



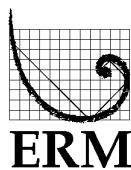
Centrale di Fiume Santo
Realizzazione di una Nuova
Sezione a Carbone da 410
MW in Sostituzione delle
Sezioni 1 e 2

Studio di Impatto Ambientale

ERM sede di Milano

Via San Gregorio, 38
I-20124 Milano
T: +39 0267440.1
F: +39 0267078382

www.erm.com/italy



Il presente Studio di Impatto Ambientale riguarda il progetto di realizzazione di una nuova sezione a carbone, denominata sezione 5, in sostituzione delle sezioni 1 e 2 della *Centrale* Termoelettrica di Fiume Santo, in provincia di Sassari, regione Sardegna.

Il proponente del progetto è la Società *Endesa Italia S.p.A.* che annovera le capacità tecniche, finanziarie e gestionali per la realizzazione dell'impianto e per l'esercizio della *Centrale* nella sua configurazione futura.

La *Figura 1a* individua il sito in cui è localizzata la *Centrale*.

La *Centrale* di Fiume Santo è attualmente costituita da quattro sezioni termoelettriche tradizionali, di cui le sezioni n. 1 e 2 sono alimentate a olio combustibile denso (OCD) e le sezioni n. 3 e 4 sono alimentate a carbone. L'attuale potenza elettrica lorda complessiva di queste sezioni è pari a circa 960 MW, a fronte di una potenza termica di 2.400 MW.

Oltre a queste sezioni, in *Centrale* sono presenti due gruppi turbogas in ciclo semplice a funzionamento discontinuo, di potenza elettrica lorda pari a 40 MW ciascuno. Essi sono autorizzati esclusivamente per un funzionamento massimo di 11 ore/giorno per complessive 500 ore/anno.

Il progetto prevede la realizzazione della sezione n. 5, in affiancamento alle sezioni n. 3 e 4, e la contestuale dismissione delle sezioni n. 1 e 2. Nella configurazione futura le sezioni n. 3, 4 e 5 avranno una potenza elettrica lorda pari a circa 1.050 MW, mentre la loro potenza termica sarà di 2.458 MW.

L'adozione delle migliori tecnologie impiantistiche disponibili per la sezione 5 garantirà un aumento del rendimento elettrico e una diminuzione delle emissioni di inquinanti complessive e per unità di energia prodotta.

La rete elettrica nazionale è già presente nell'impianto con due linee, rispettivamente a 150 e 380 kV.

Per l'evacuazione dell'energia prodotta la sezione 5 sarà collegata alla linea a 380 kV esistente.

La fornitura di carbone per il funzionamento della nuova sezione avverrà tramite l'esistente sistema di nastri di trasporto, di lunghezza pari a circa 8 km, che collega la *Centrale* al porto industriale di Porto Torres, dove il carbone è approvvigionato tramite navi carboniere.

Con la realizzazione del progetto sarà inoltre dimesso il circuito di raffreddamento a ciclo aperto tramite acqua mare delle sezioni n. 1 e 2, e le relative opere di presa e di restituzione.

La sezione 5 utilizzerà l'esistente circuito di raffreddamento in comune con le sezioni 3 e 4.

1.1 *PROFILO DEL PROPONENTE*

1.1.1 *Il Gruppo Endesa Italia S.p.A.*

Il processo di liberalizzazione del mercato elettrico in Italia ha avuto un'accelerazione dopo l'emanazione del *D.Lgs. del 16 marzo 1999 "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica"*, noto come decreto Bersani.

In tale contesto, nel 1999 Enel Spa ha costituito tre società di produzione (Eurogen - Elettrogen - Interpower), conferendo a ciascuna di esse impianti e risorse in misura tale da consentire a ciascuna di esse di concorrere efficacemente sul mercato. La *Centrale* termoelettrica di Fiume Santo è stata conferita in questa fase ad Elettrogen Spa.

Nel corso del 2001, al termine di un'asta pubblica che è stata perfezionata nel mese di settembre, ha avuto luogo la cessione di Elettrogen S.p.A. da parte del gruppo Enel a Endesa Italia, società costituita al momento dell'acquisizione da Endesa, Santander Central Hispano e ASM Brescia. La prima è un gruppo multinazionale spagnolo, leader nel settore elettrico in Spagna, Cile, Argentina, Perù e Colombia e presente nello stesso settore in altri otto Paesi Sudamericani ed Europei. Svolge attività anche in altri settori contigui (servizi energetici, telecomunicazioni, new technologies). SCH è una banca spagnola che attualmente però non è più azionista di Endesa Italia. ASM Brescia è la multiutility del comune di Brescia, già presente nel settore elettrico.

Dopo un primo periodo di gestione con uno schema societario che manteneva la separazione di Elettrogen da Endesa Italia, ha avuto luogo la fusione per incorporazione fra le due Società: dal 31 dicembre 2001 Endesa Italia S.r.l. è subentrata ad Elettrogen S.p.A. a tutti gli effetti di Legge.

Successivamente, a partire dal primo gennaio 2004, Endesa Italia S.r.l. si è ulteriormente trasformata in Endesa Italia S.p.A.

Della società Endesa Italia S.p.A. fanno parte:

- la centrale termoelettrica di Fiume Santo (SS);
- la centrale termoelettrica di Monfalcone (GO);
- la centrale termoelettrica di Tavazzano e Montanaso (LO);
- la centrale termoelettrica di Ostiglia (MN);
- la centrale termoelettrica di Scandale (KR);
- la centrale turbogas di Trapani;
- il nucleo idroelettrico della Calabria;
- il nucleo idroelettrico di Terni;
- il parco eolico di valle Saccarda I (AV);
- il parco eolico di valle Saccarda II (AV), con entrata in esercizio nel 2006;
- il parco eolico di Scampitella (AV), in fase autorizzativa;
- il parco eolico di Florinas (SS);

- il parco eolico in provincia di Trapani, con entrata in esercizio nel 2006;
- il parco eolico in provincia di Catania, con entrata in esercizio nel 2006.

1.1.2 *La Politica Ambientale di Endesa Italia*

La politica ambientale che Endesa Italia persegue si basa su impegni e principi base consapevolmente assunti e chiaramente definiti, espressi pubblicamente dal vertice aziendale.

1.1.2.1 *Impegno Ambientale*

“Endesa Italia è cosciente che la protezione della natura e dell’ambiente naturale deve essere presa in considerazione in qualsiasi attività economica. Da ciò dipenderanno le future generazioni contribuendo così allo sviluppo sostenibile.

Pertanto Endesa Italia ha deciso di sviluppare tutte le sue attività imprenditoriali in modo rispettoso per l’ambiente circostante, impegnandosi con l’efficienza energetica dovuta alla scarsità delle risorse naturali e non rinnovabili.

Per far fronte alla sfida ambientale, Endesa Italia va oltre gli stretti adempimenti previsti dalla normativa vigente intensificando le iniziative necessarie e stabilendo obblighi precisi per garantire l’uso razionale delle risorse e la minimizzazione dei rifiuti, collaborando allo sviluppo sostenibile richiesto dalla società.

Di conseguenza, uno dei valori fondamentali di Endesa: comunità e Ambiente, stabilisce che si impegni socialmente e culturalmente con la comunità adattando le sue strategie imprenditoriali alla conservazione dell’Ambiente”.

1.1.2.2 *Principi Base della Politica Ambientale*

Per la realizzazione del suo impegno Endesa applica i seguenti principi:

- **Integrare** la gestione ambientale e il concetto di sviluppo sostenibile nella strategia corporativa della Compagnia, utilizzando criteri ambientali documentati nei processi di pianificazione e nelle decisioni;
- **Utilizzare** razionalmente le risorse e ridurre la produzione di rifiuti, scarichi idrici, emissioni in atmosfera e impatti ambientali, mediante l’applicazione di programmi di miglioramento continuo e la fissazione di obiettivi e traguardi ambientali, facendo in modo che le installazioni e le attività di Endesa Italia siano sempre più rispettose dell’ambiente;

- *Mantenere* in tutti centri un controllo permanente del rispetto della legge e la revisione periodica del comportamento ambientale e della sicurezza delle installazioni, comunicando i risultati ottenuti;
- *Conservare* l'ambiente circostante le installazioni con l'adozione di provvedimenti finalizzati alla protezione delle speci di fauna e flora e del loro habitat;
- *Definire* le strategie di attuazione per i cambiamenti climatici, potenziando l'uso di energie rinnovabili, la ricerca e lo sviluppo di tecnologie più pulite ed efficaci;
- *Incorporare* la tutela dell'ambiente e la sicurezza nei luoghi di lavoro come uno dei criteri fondamentali che concorrono al processo decisionale aziendale e non è limitata ai soli aspetti regolati dalle normative;
- *Promuovere* un maggior livello di sensibilità e coscienza per la protezione dell'ambiente mediante la formazione interna e esterna e la collaborazione con le autorità, istituzioni e associazioni cittadine;
- *Richiedere* agli appaltatori ed ai fornitori l'introduzione di politiche ambientali coerente con i presenti principi;
- *Promuovere* l'uso razionale e il risparmio di energia fra gli utenti e la società in generale.

Per quanto riguarda la *Centrale* di Fiume Santo si sottolinea che nell'aprile 2005 ha ottenuto la certificazione del proprio sistema di gestione ambientale secondo la norma UNI EN ISO 14001 e, nel luglio 2005, l'iscrizione del sito nel registro EMAS.

1.1.3

Iniziative di Endesa Italia in Materia di Produzione da Fonti Rinnovabili

Secondo l'*art. 11* del *Decreto Legislativo n. 79* del 16/03/99, Endesa Italia quale produttore di energia prevalentemente da fonti non rinnovabili è sottoposto all'obbligo di immettere in rete ogni anno un quantitativo di energia rinnovabile pari al 2% dell'energia prodotta da fonti non rinnovabili l'anno precedente. A decorrere dal 2004, tale quota, ai sensi dell'*art. 4* del *Decreto Legislativo n. 387* del 29/12/2003, sarà aumentata ogni anno di 0,35 punti percentuali fino a raggiungere nel 2006 il valore del 3,05%.

Sulla base del piano di produzione di Endesa Italia dei prossimi cinque anni, l'onere economico associato all'obbligo di produrre i Certificati Verdi sarebbe molto ingente qualora si copra il fabbisogno di certificati verdi esclusivamente acquistandoli da altri produttori o dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale.

Endesa Italia ha quindi deciso di investire ingenti risorse nella realizzazione di nuovi impianti alimentati a fonti rinnovabili al fine di soddisfare gran parte del proprio fabbisogno di certificati verdi utilizzando propri asset produttivi.

La somma a preventivo degli impegni di Endesa Italia per la realizzazione e l'esercizio delle fonti rinnovabili ha come obiettivo di garantire il soddisfacimento di quanto richiesto dai Decreti Legislativi e dall'aumento di

produzione per l'installazione di nuovi cicli combinati, senza ricorrere all'acquisto di certificati verdi dal mercato.

La strategia di sviluppo sarà concentrata sulle seguenti fonti di seguito indicate.

1.1.3.1 *Energia Eolica*

Si tratta della opportunità di sviluppo con maggiori prospettive di crescita a causa del limitato sfruttamento di questa risorsa energetica in Italia. Endesa Italia può avvalersi inoltre della esperienza accumulata in questo settore dal Gruppo Endesa che ha realizzato finora in Spagna parchi eolici per un potenza complessiva di circa 1.200 MW.

Il piano di sviluppo di Endesa Italia per la produzione di energia da fonti rinnovabili prevede, a livello nazionale, l'installazione di 425 MW eolici entro la fine del 2009.

Nello scorso mese di settembre Endesa Italia ha iniziato la costruzione di due nuovi parchi eolici in Sicilia nelle province di Trapani e Catania, per una potenza complessiva installata di 56 MW, che entreranno in esercizio commerciale nel 2006.

Sempre nel mese di settembre, Endesa Italia ha acquisito il parco eolico di Florinas (Sassari) che con i suoi 10 aerogeneratori della potenza di 2 MW ciascuno, produrrà circa 42 GWh ogni anno.

Nel mese di ottobre, invece, Endesa Italia ha firmato un accordo con il Gruppo Merloni per l'acquisto del 51% della società italiana MF Power, proprietaria di tre parchi eolici in provincia di Avellino, per una potenza complessiva di 60 MW. Di questi, circa il 50% saranno operativi nel 2006.

1.1.3.2 *Energia da Biomasse*

L'utilizzo di biomasse per generare energia avverrà prevalentemente nelle caldaie dei gruppi termoelettrici esistenti. Nella *Centrale* di Fiume Santo è stata richiesta l'autorizzazione per l'utilizzo di biomasse in co-combustione con il carbone. Nella Centrale Termoelettrica di Monfalcone da più di 2 anni è in funzione un impianto che attraverso la co-combustione di carbone e farine animali, ha consentito la produzione di 70 GWh/anno attribuibili alla combustione delle farine animali.

1.1.3.3 *Energia Idroelettrica*

Verranno realizzati nuovi impianti idroelettrici nei Nuclei di Terni e di Calabria, che garantiranno una produzione annua di circa 60 GWh di energia rinnovabile. E' inoltre previsto il rifacimento di alcuni degli impianti idroelettrici presenti nei Nuclei di Terni e di Calabria che consentirà di migliorare la loro efficienza produttiva.

1.2 *MOTIVAZIONI DEL PROGETTO*

1.2.1 *Storia del Sito Produttivo*

La costruzione dell'impianto ha avuto inizio a cura di Enel S.p.A. negli anni '70. Dopo una sospensione delle attività durata alcuni anni, agli inizi degli anni '80 si è pervenuti al completamento e al successivo avviamento delle sezioni 1 e 2 alimentate a olio combustibile.

In particolare, il primo parallelo (immissione di energia elettrica in rete) della sezione 1 si è avuto nel 1983, per la sezione 2 all'inizio del 1984.

Le sezioni 3 e 4 sono state costruite a circa un chilometro di distanza dalle altre due, con criteri che facevano capo al Progetto Unificato Carbone dell'Enel (PUC).

Il primo parallelo delle due sezioni, alimentate inizialmente con olio combustibile denso e Orimulsion, è stato rispettivamente nel dicembre dell'anno '92 e nel dicembre '93.

Contestualmente sono stati realizzati gli interventi di ambientalizzazione delle due sezioni da 320 MW (sezioni 3 e 4), autorizzati con specifico *Decreto* rilasciato dal MICA il 16/07/90 e completati nel 1998.

Nel corso del 2002 le sezioni n. 1 e 2 sono state oggetto di interventi di ambientalizzazione.

Le sezioni 3 e 4 sono state alimentate fino al 2003 con olio combustibile denso e Orimulsion.

A partire dal giugno 2003 è iniziata la combustione di carbone in queste due sezioni, dismettendo contestualmente la combustione di Orimulsion.

Nell'anno 2005 è stata inoltre autorizzata la costruzione e l'esercizio di due turbogas in ciclo semplice da circa 50 MW ciascuno, poi realizzati entrambi da 40 MW, attualmente pronti per l'esercizio commerciale. Per essi è previsto il funzionamento per un massimo di 500 ore/anno.

La loro realizzazione è stata richiesta da Endesa Italia allo scopo di rendere disponibile una potenza aggiuntiva per la "riserva terziaria" della Sardegna, che altrimenti, come richiesto dal Gestore della Rete di Trasmissione nazionale (GRTN), sarebbe dovuta essere resa disponibile penalizzando le sezioni 3 e 4, mantenendole in funzionamento a carico ridotto.

1.2.2 *Fabbisogno di Energia Elettrica in Sardegna*

La rete elettrica sarda si trova in una situazione particolare, in quanto non è interconnessa alla rete nazionale, se non attraverso il cavo a corrente continua denominato SACOI, che permette la trasmissione di una quantità di energia limitata.

E' pertanto necessario che la produzione di energia a livello regionale preveda non soltanto il soddisfacimento delle richieste, ma anche riserve di potenza sufficienti a contrastare i possibili ammanchi e le esigenze stagionali.

Dalle statistiche e dai dati di esercizio pubblicati dal GRTN, (rif. anno 2004) si evidenzia come il fabbisogno di energia elettrica in Italia sia coperto dagli impianti di produzione in quantità insufficiente, e che gli aumenti della domanda di energia vengano in gran parte soddisfatti attraverso lo scambio con l'estero.

La copertura della domanda di energia attraverso l'importazione dall'estero presenta un limite fisico, dovuto alle capacità di trasporto delle reti, nonché, al momento attuale, alla scarsa possibilità di modulazione.

Questo discorso è particolarmente valido nel caso della rete sarda, per la quale le possibilità di importazione dipendono esclusivamente dal collegamento SACOI.

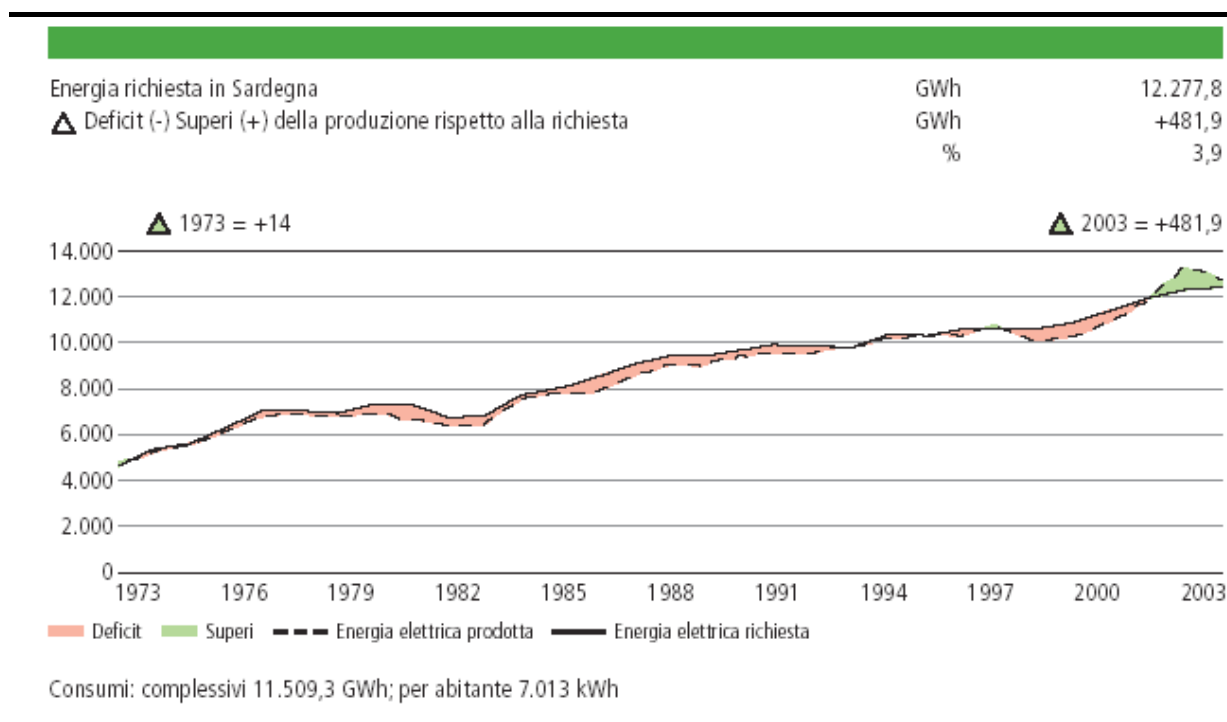
L'esame dei dati statistici del GRTN relativi alla produzione di energia elettrica, confrontata con la richiesta, per gli ultimi 30 anni, evidenzia che la differenza tra disponibilità e domanda ha sempre oscillato entro limiti molto contenuti.

Anche se nel corso degli ultimi due anni il deficit risulta coperto, questo fatto non garantisce un margine sufficiente, sia per la scarsa affidabilità di fonti di produzione, che dipendono da fattori climatici quali l'idroelettrico o l'eolico, sia per l'entità del margine stesso, che potrebbe essere annullato da 2 mesi di fuori servizio di una sezione da 320 MW.

Nella seguente *Figura* si riporta l'andamento della richiesta di energia elettrica in Sardegna nel 2003 (ultimi dati disponibili).

Figura 1.2.2a

Andamento della Richiesta Energetica in Sardegna. Fonte GRTN



1.2.3

Motivazioni Strategiche del Progetto

La richiesta di autorizzazione oggetto del presente studio, per la realizzazione della sezione 5 alimentata a carbone, è da ricondursi alla volontà di Endesa Italia di predisporre un piano di trasformazione della *Centrale* che consenta di raggiungere i seguenti obiettivi:

- mantenere un alto livello di servizio della *Centrale*, aumentando la produzione di energia elettrica, in linea con il fabbisogno energetico della regione Sardegna che, come sopra indicato, risulta coperto ma con un margine non sufficiente;
- sostituire la potenza attualmente erogata dalle sezioni 1 e 2, alimentate ad olio combustibile, procedendo alla loro dismissione anziché adeguarle ai limiti di legge imposti dalla direttiva europea EU2001/80/CEE, in vigore a partire dal 1 gennaio 2008.

La soluzione proposta è quella individuata come la migliore in termini tecnico-economici e ambientali. In particolare, come indicato nel *Paragrafo 3.3 "Analisi delle Alternative"*, la scelta di utilizzare un ciclo di tipo ultrasuper-critico consente di aumentare il rendimento energetico di *Centrale* e di ridurre le emissioni totali di inquinanti e specifiche per unità di energia prodotta, e uno studio specifico per la scelta dell'altezza del camino ha consentito di definire l'altezza ottimale del camino di progetto (pari a 180 m) in termini di benefici ambientali.

Inoltre la soluzione progettuale permette di ottenere i seguenti vantaggi:

- non richiede la realizzazione di nuove linee di trasmissione in quanto sono già presenti in sito infrastrutture elettriche (stazioni, linee ecc.);
- non richiede l'utilizzo di terreni esterni all'area di *Centrale*; anche l'area di influenza potenziale coincide con quella già interessata dall'esercizio attuale della *Centrale*, che peraltro trarrà profitto dai miglioramenti conseguenti;
- innesto su un tessuto sociale già integrato con le attività della *Centrale* e quindi in grado di cogliere al meglio le sinergie che essa offre all'economia della zona (occupazione diretta, indotto, ecc.).

Altro aspetto rilevante è quello legato alla riduzione delle attività di trasporto dell'olio combustibile attraverso navi cisterne all'interno del Golfo dell'Asinara, area altamente sensibile a fenomeni incidentali di inquinamento da idrocarburi.

1.3

ITER AUTORIZZATIVO

Endesa Italia S.p.A., ai sensi dell'*art. 1 della Legge n. 55 del 9 aprile 2002*, richiederà l'avvio della procedura per l'ottenimento dell'*Autorizzazione Unica* rilasciata dal Ministero delle Attività Produttive, comprensiva della Valutazione di Impatto Ambientale e dell'*Autorizzazione Integrata Ambientale* per il progetto di realizzazione della sezione 5 e della contestuale dismissione delle sezioni 1 e 2 della *Centrale* di Fiume Santo, oggetto del presente studio.

In conformità alle disposizioni legislative, nel presente studio di impatto ambientale è inserita la valutazione di incidenza della *Centrale* sulle aree pSIC e ZPS.

La *Centrale Termoelettrica di Fiume Santo* è stata inclusa nella perimetrazione dell'area di interesse nazionale¹ del sito industriale di Porto Torres, ai sensi del *D.M. del Ministero Ambiente del 07/02/2003*. Pertanto, nel febbraio 2004, è stato predisposto da URS Dames & Moore il Piano di Caratterizzazione del sottosuolo dell'intera area di *Centrale*

Il Piano di Caratterizzazione è stato approvato con il "*Verbale della conferenza dei servizi decisoria del 22 giugno 2004*", del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, *prot. 12589/ordv/DI*.

Al momento della redazione del presente Studio di Impatto Ambientale (dicembre 2005) l'indagine di campo è stata completata al 90% e le analisi chimiche dei campioni prelevati risultano in corso.

Per le aree interessate dal progetto oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale il Proponente richiederà lo stralcio dalla procedura generale ai

(1) ¹ Legge 179/2002, che individua 14 siti di interesse nazionale destinati alla realizzazione di interventi di bonifica e di risanamento ambientale.

sensi del DM 471/99, onde permettere l'eventuale bonifica e la disponibilità delle aree stesse prima del certificato di avvenuta bonifica di tutta l'area di Centrale.

1.4 SCOPO E CRITERI DI REDAZIONE DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Il presente Studio di Impatto Ambientale ha lo scopo di analizzare gli impatti derivanti dall'attuale esercizio della Centrale, dalla fase di realizzazione del progetto e dall'esercizio futuro a seguito dell'entrata in esercizio della sezione 5.

Sono, in particolare, descritte le motivazioni tecnologiche e ambientali che hanno determinato le scelte progettuali e i diversi effetti sull'ambiente che il progetto prescelto avrà tanto in fase di realizzazione che di esercizio.

1.5 STRUTTURA DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Il presente Studio di Impatto Ambientale è sviluppato sulla base delle linee guida contenute nel DPCM 27 dicembre 1988, commentate dalle norme UNI 10742 e UNI 10745 (*Impatto Ambientale: finalità e requisiti di uno studio di impatto ambientale e Studi di Impatto Ambientale: terminologia*) e delle linee guida emanate con il decreto del 01/04/2004 (*linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale*).

Il presente Studio di Impatto Ambientale estende l'analisi dello stato attuale delle varie componenti ambientali a un'area vasta di circa 12 km di raggio attorno al sito dell'impianto (si veda il § 4.1.1). Per la sola componente atmosfera tale area è maggiormente estesa.

L'area vasta, evidenziata in Figura 1.5a, oltre al comune di Sassari, comprende i comuni di Porto Torres e Stintino.

Come area di riferimento è stata invece considerata la provincia di Sassari.

Gli effetti dell'impatto sulle varie componenti sono studiati all'interno di aree di diversa estensione in funzione della distanza massima di possibile impatto. La componente atmosfera è studiata sino a circa 25 km di distanza dal sito, mentre la componente rumore sino e non oltre 2,5 km (si veda il § 4.1.1 per ulteriori dettagli).

Oltre alla presente *Introduzione*, lo Studio di Impatto Ambientale comprende:

- *Quadro di Riferimento Programmatico*, dove sono analizzati i rapporti tra la Centrale esistente e il progetto di realizzazione della sezione n. 5, e contestuale dismissione delle sezioni 1 e 2, con i piani e le leggi vigenti;

- *Quadro di Riferimento Progettuale*, che riporta le informazioni relative alla *Centrale* esistente e al progetto proposto, dell'utilizzo delle risorse, delle emissioni e dei rifiuti, dei malfunzionamenti e lo studio delle potenziali interferenze ambientali del progetto su cui avviare lo studio delle componenti e la stima degli impatti;
- *Quadro di Riferimento Ambientale*, articolato in due parti: descrizione dello stato attuale delle componenti ambientali interessate dalla realizzazione del progetto; analisi degli impatti sulle componenti ambientali considerate per effetto della *Centrale* allo stato attuale e delle azioni di progetto, in cui, utilizzando metodologie quali-quantitative, gli impatti significativi sono descritti e valutati anche utilizzando modelli matematici di previsione. Quando necessario, sono descritte le metodologie di indagine e di valutazione degli impatti sulle componenti ambientali;
- *Monitoraggi Ambientali*, dove sono descritti i sistemi di monitoraggio previsti per tenere sotto controllo l'impianto e i suoi effetti sull'ambiente;
- *Valutazione di Incidenza*, dove sono analizzati gli eventuali impatti del progetto su aree pSIC e ZPS.

Per mantenere la struttura dello Studio di Impatto Ambientale snella e di rapida lettura, i necessari approfondimenti tematici e tecnici sono riportati in specifici *Allegati Tecnici*.

1.6

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI LAVORO

Nella seguente *Tabella 1.5a* sono riportati i nominativi di tecnici ed esperti coinvolti nella realizzazione del presente Studio di Impatto Ambientale.

Tabella 1.5a

Composizione del Gruppo di Lavoro

Funzione	Società	Esperti e Tecnici
Coordinamento Generale	Endesa Italia SpA	Ing. Maria Castellani Ing. Alessia Fiore Ing. Alberto Barbieri
Direzione del Progetto	ERM Italia	Ing. Marco Barlettani
Coordinamento del Progetto	ERM Italia	Ing. Lorenzo Bertolé
Quadro di Riferimento Programmatico	ERM Italia	Ing. Mauro Plantone
Quadro di Riferimento Progettuale	ERM Italia	Ing. Lorenzo Bertolé
Quadro di Riferimento Ambientale		
Atmosfera	ERM Italia	Ing. Marco Barlettani Ing. Michela Izzo Dott. Marco Caminiti
Ambiente Idrico	ERM Italia	Dott. geol. Michele Ronchini Ing. Mauro Plantone
Suolo e sottosuolo	ERM Italia	Dott. geol. Michele Ronchini Ing. Mauro Plantone
Vegetazione, Flora Fauna, Ecosistemi	ERM Italia	Dott. Sergio Robbiati
Salute Pubblica	ERM Italia	Ing. Marco Barlettani Ing. Lorenzo Bertolé
Rumore e Vibrazioni	ERM Italia	Ing. Giuseppe Valleggi Ing. Lorenzo Bertolé
Traffico	ERM Italia	Ing. Lorenzo Bertolé
Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti	ERM Italia	Ing. Lorenzo Bertolé
Paesaggio	ERM Italia	Dott. Sergio Robbiati
Editing ed Elaborati grafici	ERM Italia	P.i. Michele Belgrano Sig. ra Aurora Finiguerra Geom. Laura Gianazza Sig. ra Giulia Cremonesi

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

Lo Studio di Impatto Ambientale è qui chiamato a fornire elementi conoscitivi sulle relazioni tra l'opera proposta e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale; così operando tali elementi costituiscono parametri di riferimento per la formulazione del giudizio di compatibilità.

Nel quadro programmatico di seguito configurato vengono quindi descritte le relazioni tra l'opera (e gli interventi ad essa connessi) con la programmazione e la pianificazione emessa a livello nazionale dalla Regione Autonoma della Sardegna e delle altre Amministrazioni locali competenti, con particolare attenzione all'ambito ambientale ed energetico.

2.1 *PIANIFICAZIONE ENERGETICA E CONTROLLO DELLE EMISSIONI*

2.1.1 *Strumenti Nazionali ed Internazionali di Pianificazione Energetica*

Le linee generali dell'attuale strategia energetica dell'Unione Europea sono state delineate nel Libro Bianco *"Una politica energetica per l'Europa"*-COM(1995) 682Def, pubblicato nel 1995, sulla base di un accurato studio della situazione energetica comunitaria e mondiale e dei possibili scenari futuri.

L'analisi presentata all'interno del documento è stata sviluppata intorno ai seguenti punti principali:

- il processo di globalizzazione del mercato dell'energia contro un mercato comunitario frammentato in realtà nazionali;
- la crescente dipendenza energetica dell'Unione da paesi terzi;
- l'impatto dei consumi energetici sull'ambiente con particolare riferimento ai cambiamenti climatici;
- l'aumento complessivo dei consumi energetici mondiali, specialmente nelle economie in via di sviluppo.

Sulla base degli scenari delineati, gli obiettivi assunti dal *Libro Bianco* ed in generale dalla politica energetica dell'Unione Europea riguardano essenzialmente: l'incentivo all'impiego di tecnologie ad alto rendimento e basso impatto ambientale, l'incentivo alla riconversione e alla riqualificazione degli impianti energetici esistenti, il rafforzamento della sicurezza dell'approvvigionamento energetico e della competitività dell'economia europea.

Per il raggiungimento degli obiettivi, nel corso degli ultimi anni la Commissione Europea ha adottato una serie di *Direttive* e *Comunicazioni*.

L'approccio seguito dalla Commissione nel presentare le proposte legislative è stato caratterizzato dalla volontà di non fornire un regime troppo rigido, ma semplicemente un quadro di riferimento all'interno del quale siano i singoli Stati membri ad identificare le soluzioni più appropriate rispetto alle specifiche nazionali.

La Commissione ha elaborato una strategia progressiva, in modo da permettere all'industria energetica di adeguarsi gradualmente alle nuove circostanze.

A seguito della richiesta formulata dal Consiglio Europeo a Lisbona nel marzo 2000 di accelerare la liberalizzazione del settore energetico, la Commissione ha presentato un insieme di nuove proposte per completare il mercato interno del gas e dell'elettricità da espletare entro il 2005, sfociate poi nell'adozione di due nuove direttive: *Direttiva 2003/54/CE*, relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e la *Direttiva 2003/55/CE*, relativa a norme comuni per il mercato interno del gas naturale.

A livello nazionale, il quadro degli strumenti di pianificazione energetica emanati negli ultimi anni è costituito da:

- *Piano Energetico Nazionale* approvato dal Consiglio dei Ministri il 10 agosto 1988, che enuncia i principi strategici e le soluzioni operative atte a soddisfare le esigenze energetiche del Paese fino al 2000, individuando i seguenti obiettivi della programmazione energetica nazionale:
 - il risparmio dell'energia;
 - la protezione dell'ambiente;
 - lo sviluppo delle risorse nazionali;
 - la diversificazione geografica e politica delle aree di approvvigionamento;
 - la competitività del sistema produttivo.

Sebbene tale piano sia superato da tempo e decaduto con la fine del 2000, alcuni degli aspetti trattati continuano ad essere attuali e alcuni obiettivi proposti non sono stati raggiunti, in particolare l'indipendenza energetica dalle fonti estere;

- *Leggi 9 e 10 del Gennaio 1991*, concernenti la parziale liberalizzazione della produzione di energia elettrica (Legge 9 Gennaio 1991, n. 9) e la promozione del risparmio di energia e dell'impiego di fonti rinnovabili (Legge 9 Gennaio 1991, n. 10);
- *Decreto Legislativo del Governo n. 79 del 16/03/1999* (c.d. Decreto Bersani), concernente l'apertura del mercato interno dell'energia elettrica individuato come strumento per l'incremento dell'efficienza della generazione, della trasmissione e della distribuzione, rafforzando nel contempo la sicurezza dell'approvvigionamento e la protezione dell'ambiente;

- *Decreto Legislativo del Governo n. 164 del 23/05/2000*, recepimento delle Direttive 91/296/CE e 98/30/CE che stabiliscono norme comuni per il mercato europeo del gas naturale. In particolare l'obiettivo delle direttive è la realizzazione di un mercato concorrenziale europeo del gas naturale, attraverso la creazione di singoli mercati nazionali liberi;
- *Accordo del 5 settembre 2002* tra Governo, regioni, province, comuni e comunità montane, sancito dalla Conferenza Unificata Stato-Regioni e Stato-Città ed Autonomie Locali, che fissa i criteri generali di valutazione dei progetti di costruzione ed esercizio di impianti di produzione di energia elettrica nonché i compiti e le funzioni amministrative nel settore;
- *Decreto Legge 18 Febbraio 2003, n. 25 Disposizioni urgenti in materia di oneri generali del sistema elettrico*, (convertito con Legge 17 aprile 2003 n. 83), recante disposizioni per la valutazione di impatto ambientale di nuove installazioni e il potenziamento di impianti di produzione di energia elettrica con potenza superiore a 300 MW termici. Viene data priorità a progetti di ambientalizzazione delle centrali esistenti che:
 - garantiscono la riduzione delle emissioni inquinanti complessive delle centrali esistenti;
 - comportano il riutilizzo di siti già dotati di adeguate infrastrutture di collegamento alla rete elettrica nazionale;
 - contribuiscono alla diversificazione verso fonti primarie competitive;
 - comportano un miglioramento dell'equilibrio tra domanda e offerta di energia elettrica, almeno a livello regionale, anche tenendo conto degli sviluppi della rete di trasmissione e delle nuove centrali già autorizzate;
- *Legge n. 239 del 23/08/2004 (legge Marzano)*, concernente il riordino del settore energetico nazionale e la delega al governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia. In essa vengono determinate le disposizioni inerenti il settore energetico atte a garantire la tutela della concorrenza, dei livelli essenziali delle prestazioni concernenti i diritti civili e sociali, dell'incolumità e della sicurezza pubblica, la tutela dell'ambiente e dell'ecosistema. Il disposto definisce l'ambito entro il quale potrà essere normato dalle regioni il settore energetico, introducendo meccanismi di cooperazione e raccordo fra i diversi livelli dell'amministrazione pubblica, rideterminando le funzioni amministrative e la loro articolazione a livello locale, introducendo procedure semplificate, prevedendo l'esercizio di poteri sostitutivi. Inoltre vengono introdotte norme programmatiche e precettive nei confronti dei soggetti operanti nel settore.

2.1.2

Strumenti Nazionali e Internazionali di Controllo delle Emissioni

A livello internazionale, il principale strumento per il controllo delle emissioni di gas serra è costituito dal Protocollo di Kyoto.

Questo accordo, a cui hanno partecipato 160 paesi, li impegna a varare nei prossimi anni interventi per ridurre le emissioni di gas serra dell'8% nell'ambito UE tra il 2008 e il 2012.

Il *Protocollo* in particolare individua le seguenti azioni da realizzarsi da parte dei Paesi Industrializzati:

- incentivazione all'aumento dell'efficienza energetica in tutti i settori;
- sviluppo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia e delle tecnologie innovative per la riduzione delle emissioni;
- incremento delle superfici forestali per permettere la diminuzione del CO₂ atmosferico;
- promozione dell'agricoltura sostenibile;
- limitazione e riduzione delle emissioni di metano dalle discariche di rifiuti e dagli altri settori energetici;
- misure fiscali appropriate per disincentivare le emissioni di gas serra.

Con la *Delibera n. 137 del 19/11/98 Linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra*, il CIPE ha individuato le quote di riduzione dei gas serra da ottenersi in ambito nazionale mediante le diverse azioni indicate nel Protocollo. Un ruolo rilevante viene attribuito all'aumento di efficienza del parco termoelettrico, con una conseguente riduzione delle emissioni che dovrebbe raggiungere le 5 e 20 Mt attorno al 2003 e 2010, rispettivamente. Per il raggiungimento dell'obiettivo, il CIPE prevede che i Ministeri dell'Industria, dell'Ambiente e della Sanità (come allora denominati) definiscano i criteri e le misure che devono portare alla graduale dismissione dagli impianti di produzione di energia che comportano alti consumi e bassi rendimenti e che sono destinati ad un ruolo marginale per effetto della stessa liberalizzazione del mercato elettrico, prevista dalla *Direttiva 96/92/CE*.

La recente *Delibera CIPE n. 123 del 19 Dicembre 2002 "Revisione delle Linee Guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra"* ha approvato il *Piano di azione nazionale per la riduzione dei livelli di emissione dei gas serra e l'aumento del loro assorbimento*, redatto dal Ministero dell'Ambiente ai sensi della *Legge 1 Giugno 2002, n. 120*.

2.1.3

La Pianificazione Energetica Regionale

Il Parlamento Europeo nella relazione sulla proposta di modifica della *Decisione n. 1254/96/CE* relativa alle Reti Transeuropee dell'Energia (TEN - Energia, documento di seduta finale: A4-0324/2002 del 2 ottobre 2002), ribadisce in più articoli ed emendamenti l'importanza dell'inserimento delle

isole nelle suddette Reti, sia per tenere conto dell'attuazione della liberalizzazione dei mercati dell'elettricità e del gas naturale, sia per la diversificazione delle fonti e per la diffusione delle fonti energetiche rinnovabili (FER).

Inoltre, altri importanti atti legislativi che riguardano la politica energetica sarda sono:

- la decisione della UE di inserire la Sardegna nelle Reti Transeuropee dell'Energia (GUCE 25/6/2002);
- la *Deliberazione CIPE del 21 dicembre 2001* relativa al potenziamento del cavo Sa-I di connessione della Sardegna alla rete elettrica europea;
- l'inserimento nel *Decreto n. 273 del 12 dicembre 2002* del gasdotto Algeria - Sardegna - Italia - Francia (Capo IV art. 27) e, all'*art. 35*, delle condizioni per l'accesso al mercato elettrico europeo per le industrie strategiche della Sardegna.

Per completare il quadro normativo entro il quale si inserisce la situazione attuale del sistema energetico della Sardegna, va ricordato che la *Legge Obiettivo n. 443 del 21 dicembre 2001*, annovera tra gli interventi strutturali prioritari il "potenziamento del Cavo Sardegna - Italia" (cavo Sa-I da 1000 MW), mentre non prevede interventi riguardo l'approvvigionamento del gas naturale per la Sardegna, nonostante fosse stato recepito il Progetto di prefattibilità sulla metanizzazione in Sardegna che prevedeva oltre al gasdotto anche il ricorso al sistema Gas Naturale Liquefatto (GNL).

Sintesi della Proposta di Piano Energetico Regionale (PEAR)

L'Amministrazione regionale, in ottemperanza alla *Delibera di Giunta Regionale n. 31/7 del 27 luglio 2004*, ha conferito al Dipartimento d'Ingegneria del Territorio dell'Università di Cagliari l'aggiornamento del *Piano Energetico Regionale (PER)*, la cui bozza è stata approvata dalla Giunta Regionale con *Deliberazione n. 50/23 del 25 ottobre 2005*.

Il Piano Energetico ha lo scopo di prevedere lo sviluppo del sistema energetico regionale in condizioni dinamiche, in un contesto di sistema semi-chiuso quale è la Regione Sardegna. Dovendo ottemperare alle ultime leggi a carattere internazionale e nazionale sul controllo ambientale, esso deve svilupparsi come *Piano Energetico Regionale Ambientale (PEAR)*.

Uno degli obiettivi strategici che si intende perseguire con il *PEAR* è relativo al rafforzamento delle infrastrutture energetiche della Sardegna, attraverso:

- la realizzazione di 2 cavi elettrici sottomarini da 500 MW previsti per il 2008 - 2009 (SAPEI);

- il metanodotto sottomarino dell'Algeria previsto per il 2009.

Il Progetto di Piano parte da un'accurata analisi del Sistema Energetico della Sardegna nel periodo 2004, e propone una gamma di "Scenari di Sviluppo" al fine di risparmiare energia razionalizzando l'uso e migliorando l'efficienza energetica per il decennio 2004 - 2014.

