

Terminal Alpi Adriatico S.r.l.

**Terminale Offshore di
Rigassificazione
di GNL e Condotta a Mare –
Golfo di Trieste**



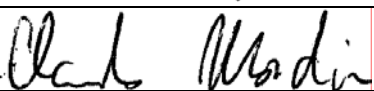

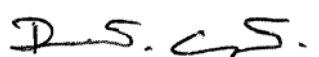
**Studio di Impatto
Ambientale
Sintesi non Tecnica**



Terminal Alpi Adriatico S.r.l.

**Terminale Offshore di
Rigassificazione
di GNL e Condotta a Mare –
Golfo di Trieste**

**Studio di Impatto
Ambientale
Sintesi non Tecnica**

Preparato da	Firma	Data
Andrea Sola		31 Gennaio 2006
Alessandra Cargioli		31 Gennaio 2006
Claudio Mordini		
Verificato da	Firma	Data
Paola Rentocchini		31 Gennaio 2006
Approvato da	Firma	Data
Roberto Carpaneto		31 Gennaio 2006

Rev.	Descrizione	Preparato da	Verificato da	Approvato da	Data
0	Emissione Finale	ALS/AC/CSM	PAR	RC	Gennaio 2006

**TERMINAL ALPI ADRIATICO S.R.L.
TERMINALE OFFSHORE DI RIGASSIFICAZIONE DI GNL ALPI ADRIATICO
GOLFO DI TRIESTE**

PREMESSA ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

INDICE

	<u>Pagina</u>
1 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	2
2 PRESENTAZIONE DEL GRUPPO ENDESA	3
2.1 GRUPPO E STRUTTURA DI ENDESA	3
2.1.1 Il Gruppo Endesa	3
2.1.2 La Struttura di Endesa	3
2.1.3 La Struttura Societaria di Endesa Italia	4
2.2 IMPIANTI DI ENDESA IN ITALIA	4
2.3 ESPERIENZA DI ENDESA NEL SETTORE DEL GNL	5
2.3.1 Impianti in Fase di Realizzazione	6
2.3.2 Impianti in Fase di Progetto	7
3 ORGANIZZAZIONE E STRUTTURA DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	8

Si noti che nel presente documento i valori numerici sono stati riportati utilizzando la seguente convenzione:

separatore delle migliaia = virgola (,)
separatore decimale = punto (.)

1 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Il Gruppo Endesa, uno dei principali operatori energetici mondiali, attraverso la sua filiale Endesa Europa, ha costituito la Società Terminal Alpi Adriatico S.r.l. per realizzare un terminale marino di ricevimento e rigassificazione di GNL (Gas Naturale Liquefatto) nel Golfo di Trieste, nel Mar Adriatico settentrionale. Il Terminale sarà ubicato circa 13 km a Ovest della città di Trieste ad una profondità del mare di 24 metri circa.

L'impianto, che sarà realizzato per garantire una capacità di movimentazione di 8 miliardi di Sm³/anno di gas, prevede la realizzazione di:

- un **Terminale marino**, che consente di svolgere le seguenti attività:
 - accosto e ormeggio delle metaniere che trasportano il GNL,
 - stoccaggio del GNL in idonei serbatoi ubicati all'interno della struttura del terminale,
 - rigassificazione del GNL;
- un **metanodotto di collegamento con la rete nazionale**, costituito da:
 - una condotta sottomarina della lunghezza di circa 12 km, dal Terminale alla costa. Il punto di spiaggiamento è situato in una zona intermedia tra la Foce dell'Isonzo e le Bocche di Primero, in Comune di Grado (GO),
 - una condotta a terra della lunghezza di circa 19 km, dallo spiaggiamento fino al punto di immissione nella rete, individuato presso l'esistente stazione Snam Rete Gas presso Villesse (GO).

In prossimità del punto di spiaggiamento della condotta è prevista la localizzazione della stazione di misura fiscale del gas.

Il presente documento costituisce la premessa ai due **Studi di Impatto Ambientale (SIA)** che sono stati predisposti e che sono relativi a:

- Terminale offshore e condotta a mare (Documenti D'Appolonia S.p.A. No. 04-582-H1, 04-582-H2, 04-582-H3 e 04-582-H4, Gennaio 2006) ;
- metanodotto di collegamento con la rete nazionale (Documenti D'Appolonia S.p.A. No. 04-582-H5 e 04-582-H6, Gennaio 2006).

L'organizzazione degli Studi di Impatto Ambientale è descritta nel Capitolo 3 della presente premessa.

2 PRESENTAZIONE DEL GRUPPO ENDESA

2.1 GRUPPO E STRUTTURA DI ENDESA

2.1.1 Il Gruppo Endesa

Il Gruppo Endesa è leader nel settore elettrico in Spagna e il primo operatore multinazionale privato in America Latina. È inoltre uno dei principali operatori nella regione del Mediterraneo, particolarmente in Italia.

Opera nel segmento della produzione e distribuzione dell'energia elettrica e ha consolidato negli anni la propria presenza nella produzione da fonti rinnovabili di energia.

Endesa, inoltre, diversifica le proprie attività con una crescente presenza nel settore del gas naturale in Spagna e Portogallo.

Genera, trasporta e vende energia elettrica, gestendo le attività correlate in 13 paesi in 3 continenti. E' il principale operatore in Spagna, Cile, Argentina, Colombia e Perù e ha una forte presenza in Brasile, Italia, Francia, Portogallo e nella Repubblica Dominicana.

Attraverso le società del Gruppo ha una potenza installata di 46,439 MW e, nel corso del 2004, ha generato potenza per 184,951 GWh. Sempre nel 2004 ha venduto 192,519 GWh a oltre 22 milioni di clienti.

2.1.2 La Struttura di Endesa

Il Gruppo è strutturato secondo uno schema coerente con le diverse attività di business gestito in modo da poter operare agilmente sui mercati presidiati e di poter fronteggiare prontamente le esigenze dei propri clienti a livello territoriale.

La struttura di Endesa si articola in tre grandi poli di attività:

- **Dirección General España y Portugal** che gestisce gli asset energetici ubicati in questi paesi per far fronte alla nuova realtà del mercato iberico integrato;
- **Dirección General Europa** che gestisce il mercato italiano, francese e maghrebino;
- **Dirección General America Latina** per la gestione del settore elettrico in America Latina.

2.1.3 La Struttura Societaria di Endesa Italia

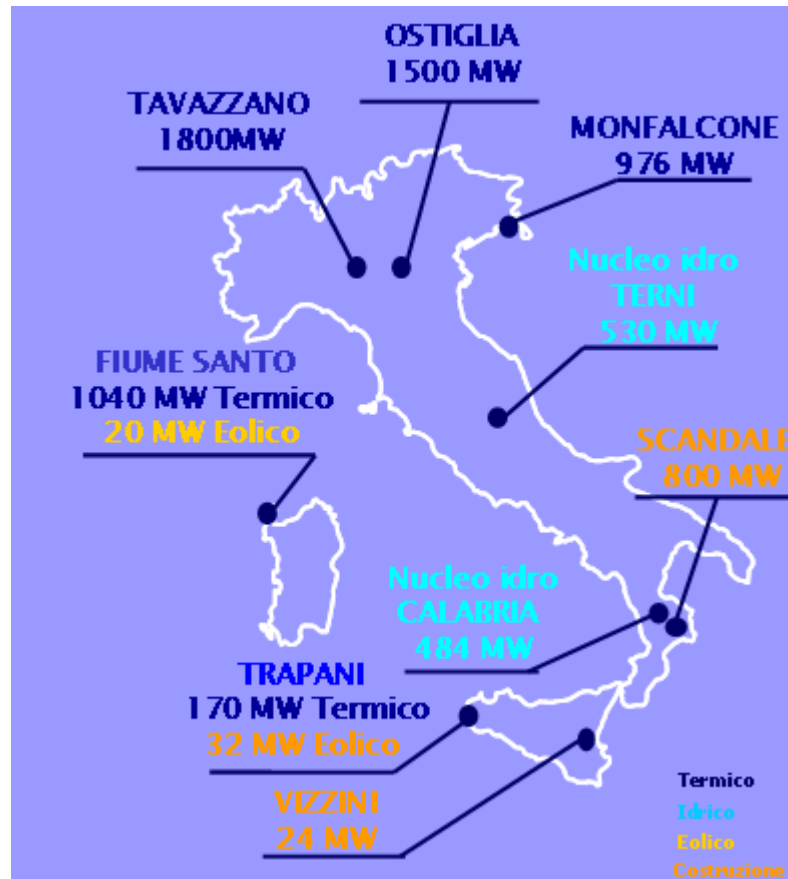
Il Gruppo è articolato nelle seguenti società:

- **Endesa Italia S.p.A.**, controllata da Endesa Europa per l'80% e dal partner industriale ASM Brescia per il rimanente 20%. Opera nel settore della generazione di energia elettrica e dispone di 5 siti termoelettrici, 2 nuclei idroelettrici e 1 parco eolico per una potenza complessiva installata pari a 6.360 MW;
- **Endesa Italia Power & Fuel srl**, interamente controllata da Endesa Italia SpA: opera nella commercializzazione di energia elettrica e altri prodotti energetici nonché all'erogazione di servizi correlati; la società ha iniziato a operare dal 1 novembre 2002 attraverso la vendita di energia elettrica a clienti idonei (clienti industriali, aziende municipalizzate e traders);
- **Idas srl** interamente controllata da Endesa Italia SpA: opera nel settore delle energie rinnovabili ed è stata acquisita il 24 Dicembre 2004;
- **Florinas srl**, acquisita il 12 Luglio 2004 e controllata da Endesa Italia SpA: opera nel settore delle energie rinnovabili.

2.2 IMPIANTI DI ENDESA IN ITALIA

Gli asset produttivi comprendono cinque centrali termoelettriche alimentate ad olio combustibile, carbone e gas, collocate a Tavazzano Montanaso (Lodi), Ostiglia (Mantova), Monfalcone (Gorizia), Sassari/Porto Torres e Trapani e due nuclei idroelettrici, con sede rispettivamente a Terni e a Catanzaro. Completa il parco impianti il Parco eolico di Florinas ubicato in Provincia di Sassari.

L'ubicazione degli impianti realizzati e di quelli attualmente in fase di realizzazione è riportata nella figura seguente.



Con 6,360 MW di capacità installata, di cui il 16% idroelettrica, il 25% a ciclo combinato, il 15% a carbone e il 43% a olio e gas, Endesa Italia è oggi il terzo operatore elettrico nazionale.

E' obiettivo dichiarato dalla società potenziare e rinnovare il settore termoelettrico, per raggiungere nei prossimi anni una potenza installata in ciclo combinato di circa 5,000 MW.

2.3 ESPERIENZA DI ENDESA NEL SETTORE DEL GNL

Endesa dispone attualmente di partecipazioni nel 50% degli impianti di rigassificazione di GNL che si trovano in Spagna, paese leader in Europa per quanto riguarda tale tipologia di impianti.

In Spagna esistono attualmente quattro impianti di rigassificazione installati ed operativi, due impianti di rigassificazione in costruzione e due impianti di rigassificazione in fase di progetto (si veda la figura seguente).



2.3.1 Impianti in Fase di Realizzazione

Gli impianti di rigassificazione in fase di realizzazione sono localizzati a Mugardos (Galizia) e Sagunto (Valencia).

L'impianto di Mugardos è situato in prossimità dell'estuario di Ferrol e conterà su due serbatoi di 150,000 m³ ed avrà una capacità di rigassificazione di 415,000 Nm³/h. E' previsto che il terminale sia operativo alla fine di 2006.

ENDESA possiede il 21% della società promotrice di quest'impianto.

L'impianto di Sagunto è situato nel porto industriale di Sagunto (Valencia). L'impianto conterà su due serbatoi di 150,000 m³ ed avrà una capacità di rigassificazione di 750,000 Nm³/h. E' previsto che il terminale sia operativo nel 2006.

ENDESA possiede il 20% della società promotrice di quest'impianto.

2.3.2 Impianti in Fase di Progetto

Attualmente sono in fase di progetto due impianti di rigassificazione di GNL nelle Isole Canarie. Gli impianti sono ubicati in Aringa (Gran Canaria), e Granadilla (Tenerife). Entrambi gli impianti hanno identica configurazione, disponendo entrambe in una prima fase di un serbatoio di 150,000 m³ ed una capacità di rigassificazione di 150,000 Nm³/h.

ENDESA è proprietaria del 45% dell'impresa promotrice di entrambi gli impianti.

3 ORGANIZZAZIONE E STRUTTURA DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Lo Studio di Impatto Ambientale (SIA) del progetto è strutturato nei seguenti documenti:

- **Studio di Impatto Ambientale (SIA) del Terminale Offshore per la rigassificazione di GNL Alpi Adriatico e condotta a mare**, costituito dai documenti:
 - Quadro di Riferimento Programmatico,
 - Quadro di Riferimento Progettuale,
 - Quadro di Riferimento Ambientale;
- **Studio di Impatto Ambientale (SIA) del metanodotto di collegamento con la rete nazionale**, suddiviso nelle seguenti sezioni:
 - Quadro di Riferimento Programmatico (Sezione A),
 - Quadro di Riferimento Progettuale (Sezione B),
 - Quadro di Riferimento Ambientale (Sezione C).

Per ciascuno dei due SIA sono state inoltre realizzate le rispettive **Sintesi non Tecniche**, che riassumono brevemente e sinteticamente tutte le informazioni contenute nei quadri precedenti e destinate alla più agevole informazione del pubblico.

