosistemica agricola	2
36+000-39+000	sottrazione lembo vegetazione	2
39+000-44+300		1
44+300-46+097	Sottrazione vegetazione ripariale F. Isonzo; Disturbo; interruzione direttrici faunistiche	3
Variante Palmanova - Cervignano		
0+00-1+500		1
1+500-5+800	frammentazione unità ecosistemica agricola; effetto barriera in ambito agricolo	2
5+800-11+00	effetto barriera in ambito agricolo	2
Variante: raccordo merci nord		
4+00-5+00		1
Variante: raccordo merci sud		
0+00 -5+700	frammentazione unità ecosistemica agricola	2
Variante: Venezia-Torviscosa		
0+00-1+831		1

COMPONENTI FISICHE		
TRATTA	*INTERFERENZA*	*LIVELLO INTERFERENZA*
Linea Av/AC		
0+00-5+500	Interferenza litologie ad alto contenuto di torbe	4
6+500-9+800	Interferenza litologie ad alto contenuto di torbe	4
9+900-14+120	Interferenza litologie ad alto contenuto di torbe Interferenza geomorfologica: riporti antropici prevalenti [R]	4
14+400-17+800	Interferenza litologie ad alto contenuto di torbe	4
18+100-22+600		1
22+600-24+130		1
24+400-27+000	Interferenza litologie ad alto contenuto di torbe	4
27+00-30+650	Interferenza litologie ad alto contenuto di torbe	4
30+650-35+480		1
36+000-39+000	Interferenza litologie ad alto contenuto di torbe	4
39+000-44+300	Interferenza litologie ad alto contenuto di torbe	4
44+300-46+097	Interferenza litologie ad alto contenuto di torbe	4
Variante Palmanova - Cervignano		
0+00-1+500		1
1+500-5+800		1
5+800-11+00		1
Variante: raccordo merci nord		
4+00-5+00		1
Variante: raccordo merci sud		
0+00 -5+700		1
Variante: Venezia-Torviscosa		
0+00-1+831		1

COMPONENTI PAESAGGISTICHE		
TRATTA	*INTERFERENZA*	*LIVELLO INTERFERENZA*
Linea Av/AC		
0+00-5+500	Rafforzamento del limite dell'ambito di corona perilagunare;tratto sensibile in corrispondenza del Bosco di Alvisopoli	3
6+500-9+800	Aumento frammentazioni matrici rurali	3
9+900-14+120	Effetto barriera rispetto all'ambito della diffusione insediativa	2
14+400-17+800	Effetto barriera rispetto all'ambito della diffusione insediativa; Aumento frammentazioni matrici rurali	3
18+100-22+600		
22+600-24+130	Aumento frammentazioni matrici rurali	2
24+400-27+000	Aumento frammentazioni matrici rurali; Interessamento boschi latifoglie	3
27+00-30+650	Aumento frammentazioni matrici rurali	3
30+650-35+480	rafforzamento del segno che concorre alla suddivisione in due sub-ambiti	2
36+000-39+000	rafforzamento del segno che concorre alla suddivisione in due sub-ambiti	2
39+000-44+300	rafforzamento del segno che concorre alla suddivisione in due sub-ambiti	2
44+300-46+097	rafforzamento del segno che concorre alla suddivisione in due sub-ambiti	3
Variante Palmanova - Cervignano		
0+00-1+500		
1+500-5+800	Rafforzamento carattere infrastrutturale del paesaggio	2
5+800-11+00		
Variante: raccordo merci nord		
4+00-5+00		1
Variante: raccordo merci sud		
0+00 -5+700	Rafforzamento carattere infrastrutturale del paesaggio	2
Variante: Venezia-Torviscosa		
0+00-1+831		1

COMPONENTE RUMORE		
TRATTA	*INTERFERENZA*	*LIVELLO INTERFERENZA*
Linea Av/AC		
0+00-5+500	Interferenza con ricettori	3
6+500-9+800	Interferenza con ricettori	3
9+900-14+120	Interferenza con ricettori	3
14+400-17+800	Interferenza con ricettori	3
18+100-22+600	Interferenza con ricettori	3
22+600-24+130	Interferenza con ricettori	3
24+400-27+000	Interferenza con ricettori	3
27+00-30+650	Interferenza con ricettori	3
30+650-35+480		1
36+000-39+000	Interferenza con ricettori	3
39+000-44+300	Interferenza con ricettori	3
44+300-46+097	Interferenza con ricettori	3
Variante Palmanova - Cervignano		
0+00-1+500	Interferenza con ricettori	3
1+500-5+800		1
5+800-11+00		1
Variante: raccordo merci nord		
4+00-5+00	Interferenza con ricettori	3
Variante: raccordo merci sud		
0+00 -5+700	Interferenza con ricettori	3
Variante: Venezia-Torviscosa		
0+00-1+831		1

COMPONENTE VIBRAZIONI		
TRATTA	*INTERFERENZA*	*LIVELLO INTERFERENZA*
Linea Av/AC		
0+00-5+500	Interferenza con i ricettori	4
6+500-9+800		1
9+900-14+120		1
14+400-17+800		1
18+100-22+600		1
22+600-24+130	Interferenza con i ricettori	4
24+400-27+000		1
27+00-30+650		1
30+650-35+480		1
36+000-39+000	Interferenza con i ricettori	4
39+000-44+300		1
44+300-46+097		4
Variante Palmanova - Cervignano		
0+00-1+500		1
1+500-5+800		1
5+800-11+00		1
Variante: raccordo merci nord		
4+00-5+00		1
Variante: raccordo merci sud		
0+00 -5+700		1
Variante: Venezia-Torviscosa		
0+00-1+831		1

22 CONCLUSIONI E VALUTAZIONE DELLA SIGNIFICATIVITA'

Di seguito si riporta la valutazione di significatività relativa agli aspetti ambientali individuati, tenendo conto dei seguenti elementi:

Per quanto riguarda gli elementi che hanno consentito di valutare la significatività di ogni aspetto ambientale si rimanda alla trattazione effettuata nella presente Relazione alla parte B "Caratteri del territorio e interferenze del progetto" ed alla parte C - "Le ricadute della fase di cantiere sugli aspetti ambientali" e più precisamente si rimanda per ogni criterio ai paragrafi sotto specificati contenuti in entrambi i capitoli citati e più precisamente:

- per il criterio 1 "impatto legislativo" al p.fo "riferimenti legislativi";
- per il criterio 2 "Modifica dello stato iniziale" al p.fo "Valutazione delle possibili interferenze";
- per il criterio 3 "Percezione degli Stakeholder" al p.fo "Percezione degli stakeholder

Nel quadro di sintesi è riportato il risultato della valutazione di significatività e l'individuazione degli aspetti ambientali significativi, indicando con la "x" la significatività dell'aspetto considerato.

		Atmosfera	Ambiente idrico	Suolo e sottosuolo	Vegetazione, flora e fauna	Rumore	Vibrazioni	Campi elettromagnetici	Salute pubblica	Morfologia del paesaggio e visualità e beni storico-architettonici	Archeologia
1)	Impatto legislativo		x	-	x	x	-	-	-	x	x
2)	Modifica dello stato iniziale		-	x	x	x	-	-	-	x	-
3)	Percezione degli Stakeholder		x	x	x	x	-	-	-	x	x

Dall'analisi del quadro di sintesi emerge che tutti gli aspetti ambientali individuati risultano significativi ad eccezione dell'atmosfera per la quale non risulta significativa la valutazione delle interferenze in fase di esercizio, per la fase di cantiere sono state indicate misure di contenimento delle polveri durante le lavorazioni, nonché individuati punti di monitoraggio per verificare in corso d'opera il rispetto dei limiti normativi.

Per quel che riguarda la fase di esercizio dell'infrastruttura ferroviaria non si segnalano interferenze e/o ricadute negative nei confronti dell'ambiente idrico superficiale, per cui in questa fase non si prevede di adottare nessuna misura di mitigazione. Non si riportano quindi misure di mitigazione in fase di esercizio, fatte salve le operazioni di monitoraggio il controllo delle regolari condizioni di deflusso dei corsi d'acqua e la costante manutenzione della pulizia dell'alveo. In relazione all'ambiente idrico sotterraneo gli interventi di mitigazione adottati già in fase progettuale consentono di minimizzare le interferenze.