Sistema Energetico Attuale

Le caratteristiche strutturali dell'attuale Sistema Energetico della Sardegna comportano diverse conseguenze negative, di seguito sinteticamente descritte:

- **la mancanza di diversificazione delle fonti primarie di Energia è causa di instabilità e vulnerabilità economica del sistema energetico regionale. Ciò deriva dal non avere ancora realizzato la struttura di approvvigionamento del gas naturale, dal piccolo ruolo assegnato al carbone nella generazione elettrica, dall'insufficiente impegno nello sfruttamento delle fonti rinnovabili;**
- la mancanza del gas naturale determina un maggior ricorso, rispetto all'Italia, ai prodotti petroliferi e all'Energia elettrica anche per le utenze termiche. Da ciò deriva un maggior consumo a causa dei bassi valori dei rendimenti di conversione, con un maggior costo unitario dell'Energia e un maggior impatto ambientale;
- per migliorare l'efficienza energetico/economica del sistema produttivo, non potendo intervenire con lo strumento di un piano energetico sulla struttura industriale di base ad alta intensità di Energia elettrica, l'unica possibilità che si ha sta nell'utilizzare le tecnologie di produzione di Energia ad altissimo rendimento, cosa oggi possibile nella penisola grazie alle centrali a "gas naturale a ciclo combinato" (NGCC), ma ancora impossibile in Sardegna.

Lo scenario di variazione della *Domanda interna* è costituito da una crescita teorica di tipo esponenziale con tasso medio annuo, desunto dall'andamento storico, pari al 2,35%; in tal modo lo scenario tendenziale relativo alla stima della Domanda netta interna per il 2014 sarà di 15.500 GWh/a.

Considerando gli interventi di risparmio ed uso razionale che si è programmato di conseguire con il presente Piano, la *Domanda razionale* fissa un tasso di crescita medio annuo pari al 0,81%, certamente più basso rispetto a quello tendenziale, che porta ad una Domanda netta interna per il 2014, pari a 13.000 GWh/a.

Scenari di Sviluppo Proposti dal PEAR

Lo sviluppo della generazione elettrica proposto dal Piano Energetico Regionale è caratterizzato da una prevalenza del carbone tra le fonti di Energia primaria che alimentano il comparto elettrico, ma si avvale anche del contributo delle Fonti Rinnovabili (FER) e del Metano dopo il 2010.

Considerando i tassi di crescita della domanda energetica interna, stimati nel decennio 2004 - 2014, il Piano ipotizza che in previsione dell'arrivo del gasdotto possano essere realizzate due centrali a metano ad alto rendimento a ciclo combinato (da 400 MW e 200 MW, tipo NGCC).

Si ipotizza inoltre che dopo il 2010 le centrali a carbone Enel ed Endesa possano svolgere il ruolo di riserva o, eventualmente, di produzione per l'esportazione.

Questo programma di sviluppo mette in evidenza che il sistema elettrico della Sardegna valorizza il carbone sulcis.

Il ruolo delle centrali a gas naturale può essere svolto in modo economicamente utile e ambientalmente pulito dopo la realizzazione del cavo SAPEI.

2.2

STATO ATTUALE E TENDENZE EVOLUTIVE DELLA PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE DI SETTORE

La Regione Sardegna, in base alla *Legge Costituzionale n. 3 del 26 febbraio 1948, "Statuto speciale per la Sardegna"*, ha potestà legislativa in materia di edilizia ed urbanistica.

Secondo le *Norme di Attuazione dello Statuto Sardo*, alla Regione compete inoltre la stesura dei Piani Territoriali di Coordinamento in base ai criteri indicati nell'art. 6 della *Legge Urbanistica Nazionale (Legge 1150/42)*.

Inoltre il *DPR 22 maggio 1975, n. 480*, recante le Norme di Attuazione dello Statuto Speciale della Sardegna, trasferisce alla Regione le funzioni relative all'approvazione dei Piani Territoriali di Coordinamento e dei Piani Regolatori Generali.

Successivamente il *DPR 24 luglio 1977, n. 616*, trasferisce alla Regione ulteriori funzioni amministrative dello Stato, attinenti all'assetto ed utilizzazione del territorio. Vengono anche trasferite alle Regioni le funzioni amministrative concernenti gli interventi per la Protezione della natura, le Riserve ed i Parchi naturali.

In particolare il *DPR 19 giugno 1979, n. 348*, recante ulteriori "Norme di Attuazione dello Statuto Speciale per la Sardegna", delega alla Regione le

funzioni amministrative esercitate dagli organi centrali e periferici dello Stato per la protezione delle bellezze naturali per quanto attiene alla loro individuazione, alla loro tutela ed alle relative sanzioni.

Tutte le sopra elencate competenze, per i diversi rami del Governo Regionale, vengono precisate con la *Legge Regionale 7 gennaio 1977, n. 1*, contenente norme sull'organizzazione amministrativa della Regione Sardegna, sulle competenze della Giunta, della Presidenza e degli Assessorati regionali.

In particolare è da sottolineare il trasferimento delle competenze in materia urbanistica dal Presidente della Regione all'Assessore degli Enti locali, Finanze ed Urbanistica, al quale viene dunque assegnata la competenza in materia di Piani Regolatori Generali e strumenti urbanistici di attuazione.

Con la *Legge Regionale 27 giugno 1979, n. 51*, vengono fra le altre cose assegnati:

- all'Assessorato della Programmazione, Bilancio ed Assetto del Territorio, la competenza in materia di assetto generale del territorio;
- all'Assessorato della Pubblica Istruzione, Beni Culturali, Informazione, Spettacolo e Sport, la competenza in materia di Beni Culturali e tutela delle bellezze naturali;
- all'Assessorato dei Lavori Pubblici, le competenze in materia di Opere pubbliche ed Opere idrauliche.

Per quanto riguarda la programmazione economica e finanziaria, la Regione Sardegna è dotata del *Piano Generale di Sviluppo (PGS)*, definitivamente approvato dal *Consiglio Regionale il 22 marzo 1991* e pubblicato sul *BURAS n.25 del 1 luglio 1991*.

Il Piano costituisce il tramite che consente di collegare l'analisi puntuale sullo stato e sull'evoluzione del sistema regionale, che è di fatto costituita dallo Schema di Assetto della Regione Sardegna (§ 2.3.1.1), nonché l'analisi sullo stato di attuazione dei programmi regionali, con la formulazione di documenti di programmazione economica e finanziaria pluriennali regionali (*DPEF*) che lo integrano e lo aggiornano.

Le recenti riforme costituzionali, che hanno modificato in senso federalista la forma dello Stato e conseguentemente la forma di governo regionale, renderanno necessaria l'adozione, da parte della Regione Sardegna, di un nuovo statuto di autonomia.

L'attuazione del federalismo amministrativo, sia a livello statale sia a livello regionale, determinerà un considerevole passaggio di competenze e trasferimenti di funzioni e compiti amministrativi alla Regione, e da questa agli Enti Locali, che richiederà una profonda riorganizzazione della Amministrazione e dei suoi apparati.

Dovranno pertanto essere ridefinite, tra le altre cose, le competenze del Presidente della Giunta e degli assessori, nonché i settori di pertinenza di ciascun Assessorato, attualmente stabiliti con la sopra citata LR 1/77, e dovrà essere realizzata la riforma dell'organizzazione amministrativa della Regione.

Le riforme saranno orientate a ricondurre l'apparato regionale ad una reale coerenza organizzativa (secondo quanto previsto dal D. Lgs. 76/2000) con le principali funzioni di programmazione, indirizzo e controllo.

Tale obiettivo generale verrà perseguito attraverso alcuni essenziali passaggi, tra cui la riforma degli strumenti di programmazione, al fine di creare una catena logico attuativa consequenziale fra PRS (*Programma Regionale di Sviluppo*), DPEF (*Documento di Programmazione Economica e Finanziaria*) e bilancio pluriennale: questa è una delle priorità riportate nella parte introduttiva del DPEF 2005-2007 approvato dalla Giunta Regionale il 4 novembre 2004, nel quale si dice che La Regione Sarda dovrebbe dotarsi entro il 2005 dello strumento del PRS.

L'assenza infatti di un disegno complessivo di sviluppo ha costituito in Sardegna un forte handicap per la programmazione regionale, ivi inclusa l'elaborazione dei programmi dell'Obiettivo 1 negli ultimi 10 anni (dal 1994), che secondo i documenti della CE dovevano appunto svilupparsi entro un chiaro rapporto strategico e funzionale con "il programma di sviluppo". Il DPEF, secondo anello della catena programmatica, va ridefinito con funzioni analoghe a quelle dei DPEF delle regioni che hanno il PRS.

Dall'attuale documento di programmazione triennale "a scorrimento", interamente rielaborato ogni anno, si passerà a un documento annuale che conterrà lo stato di attuazione dei progetti del PRS e le disposizioni finanziarie e organizzative idonee a consentirne o velocizzarne l'attuazione, eventuali aggiornamenti ai progetti ed eventuali nuovi progetti da inserire nel PRS, l'impostazione politica della manovra di bilancio e i vincoli finanziari con il quadro d'insieme di tutte le fonti in entrata e uscita.

Per quanto concerne il terzo anello della programmazione, ovvero la legge di bilancio, il D.lgs 76/2000 oltre a riconfermare nella classificazione della spesa le tradizionali unità elementari dei capitoli di bilancio e le "unità previsionali di base", ha espressamente introdotto nel bilancio la classificazione in "funzioni obiettivo", da individuare con riguardo alle specifiche definizioni delle politiche regionali di sviluppo.

Con la riclassificazione del bilancio regionale saranno inserite, inoltre, le funzioni obiettivo della programmazione e le tabelle finanziarie di raccordo con il DPEF. Si perverrà nel contempo a un riordino unitario della attuale normativa (L.R. 11/83) stratificatasi con un elevato numero di modifiche prodotte di anno in anno.

Il *DPEF 2005-2007*, approvato dalla *Giunta Regionale* il 4 novembre 2004, introduce una nuova visione integrata dello sviluppo regionale quale passo iniziale del processo di programmazione che condurrà al citato *Programma Regionale di Sviluppo (PRS)* e alla sua attuazione. L'indirizzo strategico, nell'azione di governo e di programmazione, è quello dello sviluppo e della pianificazione sostenibile, nelle forme coerenti con il contesto storico, territoriale e ambientale dell'isola.

Tuttavia il *DPEF* si colloca anche in uno scenario di autentiche emergenze economiche, territoriali e sociali, che impongono un quadro di priorità all'azione di governo, quali:

- il **controllo delle risorse**, priorità assoluta per l'ente pubblico regionale, che riguarda ovviamente il lato delle entrate e quello della spesa;
- la **riforma della Regione** nel senso già descritto;
- interventi a favore dell'**istruzione** e della **formazione**;
- il **potenziamento della base produttiva e del lavoro**, favorendo la riduzione dei divari di crescita economica rispetto al Centro-Nord e di miglioramento dell'occupazione;
- l'**internazionalizzazione**, mediante il pieno ricorso alle risorse del POR (Programma Operativo Regionale);
- lo **sviluppo locale e rurale**. La nuova politica regionale per lo sviluppo locale e rurale prevede la creazione - già avviata con risorse POR - di una base informativa permanente, su scala comunale, che consentirà di "territorializzare" l'intera spesa pubblica e la dinamica economica d'impresa;
- lo sviluppo di un **turismo sostenibile**. L'assenza di strumenti di pianificazione e controllo sulle coste ha reso doverosa ed obbligata una tutela d'emergenza. L'obiettivo è quello di non snaturare maggiormente il patrimonio ambientale dell'isola e le sue peculiari caratteristiche di richiamo turistico;
- interventi a favore della **ricerca**;
- potenziamento delle **politiche sociali**.

Il quadro di riferimento programmatico del *DPEF* è costituito quindi da un lato dal *PGS* e dall'altro dai Documenti di programmazione degli interventi cofinanziati dalla UE, quale ad esempio il *Programma Operativo Regionale (POR) Sardegna*.

Il POR, approvato con *Decisione della Commissione C (2004) 5191 del 15 dicembre 2004*, a modifica della precedente *Decisione della Commissione C (2000) 2359 dell'8 agosto 2000*, si integra nel quadro comunitario di sostegno per gli interventi strutturali comunitari (fondi strutturali 2000-2006) nelle regioni interessate dall'obiettivo n. 1 in Italia. Il documento di attuazione del POR è costituito dal *Complemento di Programmazione (CdP)*, la cui ultima versione è stata approvata dal *Comitato di Sorveglianza del POR Sardegna il 21 dicembre 2004*.

Il Programma contenuto nel CdP ha adottato la struttura organizzativa e concettuale del *Quadro Comunitario di Sostegno Italia 2000/2006 (QCS)* alle peculiarità ed esigenze della Regione.

In particolare, per quanto attiene il sistema energetico, nel POR vengono evidenziati, tra l'altro, la pressoché totale dipendenza energetica dall'esterno della Regione (Sardegna 98%, Italia 80%, UE 50%), l'assenza di diversificazione delle fonti di energia primaria con una dipendenza dal petrolio del 94% e l'inesistenza di infrastrutture per l'approvvigionamento e la distribuzione di gas metano.

2.3

DISCIPLINA GENERALE PER LA TUTELA E L'USO DEL TERRITORIO

Nel 1989 la Regione Autonoma Sardegna si è dotata di due leggi di notevole rilevanza per quanto riguarda la gestione e la tutela del territorio. Si tratta della *L.R. 45/1989 "Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale"* (modificata dalle *Leggi Regionali 20/1991 e 22/92*) e della *L.R. 31/1989 "Norme per l'istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturalistica ed ambientale"*.

Con riferimento alla *L.R. 45/89* i soggetti della pianificazione territoriale regionale sono la Regione, le Province, i Comuni singoli o associati.

Gli strumenti per l'uso e la tutela del territorio sono di seguito elencati:

- A livello regionale:
 - piani territoriali paesistici;
 - direttive, vincoli, schemi di assetto territoriale.

Il loro insieme costituisce il Quadro Regionale di Riferimento Territoriale.

- A livello provinciale:
 - piani urbanistici provinciali o sub-provinciali.
- A livello comunale:
 - piani urbanistici comunali;
 - piani urbanistici intercomunali.

Di particolare interesse è l'importanza data nella Legge Regionale ai piani territoriali paesistici, nell'intento di riunire in un'unica gestione le politiche di uso e trasformazione con quelle di salvaguardia e tutela.

Una ulteriore innovazione specifica contenuta nella *Legge Regionale 45/1989* consiste nell'individuazione di un livello di pianificazione provinciale, in sostanziale accordo con quanto previsto dall'*art. 14 della Legge 142/90 "Ordinamento delle autonomie locali"*, che resta comunque subordinato agli atti di pianificazione regionale e non ha corso in assenza di essi, ed i cui ambiti specifici sono:

- l'uso del territorio agricolo e costiero;
- la salvaguardia attiva dei beni ambientali e culturali;
- le procedure di determinazione di compatibilità ambientale dei progetti che prevedono la trasformazione del territorio;
- la viabilità di interesse provinciale;
- l'individuazione e regolamentazione delle zone destinate ad attività produttive industriali, artigianali e commerciali di interesse sovracomunale;
- le attività ed i servizi che per norma regionale necessitano di coordinamento sovracomunale.

Atro elemento innovativo di rilievo è costituito dall'introduzione "*dell'Accordo di Programma*" per mezzo del quale Regione, Province, Comunità Montane, Comuni e consorzi di Comuni, possono stipulare con soggetti pubblici e privati accordi finalizzati alla realizzazione di un complesso di opere nei settori industriale, artigianale, agricolo, turistico, commerciale, residenziale e dei servizi.

All'*Accordo di Programma* vengono attribuite, dalla Legge citata, le caratteristiche di strumento attuativo della pianificazione urbanistica territoriale vigente. Esso viene infatti approvato con *Deliberazione della Giunta Regionale*, previa adozione del Consiglio Comunale o dei Consigli Comunali interessati.

Qualora il piano attuativo dell'*Accordo di Programma* comporti modifiche al Piano Urbanistico Comunale, esso è soggetto alle procedure di approvazione proprie delle Varianti di Piano.

2.3.1 *La Pianificazione Paesistica e Ambientale Regionale*

2.3.1.1 *Quadro Territoriale di Riferimento*

Al fine di inquadrare le problematiche generali di carattere territoriale si fa riferimento allo Schema di Assetto della Regione Sardegna, contenuto all'interno del *Piano Generale di Sviluppo* (§ 2.2) nel quale, partendo da un'analisi quantificata delle risorse e dei bisogni, si definiscono i profili d'area, necessari all'individuazione di obiettivi e coerenti strategie per lo sviluppo del territorio.

Lo schema conferma la ripartizione del territorio regionale in sette aree, due delle quali, Sassari ed Olbia, riguardano la provincia di Sassari.

Per ciascuna di queste aree vengono esaminate:

- a) le **risorse territoriali** ed in particolare:
 - l'armatura urbana;
 - le aree irrigue;
 - le aree attrezzate per l'industria;
 - i servizi alle imprese;
 - i beni culturali;
 - le aree di rilevante pregio ambientale;

- b) il **bilancio sociale** d'area riguardante:
 - l'accessibilità al luogo centrale come sito deputato alla domanda di servizi rari;
 - la condizione abitativa;
 - lo stato delle attrezzature scolastiche, sanitarie e sportive;
 - la dotazione idrica;
 - l'analisi della qualità dell'ambiente, ed in particolare:
 - le caratteristiche dei suoli;
 - i dissesti idrogeologici;
 - l'erosione marina;
 - il degrado legato a discariche dei materiali di rifiuto, di cave e miniere;
 - la dotazione di impianti di depurazione per acque reflue civili;
 - la dotazione di fogne nere per acque industriali, e di impianti di depurazione per le aree industriali;
 - la dotazione di impianti di smaltimento dei rifiuti solidi urbani.

A conclusione delle analisi e della completa definizione del Quadro Territoriale di Riferimento, viene esplicitato un insieme di obiettivi di carattere generale che costituiscono un elemento fisso di riferimento per la successiva definizione degli obiettivi e delle strategie d'area. Gli obiettivi di carattere generale sono:

- rafforzare i tre poli di connessione (Sassari – Porto Torres – Alghero) con il resto del paese e con la CEE e le reciproche interrelazioni tra i poli;
- migliorare il sistema delle interconnessioni tra i sistemi urbani generali;
- garantire la qualità e l'efficienza di ciascun sistema urbano;
- accrescere la valorizzazione delle risorse territoriali;
- tutelare la qualità delle componenti ambientali;
- migliorare la funzionalità delle aree urbane principali.

2.3.1.2 *Piani Territoriali Paesistici*

Il processo di pianificazione territoriale paesistica è stato avviato dalla amministrazione regionale in applicazione dell'art. 1/bis della Legge 431/85 (Legge Galasso) con la redazione di studi relativi a quattordici distinti Piani Territoriali Paesistici (interessanti altrettanti ambiti areali della Sardegna).

I progetti di Piano sono stati successivamente sottoposti a revisione sulla base delle disposizioni contenute nella Legge Regionale 45/89, affissi presso l'albo dei comuni interessati (1991) al fine di attivare il concorso dei soggetti locali alla loro redazione ed infine approvati con DGR 28/2 del 3 agosto 1993.

Il 29 luglio 1998 viene accolto, con Decreto del Presidente della Repubblica, un ricorso straordinario presentato dall'Associazione "Amici della Terra" che chiede l'annullamento del Piano "Capo Falcone e Stagni Costieri di Argentiera e Porto Ferro", che interessa direttamente l'area oggetto dello studio.

Attualmente, quindi, questa porzione di territorio è disciplinata dagli strumenti comunali e sovracomunali vigenti e dalle norme di salvaguardia e tutela generali.

2.3.1.3 *Sistema Regionale dei Parchi, delle Riserve e dei Monumenti Naturali*

Con la Legge Regionale 31/89 "Norme per la istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturalistica ed ambientale" viene definito il sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali della Regione Sardegna.

Tale legge, oltre a dare una definizione di parco e monumento naturale, individua le aree di tutela che, nel loro insieme, costituiscono il Sistema Regionale dei Parchi. Vengono individuati in particolare nove "Parchi Regionali", sessanta "Riserve Naturali", ventiquattro "Monumenti Naturali" ed ulteriori sedici "Aree di Rilevante Interesse Naturalistico".

Pur dando indicazioni generali per la creazione delle aree protette, la legge citata demanda la loro classificazione e delimitazione territoriale definitiva a successivi atti legislativi.

Per quanto riguarda gli aspetti gestionali, vengono attribuite competenze primarie ai Comuni, alle Comunità Montane, alle Province, all'Azienda Foreste Demaniali o ad un organismo di gestione costituito da un consorzio fra gli enti stessi, cui spetterà il compito di elaborare i regolamenti del parco o della riserva, atti a disciplinare l'uso delle risorse territoriali, le attività possibili ed i divieti.

Per quanto riguarda il territorio oggetto del presente studio, la legge citata individua, a Nord Ovest della zona delimitata dal Consorzio Industriale di Sassari, Alghero e Porto Torres, lo Stagno di Pilo (ricadente amministrativamente nel Comune di Sassari) quale area da destinare a Riserva Naturale. Attualmente l'area è stata compresa all'interno del Sito di Importanza Comunitaria ITB010002 - "Stagno di Pilo e Stagno di Casaraccio" (§ 2.3.3 e 4.2.4).

2.3.1.4 *Pianificazione Paesaggistica Regionale*

Con la *Legge Regionale n. 8 del 25 novembre 2004, pubblicata nel B.U.R.A.S. n. 38 del 25 novembre 2004* la Sardegna ha emanato norme urgenti di provvisoria salvaguardia paesaggistica e di tutela del territorio regionale, con l'auspicio di adottare il *Piano Paesaggistico Regionale (PPR)* entro dodici mesi dall'entrata in vigore della presente legge.

All'*art. 3* della presente *Legge Regionale n. 8 del 25 novembre 2004*, vengono definite misure di salvaguardia eccezionali che rimarranno in vigore fino all'approvazione del Piano e per un periodo non superiore a 18 mesi. Tali misure esplicano il divieto di realizzare nuove opere soggette a concessione ed autorizzazione edilizia, nonché quello di approvare, sottoscrivere e rinnovare convenzioni di lottizzazione su:

- terreni costieri compresi entro i 2.000 m dalla linea di battigia marina, anche per i terreni elevati sul mare;
- territori costieri compresi nella fascia di 500 m dalla linea di battigia marina, anche per i terreni elevati sul mare e per le isole minori;
- compendi sabbiosi e dunali.

Comunque, come indicato nell'*art. 4, comma 1, lettera g*, il divieto di cui all'*art. 3* della presente *Legge*, **non si applica alle "infrastrutture di servizio generale da realizzarsi nelle aree di sviluppo industriale in conformità ai piani territoriali adottati dai consorzi di sviluppo industriale ed approvati**

dall'Amministrazione regionale anteriormente all'entrata in vigore della presente legge".

Quindi in riferimento all'*art. 4, comma 1, lettera g della L.R. n. 8 del 25 novembre 2004*, le disposizioni di cui all'*art. 3* non si applicano al sito di *Centrale*.

2.3.1.5 Piano Urbanistico Provinciale – Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Sassari

Il Piano Urbanistico Provinciale – Piano Territoriale di Coordinamento (PUP – PTC) della Provincia di Sassari è stato predisposto, ai sensi degli *artt. 16 e 17 della L.R. 45/89* e dall'*art. 15 della L. 142/90*, dalla Giunta Provinciale con il costante coinvolgimento degli interlocutori territoriali ed è stato oggetto dell'adozione preliminare da parte del Consiglio Provinciale con *Delibera n. 13 del 29 febbraio 2000*. Tale adozione preliminare ha dato l'avvio alle procedure ufficiali di consultazione dei soggetti territoriali mediante apposite Conferenze di pianificazione finalizzate alla adozione e quindi all'approvazione.

Il Piano viene proposto alla Regione quale Piano Territoriale Paesistico di cui agli *artt. 10, 10bis ed 11 della citata L.R. 45/89*, nonché quale quadro di riferimento per la valutazione preliminare per la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale di cui all'*art. 31 della Legge Regionale 1/99*.

Poiché tuttavia in seguito alle elezioni regionali del maggio 2005, il territorio della Provincia di Sassari è stato ridimensionato, si dovrà procedere ad un adeguamento del Piano stesso.

Nella sua configurazione attuale, il PUP – PTC promuove una nuova organizzazione urbana del territorio provinciale finalizzata a:

- dotare ogni parte del territorio di una specifica qualità urbana;
- individuare per ogni area del territorio una collocazione soddisfacente nel modello di sviluppo del territorio;
- fornire un quadro di riferimento generale all'interno del quale le risorse e le potenzialità di ogni centro vengano esaltate e coordinate.

2.3.1.6 Piano Regolatore Territoriale dell'Area di Sviluppo Industriale di Sassari – Porto Torres – Alghero

La principale Variante del Piano Regolatore Territoriale (PRT) dell'Area di Sviluppo Industriale (ASI) di Sassari – Porto Torres – Alghero è stata approvata con *D.A. 76/U del 22 luglio 1991* (pubblicato sul *BURAS n. 44 il 6 novembre 1991*); l'ultima variante, che prevede unicamente la modifica all'*art. 8* delle

Norme di Attuazione del Piano è stata invece approvata con *D.A. 2404/ del 9 dicembre 1997*.

La prima stesura del *PRT dell'ASI* risale al novembre 1971 (approvato con *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 05/11/71*) e successivamente è stato oggetto di Varianti nel 1974, nel 1979 e nel 1985.

Lo studio della Variante di Piano più consistente, ossia quella del 1991, è stato impostato tenendo conto delle modifiche intervenute nel contesto culturale, economico e territoriale dell'ASI dopo l'approvazione della Variante precedente (1985) e precisamente:

- l'indice di saturazione delle superfici, inteso come rapporto fra la superficie occupata da aziende (in esercizio, non attive, in costruzione) e la superficie disponibile per lotti industriali, risulta, per l'agglomerato di Porto Torres, estremamente elevato (89,4) con un residuo di aree disponibili pari al 10,6%;
- l'esigenza, ormai maturata, di una maggiore attenzione ai problemi dell'ambiente, sia in termini di qualità delle componenti ambientali (aria, acqua e suolo) che di paesaggio industriale.

Rispetto a queste modificazioni le analisi condotte hanno consentito di verificare un rilevante squilibrio tra domanda di insediamenti già espressa e prevedibile nei successivi anni ed offerta di suoli per l'industria.

La logica della Variante del 1991 è quindi quella di creare un sistema articolato di tre agglomerati industriali con diverse funzioni ed in grado di offrire, con il minimo impatto sull'ambiente, fattori diversificati di localizzazione e quindi maggiori convenienze alle attività produttive della Sardegna settentrionale.

In questa logica:

- **l'agglomerato di Porto Torres, ove è collocata la Centrale Termoelettrica Endesa oggetto del presente studio, risulta caratterizzato dall'esistenza di un centro intermodale per lo scambio mare terra e ferro gomma, in grado di interconnettere il più grande porto della Sardegna settentrionale con la rete ferroviaria e con l'asse viario principale della Sardegna, nonché da una rilevante disponibilità di lotti per la media e grande industria, in un contesto territoriale riqualificato dal punto di vista ambientale;**
- l'agglomerato di Truncu Reale si dovrà caratterizzare per la presenza di tutte le opere di urbanizzazione primaria e secondaria e risulterà quindi particolarmente attrezzato per la piccola e media industria; sarà inoltre dotato di un parco merci per lo scambio ferro- gomma e di un sistema di servizi alle attività produttive destinato a svolgere un'attività essenziale di sostegno al sistema produttivo della Sardegna Nord Occidentale;

- l'agglomerato di Alghero, ubicato nelle immediate vicinanze dell'aeroporto internazionale di Fertilia, risulta idoneo alla localizzazione delle piccole e medie industrie ed in particolare alle attività produttive ad alto valore aggiunto.

La Variante studiata per l'agglomerato di Porto Torres non comporta modificazioni al perimetro dell'agglomerato così come già definito, né alla fascia vincolata esternamente all'agglomerato.

Resta confermato lo schema generale dell'agglomerato che comprende la grande area petrolchimica e, più a Ovest, la Centrale Termoelettrica Endesa (allora ENEL), il grande porto industriale e commerciale articolato in due settori e la viabilità principale costituita ad Est dal tratto terminale della Variante alla SS 131 (camionale) e a Sud dall'asse industriale principale con funzione di supporto alla viabilità di servizio per gli altri insediamenti industriali.

All'interno dell'agglomerato di Porto Torres, la Variante del 1991 prevede numerose modifiche, atte ad adeguare l'area agli obiettivi ed ai criteri assunti per lo sviluppo delle attività produttive. Le principali modifiche apportate riguardano:

- l'ampliamento dell'offerta di lotti per industrie varie attraverso la definizione di nuovi comparti da destinare ad attività produttive;
- la definizione delle caratteristiche nel settore Ovest del porto industriale e la realizzazione di due collegamenti viari principali: il primo verso Sud direttamente fino all'asse industriale principale, il secondo verso Est per interconnettere il settore Ovest con quello Est del porto;
- l'inserimento di un'area destinata a Centro merci, come punto di concentrazione del traffico tra il bacino Nord occidentale della Sardegna e l'Italia settentrionale, la Francia, la Spagna ed il Nord Europa. Il Centro merci, della superficie di circa 50 ettari, si configura come una struttura attrezzata per il traffico intermodale e comprende:
 - una zona per l'interscambio gomma-rotai, con aree destinate alla sosta dei trailers e dei containers;
 - depositi di stoccaggio per la conservazione, l'assemblaggio e la parzializzazione dei carichi;
 - una zona di servizi di supporto all'attività del Centro e degli operatori;
- la predisposizione di un piano organico di riqualificazione del paesaggio industriale attraverso:
 - la definizione di interventi di inserimento ambientale sui lati della viabilità principale;
 - l'individuazione di un'area da destinare gradualmente a verde pubblico, riqualificando, nella misura in cui si rendono disponibili, l'area

- attualmente utilizzata per il deposito dei gessi provenienti dall'impianto petrolchimico;
- la realizzazione di un parco pubblico per la conservazione e la fruizione del Nuraghe Nieddu, che costituisce una significativa risorsa culturale dell'area;
 - la conservazione dei lembi di vegetazione naturale esistente all'interno dell'agglomerato;
 - la definizione delle tipologie di intervento nelle aree a verde consortile, da utilizzare in relazione a specifici progetti e con particolare riguardo alle aree destinate a parcheggio;
-
- l'indicazione di localizzazione per due impianti di grande rilevanza ai fini ambientali, relativi il primo al recupero di materiali ed energia dai rifiuti solidi urbani del comprensorio di Sassari, il secondo alla discarica di fanghi provenienti dall'impianto di depurazione e dalle attività produttive;
 - **una riduzione della superficie destinata alla *Centrale Termoelettrica* ed ampliamento sia delle superfici destinate all'energia eolica, sia della fascia destinata a verde consortile in sinistra del Fiume Santo.**

Mentre la superficie complessiva dell'agglomerato risulta invariata, da un confronto fra le destinazioni d'uso precedentemente previste e le destinazioni d'uso attuali risulta:

- un rilevante aumento della superficie destinata ad attività industriali di varia natura (da 244 a 408 ha) ed un limitato aumento della superficie destinata ad attività petrolifere (da 570 a 633 ha);
- un notevole aumento della superficie destinata ad impianti tecnici ed alle pertinenze del porto industriale (da 130 a 225 ha);
- una sostanziale riduzione della superficie destinata ad attività ed impianti agricoli (da 735 a 189 ha).

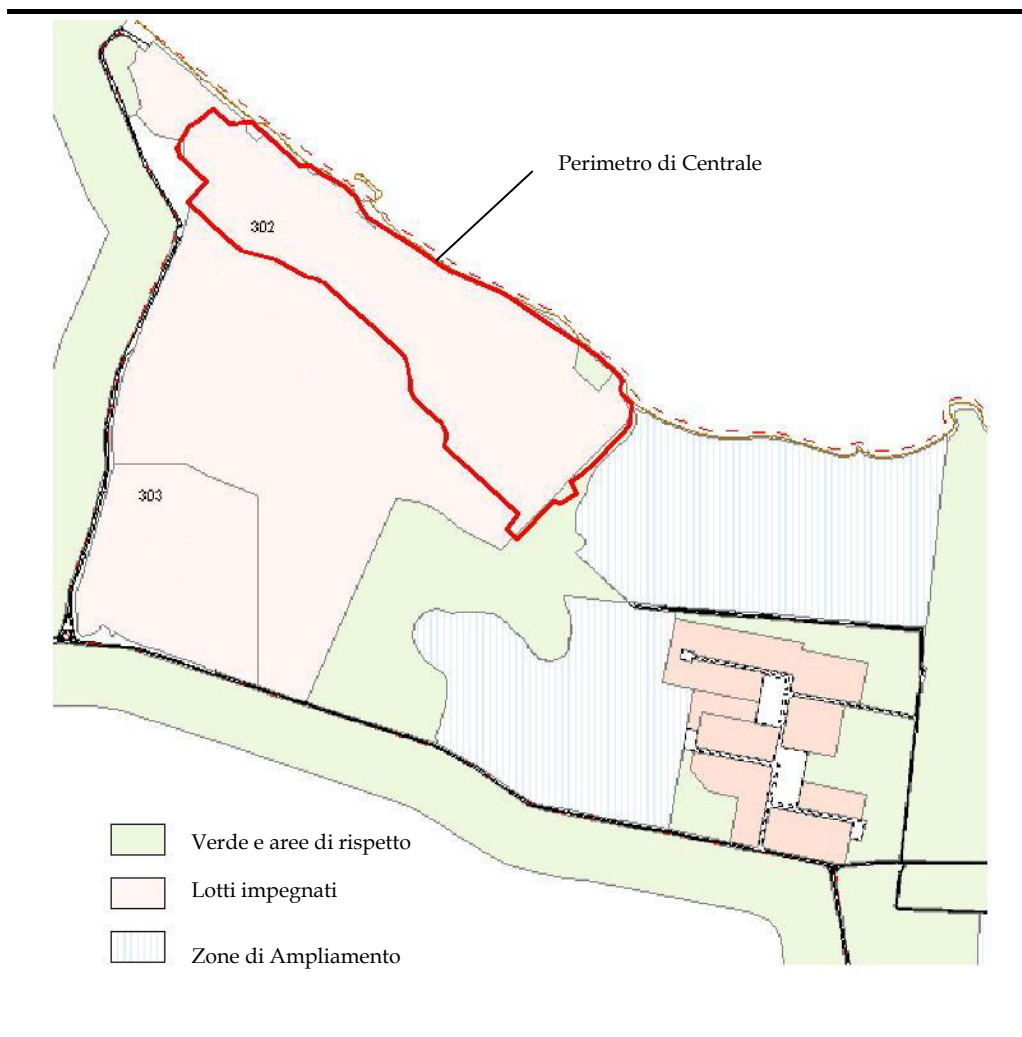
I dati si riferiscono alla superficie interna dell'agglomerato e non comprendono la fascia vincolata di 200 metri all'esterno del perimetro dello stesso.

La Variante del 1991 consente dunque un utilizzo a fini industriali dell'area dell'agglomerato, più aderente alla domanda di suoli ipotizzabile per il futuro.

Poiché l'installazione della nuova sezione 5 a carbone, oggetto del presente studio, sarà realizzata interamente all'interno dell'area attuale di *Centrale*, collocata all'interno delle "aree per impianti termoelettrici" dalla Variante del 1991, le attività in progetto risultano in armonia con la pianificazione consortile.

Nella *Figura 2.3.1.6a*, infine, si riporta un estratto della carta del Piano ASI attualmente vigente, ove è indicato il lotto di *Centrale*.

Figura 2.3.1.6a Estratto della Carta del Piano Asi



2.3.2 *Piani Regolatori Comunali*

2.3.2.1 *Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) di Sassari*

Il Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) di Sassari, all'interno del cui territorio è situata la *Centrale Endesa Italia*, è stato approvato con *D.A. 1064/U del 17 ottobre 1986*, ed adeguato con successive varianti, la cui ultima è stata approvata con *Delibera del Consiglio Comunale n. 50 del 26 luglio 2005*, e resa esecutiva per decorrenza dei termini dal 12 agosto 2005.

Il Piano ha come obiettivo la riqualificazione della città e del territorio; a tal fine assume come metodo di analisi la scomposizione della città e del territorio negli aspetti e negli elementi considerati determinanti, per coglierne il profilo strutturale ed i rapporti di relazione, per poi ricomporre gli aspetti emergenti

e gli obiettivi fra loro congruenti. Tali caratteri strutturali vengono riconosciuti sulla base dei seguenti elementi:

- l'area di Sassari è fortemente condizionata dall'elevato grado di centralità del capoluogo;
- la struttura occupazionale della popolazione evidenzia un tasso di attività basso, se confrontato con il dato nazionale ed appena al di sopra di quello regionale;
- il carattere delle attività nella città di Sassari è di tipo prevalentemente terziario, per la maggior parte a basso contenuto tecnologico;
- il settore agricolo denota scarse possibilità di sviluppo;
- il settore turistico manifesta un processo insediativo che ha determinato lo sviluppo di un sistema ricettivo di rilevanti dimensioni, compromettendo parte delle risorse naturali;
- il settore urbano nel suo complesso denota forti segni di disequilibrio fra le parti, rintracciabili in una marcata differenziazione di qualità urbana e di tipologia edilizia e da un disegno della viabilità che rimarca esclusivamente il rapporto di dipendenza di ogni parte dal centro.

Aree urbane ed extraurbane vengono trattate differentemente dal PRGC, che vuole così tenere conto del diverso grado di approfondimento richiesto dalle differenti problematiche connesse allo sviluppo del territorio: per le aree urbane si procede alla classica zonizzazione, per quelle extraurbane si costruisce una maglia rettangolare regolare, assegnando ad ogni singolo riquadro degli indici di fabbricabilità e rimandando ad un successivo livello pianificatorio il dettaglio delle opzioni.

In fase previsionale il piano coglie nello sviluppo del settore terziario una occasione di riqualificazione del territorio comunale, a patto che tale sviluppo sia diffuso su tutto il territorio.

Per il settore agricolo si prevede un aumento della produzione di circa il 50 %, con una previsione occupazionale di circa 3000 unità.

Per il settore industriale si prevede un aumento di circa 3.500 unità degli addetti del settore, concentrati principalmente nelle aree ASI.

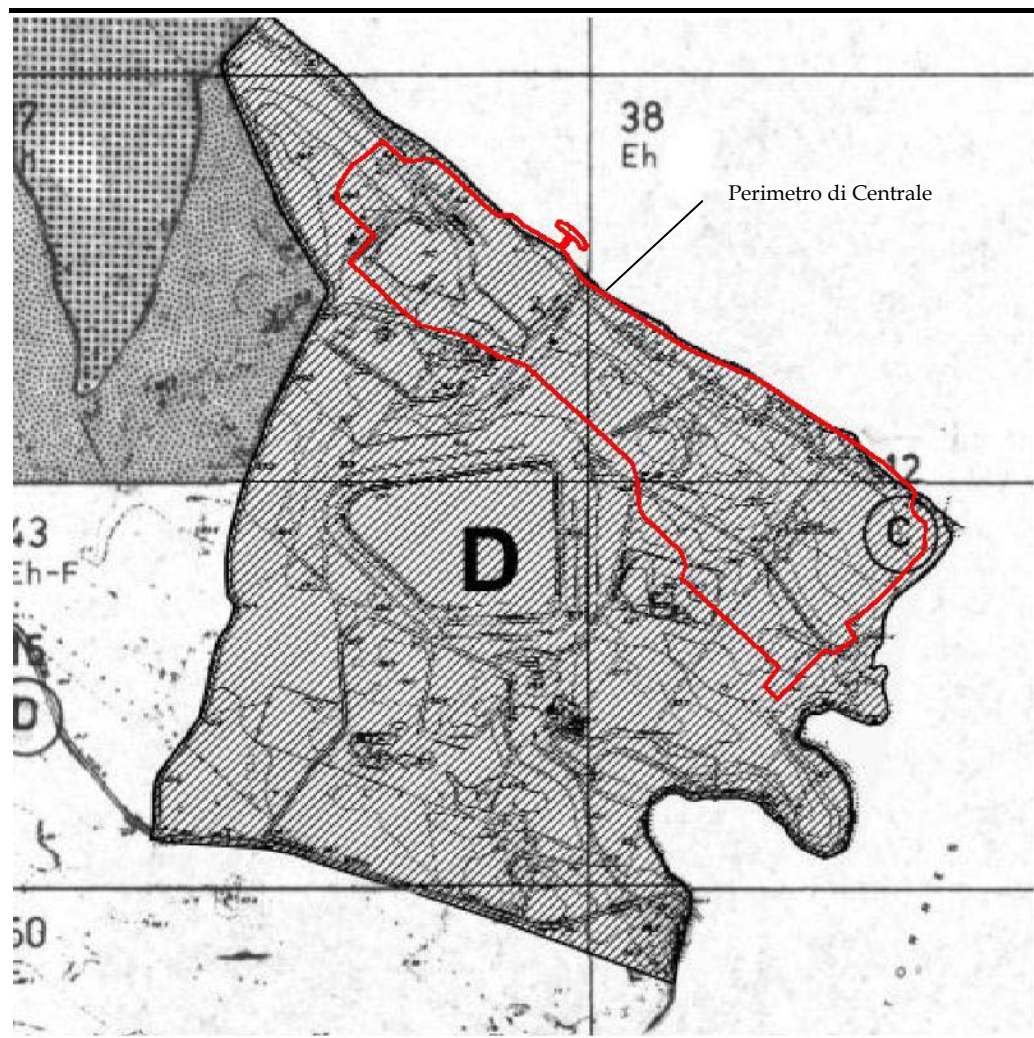
In particolare il sito di Centrale è inserito nell'Area di Sviluppo Industriale di Porto Torres - Alghero - Sassari, e la destinazione d'uso riportata nell'ultima Variante al PRGC di Sassari indica un'azzoneamento di tipo D "territori con insediamenti industriali, artigianali, commerciali e direzionali", per le quali valgono le disposizioni del Piano Regolatore Territoriale A.S.I. (§ 2.3.1.6).

In *Figura 2.3.2.1a* si riporta un estratto della carta del PRGC di Sassari, relativo all'area di *Centrale*.