INDICE

	<u>Pagina</u>
ELENCO DELLE FIGURE	III
1 INTRODUZIONE	1
2 CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO	3
2.1 NATURA DEI SERVIZI OFFERTI	3
2.2 LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO	4
2.3 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	4
2.4 CARATTERISTICHE DEL GNL IMPORTATO	5
3 SINTESI DELLE RELAZIONI TRA IL PROGETTO E GLI STRUMENTI DI PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E SETTORIALE	6
3.1.1 Pianificazione di Bacino	7
3.1.2 Sistema delle Aree Protette	8
3.1.3 Beni Culturali, Paesistici e Ambientali	9
3.1.4 Piano Regolatore Generale del Comune di Grado	10
4 SINTESI DEI PRINCIPALI ASPETTI PROGETTUALI	11
4.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	11
4.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	11
4.2.1 Terminale GNL	11
4.2.2 Condotta di Collegamento alla Cabina di Misura Onshore	14
4.3 ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE DEL TERMINALE	17
4.4 ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE DEL PUNTO DI SPIAGGIAMENTO DELLA CONDOTTA OFFSHORE	18
4.5 TEMPI E FASI DEL PROGETTO	19
4.6 FLUSSI IN INGRESSO ED IN USCITA DAL TERMINALE	19
4.7 PROVVEDIMENTI PROGETTUALI PER LA MITIGAZIONE DELL'IMPATTO DELL'INTERVENTO	19
4.7.1 Misure di Ottimizzazione dell'Inserimento nel Territorio e nell'Ambiente	20
4.7.2 Misure di Compensazione degli Impatti	20
5 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA AMBIENTALE DI RIFERIMENTO	21
5.1 ATMOSFERA	21
5.1.1 Condizioni Meteorologiche	21
5.1.2 Caratteristiche di Qualità dell'Aria	24
5.2 AMBIENTE MARINO E COSTIERO	25
5.2.1 Ambiente Costiero	25
5.2.2 Qualità delle Acque Costiere	27
5.3 SUOLO E SOTTOSUOLO	28
5.3.1 Inquadramento Geo-Strutturale	28
5.3.2 Inquadramento Stratigrafico	29
5.3.3 Batimetria e Morfologia dei Fondali	29

INDICE
(Continuazione)

	<u>Pagina</u>	
5.3.4	Inquadramento Sismo-Tettonico	30
5.3.5	Qualità dei Sedimenti Marini	30
5.4	ECOSISTEMI NATURALI E PAESAGGIO	31
5.4.1	Ambiti di Particolare Interesse Naturalistico	31
5.4.2	Sistemi Naturalistici e Vincoli Territoriali	31
5.5	ASPETTI SOCIO - ECONOMICI	32
5.5.1	Aspetti Demografici	32
5.5.2	Economia	32
5.5.3	Traffici Marittimi	33
6	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI	35
6.1	ATMOSFERA	35
6.1.1	Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissioni di Inquinanti Gassosi in Fase di Cantiere	35
6.1.2	Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissioni di Polveri da Attività di Cantiere	36
6.1.3	Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissioni di Inquinanti da Traffico Marittimo (Fase di Esercizio)	37
6.1.4	Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissioni da Combustione del Gas Naturale (Fase di Esercizio)	38
6.2	AMBIENTE MARINO E COSTIERO	39
6.2.1	Prelievi e Scarichi per Usi Civili (Fase di Cantiere) e per il Collaudo della Condotta (Fase di Commissioning)	39
6.2.2	Risospensione di Sedimenti del Fondale (Fase di Cantiere)	40
6.2.3	Prelievi e Scarichi Idrici per Usi Civili e Industriali (Fase di Esercizio)	41
6.2.4	Impatto Termico delle Acque di Gassificazione (Fase di Esercizio)	41
6.2.5	Moto Ondoso e Correnti	43
6.3	SUOLO E SOTTOSUOLO	43
6.3.1	Variazioni delle Caratteristiche di Qualità di Suolo e Sedimenti (Fase di Cantiere e Fase di Esercizio)	43
6.3.2	Occupazione di Suolo e Variazione della Morfologia (Fase di Cantiere e Fase di Esercizio)	44
6.3.3	Produzione di Rifiuti (Fase di Cantiere e Fase di Esercizio)	44
6.4	ECOSISTEMI NATURALI E PAESAGGIO	45
6.4.1	Impatto per Consumi di Habitat dovuti all'Occupazione di Suolo (Fase di Cantiere e Fase di Esercizio)	45
6.4.2	Danni/Disturbi a Flora, Fauna ed Ecosistemi Marini per Scarico di Acque Fredde ad opera del Terminale GNL	45
6.4.3	Impatto Percettivo Connesso alla Presenza di Nuove Strutture (Fase di Esercizio)	46
6.5	ASPETTI SOCIO – ECONOMICI	47
6.5.1	Interferenze con il Traffico Marittimo (Fase di Cantiere e Fase di Esercizio)	47
6.5.2	Impatto connesso alla Richiesta di Servizi per Manodopera e per Soddisfacimento Necessità Personale Coinvolto (Fase di Cantiere e Fase di Esercizio)	48

**INDICE
(Continuazione)**

	<u>Pagina</u>
6.5.3 Impatto connesso alla Realizzazione di un Nuovo Terminale per l'Importazione di Gas Naturale	48

RIFERIMENTI

FIGURE

ELENCO DELLE FIGURE

<u>Figura No.</u>	<u>Titolo</u>
1.1	Inquadramento a Scala Vasta
1.2	Carta Nautica
3.1	Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale
3.2	Ubicazione delle Aree Protette
3.3	Estratto dal PRG del Comune di Grado, Azzonamento delle Aree Protette
4.1	Terminale GNL, Planimetria
4.2	Terminale GNL, Sezioni
4.3	Alternative Progettuali, Localizzazione del Terminale
4.4	Alternative Progettuali, Condotta Off-Shore e Punto di Spiaggiamento
4.5	Flussi in Ingresso e in Uscita dal Terminale
5.1	Atlante delle Spiagge e Batimetria dei Fondali
5.2	Propagazione del Moto Ondoso nel Golfo di Trieste, Onda con Periodo di Ritorno $T = 100$ anni
5.3	Geomorfologia del Golfo di Trieste
5.4	Documentazione Fotografica, Golfo di Trieste
5.5	Flussi di Traffico Marittimo e Localizzazione Porti Commerciali e Turistici
6.1	Analisi di Dispersione di Inquinanti, Inviluppo delle Concentrazioni Medie Annuie di NO_x in Atmosfera a Livello del Suolo
6.2	Analisi di Dispersione di Inquinanti, Inviluppo delle Concentrazioni Massime Orarie di NO_x in Atmosfera a Livello del Suolo
6.3	Scarico Termico, Valutazione dell'Impatto nell'Ambiente Marino, Correnti Provenienti da 60° Nord
6.4	Scarico Termico, Valutazione dell'Impatto nell'Ambiente Marino, Correnti Provenienti da Nord

**ELENCO DELLE FIGURE
(Continuazione)**

<u>Figura No.</u>	<u>Titolo</u>
6.5	Scarico Termico, Valutazione dell'Impatto nell'Ambiente Marino, Correnti Provenienti da Sud
6.6	Fotoinserimento del Terminale GNL Alpi Adriatico, Vista da Località Muggia
6.7	Fotoinserimento del Terminale GNL Alpi Adriatico, Vista da Punto di Spiaggiamento

**RAPPORTO
SINTESI NON TECNICA DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
TERMINALE DI RIGASSIFICAZIONE DI GNL ALPI ADRIATICO
E CONDOTTA A MARE**

1 INTRODUZIONE

Il gruppo Endesa, uno dei principali operatori energetici mondiali, attraverso la sua filiale Endesa Europa ha costituito la Società Terminal Alpi Adriatico S.r.l. per realizzare un terminale marino di ricevimento e rigassificazione di GNL (Gas Naturale Liquefatto) nel Golfo di Trieste, nel Mar Adriatico settentrionale. Il Terminale sarà ubicato circa 13 km a Ovest della città di Trieste ad una profondità del mare di 24 metri circa (si vedano le Figure 1.1 e 1.2).

L'impianto, che sarà realizzato per garantire una capacità di movimentazione di 8 miliardi di Sm³/anno di gas, prevede la realizzazione di:

- un Terminale marino, che consente di svolgere le seguenti attività:
 - accosto e ormeggio delle metaniere che trasportano il GNL,
 - stoccaggio del GNL in idonei serbatoi ubicati all'interno della struttura del terminale,
 - rigassificazione del GNL,
- un metanodotto di collegamento con la rete nazionale, costituito da:
 - una condotta sottomarina della lunghezza di circa 12 km, dal Terminale alla costa. Il punto di spiaggiamento è situato in una zona intermedia tra la Foce dell'Isonzo e le Bocche di Primero, in Comune di Grado (GO),
 - una condotta a terra della lunghezza di circa 19 km, dallo spiaggiamento fino al punto di immissione nella rete, individuato presso l'esistente stazione Snam Rete Gas presso Villesse (GO).

In prossimità del punto di spiaggiamento della condotta è prevista la localizzazione della stazione di misura fiscale del gas.

Oggetto del presente documento, che costituisce la **Sintesi non Tecnica** dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) che è stata predisposta, sono:

- il Terminale marino;
- il metanodotto di collegamento con la rete nazionale, dal Terminale alla stazione di misura fiscale del gas (considerata la localizzazione di quest'ultima, a circa 100 m dalla costa, il tratto in esame coincide sostanzialmente con la condotta offshore).

La presente Sintesi non Tecnica, destinata all'informazione al pubblico ed elaborata in accordo a quanto previsto dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 Dicembre 1988 *“Norme Tecniche per la Redazione degli Studi di Impatto Ambientale e la Formulazione del Giudizio di Compatibilità di cui all'Articolo 6 della Legge 8 Luglio 1986, No. 349, adottate ai Sensi dell'Articolo 3 del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 Agosto 1988, No. 377”*, si articola secondo il seguente schema:

- il Capitolo 2 illustra le caratteristiche generali del progetto;
- il Capitolo 3 riporta una sintesi delle relazioni tra il progetto e gli strumenti di programmazione e pianificazione territoriale e settoriale, con particolare riferimento a:
 - pianificazione di bacino,
 - sistema delle aree protette,
 - beni culturali, paesistici e ambientali,
 - Piano Regolatore Generale del Comune di Grado;
- il Capitolo 4 riporta una sintesi dei principali aspetti progettuali ed una descrizione delle alternative considerate nella scelta di localizzazione del terminale e della condotta a mare; sono inoltre descritti i provvedimenti progettuali per la mitigazione e la compensazione dell'impatto dell'intervento;
- il Capitolo 5 descrive il sistema ambientale ante operam, con riferimento alle seguenti componenti:
 - atmosfera,
 - ambiente marino e costiero,
 - suolo e sottosuolo,
 - ecosistemi naturali,
 - paesaggio,
 - aspetti socio – economici;
- il Capitolo 6 presenta la stima degli impatti valutata sulle diversi componenti ambientali considerate.

2 CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO

2.1 NATURA DEI SERVIZI OFFERTI

Il progetto del Terminale Alpi Adriatico prevede la realizzazione di un terminale marino di ricevimento e rigassificazione di GNL (Gas naturale liquefatto a temperatura di -162°C) che Endesa intende costruire nel Golfo di Trieste, al largo di Monfalcone a circa 10 km dalla costa.

Il GNL dopo essere stato riportato in fase gassosa verrà inviato alla rete nazionale di metanodotti.

Le opere a progetto devono garantire le seguenti attività:

- accosto e ormeggio delle navi metaniere;
- scarico delle navi metaniere e invio del GNL ai serbatoi di stoccaggio;
- stoccaggio del GNL;
- rigassificazione;
- invio del gas naturale alla rete.

Il terminale comprenderà una struttura in cemento armato costruita mediante la tecnologia GBS (Gravity Base Structure). Sulla sua sommità alloggeranno le apparecchiature richieste per la pressurizzazione, vaporizzazione, condizionamento del gas naturale, ormeggio e scarico delle metaniere, nonché i servizi ausiliari necessari per il funzionamento degli impianti e i servizi dedicati al personale operativo e di controllo.

La struttura in calcestruzzo sarà inoltre utilizzata per il contenimento dei serbatoi di stoccaggio del GNL.

Completerà l'opera il metanodotto sottomarino di circa 12 km fino al punto di spiaggiamento in Comune di Grado e il metanodotto a terra di circa 19 km fino al punto di immissione nella Rete Nazionale in prossimità di Villesse.

Con questo terminale si potranno importare in Italia circa 8 miliardi di Sm^3/anno (GSm^3/anno) di gas.

Il presente progetto si inserisce nell'ambizioso programma industriale di repowering che Endesa Italia sta portando avanti con la modifica delle sue centrali, dove la maggior parte della potenza installata funzionante ad olio combustibile è in corso di

conversione in impianti a ciclo combinato facendo fronte all'incremento del consumo in metano previsto a circa 6 GSm³ nell'anno 2010.

2.2 LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

L'ubicazione del terminale è prevista nel Mar Adriatico, ai largo delle coste della Regione Friuli Venezia Giulia, nel Golfo di Trieste (Figura 1.1).

La localizzazione di progetto del terminale è individuabile nel punto di coordinate:

- Latitudine: 45° 36' 52"
- Longitudine: 13° 34' 06"

Il Terminale sarà quindi ubicato in prossimità delle acque internazionali slovene, da cui dista circa 1 km.

L'area di localizzazione prescelta soddisfa i seguenti requisiti:

- non risultano vincoli di concessioni preesistenti o quant'altro;
- le condizioni del fondo marino sono adeguate;
- le condizioni meteo marine risultano adeguate;
- la distanza dalla costa del terminale minimizza l'impatto visivo;
- la distanza dalla costa ottimizza le condizioni di sicurezza;
- la profondità del mare (circa 24 m) è adeguata per la manovra delle navi, senza richiedere opere di dragaggio sul fondo marino, evitando così possibili impatti naturalistici nell'area.

2.3 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Il terminale è stato progettato per:

- trattare una varietà di GNL di differente provenienza;
- spedire gas naturale ad alta pressione (GNL vaporizzato) al metanodotto in accordo alle specifiche richieste;
- recuperare il gas evaporato (boil-off gas);

- scaricare GNL con il ritorno dei vapori di gas naturale alla nave metaniera;
- mantenere le linee di scarico fredde mediante ricircolo del GNL dai serbatoi di stoccaggio. Il terminale sarà equipaggiato di quanto necessario per la sicurezza e la salvaguardia ambientale in accordo alle leggi e agli standard applicabili e sarà realizzato utilizzando tecnologie sperimentate. Le infrastrutture ed apparecchiature installate saranno di elevata qualità e affidabilità.

2.4 CARATTERISTICHE DEL GNL IMPORTATO

Le caratteristiche chimico-fisiche del GNL che verrà presumibilmente importato sono riportate nella tabella sottostante (Saipem-Vinci, 2006a).

Componente	UdM	Valore		
		Pesante	Leggero	Normale
Metano	%	86.98	90.60	89.56
Etano	%	9.14	8.00	6.25
Propano	%	2.41	0.42	2.19
i-Butano	%	0.65	0.01	0.41
n-Butano	%	0.65	0.01	0.66
i-Pentano	%	0.02	0.01	0.03
n- Pentano	%	0.02	0.00	0.01
Azoto	%	0.13	0.95	0.89
Wobbe	Kcal/Sm ³	12,744	12,286	12,479

3 SINTESI DELLE RELAZIONI TRA IL PROGETTO E GLI STRUMENTI DI PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E SETTORIALE

Nell'ambito del Quadro di Riferimento Programmatico dello Studio di Impatto Ambientale si è proceduto ad analizzare gli strumenti pianificatori di settore e territoriali, nei quali sono inquadrabili il Terminale GNL e la condotta a mare, allo scopo di individuare le possibili relazioni e gli eventuali rapporti di coerenza intercorrenti tra la realizzazione della pipeline di collegamento e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale.

In sintesi, si è proceduto all'esame dei principali documenti di carattere nazionale (o sovraregionale), regionale e locale con riferimento ai settori indicati nel seguito:

- settore energetico:
 - Piano Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile,
 - piani nazionali sul contenimento delle emissioni,
 - politica energetica nazionale e regionale,
 - normativa relativa alla liberalizzazione dei settori energetici;
- trasporti:
 - Piano Generale dei Trasporti e della Logistica,
 - Piano Regionale Integrato dei Trasporti;
- rifiuti:
 - Piano Regionale dei Rifiuti,
 - Programma Provinciale di attuazione del Piano Regionale di gestione dei Rifiuti della Provincia di Gorizia;
- pianificazione di bacino:
 - normativa nazionale e regionale di riferimento,
 - Progetto di Piano Stralcio di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione;
- salvaguardia e risanamento ambientale:
 - Piano d'Azione per il Contenimento e la Prevenzione degli Episodi Acuti di Inquinamento Atmosferico,
 - Piano Generale di Risanamento delle Acque della Regione Friuli Venezia Giulia,
 - normativa nel settore della pesca;
- protezione del paesaggio e aree vincolate:

- sistema delle aree protette terrestri e marine,
- aree vincolate ai sensi del D.Lgs 42/04;
- pianificazione territoriale e socio-economica:
 - Piano Regionale di Sviluppo 2004-2006,
 - Piano Urbanistico Regionale Generale (PURG),
 - Piano Territoriale Regionale Generale (PTRG),
 - Linee Guida al Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Gorizia (PTCP),
 - Piano Regolatore Generale del Comune di Grado;
- uso del Demanio Marittimo;
- vincoli militari.

A livello generale si evidenzia che, sulla base dell'analisi condotta con riferimento ai documenti sopra elencati, il Terminale GNL e la condotta oggetto dello studio non presentano elementi di incompatibilità con le indicazioni fornite dai diversi strumenti programmatori. La sintesi delle principali relazioni tra il progetto e gli atti di pianificazione è presentata nei paragrafi seguenti.