Rispetto alla componente suolo e sottosuolo, l'interferenza legata alle possibili alterazioni dei caratteri morfologici locali verranno minimizzate prevedendo di rispettare una distanza di sicurezza da tali morfotipi in modo da non alterarne le naturali condizioni evolutive; nel contempo dovranno essere previste tutte le opere di regimentazione idraulica per evitare la concentrazione di processi erosivi.

Risulta maggiormente significativo l'aspetto ambientale relativo al rumore per il quale si sottolinea come, l'adozione di interventi di mitigazione, di tipo diretto ed indiretto, consente di minimizzare gli impatti sui ricettori presenti lungo il tracciato. La definizione di punti di monitoraggio, come descritto all'interno del quadro progettuale, ha, tuttavia, lo scopo di garantire il rispetto dei livelli acustici sia in fase di cantiere che di esercizio dell'opera.

In relazione alle componenti naturali, l'aspetto maggiormente significativo è costituito dagli attraversamenti dei corsi d'acqua principali; tali interferenze sono state risolte mediante la progettazione di opere a verde che garantiscono la continuità di detti corridoi ecologici e di ripristinare, in alcuni casi, la vegetazione sottratta durante la fase di realizzazione dell'opera. E' da segnalare, lungo il tracciato, la presenza del Bosco di Alvisopoli, incluso nella Rete Natura 2000. In questo ambito, l'interferenza del tracciato con tale area risulta non significativa in quanto, l'ottimizzazione progettuale adottata, che consiste nella variante di tracciato dell'autostrada A4, consente di escludere il verificarsi di interferenze da parte del tracciato ferroviario di progetto con la suddetta formazione boschiva.

In merito alle componenti paesaggistiche il principale aspetto ambientale rilevato è quello della rafforzamento dell'effetto barriera dovuto alla presenza dell'autostrada A4 che per una parte del tracciato si sviluppa in affiancamento allo stesso; inoltre, in alcuni casi il tracciato determina una frammentazione delle matrici rurali in un contesto che si caratterizza, infatti, per la maggior parte per la presenza di territori agricoli prevalentemente a seminativi, la cui struttura a maglia regolare costituisce elemento identitario di questi luoghi. In tal senso, gli interventi a verde progettati svolgono, in questo caso, un ruolo di ricucitura dei principali elementi antropici presenti ed attraversati dal tracciato di progetto, e in alcuni casi di schermatura.

23 BIBLIOGRAFIA

Ambiente idrico

AA.VV., (1979): *Le Lagune di Grado e Marano - Ricerche idrobiologiche ed esperimenti di acquicoltura.* Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Assess. dell'Industria e del Commercio Servizio Pesca Marittima, pp. 109.

AA.VV., (1992): *Studio dell' idrologia dei bacini lagunari di Marano e Grado.* Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – Direzione Regionale dell'Ambiente Rapporto Interno.

AA.VV., (2002): *Progetto di piano stralcio per la sicurezza idraulica del bacino del Livenza - Sottobacino del Cellina - Meduna.* Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione

AA.VV., (2002): *Progetto PAI piano di Assetto Idrogeologico – Relazione.* Autorità di Bacino interregionale del fiume Lemene, Reg. Veneto, Segr. Reg. Amb. e LL.PP, Direz. Dif. Suolo e Prot. Civ.

AA.VV., (2003): *Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Livenza.* Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione

AA.VV., (2006): *Direttiva 2000/60/ce; Report art. 5.* Autorità di Bacino Dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione.

AA.VV., (2007): *I.F.F. 2007 Indice di funzionalità fluviale* APAT, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ARPA Trento.

ANPA (Siligardi *et al.*), 2003. *I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale*, Roma, 223 pp., 2° Edizione.

ANPA, 2000, *Il monitoraggio dello stato dell'ambiente in Italia. Esigenze e disponibilità di elementi conoscitivi,* serie stato dell'Ambiente 7/2000.

ANPA, 2001, *Primo rapporto SINAnet sulle* acque, n. 3/2001, Roma.

AUTORITA' DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA BACCHIGLIONE (DICEMBRE 1994A) Studi finalizzati alla redazione del Piano di bacino del fiume Isonzo - *Studio sulla sicurezza idraulica del sottobacino del Torre.*

AUTORITA' DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA BACCHIGLIONE (1999A) - *Studio storico e morfologico finalizzato alla definizione delle fasce di pertinenza fluviale,* M. Curtarello.

AUTORITA' DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA BACCHIGLIONE (2001C) – *Piano di Bacino del Fiume Piave - Progetto di piano stralcio per la sicurezza idraulica del medio e basso corso.*

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1995-1998) - *Studio dei dissesti idrogeologici, dei fenomeni erosivi e del trasporto solido lungo le aste dei corsi d'acqua del bacino idrografico* - I^ e II^ fase Zollet Ingegneria S.p.A. – GETAS PETROGEO s.r.l..

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1995b) - *Sicurezza idraulica aste principali – Indagine sulle portate massime convogliabili dall'asta principale del fiume Piave ai fini della difesa idraulica e valutazione dell'efficacia di interventi di moderazione delle piene – Prima fase*, Zollet Ingegneria S.p.A., Studio di Ingegneria SICEM S.r.l.

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1997a) - *Linee guida, criteri progettuali e nuove tecniche con riferimento agli impatti delle opere civili nelle sistemazioni idrauliche*, Università di Padova;

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1997d) - *Studio per la identificazione dei vincoli e degli aspetti critici sia idraulici che naturalistici, riguardanti le escavazioni potenziali dall'alveo del fiume Piave*, L. D'Alpaos, A. Dal Prà

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1997e) - *Sicurezza idraulica aste principali – Indagine sulle portate massime convogliabili dall'asta principale del fiume Piave ai fini della difesa idraulica e valutazione dell'efficacia di interventi di moderazione delle piene – Seconda fase*, Studio di Ingegneria SICEM S.r.l.

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1997g) – *Studi finalizzati alla redazione del piano di bacino del fiume Piave – Studio comparativo sia ai fini idraulici che ambientali delle opere risolutive per la sicurezza idraulica del fiume Piave,* U. Maione.

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1998a) - *Piano di bacino del fiume Piave. Progetto di piano stralcio per la gestione delle risorse idriche.*

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1998b) - *Fiume Piave – Studio storico e morfologico – secoli XIX e XX,* M. Curtarello.

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1998d) - *Piano di Bacino del Fiume Tagliamento: Piano stralcio per la sicurezza idraulica del medio e basso corso*. Relazione, 118 pp.

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1999b) - *Studi finalizzati alla redazione del piano di bacino del fiume Piave – Studio preliminare del progetto di piano per la sicurezza idraulica del medio e basso corso del Piave,* U. Maione, G. M. Susin e altri.

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1999e) - *Modello idrogeologico delle zone montane e di pianura dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento e Livenza*. Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine, Università di Trieste.

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (2000) - *Catalogo bibliografico ragionato sulle condizioni fisiche del territorio ricadente nei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione con particolare riguardo ai fenomeni di inondazione,piena torrentizia e frana,* C.N.R.- I.R.P.I. Torino

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (2001a) – *Bacino del Fiume Tagliamento – Adozione di misure di salvaguardia finalizzate alla definizione della portata di rispetto*. Allegato alla Delibera n. 7 del Comitato Istituzionale, 22 pp.

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (2005) - *Convenzione con la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia. Studio finalizzato ad attività di aggiornamento ed integrazione delle conoscenze geologico-tecniche delle aree di pertinenza della Regione Friuli Veneza Giulia.*

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE – *Carte della pericolosità idraulica (on line)* - *http://151.58.49.57/~ermy/*

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1996) - *Piano stralcio delle Fasce Fluviali.*

AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE – REGIONE DEL FRIULI VENEZIA GIULIA - Piano di gestione dei bacini idrografici del Distretto delle Alpi Orientali - http://www.alpiorientali.it/index.html

BRAMBATI A., (1996): Metalli pesanti nelle lagune di Marano e Grado. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – Direzione Ambiente, Servizio Idraulica.