Infine, per quanto riguarda la città di Sassari il PRGC articola la zonizzazione nelle aree A, B, C, a loro volta suddivise in sottoaree, rispettivamente di recupero generalizzato, di completamento e ricucitura, di nuova espansione.

Altre previsioni di particolare interesse riguardano il potenziamento del servizio ferroviario su Porto Torres ed Olbia, l'assegnazione di un ruolo urbano alle ferrovie complementari, il piano dei parcheggi, l'adeguamento della dotazione di servizi, il risanamento delle borgate.

Figura 2.3.2.1a Estratto del PRGC di Sassari



2.3.2.2 *Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) di Porto Torres*

Vocazione naturale del Comune di Porto Torres, staccatosi da Sassari nel 1842, è di essere naturale sbocco commerciale di tutta la provincia di Sassari.

E' per far fronte alla difficile situazione venutasi a determinare in seguito alla localizzazione nel territorio comunale dell'ASI, che con *D.A. 1571/U del 10 novembre 1982* il Comune di Porto Torres adotta la variante al Piano Regolatore Generale Comunale (approvato con *DA 163 del 13 luglio 1981*). Seguono ulteriori varianti che recepiscono adeguamenti al PRT dell'ASI (§ 2.3.1.6).

Obiettivo dichiarato del Piano è quello di risanare le condizioni di degrado dovute allo sviluppo troppo rapido della città.

La zonizzazione è stata determinata secondo il dettato dell'attuale normativa urbanistica. Vengono infatti utilizzate le zone A (centro storico), B (completamento residenziale), C (espansione territoriale), D (industriale ed artigianale), E (agricola), F (turistica), G (servizi), H (zone di tutela).

Il PRGC ripartisce schematicamente il territorio comunale in tre zone: ad Ovest le zone industriali dell'ASI, ad Est la zona di espansione e fra queste due individua la zona centrale, suddivisa fra centro storico e zona di completamento. Il territorio extraurbano viene destinato ad area agricola e, per quanto riguarda l'area orientale, a destinazione turistica.

2.3.3 *Vincoli Ambientali e Territoriali*

Il territorio dell'area di studio nella sua generalità, come illustrato nella *Figura 2.3.3a "Carta dei Vincoli"* è interessato dai seguenti vincoli paesaggistico-ambientali:

- Zone di tutela paesistica vincolate ai sensi dell'art. 139 del *D. Lgs. 490/99* (già *L 1497/39*);
- Parchi Nazionali e/o regionali *L 431/85*;
- Fasce di rispetto dei corsi d'acqua e delle coste vincolati ai sensi dell'art. 146 del *D. Lgs. 490/99* (già *L 431/85*);
- Siti e monumenti archeologici ed architettonici.

Inoltre nell'area di studio ricadono le aree protette ed i Siti Natura 2000 (Progetto Bioitaly - *Direttive dell'Unione Europea 92/43/CEE "Habitat" e 79/409/CEE "Uccelli"*) di seguito elencati:

- Parco Nazionale dell'Asinara (limitatamente alla sua porzione più meridionale);

- Stagno di Pilo e Stagno di Casaraccio - SIC¹ ITB010002;
- Stagno e Ginepreto di Platamona – SIC ITB010003;
- Coste e isolette a Nord Ovest della Sardegna - SIC ITB010043.

In particolare, per quanto attiene ai Siti Natura 2000, essi vengono riconsiderati specificatamente nel *Capitolo 6 “Valutazione di Incidenza”* (*ex art. 6, parr. 3 e 4 della Direttiva 92/43/CEE “Habitat”*). In tale *Capitolo* sono state prese in considerazione le interferenze indotte dal progetto sul sistema naturalistico, al fine di stimare la compatibilità del progetto stesso con le finalità conservative richieste dalla legislazione vigente in materia.

In area adiacente alla *Centrale*, è presente un vincolo archeologico – monumentale, per la presenza dei resti di una Villa Romana. Inoltre all’interno nell’area di *Centrale*, in zona limitrofa al carbonile, è presente un sito paleontologico per il ritrovamento di un primate *Oreopithecus*. Tale area è stata perimetrata e vincolata dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali – Soprintendenza Archeologica per le Province di Sassari e Nuoro (*Comunicazione di Avvio Procedimento del 26/10/2000*).

Quest’area non è interferita dal progetto di realizzazione della sezione n. 5 oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale, tuttavia si sottolinea che in fase di realizzazione del progetto saranno presi accordi con la Soprintendenza Archeologica per le Province di Sassari e Nuoro per un’eventuale supervisione dei lavori di cantiere durante la fase di scavo.

2.4 PIANIFICAZIONE REGIONALE DI SETTORE

2.4.1 Piano Regionale dei Trasporti

In applicazione di quanto indicato nel *Piano Generale dei Trasporti (PGT)*, è stato redatto, nel marzo 1996, ed approvato dalla Giunta Regionale, nel marzo del 1997, il *Piano Regionale dei Trasporti (PRT)*.

Su richiesta dell’Assessorato Regionale dei Trasporti, nel 2001 è stato redatto un aggiornamento del *PRT*, al fine di ricondurre in una cornice strategica d’insieme gli interventi nel settore dei trasporti che possono rendersi operativi con strumenti finanziari in corso.

Gli obiettivi individuati nel *PRT* riguardano:

- l’integrazione della Sardegna nelle reti dei trasporti europee, mediterranee e nazionali;

¹ Sito di interesse comunitario

- il potenziamento del corridoio plurimodale Sardegna-Continente attraverso il miglioramento della qualità, la produttività e l'efficienza dell'offerta di trasporto;
- il rafforzamento delle connessioni interne al territorio per favorire le relazioni tra i sistemi urbani e per migliorare le relazioni interne ai nuovi distretti provinciali;
- il miglioramento della mobilità diffusa all'interno delle grandi aree urbane attraverso l'adeguamento dell'assetto strutturale, infrastrutturale e organizzativo ed il riequilibrio modale nei confronti del trasporto collettivo;
- il ruolo attivo che la Regione deve svolgere nella gestione delle politiche dei trasporti.

Per il raggiungimento di tali obiettivi, si assume come idea di forza la configurazione della Sardegna come "polo-regione", che dal punto di vista della mobilità si realizza attraverso il progetto di una piattaforma infrastrutturale e di servizi.

Alla realizzazione della piattaforma concorrono:

- il corridoio plurimodale di interscambio con l'esterno come parte della rete nazionale, mediterranea, europea;
- la rete a maglie larghe interna al territorio regionale, che ricomprende gli archi e i nodi dei corridoi plurimodali interni alla regione;
- la rete di base, che ricomprende le infrastrutture ed i servizi di relazione di integrazione interna;
- un'organizzazione efficiente dell'intero sistema, in parte a regia regionale.

È da rilevare come tale insieme di opere sia coerente con le indicazioni del Piano Generale dei Trasporti, il quale prevede:

- il *Corridoio Plurimodale Sardo-Continentale*, riconosciuto come direttrice dove si svolgono relazioni di interesse nazionale e sovranazionale;
- il *Sistema Portuale Sardo*, come complesso economico territoriale che organizza un modello organico di offerta di trasporto integrata.

La distribuzione puntuale degli interventi relativi al territorio oggetto del presente studio è descritta nel Piano dei Trasporti della Provincia di Sassari del quale l'amministrazione provinciale si è dotata nel dicembre 1991 e per il quale è previsto un aggiornamento. Tale piano recepisce al suo interno le indicazioni contenute nella pianificazione di settore di livello superiore, e cioè

nel *Piano Generale dei Trasporti* (livello nazionale, *PGT*) e nel *Piano Regionale dei Trasporti* (*PRT*).

Gli obiettivi generali del Piano sono:

- il miglioramento dell'integrazione con il resto del paese;
- il raggiungimento di più elevati livelli di servizio sulle direttrici esistenti all'interno delle aree a carattere metropolitano;
- la definizione di una rete infrastrutturale distribuita nel territorio che consenta il conseguimento degli obiettivi espressi a livello socio economico;
- il potenziamento delle grandi infrastrutture puntuali (porti, aeroporti, centri di interscambio) che costituiscono le fondamentali interconnessioni tra i vari modi di trasporto e che devono assicurare la continuità territoriale con il resto del paese;
- il miglioramento e la razionalizzazione delle linee di trasporto collettivo di ambito regionale, attraverso un sostanziale potenziamento della rete esistente;
- l'unificazione e l'integrazione del sistema tariffario.

Gli ambiti di intervento nei quali il piano provinciale ha competenza specifica sono:

- la rete ferroviaria in concessione;
- la rete stradale provinciale ed alcune infrastrutture di livello comprensoriale di particolare importanza nel modello di assetto del territorio;
- la rete dei trasporti collettivi su gomma di livello provinciale ed intercomprensoriale;
- il sistema portuale di competenza regionale;
- il sistema dei centri di interscambio.

Il Piano esprime inoltre, nei confronti del *PRT*, valutazioni sugli interventi e sulle funzioni assegnate alle infrastrutture ricadenti all'interno del territorio provinciale, quali strade statali, linee FS, porti ed aeroporti di interesse nazionale.

Queste valutazioni concernono sia il contributo che questi interventi daranno alla soluzione dei problemi di trasporto che riguardano la collettività

provinciale, sia il grado di integrazione che si realizzerà tra il sistema provinciale e quello regionale.

2.4.2 *Tutela della Risorsa Idrica*

2.4.2.1 *Piano delle Acque*

La proposta di *Piano delle Acque (PA)*, pubblicata nel 1989, è il risultato di una serie di indagini, ricerche ed elaborazioni svolte dall'Ente Autonomo del Flumendosa, a partire dal dicembre 1977, su incarico dell'Assessorato alla Programmazione della Regione Sardegna e fa riferimento alle competenze attribuite alla Regione Sardegna dallo Statuto Speciale (*Legge Costituzionale 26 novembre 1948 n. 3*) e dal *DPR 348/79*.

Il *PA* è stato sottoposto ad un'ampia consultazione da parte di tutti i soggetti interessati alla sua realizzazione per essere poi adottato, con una prima *Delibera di Giunta dell'8 marzo 1989* ed un'altra successiva del *13 marzo 1990*.

Sebbene il piano sia tuttora in attesa di approvazione, ha comunque costituito la base per la predisposizione dei Piani annuali di attuazione dell'Intervento Straordinario nel Mezzogiorno e dei Programmi sull'emergenza idrica.

L'obiettivo generale del *Piano delle Acque* è garantire l'approvvigionamento per uso civile, industriale ed irriguo, attraverso la redistribuzione delle risorse nelle diverse aree dell'isola, articolandosi in diversi obiettivi specifici, come di seguito indicato:

- incrementare l'estensione degli schemi idrici originati dalla captazione e ritenzione di acque superficiali;
- garantire prioritariamente il soddisfacimento dei fabbisogni civili ed industriali;
- ottimizzare l'uso delle risorse idriche a fini irrigui;
- assicurare lo sfruttamento dei reflui civili ed industriali anche per garantire la tutela dei corpi idrici;
- migliorare il livello dei servizi delle reti idriche.

A fronte di una disponibilità attuale di circa 1.544 milioni di m³ di acqua, i fabbisogni regionali all'orizzonte fissato (50 anni) sono stati stimati pari a 2.708 milioni di m³ dei quali 417 per usi civili, 395 per usi industriali e 1896 per usi irrigui.

L'insieme degli interventi proposti dovrebbe consentire di attivare risorse idriche per 3.094 milioni di m³ con un saldo positivo, quindi, tra le risorse ed i fabbisogni, di 386 milioni di m³.

Il piano ha messo a punto un meccanismo di compensazione tra le risorse delle varie zone idrografiche, al fine di raggiungere l'equilibrio risorse/fabbisogni in ogni area dell'isola.

Sono state quindi studiate le condizioni idonee per consentire la integrazione delle risorse delle zone con minore disponibilità, collegandole direttamente con zone limitrofe, in modo da realizzare un elevato grado di interconnessione tra i sistemi di utilizzazione zonale.

La zona idrografica del Coghinas, Mannu e Temo (di interesse nel presente studio) con il 75,3% del fabbisogno soddisfatto grazie alle proprie risorse, si trova in una condizione di minore gravità rispetto altre aree dell'isola (fabbisogno regionale soddisfatto pari al 57%).

2.4.2.2

Piano Regionale di Risanamento delle Acque

Il *Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA)*, strumento previsto dalla Legge 319/76 (Legge Merli), è stato approvato con *Delibera della Giunta Regionale nel 1984*.

Successivamente con *Delibera 12/14 del 16 aprile 2002*, la Regione ha approvato contemporaneamente:

- lo "Studio per l'adeguamento del PRRA ai Decreti Legislativi n. 130 del 25 gennaio 1992, n. 131 del 27 gennaio 1992, nonché alla Direttiva 91/271/CEE" e relative aree sensibili di cui all'art. 18 del Dlgs 152/99 e successive modifiche integrative;
- il "Programma di interventi urgenti, a stralcio e con gli stessi effetti di quello previsto dall'art. 11, comma 3, della Legge 5 gennaio 1994, n. 36 per l'adeguamento degli obblighi comunitari in materia di fognatura, collettamento e depurazione di cui agli artt. 27, 31, 32 del Dlgs 152/99, e successive modificazioni ai sensi dell'art. 141, comma 4, della Legge 20 dicembre 2000, n. 388".

Il PRRA è uno strumento di pianificazione organica di ambito regionale ed interessa la raccolta, la depurazione e lo smaltimento delle acque reflue dei centri urbani ed industriali.

L'obiettivo complessivo del piano è tutelare la qualità dei corpi idrici e dell'ambiente aumentando l'efficienza del sistema fognario e depurativo e controllando il fenomeno dell'eutrofizzazione negli invasi idrici a debole ricambio.

Il piano è articolato nei seguenti obiettivi specifici:

- adeguare i livelli di depurazione alle caratteristiche del corpo ricettivo ed alle concrete possibilità di riuso dei reflui depurati;
- recuperare e salvaguardare le risorse idriche connesse allo sviluppo delle attività produttive ed in particolare di quelle turistiche;
- promuovere il recupero delle acque provenienti dagli impianti di depurazione ai fini di una loro riutilizzazione in agricoltura e nell'industria;
- avviare le ricerche necessarie all'individuazione dell'origine dell'entità dei carichi inquinanti;
- avviare gli interventi di risanamento segnalati dal piano come prioritari.

L'analisi è effettuata sulla base della suddivisione della Sardegna in 5 zone organiche che derivano dall'aggregazione di un numero intero di bacini idrografici. Il territorio della Provincia di Sassari comprende interamente le zone I e II e parzialmente la zona III.

Infine è da segnalare l'adozione da parte della *Giunta Regionale (Deliberazione n. 17/15 del 12 aprile 2005)*, su proposta dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente, delle Linee Guida per il Piano di Tutela delle Acque (PTA), la cui predisposizione è affidata alla Regione ai sensi dell'*art. 44 del Dlgs 152/99*.

Le finalità generali che il PTA persegue sono:

- migliorare e mantenere la qualità dei corpi idrici;
- raggiungere gli obiettivi di qualità e specifica destinazione al 2008 e 2016;
- utilizzare la risorsa idrica secondo i principi della sostenibilità ambientale ed effettuare analisi integrate di aspetti qualitativi e quantitativi.

Il *Piano di Tutela delle Acque (PTA)*, oltre agli interventi volti a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi, le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico, contiene: i risultati dell'attività conoscitiva; l'individuazione degli obiettivi ambientali e per specifica destinazione; l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento; le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico; l'indicazione della cadenza temporale degli interventi e delle relative priorità; il programma di verifica dell'efficacia degli interventi previsti; gli interventi di bonifica dei corpi idrici.

2.4.2.3 *Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (PRGA)*

Nel sistema della gestione delle risorse idriche un altro fondamentale piano di settore è il *Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (PRGA)*.

Seppure lo strumento sia previsto su scala nazionale dalla *Legge 129/63*, il *DPR 348/79* ha delegato alla Regione Sardegna le funzioni concernenti la revisione del *PRGA* nazionale relativamente al suo territorio.

Attualmente è in fase di elaborazione a cura dell'Ente Sardo Acquedotti e Fognature (ESAF), su incarico della Regione, un ulteriore aggiornamento.

2.4.3 *Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti*

Il *Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti* della Regione Sardegna è stato predisposto dall'Amministrazione Regionale in tre sezioni:

- *Sezione Rifiuti Urbani*, approvato dalla Giunta Regionale con *Deliberazione del 17 dicembre 1998, n. 57/2* e pubblicato nel *BURAS n. 23 del 30 luglio 1999*;
- *Sezione del Piano dei Rifiuti Speciali*, approvato con *Deliberazione della Giunta Regionale del 30 aprile 2002, n. 13/34*;
- *Piano Regionale di Gestione degli Imballaggi e dei Rifiuti di Imballaggio* approvato con *Deliberazione della Giunta Regionale del 29 agosto 2002, n. 29/13*.

Fondamentale obiettivo del Piano è il riassetto dell'attuale articolazione territoriale in bacini, già di fatto superata a causa delle croniche carenze impiantistiche, e la definizione di linee guida o indirizzi per l'organizzazione del futuro sistema di gestione dei rifiuti e per l'individuazione degli Ambiti Territoriali Ottimali.

Scopo del Piano relativo ai rifiuti speciali, così come quello relativo ai rifiuti urbani, è determinare le iniziative dirette a limitare la produzione dei rifiuti e a favorire il riutilizzo, il riciclaggio ed il recupero, sia di materia che di energia, specificando le tipologie, la quantità e l'origine dei rifiuti da recuperare o da smaltire.

Sulla base del *Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti*, la Provincia di Sassari ha predisposto le linee guida del *Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti (PPGR)*.

Le basi di conoscenza sulle quali si inquadrano le informazioni territoriali del Piano Provinciale di Gestione Rifiuti (*PPGR*) fanno riferimento alla conoscenza di fondo elaborata dalle diverse geografie del Piano di Coordinamento Territoriale della Provincia di Sassari (*PTC*). Il *PTC* costituisce quindi di fatto il quadro fondamentale di riferimento da cui sono tratte le

conoscenze oggetto di successive elaborazioni strumentali alla predisposizione del PPGR.

2.4.4 *Tutela dall'Inquinamento Acustico*

La Legge 26 ottobre 1995, n. 447, costituisce la “Legge Quadro Nazionale” in materia di tutela dall’inquinamento acustico ed attribuisce alle Regioni la definizione delle procedure amministrative per la gestione locale del fenomeno inquinante (“modalità, scadenze e sanzioni per l’obbligo di classificazione delle zone”) entro il termine del 31 dicembre 1996.

La legge, in parola, disciplina le sorgenti sonore fisse e mobili, determinando valori “limite di emissione”, ossia valori massimi emessi e misurati in prossimità della sorgente e valori “limite di immissione”, ovvero del rumore misurato in prossimità dei ricettori. Questi ultimi sono di tipo assoluto, risultante dall’insieme di tutte le sorgenti attive nell’ambiente, e differenziale, ovvero differenza tra rumore ambientale e livello di pressione sonora residuo dopo l’esclusione delle sorgenti sonore considerate.

La legge stabilisce poi “valori di attenzione”, ovvero di rischio potenziale, e “valori di qualità” che costituiscono l’obiettivo di tutela a lungo termine (i valori limite per classi di destinazione d’uso del territorio, ai sensi dell’art. 3, comma 1, lett. a della Legge 447/95, sono determinati nel DPCM 14 novembre 1997).

Si dispone inoltre la necessità di evidenziare le previsioni e le misure di tutela dall’inquinamento acustico nella redazione di progetti sottoposti alla Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377 e del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 dicembre 1988 (§ 4.2.6).

2.4.5 *Tutela e Risanamento dell'Atmosfera*

La tutela del comparto atmosferico è basata sul Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n. 60, sul Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988 n. 203 e sulle norme ad essi collegate.

La normativa che attualmente regola la tematica delle emissioni in atmosfera per gli impianti esistenti, è il Decreto del Ministero dell’Ambiente del 12 luglio 1990. Il Decreto, emanato in ottemperanza ai disposti dell’articolo 3, comma 2, del Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, prevede limiti alle emissioni per numerose attività industriali.

La coerenza tra il progetto proposto e tali tematiche è trattata nel § 4.2.1.

2.4.6

Pianificazione di Bacino

Il principale strumento dell'azione di pianificazione e programmazione dell'Autorità di Bacino è costituito dal *Piano di Bacino Idrografico*, mediante il quale sono "pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato" (*Legge 183/89 art.17, comma 1*).

Il *Piano di Bacino* ha valore di piano territoriale di settore in quanto finalizzato all'integrità fisica del territorio interessato e, seppure limitatamente a questo aspetto, costituisce lo strumento di governo unitario del territorio dell'intero bacino. Per cui se da un lato risulta prevalente sugli altri strumenti di pianificazione, dall'altro, l'esigenza di comprendere unitariamente i diversi aspetti dell'ambiente fisico del bacino idrografico, caratterizza il Piano di Bacino in termini di Piano Integrato, nel quale cioè sono presenti le materie che, per norma o per consuetudine, competono ad altri piani di settore.

A quest'ultima caratteristica vanno riferite le prescrizioni del *quarto comma dell'art. 17 della Legge 183/89*, che prevedono che il *Piano di Bacino Idrografico* debba essere coordinato con altri piani e programmi nazionali, regionali e sub-regionali di sviluppo economico e di uso del suolo.

La *Legge 183/89*, prevede la possibilità che i *Piani di Bacino Idrografico* siano redatti e approvati anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali.

Dal punto di vista di pianificazione di bacino il territorio della Regione Sardegna è considerato un unico bacino regionale denominato "Bacino Unico Regionale" di cui la Giunta Regionale è Comitato Istituzionale. Per quanto riguarda l'area in studio essa rientra nel *sub-bacino 3 (Coghinas-Mannu-Temo)*.

Con *Delibera Giunta Regionale n. 54/33 del 30 dicembre 2004* si è provveduto ad adottare il *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)*. Il decreto assessoriale di esecutività della succitata delibera è stato pubblicato sul *BURAS n. 8 dell'11 marzo 2005*, data dalla quale decorrono i 90 giorni entro cui i Comuni, rientranti nell'elenco dei *comuni perimetrati nel piano*, devono provvedere a riportare alla scala grafica della strumentazione urbanistica vigente, i perimetri delle aree a rischio (idraulico e frana) R4 (molto elevato), R3 (elevato), R2 (medio) e delle aree pericolose (idraulico e frana) H4 (molto elevata), H3 (elevata), H2 (media), nonché ad adeguare contestualmente le norme del proprio strumento urbanistico.

Il Comune di Sassari rientra nell'elenco dei comuni perimetrati ed attualmente è in corso l'adeguamento del PRGC al PAI che è strumento sovraordinato, tuttavia l'area di intervento, interno all'area di Centrale, non risulta compresa nelle aree di pericolosità, nonché a rischio, delimitate dal PAI.

2.4.7 *Piano Agricolo Regionale (PAR)*

Il *Piano Agricolo Regionale (PAR)*, predisposto dall'Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA) nel 1997, pur non avendo ricevuto un riconoscimento ufficiale, viene utilizzato come utile punto di riferimento.

Il PAR si pone i seguenti obiettivi generali:

- miglioramento delle condizioni di vita degli agricoltori;
- mantenimento e qualificazione dei redditi e dell'occupazione;
- riequilibrio territoriale;
- promozione dello sviluppo sostenibile del settore agricolo e salvaguardia del territorio.

Il *PAR* è inoltre parte integrante delle azioni a sostegno dello sviluppo rurale, che hanno come obiettivo principale l'armonizzazione dei livelli di benessere e di qualità della vita fra le aree a diverso grado di sviluppo. Il documento sottolinea anche che, nel caso della Sardegna, il contributo delle attività agricole risulta fondamentale per la produzione di "beni pubblici" quali la tutela del territorio, la cura del paesaggio rurale ed agrario, la difesa degli ambienti particolarmente sensibili e la rinaturalizzazione del territorio.

2.4.8 *Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE)*

Il *Piano Regionale delle Attività Estrattive di cava (PRAE)*, redatto in applicazione della *Legge Regionale 30/89*, identifica:

- le aree prive di vincoli di legge e di risorse territoriali meritevoli di conservazione, nelle quali è consentito l'esercizio di nuova attività di cava;
- le aree in cui sono presenti vincoli di legge non preclusi e risorse territoriali meritevoli di attenzione, nelle quali è consentito l'esercizio di nuova attività di cava con particolari limitazioni e prescrizioni;
- le aree in cui sono presenti vincoli di legge preclusivi e risorse territoriali da tutelare, nelle quali non è consentito l'esercizio di nuova attività di cava.

Il *PRAE* dispone infine le norme per l'adeguamento delle attività di cava operanti in regime di prosecuzione, i criteri per l'istituzione dei poli estrattivi e le disposizioni per il rilascio delle autorizzazioni per nuove attività estrattive. Le strategie del Piano sono le seguenti:

- individuare le aree da destinare all'attività estrattiva nel rispetto dell'ambiente, della pianificazione paesistica regionale e nella prospettiva del recupero delle stesse;
- individuare le aree escluse dall'attività estrattiva perché non vengano compromessi rilevanti interessi pubblici connessi alla tutela del paesaggio e dell'ambiente, al regime idrogeologico, all'assetto statico, ad eccezionali interessi naturalistici e storici;
- definire le norme necessarie per la corretta gestione della nuova attività di cava e per l'adeguamento delle attività pregresse nel quadro degli obiettivi fissati.

L'istituzione infine di poli estrattivi come entità territoriali per le quali sono previsti piani attuativi specifici supportati da studi di carattere geominerario, ambientale e socioeconomico, rappresenta anch'essa un significativo passo avanti nella possibilità di pianificazione ambientale.

2.5 *DOCUMENTI DI PIANIFICAZIONE AMBIENTALE*

2.5.1 *Analisi della Situazione Ambientale (Anno 2000)*

L'Analisi della Situazione Ambientale (anno 2000), documento allegato al *Piano Operativo Regionale (POR)*, illustra la situazione ambientale della Sardegna risultante dalle informazioni e dai dati disponibili.

Nel documento viene evidenziato come la Regione, pur possedendo un rilevante patrimonio naturale che rappresenta una fondamentale risorsa per il suo sviluppo, presenti nella gestione della risorse naturali situazioni di criticità. Partendo infatti dall'analisi dei dati disponibili relativi a emissioni atmosferiche, qualità dell'aria, rifiuti, acqua, rischi tecnologici, suolo e biodiversità, viene messa in evidenza nel documento la loro incompletezza. Ciò viene ascritto alle carenze qualitative e quantitative delle reti di monitoraggio che non consentono di fatto, una scelta completa e precisa del set di indicatori da assumere, anche per le attività di competenza dell'Autorità Ambientale, all'epoca non ancora istituita.

L'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Sardegna è stata in seguito istituita con *Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3243 del 29 settembre 2002*.

2.5.2 *Dossier sul Sito di Interesse Nazionale di Porto Torres*

La *Centrale di Fiume Santo*, con *DMA 7 febbraio 2003*, è stata inserita nella perimetrazione del "sito di bonifica di interesse nazionale di aree industriali di Porto Torres" ai sensi delle *Leggi n. 426/1998 e 179/2002*. Ciò viene tra l'altro

evidenziato nel “Dossier sul sito di interesse nazionale di Porto Torres” curato dall’Assessorato della Difesa dell’Ambiente della Regione Sardegna – Servizio gestione Rifiuti e Bonifica Siti inquinati.

Nel febbraio 2004 è stato pertanto predisposto da Endesa Italia il Piano di Caratterizzazione dell’area, e le indagini ad oggi concluse relative all’area dei turbogas, mostrano che tutti i valori di concentrazione misurati sui campioni di terreno ed acqua prelevati sono inferiori ai limiti di riferimento riportati nell’*Allegato 1 del Decreto Ministeriale 471/99* per siti con destinazione d’uso industriale. Sono tuttora in corso le indagini che comprenderanno tutta l’area di *Centrale*.

2.6 *EVENTUALI DISARMONIE TRA I PIANI ED IL PROGETTO*

Nei *Paragrafi* precedenti sono stati esaminati gli strumenti programmatici emanati a livello nazionale, regionale, provinciale e locale, al fine di verificarne le rispondenze e le eventuali interferenze con le azioni connesse al progetto per la realizzazione di una nuova sezione a carbone da 410 MW e la contestuale disattivazione delle due sezioni da 160 MW ad olio combustibile, oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale.

Tale esame evidenzia, in generale, una sostanziale congruenza degli interventi proposti con la disciplina nazionale, regionale e locale di settore.

2.7 *RIFERIMENTI NORMATIVI E FONTI*

Piano Energetico Nazionale - approvato dal Consiglio dei Ministri il 10 agosto 1988

Legge 9 Gennaio 1991, n. 9

Legge 9 Gennaio 1991, n. 10

Libro Bianco “*Una politica energetica per l’Europa*” - COM(1995) 682Def

Decreto Legislativo del Governo n. 164 del 23/05/2000

Accordo del 5 settembre 2002 tra Governo, Regioni, Province, Comuni e Comunità Montane

Decreto Legge 18 Febbraio 2003, n. 25 Disposizioni urgenti in materia di oneri generali del sistema elettrico (convertito con Legge 17 aprile 2003 n. 83)

Legge n. 239 del 23/08/2004

Delibera n. 137 del 19/11/98, Linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra

Delibera CIPE n. 123 del 19 Dicembre 2002, Revisione delle Linee Guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra

Legge Costituzionale 26 novembre 1948, n. 3 - Statuto speciale per la Sardegna

Legge 17 agosto 1942, n. 1150 - Legge urbanistica

Decreto del Presidente della Repubblica 22 maggio 1975, n. 480 - Norma di attuazione dello Statuto speciale della Sardegna

Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1977, n. 616 - Attuazione della delega di cui all'art. 1 della legge 382/75

Decreto del Presidente della Repubblica 19 giugno 1979, n. 348 - Ulteriori norma di attuazione dello Statuto speciale della Sardegna

Legge Regionale 7 gennaio 1977, n. 1 - Norme sull'organizzazione amministrativa della Regione Sarda e sulle competenze della Giunta, della Presidenza e degli Assessorati regionali

Legge Regionale 27 giugno 1979, n. 51 - Norma interpretativa della lettera h) dell'articolo 13 della legge regionale 7 gennaio 1977, n. 1, Norme sull'organizzazione amministrativa della Regione Sarda e sulle competenze della Giunta, della Presidenza e degli Assessorati regionali

Legge Regionale 5 maggio 1993, n. 11 - Norme in materia di bilancio e di contabilità della Regione

Legge Regionale 22 dicembre 1989, n. 45 - Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale

Legge Regionale 1 luglio 1991, n. 20 - Norme integrative per l'attuazione della legge regionale 22 dicembre 1989, n. 45, concernente: Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale

Legge Regionale 29 dicembre 1992, n. 22 - Modifiche e integrazioni alla legge regionale 22 giugno 1992, n. 11, ed alla legge regionale 22 dicembre 1989, n. 45, concernente: Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale

Legge Regionale 7 giugno 1989, n. 31 - Norme per l'istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturalistica ed ambientale

Legge 12 giugno 1990, n. 142 - Ordinamento delle autonomie locali

Legge 8 agosto 1985, n. 431 - Tutela delle zone di particolare interesse ambientale

Legge Regionale 18 gennaio 1999, n. 1 - Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale della Regione (Legge Finanziaria 1999)

Decreto Legislativo 29 ottobre 1999, n. 490 - Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 ottobre, n. 352

Legge 29 giugno 1939, n. 1497 - "Vincolo paesaggistico"

Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357 - Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche

Decreto Presidente della Repubblica 12 marzo 2003 n. 120, "Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche"

Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 - "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", come modificato dal Decreto Legislativo 18 agosto 2000, n. 258

Legge 10 maggio 1976, n. 319 - Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento

Piano Regionale di Risanamento delle Acque - approvato con Delibera della Giunta Regionale nel 1984

Linee Guida per il Piano di Tutela delle Acque - approvato con Delibera della Giunta Regionale n. 17/15 del 12 aprile 2005

Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 - Attuazione delle Direttive 91/156/CE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio

Legge 21 dicembre 2001, n. 443 - Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici

Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79 - Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica

Decreto Legislativo 28 marzo 2000 n. 76 - Principi fondamentali e norme di coordinamento in materia di bilancio e di contabilità delle regioni

Decreto Legislativo 23 maggio 2000, n. 164 - Attuazione della direttiva n. 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas naturale, a norma dell'articolo 41 della legge 17 maggio 1999, n. 144

Decreto Ministero dell'Ambiente 7 febbraio 2003 - Perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale di aree industriali di Porto Torres

Legge 31 luglio 2002, n. 179 - Disposizioni in materia ambientale

Piano Generale di Sviluppo - approvato dal Consiglio Regionale il 22 marzo 1991

Documento di Programmazione Economico Finanziaria Regionale 2005 - 2007 - 2005-2007, approvato dalla Giunta Regionale il 4 novembre 2004

Piano Operativo Regionale - approvato con decisione della Commissione C(2000)2359 dell' 8 Agosto 2000

Piano Urbanistico Provinciale - Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Sassari - adozione preliminare da parte del Consiglio Provinciale con Delibera n. 13 del 29 febbraio 2000

Piano Regolatore Territoriale dell'area di Sviluppo Industriale di Sassari - Porto Torres - Alghero - variante adottata con Deliberazione del Comitato Direttivo del Consorzio n. 3659 del 22 novembre 1990

Piano Regolatore Generale Comunale di Sassari - approvato con Delibera Assessoriale 1064/U del 17 ottobre 1986

Piano Regolatore Generale Comunale di Porto Torres - approvato con Delibera Assessoriale n. 163 del 13 luglio 1981

Piano Regionale dei Trasporti - approvato dalla Giunta Regionale marzo 1997, aggiornamento nel 2001

Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti - approvato con Delibera della Giunta Regionale 52/2 e pubblicato nel BURAS n. 23 del 30 luglio 1999

Progetto di Piano Energetico Regionale - presentato nel dicembre 2002

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico - adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 54/33 del 30 dicembre 2004 e pubblicato nel BURAS n. 8 dell'11 marzo 2005

Siti internet: www.regione.sardegna.it; www.provincia.sassari.it;
www.minambiente.it

3 **QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

3.1 **UBICAZIONE**

La *Centrale* Termoelettrica di Fiume Santo, di proprietà della società Endesa Italia S.p.A., è situata all'interno dell'Area di Sviluppo Industriale di Sassari - Porto Torres - Alghero (ASI) ed in particolare nel territorio definito "Area per impianti termoelettrici" che ricade nei Comuni di Sassari e Porto Torres. La proprietà si estende per una superficie di circa 153 ha ed è posta sulla riva sinistra del fiume Santo e prospiciente il litorale del Golfo dell'Asinara, all'estremo occidentale della zona industriale di Porto Torres, nel territorio comunale di Sassari.

Il territorio circostante la *Centrale* si trova per la maggior parte al di sotto di quota 200 m s.l.m. e presenta morfologie assai variabili, con modesti rilievi ed un reticolo idrografico articolato nella zona nord-occidentale ed ampi tavolati con reticolo fluviale poco o nulla sviluppato nel settore sud-orientale, dove in corrispondenza del Monte Alvaro si raggiunge la quota più elevata di tutta l'area (342 m).

In *Figura 1a* è riportata l'ubicazione del *sito*.

I centri abitati più vicini al *sito* sono Stintino, il cui centro cittadino si trova ad una distanza di circa 12 km in direzione nord ovest, e Porto Torres, a circa 8 km in direzione est.

La *Centrale* è raggiungibile mediante la S.P. 57, che transita a circa 2 km a sud del *sito*, alla quale è collegata attraverso viabilità secondaria.

3.2 **CENTRALE ESISTENTE**

La *Centrale* di Fiume Santo è composta da sei gruppi (4 a vapore + 2 turbogas) per una potenza elettrica lorda complessiva di 1040 MW (pari a una potenza elettrica netta complessiva di 960 MW). Le potenze dei gruppi a vapore e gli anni di entrata in servizio degli stessi sono, rispettivamente:

- gruppo 1 da 160 MW - 1983;
- gruppo 2 da 160 MW - 1984;
- gruppo 3 da 320 MW - 1998;
- gruppo 4 da 320 MW - 1998.

I gruppi 1 e 2 sono attrezzati per essere alimentati solo a olio combustibile, mentre i gruppi 3 e 4 possono essere alimentati sia a olio combustibile che a carbone.

Oltre a queste sezioni, in *Centrale* sono presenti due gruppi turbogas, TG E e TG G, alimentati a gasolio, a funzionamento discontinuo, di potenza elettrica lorda pari a 40 MW ciascuno. Essi sono autorizzati esclusivamente per un funzionamento massimo di 11 ore/giorno per complessive 500 ore/anno.

Per l'esercizio dei vari gruppi la *Centrale* è dotata delle seguenti opere complementari:

- due opere di presa/scarico acqua di mare per raffreddamento, rispettivamente per i gruppi 1 e 2 e per i gruppi 3 e 4;
- l'elettrodotto di collegamento alla rete elettrica nazionale;
- nastri trasportatori del carbone dal vicino porto industriale alla *Centrale*, per una lunghezza complessiva di 8 km;
- un oleodotto di trasporto dell'olio combustibile dal porto industriale alla *Centrale*.

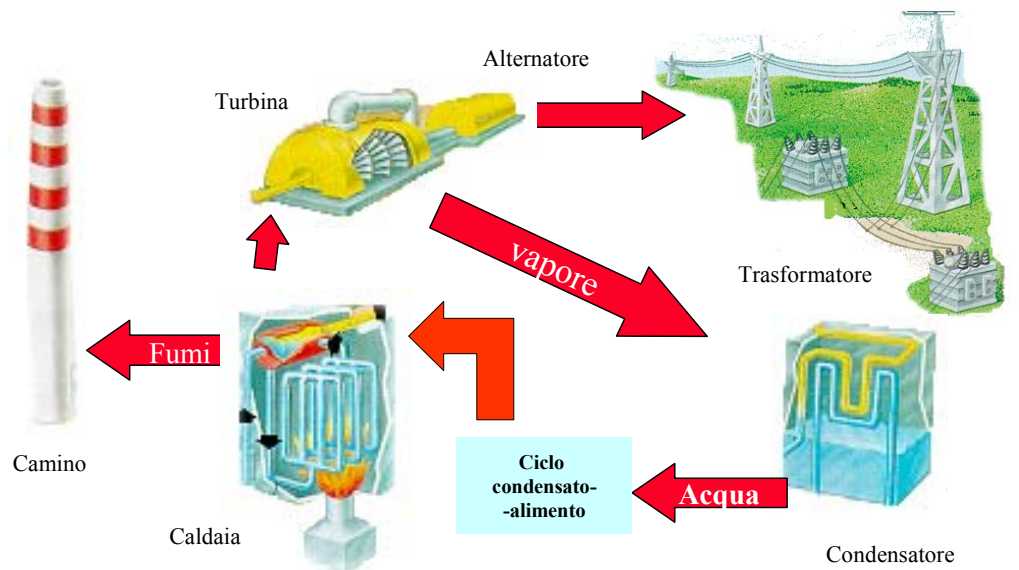
Nella *Figura 3.2a* è riportato il layout di *Centrale* nella configurazione attuale, mentre nella *Figura 3.2b* sono riportate le viste prospettiche della *Centrale* nella configurazione attuale.

3.2.1 *Sezioni 1 e 2*

3.2.1.1 *Ciclo Produttivo*

Gli elementi principali del ciclo produttivo delle sezioni 1 e 2, schematizzati sinteticamente in *Figura 3.2.1.1a*, sono di seguito elencati.

Figura 3.2.1.1 a Descrizione del Ciclo Produttivo delle Sezioni 1 e 2



- Caldaia (o generatore di vapore): nella quale il combustibile bruciando sviluppa il calore necessario a trasformare l'acqua in vapore;
- Turbina: nella quale il vapore prodotto dalla caldaia trasforma l'energia termica in energia meccanica (rotazione);
- Alternatore: che, messo in rotazione dalla turbina, trasforma l'energia meccanica in energia elettrica;
- Trasformatore principale: nel quale l'energia elettrica prodotta dall'alternatore viene trasformata elevandola alla tensione adeguata per essere erogata sulla rete elettrica nazionale;
- Condensatore: nel quale il vapore, ceduto il suo contributo di energia in turbina, viene riportato allo stato liquido utilizzando quale refrigerante acqua prelevata dal mare;
- Ciclo condensato-alimento: che costituisce l'insieme di macchinari ed apparecchiature tra condensatore e caldaia. Il fluido in uscita dal condensatore viene preriscaldato e reimmesso tramite pompe ad alta pressione in caldaia per la continuazione del ciclo produttivo.

I generatori di vapore sono sistemati all'aperto, mentre le macchine ed i quadri di comando e controllo sono all'interno di fabbricati.

Le caldaie sono a circolazione naturale, dotate di bruciatori frontali ed attrezzate per la combustione di olio combustibile.

Le caratteristiche tecniche principali delle sezioni al carico nominale continuo sono riportate in *Tabella 3.2.1.1a*.

Tabella 3.2.1.1 a *Caratteristiche Tecniche Principali delle Sezioni al Carico Nominale Continuo (CNC)*

Produzione di vapore, portata	509 t/h
Consumo olio combustibile:	37 t/h
Pressione temperatura del vapore ingresso turbina	141 barg/538°C
Pressione nominale vapore allo scarico	0,05 barg
Numero di stadi di preriscaldamento turbina	7
Potenza nominale alternatore	190 MVA
Tensione nominale alternatore	15 KV
Potenza elettrica lorda ai morsetti alternatore	160 MW

Per quanto riguarda le emissioni, le sezioni sono adeguate alla normativa attualmente in vigore tramite sistemi gestionali (scelta del combustibile), riduzione primaria degli ossidi di azoto e precipitatori elettrostatici.

La riduzione primaria di ossidi di azoto è realizzata mediante ottimizzazione della combustione e completata con la tecnica BOOS (Burners Out Of Service). I precipitatori elettrostatici per la captazione delle polveri presenti nei fumi sono uno per sezione e constano di tre campi per ciascuna delle due linee. Hanno un'elevata efficienza di captazione, assicurando nelle condizioni nominali di funzionamento, anche con una semisezione per ciascun captatore fuori servizio, un valore di emissione del particolato non superiore a 50 mg/Nm³.