3.1.1 Pianificazione di Bacino

L'area interessata dallo spiaggiamento della condotta offshore ricade in **Classe di Pericolosità Moderata (Classe 1)**.

Le Norme di Attuazione (Articolo 10) stabiliscono che *“nelle aree classificate a pericolosità idraulica e geologica P1 spetta agli strumenti urbanistici comunali e provinciali ed ai piani di settore regionali prevedere e disciplinare, nel rispetto dei criteri e indicazioni generali del presente Piano, l'uso del territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuove infrastrutture, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente”*.

L'Articolo 10 del Piano delega alla pianificazione provinciale e comunale la disciplina dell'uso del territorio. Inoltre l'intervento proposto risulta coerente con le indicazioni fornite dal Piano per le aree ricadenti in qualsiasi classe di pericolosità (Articolo 9).

Non si segnalano pertanto elementi di contrasto tra le opere a progetto e le disposizioni del Piano di Bacino.

3.1.2 Sistema delle Aree Protette

La localizzazione del Terminale GNL e rispetto al tracciato dei siti Natura 2000 (SIC e ZPS) è illustrata nella Figura 3.1; in Figura 3.2 è invece riportata l'ubicazione delle aree protette di livello regionale, provinciale e comunale oltre che delle principali zone umide individuate dalla Convenzione di Ramsar.

Le relazioni tra il tracciato del metanodotto ed il sistema delle aree protette evidenziate dall'esame delle Figure 3.1 e 3.2 sono sintetizzate nella tabella seguente.

Aree Protette	Denominazione	Relazione con il Progetto (Distanza Minima)		
		Spiaggiamento	Condotta	Terminale
<i>SIC/ZPS</i>	Valle Cavanata e banco Mula di Muggia	1.3 km	1.3 km	10.5 km
	Foce dell'Isonzo-Isola della Cona	500 m	500 m	10.7 km
<i>Biotopi Naturali</i>	Palude del Fiume Cavana	7.5 km	7.5 km	17.5 km
	Risorgive di Schiavetti	7.5 km	7.5 km	18 km
<i>Aree di Rilevante Interesse Ambientale (ARIA)</i>	ARIA 12 "Fiume Isonzo"	6.5 km	6.5 km	17.5 km
<i>Parchi e Riserve Regionali</i>	Riserva Regionale Foce dell'Isonzo	1.8 km	1.8 km	10 km
	Riserva Regionale Valle Cavanata	1.3 km	1.3 km	10.7 km
<i>Parchi Comunali e Intercomunali</i>	Parco Comunale dell'Isonzo	12 km	12 km	23.5 km
<i>Zone Umide (Convenzione di Ramsar)</i>	Valle Cavanata	1.3 km	1.3 km	11 km
<i>Riserve Marine</i>	Miramare	16 km	14 km	14 km
<i>Zone di Tutela Biologica</i>	Miramare	11.5 km	11 km	13 km
<i>Zone Marine Protette per il Ripopolamento</i>	Dosso di Santa Croce	8 km	6.5 km	8.5 km
	Area antistante Duino Aurisina e Trieste	11.5 km	12.5 km	14 km

Dall'esame della tabella sopra riportata si evidenzia che **le opere a progetto non interessano aree protette terrestri e marine**. Tali aree risultano tutte localizzate a

distanze tali da non subire alcun tipo di interferenza, anche in considerazione delle scelte progettuali adottate e delle misure mitigative previste.

3.1.3 Beni Culturali, Paesistici e Ambientali

Il Terminale GNL non interessa alcuna bene vincolato, mentre **l'area di prevista localizzazione dello spiaggiamento della condotta offshore ricade all'interno della fascia costiera soggetta a vincolo ai sensi dell'Articolo No. 142 del D.Lgs 42/2004.**

Secondo quanto indicato dall'Articolo 146 del D.Lgs. 42/2004 i progetti di qualunque genere che ricadono o interessano i beni di cui agli Artt. 136 e 142 devono essere sottoposti alla Regione o all'ente locale al quale la Regione ha affidato la relativa competenza.

La domanda di autorizzazione dell'intervento indica lo stato attuale del bene interessato, gli elementi di valore paesaggistico presenti, gli impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte e gli elementi di mitigazione e di compensazione necessari.

L'amministrazione competente, nell'esaminare la domanda di autorizzazione, verifica la conformità dell'intervento alle prescrizioni contenute nei piani paesaggistici e ne accerta la compatibilità rispetto ai valori paesaggistici riconosciuti dal vincolo. Una volta accertata la compatibilità paesaggistica dell'intervento ed acquisito il parere della commissione per il paesaggio, entro il termine di quaranta giorni dalla ricezione dell'istanza, l'amministrazione trasmette la proposta di autorizzazione, corredata dal progetto e dalla relativa documentazione, alla competente Soprintendenza, dandone notizia agli interessati. Tale ultima comunicazione costituisce avviso di inizio del relativo procedimento, ai sensi e per gli effetti della Legge 7 Agosto 1990, No. 241.

Qualora l'amministrazione verifichi che la documentazione allegata non corrisponde a quella prevista chiede le necessarie integrazioni; in tal caso, il predetto termine è sospeso dalla data della richiesta fino a quella di ricezione della documentazione.

La Soprintendenza comunica il parere entro il termine perentorio di sessanta giorni dalla ricezione della proposta di autorizzazione. Decorso inutilmente il termine per l'acquisizione del parere, l'amministrazione assume comunque le determinazioni in merito alla domanda di autorizzazione.

L'autorizzazione è rilasciata o negata dall'amministrazione competente entro il termine di venti giorni dalla ricezione del parere della Soprintendenza e costituisce atto distinto e presupposto della concessione o degli altri titoli legittimanti l'intervento edilizio.

Decorso inutilmente tale termine, è data facoltà agli interessati di richiedere l'autorizzazione alla Regione, che provvede anche mediante un commissario ad acta entro il termine di sessanta giorni dalla data di ricevimento della richiesta. Qualora venga ritenuto necessario acquisire documentazione ulteriore o effettuare accertamenti, il termine è sospeso per una sola volta fino alla data di ricezione della documentazione richiesta ovvero fino alla data di effettuazione degli accertamenti. Laddove la Regione non abbia affidato agli enti locali la competenza al rilascio dell'autorizzazione paesaggistica, la richiesta di rilascio in via sostitutiva è presentata alla competente Soprintendenza.

Tenuto conto che il progetto dell'opera è sottoposto alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, il cui Decreto di compatibilità è rilasciato dal Ministro per l'Ambiente e il Territorio di concerto con il Ministro per i Beni e le Attività Culturali si evidenzia che nell'ambito di tali procedimenti saranno rilasciate le competenti autorizzazioni di cui al D.Lgs. 42/2004.

L'analisi delle norme di cui al D.Lgs. 42/2004 non evidenzia ulteriori relazioni con la realizzazione dell'opera.

3.1.4 Piano Regolatore Generale del Comune di Grado

Il Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Grado è stato approvato con Delibera Consiliare No. 9 del 8 Maggio 2004.

Nella Figura 3.3 è riportato un estratto dal PRG del Comune di Grado. La realizzazione dello spiaggiamento in tale tratto di costa comporta l'attraversamento di:

- un'area classificata dal PRG come "ambito boschivo", per un tratto di circa 30 m;
- di un'area classificata come "ambito agricolo" per un tratto di circa 40 m, fino alla stazione di misura del gas.

Si evidenzia che **non si prevedono interferenze con le destinazioni d'uso del territorio così come previste dal PRG del Comune di Grado**, anche considerando che, una volta terminate le attività di costruzione del metanodotto, si procederà al ripristino delle aree in modo tale da riportare la zona interessata dai lavori allo stato originario.

4 SINTESI DEI PRINCIPALI ASPETTI PROGETTUALI

4.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nel presente Capitolo è riportata una sintesi dei principali aspetti progettuali relativi al progetto con particolare riferimento a:

- descrizione del progetto (Terminale offshore e condotta di collegamento alla cabina di misura onshore) (Paragrafo 4.1);
- alternative di localizzazione del Terminale offshore (Paragrafo 4.2);
- alternative di localizzazione del punto di spiaggiamento della condotta offshore (Paragrafo 4.3);
- tempi e fasi del progetto (Paragrafo 4.4);
- flussi in ingresso ed in uscita dal Terminale (Paragrafo 4.5);
- provvedimenti progettuali per la mitigazione dell'impatto dell'intervento (Paragrafo 4.6).

4.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

4.2.1 Terminale GNL

4.2.1.1 Caratteristiche Generali

Il Terminale GNL, che garantirà una capacità di movimentazione di 8 miliardi di Sm³/anno di gas, prevede la realizzazione di una struttura in cemento armato realizzata secondo la tecnologia comunemente definita GBS (Gravity Base Structure) contentente:

- i serbatoi di stoccaggio del GNL;
- le apparecchiature necessarie per il ricevimento, la rigasificazione e la spedizione del gas naturale, alloggiato sulla sommità della struttura GBS (topside);
- la torcia e relativa struttura di sostenimento;
- le apparecchiature e le strutture per l'ormeggio delle navi metaniere.

I principi tecnologici generali del terminale rappresentano tecnologie consolidate nel campo delle piattaforme marine e della rigasificazione di GNL. Nel presente paragrafo sono descritte le caratteristiche del Terminale GNL. La planimetria e le sezioni dell'impianto sono riportate rispettivamente nelle Figure 4.1 e 4.2.

4.2.1.2 Requisiti Operativi e Principali Componenti

Il terminale GNL è stato progettato in conformità ai requisiti operativi elencati nella seguente tabella. In tabella sono riportate anche le caratteristiche delle principali componenti dell'impianto (Saipem-Vinci, 2006a).

REQUISITI OPERATIVI E PRINCIPALI COMPONENTI DELL'IMPIANTO	
Movimentazione oraria di Gas Naturale	906,400 Nm ³ /h
Movimentazione oraria di picco di Gas Naturale	1,143,000 Nm ³ /h
Caratteristiche del GNL importato	Come specificate al Paragrafo seguente
Pressione di invio del gas	Pmax 85 bar, Pmin 75 bar
Temperatura del gas in uscita	Tmax 35 °C, Tmin 3 °C
Capacità delle navi GNL	Compresa tra 70,000 e 160,000 m ³
Portata di scarico GNL	12,000 m ³ /h
Stoccaggio del GNL	Due serbatoi da 160,000 m ³ ciascuno
Pompe ad alta pressione per GNL	Cinque pompe criogeniche da 412m ³ /h + 1 di riserva
Sistema di vaporizzazione del GNL	Quattro vaporizzatori ad acqua di mare Un vaporizzatore a fiamma sommersa
Sistema acqua di mare	L'acqua necessaria per i vaporizzatori è fornita tramite 4 pompe elettriche più una di riserva della capacità di 7,600 m ³ /h ciascuna
Produzione Energia elettrica	Il Terminale è autosufficiente dal punto di vista energetico: è prevista una centrale elettrica costituita da tre generatori azionati con turbine a gas (una di riserva) ciascuna di potenza pari a circa 16 MW. Sono previsti inoltre 2 generatori diesel, uno per il primo avviamento e uno per l'emergenza
Torcia	Uso consentito solo in condizioni di manutenzione / emergenza
Impianto acqua antincendio	Dimensionato per una richiesta massima pari a 1,600 m ³ /h

4.2.1.3 Descrizione del Processo

Le principali fasi del processo possono essere schematizzate come segue:

- trasporto e scarico del GNL dalle navi;

- stoccaggio del GNL nei serbatoi a terra;
- rigassificazione, correzione e misura del GNL e successivo invio del gas alla rete nazionale.

Il gas naturale, estratto allo stato gassoso con una densità di circa 0.72 kg/Sm^3 , viene liquefatto mediante raffreddamento a pressione di 1.263 bar a, fino alla temperatura di $-160.5 \text{ }^\circ\text{C}$. La liquefazione avviene direttamente nel sito di produzione e consente di ridurre il volume del gas di circa 600 volte, portando la densità a circa 0.47 t/m^3 .

Il gas liquefatto viene quindi inviato a destinazione mediante apposite navi (metaniere) dotate di serbatoi criogenici tali da consentire il mantenimento del GNL allo stato liquido.

Una volta giunta a destinazione la nave metaniera scarica il GNL attraverso appositi bracci di scarico, utilizzando un sistema di pompe sommerse nei serbatoi della nave medesima; il liquido viene quindi inviato al serbatoio di stoccaggio attraverso apposite tubazioni precedentemente raffreddate utilizzando una parte del GNL stesso.

Una volta scaricato dalle navi metaniere, il GNL verrà stoccato in due serbatoi, della capacità netta di $160,000 \text{ m}^3$.

Il GNL verrà trasferito al di fuori dei serbatoi di stoccaggio mediante pompe interne e quindi inviato ai vaporizzatori, in cui il GNL è riportato allo stato aeriforme mediante un semplice scambio termico. Si prevede di utilizzare un doppio sistema di vaporizzazione: la maggior parte del calore di vaporizzazione (80% circa) sarà fornita da vaporizzatori ad acqua di mare, la parte rimanente da un vaporizzatori a recupero di calore (predisposto per il funzionamento a fiamma sommersa).

Il gas sarà convogliato alla rete nazionale dei gasdotti attraverso un metanodotto di collegamento con la rete nazionale costituito da una condotta sottomarina della lunghezza di circa 12 km, dal Terminale alla costa e da una condotta a terra della lunghezza di circa 19 km, dallo spiaggiamento fino al punto di immissione nella rete, individuato presso l'esistente stazione Snam Rete Gas presso Villesse (GO).

Nella tabella successiva sono riportate alcune caratteristiche delle principali apparecchiature che verranno utilizzate.

Apparecchiatura	Codice	No. Unità	Capacità
Braccio di scarico	Z-1101-A/B/C	3	$4,000 \text{ m}^3/\text{h GNL}$
Braccio di ritorno vapori	Z-1102	1	$12,000 \text{ m}^3/\text{h Gas}$
Serbatoi di stoccaggio	T-1001/T-1002	2	$160,000 \text{ m}^3$
Pompe a bassa pressione (interne ai serbatoi)	P-1001 A/B/C P-1002 A/B/C	6 (3 per serbatoio)	$501 \text{ m}^3/\text{h GNL}$

Apparecchiatura	Codice	No. Unità	Capacità
Compressore del gas di boil-off	K-1301A/B	2	3,675 m ³ /h
Pompe di rilancio GNL ad alta pressione	P-1201 A/B/C/D/E/F	6 (5+1)	412 m ³ /h GNL
Vaporizzatore ad acqua di mare	E-1201 A/B/C/D	4	195 t/h (424 m ³ /h GNL) ⁽¹⁾
Vaporizzatore a fiamma sommersa	E-1202 A	1	195 t/h (424 m ³ /h GNL) ⁽¹⁾
Generatori elettrici (Turbina a Gas)	GT-2001A/B GT-2002	3 (2+1)	16 MW
Pompe acqua mare	P-1801 A/BC/D/E	5 (4+1)	7,600 m ³ /h
Stazione di misura (non fiscale)	A-2201 A/B/C	3 (2+1)	571,500 Nm ³ /h
Torcia	Z-1401	1	142 t/h

4.2.2 Condotta di Collegamento alla Cabina di Misura Onshore

4.2.2.1 Caratteristiche Generali

Il gas sarà convogliato alla rete nazionale dei gasdotti attraverso un metanodotto di collegamento con la rete nazionale costituito da:

- una condotta sottomarina della lunghezza di circa 12 km, dal Terminale alla costa. Il punto di spiaggiamento è situato in una zona intermedia tra la Foce dell'Isonzo e le Bocche di Primero, in Comune di Grado (GO);
- una condotta a terra della lunghezza di circa 19 km, dallo spiaggiamento fino al punto di immissione nella rete, individuato presso l'esistente stazione Snam Rete Gas presso Villesse (GO).