CARBOGNIN L. (1992) – Evoluzione naturale e antropica della Laguna di Venezia. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia. 42, pp. 123-134.

CNR - EX CENTRO STUDI PER LA GEOGRFIA FISICA- ISTITUTO DI GEOGRAFIA DELL'UNIVERSITÀ DI PADOVA (1973) - *Note di commento alla carta dell'alluvione del novembre del 1966 nel Veneto e nel Trentino Alto Adige: Effetti morfologici e allagamenti*, Atti del XXI Congresso Geografico Italiano V II T I."Le Calamità naturali nelle Alpi", Novara, Istituto Geografico De Agostini, pp. 269-290.

CROCE D., NODARI P., PELLEGRINI G.B., TESSARI F. (1973) - *Effetti dell'alluvione del novembre 1966 sulle sedi abitative delle tre Venezie,* Atti del XXI Congresso Geografico Italiano V II, T I. "Le Calamità naturali nelle Alpi" Novara, Istituto Geografico De Agostini, pp. 291-301.

De Ros O., Zanette M., Siligardi M., Ghetti P.F., Negri P., Camuccio P., 2004 *Applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) ad un fiume minore della pianura trevigiana: il Meolo*, Biologia Ambientale, **19** (1): 147-151 e Atti del Seminario: "Classificazione ecologica delle acque interne. Applicabilità della Direttiva 2000/60/CE". Trento, 12-13 febbraio 2004. G.N. Baldaccini e G. Sansoni (eds.). Ed. APAT, APPA Trento, CISBA. Trento, 2005

DESIO A. (1922) – Le variazioni del fiume Isonzo. Riv. Geogr. It. a. 29, Firenze.

FORAMITTI R. (1990) - *Il Tagliamento: studi e progetti. Un fiume che deve unire*. In: Le alluvioni del Tagliamento a Latisana, 133-187.

ILICETO V. (1992) - Indagine sul rischio idraulico del territorio provinciale di Venezia.

MARCHI L., PASUTO A., SILVANO S., TECCA P.R. (1992) - *Eventi alluvionali e frane nell'Italia Nord-Orientale durante il 1991* - Boll. Ass. Min. Subalpina, Vol. XXIX, fasc. 2-3, pp. 250-270.

MOSETTI F. (1983) – *Sintesi sull'idrologia del Friuli Venezia Giulia*. Quaderni ETP, Rivista di Limnologia, 6, 295 pp.

MOSETTI F., (1983): Sintesi sull'idrologia del Friuli – Venezia Giulia. Quaderni ETP, n.6.

PROGETTO A.V.I. (1996) - *Raccolta schede informative e relazioni relative ai fenomeni di dissesto idrogeologico e idraulico delle regioni Veneto e Friuli-Venezia Giulia.* CNR-GNDCI.

PROGETTO A.V.I., (1998) - *Catalogo delle informazioni sulle località italiane colpite da frane e da inondazioni.* CNR-GNDCI. Pubbl. n.1799, Vol. I, pp. 404 e Vol. II, pp. 380.

REGIONE DEL FRIULI VENEZIA GIULIA (2009) - Assessorato ambiente territorio protezione civile - - Piano Regionale di Tutela delle Acque.

REGIONE DEL VENETO (1990) -Piano regionale di risanamento delle acque. Cartografie, Mondadori, Vicenza.

REGIONE DEL VENETO (2006) - Assessorato alle Politiche dell'Ambiente Segreteria Regionale Ambiente e Territorio Direzione Tutela Ambiente Servizio Tutela Acque - Piano di Tutela delle Acque.

Suolo e sottosuolo

AMATO A., BARNABA P.F., FINETTI I., GROPPI G., MARTINIS B. AND MUZZIN A., 1977 - Geodynamic outline and seismicity of Friuli-Venezia Giulia Region. Boll. Geof. Teor. Appl., v. 19, n. 72, pp. 217-256.

ANTONELLI R., BARBIERI G., DAL PIAZ G.V., DAL PRA A., DE ZANCHE V., GRANDESSO P., MIETTO P., SEDEA R. E ZANFERRARI A., 1990, Carta Geologica del Veneto scala 1:250000, Regione del Veneto, SELCA, Firenze.

ANTONELLI R., FRANCAVI V., PELLEGRINI M. & STEFANINI S. (1985) – Ricerche Idrogeologiche. In: Stato delle conoscenze sulla geologia della Pianura Padana. A cura di: Istituto di Geologia Paleontologia e Geografai Fisica, Univ. Di Torino, Torino, pp. 51-54.

ANTONIOLI F., AMOROSI A., CORREGGIARI A., DOGLIONI C. FONTANA A., FONTOLAN G., FURLANI S. & RUGGIERI SPADA G. (2009) - Relative sea-level rise and asymmetric subsidence in the northern Adriatic. Rendiconti online Soc. Geol. It., 9, pp. 5-8.

APAT (2007) - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 F° 128 "Venezia".

ARPA FVG (2006) - Rilevamento dello stato dei corpi idrici sotterranei della Regione Friuli Venezia Giulia.

ARPA FVG (2006) – Rilevamento dello stato dei corpi idrici sotterranei della Regione Friuli Venezia Giulia.

AUTORI VARI (CASTIGLIONI G.B. coord., CAVALIIN A. et alii) (1991): Carta Geomorfologica della Pianura Padana, scala 1:250.000. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., XLVI (1991), pp. 503-505.

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1995-1998) - Studio dei dissesti idrogeologici, dei fenomeni erosivi e del trasporto solido lungo le aste dei corsi d'acqua del bacino idrografico - I^ e II^ fase Zollet Ingegneria S.p.A. – GETAS PETROGEO s.r.l..

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1998b) - Fiume Piave – Studio storico e morfologico – secoli XIX e XX, M. Curtarello.

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (1999e) - Modello idrogeologico delle zone montane e di pianura dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento e Livenza. Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine, Università di Trieste.

AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE (2001a) – Bacino del Fiume Tagliamento – Adozione di misure di salvaguardia finalizzate alla definizione della portata di rispetto. Allegato alla Delibera n. 7 del Comitato Istituzionale, 22 pp.

BAGLIONI A. & TOFFOLETTO F. (1998) – Applicazione di metodologie geofisiche nello studio sedimentologico–stratigrafico del sottosuolo veneziano. Consiglio Nazionale delle Ricerche–Istituto per lo studio della Dinamica delle Grandi Masse, Venezia, Rapporto Tecnico 219.

BARNABA P.F., 1990 - Considerazioni geologiche sul sottosuolo e sulle risorse idrotermali della zona di Latisana-Foce del Tagliamento (Province di Udine e Venezia). Mem. Sci. Geol., v. 42, pp. 343-359.

BERLASSO G. E CUCCHI F., 1991 - Caratteristiche Geologiche e strutturali della Bassa Pianura Isontina (Friuli Venezia Giulia) Rend. Soc. Geol. It., v. 14, pp. 13-16.

BONDESAN A. & LEVORATO C. (2008) - I Geositi della provincia di Venezia - Provincia di Venezia e SIGEA.

BONDESAN A. & MENEGHEL M. (2004) - Geomorfologia della provincia di Venezia. Note illustrative della carta geomorfologica della provincia di Venezia. Esedra Editrice, Padova.

BONDESAN A. & VITTURI A. (2003) - Studio geoambientale del territorio provinciale di Venezia, parte centrale - Provincia di Venezia.

BONDESAN A. E MENEGHEL M. (a cura di), 2004. Geomorfologia della Provincia di Venezia. Essedra editrice.

BONDESAN A., CALDERONI G. & MOZZI P. (2002) – L'assetto geomorfologico della pianura veneta centro-orientale: stato delle conoscenze e nuovi dati. In: VAROTTO M. & ZUNICA M. (a cura di) – Scritti in ricordo di Giovanna Brunetta. Univ. degli Studi di Padova, Dip. di Geografia "Giuseppe Morandini", Padova, pp. 19-38.

BONDESAN A., CALDERONI G. & RIZZETTO F. (2003) – Geomorphologic evolution of the lower Piave river coastal plain during the Holocene. In: BIANCOTTI A. & MOTTA M. (a cua di) - Risposta dei processi geomorfologici alle variazioni ambientali. MURST, Atti del Convegno, Bologna 10-11 febbraio 2000, Glauco Brigati, Genova, pp.125-133.