I fumi della combustione sono quindi dispersi in atmosfera a mezzo di una ciminiera comune alle due sezioni, di altezza pari a 150 metri.

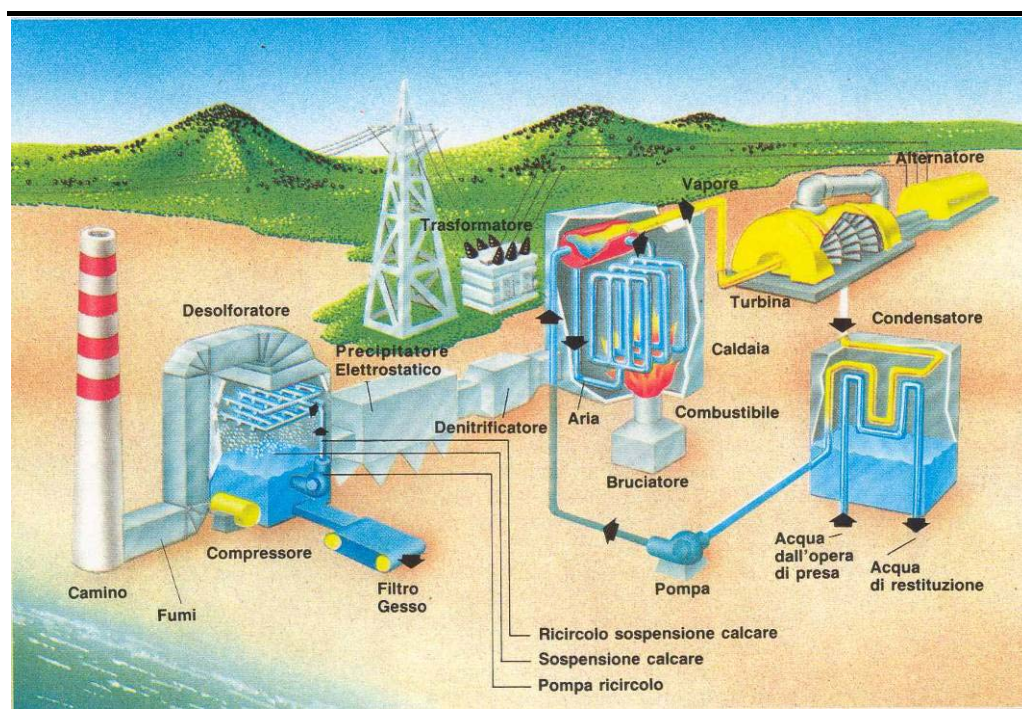
3.2.2 *Sezioni 3 e 4*

Le sezioni termoelettriche 3 e 4 sono equipaggiate con caldaie del tipo a circolazione assistita, con camera di combustione in depressione. Le caldaie sono di costruzione Tosi ed hanno bruciatori tangenziali. Le caldaie sono di tipo policombustibile, attrezzate per la combustione di carbone, olio combustibile ed Orimulsion®. Quest'ultimo combustibile non viene più utilizzato.

Nella *Figura 3.2.2a* è raffigurato uno schema funzionale di massima di una sezione termoelettrica, completa di sistemi di trattamento fumi, analoga a quelle in oggetto.

Figura 3.2.2a

Schema Funzionale di Massima : Sezione Termoelettrica e Trattamento Fumi



Gli elementi costitutivi principali del ciclo produttivo propriamente detto sono nominalmente analoghi a quelli descritti per le sezioni 1 e 2, sia pure con caratteristiche costruttive molto diverse. Le caratteristiche tecniche principali delle sezioni al carico nominale continuo sono riportate in *Tabella 3.2.2a*:

Tabella 3.2.2a

Caratteristiche Tecniche delle Sezioni al Carico Nominale Continuo

Parametro	Valore
Produzione di vapore, portata	1.050 t/h
Consumo combustibile:	
olio (in caso di totale alimentazione ad olio)	70 t/h
carbone (in caso di totale alimentazione a carbone)	120 t/h
Pressione /temperatura del vapore ingresso turbina	179 barg/540°C
Pressione nominale allo scarico	0,05 barg
Numero di stadi di preriscaldamento turbina	8
Potenza nominale alternatore	370 MVA
Tensione nominale alternatore	20 KV
Potenza elettrica lorda ai morsetti alternatore	320 MW

Il sistema di trattamento fumi, schematizzato nella *Figura 3.2.2a*, consiste in una serie di impianti dedicati al contenimento delle emissioni di NO_x, SO₂ e polveri.

Concettualmente, in uscita dalla caldaia si incontra dapprima il sistema di denitrificazione, dove gli ossidi di azoto vengono ridotti con un sistema catalitico.

Ciò è costituito da una struttura metallica, contenente un catalizzatore metallico, inserito a valle dell'economizzatore nel flusso dei fumi da trattare in

zona di alta temperatura. Durante il transito, ai fumi viene addizionata ammoniaca che, in presenza del catalizzatore, reagisce con gli ossidi di azoto per dare azoto molecolare (cioè come quello atmosferico) ed acqua.

All'uscita del denitrificatore i fumi attraversano quindi i precipitatori elettrostatici, che hanno lo scopo di trattenere le particelle solide e gli incombusti, che porterebbero alla formazione di polveri. Gli elettrofiltri sono analoghi a quelli delle sezioni 1 e 2 ma di dimensioni maggiori (7 campi), essendo costruiti per la combustione del carbone e secondo standard molto conservativi, tali da garantire elevata efficienza di captazione in ogni condizione di esercizio.

L'abbattimento dell' SO_2 è realizzato con un sistema di desolforazione ad umido.

All'interno delle apparecchiature di questo sistema, i fumi provenienti dai filtri vengono lavati e trattati con una soluzione di acqua e calcare.

Questo processo porta alla produzione di gesso, per la reazione chimica del calcare con lo zolfo contenuto nei fumi. Il gesso prodotto viene disidratato, immagazzinato, e successivamente venduto.

I fumi così trattati vengono inviati ad una ciminiera comune, a due canne, di altezza pari a 200 m.

3.2.3

Sezioni Turbogas

I due turbogas sono in ciclo semplice, della potenza di circa 40 MW elettrici ciascuno alle condizioni ISO, e sono completi dei relativi accessori.

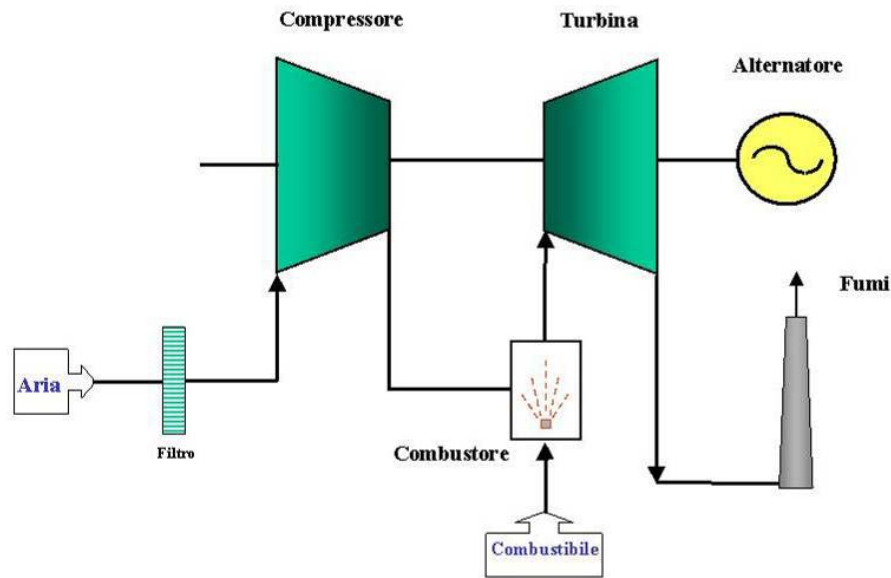
La tecnologia su cui si basa il processo produttivo è schematizzata nella *Figura 3.2.3a*.

I componenti principali di ciascun turbogas sono:

- Turbina a gas: è composta da un compressore dell'aria, da combustori e da una turbina di espansione, coassiale al compressore. I fumi prodotti sono convogliati al camino;
- Alternatore: messo in rotazione dalla turbina, trasforma l'energia meccanica in energia elettrica;
- Trasformatore principale: nel quale l'energia elettrica prodotta dagli alternatori viene trasformata ed elevata per essere inviata alla stazione elettrica.

Figura 3.2.3a

Schema Semplificato Turbogas in Ciclo Semplice



3.2.3.1

Turbina a Gas

Il compressore assiale della turbina preleva aria dall'ambiente mediante il sistema di aspirazione, costituito da camere a filtro e silenziatori.

A monte del primo stadio del compressore sono disposte delle palette mobili per la regolazione della portata d'aria, in modo da ottimizzare i valori di rendimento della macchina in un campo di funzionamento compreso tra il 70% ed il 100% del carico nominale.

Il combustibile impiegato è gasolio.

La potenza nominale alle condizioni di riferimento (ISO) è di circa 40 MW_e.

I gas di scarico della turbina sono inviati al camino ad una temperatura di 450 °C.

3.2.3.2

Camino

I fumi prodotti da ciascun turbogas sono inviati al rispettivo camino, di altezza pari a 20 m. I condotti di adduzione sono muniti di silenziatori.

3.2.3.3

Alternatore

Ciascun alternatore è coassiale alla turbina a gas, come riportato nello schema della *Figura 3.2.3a*.

Gli alternatori sono dotati di eccitatrice statica.

Il sistema di raffreddamento degli alternatori è ad aria a circolazione forzata.

Gli alternatori sono collegati ai trasformatori principali ed ai trasformatori di unità da condotti a sbarre.

3.2.3.4 *Trasformatore*

Il trasformatore principale (TP) è comune ai due gruppi turbogas ed ha la funzione di innalzare la tensione ai valori della linea che trasporta l'energia elettrica prodotta.

Il trasformatore (a due secondari sulla media tensione) è derivato dai due montanti di macchina tramite congiuntori.

Il collegamento tra trasformatore principale e stazione elettrica avviene tramite cavo interrato a 380 kV, equipaggiato con interruttore e sezionatori.

3.2.4 *Sistemi Comuni*

3.2.4.1 *Stazione Elettrica*

L'energia elettrica prodotta dalla *Centrale*, dopo essere stata innalzata di tensione mediante trasformatori, viene immessa in rete attraverso la stazione elettrica, a due livelli di tensione distinte.

Le sezioni 1 e 2 sono attestate sulla rete a 150 kV, mentre le sezioni 3 e 4 ed i turbogas di recente installazione su quella a 380 kV; la stazione elettrica - di proprietà TERNA - è situata in prossimità delle sezioni 3 e 4; in essa sono installate le apparecchiature blindate in SF₆ relative agli stalli da 150 kV e 380 kV, collegati tra di loro attraverso due autotrasformatori; le sezioni 1 e 2 sono collegate alla stazione a 150 kV attraverso una linea aerea.

3.2.4.2 *Impianti Ausiliari Elettrici*

Le sezioni termoelettriche utilizzano per alimentare le proprie utenze ausiliarie un sistema di distribuzione a 6 kV, organizzato per coppie di sezioni, che alimenta anche livelli di tensione inferiori.

Il sistema a 6 kV è normalmente alimentato dalle sezioni stesse, tramite i trasformatori di unità. Quando necessario, ad esempio durante le fasi di avviamento, può essere alimentato dalla rete Terna tramite trasformatori d'avviamento.

I servizi privilegiati (ininterrompibili) sono anche alimentabili da un sistema di emergenza (gruppi elettrogeni, batterie ed accumulatori in corrente continua).

Il sistema elettrico dei gruppi turbogas è stato progettato per permetterne il funzionamento in condizioni indipendenti dal resto della *Centrale*, ed è in grado, in caso di fuori servizio della rete, di rimettere in tensione le sbarre a 400 kV della stazione elettrica annessa.

In condizioni di emergenza i turbogas possono essere alimentati dal sistema elettrico di *Centrale*, tramite collegamento al sistema a 6 kV.

3.2.4.3 *Sale Manovra e Sistemi di Regolazione, Controllo, Supervisione e Protezione dell'Impianto*

La *Centrale* è dotata di due sale manovra (dalla prima si gestiscono le sezioni 1 e 2 e dalla seconda si gestiscono le sezioni 3 e 4) ciascuna suddivisa in due zone:

- Sala controllo o zona operatori dove sono installate tutte le apparecchiature dedicate all'interfaccia uomo-macchina per la conduzione dell'impianto;
- Sala tecnica o retroquadro sala manovra dove sono installate le apparecchiature ausiliarie per le quali non è previsto il presidio degli operatori nella normale conduzione dell'impianto.

Tali sale manovra sono dislocate tra i rispettivi generatori di vapore e accanto alle sale macchine.

Il sistema di controllo è costituito da un insieme di apparecchiature che assolvono ai compiti di:

- ricezione, smistamento e condizionamento dei segnali;
- regolazioni e controlli;
- sequenze e blocchi;
- allarmi;
- interfaccia uomo-macchina o MMI (Man Machine Interface).

I segnali riguardano i vari sottosistemi dell'impianto di produzione (caldaia - turbina - alternatore).

L'MMI è costituito da un sistema di supervisione, controllo e acquisizione dei dati detto anche SCADA che provvede attraverso delle consolle video, nelle quali sono rappresentati mediante display grafici i vari processi da controllare, alla gestione e all'esercizio dell'impianto. Le pagine grafiche permettono all'operatore di visualizzare gli allarmi, lo stato delle valvole e dei motori, i valori delle variabili di processo, e di intervenire per modificare situazioni di regolazioni (cambi di set-point), di comando e di funzionamento. Inoltre nella sala controllo vengono registrate tutte le misure importanti per l'esercizio ed i dati in condizione di allarme.

Il sistema di automazione dei turbogas prevede una struttura decentrata, facente capo alla sala manovre delle sezioni 3 e 4.

I quadri relativi a questo sistema di automazione e controllo sono installati in edifici adiacenti ai turbogas, insieme alla postazione operatore per la conduzione locale degli impianti.

3.2.5 *Combustibili e Infrastrutture*

I combustibili, utilizzati per l'alimentazione delle sezioni di produzione termoelettrica rapportati agli impianto precedentemente descritti, sono il carbone, impiegato nelle sezioni 3 e 4, e l'olio combustibile denso (OCD), a basso tenore di zolfo (BTZ) utilizzato nelle sezioni 1 e 2, ed ATZ (alto tenore di

zolfo) utilizzato nelle sezioni 3 e 4 in alternativa al carbone, o come supporto nella combustione di carbone a carico ridotto. Limitatamente alla fase di accensione delle sezioni termoelettriche viene utilizzato gasolio, che costituisce anche l'unico combustibile dei turbogas.

L'approvvigionamento dei combustibili principali viene effettuato via mare. La *Centrale* dispone di una banchina di proprietà Endesa Italia, che si trova nel porto industriale di Porto Torres, a circa 7 chilometri dal sito produttivo, cui è collegata da oleodotto e sistema di nastri trasporto carbone.

Il carbone è scaricato dalle navi carboniere tramite due gru, situate in banchina, dotate di benne mobili che caricano le tramogge di alimentazione del nastro trasportatore. Il nastro si sviluppa dal molo fino al parco carbone situato all'interno della *Centrale*. Nell'arco del percorso il nastro si interrompe, per motivi tecnici, in torri di travaso anch'esse in leggera depressione. Il parco carbone rappresenta il punto di accumulo del combustibile per l'esercizio delle sezioni 3 e 4.

Il parco il carbone viene mantenuto compattato e bagnato con acqua da una rete di spruzzatori, al fine di evitare fenomeni di autocombustione e di polverosità. La *Centrale* dispone al suo interno di tre depositi combustibili: il parco carbone, il deposito oli combustibili, ed il deposito gasolio dedicato ai turbogas. I depositi sono dotati di sistemi atti alla prevenzione di inquinamento del suolo e del mare. Tutte le operazioni di movimentazione dei combustibili avvengono nel rispetto delle condizioni di sicurezza.

Nel seguito sono forniti maggiori dettagli sulla gestione dei singoli combustibili.

3.2.5.1 *Carbone*

Il deposito carbone ha una capacità di circa 300.000 t (utilizzabili 250.000 t, per permettere la movimentazione dei mucchi), ed occupa un'area situata nella zona sud-est dell'impianto, in prossimità del punto di ingresso dei nastri trasporto carbone.

Il parco carbone è fornito di sistema di drenaggio e raccolta delle acque meteoriche, che vengono inviate al sistema di trattamento.

La gestione del carbone all'interno del parco avviene mediante macchina polifunzionale, a pale rotanti, che permette di effettuare lo scarico del nastro, e tramite ruspe per la movimentazione del carbone all'interno del parco ed il caricamento del sistema di alimentazione alle caldaie. E' inoltre presente un sistema fisso di supporto, che permette il caricamento del sistema di alimentazione alle caldaie quando la macchina è utilizzata per lo scarico del nastro.

Al fine di proteggere il carbonile dai venti predominanti della zona (principalmente venti da ovest e/o da nord-ovest), e quindi di evitare il

sollevamento di eventuale polvere di carbone, è stata realizzata una collina frangivento, la cui ubicazione è riportata in *Figura 3.2a*. Essa è costituita da 125.000 m³ di gesso derivante dal processo di desolforazione degli effluenti gassosi, opportunamente compattato, sagomato e ricoperto con terreno vegetale. La barriera frangivento ha una base rettangolare, lunga circa 350 metri e larga circa 50 metri. La sua altezza è di circa 12 m e le scarpate laterali sono interrotte da uno sbalzo intermedio, a circa 6 m di altezza. La superficie della collina sarà inerbita, facendole assumere un positivo ruolo paesaggistico e massimizzandola la sua funzione di raccolta delle polveri, limitando per altro la possibilità di risollevarle delle stesse.

3.2.5.2 *Olio Combustibile Denso (OCD)*

L'olio combustibile, ATZ o BTZ, arriva in *Centrale* tramite oleodotto dedicato. Il deposito combustibili consiste in quattro serbatoi a tetto galleggiante (3 serbatoi da 50.000 m³ ciascuno e un serbatoio da 100.000 m³), situati all'interno di idonei bacini di contenimento in calcestruzzo, atti a contenere eventuali fuoriuscite di prodotto. Il parco si trova nella zona ovest dell'impianto.

Al termine delle operazioni di trasferimento, l'oleodotto viene svuotato dall'olio residuo mediante spiazzamento con azoto. Le acque meteoriche raccolte nei bacini di contenimento sono convogliate alle rete di raccolta acque oleose. Il trasferimento dell'OCD ai bruciatori dei generatori di vapore delle sezioni 1 e 2 avviene direttamente dai serbatoi mediante un sistema di tubazioni di trasporto e di ricircolo, ed elettropompe. Le sezioni 3 e 4, che si trovano a circa 1 km di distanza dal deposito combustibili, dispongono di due serbatoi di servizio giornalieri del volume di 8.000 m³ ciascuno, anch'essi dotati di bacino di contenimento. Tutti i sistemi di trasporto e di stoccaggio sono riscaldati mediante vapore o energia elettrica allo scopo di mantenere l'OCD a temperature comprese tra i 40 ed i 60°C, sufficienti a mantenerlo liquido e pompabile.

3.2.5.3 *Gasolio*

L'approvvigionamento del gasolio per l'accensione dei bruciatori avviene mediante autobotti scaricate per mezzo di pompe ai serbatoi dedicati.

I serbatoi per i gruppi a vapore sono 4, due per coppia di sezioni. Quelli dedicati alle sezioni 1 e 2, della capacità di 250 m³ ciascuno, sono adiacenti al deposito degli oli combustibili. I due serbatoi dedicati alle sezioni 3 e 4 sono della capacità di 500 m³ ciascuno, e si trovano in una zona adiacente alla caldaia 3. Il sistema di approvvigionamento e stoccaggio del gasolio dedicato ai turbogas consiste in un serbatoio del tipo cilindrico ad asse verticale, a tetto fisso, della capacità utile di 2.000 m³. In totale le possibilità di stoccaggio gasolio ammontano a 3.500 m³.

Il sistema è completo di apparecchiature ed accessori per il caricamento da autobotte. Tutti i serbatoi sono situati all'interno di bacini di contenimento, collegati alla fogna oleosa. Le zone interessate allo scarico degli automezzi sono dotate di un'opportuna rete fognaria collegata anch'essa all'impianto di trattamento acque oleose.

3.2.5.4 *Combustibili non Fossili*

E' stato recentemente autorizzato ed è attualmente in fase di sperimentazione l'uso di combustibile da biomasse nei gruppi 3 e 4, a carbone. Tale possibilità consente di compensare parzialmente le emissioni di anidride carbonica dall'impianto, permettendo di produrre in loco, senza necessità di ulteriori impianti, buona parte del 5% di energia da fonte rinnovabile, prevista dalla normativa per i nuovo impianti.

3.2.6 *Reagenti Chimici e Prodotti di Combustione*

3.2.6.1 *Calcare*

Il sistema di approvvigionamento, stoccaggio e movimentazione calcare consiste in un silo di stoccaggio, della capacità di 3.000 m³, completo di sistema pneumatico di scarico calcare dagli automezzi, e di sili temporanei collocati presso le sezioni termoelettriche. Il trasporto tra il silo di stoccaggio ed i sili temporanei avviene con un sistema pneumatico in pressione, costituito da compressori dedicati, tubazioni di trasporto e filtri a maniche.

3.2.6.2 *Gesso e Ceneri*

I principali prodotti solidi del sistema di combustione (gesso e ceneri da carbone) possono essere riutilizzati in attività produttive. Vengono pertanto immagazzinati in area di *Centrale* e da qui conferiti agli utilizzatori con i mezzi di trasporto più idonei (via nave o automezzi). Le ceneri da olio sono viceversa classificate come rifiuto pericoloso, e come tale vengono raccolte, immagazzinate e smaltite.

Le ceneri da carbone estratte a secco dalle tramogge elettrofiltri e dal fondo caldaia vengono inviate con un sistema pneumatico ai sili di stoccaggio.

I silos di stoccaggio presenti in *Centrale* sono i due delle sezioni 3 e 4, della capacità di 1.800 m³ ciascuno, e due silos stagionali decentrati, anch'essi collegati al sistema di trasporto pneumatico, della capacità di 3.000 m³ ciascuno.

Il gesso prodotto dagli impianti di desolfurazione dei fumi viene disidratato con filtri sotto vuoto, ed inviato con un sistema di trasferimento chiuso al capannone di stoccaggio. Il capannone, dotato di sistema interno di movimentazione meccanica, è completato da due silos e da un sistema a tramoggia per il caricamento degli automezzi di trasporto.

3.2.6.3 *Idrato di Ammonio (Ammoniaca)*

L'ammoniaca necessaria al processo di denitrificazione catalitica delle sezioni 3 e 4 è approvvigionata in soluzione acquosa al 24%. Il sistema di scarico è costituito da una piazzola attrezzata con braccia snodate, serbatoio di caricamento, tubazioni di collegamento, pompe e serbatoi di stoccaggio (2 x 250 m³). I serbatoi, del tipo cilindrico verticale, sono dotati di linea di sfiato collegata a un abbattitore statico; i vapori di ammoniaca che si producono per aumento della temperatura della soluzione sono scaricate sotto battente idrostatico. Periodicamente, l'acqua che costituisce il battente idrostatico viene inviata all'impianto trattamento acque ammoniacali (ITAA) o ai serbatoi di stoccaggio della soluzione di ammoniaca, e reintegrata mediante acqua industriale.

3.2.7 *Gestione delle Risorse Idriche*

3.2.7.1 *Acqua di Circolazione*

La *Centrale* è dotata di due distinti circuiti di acqua circolazione, uno dedicato alle sezioni 1 e 2, l'altro alle sezioni 3 e 4. Le opere di presa si trovano in mare, a circa 800 m dalla costa.

La restituzione avviene tramite condotte sotterranee che convogliano le acque di scarico dei condensatori principali e dei refrigeranti del circuito acqua servizi in ciclo chiuso.

Queste acque non hanno necessità di trattamento chimico-fisico, ma devono essere controllate per l'incremento termico che subiscono durante la fase di condensazione del vapore di scarico turbina. A tale scopo sono monitorate in continuo tramite registratori ubicati nelle sale manovre le temperature di ingresso e di uscita impianto. Nei gruppi 3 e 4 sono registrate separatamente le temperature del gruppo 3 e del gruppo 4, mentre lo scarico dei gruppi 1 e 2 è monitorato in comune.

Ai sistemi acqua condensatrice fanno capo anche la presa degli evaporatori, descritti al *Paragrafo* successivo.

Viene inoltre prelevata acqua di mare per gli impianti DeSOx e per l'alimentazione dell'osmosi inversa delle sezioni 3 e 4.

3.2.7.2 *Acqua di Processo*

Le esigenze di acqua industriale del ciclo produttivo sono solo parzialmente soddisfatte dall'acqua proveniente da 2 pozzi, denominati W4 e W4bis e ubicati all'interno del perimetro della *Centrale* (*Figura 3.2a*). La portata autorizzata, complessiva è di 23 l/s. I due pozzi, profondi rispettivamente 25 e 30 metri sono dotati di pompa sulla cui mandata sono installati dispositivi per la misurazione delle portate.

Il sistema viene integrato tramite produzione di acqua dolce da acqua di mare; sono infatti installati due evaporatori da 60 m³/h, per le sezioni 3 e 4, e due evaporatori da 28 m³/h, per le sezioni 1 e 2, nonché un sistema ad osmosi inversa, dedicato alle esigenze del processo di desolforazione dei fumi.

Viene inoltre riutilizzata acqua proveniente dall'impianto di trattamento acque reflue, che viene reintrodotta nel circuito acqua industriale. E' inoltre possibile l'acquisizione di acqua demineralizzata dallo stabilimento Syndial di Porto Torres, tramite un collegamento dedicato.

3.2.7.3

Raccolta, Trattamento e Restituzione delle Acque Reflue

Le acque reflue di *Centrale* vengono raccolte, in relazione alla loro tipologia, da reti distinte e separate di tubazioni e canalizzazioni che fanno capo agli Impianti Trattamento Acque Reflue (ITAR), che trattano le acque acide e alcaline, le acque inquinabili da olio e le acque sanitarie, ed agli impianti di trattamento spurghi ammoniacali (ITAA) e spurghi DeSO_x (TSD). Le acque meteoriche provenienti da aree sicuramente non inquinabili sono convogliate direttamente allo scarico.

Le diverse tipologie di scarico sono trattate con sistemi di depurazione specifica, e precisamente:

- *acque acide e alcaline*: la depurazione viene effettuata trasformando le sostanze disciolte in sostanze insolubili mediante processi di precipitazione seguiti da coagulazione, sedimentazione, chiarificazione e filtrazione; i fanghi prodotti, dopo essere stati filtrati e pressati in modo da ridurne l'umidità, vengono smaltiti a discarica;
- *acque inquinabili da oli*: la depurazione viene effettuata in vasche di decantazione munite di sistemi di disoleazione meccanici e nelle vasche a pacchi lamellari. Ulteriore trattamento è costituito da filtrazione sia meccanica che con carbone attivo. L'acqua viene quindi inviata allo scarico o recuperata come acqua industriale mentre l'olio viene raccolto come refluo. Qualora, nel corso dei controlli previsti dalle procedure operative di gestione dell'impianto, si evidenzino deviazioni dei valori attesi e/o parziale inefficacia del trattamento, l'acqua in scarico viene ricircolata per essere ulteriormente trattata;
- *acque biologiche*: il sistema tratta le acque sanitarie (uffici, officine, mensa, servizi igienici) convogliate da apposita rete fognaria. Dopo il passaggio attraverso un sistema di filtrazione e triturazione delle parti grossolane, il refluo viene sottoposto a trattamenti biologici - aerobici e quindi avviato alla vasca di raccolta finale;
- *spurghi impianto desolforazione*: il sistema di trattamento degli spurghi della desolforazione ha il compito di ricevere lo spurgo degli impianti DeSO_x e di ottenere, mediante un processo di additivazione chimica, di precipitazione e di decantazione, l'abbattimento della concentrazione di inquinanti nelle acque di scarico. Il processo produce dei fanghi nei quali si raccolgono le sostanze inquinanti presenti, in sospensione e in soluzione,

nella portata di spurgo, che vengono trattati analogamente a quelli delle acque acide ed alcaline;

- *spurghi DENOX e acque contenenti ammoniaca*: il sistema di trattamento delle acque ammoniacali tratta gli scarichi contenenti ammoniaca provenienti dalla zona stoccaggio, dal lavaggio catalizzatore, trattamento condensato, lavaggio Ljungstoem, conservazione e lavaggi caldaia. I reflui vengono pretrattati mediante azione con latte di calce, coagulati, flocculati e chiarificati; e successivamente addizionati di carbonato sodico per far precipitare il calcio residuo. La soluzione ammoniacale così prodotta, dopo ulteriore filtrazione è inviata al trattamento principale di separazione dell'ammoniaca mediante distillazione in fase vapore. L'ammoniaca concentrata così ottenuta viene recuperata al sistema di denitrificazione catalitica. I fanghi prodotti vengono ispessiti, filtrati e lavati prima dello stoccaggio; l'intero processo di trattamento avviene in reattori chiusi, per evitare la dispersione dell'ammoniaca in atmosfera.
- *acque meteoriche provenienti da parco carbone*: sono inviate alla sezione trattamento spurghi DeSO_x;
- *acque meteoriche provenienti dai bacini di contenimento dei serbatoi deposito oli combustibili*: sono inviate alla sezione trattamento acque inquinabili da oli.

E' presente anche un sistema di pretrattamento a flottazione, utilizzato durante il periodo della combustione di Orimulsion®.

Le acque trattate effluiscono a mare. I criteri di controllo adottati allo scopo di documentare il rispetto dei limiti di legge, sintetizzati in apposite procedure operative, prevedono l'analisi dei parametri chimico-fisici di pertinenza. Il controllo viene effettuato sui campioni di acqua prelevata dal pozzetto finale posto sull'asta di scarico prima della restituzione al corpo idrico.

3.2.8 *Gestione Ambientale e Bilanci*

3.2.8.1 *Bilancio Idrico*

Nella *Tabella 3.2.8.1a* sono riportati i dati relativi al bilancio idrico del triennio 2002- 2004.

Tabella 3.2.8.1a *Prelievi Idrici nel Triennio 2002-2004*

<i>Acqua prelevata</i> <i>(m³/anno)</i>	2002	2003	2004
Acqua potabile da rete idrica	60,5 x 10 ³	84,1 x 10 ³	92 x 10 ³
Acqua da pozzi	502 x 10 ³	525 x 10 ³	565 x 10 ³
Acqua demineralizzata acquisita da terzi	80 x 10 ³	70 x 10 ³	45 x 10 ³
Acqua da mare per uso industriale	14.600 x 10 ³	12.000 x 10 ³	9.598 x 10 ³
Acqua da mare per raffreddamento (acqua di circolazione)	1.020 x 10 ⁶	1.000 x 10 ⁶	1.044 x 10 ⁶
Recupero da acque reflue	218 x 10 ³	226 x 10 ³	195 x 10 ³
<i>Acqua scaricata</i> <i>(m³/anno)</i>	2002	2003	2004
Impianti di trattamento acque reflue	1.052 x 10 ³	942 x 10 ³	964 x 10 ³
Acqua scaricata dopo scambio termico	1.020 x 10 ⁶	1.000 x 10 ⁶	1.044 x 10 ⁶

Per quanto riguarda l'acqua di circolazione, la portata prelevata è funzione del fattore di carico degli impianti.

In condizione di pieno carico (carico massimo continuo) la portata di acqua circolazione, che alimenta anche il raffreddamento dell'acqua servizi in ciclo chiuso corrisponde a 5,5 m³/s per ciascuna delle unità 1 e 2, e 13 m³/s ciascuno per le unità 3 e 4.

L'acqua di mare prelevata per raffreddamento perviene integralmente alla restituzione.

L'acqua di mare per usi industriali viene utilizzata dagli evaporatori, per la produzione di acqua distillata, il 10% dell'acqua di alimentazione evaporatori viene trasformata in acqua dolce, la parte restante serve per la condensazione e viene restituita allo scarico.

In *Figura 3.2.8.1a* è riportato il bilancio idrico di *Centrale* relativo alla configurazione attuale

3.2.8.2 *Combustibili*

L'olio combustibile utilizzato dalle sezioni 1 e 2 è classificato BTZ (contenuto di zolfo inferiore all'1%).

Nelle sezioni 3 e 4, che sono fornite di desolforazione dei fumi, viene bruciato olio combustibile (ATZ o BTZ) in fase di avviamento fino a circa il 40% del carico, al fine di sostenere la combustione del carbone.

Viene inoltre utilizzato su tutti i gruppi gasolio, quale combustibile secondario per le fasi di accensione caldaie e per l'alimentazione delle torce pilota dei bruciatori principali.

Il gasolio viene utilizzato anche come unico combustibile per l'alimentazione dei turbogas. Le prescrizioni ministeriali in fase di autorizzazione vincolano le

caratteristiche di questo combustibile, che ha un tenore di zolfo inferiore allo 0,2%. Viene pertanto approvvigionato separatamente.

I consumi di combustibile, nelle condizioni di carico nominale, e riferiti ai combustibili di progetto, sono i seguenti:

- Sezioni 1 e 2:
 - Olio combustibile : circa 37 t/h per ogni sezione.
- Sezioni 3 e 4:
 - Carbone : circa 120 t/h per ogni sezione;
 - Olio combustibile: circa 70 t/h per sezione in condizioni di massimo consumo (quando è utilizzato in alternativa al carbone).
- Turbogas:
 - Gasolio S max 0,2% : circa 8,5 t/h per sezione.

3.2.8.3

Altri Materiali di Consumo

Altri materiali di consumo sono i reagenti chimici utilizzati per gli impianti di trattamento dei fumi e per il trattamento dell'acqua.

Il sistema di desolforazione utilizza principalmente calcare, il sistema di denitrificazione utilizza ammoniacale in soluzione acquosa in concentrazione inferiore al 24%, i sistemi di produzione acqua demineralizzata e trattamento acque reflue impiegano reagenti chimici, tra cui acido cloridrico, soda, carbonato di calcio, flocculanti e deossigenanti.

I consumi dei diversi reagenti, relativi all'esercizio degli anni 2002, 2003 e 2004, è riportata nella *Tabella 3.2.8.3a*.

Tabella 3.2.8.3a

Altri Materiali di Consumo. Periodo 2002 - 2004

Sostanza	Quantità (t/anno)			Processo / componente
	2002	2003	2004	
Acido cloridrico e soda	877	990	629	Produzione acqua demineralizzata e trattamento acque reflue
Antiincrostante	6	9,5	3	/
Ca (OH) ₂	1.250	1.600	1.700	Trattamento acque reflue
Flocculante	79,5	100,5	108,5	Trattamento acque reflue
Deossigenante	9,5	11,3	10,5	Trattamento ciclo acqua-vapore
Ammoniacale	17,8	16,2	18,7	Trattamento ciclo acqua-vapore
Ammoniacale 20%	-	2.200	7.836	DeNOx
Calcare	*	*	41.500	DeSOx

* Il consumo di calcare negli anni 2002 e 2003 non è significativo per un confronto con la configurazione futura in quanto non si riferisce al funzionamento a carbone dei gruppi 3 e 4.

3.2.8.4 Energia Elettrica

L'impianto eroga energia elettrica sulla rete nazionale. L'energia elettrica necessaria per i servizi ausiliari di impianto è autoprodotta per oltre il 99%.

Il bilancio energetico relativo alla *Centrale* nella configurazione 2004, riferito al Carico Nominale Continuo, è riportato nella seguente *Tabella 3.2.8.4a*.

Tabella 3.1.8.4a Sintesi delle Prestazioni Energetiche della Centrale di Fiume Santo - Sezioni 1, 2, 3 e 4 - Configurazione Attuale

Sezione	Energia primaria		Potenza Elettrica		Perdite			Rendimento Elettrico netto [%]
	Combustibile Carbone/Olio [t/h]	Potenza termica [MW]	lorda [MW]	netta [MW]	Autoconsumi [MW]	Condensazione [MW]	Varie [MW]	
1	0/36	400	160	150	10	202	38	37,5
2	0/36	400	160	150	10	202	38	37,5
3	120/70	800	320	290	30	399	81	36,5
4	120/70	800	320	290	30	399	81	36,5
Totale	240/212	2.400	960	880	80	1.202	238	

In *Figura 3.2.8.4a* il bilancio di potenza (Diagramma di Sankey) relativo alla *Centrale* nell'assetto attuale.

3.2.8.5 Emissioni

I limiti sulle emissioni gassose sono attualmente quelli imposti dal *DM 12/7/90*, dai decreti relativi all'ambientalizzazione degli impianti per le sezioni 3 ed 4 e dal decreto di autorizzazione per i turbogas. Per ogni sezione i limiti attualmente vigenti sono i seguenti :

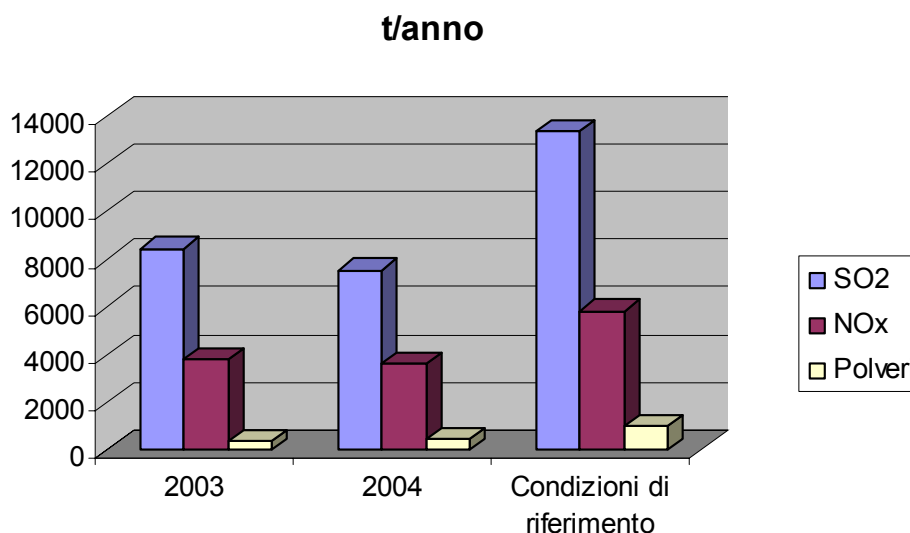
- Sezioni 1 e 2 (160 MWe):
 - SO₂ 1.700 mg/Nm³;
 - NO_x 650 mg/Nm³;
 - Polveri 50 mg/Nm³;
 - CO 250 mg/Nm³.
- Sezioni 3 e 4 (320 MWe):
 - SO₂ 400 mg/Nm³;
 - NO_x 200 mg/Nm³;
 - Polveri 50 mg/Nm³;
 - CO 250 mg/Nm³.
- Sezioni turbogas
 - SO₂ 86 mg/Nm³;
 - NO_x 500 mg/Nm³;
 - Polveri 25 mg/Nm³.

Le emissioni registrate nella situazione attuale sono riassunte nel grafico di *Figura 3.2.8.5a*. Questo riporta le emissioni annuali, espresse in t/anno, di SO₂, NO_x e polveri, relative agli anni 2003 e 2004, e quelle calcolate dalle ore di funzionamento prese a riferimento per le diverse sezioni termoelettriche, considerando il limite di legge pertinente.

Va tenuto presente che i dati non comprendono il funzionamento dei turbogas, che non erano in servizio. Si veda la nota di *Tabella 3.4.2.4b* per il limite emissivo di 86 mg/Nm³ di biossido di zolfo dei turbogas.

Come si può notare i valori registrati sono più bassi rispetto al limite teorico. Questo è dovuto in parte al numero effettivo di ore di funzionamento, inferiore rispetto a quello relativo alle condizioni di riferimento, ed al fatto che le emissioni reali si mantengono sempre inferiori al limite di legge.

Figura 3.2.8.5a *Emissioni Registrate Anni 2002, 2003 e Calcolate alle Condizioni di Riferimento*



Nella stima degli impatti delle ricadute al suolo di inquinanti, riportata al *Paragrafo 4.3.1*, sono stati presi in considerazione, per le sezioni 1 e 2, i valori di emissione previsti dalla *Direttiva 2001/80/CEE* allo scopo di rendere confrontabili le performances ambientali dell'impianto nelle due situazioni, attuale e futura, simulando un ipotetico funzionamento delle sezioni dopo il 1 gennaio 2008.

I valori limite per SO₂, NO_x e Polveri sono, in questo caso:

- SO₂ 1.000 mg/Nm³;
- NO_x 450 mg/Nm³;
- Polveri 50 mg/Nm³.

3.2.8.6 *Rifiuti e Sottoprodotti Solidi*

I principali rifiuti generati dal funzionamento della *Centrale*, sono classificabili in speciali pericolosi (per esempio ceneri leggere prodotte dalla combustione ad olio delle sezioni 1 ed 2) e non pericolosi (per esempio ceneri da carbone e gessi dall'impianto di desolforazione - considerate sottoprodotti e come tali vendute, o fanghi da trattamento acque).

La *Centrale* è dotata di siti di stoccaggio (deposito preliminare e deposito temporaneo) dedicati alle varie tipologie dei rifiuti prodotti. Sono attualmente in esercizio tre vasche di ceneri di combustione e fanghi. La gestione dei rifiuti e dei sottoprodotti, dalla produzione allo smaltimento, è regolata da apposite procedure interne che garantiscono la corretta applicazione della normativa vigente.

I quantitativi di rifiuti prodotti nell'esercizio attuale della *Centrale*, sono riportati nella *Tabella 3.2.8.6a*.

Tabella 3.2.8.6a *Produzione di Rifiuti - Situazione 2004*

Rifiuto	Quantità (t)
Fanghi da trattamento acque	600
Fanghi TSD	18.000
Ceneri	253.680
Gesso	45.961

3.2.8.7 *Traffico*

Nella configurazione attuale i principali materiali in ingresso in *Centrale* sono i combustibili, utilizzati per la produzione di energia elettrica.