Nel presente paragrafo sono descritte le caratteristiche della condotta offshore, fino alla stazione di misura posta in prossimità dello spiaggiamento.

4.2.2.2 Descrizione del Tracciato e Principali Caratteristiche Tecniche

L'intero tracciato di progetto è stato definito nel rispetto della normativa tecnica di riferimento che regola la realizzazione dell'opera. Sono stati applicati i seguenti criteri:

- minimizzare l'impatto ambientale;
- minimizzare la lunghezza della linea in mare;

- evitare interferenze con aree interessate da un intenso traffico navale e attività di pesca;
- minimizzare il numero di attraversamenti (crossing) delle linee esistenti;
- posizionare l'approdo a terra in zone non sottoposte a vincoli ambientali.

Il tracciato della condotta offshore si sviluppa, in direzione Nord-Nord-Ovest per una lunghezza complessiva di circa 12 km, dal punto di prevista localizzazione del Terminale GNL Alpi Adriatico (situato nel Golfo di Trieste a circa 1 km dal limite delle acque territoriali) al Comune di Grado.

La condotta si sviluppa su fondali caratterizzati da pendenze del fondo sostanzialmente contenute e pari a circa 0.2%.

In Comune di Grado sarà realizzata la stazione di misura, ubicata all'interno di aree agricole a circa 70 m dalla costa (Area Bonifica della Vittoria). Tale impianto è oggetto dello Studio di Impatto Ambientale relativo alla condotta onshore.

Le principali caratteristiche tecniche e generali del metanodotto offshore sono (D'Appolonia S.p.A, 2006a):

Parametro	Valore
gas trasportato	metano
pressione massima di esercizio	85 barg
Grado di acciaio (API-5L)	X60
protezione catodica	ad anodi galvanici

La condotta sarà costituita di tubi in acciaio di qualità rispondente a quanto prescritto dalla normativa ISO 3183-3 ed al punto 2.1 del DM 24-11-84.

La pressione di progetto utilizzata per il calcolo dello spessore della condotta è di 85 bar. Le barre, saldate longitudinalmente, saranno collaudate singolarmente dal produttore. I tubi avranno le seguenti caratteristiche geometriche:

- diametro nominale pari a 36" (914 mm);
- lunghezza media della singola barra pari a 12.0 m;
- spessori nominali variabili lungo la condotta, in funzione dei vari coefficienti di sicurezza richiesti dalle vigenti normative

Le curve saranno ottenute mediante piegamento dei tubi ad induzione direttamente in officina. Allo scopo di garantire stabilità ai carichi idrodinamici (onde e correnti),

ogni spezzone di condotta (barra) sarà appesantito con calcestruzzo (gunitatura), applicato sopra il rivestimento anticorrosivo in polietilene.

L'appesantimento in calcestruzzo (gunitatura) degli spezzoni di tubi posati a mare, avrà le seguenti caratteristiche:

- spessore di almeno 40 mm;
- densità a secco pari a 3,040 kg/m³;
- copertura completa di ciascuna barra, ad esclusione delle due estremità (0.35 m circa) per permettere la saldatura dei tubi;
- presenza di una armatura di rinforzo, costituita da uno o più strati di rete zincata completamente coperti dal calcestruzzo;
- caratteristiche fisico-chimiche analoghe ad un normale calcestruzzo per costruzioni civili.

A bordo del mezzo posa-tubi sarà ripristinata la continuità del rivestimento anti-corrosivo e di appesantimento nei giunti di saldatura, utilizzando resine di adeguato spessore e densità.

La condotta sarà protetta dalla corrosione esterna mediante:

- una protezione passiva esterna costituita da un rivestimento in polietilene, applicato in fabbrica, dello spessore minimo di 2.9 mm. Il rivestimento sarà applicato su tutta la superficie esterna di ciascun tubo, escluse le due estremità per una lunghezza (singola) di circa 0.15 m, dove si effettua la saldatura di giunzione. Prima dell'applicazione del calcestruzzo di appesantimento verrà controllata l'integrità del rivestimento isolante con strumento a scintillio (holiday detector) e riparato se danneggiato;
- una protezione attiva costituita da un sistema di anodi galvanici, a bracciale, in alluminio (privi di mercurio). Gli anodi saranno installati su alcune delle barre nel cantiere di prefabbricazione/gunitatura. Le barre con anodi saranno inserite opportunamente, durante il varo, lungo tutta la condotta in mare (spaziatura media: 1 anodo ogni 8/10 barre).

La verifica della protezione catodica e il dimensionamento degli anodi sarà eseguita in fase di progettazione di dettaglio della linea.

4.3 ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE DEL TERMINALE

La localizzazione del Terminale GNL Alpi Adriatico è stata condotta sulla base di aspetti di natura ambientale e tecnica. La definizione della migliore soluzione è stata effettuata mediante:

- una prima fase di screening, tramite la quale sono state identificate le aree idonee alla realizzazione della struttura GBS; sono stati individuati come aspetti critici per il posizionamento del Terminale GNL:
 - la distanza dalla costa, al fine di limitare l'impatto paesaggistico dell'opera;
 - le possibili interazioni con i traffici commerciali diretti verso i porti di Trieste e Monfalcone e verso il porto croato di Koper;
- una successiva analisi di maggior dettaglio, basata su considerazioni di natura prettamente ambientale (caratteristiche meteomarine e dei fondali, assenza di Posidonia oceanica) e tecnica (collegamento con il punto di allaccio alla rete nazionale dei metanodotti).

A seguito della fase preliminare di screening sono state individuate due possibili soluzioni, presentate in Figura 4.3:

- Soluzione 1, situata a circa 12 km dalle coste in Comune di Grado;
- Soluzione 2, situata di fronte alla Laguna di Marano, a circa 20 km.

Il confronto di dettaglio fra le due alternative prese in esame è riportato nella tabella sottostante.

Parametro	Alternativa	
	Grado	Marano
Distanza dalla costa	12 km	20 km
Distanza dal punto di allaccio alla rete nazionale dei gasdotti	30 km	> 40 km
Presenza di Posidonia oceanica	Assente	Presente
Caratteristiche geotecniche dei fondali	Fondali idonei	Fondali irregolari
Caratteristiche meteomarine	Non critiche	Area esposta
Giudizio Complessivo	Fattibile	Critico

In base al confronto sopra riportato, si evidenzia come la Soluzione 1, ubicata di fronte alle coste di Grado, risulti la più idonea per la realizzazione del Terminale GNL Alpi Adriatico.

4.4 ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE DEL PUNTO DI SPIAGGIAMENTO DELLA CONDOTTA OFFSHORE

La determinazione dei punti di spiaggiamento della condotta è stata condotta nell'ottica di:

- minimizzare la lunghezza della linea in mare;
- posizionare l'approdo a terra in zone non sottoposte a vincoli ambientali;
- minimizzare l'impatto ambientale;

Considerata la localizzazione del previsto punto di collegamento alla rete nazionale in Comune di Villesse, nonché la posizione del Terminale GNL, sono state identificate tre differenti aree di approdo (Figura 4.4):

- spiaggiamento in Comune di Monfalcone (Landfall 1);
- spiaggiamento in Comune di Grado (Landfall 2);
- spiaggiamento in Comune di Duino Aurisina (Landfall 3).

I principali criteri che sono stati seguiti per individuare, all'interno del tratto di costa esaminato, i possibili punti di spiaggiamento sono i seguenti:

- assenza di SIC e altre aree protette;
- accessibilità della costa sia da mare che da terra;
- facilità di collegamento con il punto di allaccio alla rete nazionale dei metanodotti presso Villesse;
- interferenza minima con vincoli ambientali ed antropici esistenti.

Nella tabella seguente si presenta una tabella di confronto fra le tre alternative esaminate; si evidenzia come la soluzione in Comune di Grado risulti la più favorevole.

Confronto fra i Punti di Spiaggiamento			
Parametro	Landfall 1 Monfalcone	Landfall 2 Grado	Landfall 3 Duino
Lunghezza della condotta	20 km	12 km	18.5 km
Pendenza dei fondali presso l'approdo	0.30%	0.40%	1.25%
Caratteristiche dei fondali e presenza di ostacoli nel tratto offshore	Opere di difesa emergenti, barre, attraversamento di	Dune sommerse, opere di difesa	Attraversamenti di cavo elettrico, acquedotto

Confronto fra i Punti di Spiaggiamento			
Parametro	Landfall 1 Monfalcone	Landfall 2 Grado	Landfall 3 Duino
	cavo elettrico	emergenti, barre, nessun attraversamento	sottomarino e zona di attività ittica
Caratteristiche della costa	sabbiosa	sabbiosa	rocciosa
Destinazione d'uso della costa	attrezzature balneari	ambiti boschivi	strutture portuali e aree di interesse naturalistico
Destinazione d'uso delle aree retrostanti	residenziale e di interesse naturalistico	agricola	urbana
Aree attraversate per l'allacciamento alla rete nazionale dei metanodotti	prevalentemente agricole	prevalentemente agricole	agricole e di interesse paesaggistico
Giudizio complessivo	critico	fattibile	estremamente critico

4.5 TEMPI E FASI DEL PROGETTO

In Figura 7.1 del Quadro di Riferimento Progettuale è riportato il cronogramma delle attività previste per la realizzazione del terminale e della condotta offshore.

La durata complessiva delle attività di cantiere è stimata in:

- circa 3 anni per quanto riguarda il Terminale;
- circa 7 mesi per quanto riguarda la condotta offshore.

4.6 FLUSSI IN INGRESSO ED IN USCITA DAL TERMINALE

In Figura 4.5 sono riportati, in forma schematica, i punti di interfaccia e i flussi tra l'opera e l'ambiente.

4.7 PROVVEDIMENTI PROGETTUALI PER LA MITIGAZIONE DELL'IMPATTO DELL'INTERVENTO

Nel presente paragrafo vengono esaminati i provvedimenti progettuali che potranno essere adottati per la mitigazione e la compensazione degli impatti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio del Terminale GNL, con riferimento in particolare a:

- misure di ottimizzazione per l'inserimento dell'opera nel territorio e nell'ambiente;

- misure di compensazione.

4.7.1 Misure di Ottimizzazione dell'Inserimento nel Territorio e nell'Ambiente

Al fine di ottimizzare l'inserimento dell'opera nel territorio si è tenuto conto, nel corso della progettazione di base del Terminale, dei seguenti due aspetti fondamentali:

- ridurre al minimo gli impatti paesaggistici ed ambientali;
- compensare gli eventuali squilibri indotti sull'ambiente.

Con riferimento all'aspetto paesaggistico, si noti che l'ubicazione del Terminale è stata individuata in modo da limitare l'impatto paesaggistico. La notevole distanza dalla costa (maggiore di 10 km) riduce al minimo l'impatto visivo del Terminale, che risulta parzialmente visibile solo in condizioni di ottima visibilità (si veda anche quanto riportato nel Quadro di Riferimento Ambientale del SIA).

Con riferimento agli aspetti ambientali, nel corso della descrizione del progetto riportata nei capitoli precedenti, sono stati messi in evidenza i criteri e le scelte progettuali finalizzate all'ottimizzazione dell'inserimento dell'opera nel territorio e nell'ambiente ed alla minimizzazione degli impatti sia durante la costruzione che nel corso dell'esercizio. Tali provvedimenti vengono comunque analizzati in maggior dettaglio nel Quadro di Riferimento Ambientale del SIA, a cui si rimanda.

4.7.2 Misure di Compensazione degli Impatti

Nell'ambito dei provvedimenti di natura tecnico-progettuali per la mitigazione degli impatti prodotti dall'opera sull'ambiente, rientrano, qualora sia possibile individuare impatti con effetti opposti, le cosiddette misure di compensazione.

Tale criterio risulta, quando applicabile, uno dei metodi più semplici, efficaci ed economici di mitigazione, non comportando alcun intervento strutturale ma limitandosi, di fatto, a sfruttare in maniera opportuna gli effetti di una attività di progetto, per eliminare, o al più ridurre, gli impatti prodotti da un'altra attività.

5 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA AMBIENTALE DI RIFERIMENTO

5.1 ATMOSFERA

5.1.1 Condizioni Meteorologiche

In generale il territorio del Friuli Venezia Giulia appartiene alla zona di clima temperato-continentale ed umido che è comune anche a molte altre aree del versante meridionale delle Alpi (Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, 1997).

A prescindere dagli effetti dell'altitudine e del mare, le stagioni sono abbastanza ben definite: l'inverno è freddo ma in genere non eccessivamente rigido, con temperature medie intorno a 2-4 °C in Gennaio, minime di qualche grado negative, massime quasi sempre positive ed escursione termica relativamente elevata. L'inverno è la stagione meno piovosa, essendo caratterizzata dall'alternanza di giornate umide e di periodi particolarmente secchi. Le precipitazioni assumono talvolta carattere nevoso, con spessori medi della coltre dell'ordine di 10-20 centimetri. In primavera si assiste ad un aumento delle temperature, che nel mese di Maggio possono raggiungere valori massimi dell'ordine di 30 °C.

L'estate risulta caratterizzata da due fasi meteorologiche distinte: se infatti il mese di Giugno è contraddistinto da instabilità diffusa (si registra in questo mese uno dei due picchi annuali di precipitazione), i mesi successivi presentano lunghi periodi di tempo stabile, umido e caldo, con temperature massime spesso di 33-35 °C. In pianura, specie verso la costa, non sono infrequenti fenomeni di siccità. Di notte le brezze mitigano la calura e riportano la temperatura a valori dell'ordine di 20 °C. La stagione autunnale risulta caratterizzata da valori di temperatura intermedi e da abbondanti precipitazioni, che mediamente raggiungono il massimo annuale nel mese di Novembre.

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area d'interesse sono stati presi in considerazione i dati forniti da:

- “Studio Meteomarinò” elaborato da D'Appolonia per la realizzazione di un Terminale GNL nel Golfo di Trieste (D'Appolonia S.p.A, 2006b), relativo alle caratteristiche medie del campo di vento nel Golfo di Trieste;
- stazione ENEL/SMAM di Ronchi dei Legionari, la quale, in considerazione della propria posizione a breve distanza dalla costa (circa 8 km) ben rappresenta il campo di vento presso il punto di previsto spiaggiamento del metanodotto;

- dati meteomarini relativi alle stazioni, dell'Istituto Idrografico della Marina, di Punta Tagliamento (UD) e Barcola (TS).

5.1.1.1 Campo di Vento nel Golfo di Trieste

Le depressioni che attraversano l'Adriatico in direzione Sud-Est determinano la generazione di forti venti dai settori Nord-orientali (Bora). Nel Golfo di Trieste gli afflussi hanno direzione prevalente da 60° N (Bora) e da 90° N (Borino). Le tempeste generate dai venti di Bora presentano una fase di crescita molto rapida, seguita da un decadimento relativamente lento (tipicamente della durata di 1-3 giorni). Altri afflussi di masse d'aria si hanno da Sud-Est (Scirocco); tali venti, di intensità inferiore a quelli di Bora, possono risultare piuttosto forti in primavera ed autunno; al contrario della Bora, la crescita dello Scirocco risulta abbastanza graduale.