BONDESAN A., MENEGHEL M., MIOLA A. & VALENTINI G. (2003) – Paleoenvironmental recostruction from LGM to historical time in the lower coastal plain of the Piave River. Preliminary pollen analysis on a 20 m core of lagoon and fluvial sediments. Il Quaternario, 16(bis), pp. 183-192.

BONDESAN A., MENEGHEL M., ROSSELLI R. & VITTURI A. (2004) - Carta geomorfologica della provincia di Venezia, scala 1:50.000 (con edizione digitale alla scala 1:20.000). LAC, Firenze.

BONDESAN A., PRIMON S., BASSAN V. & VITTURI A. (2008) - Le unità geologiche della provincia di Venezia. Provincia di Venezia e Università di Padova.

BRAMBATI A., CARBOGNIN L., QUAIA T., TEATINI P. & TOSI L. (2003) – The Lagoon of Venice: geological setting, evolution and land subsidence. Episodes, 26(3), pp. 264-268.

BRAMBATI A., CARULLI G.B., CUCCHI F., GIORGETTI F., LONGO SALVADOR G., MAROCCO R., ONOFRI R., STEFANINI S. E ULCIGRAI F., 1996 - Gli aspetti fisici del territorio regionale. Elementi e metodologie per gli strumenti di pianificazione. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Dir. della Pianificazione Territoriale, Studi e Ricerche per il Piano Territoriale Regionale Generale, Trieste, Rapporto Tecnico, 147 pp.

BRANBATI A. (1970) – Provenienza, trasporto e accumulo dei sedimenti recenti nelle Lagune di Marano e di Grado e nei litorali fra i fiumi Isonzo e Tagliamento. Mem. Soc. Geol. It., 9, pp. 281-389.

BRANBATI A., (1978) – Stato delle conoscenze dei litorali dell'Alto Adriatico e criterio di intervento per la loro difesa. Mem. Soc. Geol. It., 19, pp. 389-398.

C.N.R. - G.N.D.C.I., Autorità di Bacino dei Fiumi dell'Alto Adriatico, Consorzio di Bonifica Pedemontano Brenta, 2000. Salvaguardia del patrimonio idrico sotterraneo del Veneto: cause del depauperamento in atto e provvedimenti urgenti da adottare. Pubbl. 2063 C.N.R. - G.N.D.C.I.. Venezia.

C.N.R. - G.N.D.C.I., Regione del Veneto, 1993. Carta della vulnerabilità naturale con note illustrative.

C.N.R. - G.N.D.C.I., Regione del Veneto, Prov. Di Vicenza, ULSS n. 5, ULSS n. 19, 1993. Qualità delle acque sotterranee nella conoide del Brenta (Media ed Alta Pianura Veneta) – Tendenze evolutive, Relazione Generale. Vol. I, publ. n. 786. Venezia.

C.N.R., 1990 - Structural model of Italy. Scale 1.500 000, sheet 2. P. F. Geodinamica, S.E.L.C.A., Firenze.

CARBOGNIN L. & TOSI L. (2003). - Studio relativo ai fenomeni di intrusione salina e di subsidenza (ISES) sulla bassa provincia veneziana e padovana. CNR - ISDGM di Venezia, il Magistrato alle Acque – Consorzio Venezia Nuova,Venezia.

CARBOGNIN L., GATTO O., MOZZI G. BANBOLATI G. & RICCERI G. (1978) – Lo sfruttamento delle risorse idriche sotterranee e l'abbassamento del suolo di Venezia. Atti Con. Sui Problemi della subsidenza, Pisa, novembre.

CARBOGNIN L., GATTO P. & MOZZI G. (1981) – La riduzione altimetrica del territorio veneziano e le sue cause. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Rapporti e Studi, 8, pp. 55-83.

CARMINATI E., DOGLIONI C. & SCROCCA D. (2003) - Apennines subduction-related subsidence of Venice. Geophys. Res. Lett. 30, 13, 1717,doi:10.1029/2003GL017001.

CAROBENE L. & BRAMBATI A. (1977) – Analisi morfologica delle spiagge dell'Alto Adriatico tra i fiumi Brenta e Tagliamento. Boll. Soc. Geol. It., 96, pp. 1-39.

CARULLI G.B. (2007): Carta geologica del Friuli Venezia Giulia 1:150.000. Direzione centrale ambiente e lavori pubblici - servizio geologico.

CARULLI G.B., CAROBENE L., CAVALLIN A., MARTINIS B., ONOFRI R., CUCCHI F. E VAIA F., 1980 - Evoluzione strutturale PlioQuaternaria del Friuli e della Venezia Giulia. Contr. preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, Pubbl. n.356 del P. F. Geodinamica, pp. 488-545.

CASSANO E., ANELLI L., FICHERA R. E CAPPELLI V., 1986 - Pianura Padana, interpretazione integrata di dati geofisici e geologici. 73° Congr. Soc. Geol. It., 1986, Roma, 27 pp.

CASTALDINI D. & PANIZZA M. (1991) – Inventario delle faglie attive fra i fiumi Po e Piave e il Lago di Como (Italia settentrionale). Il Quaternario, 4(2), pp. 333-410.

CASTIGLIONI G.B. & FAVERO V. (1987) – Linee di costa antiche ai margini orientali della Laguna di Venezia e ai lati della foce attuale del Piave. Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti, Commissione di Studio dei Provvedimenti per la Conservazione e difesa della Laguna e della Città di Venezia., Rapporti e Studi, 10, pp. 17-30.

CASTIGLIONI G.B. & PELLEGRINI G.B. (2001) - Note illustrative della carta geomorfologica della Pianura Padana. Suppl. Geg. Fis. Din. Quat., IV, pp, 73-104.

CASTIGLIONI G.B. E PELLEGRINI G.B. (a cura di), 1997, Carta Geomorfologica della Pianura Padana, SELCA, Firenze.

CASTIGLIONI G.B., AJASSA R., BARONI C., BIANCOTTI A., BONDESAN A., BONDESAN M., BRANCUCCI G., CASTALDINI D., CASTELLACCIO E., CAVALIIN A., CORTEMIGLIA F., CORTEMIGLIA G.C., CREMASCHI M., DA ROLD O., ELMI C., FAVERO V., FERRI R., GANDINI F., GASPERI G., GIORGI G., MARCHETTI G., MARCHETTI M., MAROCCO R., MENEGHEL M., MOTTA M., NESCI O., OROMBELLI G., PARONUZZI P., PELLEGRINI G.B., PELLEGRINI L., RIGONI A., SOMMARUGA M., SORBINI L., TELLINI C., TURRINI M.C., VAIA F., VERCESI P.L., ZECCHI R. & ZORZIN R. (1997) - Carta Geomorfologica della Pianura Padana. 3 Fogli alla scala 1:250.000. SELCA, Firenze.

CASTIGLIONI G.B., AJASSA R., BARONI C., BIANCOTTI A., BONDESAN M., BRANCUCCI G., CASTALDINI D., CAVALIIN A., CORTEMIGLIA F., CREMASCHI M., DA ROLD O., ELMI C., FASANI D., FAVERO V., GASPERI G., GIORGI G., MARCHETTI G., MARCHETTI M., MENEGHEL, M., MOTTA M., NESCI O., OROMBELLI G., PARONUZZI P., PELLEGRINI G.B., PELLEGRINI L., TELLINI C., TONIELLO V., TURRINI M.C., ZECCHI R. & ZORZIN R. (1997) - Carta Altimetrica e dei movimenti verticali del suolo della Pianura Padana. 3 Fogli alla scala 1:250.000. SELCA, Firenze.

CAVALLIN A., CICIONI G., FLORIS B. & GIULIANO G. (1995) – Valutazione della pressione antropica e del carico potenziale sulle acque sotterranee della Pianura padana: aspetti metodologici e realizzativi. In: "Assetto fisico e problemi ambientali delle pianure italiane". Atti delle giornate di studio della Società Geografica Italiana, Roma 3-4-Giugno, 1993. Mem. Soc. Geog. It., LIII, pp. 73-116.