Questi sono il carbone, impiegato nei gruppi 3 e 4, l'olio combustibile denso (OCD), utilizzato nelle sezioni 1 e 2 e il gasolio, impiegato nella fase di accensione di tutte le sezioni termoelettriche e come unico combustibile dei gruppi turbogas TG E+G.

Come già indicato, l'approvvigionamento delle materie prime avviene principalmente via mare, con arrivo al vicino porto industriale di Porto Torres. Da qui, in particolare, il carbone viene trasferito in *Centrale* tramite nastri trasportatori e l'olio combustibile attraverso oleodotto.

Altri materiali in ingresso sono il calcare e l'ammoniaca, entrambi approvvigionati via terra. Il primo è utilizzato nel processo di desolforazione e viene approvvigionato in polvere. Il secondo è invece impiegato nel processo di denitrificazione, con produzione di azoto molecolare e acqua e viene generalmente approvvigionato in soluzione al 24%.

I materiali in uscita dalla *Centrale* sono le ceneri leggere, i fanghi e il gesso, trasportati esclusivamente via terra, ad eccezione del gesso per il quale in alternativa è previsto il trasporto via mare dal porto industriale di Porto Torres.

Nella *Tabella 3.2.8.7a* si riporta una sintesi dei trasporti di materiale in entrata e in uscita dalla *Centrale* nella configurazione impiantistica attuale.

Tabella 3.2.8.7a *Trasporti in Entrata e in Uscita dalla Centrale - Anno 2004*

Materiale	Trasporti
Carbone	30 carboniere/anno
Olio combustibile	8 navi/anno
Gasolio	54 automezzi/anno *
Calcare	677 automezzi/anno
Ammoniacca al 24%	360 automezzi/anno
Ceneri	10.602 automezzi/anno
Gesso	522 automezzi/anno
Fanghi	692 automezzi/anno
Altri rifiuti	158 automezzi/anno

(*) l'esercizio futuro dei gruppi turbogas necessiterà di ulteriori 300 automezzi/anno (valore stimato)

3.2.9 *Autorizzazioni e Adempimenti*

La costruzione e l'esercizio della *Centrale* di Fiume Santo sono stati autorizzati con i seguenti Decreti Ministeriali:

- Sezioni 1/2 : *Decreto MICA n. 181 del 20/04/1972* confermato dal MICA il 23/07/1978;
- Sezioni 3/4 : *Decreto MICA del 20/07/1983, Decreto MICA per l'adeguamento ambientale del 16/07/1990* cui segue il *Decreto MICA del 15/10/1994, proroga dei tempi per la realizzazione degli impianti di abbattimento*;
- Sezioni turbogas : *Decreto MAP n. 1/2005 del 22/7/2005*.

3.3 *ANALISI DELLE ALTERNATIVE*

La seguente analisi delle alternative deve essere esaminata alla luce dei condizionamenti ambientali ed industriali posti dal luogo di inserimento della *Centrale* e valutando le prospettive di lungo periodo del sito stesso. In sintesi i condizionamenti maggiormente rilevanti sono i seguenti:

- la Sardegna è attualmente priva di rete di gas naturale e quindi non è possibile prevedere la realizzazione di centrali alimentate a gas;
- la regione è anche poco interconnessa con la rete nazionale di trasmissione dell'energia per cui deve provvedere, in modo autonomo, alla produzione sia dell'energia di base che a quella necessaria a far fronte alle punte di richieste; per questo ultimo motivo Endesa ha installato, sul proprio sito, i due gruppi Turbogas. Questi, tra l'altro, sono necessari anche per le fasi di black start up della Rete;
- la richiesta regionale di energia di base deve quindi essere soddisfatta mediante centrali ad olio o carbone, cercando di massimizzare il

rendimento, ridurre i costi ed i rischi di trasporto del combustibile e ridurre gli impatti ambientali, mantenendo un ragionevole margine di profitto.

Tenendo presenti i precedenti condizionamenti, nel seguito sono quindi analizzate le principali alternative progettuali.

3.3.1 *L'Alternativa "Zero"*

L'alternativa zero presuppone di mantenere l'impianto termoelettrico nelle stesse condizioni attuali, limitando gli interventi da effettuarsi al solo adeguamento delle sezioni 1 e 2 a quanto imposto dalla *Direttiva 2001/80/CEE*. Le due sezioni sono alimentabili a solo olio combustibile. I limiti di emissione in atmosfera che dovranno essere rispettati a partire dal 1 gennaio 2008 corrispondono a 1.000 mg/Nm³ per SO₂ e 450 mg/Nm³ per NO_x.

Nonostante l'elevato costo di investimento per il raggiungimento di queste prestazioni, i livelli di emissione risulterebbero comunque nettamente più alti rispetto a quelle della sezione a carbone proposta che, sempre a seguito della direttiva citata, avranno limiti rispettivamente di 200 mg/Nm³ per SO₂ e 200 mg/Nm³ per NO_x.

Operativamente, per quanto riguarda i possibili adeguamenti, il vincolo relativo agli ossidi di zolfo potrebbe essere rispettato con provvedimenti gestionali, agendo sul tenore di zolfo contenuto nel combustibile. Il limite relativo agli ossidi di azoto sarebbe raggiungibile con l'installazione di ulteriori sistemi di contenimento primari.

Dal momento che l'utilizzo di un combustibile a basso tenore di zolfo è di costo elevato e di difficile reperibilità, questa soluzione renderebbe non remunerativo l'esercizio delle due sezioni, che verrebbe di conseguenza limitato a casi di necessità della rete. Questo esercizio saltuario comporta un dispendio energetico, dovuto in particolare alle operazioni di riscaldamento necessarie alla messa in servizio di un gruppo alimentato ad olio combustibile denso, ed altri problemi legati al funzionamento transitorio.

Le problematiche legate all'esercizio discontinuo sono superate nel caso di una sezione a carbone. L'utilizzo di carbone anche per la terza sezione di produzione può inoltre rendere meno critico l'approvvigionamento via mare del combustibile, diminuendo il numero di petroliere che dovranno transitare nella zona, e ridurrà le problematiche di smaltimento rifiuti in quanto le ceneri da carbone, oltre a non essere un rifiuto pericoloso, vengono normalmente riutilizzate da terzi.

Complessivamente la realizzazione di una sezione a carbone di potenzialità doppia comporterà un miglioramento, rispetto all'esercizio delle attuali sezioni 1 e 2, in particolare per quanto riguarda le emissioni di SO₂, il traffico

marittimo di combustibile liquido, la gestione dei rifiuti pericolosi, e, come illustrato in dettaglio nel capitolo relativo, l'impatto sul paesaggio.

3.3.2 *Sistema di Combustione*

La tecnologia prescelta per la nuova sezione, ed illustrata nel seguito del documento, è quella della combustione di polverino di carbone, già utilizzata per la realizzazione delle esistenti sezioni 3 e 4.

E' stata quindi scelta una caldaia ultrasupercritica, a circolazione naturale o assistita, e a tiraggio bilanciato, che permette di massimizzare il rendimento e quindi, come già detto, di ridurre le emissioni di anidride carbonica a parità di energia prodotta. Si tratta di una tecnologia innovativa che consente garanzie elevate in termini di rendimento energetico, alla quale saranno abbinati sistemi di controllo della combustione e impianti di trattamento fumi per la minimizzazione della formazione di inquinanti gassosi derivanti dal processo di combustione.

La caldaia prevista sarà progettata secondo criteri avanzati di affidabilità e sicurezza, in accordo con quanto previsto dall'adozione delle Best Available Techniques (BAT), finalizzato all'approccio integrato della riduzione dell'inquinamento. Di queste si è tenuto conto già nel corso dell'elaborazione del progetto preliminare, ed avranno soprattutto riscontro nelle fasi di sviluppo esecutivo. L'utilizzo di tecnologie e componenti in gran parte già presenti sull'impianto permetterà inoltre di razionalizzare gli interventi in fase di esercizio e manutenzione, e migliorare la gestione delle parti di ricambio.

Come possibile alternativa è stata presa in considerazione l'installazione di una caldaia a letto fluido. Per gli impianti a letto fluido, utilizzati soprattutto per la combustione di lignite o di CDR e caratterizzati da caldaie di grandi dimensioni, tuttavia, la potenza è generalmente inferiore a quella richiesta. Per questa tecnologia, le referenze di esercizio disponibili non sembrano garantire un'affidabilità paragonabile a quella degli impianti più tradizionali.

3.3.3 *Sistema di Trattamento Fumi*

Il sistema di trattamento fumi sarà anch'esso conforme a quanto previsto dalle linee guida IPPC relative alle BAT.

In dettaglio, per la denitrificazione dei fumi, oltre alla riduzione primaria in caldaia, che consisterà nell'installazione di bruciatori a basso tenore di NOx, con assetti di combustione OFA (Over Fire Air) o OBA (Over Burning Air), sarà realizzato un reattore catalitico (SCR), installato in posizione high dust (cioè a monte degli elettrofiltri).

La filtrazione sarà realizzata con precipitatore elettrostatico, sistema caratterizzato da elevati rendimenti, alta affidabilità e basse perdite di carico.

I precipitatori elettrostatici inoltre, per la flessibilità che presentano nei confronti del combustibile utilizzato, possono essere utilizzati anche in avviamento, quando la combustione del carbone è supportata con olio combustibile.

Per la desolfurazione dei fumi è stato previsto l'utilizzo di un processo ad umido, secondo la tecnologia calcare gesso adottata nella maggior parte degli impianti europei. Oltre all'assorbitore, verrà installato un prelevatore dei fumi, il cui calore permetterà di evaporare e quindi dissalare acqua di mare (per ridurre il consumo di acqua dolce), permettendo la gestione degli impianti di trattamento acque reflue nell'attuale assetto (che consente tra l'altro un buon recupero dell'acqua trattata).

3.3.4 *Scelta dell'Altezza della Ciminiera*

La costruzione della nuova sezione è prevista in un'area contigua alle sezioni 3 e 4. Questo ha permesso di sviluppare l'ipotesi di unificare il punto di emissione in atmosfera.

La fattibilità del convogliare alla ciminiera delle sezioni 3 e 4 anche i fumi provenienti dalla nuova sezione 5 è stata scartata, dopo una attenta verifica degli aspetti realizzativi, a causa delle difficoltà costruttive legate all'inserimento di una terza canna nella struttura esistente. E' stata pertanto decisa la costruzione di una nuova ciminiera, alla quale saranno convogliati i fumi della nuova sezione e quelli delle due sezioni esistenti.

L'altezza della ciminiera è stata determinata a seguito di simulazioni preliminari sulla qualità dell'aria, condotte con un modello matematico semplificato per diverse altezze. La soluzione scelta (180 m), ed analizzata in dettaglio al *Paragrafo 4.3.1*, è stata identificata come la più conservativa dal punto di vista della componente atmosfera, trovando un buon compromesso tra l'entità della dispersione degli inquinanti e l'impatto visivo.

3.4 *PROGETTO DI TRASFORMAZIONE*

La nuova sezione 5 a carbone ha lo scopo di sostituire la potenza generata dalle sezioni 1 e 2.

L'impianto di nuova realizzazione sarà costruito nell'area libera, appositamente predisposta a suo tempo per i successivi ampliamenti, che si trova a fianco della sezione 4.

La tecnologia scelta permette di massimizzare il rendimento, utilizzando un combustibile già presente nell'impianto, e usufruendo di tutte le attrezzature ed i servizi comuni disponibili.

La costruzione di una nuova sezione prevede la progettazione e la realizzazione ex-novo dei seguenti sistemi principali:

- generatore di vapore (o caldaia) del tipo supercritico, completa di bunker di caricamento, mulini e sistemi di adduzione combustibile;
- turbina a vapore e ciclo termico;
- alternatore e montante di macchina;
- trasformatore e sistemi ausiliari;
- impianti ausiliari elettrici;
- sistema di supervisione, comando e controllo;
- sistema di abbattimento catalitico degli NO_x tramite iniezione di ammoniaca (SCR);
- sistema di abbattimento polveri tramite filtrazione;
- sistema di abbattimento SO_x con processo calcare/gesso;
- camino, comune alle tre unità a carbone (unica struttura con tre canne separate).

Oltre ai sistemi indicati in precedenza sarà necessaria la realizzazione di ulteriori impianti ausiliari. In particolare:

- sistema di trasporto ed alimentazione carbone alla caldaia dall'esistente parco carbone;
- stazione di spinta per alimentazione olio combustibile denso (OCD);
- stazione di spinta per alimentazione gasolio per accensione torce pilota combustori;
- condotti fumi di collegamento dalla nuova sezione e dalle sezioni 3 e 4 alla nuova ciminiera;
- completamento del sistema acqua circolazione;
- sistema acqua di raffreddamento in ciclo chiuso;
- sistema vapore ausiliario;
- sistemi di produzione aria compressa.

Dovranno inoltre essere apportati adeguamenti ed integrazioni alle seguenti infrastrutture esistenti relative alle sezioni 3 e 4, che verranno impiegate anche per l'esercizio della sezione 5:

- opere di presa e restituzione acqua di mare;
- scarico e movimentazione del carbone;
- movimentazione e stoccaggio ceneri prodotte dalla combustione;
- movimentazione e stoccaggio gesso prodotto dalla desolforazione;
- stoccaggio ammoniaca per denitrificazione catalitica;
- trattamento dedicato spurghi DeSO_x (TSD);
- produzione acqua demineralizzata;
- sistemi di stoccaggio e distribuzione acqua demineralizzata ed industriale;
- movimentazione calcare per DeSO_x;
- impianto antincendio.

Insieme alla realizzazione dei nuovi impianti è prevista la demolizione del camino a doppia canna delle sezioni 3 e 4.

Mentre lo smantellamento delle sezioni 1 e 2, che saranno dismesse contestualmente all'entrata in esercizio della sezione 5, sarà realizzato successivamente, in base ad un progetto dedicato.

Il dimensionamento dei nuovi impianti considera un funzionamento della nuova sezione per 7.500 ore/anno al carico nominale continuo (CNC).

In *Figura 3.4a* è riportato il layout d'impianto nella configurazione futura, mentre in *Figura 3.4b* è riportato il layout della sola sezione 5, i cui prospetti sono riportati in *Figura 3.4c*. In *Figura 3.4d* sono invece riportate le viste prospettive della *Centrale* nella configurazione futura.

Per l'analisi di dettaglio delle singole apparecchiature di progetto di trasformazione della *Centrale*, si rimanda al *Progetto Preliminare*, allegato alla richiesta di autorizzazione, e alle relative elaborazioni grafiche di dettaglio.

Nei seguenti *Paragrafi* si riporta il bilancio energetico della *Centrale*, l'utilizzo di risorse, le interferenze con l'ambiente, nella fase di cantiere e nella fase di esercizio, nella configurazione futura della *Centrale*.

3.4.1 Bilanci Energetici

L'energia elettrica prodotta dalla *Centrale* sarà totalmente ceduta, al netto degli autoconsumi, alla rete di trasmissione nazionale tramite l'elettrodotto a 380 kV esistente.

Il bilancio energetico relativo alle sezioni 3, 4 e 5 della *Centrale* nella configurazione futura, riferito al Carico Nominale Continuo, è riportato nella seguente *Tabella 3.4.1a*.

Tabella 3.4.1a Sintesi delle Prestazioni Energetiche Complessive della Centrale di Fiume Santo - Sezioni 3, 4 e 5 - Configurazione Futura

Sezione	Energia primaria		Potenza Elettrica		Perdite			Rendimento
	Combustibile Carbone/Olio *	Potenza termica	lorda	netta	Autoconsumi	Condensazione	Varie	Elettrico netto
	[t/h]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[%]
3	120/70	800	320	290	30	399	81	36,5
4	120/70	800	320	290	30	399	81	36,5
5	125/30	858	410	386	24	412	36	45
Totale	365/170	2.458	1.050	966	84	1.210	198	39,3

(*) L'olio combustibile e il gasolio saranno utilizzati esclusivamente nelle fasi di avviamento (max 40% del carico). L'olio combustibile potrà inoltre essere utilizzato come combustibile alternativo al carbone nelle sezioni 3 e 4.

In *Figura 3.4.1a* si riporta il bilancio di potenza (Diagramma di Sankey) relativo alla *Centrale* nell'assetto futuro.

Le due sezioni turbogas (TG E e TG G) non subiranno modifiche rispetto alla situazione attuale, come indicato nel *Paragrafo 1.2*. Esse hanno una potenza

elettrica lorda di 40 MW e un rendimento del 37%. Il loro consumo di gasolio è pari a circa 8,5 t/h per ciascuna sezione.

3.4.2 *Usa di Risorse e Interferenze con l'Ambiente*

3.4.2.1 *Occupazione di Suolo*

Nel seguito si riportano le opere civili che saranno eseguite per la realizzazione della sezione 5 :

- preparazione dei piani di fondazione, viabilità e piazzali interni all'area di impianto;
- palificate;
- opere di sottofondazione e fondazione di edifici e macchinari;
- ciminiera;
- basamenti degli edifici e delle strutture in carpenteria metallica;
- fabbricati principali;
- muri di contenimento per trasformatori;
- risistemazione aree interne e viabilità;
- ampliamento fognature nell'area di intervento;
- demolizione ciminiera sezioni 3 e 4;
- ampliamento dell'area stazione elettrica (di proprietà Terna);
- risistemazione aree di cantiere al termine del medesimo.

Demolizioni

Per quanto riguarda gli interventi di demolizione si sottolinea che questi si articoleranno in due fasi.

La prima fase, riportata nel precedente elenco, riguarderà la demolizione della ciminiera della sezione 3 e 4, e sarà realizzata prima dell'entrata in esercizio della nuova sezione. La seconda fase riguarderà invece la demolizione delle sezioni 1 e 2. Questa non è propedeutica alla realizzazione del nuovo impianto e avrà inizio successivamente alla sua entrata in esercizio.

La durata delle demolizioni di seconda fase è stata preventivamente stimata in 18-24 mesi, e sarà oggetto di progetto e programmazione specifici. Si ricorda che farà parte dello specifico piano di demolizione:

- la dismissione della linea aerea di collegamento tra i gruppi 1 e 2 e la stazione elettrica a 150 kV;
- le possibilità di riutilizzo ovvero dismissione dell'oleodotto e delle attrezzature di banchina per lo sbarco dell'olio combustibile;
- la dismissione delle attuali due vasche ceneri e una vasca fanghi, che saranno rimpiazzate da una vasca ceneri e una vasca fanghi di nuova realizzazione, poste in maggiore prossimità all'impianto.

Nella seguente *Tabella 3.4.2.1a* si riporta il confronto tra demolizioni e nuove costruzioni previste dal progetto.

Tabella 3.4.2.1a *Confronto Demolizioni e Nuove Costruzioni Previste dal Progetto*

Opere civili	Volumi (m³)	Superfici (m²)
<i>Nuove Costruzioni</i>		
Sala Macchine	115.100	3.425
Trasformatori	6.500	900
Caldaia	141.000	
Zona mulini	13.900	
DeNOx	20.800	
Elettrofiltri	81.000	
Condotti fumo	13.400	
Edificio servizi ausiliari	26.400	
Edificio compressori	8.100	26.400
Edificio esaustori	7.000	
Edificio ausiliari DeSOx	11.300	
Edificio servizi DeSOx	14.300	
Camino	61.500	
DeSOx	10.000	
Serbatoi acqua	3.500	
Silo ceneri	3.850	
Serbatoio acqua industriale	2.200	200
Silo ceneri stagionale	4.000	130
Serbatoio ammoniaca	300	45
Area TSD	9.000	2.000
Vasche ceneri e fanghi rilocate	-	6.000
Totale	553.150	39.100
<i>Demolizioni</i>		
Sala macchine sezioni 1 e 2	98.600	
Caldaie	66.000	
Elettrofiltri	15.000	
Condotti fumo	2.200	13.600
Edificio servizi ausiliari	16.800	
Edificio compressori	2.400	
Ciminiera sezioni 1 e 2	23.000	
Ciminiera sezioni 3 e 4	51.000	
Vasche ceneri e fanghi	-	9.000
Totale	275.000	22.850
Differenza Nuove Costruzioni- Demolizioni	278.150	16.250

Come indicato nella precedente *Tabella*, con la realizzazione del progetto si avrà complessivamente un aumento dei volumi occupati pari a circa 278.150 m³, mentre le superfici coperte aumenteranno complessivamente di circa 16.000 m³.

3.4.2.2

Risorse Idriche

Le fonti di approvvigionamento idrico saranno le stesse utilizzate nell'assetto attuale di *Centrale*, e precisamente:

- acqua industriale (in parte da acqua di mare previo trattamento e in parte acqua di recupero da ITAR);
- acqua di raffreddamento (acqua di mare);
- acqua potabile (da acquedotto).

In *Tabella 3.4.2.2a* si riportano i dati quantitativi dei prelievi previsti per la *Centrale* nella sua configurazione futura mentre per i dettagli dell'approvvigionamento si rimanda al *Paragrafo 3.2.7*.

Tabella 3.4.2.2a Consumi Idrici di Centrale - Configurazione Futura

<i>Acqua prelevata (m³/anno)</i>	
Acqua potabile da rete idrica	92.000
Acqua da pozzi	565.000
Acqua demineralizzata acquisita da terzi	16.000
Acqua di mare per produzione acqua demi	12.350.000
Acqua di mare per uso industriale	600.000
Acqua mare per DeSox	1.400.000
Acqua da mare per raffreddamento (acqua di circolazione)	1.087.650.000
Recupero da acque reflue	302.000
<i>Acqua scaricata (m³/anno)</i>	
Impianti di trattamento acque reflue	1.383.000
Acqua scaricata dopo scambio termico	1.099.650.000*

(*) Comprensiva di acqua scaricata dagli evaporatori (11.515.000 m³/anno) e dall'impianto di osmosi (485.000 m³/anno).

La quantità di acqua industriale necessaria al funzionamento del nuovo impianto DeSOx è stimata pari a 25 m³/h. Parte di questa sarà ottenuta migliorando le capacità di recupero dall'ITAR mentre il resto sarà prodotto a partire da acqua di mare, mediante un nuovo impianto di autoproduzione. Il fabbisogno di acqua potabile rimarrà invariato rispetto a quello attuale, pari a circa 92.000 t/anno.

Complessivamente, sulla base di una stima conservativa, i consumi di acqua della *Centrale* subiranno un aumento modesto, compreso all'incirca tra il 5% ed il 10%, anche grazie ad un maggiore recupero dall'impianto di trattamento acque reflue.

In *Figura 3.4.2.2a* si riporta il bilancio idrico di *Centrale* previsto per la configurazione futura.

3.4.2.3 *Materie Prime e Altri Materiali*

Con l'entrata in esercizio della sezione 5, le principali materie prime utilizzate dalla *Centrale* continueranno ad essere il carbone, per le sezioni 3, 4 e 5, il gasolio per le due sezioni turbogas, e l'olio combustibile, limitatamente alle fasi di avvio per le sezioni 3, 4 e 5 e come combustibile alternativo al carbone nelle sezioni 3 e 4.

I consumi di carbone aumenteranno di circa 950.000 t/a, portando a 2.750.000 t/a i consumi totali di *Centrale*. I consumi di gasolio, non essendo previsti interventi sulle sezioni turbogas, rimarranno invariati. I consumi di olio combustibile saranno invece notevolmente ridotti e il suo consumo annuale è stimato in 1.200 t.

I consumi delle materie prime e di altri materiali previsto nella configurazione futura sono riportati nella *Tabella 3.4.8.3a*.

Tabella 3.4.2.3a *Materie Prime e Altri Materiali. Configurazione Futura*

Sostanza	Quantità (t/anno)	Processo / componente
Carbone	2.750.000	Combustibile sezioni 3, 4 e 5
Olio Combustibile	1.200	Combustibile per avviamento sezioni 3, 4 e 5 *
Gasolio	9.250	Combustibile per gruppi turbogas e per accensione sezioni 3, 4 e 5
Acido cloridrico e soda	950	Produzione acqua demineralizzata e trattamento acque reflue
Antiincrostante	12,5	/
Ca (OH) ₂	2.000	Trattamento acque reflue
Flocculante	95	Trattamento acque reflue
Deossigenante	13	Trattamento ciclo acqua-vapore
Ammoniaca	20	Trattamento ciclo acqua-vapore
Ammoniaca 20%	16.000	DeNO _x
Calcare	70.000	DeSO _x

(*) Nelle sezioni 3 e 4 potrà essere utilizzato come combustibile alternativo al carbone

3.4.2.4 *Emissioni in Atmosfera ed Effluenti Liquidi*

Emissioni in Atmosfera

Con la realizzazione del progetto la *Centrale* sostituirà l'attuale sorgente di emissione continua delle sezioni 3 e 4 (ciminiera di altezza pari a 200 m) con una nuova sorgente di emissione continua, a cui saranno convogliati i fumi delle sezioni 3, 4 e 5. Questa sorgente sarà costituita da una ciminiera di altezza pari a 180 m, al cui interno saranno presenti 3 canne separate (una per ogni sezione).

Con l'entrata in esercizio della sezione 5, inoltre, saranno dimesse le sezioni 1 e 2. Conseguentemente non sarà più in funzione la sorgente di emissione relativa a queste sezioni (ciminiera di altezza pari a 150 m). Nell'assetto futuro non varierà invece l'esercizio dei due turbogas, le emissioni dei camini ad essi dedicati rimarranno quindi invariate.

Le caratteristiche dei flussi emissivi corrispondenti alle condizioni di funzionamento della sezione 5 sono riassunte in *Tabella 3.4.2.4a*.

Tabella 3.4.2.4a *Caratteristiche Tipiche del Flusso Emissivo in Uscita dal Camino della Sezione 5*

Parametro	Valore
Portata fumi tal quali (Nm ³ /h)	1.346.965
Portata fumi secchi (Nm ³ /h) (*)	1.145.250
Temperatura al camino (°C)	90
Velocità fumi al camino (m/s)	21,73
(*) al 6 % di O ₂	

Per la sezione 5 i limiti massimi di emissione saranno quelli di seguito indicati:

- SO_x 200 mg/Nm³;
- NO_x come NO₂ 200 mg/Nm³;
- Polveri 50 mg/Nm³;
- CO 50 mg/Nm³.

Nella seguente *Tabella 3.4.2.4b* si riportano le caratteristiche emissive di *Centrale* alla potenza nominale per singolo gruppo nella configurazione futura, inclusi anche i due gruppi Turbogas. I dati indicati in *Tabella* sono stati successivamente utilizzati per il calcolo della ricaduta di inquinanti al suolo.

Come già indicato, si sottolinea che i gruppi turbogas sono autorizzati per un funzionamento massimo di 11 h/giorno, per complessive 500 ore/anno.

Tabella 3.4.2.4b *Caratteristiche Emissive della Centrale - Configurazione Futura*

Gruppo	Portata Fumi (Nm ³ /h)	Fumi Secchi @O ₂ rif (Nm ³ /h)	Vel. Uscita (m/s)	Concentrazione SO ₂ (mg/Nm ³)	Concentrazione NOx (mg/Nm ³)	Concentrazione PTS (mg/Nm ³)	Concentrazione CO (mg/Nm ³)	Diametro (m)	T fumi (K)
3	1.204.336	1.113.762	23,1	400	200	50	250	5,0	370,2
4	1.204.336	1.113.762	23,1	400	200	50	250	5,0	370,2
5	1.346.950	1.145.250	21,73	200	200	50	50	5,4	363
TG E	359.302	399.710	37,4	86	500	25	-	3,0	723,2
TG G	359.302	399.710	37,4	86	500	25	-	3,0	723,2

Note ed Osservazioni:

I limiti indicati, per i gruppi esistenti, sono quelli autorizzati, che restano validi sino al rinnovo delle autorizzazioni stesse, previsto con il rilascio della Autorizzazione Integrata Ambientale, ai sensi della normativa IPPC.

Per i gruppi turbogas, il valore indicato per il biossido di zolfo è quello che risulta condizionante tra i due limiti attualmente prescritti: limite di concentrazione al camino e limite sul tenore di zolfo nel combustibile. Il rispetto di questa seconda prescrizione è più limitante del limite di concentrazione al punto di emissione, indicato nel decreto autorizzativo stesso.

I limiti per la nuova sezione 5 si intendono su breve periodo (media oraria), come previsto dalla normativa vigente.

Per tutte le sostanze non indicate valgono i limiti stabiliti dall'Allegato III del DM 12/07/1990. In particolare per tutte le sostanze che si presentano prevalentemente sotto forma di polvere valgono i limiti di concentrazione che risultano dall'applicazione congiunta dell'Allegato 3 e dell'Allegato 1 Paragrafo 2 del citato decreto. In particolare, per mercurio, cadmio e tallio, il valore limite è 0,2 mg/Nm³. Per l'ammoniaca, invece, le concentrazioni al camino massime previste saranno pari a 5 mg/Nm³, mentre il livello emissivo limite stabilito dall'Allegato III del DM 12/07/1990 è pari a 100 mg/Nm³.

La seguente *Tabella 3.4.2.4c* riporta infine le emissioni totali di inquinanti previste per le sezioni 3, 4 e 5 nella configurazione futura, considerando un funzionamento degli impianti pari a 7.500 ore/anno.

Tabella 3.4.2.4c *Emissioni Annuali di Inquinanti - Configurazione Futura - Sezioni 3,4 e 5*

Inquinante	Configurazione Futura (t)
SO ₂	8.400
NO _x	5.059
Polveri	1.265
CO	1.265
CO ₂	2.262.969

Effluenti Liquidi

Gli effluenti liquidi della *Centrale*, a seguito della realizzazione della sezione 5 e della dismissione contestuale delle sezioni 1 e 2, saranno costituiti principalmente dall'acqua di circolazione e dalle acque reflue in uscita dagli impianti di trattamento. L'acqua di circolazione sarà, dal punto di vista quantitativo, pressappoco uguale a quella della configurazione attuale, in quanto il calore ceduto al condensatore dalla nuova sezione sarà pressoché equivalente a quello attualmente ceduto dalle sezioni 1 e 2.

L'unica variazione di rilievo è dovuta alla dismissione delle opere di presa/restituzione delle sezioni 1 e 2, in quanto la sezione 5 utilizzerà opere già predisposte e parzialmente utilizzate dalle sezioni 3 e 4.

I sistemi di raccolta e trattamento acque sanitarie e la raccolta delle acque meteoriche resteranno pressoché invariati.

La quantità di acqua trattata dal sistema ITAR subirà un leggero incremento, mentre gli scarichi da trattare nei sistemi ITAA (Impianto di Trattamento Acque Ammoniacali) e TSD (Trattamento Spurghi DeSO_x) aumenteranno in maniera rilevante.

Tali impianti sono stati a suo tempo dimensionati per trattare gli effluenti di quattro sezioni da 320 MW, saranno pertanto in grado di far fronte ai nuovi apporti, ad eccezione degli spurghi DeSO_x, per i quali è prevista una nuova linea di trattamento.

Gli scarichi sporadici potranno essere ritenuti trascurabili rispetto agli scarichi continui e saranno, in ogni caso, trattenuti e smaltiti per mezzo di operatori autorizzati.

Anche nella configurazione futura l'impianto di trattamento garantirà la stessa qualità delle acque in uscita al collettore di scarico rispetto alla situazione attuale, rispettando i limiti imposti dalla *Tabella 3* dell'*Allegato 5* al *D.Lgs 152/99*.

Nella *Figura 3.4.2.2a* è riportato il bilancio idrico previsto per la configurazione futura.

3.4.2.5 Rumore

In *Tabella* seguente sono indicate le potenze sonore dei macchinari di nuova installazione. Si rimanda al *Paragrafo* del Quadro di Riferimento Ambientale dedicato al Rumore per i necessari approfondimenti inerenti lo spettro di emissione e l'ubicazione delle singole sorgenti.

Tabella 3.4.2.5a Potenza Sonora delle Sorgenti del Gruppo 5

Num	Descrizione Sorgente	Tipo Sorgente	Potenza Totale dB(A)
1	Fronte sala macchine gruppo 5	Puntiforme	102,3
2	Sala macchine e caldaia laterale Est gruppo 5	Puntiforme	112,5
3	Sala macchine e caldaia laterale Ovest gruppo 5	Puntiforme	112,5
4	Desox lato laterale Est gruppo 5	Puntiforme	112,5
5	Desox lato laterale Ovest gruppo 5	Puntiforme	112,5
6	Fronte Desox gruppo 5	Puntiforme	105,8
7	Mulino a carbone gruppo 5	Puntiforme	105,9
8	Servizi Desox gruppo 5	Areale	81,0

3.4.2.6 Rifiuti

I sottoprodotti e i rifiuti solidi provenienti dall'impianto saranno, come per le sezioni 3 e 4, le ceneri da carbone, i gessi e i fanghi provenienti dal trattamento delle acque.

Tutte le ceneri prodotte dall'impianto saranno ceneri leggere, classificate come rifiuto non pericoloso ai sensi della normativa vigente, e, come già avviene attualmente, saranno vendute a cementifici. Il trasporto sarà effettuato a mezzo nave o camion, a seconda della destinazione finale. La produzione di ceneri, per la sezione 5, è stata stimata in circa 127.500 t/anno.

Il gesso prodotto dal sistema di desolfurazione avrà caratteristiche idonee all'impiego edilizio, per la produzione di pannelli, malte impermeabili e coperture isolanti. Il trasporto del gesso sarà effettuato tramite nave o a mezzo camion. La produzione di gesso per la sezione 5 è stata stimata in 3,6 t/h, pari a circa 27.000 t/anno.

I fanghi prodotti dagli impianti di trattamento avranno la stessa tipologia di quelli attuali. Sarà pertanto possibile il loro riutilizzo, previa estensione dell'autorizzazione attuale, o lo smaltimento presso discariche autorizzate. I fanghi prodotti saranno, per la sezione 5, circa 6.000 t.

Nella *Tabella 3.4.2.6a* si riassumono le principali tipologie di rifiuti che saranno prodotte nella configurazione futura di *Centrale*.

Tabella 3.4.2.6a *Rifiuti Prodotti dalla Centrale - Configurazione Futura*

Rifiuto	Stato 2004 (t)	Gruppo 5 (t)	Futuro Stimato(t)
Ceneri	253.680	127.500	382.000
Fanghi (totale)	18.600	6.000	25.000
Gesso	45.961 (60.000*)	27.000	75.000

* dato medio stimato per la configurazione attuale, con utilizzo di carbone nelle sezioni 3 e 4

Nel confrontare la *Tabella* sopra riportata con quella relativa allo stato attuale (*Tabella 3.2.8.6a*) si osservi che nella configurazione futura la produzione di ceneri da olio si annullerà, in quanto questo non sarà più utilizzato come combustibile, se non nelle fasi di avviamento e di funzionamento a carico ridotto delle sezioni a carbone.

La produzione di fanghi aumenterà, comunque in modo non significativo.

La produzione di rifiuti pericolosi da pulizia serbatoi non è determinabile a priori, anche se si prevede una sua diminuzione in conseguenza della riduzione dello stoccaggio di olio combustibile.

I quantitativi dei rifiuti sopra elencati saranno comunque variabili nel tempo, in quanto la loro produzione sarà influenzata da molteplici fattori (esigenze tecnologiche, grado di pulizia delle apparecchiature, fattori ambientali ecc.).

La gestione dei rifiuti avverrà, in accordo a quanto indicato nel *D. Lgs 22/97* e successive modifiche, utilizzando le capacità previste dal deposito temporaneo. Analoga attenzione verrà posta alla movimentazione dei rifiuti, per la quale, in particolare, saranno tenuti registri di carico e scarico e verranno impiegate solo ditte specializzate e in possesso delle necessarie autorizzazioni.

3.4.2.7 *Traffico*

Nella configurazione futura è previsto un incremento del numero di navi carboniere. Si passerà infatti dalle attuali 30 navi/anno alle circa 45 navi/anno.

L'approvvigionamento di olio combustibile denso (OCD) sarà sensibilmente ridotto a causa della dismissione delle sezioni 1 e 2. Sarà utilizzato nelle sezioni 3 e 4 come combustibile alternativo al carbone e nella sezione n. 5 limitatamente alle fasi di avviamento e di funzionamento a carico ridotto. Con la realizzazione del progetto si passerà dalle attuali 8 navi/anno a 1-2 navi/anno. Tali quantitativi sono comunque indicativi in quanto dipendenti dalla capacità di carico delle navi stesse.

Si assisterà ad un aumento del numero di camion per il trasporto delle ceneri e di quelli per i fanghi. Nella *Tabella 3.4.2.7a* si riporta il traffico navale e veicolare previsto per lo stato futuro.

Tabella 3.4.2.7a *Trasporti in Entrata e in Uscita dalla Centrale – Configurazione Futura*

Materiale	Trasporti	Stato 2004	Futuro
Carbone	carboniere/anno	30	45
Olio combustibile	navi/anno	8	1÷ 2
Gasolio	automezzi/anno	54 + (300)	374
Calcare	automezzi/anno	677	1.700
Ammoniaca al 24%	automezzi/anno	360	1.000
Ceneri	automezzi/anno	10.602	13.000
Gesso	automezzi/anno	522	2.700
Fanghi	automezzi/anno	692*	650
Altri rifiuti	automezzi/anno	158	160**

(*) Il numero di trasporti dei fanghi relativo al 2004 non è indicativo della situazione attuale, in quanto sensibilmente superiore alla media;

(**) Non si prevedono variazioni significative rispetto alla configurazione attuale.

Nel confrontare questa *Tabella* con quella relativa allo stato attuale si consideri che nel corso del 2004 il trasporto di gesso è stato assai limitato a causa dell'utilizzo del gesso stesso per la costruzione della collina frangivento. In futuro, tutto il gesso prodotto, dalle tre unità a carbone, sarà o utilizzato da terzi. I trasporti di gasolio sono stimati ammettendo un consumo di 15 t ad avviamento per il gruppo 5, e quindi una cisterna ad avviamento. Il numero di avviamenti è cautelativamente ipotizzato essere uguale a 20.

3.5 *FASE DI CANTIERE*

3.5.1 *Fase di Demolizione*

Come già indicato, gli interventi di demolizione si articoleranno in due fasi. La prima fase, riportata nel precedente elenco, riguarderà la demolizione della ciminiera della sezione 3 e 4, e sarà realizzata prima dell'entrata in esercizio della nuova sezione.

La seconda fase riguarderà invece la demolizione delle sezioni 1 e 2. Questa non è propedeutica alla realizzazione del nuovo impianto e avrà inizio successivamente alla sua entrata in esercizio.

La durata delle demolizioni per la prima fase è stata preventivamente stimata in 9 mesi, e sarà oggetto di progetto e programmazione specifici.

3.5.2 *Fase di Costruzione*

Per tutte le fasi di cantiere, sarà applicata la Procedura di Vigilanza Ambientale delle attività di cantiere, che sarà parte integrante di tutti i contratti di Fornitura ed Appalto.

Tale procedura è stata sperimentata con risultati soddisfacenti in occasione della trasformazione in ciclo combinato dei moduli 5 e 6 della centrale Endesa di Tavazzano Montanaso e prevede l'effettuazione da parte di Endesa Italia di

provvisoria dei piazzali destinati al deposito materiali, realizzazione di strade per il transito dei mezzi, delle reti di distribuzione acqua potabile ed industriale, energia elettrica a media e bassa tensione, impianti di illuminazione, rete di terra ed impianti locali di trattamento acque.

Gli interventi prevedranno l'allestimento di prefabbricati ad uso uffici, spogliatoi e servizi igienici, portineria, servizi generali, necessari alle attività delle imprese operanti nel cantiere.

Sarà inoltre realizzata, in prossimità dell'area di intervento, una vasca di prima pioggia, che convoglierà le acque meteoriche, corrispondenti ai primi 10 mm di pioggia delle aree asfaltate, alla rete di raccolta delle acque di *Centrale* convogliate all'ITAR.

3.5.2.3 *Interventi e Tecniche di Sbancamento*

Le attività necessarie alla realizzazione delle nuove strutture prevedono interventi di sbancamento nell'area di intervento.

La procedura di Vigilanza Ambientale delle attività di cantiere sarà applicata con particolare attenzione anche in questa fase.

La tipologia di materiale prodotto consiste in materiali inerti provenienti dagli scavi; per questi materiali è prevista la collocazione in area apposita per successivo riutilizzo, o l'invio in tempo reale a centri autorizzati per il recupero o lo smaltimento in discarica.

Gli interventi prevedono, al termine dei montaggi, la demolizione della ciminiera attualmente collegata alle sezioni 3 e 4.

Gli interventi di demolizione della ciminiera saranno pianificati allo scopo di evitare interferenze con l'esercizio delle sezioni termoelettriche, garantendo nel contempo l'affidabilità, la sicurezza e il mantenimento delle prestazioni ambientali.

La demolizione controllata della canna esterna della ciminiera procederà gradualmente dall'alto verso il basso limitando rumorosità e produzione di polveri. I conci verranno indirizzati nella loro caduta verso l'interno della ciminiera, alla cui base sarà predisposto un adeguato sistema per attutirne la caduta.

La tipologia di materiale prodotto e la successiva destinazione finale prevista è la seguente:

- ferro e materiali metallici, provenienti dalla demolizione di carpenteria metallica saranno raccolti a piè d'opera, ed alienati in tempo reale presso ditte autorizzate per il riutilizzo;
- materiale coibente, non contenente amianto, da rimuovere e smaltire;
- cavi ed altri materiali provenienti dagli smontaggi elettrostrumentali; anche per questi materiali è previsto l'accumulo a piè d'opera e l'alienazione in tempo reale;
- materiali inerti provenienti dalla demolizione; per questi materiali si opererà come previsto per i materiali di scavo.

3.5.2.4 *Realizzazione dell'Impianto*

Criteria e Tecniche di Costruzione

Le tecniche adottate per le costruzione privilegeranno la prefabbricazione ed il premontaggio a piè d'opera dei componenti.

Per il montaggio del generatore di vapore sarà necessario utilizzare semoventi ed autogru di grande portata. Le parti in pressione verranno montate utilizzando argani di sollevamento, per gli altri componenti saranno allestiti ponteggi.