A questi fenomeni ciclonici vanno aggiunti quelli derivanti dai processi di ciclogenese locale; la permanenza di depressioni sul bacino può dare origine a venti di Libeccio che, benché poco frequenti, possono risultare rilevanti nel Golfo di Trieste per la particolare esposizione del paraggio, e di Maestrale, presenti soprattutto in estate, in coda al passaggio di fronti freddi. Altro fenomeno rilevante per la circolazione dei venti all'interno del Golfo è la brezza. Nella tabella seguente sono stati stimati i valori estremi del vento, riferiti al valore medio su 10 minuti, campionato ad intervalli di 3 ore ed alla quota di 10 m sul livello del mare per i settori principali.

Valori estremi (m/s) del vento medio su 10'				
		W1anno	W10anni	W100anni
Bora	(60°N)	18	21	26
Scirocco	(150°N)	8	10	14
Libeccio	(210°N)	8	9	10

5.1.1.2 Campo di Vento presso il Punto di Spiaggiamento del Metanodotto

La caratterizzazione del campo di vento lungo le coste della Provincia di Gorizia è stata condotta con riferimento alle osservazioni di lungo periodo (anni 1967-1991) relative alla stazione ENEL/SMAM di Ronchi dei Legionari che, in considerazione della ridotta distanza dal punto di previsto spiaggiamento della condotta, è stato

ritenuto rappresentativo delle condizioni locali. Nella seguente tabella è sintetizzata la distribuzione delle frequenze stagionali e annuali per ciascuna classe di stabilità.

Stagione	Frequenza delle Classe di Stabilità (millesimi) Stazione ENEL/SMAM di Ronchi dei Legionari (GO)							
	A	B	C	D	E	F+G	NEBBIE	TOT.
Dic-Gen- Feb	0.00	8.17	3.76	137.51	11.00	78.58	7.09	246.11
Mar-Apr- Mag	10.30	26.98	13.96	127.14	14.23	67.44	0.70	260.75
Giu-Lug- Ago	25.37	44.17	13.84	69.25	13.50	80.63	0.07	246.84
Sett-Ott- Nov	5.09	18.59	7.23	111.45	10.80	91.22	1.93	246.30
<i>Totale</i>	<i>40.75</i>	<i>97.92</i>	<i>38.80</i>	<i>445.35</i>	<i>49.53</i>	<i>317.87</i>	<i>9.79</i>	<i>1000.00</i>

L'analisi dei dati raccolti mostra una prevalenza della classe di stabilità D (la cui frequenza annua è pari a circa il 44.5%), ad eccezione della stagione estiva, in cui prevale la classe F+G (frequenza media annua pari a circa l'8.1%).

Le frequenze di accadimento della prima e della seconda classe di velocità (ossia fino a 7 nodi, pari a circa 3.5 m/s) risultano particolarmente elevate (19.1% e 13.9% rispettivamente), mentre i venti con velocità superiore ai 13 nodi (classi 5 e 6) sono presenti con una frequenza complessiva del 6.1%. Ciò mostra che il sito è interessato raramente da venti moderati e forti. Le principali direzioni di provenienza sono da Est-Nord-Est (8.6%), da Est (6.5%) e da Nord-Est (4.7%). Le calme sono complessivamente presenti per il 52.6% delle osservazioni.

5.1.1.3 Campo di Vento lungo le Coste di Udine e Gorizia

La caratterizzazione del campo di vento lungo le coste di Udine e Trieste è stata condotta con riferimento ai dati forniti dalle stazioni dell'Istituto Idrografico della Marina, di Punta Tagliamento (Anni 1950-1952, 1954-1971) e di Barcola (Anni 1930-1942, 1944).

La stazione di Punta Tagliamento risulta interessata prevalentemente da venti provenienti da Nord-Est (frequenza complessiva pari a 30%) e da Nord (17%). Le calme di vento sono pari al 18% del totale delle osservazioni. Il settore di massima traversia (Figura 4.2) ha un'ampiezza di circa 230 °C, mentre quello di massimo fetch è da Sud e presenta una lunghezza di 220 miglia.

La stazione di Barcola risulta interessata prevalentemente da venti provenienti da Nord-Est (frequenza complessiva pari a 30%). Le calme di vento sono pari al 40% del totale delle osservazioni. Il settore di massima traversia risulta presenta un'ampiezza di circa 105 °C, mentre quello di massimo fetch è da Ovest e presenta una lunghezza di 65 miglia.

5.1.2 Caratteristiche di Qualità dell'Aria

La caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria è stata condotta con riferimento ai dati contenuti nel Rapporto sullo Stato dell'Ambiente – Anno 2001 redatto dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Regione Friuli Venezia Giulia (ARPA Friuli Venezia Giulia, 2001) ed al successivo aggiornamento (ARPA Friuli Venezia Giulia, 2002).

Di seguito sono presentate le principali considerazioni sullo stato di qualità nel territorio regionale, nonché il confronto con i limiti da DM 60/02, per i principali inquinanti monitorati.

Biossido di Zolfo

Dall'analisi dei dati monitorati, con particolare riferimento ai valori massimi orari e giornalieri, nel 2002 tutte le concentrazioni rilevate sono risultate inferiori ai valori limite da DM 60/02 (rispettivamente pari a 350 e 125 µg/m³).

Biossido di Azoto

Per quanto concerne la rete di rilevamento di Trieste, le concentrazioni di NO₂ rilevate si mantengono sostanzialmente allineate con quelle degli anni precedenti; in corrispondenza di alcune stazioni nel centro urbano si sono registrati valori massimi orari superiori al limite da DM 60/02 (200 µg/m³).

Per quanto riguarda la rete di rilevamento afferente al Dipartimento Provinciale di Pordenone, il confronto con gli anni precedenti evidenzia una riduzione delle concentrazioni medie, mentre quelle massime, che comunque sono risultate sempre inferiori al limite da DM 60/02, risultano più elevate.

In Comune di Udine le centraline evidenziano una situazione di sostanziale rispetto dei limiti, ad eccezione della stazione di monitoraggio ubicata in Piazzale XXVI Luglio, dove sono stati registrati numerosi superi delle concentrazioni massime orarie.

In Provincia di Gorizia le concentrazioni massime orarie rilevate presso tutte le stazioni risultano inferiori ai limiti da DM 60/02.

Monossido di Carbonio

I valori di monossido di carbonio rilevati presso tutte le centraline di monitoraggio sono risultati inferiori ai valori limite da DM 60/02 ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

PTS e PM10

Ad eccezione di alcune stazioni in Comune di Trieste, caratterizzate da concentrazioni decisamente superiori ai limiti da normativa, si osserva il sostanziale rispetto dei valori medi annui, che risultano inferiori ai limiti da DM 60/02 (rispettivamente pari a 40 e $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

5.2 AMBIENTE MARINO E COSTIERO

5.2.1 Ambiente Costiero

L'ambito costiero del Friuli Venezia Giulia può essere sostanzialmente diviso in due parti (Regione Friuli Venezia Giulia, 1978):

- sezione occidentale, caratterizzata da coste basse e sabbiose suddivisibili in litorali in arenile, arenosi o arginati per bonifica;
- sezione orientale, che si estende da Punta Sdobba fino a Punta Sottile: la prima parte (fino alla Foce del Timavo) si presenta bassa e sabbiosa, mentre quella orientale è caratterizzata da coste alte, che dal Timavo alle sorgenti di Aurisina sono calcaree, mentre per la rimanente parte del Golfo sono quasi dappertutto arenacee.

In Figura 5.1 si riporta un estratto dell'Atlante delle Spiagge Italiane (scala 1:100,000), in cui sono rappresentate le caratteristiche delle coste e dei fondali per la zona di interesse. Mentre i fondali marini ad Ovest della Baia di Panzano presentano pendenze del fondo modeste (comprese fra 0.3% e 0.4%), il tratto costiero in Provincia di Trieste è caratterizzato da valori di pendenza del fondo elevati (4%-10%). In particolare il tratto interessato dal tracciato del metanodotto è caratterizzato da valori di pendenze di fondo modesti (0.2% circa).

5.2.1.1 Regime Ondoso

Il moto ondoso all'interno del Golfo di Trieste è associato prevalentemente ai venti di Bora e Scirocco. Le onde di Bora, come peraltro quelle provenienti in generale dai settori settentrionali, sono dovute a generazione locale. Considerati i ridotti fetch disponibili da queste direzioni le onde raggiungono altezze generalmente limitate.

Le onde associate ai venti di Scirocco ed in generale ai venti dai settori meridionali sono causate, oltre che dalla generazione locale, dalla propagazione all'interno del Golfo delle onde generate nell'Adriatico Settentrionale che, per la lunghezza dei fetch disponibili, raggiungono altezze d'onda molto più elevate.

A causa della distribuzione direzionale dell'energia del moto ondoso e dell'effetto schermante delle coste che delimitano l'imboccatura del Golfo, solo una frazione dell'energia del moto ondoso presente all'esterno del Golfo propaga all'interno di esso, con una conseguente attenuazione dell'altezza d'onda e con la variazione della direzione di propagazione del moto ondoso, che risulta differente da quella all'esterno.

In particolare le onde di Scirocco, che all'esterno del Golfo hanno direzione di provenienza 150-180° N, all'interno sono associate a direzioni di provenienza di 210-240° N. A questo si aggiungono gli effetti di rifrazione dovuti alle variazioni del fondale, che determinano ulteriori variazioni dell'altezza e della direzione delle onde.

Per l'estrapolazione all'interno del Golfo dei valori estremi del moto ondoso è stato utilizzato il modello matematico SWAN realizzato dall'Università di Delft (Olanda); il modello è stato applicato alle condizioni estreme di moto ondoso per ciascun settore direzionale. Sono state utilizzate due diverse modalità di applicazione: per l'analisi della propagazione all'interno del Golfo delle onde da Scirocco (150° N e 180° N) e Libeccio (210° N e 240° N) è stata simulata la propagazione delle onde nel Golfo imponendo ai contorni aperti del modello le condizioni estreme calcolate al di fuori del Golfo. In Figura 5.2 è riportato un esempio dei risultati delle simulazioni, relativo alle onde estreme con periodo di ritorno di cento anni e direzione di provenienza 180°N. Nella figura la lunghezza dei vettori è proporzionale all'altezza d'onda e la direzione è quella di propagazione delle onde.

È evidente, nell'area del Terminale, l'attenuazione dell'altezza d'onda e la rotazione della direzione di provenienza delle onde, che si dispongono da 220°N. Nella sottostante tabella si riportano, per tutte le direzioni considerate, i valori di altezza d'onda per tempi di ritorno di 100 anni.

		Tr = 100 anni				
		Hs (m)	Tp (s)	Tz (m)	Hmax (m)	Tmax (m)
Dir.(°N)	0	1.6	5.1	4.0	3.2	4.9
	30	2.7	6.5	5.1	5.2	6.3
	60	2.3	6.1	4.7	4.5	5.8
	90	1.9	5.6	4.3	3.8	5.3
	120	1.2	4.3	3.4	2.4	4.2
	150	1.1	4.2	3.2	2.2	4.0
	180	1.3	4.6	3.6	2.6	4.4
	210	1.9	8.1	6.3	3.6	7.8
	240	2.6	7.8	6.1	5.0	7.5
	270	1.2	4.4	3.4	2.4	4.2
	300	1.6	5.1	4.0	3.3	4.9
	330	1.6	5.1	4.0	3.2	4.9

Area Terminale Marino

5.2.1.2 Correnti

La circolazione delle correnti marine nell'Adriatico risulta essenzialmente determinata dalla combinazione di quattro componenti:

- la corrente di gradiente dovuta all'afflusso nel bacino di masse d'acqua di diversa densità, dell'ordine di alcuni cm/s;
- gli effetti della marea astronomica;
- la circolazione indotta dal vento: nel Golfo di Trieste le condizioni di vento di Bora determinano le correnti più intense. In quasi tutto il bacino la circolazione risulta essenzialmente antioraria, dalla superficie al fondo, benché siano presenti importanti nuclei di riflusso lungo la costa istriana. I venti di Scirocco determinano un flusso entrante nel Golfo lungo la costa istriana ed un deflusso lungo il litorale di Grado. Le intensità di corrente sono di norma inferiori a quelle generate dai venti di Bora. Il vento da Libeccio determina una circolazione essenzialmente oraria con correnti relativamente deboli;
- le oscillazioni smorzate del bacino (sesse) conseguenti agli ingorghi costieri di masse d'acqua sospinte dall'azione del vento.

5.2.2 **Qualità delle Acque Costiere**

L'analisi di qualità delle acque costiere, nel tratto di costa interessato dallo spiaggiamento del metanodotto, è stata condotta con riferimento alle campagne di

monitoraggio delle acque di balneazione effettuate nel periodo Aprile-Settembre 2005 dall' ARPA della Regione Friuli Venezia Giulia nei Comuni di Monfalcone e Grado.

Durante il monitoraggio sono stati effettuati campionamenti della qualità delle acque con frequenza bisettimanale e sono stati valutati parametri fisici (pH, ossigeno disciolto), colorazione, trasparenza, presenza di sostanze organiche ed inorganiche (oli minerali, tensioattivi, fenoli). L'analisi dei parametri indagati mostra, per tutte le stazioni considerate, il rispetto dei valori limite.

5.3 SUOLO E SOTTOSUOLO

5.3.1 Inquadramento Geo-Strutturale

L'Adriatico è un bacino epicontinentale semichiuso, caratterizzato da una forma approssimativamente rettangolare allungata in direzione Nord-Ovest/Sud-Est. Il gradiente batimetrico della piattaforma è particolarmente basso nel settore settentrionale e centrale (40 m per 100 km) e più ripido nel settore meridionale (Trincardi et al., 1994). Il bacino dell'Adriatico settentrionale può essere considerato come una continuazione sottomarina del bacino del Po nella piattaforma continentale

Il Friuli Venezia Giulia rappresenta l'area in cui la retrocatena alpina (Alpi Meridionali) derivante dalla subduzione europea sotto la placca adriatica interferisce con la catena frontale dinarica (D'Appolonia S.p.A, 2006b), formando tre principali settori:

- la catena alpino-dinarica, che costituisce un edificio strutturale complesso, composto da una successione stratigrafica caratterizzata da un'estrema variabilità laterale di facies e di spessori (Merlini et al., 2002);
- il settore esterno del margine della catena (avampaese), una zona fortemente deformata principalmente durante il tardo Pliocene e il Quaternario con formazione di pieghe, faglie e sovrascorrimenti;
- l'avanfossa, un settore debolmente deformato durante il Pliocene, con un moderato abbassamento, localmente interrotto da periodi di stazionamento e/o locali abbassamenti, ed il Quaternario, in cui si assiste ad un intenso e costante abbassamento.

Durante il Quaternario le variazioni del livello del mare durante le glaciazioni hanno giocato un ruolo determinante nello sviluppo delle sequenze stratigrafiche nel bacino dell'Adriatico. La sequenza litologica dell'Adriatico settentrionale mette in evidenza tre principali fasi sedimentarie sviluppatasi durante il Quaternario ed associate ai cambiamenti del livello medio marino:

- sistema di stazionamento basso, in cui il livello del mare ha raggiunto la posizione più bassa portando il bacino dell'Adriatico a condizioni di esposizione aerea con conseguente sviluppo di una piana alluvionale di basso gradiente;
- sistema trasgressivo: in questa fase si assiste ad una risalita del mare che raggiunge la massima ingressione con la deposizione principalmente di argille con orizzonti torbiditici e sottili strati di sabbia al tetto della sequenza;
- sistema di stazionamento alto, che si sviluppa dall'Olocene al presente ed è caratterizzato da un costante abbassamento del livello del mare fino al raggiungimento dell'attuale posizione con conseguente sedimentazione principalmente di argille siltose.