CAVALLIN A., DE AMICIS M., GIULIANO G. & MARI G.M. (1996) – Cartografie tematiche sugli aspetti della vulnerabilità naturali. In: Atti della Giornata di Studio: Cartografia della vulnerabilità degli acquiferi: dagli studi conoscitivi all'applicazione normativa. Quad. Ist. Ric. Acque, 99.

CAVALLIN A., LAUZI S., MARCHETTI M. & PADOVAN N. (1987) - Carta geomorfologica della pianura friulana ad est del F. Tagliamento e a sud dell'anfiteatro morenico. Atti della riunione dei ricercatori di geologia, 9, pp. 1-12, Carta, Milano.

CAVALIIN A., MARTINIS B., CAROBENE L. & CARULLI G.B. (1978) – Dati preliminari sulla neotettonica dei fogli 25 (Udine p.p.) e 40° (Gorizia). Contributo prelim. alla realiz. della Carta Neotettonica d'Italia, pubbl. 155 del P.F. Geodinamica.

CUCCHI F. (2003) – La carta della vulnerabilità intrinseca delle falde contenute nelle aree di pianura della provincia di Udine-Relazione tecnica generale. A Cura del Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali d Marine Università degli Studi di Trieste. Provincia di Udine, Area Ambiente. Udine.

CUCCHI F., GIORGETTI F., GEMITI F., MASSARI G., OBERTI S., (1998): Caratterizzazione geochimica delle falde acquifere della pianura friulana. Atti della Giornata Mondiale dell'Acqua "Acque Sotterranee: Risorsa Invisibile", Roma, 23 marzo 1832. (Pubbl. n°1955 del GNDCI, LR49), pp. 61-71. Pubbl. n°1832 del GNDCI, LR4.

CUCCHI F., MARINETTI E., MASSARI G., OBERTI S., PIANO C., ZINI L., (1999): Carta della vulnerabilità intrinseca della pianura friulana. Convegno Nazionale sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee per il III Millennio, Parma.

CUCCHI F., MASSARI G., OBERTI S. (1999): Il chimismo delle falde freatiche e artesiane della Pianura friulana. Quaderno del Museo Carsico Geologico e Paleontologico, pp. 3-20.

CUCCHI F., PIANO C., (2000): Studies for the realization of the hydrogeological map of Friuli-Venezia Giulia – Ipogea n°3, pp. 57-71.

DAL PRÀ A, ANTONELLI R., 1979. Indagini idrogeologiche sulle falde di subalveo di alcuni fiumi veneti e friulani. In "Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque", n. 34(11), C.N.R. Istituto di Ricerca sulle Acque. Roma.

DAL PRÀ A., 1984. Carta idrogeologica dell'alta pianura veneta, scala 1:100.000. C.N.R. – Ministero della Pubblica Istruzione, Grafiche Erredici, Padova.

DAL PRÀ A., BELLATI R., CON ANTONELLI R., COSTACURTA R., SBETTEGA G., 1977. Distribuzione dei materiali limoso argillosi nel sottosuolo della pianura veneta. In "Quaderni dell'istituto di Ricerca sulle Acque, 34(4)", C.N.R. Istituto di Ricerca sulle Acque, Roma.

DAL PRÀ A., BELLATI R., COSTACURTA R., SBETTEGA G., 1976. Distribuzione delle ghiaie nel sottosuolo della pianura veneta. In "Quaderni dell'istituto di Ricerca sulle Acque, 28(12)", C.N.R. Istituto di Ricerca sulle Acque, Roma.

DAL PRÀ A., FABBRI P., BORTOLETTO C., 1992. Il sistema idrogeologico artesiano ed il suo sfruttamento nell'area tra Treviso ed il Piave (media pianura veneta). In "Memorie Scienze Geologiche", vol. XLIV, pagg. 151-170, Società Cooperativa Tipografica, Padova.

DAL PRÀ A., FABBRI P., FERRONATO A., ZANGHERI P., 1993. Analisi di un episodio di inquinamento delle acque sotterranee da solventi clorurati nella pianura veneta. In "Memorie di Scienze Geologiche", vol. XLV, pagg. 115-123, Società Cooperativa Tipografica. Padova.

DAL PRA' A., GOBBO L., VITTURI A. & ZANGHERI P. (2000) – Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia. Provincia di Venezia, Settore Tutela e Valorizzazione del Territorio, Ufficio Difesa del Suolo, Grafiche Erredicì, Padova.

DAZZI R., GATTO G., MOZZI G., ZAMBON G. (1994) – Lo sfruttamento degli acquiferi artesiani di Venezia e suoi riflessi sulla situazione altimetrica del suolo. C.N.R. I.S.D.M. Venezia.

DAZZI R., GATTO G., MOZZI G., ZAMBON G., BORTOLI A., DELL'ANDREA E., MARTINI G., MENEGUS L., CONCHETTO E., GENOVESE M., 1998. Effetti negativi determinati dall'intrusione salina negli acquiferi artesiani sottostanti i litorali veneziani. G. N.D.C.I. Pubbl. n. 1898, Venezia.

DAZZI R., GATTO G., MOZZI G., ZAMBON G., GOVI M., RUSCONI A., BALDIN G., DE GIROLAMO R., FERLA M., CONCETTO E., MATTICCHIO B., Salvaguardia del patrimonio idrico sotterraneo del Veneto: cause del depauperamento in atto e provvedimenti urgenti da adottare, CNR-GNDCI, Relazione Generale 34 pp., Allegati 244 pp.

DAZZI R., GATTO G., MOZZI., ZAMBON G., CONCHETTO E., BORTOLI A., DELL'ANDREA E., MARTINI G. & MENEGUS L. (1999) – Controllo di eventuali danni ambientali determinati dagli emungimenti pratici nelle

aree di Cavaliino, Treporti, Punta Sabbioni e isola di Sant' Erasmo (Provincia di Venezia). Regione del Veneto – Segreteria Regionale per l'Ambiente, C.N.R. - G.N.D.C.I., Venezia.

DELLA VEDOVA B. E BRANCOLINI G., 2002 - Studio preliminare degli acquiferi profondi della Pianura Friulana. Rapporto Tecnico Scientifico, R.A.F.V.G. Direzione Regionale dell'Ambiente, Servizio Geologico, 51 pp. e tavole allegate.

DELLA VEDOVA B., MARSON I., NICOLICH R., BELLANI S., CALORE C., GRASSI S., SQUARCI P. E PERUSINI P., 1994 - Valutazione di dettaglio delle strutture profonde nella Bassa Pianura Friulana. Inventario delle risorse geotermiche nazionali, Rapporto Min. dell'Industria e dell'Artigianato, STAR, C.N.R. Pisa, 40 pp., 23 Figg., 2 Tav., 19 Tavole fuori testo.

DIPARTIMENTO DI SCIENZE GEOLOGICHE, AMBIENTALI E MARINE – La carta della vulnerabilità intrinseca delle falde contenute nelle aree di pianura della provincia di Udine (2003). UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE.

DONDI L. E D'ANDREA M.G., 1986 - La Pianura Padana e Veneta dall'Oligocene Superiore al Pleistocene. Giornale di Geologia,serie 3, v. 48, pp. 197-225.

FERLA M., CORDELLA M., MICHIELLI L., RUSCONI A. (2008): Analisi delle variazioni di lungo periodo del livello del mare dell'area nord adriatica e del regime di marea nelle lagune di Venezia e di Marano – Grado. L'acqua, 5/2008, pp. 65-76.

FONTANA A. (2006) - Evoluzione geomorfologica della bassa pianura friulana e sue relazioni con dinamiche insediative antiche. Monografie Museo Friulano Storia Naturale, 47, Udine, 288 pp., Allegata Carta geomorfologica della bassa pianura friulana, Scala 1:50.000.

FONTANA A., MOZZI P. & BONDESAN A. (2008) - Alluvial megafans in the Veneto-Friuli Plain: evidence of aggrading and erosive phases during Late Pleistocene and Holocene. Quaternary International, 189, 71-89. doi:10.1016/j.quaint.2007.08.044

FONTANA A., MOZZI P. & BONDESAN A. (2009) - Late Quaternary evolution of the Venetian-Friulian plain. Rendiconti online Soc. Geol. It., Vol. 9, 91-93.