Le attività principali di costruzione previste sono:

- Opere civili:
 - Preparazione dei piani di fondazione, viabilità e piazzali interni all'area di impianto;
 - Palificate;
 - Opere di sottofondazione e fondazione di edifici e macchinari;
 - Ciminiera;
 - Basamenti degli edifici e delle strutture in carpenteria metallica;
 - Fabbricati principali;
 - Muri di contenimento per trasformatori;
 - Risistemazione aree interne e viabilità;
 - Ampliamento fognature nell'area di intervento;
 - Demolizione ciminiera sezioni 3 e 4;
 - Ampliamento dell'area stazione elettrica (di proprietà Terna);
 - Risistemazione aree di cantiere al termine del medesimo.

- Montaggi elettromeccanici: installazione e realizzazione completa dei sistemi seguenti:
 - Caldaia e relativi ausiliari;
 - Apparecchiature di sala macchine (turbina, alternatore, ciclo termico, condensatore, ecc);
 - DENOX , ventilatori, scambiatori aria fumi;
 - Precipitatori elettrostatici e relativa impiantistica, sistemi di evacuazione ceneri;
 - DeSOx, recuperatori di calore, sistemi di disidratazione gesso;
 - Condotti fumi;
 - Sistema di produzione acqua industriale/demineralizzata;
 - Linea TSD;
 - Silo ceneri, serbatoio stoccaggio ammoniaca;
 - Apparecchiature elettriche, di supervisione, comando e controllo;
 - Ampliamento/risistemazione rete di terra;
 - Trasformatori principali e di unità, montanti di macchina e collegamenti via cavo;
 - Sistemi ausiliari, all'interno di sala macchine o degli edifici dedicati;

- Collegamenti con le reti di distribuzione acqua industriale e demineralizzata, antincendio.

3.6

RAPPRESENTAZIONE SINTETICA DELLA CENTRALE ALLO STATO ATTUALE E DOPO LA TRASFORMAZIONE

In *Tabella 3.6a* si riporta un confronto tra le prestazioni dell'impianto nella configurazione attuale e le prestazioni dell'impianto nella configurazione futura, in seguito alla trasformazione in ciclo combinato.

Tabella 3.6a *Prestazioni di Centrale(Gruppi a Vapore) nella Configurazione Attuale di Riferimento e nella Configurazione Futura*

Parametri	UM	Configurazione Attuale			Configurazione Futura		
		Gruppi 1 e 2	Gruppi 3 e 4	Totale	Gruppi 3 e 4	Gruppo 5	Totale
P _{elettrica lorda nominale}	MW	160+160=320	320+320=640	320+640=960	320+320=640	410	640+410=1050
P _{termica,nominale}	MW	400+400=800	800+800=1.600	2.400	800+800=1.600	858	2.458
Rendimento elettrico netto	%	37,5	36,5	36,8	36,5	45	39,5
Consumo gas naturale	Nm ³ /h	-	-	-	-	-	-
Consumo carbone	t/h		120+120=240	240	120+120=240	125	365
Consumo olio combustibile	t/h	37+37=74	70+70 =140	74 (244 con G3 e G4 alimentati ad olio)	70+70=140	30 ⁽¹⁾	200
Prelievo acqua di falda	m ³ /anno	-	-	565.000	-	-	565.000
Portata acqua di raffreddamento	m ³ /s	-	-	1.044.000.000	-	-	1.102.000.000
Portata fumi tal quale	Nm ³ /h	1.937.333	1.204.336+1.204.336= 2.408.672	4.346.005	1.204.336+1.204.336=2.408.672	1.346.950	3.755.622
Portata fumi secchi ⁽²⁾	Nm ³ /h	448.800 + 448.800 =897.600	1.113.762+1.113.762= 2.227.524	-	1.113.762+1.113.762=2.227.524	1.145.250	-
Velocità fumi	m/s	18,3	23,1	-	23,1	21,73	-
Temperatura fumi	°C	137	97	-	97	90	-
Scarico termico in ambiente idrico	MW	404	797	1.201	797	412	1.209
Emissioni NOx (come NO ₂)	kg/h	(G1+G2) 403,9	(G3+G4) 445,6	849,5	(G3+G4) 445,6	229,1	674,7
Emissioni CO	kg/h	(G1+G2) 224,5	(G3+G4) 557	781,5	(G3+G4) 557	57,3	614,3
Emissioni SO ₂	kg/h	(G1+G2) 897,6	(G3+G4) 891,2	1.788,8	(G3+G4) 891,2	229,1	1.120,1
Emissioni PTS	kg/h	(G1+G2) 44,9	(G3+G4) 111,4	156,3	(G3+G4) 111,4	57,3	168,7
Emissioni CO ₂	t/anno	(G1+G2) 1.688.886	(G3+G4) 3.620.750	5.289.636	(G3+G4) 3.620.750	2.262.969	5.883.719
Concentrazione nei fumi di NOx ⁽²⁾	mg/Nm ³	450	200	-	200	200	-
Concentrazione nei fumi di CO ⁽²⁾	mg/Nm ³	250	250	-	250	50	-
Concentrazione nei fumi di SO ₂ ⁽²⁾	mg/Nm ³	1.000	400	-	400	200	-
Concentrazione nei fumi di Polveri	mg/Nm ³	50	50	-	50	50	-

(1) L'olio combustibile nella sezione 5 è utilizzato soltanto nelle fasi di avviamento (max 40% del carico);

(2) Riferite gas secchi con eccesso di O₂ al 3% per combustibile liquido (OCD), al 6% per combustibile solido (carbone) ;

N.B.: I dati riportati nella presente *Tabella* non considerano l'esercizio dei due gruppi turbogas.

3.7 *IDENTIFICAZIONE DELLE INTERFERENZE POTENZIALI DELLA CENTRALE E DEL SUO PROGETTO DI TRASFORMAZIONE*

3.7.1 *Premessa*

Dall'analisi del progetto sono stati individuati gli aspetti che maggiormente possono rappresentare interferenze potenziali sui diversi comparti ambientali in fase di trasformazione e di esercizio della *Centrale*.

Per rendere più semplice la lettura delle interferenze previste e per avere un quadro generale che possa essere esaustivo della situazione, verranno riportate nei *Paragrafi* successivi, due tabelle riassuntive, una relativa alla fase di realizzazione del progetto e una relativa alla fase di esercizio (valida sia per la configurazione di riferimento che per la configurazione futura). Per una descrizione dettagliata e ampia di ciascun comparto ambientale si rimanda al *Capitolo 4*.

Sono state analizzate le componenti ambientali così come indicato nel *DPCM 27 dicembre 1988*. Oltre ad esse è stato analizzato anche il traffico, in quanto sensibilmente interessato dalle attività di *Centrale*.

Le componenti ambientali considerate sono state:

- atmosfera;
- ambiente idrico;
- suolo;
- sottosuolo (comprese le acque sotterranee);
- vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi;
- salute pubblica;
- rumore e vibrazioni;
- traffico;
- radiazioni ionizzanti e non ionizzanti;
- paesaggio.

3.7.2 *Analisi delle Interferenze Significative Potenziali in Fase di Cantiere*

Nel presente *Paragrafo* sono discusse le interferenze sulle componenti ambientali relative alla fase di realizzazione del progetto di realizzazione della sezione 5 della *Centrale* di Fiume Santo e di demolizione dell'attuale ciminiera delle sezioni 3 e 4. La *Tabella 3.7.2a* riporta una rappresentazione delle interferenze previste per ogni componente in fase di cantiere.

3.7.2.1 *Atmosfera*

Le interferenze ambientali potenziali sono connesse all'*emissioni di polveri* durante le operazioni di demolizione e di carico per lo smaltimento dei

materiali di risulta e all'emissione dei motori delle macchine operatrici e dei mezzi di trasporto.

L'interferenza non appare significativa poiché:

- le operazioni di demolizione e di smaltimento del materiale di risulta derivanti dall'abbattimento della ciminiera delle sezioni 3 e 4 sono ripartite in un arco temporale di circa 2 mesi e verranno condotte con modalità operative tali da minimizzare l'emissione di polveri derivanti sia dalla demolizione vera e propria che dal trasporto del materiale di risulta;
- il numero di mezzi di trasporto leggeri non risulta di per sé importante, in considerazione del fatto che queste vetture saranno utilizzate solo per accedere al cantiere;
- allo stesso modo non risulta critico il numero di mezzi pesanti in movimento; il loro numero ridotto non è certamente critico in relazione alle emissioni di inquinanti.

3.7.2.2

Ambiente Idrico

Le interferenze potenziali sono dovute a:

- *prelievi idrici*: l'acqua verrà prelevata direttamente dalla ditta appaltatrice dei lavori da acquedotto comunale; la portata di acqua potabile prelevata sarà comunque minima e utilizzata solo a scopi civili dal personale addetto al cantiere; per inumidire i materiali di demolizione e le aree di cantiere per ridurre al minimo le emissioni di polveri sarà utilizzata acqua industriale prelevata dai serbatoi di *Centrale*;
- *effluenti liquidi derivanti dalla presenza del personale*: l'interferenza, oltretutto temporanea può essere valutata come non significativa: non si prevede infatti una portata di effluenti liquidi significativamente superiore a quella attuale. Gli scarichi civili saranno inviati alla sezione biologica dell'ITAR, o trattati mediante impianti mobili, e convogliati comunque alla rete fognaria oleosa o chimica. Le acque meteoriche provenienti dalle aree di cantiere saranno convogliate ad una vasca di prima pioggia da dove perverranno agli impianti di trattamento o allo scarico.
- *interferenze con l'ambiente idrico sotterraneo*: gli scavi si manterranno generalmente ad un livello superiore a quello della falda. Per la realizzazione di fondazioni profonde, potrebbero verificarsi interferenze temporanee, ma comunque non significative, con le acque sotterranee.

3.7.2.3

Suolo e Sottosuolo

In fase di cantiere non sono previste interferenze ambientali.

3.7.2.4 *Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi*

In fase di cantiere non sono previste interferenze ambientali.

3.7.2.5 *Salute Pubblica*

La componente sarà soggetta esclusivamente a impatti indiretti determinati da interferenze su altre componenti, ovvero Atmosfera e Rumore (per le quali gli impatti in fase di cantiere non sono significativi).

3.7.2.6 *Rumore e Vibrazioni*

Durante la fase di cantiere si richiederà l'utilizzo di macchine operatrici e mezzi di trasporto (persone e materiali) che determineranno *emissione di rumore* nei luoghi nell'intorno dell'area interessata. L'interferenza è valutata non significativa.

3.7.2.7 *Traffico*

In fase di cantiere si prevede un traffico di veicoli leggeri esclusivamente per l'accesso al sito del personale e un traffico di mezzi pesanti che anche nei periodi di più intensa attività sarà contenuto.

Considerato il numero ridotto dei mezzi coinvolti l'interferenza non è valutata come significativa.

3.7.2.8 *Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti*

In fase di cantiere non sarà possibile l'emissione significativa di alcun tipo di radiazione.

3.7.2.9 *Paesaggio*

Non sono previste interferenze significative su questa componente.

Tabella 3.7.2a *Identificazione delle Interferenze Potenziali Previste in Fase di Cantiere*

Attività Componente Ambientale	Emungimento Acque e Effluenti	Emissioni in Atmosfera	Impiego di Manodopera	Attività di demolizione e modifica degli impianti
Atmosfera	n	*, t Traffico, Polveri	n	*, t Traffico, Polveri
Ambiente Idrico	*, t Prelievi Idrici	n	n	*, t Fondazioni
Suolo e Sottosuolo	n	n	n	n
Vegetazione, Flora, Fauna Ecosistemi	n	n	n	n
Salute Pubblica	n	*, t	n	*, t
Rumore e Vibrazioni	n	*,t	n	t Macchine Cantiere e trasporti
Traffico	n	n	*,t	*,t
Radiazioni non ionizzanti	n	n	n	n
Paesaggio	n	n	n	n

" n " Impatto Nullo
 " + " Impatto Positivo
 " * " Impatto non Significativo

" t " Impatto Temporaneo
 " p " Impatto Permanente

3.7.3 *Analisi delle Interferenze Significative Potenziali in Fase di Esercizio*

Nel presente *Paragrafo* sono discusse le interferenze relative alla fase di esercizio della *Centrale* sulle componenti ambientali. La *Tabella 3.7.3a* riporta una rappresentazione delle interferenze previste per ogni componente. Quanto scritto è valido sia per la configurazione attuale che per la configurazione futura, visto che le interferenze interessano, con le medesime modalità, le stesse componenti ambientali, anche se in misura diversa.

3.7.3.1 *Atmosfera*

Le interferenze ambientali potenziali sono connesse a:

- *emissioni da mezzi di trasporto*: l'interferenza è sicuramente trascurabile, considerando il numero di persone impiegate nell'impianto e i quantitativi di materiale in ingresso e in uscita giornalmente dalla *Centrale*;
- *effluenti gassosi dai camini*: l'interferenza è significativa e permanente, sia a livello locale (per le emissioni di gas inquinanti), che a livello globale (per le emissioni di anidride carbonica, gas a effetto serra). Nella configurazione futura l'interferenza sarà sensibilmente ridotta grazie alla sostituzione delle sezioni ad olio combustibile con una sezione a carbone

realizzata attraverso tecnologie che garantiscono minimi livelli di inquinamento. Nel *Capitolo 4* verrà valutata l'effettiva portata di questa interferenza sulla componente.

3.7.3.2 *Ambiente Idrico*

Le interferenze potenziali sono dovute ai prelievi dalla falda e ai prelievi e agli scarichi dal e al mare. Le acque di processo sono prelevate dalla falda mediante pozzi, le acque di raffreddamento sono prelevate dal mare mediante opere di presa situate in prossimità della *Centrale*. Tutte le acque utilizzate in *Centrale* (acque di processo e di raffreddamento) sono scaricate direttamente in mare attraverso appositi scarichi situati al perimetro di *Centrale*.

Gli impatti su questa componente sono costituiti da:

- *prelievi* delle acque di falda;
- *incremento di temperatura* per quanto riguarda le acque di raffreddamento;
- *variazione dei parametri chimico-fisici* imputabili al rilascio di acque di processo.

Gli impatti sulla componente verranno esaminati nel dettaglio nel *Capitolo 4*.

3.7.3.3 *Suolo e Sottosuolo*

L'unica interferenza su questa componente è la parziale copertura ed edificazione di parte del lotto della *Centrale*. Con la realizzazione del progetto si prevede un'aumento delle superfici occupate, il cui impatto è analizzato in dettaglio nel *Capitolo 4*.

3.7.3.4 *Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi*

La componente è soggetta esclusivamente a impatti indiretti legati all'assorbimento di inquinanti depositati al suolo da parte della vegetazione. Tale interferenza sarà approfondita nel *Capitolo 4* e nel *Capitolo 6* (valutazioni di incidenza).

3.7.3.5 *Salute Pubblica*

La componente è soggetta esclusivamente a impatti indiretti determinati da interferenze su altre componenti quali Atmosfera e Rumore.

Potenziali interferenze sulla componente possono essere riconducibili alla emissione di inquinanti nell'aria e alla rumorosità dei macchinari.

Anche questa componente sarà attentamente valutata nel successivo *Capitolo 4*.

3.7.3.6 Rumore e Vibrazioni

Per quanto concerne le vibrazioni provocate dai macchinari, queste non sono avvertibili dall'esterno dell'impianto e non lo saranno a seguito della realizzazione della sezione 5 a carbone: una loro eventuale insorgenza sarebbe indice di un malfunzionamento del macchinario e il sistema di protezione ne provocherebbe l'arresto immediato.

In *Centrale* sono presenti apparecchiature rumorose che tuttavia sono state oggetto di accurata progettazione per il contenimento della rumorosità.

Nonostante questo l'interferenza deve essere considerata significativa ed è approfonditamente esaminata nel successivo *Capitolo 4*.

3.7.3.7 Traffico

L'attività di *Centrale* prevede l'approvvigionamento della maggiorparte dei combustibili mediante navi fino a Porto Torres, da dove arrivano in *Centrale* tramite nastro trasportatore e oleodotto. I trasporti degli altri materiali ausiliari in ingresso e dei rifiuti in uscita dal *sito* avvengono tramite automezzi.

Con la realizzazione della nuova sezione a carbone si avrà un aumento modesto sia del traffico terrestre che del traffico navale, dovuto all'aumento delle navi carboniere. Gli impatti sulla componente verranno analizzati nel dettaglio nel *Capitolo 4*.

3.7.3.8 Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti

La *Centrale* non emette alcun tipo di radiazione ionizzante.

Le emissioni di radiazioni non ionizzanti sono determinate dalle apparecchiature elettriche situate all'interno della *Centrale* e in particolar modo dalla stazione elettrica. Non sono analizzati gli impatti su questa componente al di fuori del perimetro di *Centrale* in quanto la consegna alla rete di trasmissione nazionale avviene al suo interno. Questa interferenza è descritta in maggior dettaglio al *Capitolo 4*.

3.7.3.9 Paesaggio

La componente è interessata da interferenze significative connesse alla presenza dell'impianto. Tale presenza determina un'alterazione dei caratteri visuali dell'area dovuta, in particolare, alla presenza di elementi visibili da distanza dal *sito* come i camini e gli edifici delle caldaie. Con la realizzazione

della sezione 5 a carbone è prevista la demolizione della ciminiera delle sezioni 1 e 2 e la costruzione di una nuova ciminiera per le sezioni 3, 4 e 5. Questa interferenza è descritta nel dettaglio nel *Capitolo 4*.

Tabella 3.7.3a *Identificazione delle Interferenze Potenziali Previste in Fase di Esercizio*

Attività	Emungimento Acque	Emissioni Atmosfera	Scarico Acque	Impiego di Manodopera	Rifiuti Solidi	Presenza ed Esercizio Impianti
Componente Ambientale						
Atmosfera	n	p Emissioni Fumi	n	n	n	n
Ambiente Idrico	*, p Prelievo Acqua	n	*, p Effluenti Liquidi	n	n	n
Suolo e Sottosuolo	n	n	n	n	n	*, p occupazione suolo
Vegetazione, Flora, Fauna Ecosistemi	n	*, p Ricadute Inquinanti	n	n	n	*, p Rumore
Salute Pubblica	n	*, p Ricadute Inquinanti	n	n	n	*, p Rumore
Rumore e Vibrazioni	n	n	n	n	n	p
Traffico	n	*,p	n	*,p	n	*,p
Radiazioni non ionizzanti	n	n	n	n	n	*, p
Paesaggio	n	n	n	n	n	p Visibilità opere
" n " Impatto Nullo				" t " Impatto Temporaneo		
" + " Impatto Positivo				" p " Impatto Permanente		
" * " Impatto non Significativo						
Nota: per le caselle evidenziate in grigio il differenziale di impatto, con il passaggio alla configurazione futura, è positivo						

Il sito di *Centrale* è soggetto a normativa inerente i rischi di incidente rilevante ai sensi del *D.lgs. 334/99*.

L'analisi di sicurezza per la prevenzione degli incidenti rilevanti relativamente alla *Centrale* di Fiume Santo è stata di recente oggetto di una Revisione nel 2005 (*rev. 0.0 del 30/08/05*) in occasione della installazione delle due turbine a gas alimentate a gasolio (compresa una valutazione del rischio dei trasporti determinato dalla movimentazione di gasolio).

Tale analisi può ritenersi applicabile anche alla nuova parte di impianto oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale, ed all'assetto complessivo previsto.

In sede di progettazione di dettaglio si approfondiranno le valutazioni attinenti la sicurezza dell'impianto e si predisporrà inoltre l'opportuna documentazione volta ad acquisire il benessere di conformità al progetto ai fini della prevenzione incendi, ecc., e a riesaminare e aggiornare l'analisi di sicurezza ora citata.

A tal proposito si sottolinea che la realizzazione del progetto non comporterà l'introduzione di nuove sostanze all'interno del sito di *Centrale*, quindi nell'assetto futuro non saranno presenti nuove tipologie di rischio.

3.9

DECOMMISSIONING CENTRALE DI PROGETTO

La durata prevista della vita dei nuovi sistemi è di 25 anni, corrispondenti a circa 200.000 ore di funzionamento.

Successivamente sarà valutata l'opportunità di proseguire l'attività provvedendo alla sostituzione del macchinario.

In alternativa si può procedere alla dismissione dell'impianto stesso.

Le caratteristiche dell'impianto sono tali per cui l'impegno dell'area non può causare compromissioni irreversibili.

In caso di una futura dismissione della *Centrale* si prevedono le seguenti fasi:

- smontaggio e bonifica degli impianti e degli equipaggiamenti;
- demolizione delle opere civili.

La prima fase comprenderà tutte le attività necessarie per mettere a piè d'opera le componenti d'impianto e assicurarne la bonifica dagli agenti in grado di determinare qualsiasi rischio.

Una volta ottenuta dalle autorità competenti la dichiarazione di avvenuta bonifica di impianti ed equipaggiamenti e parere sanitario favorevole, sarà possibile presentare alle autorità competenti uno specifico Piano di Demolizione.

Ottenutane l'approvazione, si procederà allo smontaggio delle strutture metalliche e alla demolizione delle opere civili in calcestruzzo.

Le operazioni, condotte da ditte specializzate, consisteranno nello smontaggio delle strutture metalliche, nella loro riduzione a membrature di dimensioni idonee al trasporto e nella demolizione meccanica delle opere in calcestruzzo armato (opere in elevazione e fondazioni) con l'utilizzo di apposite macchine operatrici.

Concluse le operazioni di demolizione e di allontanamento dei residui, l'area sarà completamente ripulita e predisposta per gli eventuali utilizzi previsti.

Tutte le operazioni saranno eseguite secondo la normativa in vigore al momento della dismissione della *Centrale*.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Il Quadro di Riferimento Ambientale è composto da tre parti:

- inquadramento generale dell'area di riferimento, che include l'individuazione dell'ambito territoriale interessato dallo Studio di Impatto Ambientale, dei fattori e delle componenti interessate dal progetto;
- descrizione delle caratteristiche attuali delle componenti ambientali negli ambiti territoriali studiati;
- stima qualitativa e quantitativa degli impatti ambientali determinati dalla Centrale esistente e dalla realizzazione del progetto di realizzazione della sezione n. 5 e della contestuale dismissione delle sezioni n. 1 e 2.

4.1

INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA DI STUDIO

Le seguenti informazioni hanno lo scopo di definire l'ambito territoriale (*Sito e Area Vasta*) considerato nel presente Studio di Impatto Ambientale e di inquadrarlo all'interno dell'area di riferimento corrispondente alla Provincia di Sassari dove è ubicato il sito.

Tale inquadramento è articolato in due parti:

- territoriale;
- antropico;

precedute dalle definizioni degli ambiti di studio individuati dallo Studio di Impatto Ambientale.

4.1.1

Definizione dell'Ambito Territoriale (Sito e Area Vasta) e dei Fattori e Componenti Ambientali Interessati dal Progetto

Il *sito*, interessato dal presente progetto, è ubicato all'interno dell'Area di Sviluppo Industriale di Sassari - Porto Torres - Alghero (*Figura 1.5a*).

Nel presente Studio di Impatto Ambientale il "*sito*" coincide con la superficie direttamente occupata dalla *Centrale* di Fiume Santo.

L'estensione dell'*area vasta* soggetta alle potenziali influenze derivanti dalla presenza della *Centrale* esistente e dalla realizzazione del progetto è definita in funzione della componente analizzata. Quando non precisato diversamente, si intende per *area vasta* l'area compresa nel raggio di 12 km dal sito della

Centrale. Si sottolinea che, anche ai fini della valutazione di incidenza, sono state considerate le zone SIC/ZPS incluse nel raggio di 12 km dal *sito*.

L'area vasta pertanto interessa, oltre il comune di Sassari, parte dei territori comunali di Porto Torres e Stintino. (*Figura 1.5a*).

Tutti i comuni dell'area vasta appartengono alla provincia di Sassari.

Sulla base dell'analisi delle potenziali interferenze ambientali determinate dalla presenza della *Centrale* esistente e dalla realizzazione del progetto, identificate al § 4.6, lo Studio di impatto Ambientale ha approfondito le indagini sulle seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera;
- Ambiente Idrico;
- Suolo e Sottosuolo;
- Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi;
- Salute Pubblica;
- Rumore e Vibrazioni;
- Traffico;
- Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti;
- Paesaggio.

Le componenti ambientali sopra citate sono state studiate nei seguenti ambiti:

- Atmosfera e Qualità dell'Aria: l'*area vasta* è estesa ad un intorno di circa 25 km di raggio dalla localizzazione di *Centrale* (si vedano i dettagli nel § 4.2.1);
- Ambiente Idrico, Suolo e Sottosuolo, Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi, Paesaggio: *area vasta* ed area di *sito* interessata dall'impianto. *Area vasta* per aree SIC/ZPS;
- Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti: lo studio è esteso all'*area di sito*;
- Salute Pubblica: a causa delle modalità con cui sono disponibili i dati statistici inerenti alla Sanità Pubblica, l'*area* considerata coincide con il territorio dell'azienda sanitaria di competenza e per alcuni aspetti con il territorio provinciale di Sassari;
- Rumore e Vibrazioni: l'*area di indagine (area vasta)* è limitata alle zone limitrofe al *sito* (circa 2,5 km), in quanto a distanze superiori tale impatto non è più rilevabile.

4.1.2 *Inquadramento Territoriale*

4.1.2.1 *Ubicazione del Sito*

La *Centrale* si trova all'interno dell'Area di Sviluppo Industriale di Sassari - Porto Torres - Alghero (ASI) e, in particolare, nel territorio definito "Area per impianti termoelettrici" che ricade nei Comuni di Sassari e Porto Torres.

La nuova sezione in progetto sorgerà all'interno dell'area di proprietà Endesa, di estensione pari a circa 153 ha, posta sulla riva sinistra del fiume Santo e prospiciente il litorale del Golfo dell'Asinara, all'estremo occidentale della zona industriale di Porto Torres, nel territorio comunale di Sassari (*Figura 1.5a*).

La *Centrale*, raggiungibile mediante la viabilità locale che collega Porto Torres con Stintino, è inserita in un contesto territoriale costiero avente notevole pregio dal punto di vista turistico e naturalistico. In tale contesto si ricorda il Parco Nazionale dell'Asinara e gli *Stagni di Pilo e Casaraccio*.

4.1.2.2 *Topografia e Orografia*

Il territorio circostante la *Centrale*, appartenente ai Comuni di Sassari, Porto Torres e Stintino, si trova per la maggior parte al di sotto di quota 200 m s.l.m. Presenta morfologie assai variabili: modesti rilievi e reticolo idrografico articolato, nella zona nord-occidentale. Ampi tavolati con reticolo fluviale poco o nulla sviluppato nel settore sud-orientale, dove, in corrispondenza del monte Alvaro, si raggiunge la quota più elevata di tutta l'area (342 m s.l.m.).

I differenti caratteri morfologici costituiscono l'evidenza della diversa struttura geologica del territorio e, in linea generale, l'assenza di morfologie accentuate ne conferma l'età geologica antica, risalente all'era paleozoica.

4.1.2.3 *Inquadramento Climatico*

La posizione geografica della Sardegna e la sua insularità favoriscono l'instaurarsi di un clima di tipo temperato caldo. È soprattutto lungo la costa che si risentono maggiormente gli effetti di mitigazione operati dal mare, con temperature al di sopra dei 20 °C per almeno tre mesi l'anno e medie annue di circa 16°C.

L'isola è costantemente esposta all'azione dei venti, ed in particolare, del Maestrale, che soffia da nord-ovest soprattutto nel periodo invernale.

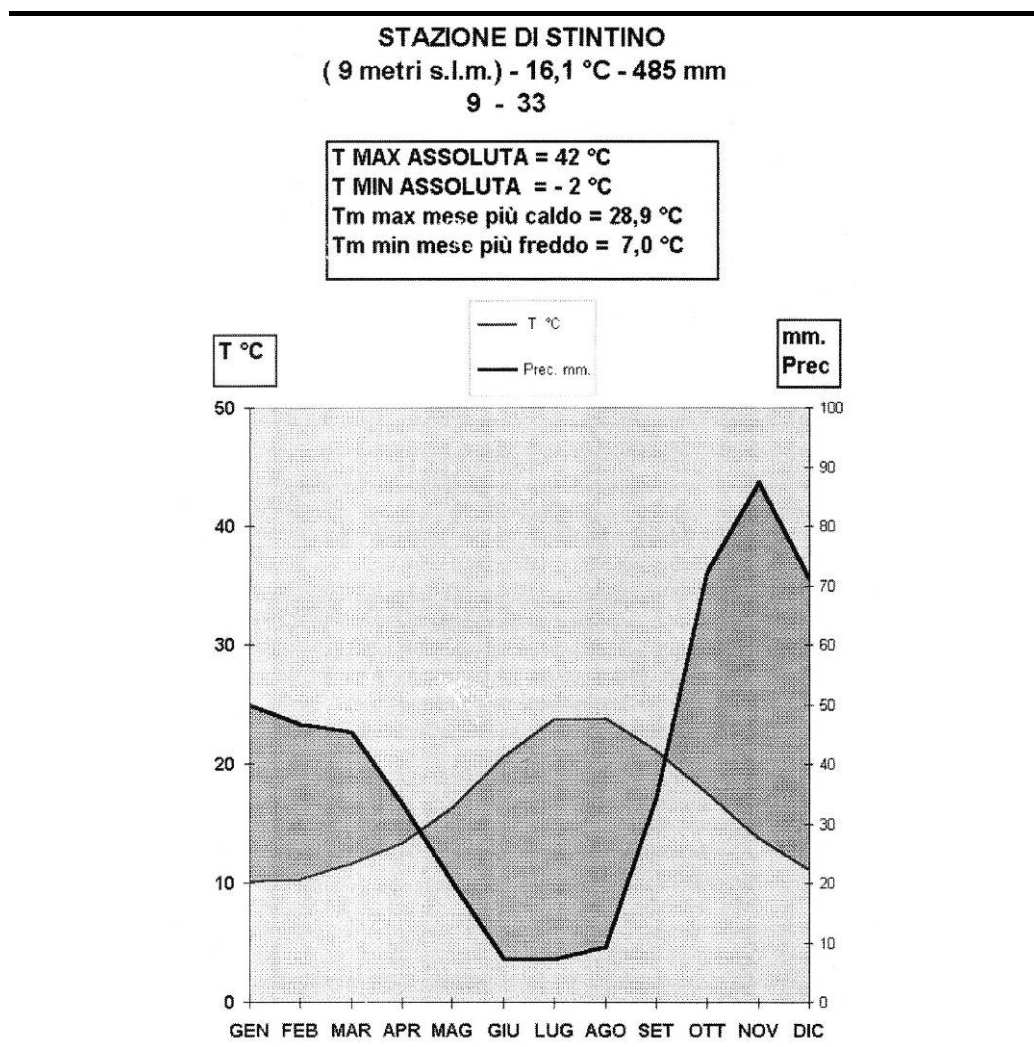
Nella porzione nord-occidentale della Sardegna le precipitazioni sono concentrate essenzialmente nel periodo autunnale e invernale. I valori medi annui, variabili in dipendenza della quota, sono compresi tra i 505 mm

misurati a Porto Torres al livello del mare ed i 900 mm misurati a Planu (fra Ittiri e Thiesi, a 538 m s.l.m.).

Le caratteristiche climatiche dell' area in esame sono state definite prendendo in considerazione dati termometrici, pluviometrici ed anemometrici.

I dati termo-pluviometrici rilevati nella stazione meteorologica di Stintino, hanno consentito di costruire il diagramma di Walter-Liet (*Figura 4.1.2.3a*) in cui è rappresentato l'andamento annuale delle precipitazioni e delle temperature. Nel suddetto diagramma, mediante l'intersezione delle curve ottenute, è possibile individuare tre aree: le due laterali rappresentano il periodo umido (la linea delle precipitazioni si trova al di sopra di quella delle temperature) mentre quella centrale rappresenta il periodo arido.

Figura 4.1.2.3a **Diagramma di Walter-Liet**



Secondo la classificazione di Thornthwaite e sulla base dell'indice di aridità, il clima della regione è definito di tipo "oceanico insulare". La formulazione matematica di tale indice è esemplificata qui di seguito (*E. de. Martonne*).

$$A = \frac{P}{T + 10} = \frac{485}{16,1 + 10} = 18,6$$

A = indice di aridità

P = media delle precipitazioni annue (in mm)

T = media temperature annue (in °C)

Il clima è dunque caratterizzato da estati calde con forte deficit idrico, ma con massimi termici attenuati dall'azione termoregolatrice del mare, e periodi freddi quasi inesistente.

Per quanto attiene al regime anemologico, i dati rilevati alla stazione dell'Aeronautica Militare dell'Asinara mostrano il netto predominio dei venti occidentali, sia in termini di frequenza, sia in termini di velocità al suolo (Rif. Pulina, M.A. 1995 "General climatic outlines of the Rio Astimini - Fiume Santo basin").

4.1.2.4 *Elementi Generali di Idrografia*

La Sardegna nord-occidentale, dal punto di vista idrografico, è caratterizzata dalla presenza di una serie di corsi d'acqua di modesta portata, a carattere stagionale, che sfociano nel mar di Sardegna ad ovest o nel golfo dell'Asinara a nord.

In questa porzione di territorio è presente anche l'unico lago naturale dell'isola, il *lago di Baratz*, ed alcuni stagni costieri tra i quali spicca, per importanza, quello di Pilo, con una estensione di 119 ha.

I corsi d'acqua più importanti sono il *fiume Santo* che sfocia nel golfo dell'Asinara e sottende un bacino di circa 80 km², il *rio Barca* che, con un bacino di circa 407 km², convoglia nel mar di Sardegna le acque del *rio Filibertu*, *rio Su Mattone* e *rio Serra* ed il *rio Mannu* trasportando nel golfo dell'Asinara, in prossimità di Porto Torres, le acque provenienti dall'area del Sassarese.

La vicinanza dei rilievi alla costa fa sì che le acque di provenienza meteorica siano convogliate rapidamente a mare lungo le linee di impluvio. La portata dei corsi d'acqua risente dunque notevolmente del regime delle precipitazioni, risultando massima nel periodo invernale, fino a divenire quasi insignificanti nel periodo estivo.

Per quanto riguarda il *fiume Santo*, presso la foce, sono state misurate portate medie mensili comprese tra i 90 l/s di settembre ed i 660 l/s di gennaio nel periodo 1967-1971.

Il *rio Mannu*, che sottende un bacino di circa 670 km², presenta anch'esso un regime legato all'andamento delle precipitazioni. Il corso d'acqua, tuttavia, è

alimentato da numerose sorgenti poste presso l'alveo, che drenano la falda contenuta nei calcari del bacino sassarese. Le portate medie mensili misurate alla stazione Mannu di Porto Torres, nel periodo 1925-1957, presentano un valore massimo di 4.620 l/s a febbraio ed un valore minimo di 120 l/s ad agosto.

4.1.2.5 *Elementi Generali di Geologia, Geomorfologia e Idrogeologia*

La geologia della Nurra settentrionale è caratterizzata da tre complessi ben distinti.

Il substrato è costituito da un basamento cristallino costituito da scisti, filladi, micascisti e quarziti del Cambriano-Siluriano, prodotto dal coinvolgimento delle successioni sedimentarie e vulcaniche paleozoiche nell'orogenesi ercinica, in seguito alla quale si produssero i graniti affioranti in gran parte dell'isola. Tale basamento è presente in affioramento nel settore occidentale della Nurra, da Porto Ferro sino alla penisola di Stintino ed oltre nell'isola dell'Asinara.

Dalla fine del Paleozoico la regione sarda costituisce un territorio relativamente stabile e rappresenta l'avampaese nell'orogenesi alpina. Nel Mesozoico e nel Cenozoico inferiore si assiste nell'area alla deposizione di un'ingente successione sedimentaria di origine marina, testimoniata oggi sul territorio dal complesso calcareo-dolomitico affiorante nella Nurra orientale (Monte Santa Giusta e Monte Alvaro) ed in quella meridionale (Capo Caccia, Fertilia e Alghero).

Nel Cenozoico medio si manifestano nuovi fenomeni tettonici, principalmente distensivi, responsabili della formazione del rift sardo (Graben del Campidano e Fossa di Sassari). La fase vulcanica ad essi collegata ha portato alla messa in posto di piroclastiti e lave.

Nel Miocene una fase di ingressione marina è responsabile della deposizione di una serie calcareo-organogena di mare aperto e di una serie clastica di ambiente sublitorale neritico.

A partire dalla fine del Pliocene l'area, nuovamente emersa, è soggetta all'azione degli agenti erosivi responsabili della deposizione di materiale alluvionale, eolico e della formazione di terrazzi marini.

I depositi alluvionali, di probabile origine fluvio-lacustre, hanno una potenza dell'ordine dei 10-20 metri e, secondo alcuni autori (*Pecorini, 1963 - Pietracarpina, 1971 - Dettori, 1972*), avrebbero un'età compresa tra il Pliocene ed il Villafranchiano. Sono composti prevalentemente da ciottoli di quarzo immersi in una matrice sabbioso-argillosa e provengono essenzialmente dallo smantellamento del substrato paleozoico; tali sedimenti si estendono, nell'area

in esame, da Canaglia sino al golfo dell'Asinara, nel tratto immediatamente retrostante il litorale sabbioso.

All'eterogeneità geologica del territorio corrisponde una varietà morfologica determinata dalla diversa risposta delle litologie ai fenomeni tettonici ed erosivi.

Nel settore costituito dalle metamorfite paleozoiche, l'intensa attività tettonica ha dato luogo a morfologie aspre ed irregolari e, lungo la costa, l'erosione marina ha creato insenature e promontori.

Nel settore centrale i carbonati mesozoici presentano superfici di spianamento, testimonianza di un'erosione di tipo continentale, e fenomeni tipici dei terreni calcarei, quali lo sviluppo dei fenomeni carsici, l'assenza di valli di erosione di una certa importanza e di una rete idrografica ben delineata.

Il settore orientale, il "Sassarese", è invece caratterizzato da una serie di scarpate con influenza strutturale che danno luogo alla cosiddetta morfologia "a cuestras".

Per quanto attiene la morfologia litoranea, nella fascia del golfo dell'Asinara e della penisola di Stintino, la linea di costa, che nell'ambito considerato si sviluppa per circa 54 km, è costituita da due tratti aventi caratteristiche ben differenti. La costa tra Capo Mannu e Cala di Capotagliato, ad Ovest, è caratterizzata da un andamento alquanto frastagliato con falesie rocciose a strapiombo sul mare. Quella tra Cala di Vacca e la Torre di Abbacurrente, ad est, caratterizzata dalla presenza in affioramento di depositi alluvionali ed eolici, si presenta bassa ed ampia con più ordini di cordoni dunali e aree umide di notevole interesse naturalistico quali gli stagni di Pilo e di Casaraccio.

Stagno di Pilo

Si tratta di un'ampia area stagnale di retrospiaggia, compresa tra il cordone dunale attuale di separazione con il mare e i limiti settentrionali dei rilievi miocenici. La comunicazione con il mare viene mantenuta artificialmente realizzando, con mezzi meccanici, un'apertura nel settore settentrionale dello stagno che l'azione di deposizione di sedimenti ad opera del mare tende continuamente a chiudere.

Lo stagno di Pilo costituisce un biotopo importante per il forte interesse botanico legato alla presenza di una vegetazione lacustre (*Potometalia*), di acque salmastre (*Zosteretalia*), di zone sabbiose (*Ammophiletalia*), di suoli umidi (*Juncetalia*) e, nel cordone sabbioso di sbarramento, vegetazione camefitica ad *Armeria pungens*.

Stagno di Platamona

L'area interessata dalla presenza dello stagno di Platamona sorge lungo la fascia costiera ad est del centro abitato di Porto Torres; il lago corre parallelamente alla linea di costa per una lunghezza complessiva di circa 6 km ed è alimentato dal rio Santu Miali ed è quindi completamente costituito da acqua dolce. Rimane separato dal mare da un campo dunale.

Le fitocenosi rilevate e riferite agli habitat presenti sono la vegetazione psammofila (xerofite e alofite) con *Ammophila arenaria* e *Agropyron juniceum*, la vegetazione igrofila caratterizzata essenzialmente da *Schoenus nigricans* e *Erianthus ravennae* - *Schoeneto* - *Erianthetum*, *Inuletum* e *Scirpeto Juncetum*, la vegetazione stagnale con prevalenza di *Cladium mariscus* e *Phragmites australis* - *Marisetum* e *Phragmitetum*, la vegetazione igrofila con residui puntiformi di boscaglie umide a *Salix*, *Populus*, *Tamarix* e la vegetazione xerofila con residui puntiformi (siepi e/o macchie da campo) a *Chamaerops humilis* - *Oleo-lentisceto*.

Stagno di Casaraccio e Saline di Stintino

Lo stagno di Casaraccio è localizzato nella fascia costiera a sud di Stintino e comprende un'area di superficie pari a circa 75 ha, occupata in parte dal bacino, di profondità media pari a 1,5 metri, e, in parte, dalle Saline.

Il collegamento con il mare, da cui è separato da un cordone litorale sabbioso, è assicurato da uno stretto canale artificiale. Nel suo bacino confluiscono due piccoli corsi d'acqua a carattere temporaneo; lo scarso ricambio idrico giornaliero, stimabile in appena il 7% del totale, determina un lungo tempo di ritenzione dei nutrienti, con innalzamento di alcuni parametri quali ammoniaca e salinità. Nei periodi di siccità, infatti, la salinità raggiunge anche il 48%, mentre nei periodi piovosi si aggira intorno al 36%.

La vegetazione è tipicamente alofila e psammofila, con *Armeria pungens*, e la zona palustre, costantemente sommersa, è interessata da una vegetazione ascrivibile alla classe Ruppjetalia.

Dal punto di vista idrogeologico si individua nell'area in esame l'acquifero carbonatico di Monte Alvaro - Monte Nurra che contiene una falda di importanza regionale con deflusso sia verso nord, verso il Golfo dell'Asinara, sia verso sud verso il Golfo di Alghero. Acquiferi di importanza minore sono rappresentati dai depositi detritici quaternari, dalle vulcaniti oligocenico-mioceniche e dalle rocce eruttive fratturate del complesso metamorfico paleozoico.

4.1.2.6 *Cenni di Sismologia*

Il territorio comunale di Sassari è considerato “non sismico” sulla base della Legge n. 64 del 2 febbraio 1974 “*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*”.