5.3.2 Inquadramento Stratigrafico

In Figura 5.3 si riporta l'estensione dei sedimenti olocenici nel Golfo di Trieste; i sedimenti più recenti (sistema HST) costituiscono nel Golfo un esteso prisma sedimentario che copre una fascia continua che si estende dal delta dell'Isonzo a Est fino alla Baia di Panzano ad Ovest a profondità di circa 12-13 m (Gordini et al., 2004).

Questo corpo sedimentario è costituito da sedimenti fluviali attuali o recenti rielaborati dal moto ondoso e dalle correnti litoranee. Tale prisma appartenente al sistema HST termina in una zona sub-pianeggiante caratterizzata dalla presenza di rilievi sabbiosi e affioramenti rocciosi che determinano il passaggio ai depositi trasgressivi del TST, costituiti da sabbie medie e medio-fini carbonatiche derivate da sedimenti rielaborati dalla trasgressione marina, con spessore medio variabile da 0.5 a 1.5 metri ad eccezione della zona dell'alto morfologico della Trezza Grande. I depositi appartenenti al sistema TST sormontano con un contatto netto il corpo dei sedimenti pelitico-torbosi continentali riconducibili al sistema LST (Gordini et al., 2002).

5.3.3 Batimetria e Morfologia dei Fondali

Il Golfo di Trieste è caratterizzato da una lieve e regolare pendenza (Gordini et al., 2003) e può essere suddiviso in due diverse zone: la prima, estendendosi dalla linea di riva fino alla profondità di 4-5 metri, è caratterizzata da sedimenti sabbiosi e presenza di sistemi allungati di barre e truogoli con pendenze variabili da 0.3 a 0.7%; la seconda, costituita da depositi di transizione, si sviluppa fino alle batimetriche 13-15 metri ed è definita da fondali lisci con pendenza costante media dello 0.2%.

5.3.4 Inquadramento Sismo-Tettonico

La sismicità del Nord-Est dell'Italia è principalmente legata a sovrascoramenti ed alle loro zone di trasferimento transpressivo e risulta concentrata nelle zone esterne della catena alpina, sia per la retrocatena delle Alpi (Alpi Meridionali o Sudalpino) che per la catena frontale in Austria e Germania (Doglioni, 2000), e lungo l'asse centrale delle Alpi centro-orientali, parallelamente alla Linea Insubrica.

La Regione Friuli Venezia Giulia e' stata soggetta in un passato sia antico che recente ad una serie di eventi sismici anche di natura violenta. La Regione si trova all'interno del settore orientale delle Alpi Meridionali, che presenta i caratteri sismici piu' accentuati della intera catena alpina, dovuti alle caratteristiche geodinamiche della zona, interessata da un recente processo di raccorciamento con conseguente ispessimento della crosta terrestre.

5.3.5 Qualità dei Sedimenti Marini

La qualità dei sedimenti marini è stata analizzata con riferimento alla campagna di monitoraggio condotta dal Ministero dell'Ambiente nel periodo 2001-2003 (Legambiente, 2004). Per quanto concerne la Regione Friuli Venezia Giulia, le stazioni di campionamento sono:

- Porto Nogaro a San Giorgio di Nogaro (Udine);
- Baia di Panzano nei pressi di Duino (Trieste);
- Punta Sottile nelle vicinanze di Muggia (Trieste);
- Area Marina Protetta Miramare (Trieste).

Le analisi hanno evidenziato elevatissime concentrazioni di cromo, mercurio, nichel e piombo in tutte e quattro le stazioni friulane, con 4 o 5 superamenti su 5 campioni analizzati. Punta Sottile, oltre che da questi metalli pesanti, risulta interessata da fenomeni di inquinamento legati a IPA, Benzo(a)pirene, PCB e ALDRIN (pesticida, del quale in questa stazione è stata rilevata la massima concentrazione di tutto il programma triennale di monitoraggio). La situazione appare molto simile nella Baia di Panzano, mentre a Porto Nogaro è stata rilevata la maggior concentrazione di mercurio; anche l'area di Miramare non è risparmiata dagli inquinanti. È verosimile ritenere che la presenza del porto petroli di Trieste, uno dei più grossi della nostra penisola, possa essere una delle principali cause della grave situazione di compromissione dei sedimenti.

5.4 ECOSISTEMI NATURALI E PAESAGGIO

5.4.1 Ambiti di Particolare Interesse Naturalistico

Nel territorio considerato i siti di rilevante interesse naturalistico sottoposti a particolare tutela sono la Riserva Naturale Regionale della Foce dell'Isonzo, la Riserva Naturale Regionale di Valle Canavata e i tre SIC “*Foce dell'Isonzo, Isola della Cona*” (cod. IT3330005), “*Valle Canavata e Banco Mula di Muggia*” (cod. IT3330006) e “*Laguna di Marano e Grado*” (cod. IT3320037), tutti coincidenti con le ZPS omonime.

La Riserva Naturale Regionale della Foce dell'Isonzo, inclusa nei Comuni di Staranzano, San Canzian d'Isonzo, Grado e Fiumicello, è in gran parte inclusa nel territorio del SIC omonimo, pertanto le due aree protette verranno accorpate in un'unica trattazione. La Riserva, di 2,338 ha (di cui 1,154 a mare), è stata istituita con LR No. 42 del 30 Settembre 1996. Il SIC occupa un'area di 2,653 ha.

La Riserva Naturale Regionale di Valle Canavata, inclusa nel Comune di Grado, coincide ampiamente con il territorio del SIC omonimo, pertanto le due aree protette verranno accorpate in un'unica trattazione. Si rileva che il SIC include anche il tratto a mare costiero definito “*Banco Mula di Muggia*”, antistante il tratto di costa tra lo sbocco di Canale Primero e la parte più orientale dell'agglomerato urbano di Grado. La Riserva, di 341 ha (di cui 67 a mare), è stata istituita con LR No. 42/96. Il SIC occupa un'area di 856 ha.

Il SIC “*Laguna di Marano e Grado*”, di 16,288 ha, ricade nell'area in esame unicamente con la porzione più orientale della Laguna di Grado. In pratica la Laguna di Grado e quella di Marano costituiscono un'unica zona umida, formata a seguito della diversa velocità di deposito dei fiumi alpini Isonzo e Tagliamento rispetto a quelli di risorgiva. Le correnti marine hanno in seguito formato dei cordoni di limi e sabbie. Le acque interne, caratterizzate da notevoli variazioni di salinità e temperatura, interessano vaste aree di velme e barene.

5.4.2 Sistemi Naturalistici e Vincoli Territoriali

Per quanto riguarda il Terminale GNL, esso risulta ubicato a circa 10 km dalla costa, a significativa distanza da aree naturali protette.

Il tratto offshore del metanodotto di collegamento, non attraversa alcuna area protetta e risulta ubicata ad una distanza minima di 500 m dal SIC/ZPS “*Foce dell'Isonzo-Isola della Cona*”.

Inoltre, con particolare riferimento alle aree sottoposte a vincolo paesaggistico istituite con LR No. 52/1991, si evidenzia che il punto di previsto spiaggiamento (di

cui si riporta una ripresa fotografica in Figura 5.4) del metanodotto ricade all'interno dei **territori costieri – linea di battigia**; inoltre si segnala la presenza, ad una distanza di circa 200 m, di **territori coperti da foreste e boschi**.

Per quanto riguarda la presenza di aree archeologiche nel punto di previsto spiaggiamento del metanodotto, si evidenzia che il bene storico più vicino risulta ubicato ad una distanza di circa 3.5 km.

5.5 ASPETTI SOCIO - ECONOMICI

5.5.1 Aspetti Demografici

La Regione Friuli Venezia Giulia, al 1° Gennaio 2005 (www.demo.istat.it), presenta una popolazione di 1,204,718 persone, di cui:

- 582,267 uomini;
- 622,451 donne.

L'anno 2004 ha evidenziato una leggera crescita della popolazione, confermando il trend riscontrato a partire dal 1998. La crescita demografica nel 2004 è da ricondursi unicamente al saldo migratorio, mentre quello naturale è risultato negativo. Il tasso di immigrazione nel territorio regionale, pari a circa 6 immigrati per mille abitanti (dato al 2001), risulta più elevato rispetto al valore medio nazionale.

5.5.2 Economia

L'economia della Regione Friuli Venezia Giulia è legata fortemente alla propria posizione geografica. Questo fattore condiziona notevolmente il sistema economico, caratterizzando la Regione per una marcata vocazione agli scambi commerciali verso l'estero. In particolare si registra una maggior quota di esportazioni rispetto al valore medio nazionale, cui si contrappone una minor quota di importazioni. La composizione delle esportazioni è concentrata prevalentemente nei prodotti delle attività manifatturiere (settori meccanico e metallurgico, macchine elettriche e mezzi di trasporto), mentre per le importazioni la distribuzione tra i settori è più variegata. Con riferimento alle modalità di trasporto prevale, per le esportazioni, il trasporto stradale (59.5%), seguito da quello marittimo (26.5%) e quello ferroviario (8.3%), mentre, per le importazioni, si ricorre maggiormente al trasporto marittimo (49.0%).

Per quanto riguarda i dati occupazionali, nonostante una ripresa nel 2001, l'agricoltura evidenzia comunque una situazione di flessione (-0.3% rispetto al 1995). Il comparto industriale, dopo parabole ascendenti e discendenti, ha

evidenziato un riallineamento ai valori del 1995; infine il comparto dei servizi evidenzia un aumento sensibile del numero di occupati, pari a circa il 4% nel periodo 1995-2001, con una ripartizione all'interno di tutti i settori che lo compongono. Si delinea inoltre una situazione di generale ristagno dell'economia regionale, con flessione degli investimenti e rallentamento dei fatturati. Nei diversi rami delle attività economiche si riscontrano situazioni differenziate con un trend ancora positivo nel settore delle costruzioni, una crescita della produzione agricola, la prosecuzione dei processi di ristrutturazione del settore commerciale, una contrazione dei traffici ed un rallentamento dei guadagni nel settore turistico. Gli indicatori del mercato sono viceversa allineati su valori positivi per quanto concerne l'incremento occupazionale.

5.5.3 Traffici Marittimi

In Friuli Venezia Giulia sono localizzati i porti commerciali di Trieste e Monfalcone che, in considerazione della loro localizzazione (si veda la Figura 5.5, ove è riportata anche l'ubicazione dei porti turistici) e della posizione geografica della Regione, che rappresenta un passaggio verso i Paesi dell'Europa balcanica e orientale, rivestono un ruolo di primaria importanza nei traffici del Mar Mediterraneo e, in particolare, dell'alto Adriatico.

Trieste è il più importante porto ferroviario del Sud Europa, dotato di 70 km di binari che servono tutte le banchine e rendono possibile la composizione di treni direttamente nei terminali: questa rete interna è connessa in modo funzionale a quella italiana ed europea. Situato nel punto d'incontro fra il bacino del Mediterraneo e le aree in forte crescita dell'Europa Centrale ed Orientale, il Porto di Trieste svolge un ruolo importante nel controllo e nella gestione di due flussi logistici intercontinentali:

- il collegamento fra l'Estremo Oriente e i mercati dell'Europa Centro-orientale ed in particolare quelli del bacino danubiano attraverso le linee di trasporto marittimo containerizzato e le reti intermodali;
- il cabotaggio tra il Centro Europa, la Grecia, la Turchia, il Medio Oriente ed il Nord Africa, attraverso le cosiddette autostrade del mare.

Nella sottostante tabella si riportano alcune informazioni relative ai movimenti marittimi nel porto di Trieste (Sito web: www.porto.trieste.it).

	Movimenti Marittimi – Porto di Trieste (Sito web: www.porto.trieste.it)					
	Nazionali		Internazionali		Totale	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Navi	253	364	4,007	3,813	4,260	4,177

	Movimenti Marittimi – Porto di Trieste (Sito web: www.porto.trieste.it)					
	Nazionali		Internazionali		Totale	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Stazza Netta [tonn]	1,280,367	2,011,018	40,257,990	41,538,360	41,538,360	37,914,840
Merci Sbarcate [tonn]	3,198,384	4,116,952	43,767,160	42,023,470	46,965,540	46,140,420

Il Porto di Monfalcone costituisce il più importante porto della Provincia di Gorizia ed è ubicato in una buona posizione geografica, vicino all'Europa Centrale ed a grossi snodi di interscambio merci come l'autoporto di Gorizia, l'interporto di Cervignano e l'aeroporto Ronchi dei Legionari.

L'andamento dei volumi totali di merci movimentate nel Porto di Monfalcone ha presentato, negli ultimi 15 anni, una fase costante di crescita (si veda la tabella sottostante).

Movimenti Marittimi – Porto di Trieste				
Anno	1990	1995	1999	2003
Merci Sbarcate	2,193,521	2,402,616	2,651,936	3,611,707
Merci Imbarcate	151,539	558,826	316,572	179,999
Totale	2,345,060	2,961,442	2,878,508	3,791,706

I principali materiali movimentati sono costituiti da prodotti forestali (Monfalcone si colloca ai primi posti nella classifica nazionale), carbone, prodotti siderurgici e lapidei, minerali e cemento.

Nell'ottica di rafforzare la connotazione prevalentemente commerciale del Porto, sono stati realizzati o predisposti, da parte dell'Azienda Speciale per il Porto di Monfalcone, numerosi interventi di potenziamento dell'attuale capacità ricettiva dello stesso (Sito web: www.porto.monfalcone.gorizia.it).

Il traffico commerciale relativo alla zona di mare in prossimità del Terminale GNL è fortemente correlato a quello dei porti dell'Alto Adriatico.

6 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

6.1 ATMOSFERA

6.1.1 Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissioni di Inquinanti Gassosi in Fase di Cantiere

Nel presente paragrafo è riportata una valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria per emissioni di inquinanti dai motori dei mezzi utilizzati durante la fase di costruzione.

La valutazione delle emissioni in atmosfera dei mezzi di cantiere è stata effettuata a partire da fattori di emissione standard desunti da letteratura; tali fattori indicano l'emissione specifica di inquinanti (CO, HC, NOx, Polveri) per singolo mezzo, in funzione della sua tipologia. Moltiplicando il fattore di emissione per il numero di mezzi presenti in cantiere a cui tale fattore si riferisce e ripetendo l'operazione per tutte le tipologie di mezzi si ottiene una stima delle emissioni prodotte dal cantiere.

Nelle tabelle seguenti si riportano le emissioni complessive previste per la realizzazione del Terminale GNL, dello spiaggiamento in Comune di Grado e per la posa della condotta a mare.

Inquinanti Emessi in Atmosfera dai Mezzi Impegnati nelle Attività di Costruzione – Terminale GNL				
Tipologia Mezzo	CO (kg/h)	HC (kg/h)	NOx (kg/h)	PTS (kg/h)
Autogru	2.1	0.91	10.08	0.77
Gruppi Elettrogeni	0.26	0.12	0.58	0.07
Motocompressori	0.61	0.27	1.73	0.18
Battipali	0.38	0.17	1.44	0.12
Draga	1.20	0.52	5.76	0.44
Pontoni, Supply Vessel	6.00	2.60	28.80	2.20
Betoniera su Pontoni	0.90	0.39	4.32	0.33
Gru su Pontone	1.50	0.67	5.76	0.49
Motobarche	2.1	0.91	10.08	0.77
Totale	12.94	5.65	58.46	4.61

Inquinanti Emessi in Atmosfera dai Mezzi Impegnati nelle Attività di Costruzione – Condotta a Mare				
Tipologia Mezzo	CO (kg/h)	HC (kg/h)	NOx (kg/h)	PTS (kg/h)
Scavatrici	4.20	1.82	20.16	1.54
Pale	1.20	0.52	5.76	0.44
Autocarri	5.25	2.28	25.20	1.93
Infissori palancole	0.30	0.13	1.44	0.11

Inquinanti Emessi in Atmosfera dai Mezzi Impegnati nelle Attività di Costruzione – Condotta a Mare				
Tipologia Mezzo	CO (kg/h)	HC (kg/h)	NOx (kg/h)	PTS (kg/h)
Autogru	3.38	1.50	12.96	1.11
Draga	1.20	0.52	5.76	0.44
Motobarche	0.90	0.39	4.32	0.33
Pontoni, Supply Vessels, Barge	36.00	15.60	172.80	13.20
TOTALE	52.43	22.76	248.40	19.09

Inquinanti Emessi in Atmosfera dai Mezzi Impegnati nelle Attività di Costruzione - Spiaggiamento				
Tipologia Mezzo	CO (kg/h)	HC (kg/h)	NOx (kg/h)	PTS (kg/h)
Gru	2.7	1.17	12.96	0.99
Autocarri	5.25	2.28	25.20	1.93
Pale	1.20	0.52	5.76	0.44
Scavatrici	4.20	1.82	20.16	1.54
Totale	13.35	5.79	64.08	4.90

Tali immissioni sono concentrate in un periodo e in un'area limitati. Questi fattori determinano delle ricadute di bassa entità e comunque confinate nell'area di cantiere. L'impatto associato è pertanto ritenuto di lieve entità e comunque reversibile.