FONTANA A., MOZZI P., BONDESAN A. (2004) - L'evoluzione geomorfologica della pianura veneto-friulana. In: Bondesan, A., Meneghel, M. (a cura di) - Geomorfologia della provincia di Venezia, Esedra, Padova, 113-136.

FRANCANI V. (1985) – Rapporto sullo stato delle conoscenze dell'inquinamento delle falde nella Pianura Padana. In: Stato delle conoscenze sulla geologia della Pianura Padana. A cura di: Istituto di Geologia Paleontologia e Geografai Fisica, Univ. Di Torino, Torino, pp. 9-19.

GARBELLINI A. & ZARGHERI P. (2001) - Indagine sulle acque sotterranee del Portogruarese (con "sintesi divulgativa"). Consorzio di Bonifica "Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento in collaborazione con la Provincia di Venezia.

GATTO P. (1980) – Il sottosuolo del litorale veneziano. C.N.R., Istituto per lo studio della Dinamica delle Grandi Masse, Venezia, Rapporto Tecnico 108.

GAZZI P., ZUFFA G.G., GANDOLFI G. & PAGANELLI L. (1973) – Provenienza e dispersione litoranea delle sabbie delle spiagge adriatiche fra le foci dell'Isonzo e del foglia; inquadramento regionale. Mem. Soc. Geol. It., 22, pp.1-37.

GIULIANO G. (1996) – La cartografia della vulnerabilità del sistema acquifero Padano e Veneto Friulano. In: Atti della Giornata di Studio: Cartografia della vulnerabilità degli acquiferi: dagli studi conoscitivi all'applicazione normativa. Quad. Ist. Ric. Acque, 99, ISSN 0390 6329.

GRUPPO DI LAVORO CPTI, 2004 – Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04). INGV, Bologna. http://emidius.mi.ingv.it/CPTI.

IRSA (1996) – Cartografia della vulnerabilità degli acquiferi: dagli studi conoscitivi all'applicazione normativa. Quad. Ist. Ric. Acque, 99, CNR, Roma.

ISPRA (in stampa) - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 F° 107 "Portogruaro".

JOBSTRAIBIZER P. & MALESANI P. (1973) – I sedimenti dei fiumi veneti. Mem. Soc. Geol. It., 12, pp. 411-452.

LEONARDI P., MORELLI C., NORINELLI A. & TRIBALTO G. (1973) – Sintesi geologica e geofisica riguardante l'area Venezia e zone limitrofe. Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia, 34, Roma.

LUTMAN A., PEZZETTA E., (2007): Sito Inquinato di Interesse Nazionale "Laguna di Grado e Marano": valutazione dell'origine antropica o naturale della presenza di ferro e manganese nelle acque sotterranee, ARPA FVG – Dipartimento Provinciale di Udine.

MARTINIS B. (1971) – Geologia generale e geomorfologia del Friuli-Venezia Giulia. Enc. Monografica del Friuli – Venezia Giulia. v.l. pp. 85-172, Udine.

MIOLA A., BONDESAN A., CORAIN L., FAVARETTO S., MOZZI P., PIOVAN S., SOSTIZZO I. (2006) - Wetlands in the Venetian Po Plain (north-eastern Italy) during the Last Glacial Maximum: vegetation, hydrology, sedimentary environments. Review of Paleobotany and Palynology 141, 53-81.

MONACHESI G. & STUCCHI M., 1998. DOM 4.1 an intensity database of damaging earthquake in the Italian area. Indirizzo internet: http://emidius.mi.ingv.it/DOM/home.html.

MOZZI P., BINI C., ZILOCCHI L., BECATTINI R. & MARIOTTI LIPPI M. (2003) – Stratigraphy, palaeopedology and palynology of late Pleistocene and Holocene deposits in the landward sector of the Lagoon of Venice (Italy), in relation to the Caranto level. Il Quaternario, 16(1bis), pp. 193-210.

NOVELLI G., (1990): Le risorgive del Friuli-Venezia Giulia un patrimonio da conoscere e da proteggere. Quaderni ETP, n.18.

PEZZETTA E., (2008): Sito Inquinato di Interesse Nazionale Laguna di Grado e Marano: determinazione dei valori di fondo di ferro e manganese nelle acque sotterranee- Relazione integrativa – settembre 2008, ARPA FVG – Dipartimento Provinciale di Udine.

PROVINCIA DI TREVISO – Assessorato alle politiche per l'ambiente – Settore Gestione del Territorio. 2003. Idrogeologia e carta freatimetrica della Provincia di Treviso.

PROVINCIA DI VENEZIA, Assessorato alla Protezione Civile – Ufficio Difesa del Suolo, Consorzio di Bonifica Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento, 2001. Indagine sulle acque sotterranee del Portogruarese. Grafiche Erredici, Padova.

PROVINCIA DI VENEZIA, Settore Tutela e Valorizzazione del Territorio – Ufficio Difesa del Suolo, AA.VV., 2000. Indagine Idrogeologica del Territorio Provinciale di Venezia, grafiche Erredici, Padova.

REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA – SERVIZIO GEOLOGICO – Archivio IFFI.

REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA (1990) – Studio sulla situazione altimetrica della zona compresa tra Latisana, Cervignano, Ronchi, Punta Sdobba, Grado, Porto Buso, Punta Tagliamento con la costruzione di nuovi capisaldi, 114p.

REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA, 1990 - Catasto regionale dei pozzi per acqua e delle perforazioni eseguite nelle alluvioni quaternarie e nei depositi sciolti del Friuli-Venezia Giulia. 6 volumi stratigrafie, 2 volumi cartografie, Dir. Regionale dell'Ambiente, Trieste.

REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA. DIREZIONE REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI (1981) – Primo rapporto della Commissione per l'esame della situazione idrogeologica del bacino del fiume Tagliamento. Capitolo 2.

REGIONE DEL VENETO (1989) - Carta geologica del Veneto, alla scala 1:250.000. S.E.L.C.A., Firenze.

RUSSO P. (1985) – Stato delle conoscenze sui movimenti verticali recenti del suolo nella Pianura Padana e nuovi orientamenti di ricerca. A cura di: Istituto di Geologia Paleontologia e Geografai Fisica, Univ. Di Torino, Torino, pp. 4-49.

SERANDREI BARBERO R., LEZZIERO A., ALBANI A. & ZOPPI U. (2001) – Depositi tardo-pleistocenici ed olocenici nel sottosuolo veneziano: paleoambienti e cronologia. Il Quaternario, 14(1), pp. 9-22.

SLEJKO D., CARULLI G.B., CARRARO F., CASTALDINI D., CAVALLIN A., DOGLIONI C., ILICETO V., NICOLICH R., REBEZ A., SEMENZA E., ZANFERRARI A. E ZANOLLA C., 1987 - Modello Sismotettonico dell'Italia Nord-Orientale. CNR- GNDT, U.R. 14 "Sismotettonica delle Alpi", 82 pp.

SLEJKO D., CARULLI G.B., NICOLICH R., REBEZ A., ZANFERRARI A., CAVALLIN A., DOGLIONI C., CARRARO F., CASTALDINI D., ILICETO V., SEMENZA E. AND ZANOLLA C., 1989 - Seismotectonics of the eastern Southern Alps : a review. Boll. Geof. Teor. Appl., v. 31, n. 122, pp. 109-136.

STEFANINI S. & CUCCHI F. (1977) – Le ghiaie nel sottosuolo della pianura veneta ad oriente del F.Piave. Quaderni IRSA, 28.

STEFANINI S. & CUCCHI F. (1978) – Gli acquiferi nel sottosuolo della pianura veneta fra i Fiumi Piave e Tagliamento. Quaderni IRSA, 34.

STEFANINI S. (1978) – La falda freatica nell'alta pianura friulana. Quaderni IRSA, 34.

STEFANINI S. E CUCCHI F., 1976 - Gli acquiferi nel sottosuolo della provincia di Gorizia (Friuli Venezia Giulia). Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque, Roma, v. 28 (13), P/342, pp. 351-366.

STEFANINI S. E CUCCHI F., 1977 - Gli acquiferi nel sottosuolo della provincia di Udine (Friuli-Venezia Giulia). Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque, Roma, v. 34 (6), P/368, pp. 131-147.