Nessuna variazione relativa a tale zona è suggerita nella “*Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale*” (CNR, 1980) elaborata dal Gruppo di Lavoro costituito dal Servizio Sismico Nazionale, in base alla risoluzione approvata dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997.

Nell’*Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”* (G.U. n. 105 del 8 maggio 2003), la sismicità di un’area è definita mediante numerazione da 1 a 4; in tale ordinanza il territorio comunale di Sassari è classificato in Zona 1 ovvero non sono state introdotte variazioni rispetto alla classificazione precedente.

4.1.2.7 *Emergenze Naturalistiche*

Le zone di emergenza naturalistica individuate nell’area di studio comprendono: le zone umide di Pilo e di Casaraccio, lo stagno e ginepreto di Platamona, le saline di Stintino, l’area costiera nord-occidentale della penisola di Stintino e l’area marina antistante Punta Negra. Quest’ultima fa parte del Parco Nazionale dell’Asinara, istituito con *Decreto del Ministero dell’Ambiente del 28 novembre 1997*.

Le restanti aree rientrano in tre Siti di Interesse Comunitario (SIC), individuati nell’ambito del progetto Bioitaly, in attuazione della *Direttiva 92/43/CEE “Habitat” del 21 maggio 1992*, nonché delle disposizioni della *Legge n. 394 “Legge quadro sulle aree protette”*. Tali SIC sono denominati “*Stagno di Pilo e di Casaraccio*”, “*Stagno e Ginepreto di Platamona*” e “*Coste e Isolette a Nord Ovest della Sardegna*”.

4.1.3 *Inquadramento Antropico dell’Area*

4.1.3.1 *Distribuzione della Popolazione*

L’ambito territoriale oggetto del presente studio si estende ai comuni di Porto Torres, Sassari e Stintino, tutti appartenenti alla provincia di Sassari.

Si tratta di un’area relativamente ampia, circa 707 km², e varia per quanto attiene la densità di popolazione e le attività antropiche. La densità di popolazione, infatti, raggiunge valori decisamente elevate anche se i livelli di

diffusione sono diversificati e le differenze territoriali sono molto marcate, come nel caso del Comune di Stintino.

La città di Porto Torres è situata nella parte più interna del Golfo dell'Asinara. Il suo territorio comunale ha un'estensione pari a 10.262 ha, inclusa l'isola dell'Asinara e dell'isola Piana.

Il Comune di Stintino è stato costituito con *L.R. n. 20 del 13 luglio 1988*.

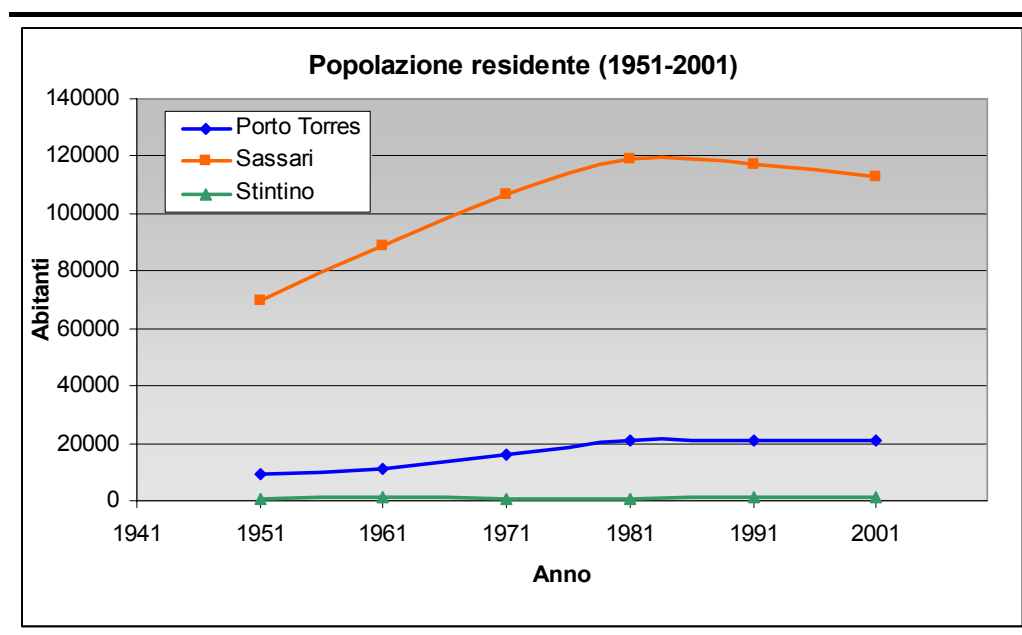
Nella *Tabella 4.1.3.1a* sono riportati i dati relativi ai tre comuni per quanto concerne la superficie territoriale, la popolazione residente e la densità abitativa nei vari censimenti dal 1951 al 2001. La *Figura 4.1.3.1a* evidenzia il trend evolutivo durante il periodo considerato e mostra come l'aumento della popolazione sia piuttosto evidente solo per il comune di Sassari, mentre gli altri due hanno mantenuto un andamento quasi costante.

Tabella 4.1.3.1a *Dati Statistici Relativi ai Tre Comuni Presenti nell'Area di Studio*

Comuni	Superfici e territoriali e (km ²)	Popolazione residente						Densità abitativa* (ab/km ²)
		1951	1961	1971	1981	1991	2001	
Porto Torres	102,62	9.118	11.199	16.230	20.990	21.173	21.066	205,3
Sassari	546,08	69.449	89.107	106.404	118.901	116.989	112.959	206,9
Stintino	58,52	688	930	721	695	1.096	1.128	19,3

* La densità abitativa è riferita al 2001

Figura 4.1.3.1a *Andamento della Popolazione Residente nei Censimenti dal 1951 al 2001*



4.1.3.2 *Attività Antropiche*

Le caratteristiche principali di questa zona sono la forte e recente terziarizzazione della struttura produttiva e dell'occupazione. Infatti si è riscontrato un notevole aumento del settore terziario, una crescita minore del settore industriale e una forte contrazione del settore agricolo.

Tale trend è evidenziato nella *Tabella 4.1.3.2a*, in cui si riportano a confronto i dati censuari del 1990 e del 2000, relativamente al numero di aziende e alla SAU (Superficie Agricola Utilizzata) per i tre comuni d'interesse.

Tabella 4.1.3.2a *Dati Censuari a Confronto per l'Estensione di SAU*

	1990		2000	
	Aziende	SAU (ha)	Aziende	SAU (ha)
Porto Torres	74	6.049	35	1.738
Sassari	4.934	38.231	5.469	29.949
Stintino	52	3.124	52	2.441

Dalla *Tabella* si nota una diminuzione della superficie agricola utilizzata e la stazionarietà del numero delle aziende, pur considerando il recente aumento delle iniziative industriali e delle imprese nel settore di costruzioni.

La *Tabella 4.1.3.2b* riporta la distribuzione delle superfici aziendali secondo l'utilizzazione dei terreni, per i soli comuni di Sassari e Porto Torres, desunte dai dati dei censimenti del 1972, 1982 e 2000.

Tabella 4.1.3.2b *Superficie Aziendale per Utilizzazione dei Terreni (Istat 1972-1982-2000)*

		Superficie Agricola Utilizzata (SAU)						
		Seminativi	Coltivazioni permanenti	Prati permanenti e pascoli	Totale	Boschi	Altra superficie	Totale
1972	Porto Torres	3.093,85	54,8	5.594,5	8.743,15	36	455,85	17.978
	Sassari	1.5610,03	3.840,69	18.271,8	37.722,52	279,8	5.243,62	80.968
1982	Porto Torres	2.522,98	170,8	7.201	9.895	651	318	10.404
	Sassari	20.130	15.738	3.664	39.533,3	2.415	1.729	43.678
2000	Porto Torres	1.541,6	2,75	194,3	1.738	233,8	45,43	2.092
	Sassari	21.092	3.526	5.330	29.949	4.563	1.115	36.520

La distribuzione delle aree industrializzate è molto differenziata in tutto il territorio sardo, in particolare sono presenti Aree di Sviluppo Industriale (ASI), Nuclei Industriali (NI) e le Zone Industriali Regionali (ZIR).

Nel territorio compreso nell'area di studio si trovano due agglomerati industriali appartenenti all'ASI di Sassari-Porto Torres e Porto Torres-Alghero. Gli impianti in esercizio al loro interno sono:

- le aziende del gruppo Enichem per produzioni chimiche;
- le Costruzioni Sarde per i montaggi industriali;
- la *Centrale* termoelettrica di Fiume Santo;
- la Meccanica Sarda, officina di impianti industriali.

4.1.3.3

Infrastrutture

Il *sito* della *Centrale* Termoelettrica di Fiume Santo è localizzato all'interno dell'agglomerato industriale di Porto Torres.

Per quanto riguarda l'accessibilità stradale, il *sito* è servito sul lato orientale dalla bretella di collegamento alla SS 131, mentre sul lato meridionale è collegato alla strada provinciale "dei due mari" e alla strada comunale per Stintino.

Le linee ferroviarie presenti sono quelle di collegamento all'intera rete regionale con il tratto Porto Torres-Sassari della linea Porto Torres-Chilivani. Infine si segnala la presenza dell'aeroporto di Alghero "Fertilia", posto a circa 30 km dall'agglomerato industriale di Porto Torres.

La *Figura 1a* riporta la corografia del luogo e l'ubicazione dell'impianto.

4.2 STATO ATTUALE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

4.2.1 *Atmosfera e Qualità dell'Aria*

L'area di indagine presa in considerazione per le valutazioni inerenti il comparto atmosfera è stata definita considerando le caratteristiche del territorio nel quale ricade la *Centrale*, le direzioni dei venti prevalenti, nonché le caratteristiche dei rilasci in atmosfera (altezza camini, temperature e velocità dei fumi, ratei di emissione) oggetto dello studio.

In particolare, è stato adottato un dominio di calcolo quadrato di lato pari a 50 km, estendentesi rispetto alla *Centrale* 29 km a Nord, 21 km a Sud, 34 km a Est e 16 km a Ovest.

4.2.1.1 *Caratterizzazione Meteoclimatica*

Ai fini di una corretta interpretazione della distribuzione spaziale e dell'andamento temporale delle concentrazioni rilevate sul territorio in esame, è necessario ricostruire le caratteristiche climatiche dell'area, considerando contemporaneamente l'evoluzione che a scala locale presentano le principali grandezze meteorologiche nel corso dell'anno.

Nel presente studio, per la definizione del clima tipico dell'area oggetto di indagine si è fatto riferimento a "Il clima di Italia" (Mennella, 1973), in cui viene presentata una rassegna delle diverse tipologie climatiche riscontrabili nella penisola italiana. Le serie storiche dei dati cui si è fatto riferimento in tale raccolta hanno diverse fonti, tra le quali il Servizio Idrografico e Mareografico del Ministero dei Lavori Pubblici, quello della Marina e il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica.

Le caratteristiche meteorologiche dell'area di interesse nel presente studio sono evidenziate inoltre attraverso l'analisi delle serie storiche dei dati di alcune stazioni di superficie della regione Sardegna disponibili nella raccolta del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (SMAM), costituite dalle osservazioni effettuate ogni 3 ore (SYNOP). Tale raccolta, che rappresenta un sicuro riferimento nel panorama nazionale ed è pubblicata con il titolo "Caratteristiche diffusive dei bassi strati dell'atmosfera", presenta la sintesi delle elaborazioni statistiche, frutto di un lavoro congiunto ENEL - SMAM (1984).

Infine, a scala locale, la caratterizzazione meteorologica è avvenuta attraverso l'utilizzo delle misure registrate dal sistema integrato della Rete di Monitoraggio Meteorologia della *Centrale* Endesa di Fiume Santo, disponibili per il periodo 1995 - 2003.

Il sito oggetto dello studio si trova sulla costa settentrionale della Sardegna, a circa 8 km ad Ovest di Porto Torres. La linea di costa presenta un ampio arco da E a NO tra Porto Torres e Stintino. L'entroterra si presenta pianeggiante

fino a circa 5 km dalla costa in direzione S. Le lievi ondulazioni che caratterizzano la pianura assumono in questa direzione un aspetto collinare, con cime che raggiungono quote massime intorno ai 300 - 350 m, ad una distanza di circa 8 - 9 km dalla costa. Verso O e NO la zona pianeggiante si restringe per la presenza della stretta penisola di Stintino e le ondulazioni collinari costituiscono lo spartiacque nella zona più occidentale, con quote che raggiungono al massimo i 100 m. A N gli unici rilievi, ad una distanza di circa 10 - 20 km dal sito, sono costituite dalle colline di Stintino, che raggiungono quote di 100 - 150 m, e dall'isola dell'Asinara con cime di 250 - 350 m.

La Sardegna ha un aspetto molto vario e può definirsi prevalentemente montuosa. L'altitudine media è di 344 m slm, tuttavia la metà del territorio ha una altitudine inferiore ai 300 metri. I rilievi non sono elevati (la cima più alta, il Picco della Marmora, nel Gennargentu, raggiunge i 1.800 metri) e spesso hanno declivi molto ripidi.

Sussiste una netta differenza tra i versanti orientale e occidentale dell'isola. La parte orientale, prospiciente il Tirreno, è più montuosa con valli anguste e pianure costiere molto strette. Viceversa il versante occidentale presenta un declivio più regolare e graduale, le valli fluviali sono larghe e le pianure litorali piuttosto ampie. Tale conformazione orografica esercita una spiccata influenza sulle correnti aeree determinando sensibili differenze tra i due versanti principali dell'isola. La Sardegna occidentale è aperta alle correnti piuttosto umide provenienti dal mare e l'allineamento del rilievo, disposto prevalentemente lungo i meridiani, conferisce al gruppo insulare Sardo-Corso la funzione di schermo rispetto alle correnti provenienti da Ovest. La parte orientale della Sardegna è, invece, quasi chiusa all'influsso marino, che si manifesta soltanto in una ristretta fascia costiera.

Il regime anemologico risulta dominato dai venti occidentali e da una elevata ventosità: le depressioni atlantiche e mediterranee provenienti dall'occidente hanno traiettorie che seguono pressoché il quarantesimo parallelo, che divide l'isola a metà; il versante occidentale è interessato tutto l'anno da correnti provenienti da NO. Le depressioni atlantiche sono prevalenti in inverno, mentre quelle mediterranee in autunno, quando determinano una elevata concentrazione di eventi temporaleschi.

La posizione della Sardegna, posta al centro del Mediterraneo occidentale, e il suo carattere di isola distante da masse continentali di grande estensione, determinano le caratteristiche principali del clima.

Il rilievo prevalentemente tabulare della Sardegna fa sì che l'isola sia interessata da un clima uniforme, sempre più tipicamente mediterraneo al diminuire della latitudine. L'elemento caratterizzante il clima della Sardegna è la marittimità, che si manifesta con temperature complessivamente miti, legate alla latitudine e alla notevole distanza da masse continentali di grande estensione. La latitudine, in particolare, esclude sia rigori eccessivi dell'inverno sia forti calure estive.

Da un punto di vista pluviometrico si hanno spiccate singolarità. Le precipitazioni sono solitamente limitate, con una maggiore concentrazione nella stagione invernale e autunnale e qualche improvviso acquazzone in primavera. Le manifestazioni piovose si presentano sotto forma di rovesci violenti, con totali annui caratterizzati da accentuata instabilità. Il regime pluviometrico - con il massimo principale alla fine dell'autunno e minimo principale a luglio - può definirsi di transizione tra il regime sublitoraneo e quello mediterraneo.

Le caratteristiche locali possono essere meglio delineate dagli andamenti mensili dei diversi parametri.

È utile far precedere le considerazioni inerenti l'andamento della temperatura dell'aria relativo al sito oggetto di studio da una descrizione dell'andamento delle temperature mensili ed annue della superficie dei mari prospicienti (*Tabella 4.2.1.1a*), in quanto esse condizionano gli andamenti del parametro atmosferico. A tal proposito, occorre sottolineare che l'isola ha una larghezza media di 110 km, per cui nessuna località dista dal mare oltre 55 chilometri.

Tabella 4.2.1.1a *Temperature Medie Mensili ed Annue (°C) dell'Acqua del Mare in Superficie presso le Coste Sarde (Mennella)*

Coste	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
Settentrionali	13,4	13,3	13,2	14,0	16,3	19,9	22,7	23,4	22,3	19,6	17,1	14,7	15,0
Tirreniche	13,5	13,0	13,4	14,3	16,7	20,1	22,8	23,7	22,5	20,0	17,2	15,0	13,8
Settentrionali	13,8	13,4	13,7	14,7	16,9	20,4	23,2	24,7	23,3	20,4	17,7	15,3	13,9
Tirreniche	14,0	13,5	13,8	14,8	16,9	20,4	23,5	24,5	23,4	20,5	18,0	15,6	14,1
Meridionali	13,8	13,4	13,8	14,7	16,8	20,3	23,4	24,3	23,0	20,4	17,8	15,4	14,4
Meridionali	13,5	13,0	13,5	14,5	16,5	20,1	23,0	23,5	22,5	19,6	17,4	14,8	14,3
Occidentali													
Occidentali													
Settentrionali													

Il massimo annuale è presente in agosto, con valori compresi tra 23,4 e 24,5 °C e differenze marcate rispetto ai mesi precedente e successivo. Il minimo annuale cade a febbraio, con valori compresi tra 13 e 13,5 °C, che risultano in linea con quelle degli altri mesi invernali. L'escursione media annua risulta di 10,1 °C presso le coste settentrionali e di 11°C nelle acque prospicienti le coste meridionali dell'isola. Tra la zona settentrionale e quella meridionale la differenza di temperatura tra le medie dei diversi mesi si attesta intorno ad 1 °C.

In base alla suddivisione dei climi su scala mondiale proposta nel 1931 dal meteorologo e geofisico Köppen (Pinna, 1978), che costituisce un riferimento tra le classificazioni climatiche finora proposte, il territorio italiano appartiene all'area dei climi di tipo C (*climi temperati*). Allo scopo di adottare una classificazione climatica che rispondesse maggiormente alle peculiarità del territorio italiano, una penisola stretta e fortemente allungata in senso

longitudinale, così da comprendere un'ampia classe di climi temperati, il geografo Mario Pinna (Mennella, 1973) ha ripreso la classificazione proposta dal Köppen, introducendo nelle classi principali da lui definite ulteriori suddivisioni sulla base dell'analisi del regime termico tipico dell'Italia.

Nell'ambito nella tipologia dei climi temperati, la Sardegna appartiene al Compartimento Sardo-Corso, caratterizzato da diversi regimi termici. La costa meridionale sarda, dal Sulcis al Golfo di Cagliari, e altre aree estendentisi fino a fiume Flumendosa appartengono al clima definito "temperato sub-tropicale", una tipologia climatica presentante le seguenti caratteristiche termiche:

- temperatura media annua maggiore o uguale a 17 °C;
- temperatura media del mese più freddo superiore a 10 °C;
- cinque mesi con temperatura media uguale o maggiore a 20 °C;
- escursione annua compresa tra 13 °C e 17 °C.

La rimanente zona costiera e l'immediato entroterra sardo evidenziano condizioni termiche meno estreme, comuni alla maggior parte delle zone litoranee d'Italia; tale clima, definito "temperato caldo", presenta:

- temperatura media annua compresa tra 14,5 °C e 16,9 °C;
- temperatura media del mese più freddo compresa tra 6 °C e 9,9 °C;
- quattro mesi con temperatura media uguale o maggiore a 20 °C;
- escursione annua compresa tra 15 °C e 17 °C.

La fascia collinare appartiene al clima "temperato sub-litoraneo", le cui caratteristiche termiche possono essere sintetizzate come segue:

- temperatura media annua compresa tra 10 °C e 14,4 °C;
- temperatura media del mese più freddo compresa tra 4 °C e 5,9 °C;
- tre mesi con temperatura media uguale o maggiore a 20 °C;
- escursione annua compresa tra 16 °C e 19 °C.

Nella seguente *Tabella 4.2.1.1b* sono riportati i valori medi di temperatura dell'aria relativi ai mesi maggiormente rappresentativi delle diverse stagioni, riferiti alle diverse zone altimetriche in cui può essere suddivisa la Sardegna.

Tabella 4.2.1.1b

Temperature Medie Mensili ed Annue, ed Escursione Media Annuale dell'Aria in Sardegna (Mennella)

Valori medi nella varie stazioni dell'isola	Giu	Apr	Lug	Ott	ANNO	Escursione
ZONA COSTIERA						
versante settentrionale	9,2	13,0	22,5	17,7	15,6	13,8
versante occidentale	9,8	13,9	23,7	18,7	16,4	14,2
versante meridionale	10,5	14,4	24,5	19,7	17,3	14,6
versante orientale	9,8	14,3	24,8	18,8	16,9	15,1
BASSA COLLINA (tra 100 e 400 m)						
versante settentrionale	7,8	13,2	24,1	16,6	15,8	16,5
versante meridionale	9,1	14,6	26,1	18,7	17,0	16,8
ALTA COLLINA (tra 400 e 500 m)						
versante settentrionale	5,9	11,2	22,2	14,8	13,5	16,4
versante occidentale	6,7	11,8	22,9	16,3	14,4	17,3
versante meridionale	6,6	12,1	23,9	16,5	14,7	17,3
versante orientale	6,2	12,1	23,9	16,1	14,9	17,9
BASSA MONTAGNA (tra 550 e 750 m)						
versante settentrionale	5,5	11,5	22,7	14,8	13,6	17,2
versante orientale	6,1	11,9	23,5	16,2	14,2	17,5
MEDIA MONTAGNA (tra 750 e 1000 m)						
	4,2	10,1	21,7	14,1	12,5	18,2
ALTA MONTAGNA (superiore ai 1000 m)						
	4,1	6,9	18,9	11,1	10,4	15,1

La regione risulta ampiamente influenzata dal mare e tale influenza si manifesta in forma diversa sui due versanti principali, quello occidentale e quello orientale.

In genere, i versanti settentrionali presentano, a tutte le quote e in tutte le stagioni, i valori più bassi della temperatura media mensile.

Tra le coste e le aree poste ad una quota di 1.000 metri, a gennaio, a luglio e nel corso dell'intero anno, si registra un gradiente altimetrico di temperatura pari a 0,5 °C di riduzione ogni 100 m, indice di spiccata marittimità.

La temperatura media di ottobre risulta ovunque nettamente più elevata di quella di aprile, a evidenza dell'influenza esercitata dal mare. La differenza tra le temperature dei due mesi è pari a 5 °C nella zona costiera meridionale, scende a 4 °C in quelle di bassa e alta collina, a 3 °C in bassa montagna e risale a 4 °C in corrispondenza delle aree di media e alta montagna.

Il carattere di marittimità, che si riflette sull'escursione termica diurna media annua, e la notevole distanza dalle masse continentali costituiscono i fattori equilibratori del clima della Sardegna, che si presenta livellato su valori di temperatura elevati.

L'analisi dei valori medi estremi effettuata per le diverse stazioni, ripartite secondo le zone altimetriche (Tabella 4.2.1.1c), permette di evidenziare la

limitata influenza dell'altitudine: infatti, anche al di sopra dei 1.000 metri di quota le temperature minime non risultano mai troppo basse e le medie mensili delle temperature diurne non scendono mai al di sotto dello zero.

Tabella 4.2.1.1c *Temperature Medie Mensili, Medie delle Massime e delle Minime, Escursione Media (Mennella)*

Distribuzione e orizzontale e verticale della	Gennaio mass		Aprile mass		Luglio mass		Ottobre Mas		Anno mass		esc
	medd	es	medd	esc	medd	esc	medd	esc	medd	min	
	min	min	min	min	min	min	Min	Min	min	min	
ZONA COSTIERA											
Versante settentrionale		12,0		16,2		26,5		20,9		19,0	
	9,2	5,6	13,0	6,5	22,5	8,0	17,7	6,5	15,6	6,9	
	6,4		9,7		18,5		14,4		12,1		
Versante occidentale		12,8		18,0		28,7		22,8		20,5	
	9,2	7,1	13,5	8,9	23,4	10,6	18,3	9,0	16,1	8,9	
	5,7		9,1		18,1		13,8		11,6		
Versante meridionale		13,8		19,0		30,4		23,7		21,7	
	10,6	6,5	14,9	8,2	25,3	10,1	19,9	7,6	17,6	8,1	
	7,3		10,8		20,3		16,1		13,6		
Versante orientale		13,8		19,3		30,6		23,2		21,7	
	9,8	8,1	14,5	9,5	24,9	11,4	18,5	9,4	16,9	9,6	
	5,7		9,8		19,2		13,8		12,1		
BASSA COLLINA (tra 100 e 400 m)											
Versante settentrionale		11,3		18,2		30,6		21,5		20,5	
	7,8	7,0	13,3	9,7	24,1	13,0	16,6	9,7	16,0	9,1	
	4,3		8,5		17,6		11,8		11,4		
Versante meridionale		13,4		20,4		33,6		23,8		22,6	
	9,5	7,9	14,8	11,1	26,6	13,9	18,7	10,1	17,3	10,6	
	5,5		9,3		19,7		13,7		12,0		
ALTA COLLINA (tra 400 e 500 m)											
		9,3		16,1		29,3		20,0		18,8	
	6,3	5,9	11,7	8,7	23,2	12,2	15,9	8,2	14,4	8,9	
		3,4		7,4		17,1		11,8		9,9	
BASSA MONTAGNA (tra 550 e 750 m)											
		8,8		16,0		29,3		19,7		18,4	
	6,0	5,6	11,8	8,4	22,7	11,5	14,8	8,3	13,7	8,3	
		3,2		7,6		17,8		11,4		10,1	
MEDIA MONTAGNA (tra 750 e 100 m)											
		6,9		14,7		27,5		18,3		16,8	
	4,2	5,5	10,0	9,4	21,5	12,0	14,0	8,5	12,4	8,9	
		1,4		5,3		15,5		9,8		7,9	
ALTA MONTAGNA											
		6,4		10,3		24,2		14,5		14,1	
	4,1	4,6	6,9	6,7	18,9	10,6	11,1	6,8	10,4	7,3	
		1,8		3,6		13,6		7,7		6,8	

Al contrario, i valori delle temperature massime diurne medie di luglio ed agosto risultano abbastanza elevate, come dimostra il fatto che in diverse stazioni sono superati i 33 °C. La zona di più accentuata continentalità, almeno per il tenore delle massime di luglio, è rappresentata dal versante meridionale della bassa collina.

Nella seguente *Tabella 4.2.1.1d* sono riportate le statistiche relative alla temperatura dell'aria misurata presso la stazione di *Centrale*.

Tabella 4.2.1.1d *Estremi Termici Misurati presso la Centrale di Fiume Santo*

Centrale di Fiume Santo	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO	Esc
Media Massima Giornaliera	13,7	12,9	16,4	18,1	22,0	25,3	30,5	31,2	27,7	25,3	19,6	15,4	21,5	
Medie Giornaliera	11,4	10,4	13,3	14,9	18,9	21,7	26,4	27,4	24,2	21,5	16,6	12,4	18,4	17
Media Minima Giornaliera	8,0	7,5	9,9	11,5	15,3	17,2	20,5	23,3	19,8	17,4	13,4	9,5	14,4	
Escursione media	5,8	5,4	6,4	6,6	6,7	8,1	10,0	7,9	8,0	7,8	6,2	5,9	7,1	

L'analisi degli estremi termici calcolati a partire dalla serie oraria dei dati misurati dalla rete meteorologica di *Centrale* permette di evidenziare un clima temperato sub-tropicale, caratterizzato da una media annua elevata superiore a 17 °C, da media del mese di febbraio superiore a 10 °C, da cinque mesi con temperatura media superiore a 20 °C ed escursione annua di 17 °C.

La pioggia è l'elemento meteorologico maggiormente influenzato dall'orografia, che determina sia la quantità delle precipitazioni sia il regime pluviometrico. In generale, la distribuzione territoriale della pioggia è studiata ripartendo le stazioni per bacino imbrifero e per fasce altimetriche.

L'analisi del parametro condotta dal Mennella individua in Sardegna un regime pluviometrico dominante così caratterizzato:

- il massimo principale è presente a dicembre, con valori compresi tra i 100 e 150 mm;
- il minimo principale si presenta in luglio ed è quasi sempre inferiore ai 10 mm;
- il mese di novembre ha una media superiore a quella di gennaio;
- solo le stazioni del versante orientale presentano un massimo primaverile, per tutte le altre si ha una progressiva diminuzione della piovosità da gennaio a luglio;
- la carenza estiva si manifesta già a partire dal mese di maggio, con una media di circa 45 mm; i valori sono più alti per le stazioni del versante orientale;
- sussiste un notevole incremento della piovosità con l'altitudine: al di sopra dei 1.000 metri è possibile riscontrare medie superiori ai 1.000 mm;
- il numero annuo di giorni con precipitazioni varia in generale in funzione della quota altimetrica, così come evidenziato dai dati di sintesi riportati nella *Tabella* seguente, dai quali è possibile osservare un generale aumento di tale numero al crescere dell'altitudine, fino ad una quota di circa 1.000 metri, al di sopra della quale si registra una sua diminuzione.

Tabella 4.2.1.1e *Numero Annuo di Giorni con Precipitazione in Funzione della Quota Altimetrica*

Quota Altimetrica (m slm)	Numero di Giorni Piovosi
0 ÷ 100	64
100 ÷ 500	75
500 ÷ 750	76
750 ÷ 1.000	96
> 1.000	85

Le piogge in Sardegna cadono sotto forma di violenti rovesci. Una diretta conseguenza di ciò è l'estrema variabilità interannuale delle precipitazioni. In generale, è possibile però affermare che il regime pluviometrico annuale presenta un massimo principale alla fine dell'autunno (novembre) ed uno secondario all'inizio della primavera (marzo). In ogni caso, il periodo piovoso vero e proprio termina nel mese di maggio, per poi riprendere ad ottobre. Il minimo principale di piovosità si manifesta in estate, tra i mesi di luglio ed agosto. Tali caratteristiche definiscono un regime di transizione tra il regime sublitoraneo (tipico della parte continentale e centrale della penisola italiana) e quello mediterraneo (tipico della Sicilia).

Nella seguente *Tabella 4.2.1.1f* sono riportate le statistiche per alcune stazioni del versante settentrionale dell'isola suddivise per bacini imbriferi e per altitudine.

Tabella 4.2.1.1f *Valori di Piovosità Media in Alcune Stazioni del Versante Settentrionale (Mennella)*

STAZIONE		G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
<i>Mannu di Porto Torres</i>														
Chiesi (472 m slm)	mm	104	91	78	67	47	16	8	9	63	83	128	131	825
	giorni	10	9	8	7	6	2	1	1	4	8	10	12	78
Sassari (224 m slm)	mm	62	59	58	52	41	10	4	7	46	71	88	98	596
	giorni	9	8	8	7	5	2	1	1	4	8	9	12	74
Porto Torres (2 m slm)	mm	48	47	44	36	30	11	3	12	35	75	86	88	515
	giorni	8	8	8	6	5	2	1	1	4	7	9	10	69
<i>Liscia</i>														
Tempio (558 m slm)	mm	104	110	89	84	58	18	8	16	66	92	113	127	885
	giorni	10	10	9	8	6	2	1	1	5	8	10	12	82
Luogosanto (315 m slm)	mm	122	98	88	76	54	16	5	12	52	112	126	152	913
	giorni	11	10	9	8	6	2	1	1	5	9	12	13	87
Bassacutena (69 m slm)	mm	113	93	77	58	40	17	6	12	43	80	100	128	767
	giorni	10	8	7	6	5	2	1	1	4	7	9	10	70
<i>Isola Maddalena</i>														
Guardia Vecchia (177 m slm)	mm	71	50	63	34	22	9	7	6	37	62	62	80	503
	giorni	8	5	6	5	3	2	1	1	4	6	7	8	56

Dalle medie mensili è possibile osservare le seguenti caratteristiche:

- il massimo principale si manifesta a dicembre;

- le stazioni appartenenti al bacino imbrifero del Liscia e dell'isola Maddalena manifestano i caratteri tipici del versante orientale, i valori medi di novembre cioè sono quasi uguali a quelli di gennaio;
- le stazioni del bacino del Mannu, invece, sono tipiche del versante occidentale, con novembre più piovoso di gennaio;
- non è evidenziabile un massimo secondario primaverile, ma i valori medi decrescono regolarmente da gennaio a luglio, anche se il periodo piovoso termina con maggio;
- il minimo principale si manifesta a luglio.

Nella seguente *Tabella 4.2.1.1g* sono riportate le statistiche pluviometriche per la stazione di *Centrale*.

Tabella 4.2.1.1g *Valori di Piovosità Media Rilevati presso la Stazione di Centrale*

Media mensile e annuale	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
	42	23	35	31	43	15	11	30	38	59	86	65	477

L'umidità relativa in Sardegna risulta complessivamente elevata, pur senza raggiungere punte estreme. Le medie annuali generalmente superano il valore del 70% in corrispondenza delle stazioni costiere, mentre le stazioni interne registrano valori inferiori.

Il regime annuo in generale mostra il massimo principale in inverno (a dicembre o gennaio) e il minimo principale in estate (a luglio o ad agosto), non mancano tuttavia le eccezioni, come nel caso delle stazioni costiere del versante settentrionale della Sardegna. Dalla seguente *Tabella 4.2.1.1h*, è possibile osservare infatti che la stazione di Guardia Vecchia alla Maddalena presenta il massimo a novembre, quella di Porto Torres a maggio.

Le medie estive sono alte per le stazioni costiere e notevolmente basse per quelle dell'interno e in quota. Viceversa, nei mesi invernali le stazioni dell'interno rilevano medie elevate.

Tabella 4.2.1.1h *Umidità Media Relativa in Alcune Stazioni del Versante Settentrionale (Mennella)*

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO	Esc
Porto Torres (15 m)	78	76	77	76	79	73	73	73	76	77	78	78	77	6
Guadia Vecchia (158 m) (Maddalena)	76	73	74	74	77	71	69	68	73	77	78	74	74	10
Sassari (229 m)	82	79	71	73	73	63	60	60	65	72	77	77	71	22
Tempio Pausania (556 m)	85	70	70	69	77	67	66	65	71	76	86	86	74	21

Le stazioni di Sassari e di Tempio Pausania pur essendo l'una interna e la seconda d'altura, evidenziano medie annue leggermente superiori al 70%, valori tipici delle zone costiere. Le medie invernali sono superiori a quelle estive, caratteristica tipica delle stazioni interne.

La stazione di Porto Torres evidenzia valori medi mensili poco variabili (dal 73 al 79%) con l'anomalia del massimo principale nel mese di maggio.

Nella seguente *Tabella 4.2.1.1j* sono riportate le statistiche dell'andamento diurno dell'umidità relativa, cioè le medie mensili dei valori di umidità misurati alle ore 7 (massimo diurno) e alle ore 13 (minimo diurno). Sono indicati anche il numero medio mensile dei giorni con umidità relativa superiore al 95%, ossia prossima alla saturazione, alle ore 7, e quello dei giorni con umidità relativa inferiore al 30%, ossia con elevata secchezza, alle ore 13.

Tabella 4.2.1.1j *Umidità Relativa Media Giornaliera, Media delle Ore 7 e delle Ore 13 in Alcune Stazioni del Versante Settentrionale (Mennella)*

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO	Esc
Porto Torres (15 m)														
Media ore 7	85	84	85	83	87	81	79	81	84	86	86	84	84	8
Media	78	76	77	76	79	73	73	73	76	77	78	78	77	6
Media ore 13	71	68	69	70	72	66	66	66	68	68	71	72	69	6
gg con umidità > 95% alle ore 7	2,4	3,2	2,0	0,6	1,6	-	0,2	0,4	0,8	0,8	2,8	0,4	15,2	
gg con umidità < 30% alle ore 13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sassari (229 m)														
Media ore 7	87	83	81	82	80	74	70	71	76	83	83	83	80	17
Media	82	79	71	73	73	63	60	60	65	72	77	77	71	22
Media ore 13	77	75	64	65	66	53	49	48	53	62	71	71	63	29
gg con umidità > 95% alle ore 7	3,4	1,4	1,6	5,2	2,6	3,2	1,2	0,2	0,6	1,4	2,4	2,0	25,2	
gg con umidità < 30% alle ore 13	-	-	0,2	0,6	0,2	2,8	5,0	3,8	2,0	0,6	0,2	-	14,4	
Guadia Vecchia (158 m)														
Media ore 7	79	77	80	82	84	79	77	77	80	81	81	78	80	7
Media	76	73	74	74	77	71	69	68	73	77	78	74	74	10
Media ore 13	74	69	68	67	70	64	61	60	66	72	75	71	68	15
gg con umidità > 95% alle ore 7	0,8	0,2	0,4	1,4	1,6	-	0,6	0,2	-	0,4	0,6	-	6,2	
gg con umidità < 30% alle ore 13	-	-	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	0,4	
Tempio Pausania (556 m)														
Media ore 7	87	83	77	76	82	75	75	76	81	85	88	89	81	14
Media	85	78	70	69	77	67	66	65	71	76	83	86	74	21
Media ore 13	83	73	64	62	72	60	57	54	62	67	79	83	68	29
gg con umidità > 95% alle ore 7	0,8	5,6	3,6	5,2	2,0	3,6	3,8	3,4	1,6	5,0	7,6	8,2	50,4	
gg con umidità < 30% alle ore 13	-	0,4	0,6	1,8	-	1,0	2,2	2,2	1,2	-	-	-	9,4	

L'umidità relativa di Porto Torres alle ore 7 varia dal 79 all'87% a livello annuale, con valore massimo a maggio e minimo in estate. I valori delle medie mensili delle ore 13 variano dal 66 al 72%: il massimo viene raggiunto nei mesi di dicembre e maggio, il minimo durante il periodo estivo.

La stazione di Sassari evidenzia valori di umidità relativa alle ore 7 compresi tra il 70 e l'87%, con valore massimo a gennaio e minimo a luglio. Il valore

dell'umidità relativa alle ore 13 varia dal 48 al 77%: il valore massimo corrisponde al mese di gennaio e quello minimo al mese di agosto, anche se il numero medio mensile più elevato di giorni caratterizzati da elevata secchezza alle ore 13 appartiene a luglio.

L'umidità relativa della stazione dell'isola Maddalena alle ore 7 varia dal 77 all'84% a livello annuale, con valore massimo a maggio e minimo in estate e a febbraio.

I valori delle medie mensili delle ore 13 variano dal 60 al 75%: il valore massimo si manifesta in novembre, mentre nel periodo estivo si attesta sul valore minimo del 60%.

L'umidità relativa della stazione d'altura di Tempio Pausania dell'isola Maddalena alle ore 7 varia dal 75 all'89% a livello annuale, con valore massimo a dicembre, ma comunque confrontabile con le medie dei mesi invernali e tardo autunnali, e minimo d'estate. Il numero medio mensile di giorni con umidità relativa delle ore 7 vicino ai valori di saturazione (95%) è maggiore rispetto alle altre stazioni interne o costiere. I valori delle medie mensili delle ore 13 variano dal 54 all'83%, con il valore massimo che si presenta nei mesi invernali di dicembre e gennaio e il valore in agosto.

Nelle stazioni di Porto Torres e Guardia Vecchia, tipicamente costiere, l'escursione annua è inferiore a quella delle altre stazioni appartenenti al versante settentrionale dell'isola, come anche i casi di UR < 30% alle ore 13, che risultano decisamente bassi, addirittura nulli. Tali caratteristiche denotano gli effetti dell'influenza marina, che determina valori di umidità più elevati che nell'interno.

Nella seguente *Tabella 4.2.1.1k* sono riportati i dati rilevati nella stazione di *Centrale*.

Tabella 4.2.1.1k *Umidità Relativa Media Giornaliera, Media delle Ore 7 e delle Ore 13 nella Stazione di Centrale*

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO	Esc
<i>Centrale Fiume Santo</i>														
Media ore 7	71	71	74	76	80	76	77	79	75	78	73	70	75	10
Media	69	69	71	71	75	71	70	74	70	75	71	68	71	7
Media ore 13	64	64	64	63	68	63	61	66	63	68	67	64	65	7
gg con umidità > 95% alle ore 7	2,5	-	-	-	-	-	-	3,0	1,0	10,0	3,5	2,5	22,5	
gg con umidità < 30% alle ore 13	-	1,3	1,0	-	-	3,0	2,8	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	13,6	

È possibile osservare che il clima è moderatamente asciutto, con il valore medio annuo di umidità relativa pari al 71%. La variazione dei valori medi mensili è bassa, infatti il valore più elevato, che è evidenziato a maggio (l'anomalia già segnalata analizzando l'umidità relativa di Porto Torres), non si discosta dai valori medi dei mesi primaverili e autunnali. Anche il valore minimo della media mensile, che è evidenziato a dicembre, non si discosta dai valori dei mesi invernali ed è prossimo a quelli primaverili.