6.1.2 Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissioni di Polveri da Attività di Cantiere

La produzione di polveri imputabile ai movimenti terra viene effettuata a partire da fattori di emissione standard desumibili da letteratura (US EPA, AP42); tali fattori forniscono una stima dell'emissione di polveri per tonnellata di materiale movimentato. Moltiplicando il fattore di emissione per la quantità dei materiali movimentati in cantiere si ottiene una stima delle emissioni prodotte.

Le emissioni di polveri si verificheranno prevalentemente durante la realizzazione dei movimenti terra per l'apertura della trincea della condotta.

A partire dalla stima della quantità di terra da movimentare, applicando il fattore di emissione di 165 kg/1,000 t, si ottiene la stima delle emissioni da movimento terra per il cantiere. Dividendo le emissioni per l'estensione dell'area di cantiere e per la durata dell'attività (6 mesi) si ottiene una stima di polveri da attività di movimento terra, come riepilogato nella seguente tabella.

Emissioni Specifiche di Polveri			
Area di Cantiere [m²]	Movimenti Terra [t/mese]	Emissioni [kg/mese]	Emissioni specifiche [kg/m²/mese]
1,500	800	130	0.09

Considerata la limitata durata della fase di costruzione, le ricadute, di entità minima e concentrate esclusivamente nell'area prossima ai cantieri, non arrecheranno perturbazioni significative all'ambiente e non interessano aree o recettori sensibili. L'impatto associato, a carattere temporaneo, è pertanto ritenuto di modesta entità e, comunque, reversibile.

6.1.3 Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissioni di Inquinanti da Traffico Marittimo (Fase di Esercizio)

La valutazione dell'impatto sulla variabile atmosfera in seguito all'incremento di traffico marittimo è stata effettuata in accordo ad una metodologia sviluppata per la stima di emissioni di inquinanti in atmosfera provenienti da traffico marittimo proposta da Trozzi e Vaccaro (1998).

Il gas verrà trasportato tramite navi metaniere. Sulla base della capacità delle navi è stimato il numero massimo, minimo e medio di navi previsto in arrivo al Terminale GNL Alpi Adriatico.

Traffico Marittimo di Navi Metaniere		
<i>Massimo</i> ⁽¹⁾	<i>Medio</i> ⁽²⁾	<i>Minimo</i> ⁽³⁾
170	85	75

Note:

- (1) Ipotizzate in arrivo solo navi della capacità di 70,000 m³
- (2) Sulla base di navi della capacità media di 140,000 m³
- (3) Ipotizzate in arrivo solo navi della capacità di 160,000 m³

Il calcolo dell'incremento delle emissioni da traffico marittimo è stato condotto con riferimento al numero di navi previsto in relazione all'esercizio del Terminale.

Le emissioni da traffico marittimo dei principali inquinanti di interesse (NO_x, CO, PM) in seguito alla realizzazione del Terminale GNL, sono riportate nella seguente tabella.

No. Navi	Inquinante [t/a]	
	Minimo	NOx
CO		7
PM		14
Medio	NOx	196
	CO	7
	PM	14
Massimo	NOx	199
	CO	7
	PM	14

Tali emissioni sono assolutamente trascurabili. L'impatto associato è pertanto considerato poco significativo.

6.1.4 Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissioni da Combustione del Gas Naturale (Fase di Esercizio)

Al fine di stimare l'impatto indotto sulla variabile Qualità dell'Aria dalle emissioni gassose generate in fase di esercizio del Terminale GNL sono state condotte analisi dettagliate della dispersione degli inquinanti emessi in atmosfera.

Nella sottostante tabella si riportano le caratteristiche emissive del Terminale GNL.

Caratteristiche Geometriche		Caratteristiche Emissive	
Parametro	Quantità	Parametro	Quantità
No. camini	2	Temperatura uscita fumi (°C)	90
Altezza camino (m)	22	Portata fumi totale (Nm ³ /h)	233,100
Diametro camino (m)	2.5	Emissioni NO _x (kg/s)	7.4
Velocità uscita fumi (m/s)	17.5	Emissioni CO (kg/s)	8.1

Il calcolo delle concentrazioni medie annuali di ricadute in atmosfera a livello del suolo è stato eseguito utilizzando il modello ISC3 e con riferimento alla climatologia su base annuale dell'area.

Sono state eseguite le analisi di ricadute di inquinanti con riferimento a:

- concentrazioni medie annue di NO_x in atmosfera a livello del suolo (Figura 6.1);

- concentrazioni massime orarie di NO_x (99.8° percentile) in atmosfera a livello del suolo (Figura 6.2);
- concentrazioni medie annue di CO in atmosfera a livello del suolo.

Ricadute Medie Annue di NO_x

Dall'esame della Figura 6.1 si rileva quanto segue:

- il massimo principale, pari a circa 0.7 µg/m³, si trova a circa 1.3 km in direzione Ovest;
- le ricadute sulla costa in Comune di Grado risultano inferiori a 0.2 µg/m³.

Si noti che i valori calcolati sono di due ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi (40 µg/m³ a partire dal 1 Gennaio 2010).

Ricadute Massime Orarie di NO_x

Dall'esame della Figura 6.2 si rileva quanto segue:

- il massimo principale, pari a circa 32 µg/m³, si trova a circa 200 m dal Terminale GNL, in direzione Nord-Ovest;
- le ricadute sulla costa in Comune di Grado risultano inferiori a 25 µg/m³.

Si noti che i valori calcolati sono di un ordine di grandezza inferiori ai limiti normativi (200 µg/m³ a partire dal 1 Gennaio 2010).

Ricadute Medie Annue di CO

Per quanto concerne le ricadute medie annue si rileva quanto segue:

- il massimo principale, pari a circa 0.77 µg/m³, si trova a circa 1.3 km in direzione Ovest;
- le ricadute sulla costa in Comune di Grado risultano inferiori a 0.3 µg/m³.

L'impatto associato risulta pertanto non significativo.

6.2 AMBIENTE MARINO E COSTIERO

6.2.1 Prelievi e Scarichi per Usi Civili (Fase di Cantiere) e per il Collaudo della Condotta (Fase di Commissioning)

In fase di cantiere sono previsti i seguenti prelievi idrici:

- 60 l/giorno per addetto; ipotizzando l'impiego massimo di circa 150 addetti, si prevede un consumo complessivo quantificabile in circa 9 m³/giorno;
- 5-15 m³/giorno per l'umidificazione delle aree di cantiere, in funzione dell'estensione delle aree di lavoro.

L'impatto, temporaneo e reversibile, associato a tali consumi è ritenuto poco significativo poiché i quantitativi di acqua prelevati sono sostanzialmente modesti e limitati al tempo della costruzione.

Analogamente ai prelievi, gli scarichi idrici non indurranno effetti significativi sulla qualità delle acque in considerazione delle caratteristiche dei reflui, delle modalità controllate di smaltimento, dei quantitativi di entità sostanzialmente contenuta (9 m³/giorno) e della temporaneità dello scarico.

L'acqua necessaria per l'esecuzione del test idraulico della condotta, quantificabile in circa 4,000 m³, potrà essere prelevata dai corsi d'acqua presenti in zona, ove saranno reimmessi al termine della prova di collaudo. L'impatto associato non è considerato significativo, in quanto i quantitativi prelevati sono modesti ed inoltre le acque, una volta concluso il test, verranno nuovamente restituite al corpo idrico più vicino, senza variazione delle caratteristiche di qualità.

6.2.2 Risospensione di Sedimenti del Fondale (Fase di Cantiere)

Durante la realizzazione del Terminale e della condotta si potrebbe generare una torbidità delle acque nell'area circostante la zona di scavo dovuta ai materiali fini messi in sospensione e dispersi dalle correnti. In generale i potenziali effetti negativi indotti dalla risospensione dei sedimenti sono imputabili alla rimessa in circolo delle sostanze depositate e all'aumento della torbidità delle acque. I sedimenti marini, una volta movimentati, vengono mantenuti in sospensione e diffusi per l'effetto combinato del moto ondoso e delle correnti marine. In caso di assenza di onda e di corrente i sedimenti risospesi tendono a ridepositarsi in prossimità del loro punto di origine.

In considerazione delle caratteristiche dell'area interessata, caratterizzata da assenza di attività industriali a rischio di inquinamento e da una bassa urbanizzazione costiera, si presume una qualità dei sedimenti presenti non scadente e conseguentemente la loro idoneità per le operazioni di rinterro. Al fine di evitare qualsiasi impatto di carattere ambientale, potranno essere comunque definite con le autorità competenti misure volte ad evitare la risospensione di tali materiali durante la posa della condotta.

6.2.3 Prelievi e Scarichi Idrici per Usi Civili e Industriali (Fase di Esercizio)

Le acque utilizzate per usi civili e industriali in fase di esercizio saranno prelevate, tramite dissalazione, dall'acqua di mare e sono quantificabili in 2 m³/h per usi civili e 3 m³/h per usi industriali. Si ritiene che tali prelievi non inducano effetti significativi in termini di consumo di risorse in considerazione dei quantitativi di entità sostanzialmente contenuta e della disponibilità della risorsa stessa.

Per quanto concerne i prelievi legati al processo di gassificazione del GNL, essi sono quantificabili in 22,800 m³/h in condizioni di normale esercizio e di 38,000 m³/h in condizioni di picco. L'acqua sarà prelevata dal mare mediante un sistema di presa.

Per quanto concerne gli scarichi, nella sottostante tabella sono riassunti tutte le tipologie di scarico e le modalità di smaltimento.

Scarichi Idrici			
Tipologia	Quantità	Modalità Trattamento	Modalità Smaltimento
Acque Oleose	1,400 t/anno (residui oleosi)	Vasca di Raccolta e Trattamento	Residui oleosi: smaltiti come rifiuti
Acque di Processo	17,500 t/anno	Modifica pH	Scarico in mare
Acque Sanitarie	19,500 t/anno	Impianto Biologico	Scarico in mare
Acque per Vaporizzazione	38,000 m ³ /h (valore massimo)	Controllo concentrazione Cl ₂	Scarico in mare

Si ritiene che gli scarichi idrici non inducano effetti significativi sulla qualità delle acque in considerazione dei quantitativi, delle modalità controllate dello scarico, della tipologia e delle caratteristiche dei reflui scaricati.

L'impatto associato risulta pertanto non significativo

6.2.4 Impatto Termico delle Acque di Gassificazione (Fase di Esercizio)

Al fine di valutare l'impatto connesso agli scarichi di acqua fredda nella zona di mare circostante il Terminale GNL, sono state condotte simulazioni numeriche finalizzate a determinare la dinamica di dispersione degli scarichi freddi.

La portata effluente presso la sezione di scarico presenta una differenza di temperatura massima, rispetto a quella del mare, di circa -5 °C; tale valore risulta ampiamente cautelativo. La portata di acqua di mare in uscita dai vaporizzatori viene scaricata attraverso un tubo di scarico di lunghezza di 410 m poggiato sul

fondo, di forma circolare e avente un diametro di 2 m. Per temperatura del mare superiore a 6 °C, la portata effluente, in condizioni di normale esercizio, è pari a 22,800 m³/h, mentre in condizioni di picco risulta di 30,400 m³/h. In corrispondenza della sezione di sbocco, le velocità risultano pertanto comprese tra 2 e 2.7 m/s. Le simulazioni sono state conservativamente condotte con riferimento alla portata di picco. Nella tabella seguente si riportano i risultati delle simulazioni condotte con riferimento ai casi di maggiore rilevanza.

Caratteristiche dello Scarico		Caratteristiche della Corrente		Caratteristiche del Pennacchio Termico	
Portata [m ³ /h]	ΔT [°C]	Direzione	Velocità [m/s]	ΔT a 1,000 m [°C]	ΔT a 600 m [°C]
30,400 m ³ /h	-5	Nord-Est	0.05	0.13	0.12
30,400 m ³ /h	-5	Nord-Est	0.2	0.09	0.07
30,400 m ³ /h	-5	Nord	0.05	0.15	0.14
30,400 m ³ /h	-5	Nord	0.2	0.09	0.07
30,400 m ³ /h	-5	Sud	0.05	-	0.13
30,400 m ³ /h	-5	Sud	0.2	-	0.07

Nelle Figure 6.3, 6.4 e 6.5 sono presentati in forma grafica i risultati delle simulazioni relative alle condizioni peggiori di dispersione, che si verificano con:

- portata di picco;
- velocità di corrente pari a 0.05 m/s.

In tali figure sono rappresentati, in funzione della distanza dalla sezione di sbocco:

- l'andamento del gradiente termico lungo la mediana del pennacchio;
- il profilo orizzontale del pennacchio, fino ad una distanza tale per cui gli effetti dello scarico freddo si possono ritenere trascurabili (delta di temperatura inferiore a 0.1 °C).

Come si rileva dall'esame delle figure, il gradiente termico presenta andamenti molto simili, caratterizzati da una riduzione sensibile della differenza di temperatura entro una distanza sostanzialmente contenuta dal punto di sbocco; in particolare:

- entro una distanza di circa 100 m dal punto di scarico, il gradiente termico risulta inferiore a 1 °C;
- ad una distanza di circa 1,000 m dallo stesso **la variazione termica tra il flusso immesso e le acque marine risulta pressoché trascurabile**, essendo compresa tra 0.1 e 0.2 °C.

L'impatto risulta pertanto non significativo.

6.2.5 Moto Ondoso e Correnti

L'interferenza del Terminale con il moto ondoso è evidentemente limitata ad una zona circoscritta all'intorno dell'opera. Localmente la presenza del Terminale determina una perturbazione del campo d'onda, la quale interessa un'area estesa fino a qualche centinaio di metri di distanza, principalmente sottovento alla struttura. A scala vasta, invece, il Terminale, per le sue dimensioni, assume carattere puntuale ed il campo d'onda dell'area può essere considerato sostanzialmente inalterato dalla sua presenza.

Analogamente a quanto avviene per il campo d'onda, anche in questo caso la perturbazione generata dal Terminale interessa un'area circoscritta nelle immediate vicinanze dell'opera e sono da escludere effetti a vasta scala.

6.3 SUOLO E SOTTOSUOLO

6.3.1 Variazioni delle Caratteristiche di Qualità di Suolo e Sedimenti (Fase di Cantiere e Fase di Esercizio)

La realizzazione dello scavo subacqueo per la realizzazione del piano di appoggio dei cassoni del Terminale comporterà scavi di dimensioni non trascurabili, stimabili in circa 9,000 m³. Inoltre, la preparazione delle aree di lavoro per la posa del metanodotto, la realizzazione dello spiggiamento, etc. comporteranno la realizzazione di ulteriori scavi e rinterri, stimabili complessivamente in circa 13,000 m³. Sulla base delle informazioni disponibili si ritiene che la qualità sedimenti da movimentare sia buona.