STEFANINI S. E CUCCHI F., 1977 - Le ghiaie nel sottosuolo della pianura veneta ad oriente del Piave. Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque, Roma, Roma, v. 34 (3), P/365, pp. 67-79.

STEFANINI S., 1980 - Il termalismo delle acque artesiane nelle lagune di Marano, di Grado e nelle aree adiacenti. Rassegna Tecnica del Friuli Venezia Giulia, XXXI, n. 5, gruppo IV, pp. 19-24.

STEFANINI S., CUCCHI F., (1977): Le ghiaie nel sottosuolo della Pianura veneta ad oriente del F. Piave - Quaderni IRSA, 34 (6), Roma, pp. 67-79.

STEFANINI S., CUCCHI F., (1978): Gli acquiferi nel sottosuolo della Pianura veneta fra i fiumi Piave e Tagliamento. Quaderni IRSA, 34 (12), Roma, pp. 278-299.

STEFANINI S., CUCCHI G. (1977) - Gli acquiferi nel sottosuolo della Provincia di Udine. Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque, p. 368. Consiglio Nazionale delle Ricerche.

STEFANINI S., GERDOL S. & STEFANELLI A. (1979) – Carta delle pericolosità naturali: Alluvioni, mareggiate, frane, valanghe, scala 1:100.000. In: Studio per la definizione dei pericoli naturali nella regione Friuli-Venezia Giulia, Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, 31p.

TOSI L. (1993) – Caratteristiche geotecniche del sottosuolo del litorale veneziano. Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, Venezia, Rapporto Tecnico 171.

TOSI L. (1994) – L'evoluzione paleoambientale tardo-quaternaria del litorale veneziano nelle attuali conoscenze. Il Quaternario, 7(2), pp. 589-596.

TOSI L., RIZZETTO F. BONARDI M., DONNICI S., SERANDREI BARBERO R. & TOFFOLETTO F. (2007) – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, foglio 128 "Venezia", alla scala 1:50.000.

VAI, G.B., VENTURINI, C., Carulli G.B. e Zanferrari A., 2002 - Alpi e Prealpi Carniche e Giulie (Friuli-Venezia Giulia). Guide Geologiche Regionali, Società Geologica Italiana, BE-MA Editrice, 389 pp.

VENTURINI S., 2002 - Il pozzo Cargnacco 1: un punto di taratura stratigrafica nella pianura friulana. Mem. Soc. Geol. It., v. 57, pp. 11-18.

VENZO G.A. & STEFANINI S. (1967) – Distribuzione dei carbonati nei sedimenti di spiaggia e marini dell'Adriatico settentrionale tra Venezia e Trieste. St. Trent. Sc. Nat., sez. A, 44(2), pp. 178-201.

ZANETTIN B. (1955) – Note illustrative della carta geologica delle Tre Venezie: "Venezia" ed "Adria". Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque – Sezione Geologica. Padova.

ZANFERRARI A., BOLLETTINARI G., CAROBENE L., CARTON A., CARULLI G.B., CASTALDINI D., CAVALLIN A., PANIZZA M., PELLEGRINI G.B., PIANETTI F. E SAURO U., 1982 - Evoluzione Neottetonica dell'Italia Nord-Orientale. Mem. Sci. Geol., v. 35, pp. 355-376.

ZEZZA F. (2009) - The sedimentary structure of Upper Pleistocene-Holocene deposits in Venice and its effect on the stability of the historic centre. Ren

Vegetazione, flora e fauna

AMATO, SEMENZATO,1994 - *Dati preliminari sulle comunità di uccelli nidificanti nei boschi planiziali del Veneto centro orientale (italia NE).*

BARBIERATO, 2006 - *La comunità di Uccelli di un ambiente agrario in Pr. di Venezia*

BONATO L., FRACASSO G., POLLO R., RICHARD J., SEMENZATO M., 2007 – *Atlante degli Anfibi e dei Rettili del Veneto.* Nuovadimensione, Ediciclo Editore, Portogruaro (VE).

BON M., PAOLUCCI P, MEZZAVILLA E, DE BATTISTI R., VERNIER E. (Eds.), 1995 - *Atlante dei Mammiferi del Veneto.* Società Veneta di Scienze Naturali – Lavori. Suppl. al n. 21.

BON M., CHERUBINI G., STIVAL E., 1998 - *Atlante degli uccelli nidificanti in provincia di Venezia: risultati preliminari* - Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia, 48 (suppl.): 49-53.

BLASI C., 1996 – *Il fitoclima d'Italia.* Giorn. Bot. Ital., 130(1): 166-176.

BOX J.D., 1992 – *Ecological considaretions in the environmental assesment of road proposal.* Highway and Trasportation april: pp. 16-22

BRUZZI, 1996- *Prevenzione e controllo dell'impatto ambientale. Criteri e metodi, tecnologie e processi, procedure e normative.* CLUEB.

BULGARINI F., CALVARIO E., FRATICELLI F., PETRETTI F., SARROCCO S., 1998 – *Libro rosso degli animali d'Italia. Vertebrati.* WWF Italia, Roma, 210 pp.

CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1992 - *Libro rosso delle piante d'Italia.* Ministero dell'Ambiente, WWF Italia, Società Botanica Italiana, Roma.

CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1997 - *Liste rosse regionali delle piante d'Italia.* WWF Italia, Società Botanica Italiana.

DANOVARO, 2001 - Recupero ambientale. Tecnologie, bioremediation e biotecnologie. UTET, Torino.

DINETTI M., 2000 – *Infrastrutture ecologiche, Manuale pratico per progettare e costruire le opere urbane ed extraurbane nel rispetto della conservazione della biodiversità.* Il Verde Editoriale, Milano.

DINETTI M., 2000 – *Infrastrutture ecologiche. Strade, autostrade e ferrovie, canali, elettrodotti, edifici, aree verdi, parchi e giardini.* Il Verde Editoriale, Milano.

EUROPEAN COMMISSION, 1994 - *Corine Land Cover Project* (*Carta della copertura del suolo, scala 1:100.000*). Office for Official Pubblications of EC, Tecnical Guide, EUR 12585 (nell'ambito del CORINE Programme: Sistema informativo per rilevamento, archiviazione, elaborazione e gestione dati territoriali).

EUROPEAN COMMISSION, 1999 - *Interpretation Manual of European Union Habitats.* Version EUR15/2. European Commission DG Environment, Nature protection, coastal zones and tourism. Brussels.

I.U.C.N., 1994 – *IUCN Red List Categories.* Gland, I.U.C.N. Species survival Commission.

LANZAVECCHIA S., 1981 – *Guida pratica alla Valutazione di Impatto Ambientale.* Doc. FAST

LAPINI L., DALL'ASTA A., RICHARD J., 1993 - *Atlante preliminare dell'erpetofauna della Regione Friuli-Venezia Giulia (Italia nord-orientale).*

LAPINI L. et al., 1995 - *Materiali per una teriofauna dell'Italia nord-orientale (Mammalia Friuli-Venezia Giulia).* Gortania – Atti del Museo Friulano di Storia Naturale, 17: 149/248.

MALCEVESKI S., s.d. – *Qualità ed Impatto ambientale.*

MALCEVSCHI S., BISOGNI L.B., GARIBOLDI A., 1996 – *Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale.* Il Verde Editoriale, Milano.

MARTELLI D. & PARODI R., 1992. - *Albanella minore,* Circus Pygargus. In: BRICHETTI P. *et al.* (eds.), *Fauna d'Italia.* XXIX. Aves. I. Ed. Calderini, pp. 541-550, Bologna.

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO - *Elenco Ufficiale delle Aree Naturali Protette.* 5° Aggiornamento, 2003.

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO – *Formulari Standard Natura 2000.* Direzione per la Protezione della Natura, Natura 2000 Data Form.

MULLER S., G. BERTHOUD, 1996 – *Fauna /Traffic safety.* Manual for Civil Engeneers. Dèpartment de gènie civil (LAVOC), Ecole Polytechnique de Lausanne, Lausanne.

PEDROTTI F., 1971-79 – *Censimento dei biotopi di rilevante interesse vegetazionale meritevoli di conservazione in Italia.* Soc. Bot. Ital., Camerino, 2 voll.