I materiali provenienti dagli scavi e dalla realizzazione del Terminale saranno, per quanto possibile e previa verifiche di compatibilità tecnico-ambientale, riutilizzati nell'ambito del progetto, in particolare per il riempimento dei cassoni su cui verrà realizzato il Terminale, con il notevole vantaggio di utilizzare tale materiale come risorsa e non considerarlo come rifiuto. L'impatto risulta pertanto trascurabile.

In fase di esercizio i possibili fattori di interferenza del progetto con la qualità dei sedimenti marini sono:

- rilascio di metalli dagli anodi sacrificali;
- traffico marittimo delle navi per lo scarico del GNL;

- scarico di acque clorate ad opera del Terminale.

Per quanto riguarda la presenza del Terminale, si ritiene che il rilascio di metalli dagli anodi sacrificali determini un impatto trascurabile sulla qualità di sedimenti, in considerazione delle modeste quantità.

I fenomeni di deposizione sul fondo di sostanze contenute nei reflui di origine civile imputabili ai traffici marittimi di mezzi dedicati al Terminale non sono tali da modificare la qualità dei sedimenti nelle aree circostanti l'impianto.

Per quanto riguarda lo scarico di acque contenenti cloro, in considerazione delle concentrazioni contenute degli scarichi (0.2 mg/l), si ritiene l'impatto associato non significativo.

6.3.2 Occupazione di Suolo e Variazione della Morfologia (Fase di Cantiere e Fase di Esercizio)

La realizzazione delle opere a progetto comporterà:

- occupazione temporanea di suolo per l'installazione dell'area di cantiere;
- occupazione di suolo per le nuove strutture.

Durante la fase di cantiere, e successivamente in esercizio, il tratto di mare circostante l'opera sarà soggetto a restrizioni della navigazione. Per quanto riguarda lo spiaggiamento della condotta è prevista un'occupazione temporanea di un'area di cantiere per lo svolgimento delle attività di posa.

La struttura dell'opera occupa una superficie complessiva di circa 30,000 m². Un'ulteriore superficie di fondale, ritenuta trascurabile, sarà occupata dai pali di sostegno dei pontili. La realizzazione dello scanno di imbasamento comporterà un'alterazione permanente della morfologia del fondale, tuttavia, non essendo previste alcune variazioni della quota di quest'ultimo, l'impatto può ritenersi trascurabile.

6.3.3 Produzione di Rifiuti (Fase di Cantiere e Fase di Esercizio)

A livello generale si evidenzia che, durante la fase di cantiere, tutti i rifiuti prodotti dal cantiere verranno gestiti e smaltiti sempre nel rispetto delle normativa vigente, privilegiando il recupero delle frazioni riutilizzabili.

I rifiuti prodotti durante la fase di esercizio saranno sostanzialmente di tipo urbano o assimilabili e, comunque, in quantità contenute. Nell'impianto verranno anche generati rifiuti di origine industriale derivanti dalle attività di processo o ad esse riconducibili, quali le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria di gestione degli impianti. Tali rifiuti saranno generati in quantitativi ridotti.

L'impatto associato risulta pertanto trascurabile.

6.4 ECOSISTEMI NATURALI E PAESAGGIO

6.4.1 Impatto per Consumi di Habitat dovuti all'Occupazione di Suolo (Fase di Cantiere e Fase di Esercizio)

L'area interessata dalla presenza dei cantieri necessari alla realizzazione del Terminale GNL risulta localizzata nel Golfo di Trieste, a distanza significativa da habitat marini di particolare pregio. Inoltre le attività di cantiere presentano una durata temporale limitata nel tempo e saranno adottate tutte le misure idonee a ridurre le superfici interessate dalle operazioni. L'impatto associato alla fase di cantiere risulta non significativo.

Per quanto concerne l'area interessata dalla posa della condotta, in fase di cantiere è prevista occupazione di suolo per l'allestimento dei cantieri. In fase di esercizio il disturbo sarà legato unicamente alla presenza del tubo posato sul fondo; inoltre parte della condotta, presso il punto di spiaggiamento e lungo il tratto a terra, sarà interrata; l'impatto associato risulta pertanto non significativo.

6.4.2 Danni/Disturbi a Flora, Fauna ed Ecosistemi Marini per Scarico di Acque Freddi ad opera del Terminale GNL

Per quanto riguarda gli scarichi di acque fredde in mare conseguenti al processo di vaporizzazione del GNL durante la fase di esercizio del Terminale, gli indicatori utilizzati per la stima degli impatti diretti sulla componente fisica vengono considerati indicatori dell'eventuale danno sulle componenti biotiche e sugli ecosistemi.

Come evidenziato nel capitolo relativo alla componente Ambiente Marino e Costiero (cui si rimanda per informazioni di maggiore dettaglio), la differenza termica legata allo scarico di acque fredde si riduce quasi completamente entro una distanza di circa 200 m. Inoltre gli habitat di particolare rilevanza nell'area sono ubicati ad una significativa distanza dalla struttura GBS; l'impatto associato sulla componente risulta pertanto non rilevante.

6.4.3 Impatto Percettivo Connesso alla Presenza di Nuove Strutture (Fase di Esercizio)

Tale tipo di impatto viene valutato con riferimento a quell'insieme di caratteri percettivi dell'ambiente naturale e antropico, con particolare riguardo a quelli visivi, che assumono valore e significato in rapporto alla dimensione emotiva, estetica e culturale.

Il contesto paesaggistico nel quale si inserisce l'intervento può essere identificato come un tipico paesaggio marino-costiero: il Terminale GNL risulta ubicato a circa 10 km dalla costa, in uno spazio marino privo di aree protette o di particolare pregio paesaggistico.

Per classificare il sito rispetto a una gamma di parametri che ne definiscono la "sensibilità paesistica" si è fatto riferimento al metodo adottato nel Piano Territoriale Paesistico Regionale della Regione Lombardia. Il punteggio che si ottiene è illustrato nel seguito, con riferimento a tutte le variabili considerate.

Modo di Valutazione	Chiave di Lettura	Sensibilità Min. 1 Max. 4
<i>Vedutistico</i>	interferenza con un punto di vista o percorso panoramico	2
	inclusione in una veduta panoramica	2
<i>Sistemico</i>	partecipazione a un sistema di interesse morfologico	1
	partecipazione a un sistema di interesse naturalistico	1
	partecipazione a un sistema di interesse storico/artistico	1
	partecipazione a un sistema di relazioni o immagine	1
	partecipazione a un ambito di integrità paesistica	1
<i>Dinamico</i>	rapporto con viabilità di grande comunicazione	1
	rapporto con viabilità di fruizione paesistica	2
<i>Locale</i>	presenza nel sito di beni storici, architettonici, archeologici	1
	presenza nel sito di valori e beni naturalistici e ambientali	1
	presenza di valori di immagine, forte caratterizzazione del sito in termini di coerenza linguistica	1

Con riferimento a tutte le variabili si ottiene un punteggio estremamente basso.

Un punteggio leggermente più elevato è stato attribuito al rapporto con gli aspetti vedutistici e con la viabilità paesistica, in particolare nel tratto di costa compreso fra il Comune di Grado e il confine sloveno. Complessivamente, il sito può pertanto essere classificato a moderata sensibilità, quindi idoneo ad accogliere il Terminale in argomento.

Al fine di valutare l'impatto associato alla presenza fisica della Terminale, nelle Figure 6.6 e 6.7 vengono presentati due fotoinserti della struttura GBS.

Il confronto fra la situazione attuale e quella successiva alla realizzazione del Terminale è stato condotto con riferimento a quanto presentato in Figura 5.5 e risulta significativo in considerazione di:

- punti di vista scelti in territorio italiano (Località Muggia e punto di previsto spiaggiamento in Comune di Grado), che minimizzano la distanza tra la costa e la struttura;
- condizioni di buona luminosità.

Come evidenziato nelle due figure, la presenza del Terminale determina un impatto paesaggistico non significativo.

6.5 ASPETTI SOCIO – ECONOMICI

6.5.1 Interferenze con il Traffico Marittimo (Fase di Cantiere e Fase di Esercizio)

Interferenze con il traffico marittimo in fase di realizzazione delle opere sono legate alla presenza del cantiere ed al trasporto della manodopera. Gli effetti sul traffico marittimo determinati dalle attività in fase di cantiere sono temporanei e reversibili; in fase di costruzione sarà interdetto il traffico marittimo nell'area di interesse.

Il numero massimo (teorico), minimo (teorico) e medio di navi previsto in arrivo al Terminale è riportato nella seguente tabella.

Traffico Marittimo di Navi Metaniere		
<i>Massimo</i> ⁽¹⁾	<i>Medio</i> ⁽²⁾	<i>Minimo</i> ⁽³⁾
170	85	75

Note:

- (1) Ipotizzate in arrivo solo navi della capacità di 70,000 m³
- (2) Sulla base di navi della capacità media di 140,000 m³
- (3) Ipotizzate in arrivo solo navi della capacità di 160,000 m³

In realtà i valori estremi riportati in tabella (stima massima e stima minima) corrispondono a condizioni teoriche che difficilmente troveranno riscontro nell'effettivo esercizio del Terminale; il valore medio stimato risulta in tal senso maggiormente credibile.

In considerazione del numero di arrivi presso il terminale ed alla tempistica degli stessi per le operazioni di scarico del GNL, si può concludere che l'esercizio del

Terminale non determinerà interferenze significative né con il traffico marittimo commerciale né con quello industriale.

Analogamente la quota di traffico marittimo legata alla presenza di imbarcazioni di supporto, rimorchiatori e per il trasferimento del personale determina un impatto sulla componente trascurabile.

6.5.2 Impatto connesso alla Richiesta di Servizi per Manodopera e per Soddisfacimento Necessità Personale Coinvolto (Fase di Cantiere e Fase di Esercizio)

La realizzazione del progetto comporta una richiesta di manodopera essenzialmente ricollegabile a:

- fase di cantiere: si prevede che le attività di cantiere necessitino mediamente di circa 100 unità per la realizzazione del Terminale e di 50 unità per la posa della condotta a mare;
- attività di esercizio: sono previsti circa 50 addetti diretti per l'esercizio del Terminale.

Per quanto riguarda il metanodotto, si prevede l'impiego di manodopera per la verifica periodica ed il controllo delle tubazioni. Dato il tipo di qualifica e l'entità del personale richiesto la domanda di manodopera potrà essere sostanzialmente soddisfatta in ambito locale. L'impatto sulla variabile risulta pertanto di segno positivo.

La realizzazione del progetto e l'esercizio del Terminale GNL comporteranno inoltre un impatto indotto sul tessuto produttivo locale per il soddisfacimento delle attività connesse al personale coinvolto. Infatti, come avviene per qualunque iniziativa industriale, le attività connesse alla realizzazione del progetto ed all'esercizio del Terminale GNL potranno comportare domanda di servizi ed attività collaterali che instaureranno una catena di rapporti, anche a carattere economico, con le imprese locali.

6.5.3 Impatto connesso alla Realizzazione di un Nuovo Terminale per l'Importazione di Gas Naturale

La realizzazione di una nuova struttura per l'importazione di gas naturale in Italia contribuisce in maniera positiva al processo di liberalizzazione del mercato energetico, promosso dalla UE attraverso le Direttive "gas" ed "elettricità" recentemente recepite in Italia, con conseguenti favorevoli ripercussioni sugli utenti

finali, anche in termini di riduzione delle tariffe per effetto dei meccanismi di concorrenza.

In considerazione del fatto che il Terminale consentirebbe di diversificare le fonti di approvvigionamento energetiche, a tutto vantaggio della disponibilità dei prezzi e della garanzia della fornitura di gas, l'impatto generale sull'assetto economico produttivo è sicuramente positivo.

Inoltre la realizzazione di un terminale GNL favorisce a scala generale il miglioramento del sistema di approvvigionamento del gas naturale, la maggior diffusione dell'utilizzo di una fonte energetica meno inquinante rispetto alle fonti tradizionali.

Il gas naturale, infatti, per le sue caratteristiche chimico-fisiche e per la sua possibilità di essere impiegato in apparecchiature e tecnologie ad alto rendimento, offre un contributo importante alla riduzione delle emissioni inquinanti e al miglioramento della qualità dell'aria. L'utilizzo di gas naturale non comporta infatti emissioni di polveri, metalli pesanti e ossidi di zolfo e grazie a un rapporto carbonio-idrogeno minore rispetto ad altri tipi di combustibile, comporta minori emissioni in atmosfera di CO₂.

Si noti che la recente Legge 24 Novembre 2000, No. 340 "*Disposizioni per la Delegificazione di Norme e la Semplificazione di Procedimenti Amministrativi*", definisce i rigassificatori di gas naturale quali impianti destinati al miglioramento del quadro di approvvigionamento strategico dell'energia, della sicurezza e dell'affidabilità del sistema nonché della flessibilità e della diversificazione dell'offerta. La Legge 340/00, in particolare, favorisce l'uso o il riutilizzo di siti industriali, per l'installazione di tali tipi di impianto.

L'impatto pertanto è da ritenersi di segno positivo.

RIFERIMENTI

Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, 1997, “Piano Stralcio del Fiume Tagliamento”, adottato dal Comitato Istituzionale in data 15 Aprile 1998.

ARPA Friuli Venezia Giulia, 2001, “Rapporto sullo Stato dell’Ambiente, Anno 2001”.

ARPA Friuli Venezia Giulia, 2002, “Rapporto sullo Stato dell’Ambiente, Aggiornamento 2002”.

D’Appolonia S.p.A, 2006a, “Terminal Alpi Adriatico S.r.l, Progetto Preliminare Condotta a Mare, Doc. No. 05-399-H4, Rev. 0 - Gennaio 2006”.

D’Appolonia S.p.A, 2006b, “Terminal Alpi Adriatico S.r.l, Relazione Geologica, Doc. No. 05-399-H1”, Gennaio 2006.

Dogliani, 2000, “Sismotettonica dell’Italia Nord-orientale e Possibile Comparazione con gli Appennini”.

Gordini et al., 2002, “Stratigrafia del Sottosuolo della Trezza Grande (Golfo di Trieste, Adriatico Settentrionale). Estratto da: “Gortania, Atti del Museo Friulano di Storia Naturale”, Volume 24, Udine.

Legambiente, 2004, “Lo Stato di Salute del Mare Italiano, Elaborazioni dei Dati del Piano Triennale di Monitoraggio Marino-Costiero 2001-2004 del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio”, Aprile 2004.

Merlini et al., 2002, “Analisi Strutturale Lungo un Profilo Geologico tra la Linea Fella-Sava e l’Avampaese Adriatico (Friuli Venezia Giulia – Italia), Memorie Società Geologica Italiana, Vol. 57, pp. 293-300.

Regione Friuli Venezia Giulia, 1978, “Piano Urbanistico Regionale Generale del Friuli Venezia Giulia”, Testo Coordinato con le Modifiche Apportate con i DPGR No. 0481/Pres. del 5 Maggio 1978 e No. 0826/Pres. del 15 Settembre 1978 di adozione e di approvazione del progetto definitivo del Piano Urbanistico Regionale Generale del Friuli Venezia Giulia, 1978.

Saipem-Vinci, 2006a, “Terminal Alpi Adriatico S.r.l, Relazione di Progetto del Terminale, Doc. No. F12181, Gennaio 2006 – Rev. 0”.