PEDROTTI F., 1988 – *La cartografia geobotanica in Italia*, in Pedrotti F. (ed.), "100 anni di ricerche botaniche in Italia", pp. 731-761.

PEDROTTI F., 1996 – *Suddivisioni botaniche dell'Italia.* Giorn. Bot. Ital., 130, 1: 214-225.

PERCO F., 1989. *La situazione del capriolo nel Friuli-Venezia Giulia fino al 1987.* Fauna, 1:93-111, Udine.

PIGNATTI S.,1979 – *I piani di vegetazione in Italia.* Giorn. Bot. Ital. 113: 411-428.

PIGNATTI S.,1982 – *Flora d'Italia.* Edagricole, Bologna, 3 voll.

PIGNATTI S., 1998 – I boschi d'Italia: sinecologia e biodiversità. UTET, Torino.

POLDINI L., 1991 – *Atlante corologico delle piante vascolari del Friuli–Venezia Giulia.* Regione Autonoma Friuli–Venezia Giulia, Direzione regionale delle foreste e dei parchi.

POLDINI L. E VIDALI M., 1995 – *Prospetto sistematico della vegetazione nel Friuli* – Venezia Giulia, in "*La vegetazione italiana*", Atti dei Convegni Lincei, 115: 155-174, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.

POLUNIN O., WALTERS M., 1987 – *Guida alle vegetazioni d'Europa.* Zanichelli.

REH W., A. SEITZ, 1990 – The Influnce of Land Use on the Genetic Structure of Population of Common Frog Rana temporaria. Biological Conservation 54: pp. 239-249

RICHARD J. & SEMENZATO M., 1992. *Nuovi rinvenimenti di* Bombina variegata *(Linnaeus, 1758) e* Lacerta (Z.) vivipara *Jacquin, 1787 nella Pianura Veneta.* Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Museo Civ. St. Nat., 132(15):181-191, Milano.

ROMANO B., 1999 – *Dalla continuità ambientale alle reti ecologiche.* Parchi, 27: 58-62.

ROMANO B., 2000 – *Continuità ambientale.* Andromeda editrice, Colledara (TE), 239 pp.

STOCH F., PARADISI S. & BUDA DANCEVICH M., 1992. *Carta ittica del Friuli-Venezia Giulia.* Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia, pp. 106-174.

TOMASELLI R., 1970 – *Note illustrative della carta della vegetazione naturale potenziale d'Italia.* Collana Verde Min. Agric. e For. 27: 1-63.

TOMASELLI R., BALDUZZI A. & FILIPELLO S., 1973 – *Carta bioclimatica d'Italia.* Collana Verde 33: 5-24. Minist. Agric. e For., Roma.

WILCOVE D.S., MC LELLAN C.H, DOBSON A.P., 1986 – *Habitat Fragmentation in the Temperate Zone.* In : M.E. Soulè (ed). Conservation Biology. Sinauer Associates Inc. Saunderland, Massachussets: pp. 237-256.

ZANETTI, 1984 - *Anfibi e Rettili della Provincia di Venezia.* Provincia di Venezia, Assessorato Agricoltura e Caccia. Tip. Commerciale. Venezia, 39 pag.

ZEH, 1997 - *Tecniche di ingegneria naturalistica.* Il Verde Editoriale, Milano.

Ecosistemi

AA. VV. , 2003 – *Pianificazione e reti ecologiche. PLANECO – Planning in ecological network.* Università di Camerino, Università de L'Aquila, Università di Chieti, Gangemi editore, 272 pp. + cartografie.

ANDREOTTI A., N. Baccetti, A. Perfetti, M. Besa, P. Genovesi, V. Guberti, 2001 – *Mammiferi ed Uccelli esotici in Italia: analisi del fenomeno, impatto sulla biodiversità e linee guida gestionali.* Quad. Cons. Natura, 2, Min. Ambiente – Ist. Naz. Fauna Selvatica.

ANPA, 2000 – *Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla biosfera.* Agenzia Nazionale Protezione Ambiente, CTN_CON, Roma, 167 pp.

BATTISTI C., 2004 – *Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica.* Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche agricole, ambientali e Protezione civile, pp. 248.

BETTINI, CANTER, ORTOLANO, 2000 - *Ecologia dell'impatto ambientale.* UTET, Torino.

BLASI C., CARRANZA M. L., FRONDONI R. & ROSATI L., 2000 – *Ecosystem classification and mapping: a proposal for Italian landscapes*. Applied Vegetation Science, 3: 233-242.

BLASI C., CARRANZA M. L., ERCOLE S., FRONDONI R. & DI MARZIO P., 2001 – *Classificazione gerarchica del territorio e definizione della qualità ambientale*. Documento IAED, 4: 31-50, Edizioni Papageno, Palermo.

BOITANI L., CORSI F., FALCUCCI A., MAIORANO L., MARZETTI I., MASI M., MONTEMAGGIORI A., OTTAVIANI D., REGGIANI G., RONDININI C., 2002. - *Rete Ecologica Nazionale. Un approccio alla conservazione dei vertebrati italiani*. Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo; Ministero dell'Ambiente, Direzione per la Conservazione della Natura; Istituto di Ecologia Applicata.

BOX J.D., 1992 – *Ecological considaretions in the environmental assesment of road proposal*. Highway and Trasportation april: pp. 16-22.

BRUUNER A., C. CELADA, P. ROSSI, senza data – *IBA Rete Natura 2000, La rete europea per la tutela della Biodiversità*. LIPU – Min. Ambiente e Tutela del Territorio.

BULLINI L., PIGNATTI S., VIRZO DE SANTO A., 1998 – *Ecologia generale*. UTET, Torino.

CUPERUS R., CANTERS K.J., A.A.G. PIEPERS, 1996 – *Ecological compensation of the impacts of a road. Preliminary method for the A50 road link (Eindhoven-Oss, The Netherlands)*. Ecological Engineering 7: pp 327-349.

INGEGNOLI V., PIGNATTI S., 1996 - *L'ecologia del paesaggio in Italia*. UTET, Torino.

MASSA R. & INGEGNOLI V. (ed.), 1999 – *Biodiversità, estinzione e conservazione*. UTET Libreria, Torino.

PEDROTTI F., GAFTA D., MARTINELLI M., PATELLA SCOLA A., BARBIERI F., 1997 – *Le unità ambientali del Parco Nazionale dello Stelvio*. Università di Camerino.

PERILLI F., 1999 – *I sistemi territoriali ambientali.* Parchi, 26: 36-44.

PIGNATTI S., 1994 – *Ecologia del paesaggio*. UTET, Torino.

PIGNATTI S., 1998 – *I boschi d'Italia: sinecologia e biodiversità*. UTET, Torino.

RIVAS-MARTÌNEZ S., 1976 – *Sinfitosociologia, una nueva metodologia para el estudio del paisaje vegetal.* Anal. Inst. Bot. Cavanilles, 33: 79-188.

WILCOVE D.S., MC LELLAN C.H, DOBSON A.P., 1986 – *Habitat Fragmentation in the Temperate Zone.* In : M.E. Soulè (ed). *Conservation Biology*. Sinauer Associates Inc. Saunderland, Massachussets: pp. 237-256.

WWF (World Wildlife Fund), 2000 – *The Global 200 Ecoregions. A User's guide*. Washington, D.C. USA, 32 pp.

Paesaggio

AA.VV., La pianura veneta e il Delta, Guide d'Italia, 4, Fabbri, Milano, 1987

CLEMENTI, A. (2007), Nuovi architetti per il paesaggio, Urbanistica Informazioni, n. 215, pp. 13-15

CLEMENTI A., DEMATTEIS G., PALERMO P.C. (a cura di), Le forme del territorio italiano. Ambienti insediativi e contesti locali, Laterza, Roma-Bari, 1996

CONVENZIONE EUROPEA DEL PAESAGGIO, Firenze 20 Ottobre 2000

FARINA, A. (2006), Il paesaggio cognitivo. Una nuova entità ecologica, Franco Angeli, Milano

MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITÀ CULTURALI (2005), La relazione paesaggistica. Finalità e contenuti, Gangemi Editore, Roma