Specialmente nei mesi estivi, in presenza di temperature elevate e di un elevato tenore di umidità relativa, possono registrarsi condizioni di caldo-

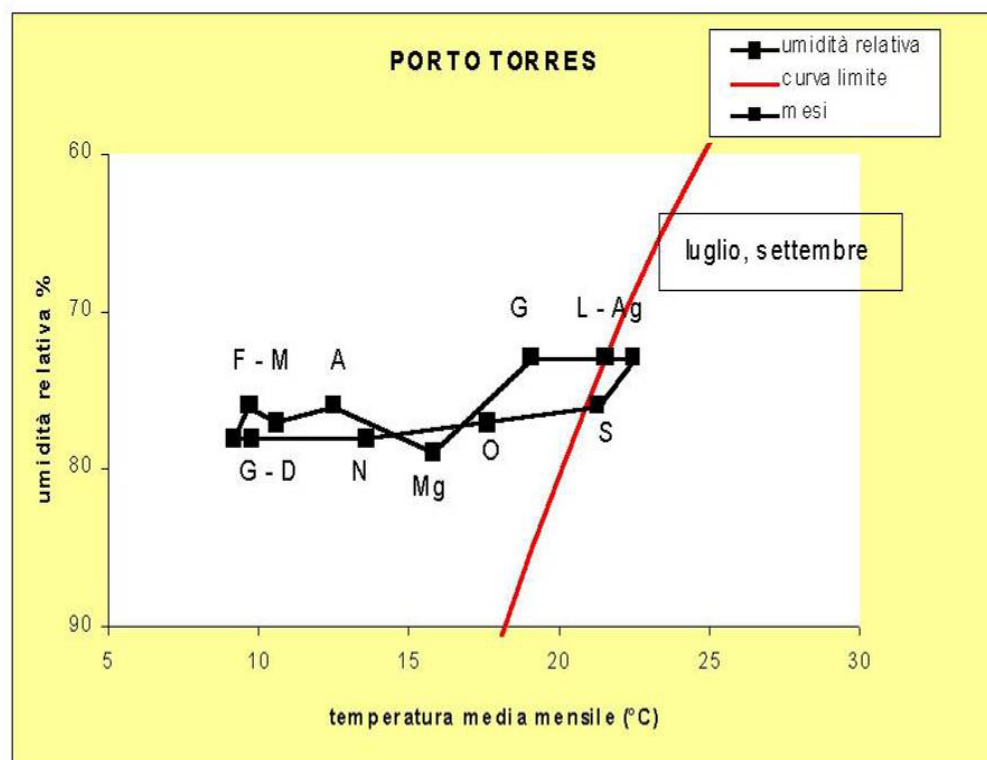
umido alle quali è associato disagio, stanchezza e riduzione del rendimento psico-fisico. Tali condizioni si verificano con una certa frequenza lungo le coste della penisola italiana e delle isole. Mediante ricerche di carattere sperimentale sono state studiate le correlazioni tra temperatura e umidità relativa che determinano questa particolare situazione climatica, nonché, per ogni valore di umidità relativa, viene fissato il valore limite di temperatura raggiunto il quale subentra una condizione di disagio da caldo-umido. Nella seguente *Tabella 4.2.1.11* sono riportati i valori limite di umidità per alcune delle temperature che sono frequenti in Italia durante i mesi estivi in Italia.

Tabella 4.2.1.11 *Correlazione tra Temperatura ed Umidità Relativa per il Verificarsi di Condizioni di Caldo-Umido*

Temperatura (°C)	16,5	17	18,2	19,1	20,1	21	22,2	23,4	24,8	26,2	27,7
Umidità Relativa (%)	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50

Nella seguente *Figura 4.2.1.1a* è presentata l'occorrenza di condizioni di caldo-umido per la stazione di Porto Torres. È possibile evidenziare come nei mesi estivi, in particolare da luglio a settembre, siano frequenti episodi in grado di generare disagio associato a caldo-umido.

Figura 4.2.1.1a *Condizioni di Caldo-Umido per la Stazione di Porto Torres (Mennella)*



Nell'ambito della circolazione generale dell'atmosfera, i sistemi di pressione che assumono il ruolo di veri e propri centri di azione che regolano il tempo sul bacino del Mediterraneo e su gran parte dell'Europa sono l'Anticiclone delle Azzorre e l'Anticiclone Russo - Siberiano. Le caratteristiche climatiche

indotte dalle evoluzioni di tali centri di pressione subiscono in generale temporanee variazioni a causa del transito di depressioni mobili delle medie latitudini, come ad esempio in estate, quando si possono verificare passeggere irruzioni di aria fredda dall'Alto Atlantico o dal Nord Europa. Sotto il profilo climatico, col progredire delle stagioni, dall'inverno verso l'estate, si evidenzia il passaggio dall'influenza del tempo orientale, in particolare balcanico, a quella del tempo occidentale, con particolare riferimento all'Anticiclone delle Azzorre.

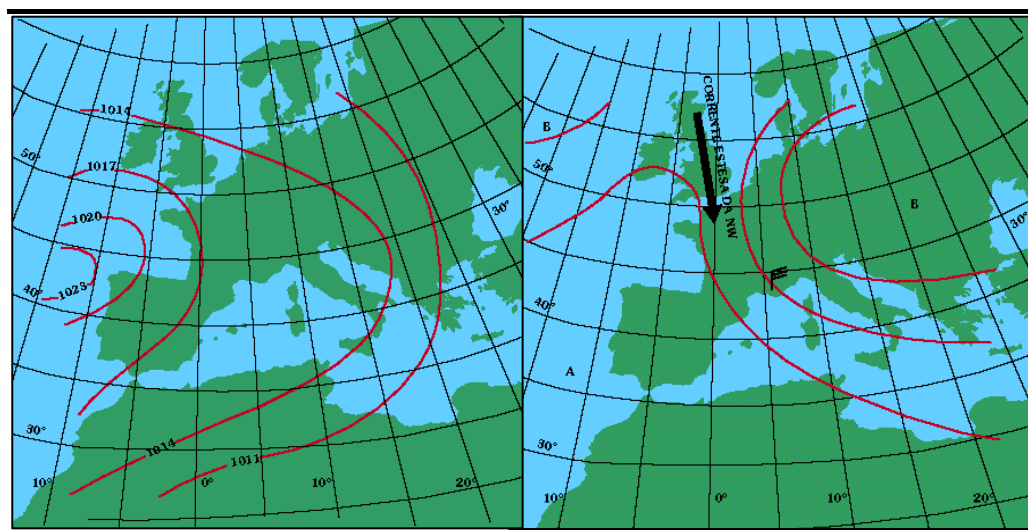
Le situazioni anemologiche maggiormente ricorrenti sulla Sardegna possono essere così riassunte:

- nel periodo invernale sono frequenti il vento da maestrale, proveniente da NW, e il grecale, da NE;
- lo scirocco, vento da SE, è frequente in tutte le stagioni;
- la stagione estiva è caratterizzata da grande stabilità del tempo, con situazioni di brezza e vento non forte.

Quando l'Anticiclone delle Azzorre è ben sviluppato verso Est, oppure è presente su tutto il Mediterraneo un regime di alta pressione livellata, la Sardegna è interessata da un regime anticiclonico stabile (Figura 4.2.1.1b, sinistra); in tale situazione sono presenti regimi di brezza e vento non forte, che tendono a seguire le modeste variazioni di pressione soffiando da Maestrale o Tramontana se in aumento, da Scirocco o Libeccio se in diminuzione.

Figura 4.2.1.1b

Configurazioni Bariche sul Bacino del Mediterraneo che Influiscono sulle Situazioni Anemologiche della Sardegna (a Sinistra, Regime Anticiclonico Stabile; a Destra - Vento da Maestrale)



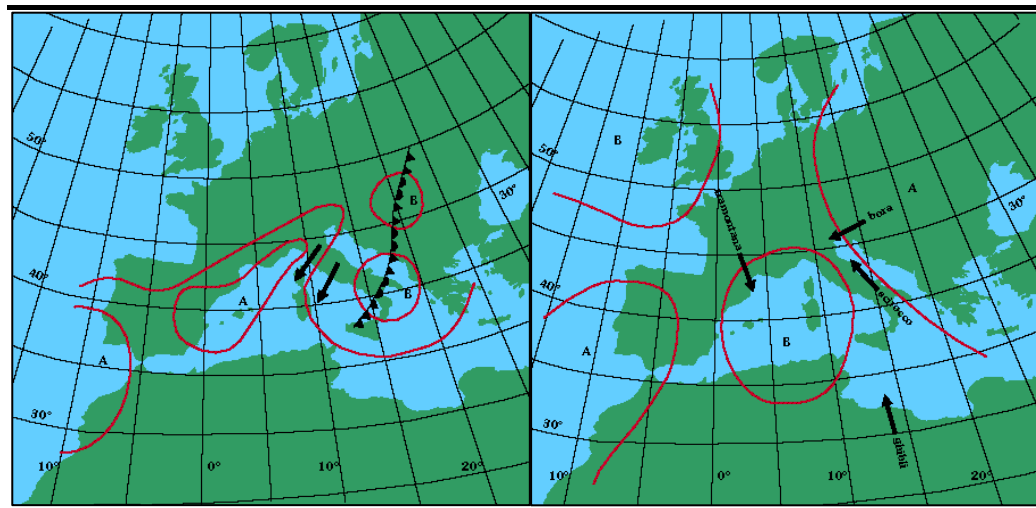
Quando l'Anticiclone delle Azzorre si ritira verso Ovest, come spesso accade anche in estate, viene lasciata libera la via ai flussi di aria fredda marittima di origine atlantica, che, provenendo da NW e correndo lungo il bordo dell'alta pressione, giungono in Mediterraneo accelerate dal corridoio del Rodano: è il

regime dei venti di Maestrale da NW (*Figura 4.2.1.1b*, destra), caratteristico di queste zone, che sorge spesso improvviso, forte nel golfo del Leone e più forte sulle coste occidentali corse, ulteriormente accelerato dalle Bocche di Bonifacio.

Spesso, quando la bassa pressione in arrivo da NW ha dimensioni consistenti, il vento di Maestrale è preceduto da venti anche forti di Libeccio, che girano poi a Maestrale dopo il passaggio della perturbazione; l'effetto del Libeccio nella zona è analogo a quello del Maestrale, con intensità notevoli.

Le situazioni anticicloniche che si sviluppano sul Nord Europa sono solitamente accompagnate da situazioni cicloniche a Sud. La situazione di bassa pressione sull'Italia meridionale viene ulteriormente alimentata dall'aria fredda proveniente in questo caso da Nord Est. È il regime del vento Grecale da NE (*Figura 4.2.1.1c*, sinistra), che non è mai molto violento nei mesi estivi, ma può comportare il passaggio di fronti freddi, che possono essere accompagnati da fenomeni turbolenti e temporaleschi.

Figura 4.2.1.1c *Configurazioni Bariche sul Bacino del Mediterraneo che Influiscono sulle Situazioni Anemologiche della Sardegna (Sinistra, Vento Grecale; Destra, Vento Scirocco e Tramontana)*



Può anche accadere che l'alta pressione sul Mediterraneo si spezzi, restando in parte verso le Azzorre e in parte verso la Russia. In questo caso, possono formarsi depressioni sul Mediterraneo occidentale. Tali situazioni di bassa pressione al loro bordo orientale portano venti caldi sciroccali (*Figura 4.2.1.1c*, destra), che, data la scarsa velocità delle perturbazioni, possono durare anche svariati giorni, e fronti caldi raramente violenti, ma spesso accompagnati da precipitazioni. Dopo il loro passaggio, la circolazione ciclonica porta venti di tramontana freddi e secchi, che agevolano il ritorno del bel tempo. Raramente lo Scirocco estivo supera in Italia i 25 nodi.

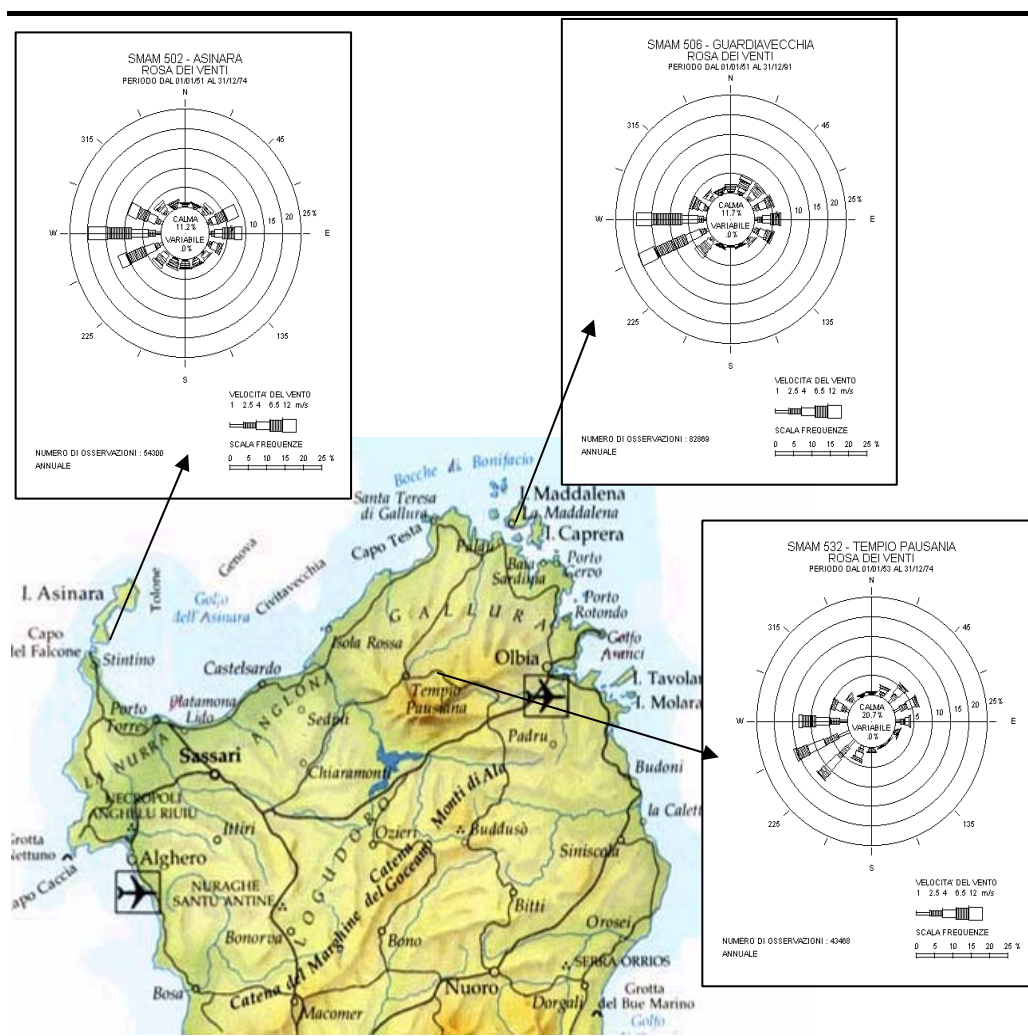
Infine, il regime del vento Libeccio da SW è associato a formazioni depressionarie e a fronti stazionari o molto lenti, che in genere si formano sul Mediterraneo occidentale a sud del 40° di latitudine oppure provengono dall'Atlantico o dalla regione a Sud della catena dell'Atlante.

Nella seguente *Figura 4.2.1.1d*, rappresentate sotto forma di rose del vento annuali, è possibile osservare le direzioni di provenienza del vento per alcune stazioni meteorologiche del versante settentrionale della Sardegna appartenenti alla rete SMAM, Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

La stazione dell'Asinara è posta a 118 metri di quota e rappresenta la propaggine nord occidentale del versante settentrionale; le situazioni esaminate sono relative al periodo gennaio 1954 - dicembre 1974.

I venti dominanti in tale stazione provengono dai quadranti occidentali (W, WSW e WNW, per circa il 42% dei casi), circa l'82% di tali eventi anemologici corrisponde a intensità superiori a 4 m/s. In particolare, i casi con vento di intensità superiore a 12 m/s corrispondono ai settori W e WSW. Ai venti occidentali seguono quelli orientali (circa per il 26% dei eventi esaminati). In particolare, il 17% degli eventi proviene dai settori E ed ENE, il 6% da ESE e SE e il 3% da NE. Le componenti più intense, con velocità maggiore di 12 m/s sono associate ai settori E ed ENE.

Figura 4.2.1.1d *Rose del Vento Annuali - Stazioni SMAM*



La stazione di Guardia Vecchia è posta a 159 metri di quota nella parte meridionale dell'isola Maddalena, che rappresenta la propaggine nord

orientale del versante settentrionale della Sardegna; i dati esaminati coprono il periodo gennaio 1951 – dicembre 1991.

La rosa dei venti è più o meno simile a quella dell'Asinara. Per entrambe le stazioni i settori meridionali risultano schermati dall'effetto barriera di tipo orografico, esercitato rispettivamente dalla costa orientale della Gallura per la stazione di Guardia Vecchia e dal promontorio della Nurra per la stazione dell'Asinara.

A Guardia Vecchia si evidenzia la diminuzione dei contributi anemologici da WNW a causa dell'effetto di schermo esercitato dalla Corsica su tali componenti.

In tale stazione, le componenti orientali interessano anche i settori più settentrionali, NE, NNE e N, mentre alle direzioni di provenienza E ed ENE sono associate frequenze leggermente inferiori rispetto alla stazione dell'Asinara. Infine, le componenti con intensità maggiore di 12 m/s, riscontrabili nella stazione della Maddalena, sono associate soprattutto ai settori occidentali, mentre sono nettamente inferiori le velocità delle componenti orientali.

La presenza di componenti orientali più settentrionali rispetto a quanto notato per la stazione dell'Asinara e il fatto che i venti orientali nella stazione di Guardia Vecchia, più orientale rispetto alla prima, siano meno intense testimoniano l'effetto di deviazione e amplificazione esercitato dalle Bocche di Bonifacio sui fenomeni meteorologici.

La stazione di Tempio Pausania è posta alla quota di 569 m, sulle pendici settentrionali del monte Limbara, che con i suoi 1.362 metri di altezza rappresenta una delle cime più alte della Sardegna; i dati analizzati coprono il periodo gennaio 1953 – dicembre 1974.

Dalla rosa dei venti annuali è possibile osservare l'effetto barriera esercitato dal monte Limbara nei confronti delle componenti sud orientali, alle quali corrispondono frequenze inferiori alle percentuali, già basse, associate alle due stazioni precedentemente esaminate, anch'esse influenzate da barriere orografiche.

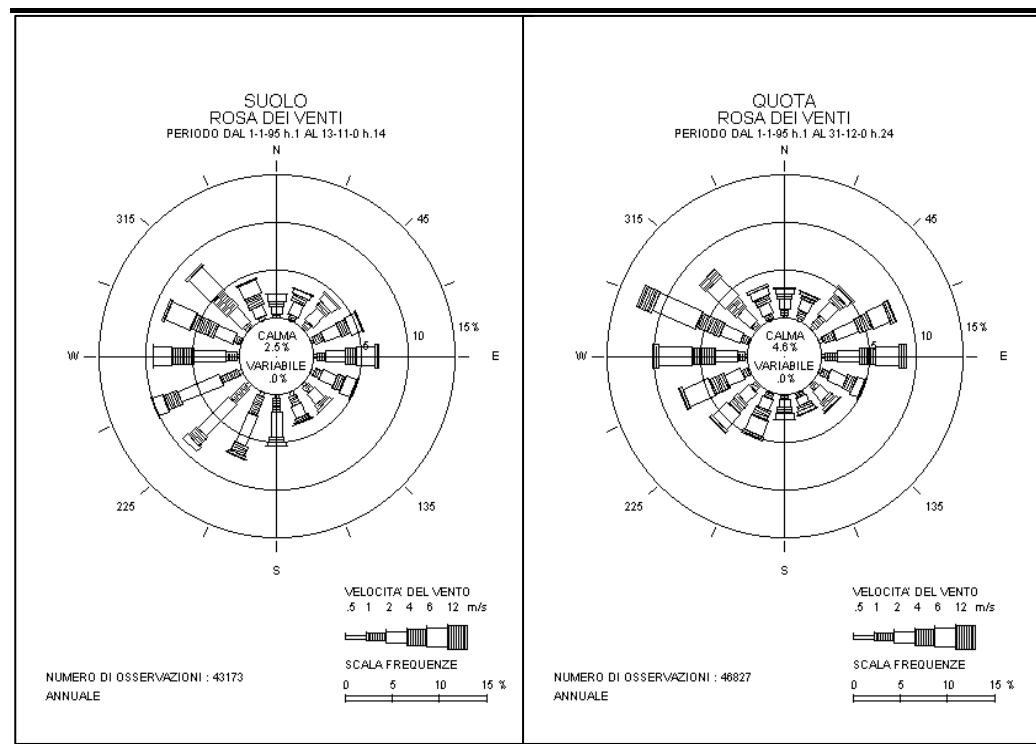
Le componenti anemologiche più frequenti sono occidentali (42% dei casi): esse provengono dai settori WSW (per il 16% delle situazioni esaminate), da W e SW (il 13% per entrambi i settori). Ad esse seguono le componenti nord orientali, la frequenza associata al I quadrante rappresenta circa il 20% dei casi esaminati. Le componenti più intense sono associate ai quadranti occidentali e sud occidentali e la loro intensità massima è inferiore ai 12 m/s.

La rosa dei venti per la stazione di *Centrale* (Figura 4.2.1.1e), elaborata per il periodo che va da gennaio 1995 a novembre 2000, mostra la prevalenza di venti dai settori occidentali (III e IV quadrante) ed evidenzia contributi da Est leggermente più significativi in quota, sia per frequenze sia per intensità.

Al suolo prevalgono i venti settentrionali provenienti da NW, quelli occidentali da W e quelli meridionali provenienti dai settori WSW fino a S. In quota (100 m), sono maggiormente frequenti le componenti da WNW (alle quali corrispondono le intensità maggiori), oltre che quelle dai settori E ed ENE.

La ventosità del sito è da ritenersi abbastanza elevata: i venti al suolo si manifestano con intensità comprese tra 6 e 12 m/s rispettivamente per il 19% dei casi esaminati e per il 27% in quota. Le componenti con intensità superiore ai 12 m/s in pratica sono presenti solo in quota, con il 7% dei casi. I casi di calma di vento, che in tale rappresentazione è definita con intensità inferiore a 0,5 m/s, sono limitati e non sarebbero incrementate di molto anche considerando il limite di 1 m/s.

Figura 4.2.1.1e *Fiume Santo (Stazione di Centrale) - Rose del Vento Annuali (Sinistra, Dati al Suolo; Destra, Dati in Quota)*

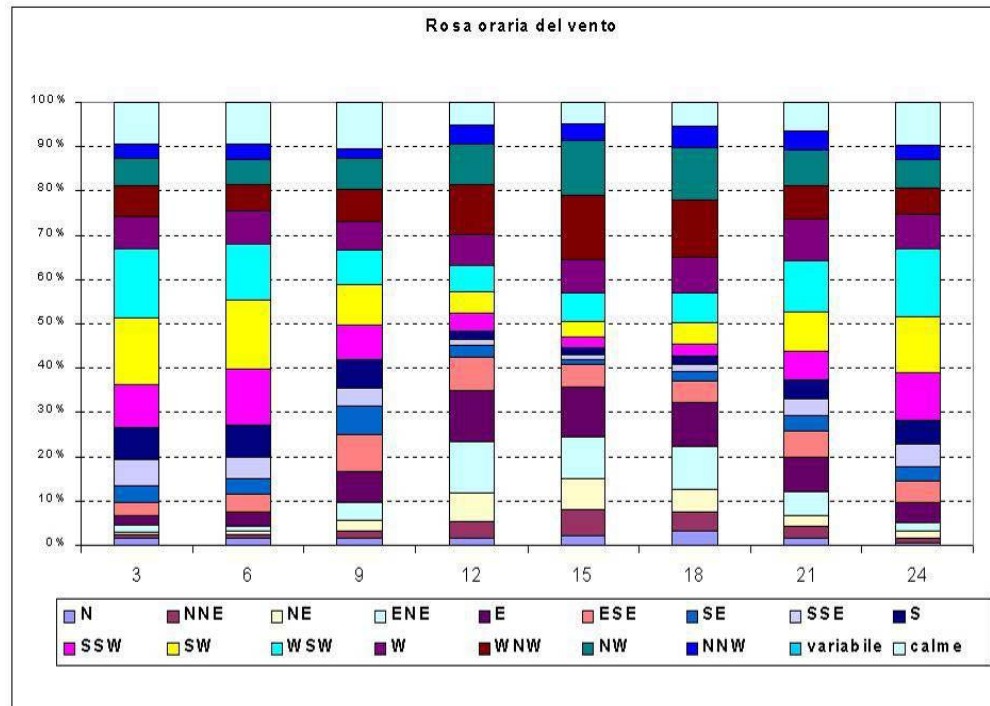


Dalla rosa dei venti oraria (Figura 4.2.1.1f) è riconoscibile il regime di brezza. Le brezze diurne provenienti dal mare, sono rappresentate da venti orientali (provenienti dal settore NNE al settore E) con frequenze notturne molto basse viceversa le brezze notturne di terra sono rappresentate da venti meridionali (provenienti dal settore SE al settore SW) aventi frequenza diurne trascurabili.

È possibile osservare inoltre che i venti maggiormente dinamici durante le ore diurne spirano dai quadranti settentrionali (I e IV, in particolare dai ENE e E, e dai WNW e NW) mentre di notte sono significative anche le componenti meridionali del III quadrante (in particolare dai SSW, SW e WSW).

Le componenti occidentali e nord occidentali dei settori W e NNW, che hanno una debole modulazione giornaliera, e quelle dei settori WNW e NW, che sono significative anche di notte, evidenziano il passaggio di perturbazioni sinottiche.

Figura 4.2.1.1f *Fiume Santo (Stazione di Centrale) - Rosa dei Venti Oraria*



Gli andamenti stagionali, desumibili per Fiume Santo dalle elaborazioni delle misure relative al periodo 1995-2000, sono presentati nelle *Figure 4.2.1.1g ed h*.

Figura 4.2.1.1g

Fiume Santo (Stazione di Centrale) - Rose del Vento Stagionali (Dati al Suolo)

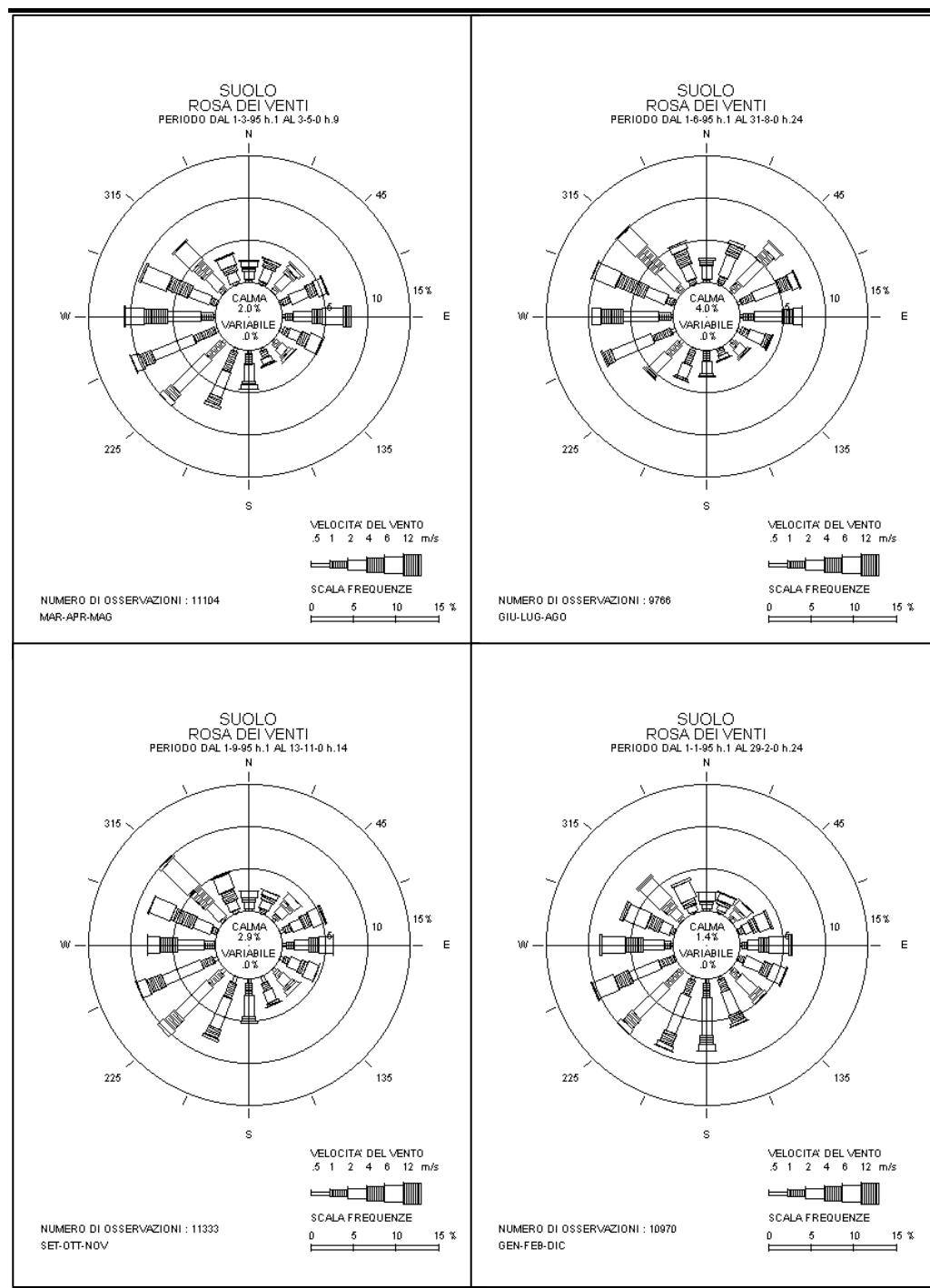
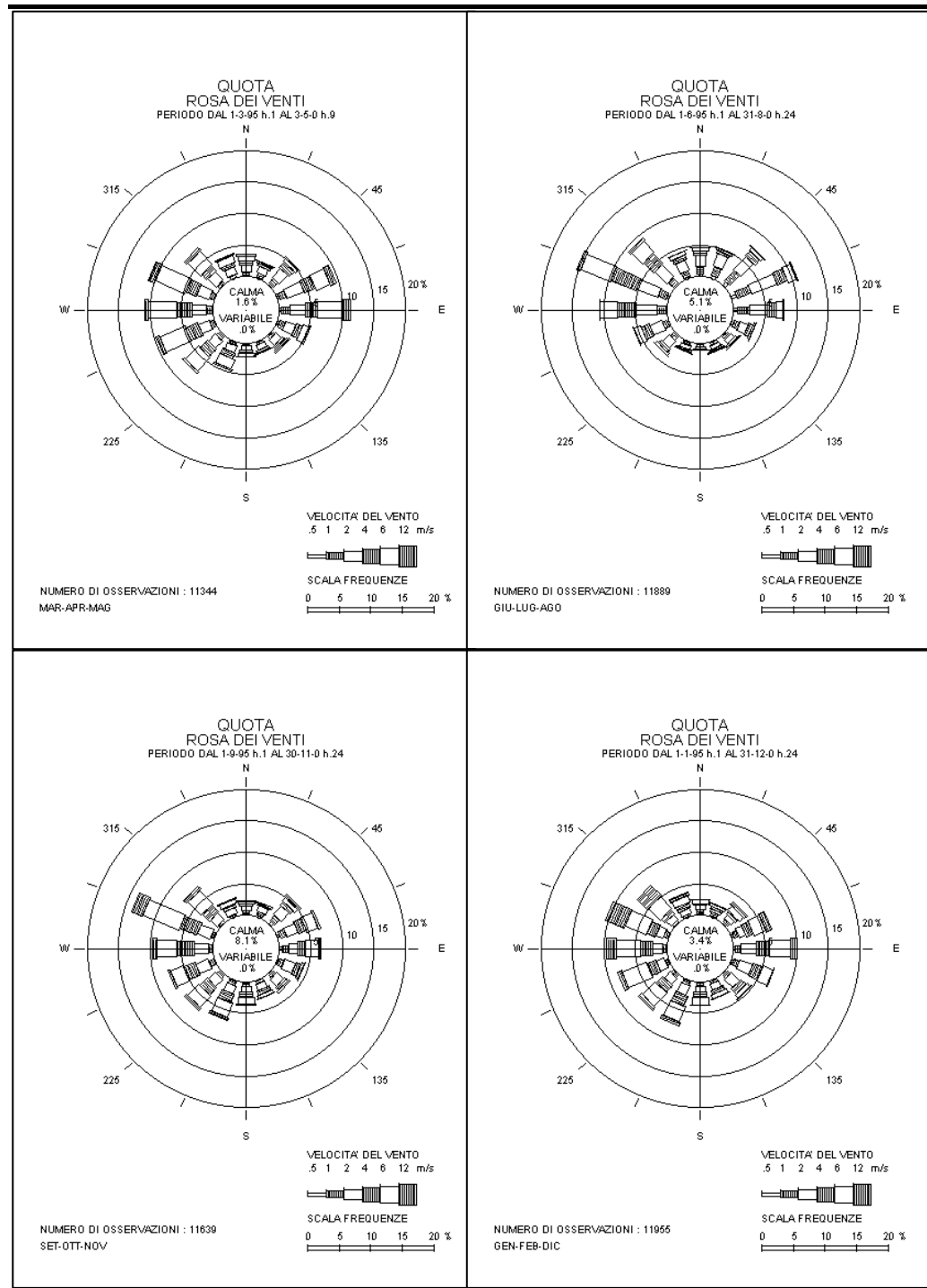


Figura 4.2.1.1h Fiume Santo (Stazione di Centrale) - Rose del Vento Stagionali (Dati in Quota)



Al suolo come in quota (100 m), le componenti da WNW sono presenti in tutte le stagioni ed evidenziano il passaggio di perturbazioni a grande scala. Anche le componenti orientali sono più pronunciate nelle stagioni calde sia al suolo sia in quota e soprattutto in primavera superano i 12 m/s.

Le componenti meridionali del II e III quadrante sono più evidenti al suolo che in quota; al suolo, in particolare, sono presenti in tutte le stagioni i venti

da WSW (anche se in estate la loro frequenza si riduce), mentre quelli da SE-SSE risultano rafforzati in inverno.

Al suolo la primavera presenta anche componenti sud occidentali che caratterizzano principalmente le stagioni fredde, quando superano i 12 m/s di intensità.

L'analisi delle rose del vento stagionali, permette di evidenziare delle differenze tra il rilevamento al suolo e quello in quota, meno evidenti dalla rosa dei venti annuale, riconducibili alle brezze. Infatti, facendo riferimento in particolare alla rosa dei venti relativa al periodo estivo, in cui sono più marcati i fenomeni di brezza, si osserva un'occorrenza simile al suolo ed in quota dei venti provenienti da NNE e da E, tipiche direzioni di provenienza delle brezze diurne. Viceversa, i venti provenienti da O e da SO, ben rappresentate nella rosa dei venti al suolo, risultano poco frequenti o quasi assenti in quella in quota. Una tale situazione è giustificabile tenendo presente la diversa estensione e intensità delle brezze diurne rispetto a quelle notturne: le prime, infatti, mostrano uno strato di brezza sempre più ampio di 100 m (quota alla quale avviene il rilevamento della stazione più elevata), di conseguenza non è possibile evidenziare differenze sostanziali tra la registrazione al suolo e quella in quota; viceversa, in caso di brezze notturne, lo strato di brezza presenta un'estensione verticale molto minore (spesso inferiore a 100 m) e di conseguenza fa sì che i venti da O e SO (direzione tipica della brezza di terra) siano presenti al suolo e non in quota, dove viceversa si osservano ancora venti provenienti dalla direzione opposta. Anche nel caso in cui lo strato di brezza dovesse raggiungere o superare la quota di 100 m, la stabilità elevata, tipica delle ore notturne, indurrebbe comunque delle differenze nella rotazione dei venti rilevate dalle misurazioni alle diverse quote.

Il parametro di stabilità atmosferica è qui introdotto come caratteristica locale dell'atmosfera, influenzante la dispersione degli inquinanti, direttamente legata alle condizioni d'insolazione, nelle ore diurne, e di scambio radiativo, in quelle notturne. L'associazione delle condizioni di stabilità con la direzione di provenienza del vento influenza le modalità di diffusione degli inquinanti nelle diverse direzioni.

Le categorie instabili (A, B, C) sono associate alle condizioni diurne, caratterizzate prevalentemente dai regimi di brezza; le categorie A e B sono legate essenzialmente a componenti di vento con intensità inferiori ai 3,5 m/s, mentre la categoria C è associata a venti anche intensi.

La categoria neutra D è associata alle provenienze da Ovest (sia ai settori settentrionali, come WNW, NW, sia a quelli meridionali, WSW, SW e SSW) e a quelle da Est (settori E ed ENE); tra gli eventi anemologici caratterizzati da atmosfera neutra sono compresi quelli con elevata intensità del vento.

Le categorie stabili E, F e G, sono associate soprattutto ad eventi notturni provenienti dai settori sud occidentali (in particolare dal settore SW a quello WNW) e orientali (principalmente da E); le intensità dei venti in situazioni stabili sono in generale inferiori ai 6 m/s ma, anche se con frequenze basse, evidenziano componenti anche più intense.

La distribuzione annuale delle diverse condizioni di stabilità, è evidenziata nella *Tabella 4.2.1.1m* dove sono riportate le distribuzioni di frequenza mensile per la stazione di *Centrale* nel periodo 1995-2000.

Tabella 4.2.1.1m *Fiume Santo (Stazione di Centrale) - Distribuzione delle Categorie di Stabilità*

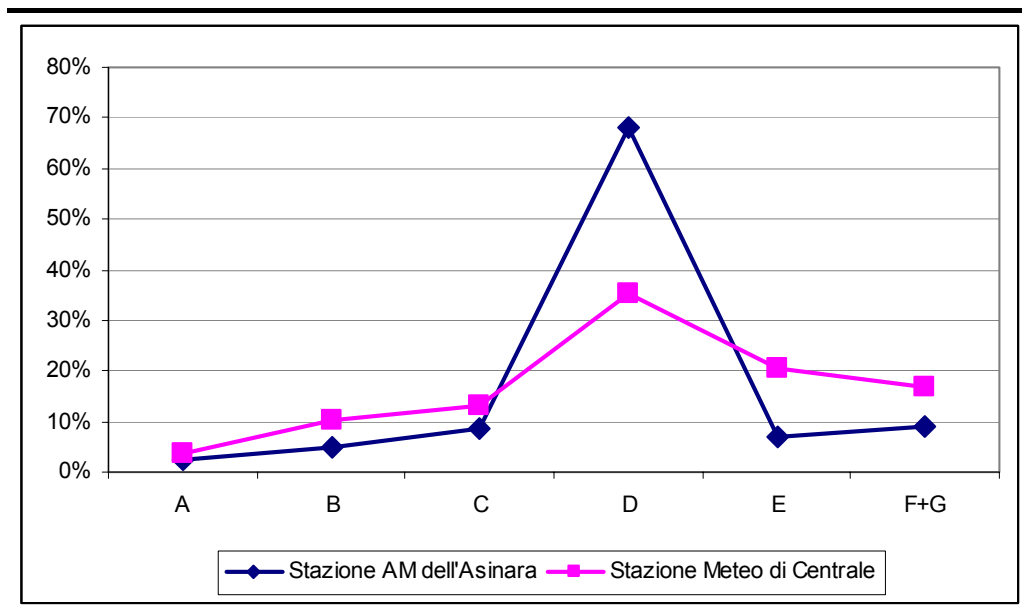
Mesi	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
A	0,17	0,07	0,26	0,29	0,60	0,69	0,62	0,60	0,34	0,10	0,00	0,00	3,75
B	0,63	0,50	0,61	0,89	0,98	1,45	1,26	1,47	1,02	0,89	0,32	0,35	10,37
C	0,70	0,62	1,04	1,20	1,22	1,44	1,58	1,60	1,49	1,17	0,61	0,48	13,16
D	4,22	3,64	3,41	2,60	1,70	1,83	1,78	1,80	2,90	3,45	4,26	3,77	35,37
E	2,32	1,78	2,00	1,46	1,35	1,42	1,27	1,45	1,67	2,13	1,92	1,70	20,46
F+G	1,32	1,49	1,16	1,25	1,47	1,82	1,44	1,90	1,85	1,58	0,72	0,91	16,89
nr dati	4.125	3.561	3.733	3.388	3.222	3.804	3.493	3.883	4.082	4.102	3.445	3.173	44.011

L'andamento annuale mostra il massimo per la categoria D (35% circa), seguito dalla categoria E (20% circa). A livello mensile le categorie instabili (A, B, C) mostrano gli andamenti tipici, con frequenza maggiore nei periodi caldi. Nelle stagioni autunnale e invernale predominano invece le categorie stabili (E, F+G).

Un confronto con i dati climatologici (periodo 1951-1974) di stabilità provenienti dalla stazione AM dell'Asinara, rivela un accordo soddisfacente con i dati di stabilità registrati dalla stazione di *Centrale* nel periodo 1995-2000. Come si ha modo di osservare dalla seguente *Figura 4.2.1.1i*, la distribuzione di frequenza delle classi di stabilità relativa alle due stazioni nei rispettivi periodi di rilevamento presenta lo stesso andamento, con la classe D che manifesta il maggior numero di occorrenze. In termini assoluti, si nota una percentuale di accadimento più bassa della classe D per la stazione di *Centrale* e una corrispondente percentuale più elevata delle altre classi di stabilità. Inoltre, facendo riferimento alla distribuzione della stabilità in funzione di velocità e direzione del vento, si ha modo di osservare che anche per la stazione di *Centrale* in classe D i venti prevalenti sono quelli dai quadranti orientali e occidentali - nord-occidentali, ai quali competono anche le intensità maggiori.

Figura 4.2.1.1i

Distribuzione di Frequenza delle Classi di Stabilità - Confronto tra i Dati della Stazione AM dell'Asinara e i Dati della Stazione di Centrale



4.2.1.2

Stato Attuale della Qualità dell'Aria

La qualità dell'aria nel comprensorio di interesse è il risultato della sovrapposizione dei contributi alle concentrazioni degli inquinanti al suolo derivanti dalle emissioni delle sorgenti presenti e dai processi di trasformazione e dispersione atmosferica cui tali emissioni vanno incontro. Questi processi incidono in misura diversa in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche ed alla distribuzione spaziale delle sorgenti.

Analisi dei Dati Registrati dalla Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

Lo stato attuale della qualità dell'aria nella zona in esame è ben descritto dai rilevamenti effettuati nelle stazioni della Rete della Centrale ENDESA di Fiume Santo.

La rete è costituita da 5 postazioni di rilevamento di parametri chimici e da 1 postazione di rilevamento meteorologico. Nella seguente *Tabella 4.2.1.2a* è descritta la dotazione strumentale di ogni stazione, mentre la loro collocazione spaziale è mostrata in *Figura 4.2.1.2a*.

Tabella 4.2.1.2a **Stazioni RRQA della Centrale di Fiume Santo**

Postazioni		Parametri Rilevati			
Sigla	Località	SO ₂	Polveri	NO _x	Meteo
1	Li Punti	◆	◆	◆	
2	Campanedda	◆	◆	◆	
3	Platamona	◆	◆	◆	
4	Pozzo San Nicola	◆	◆	◆	
5	Stintino	◆	◆	◆	
Meteo	Centrale di Fiume Santo				◆

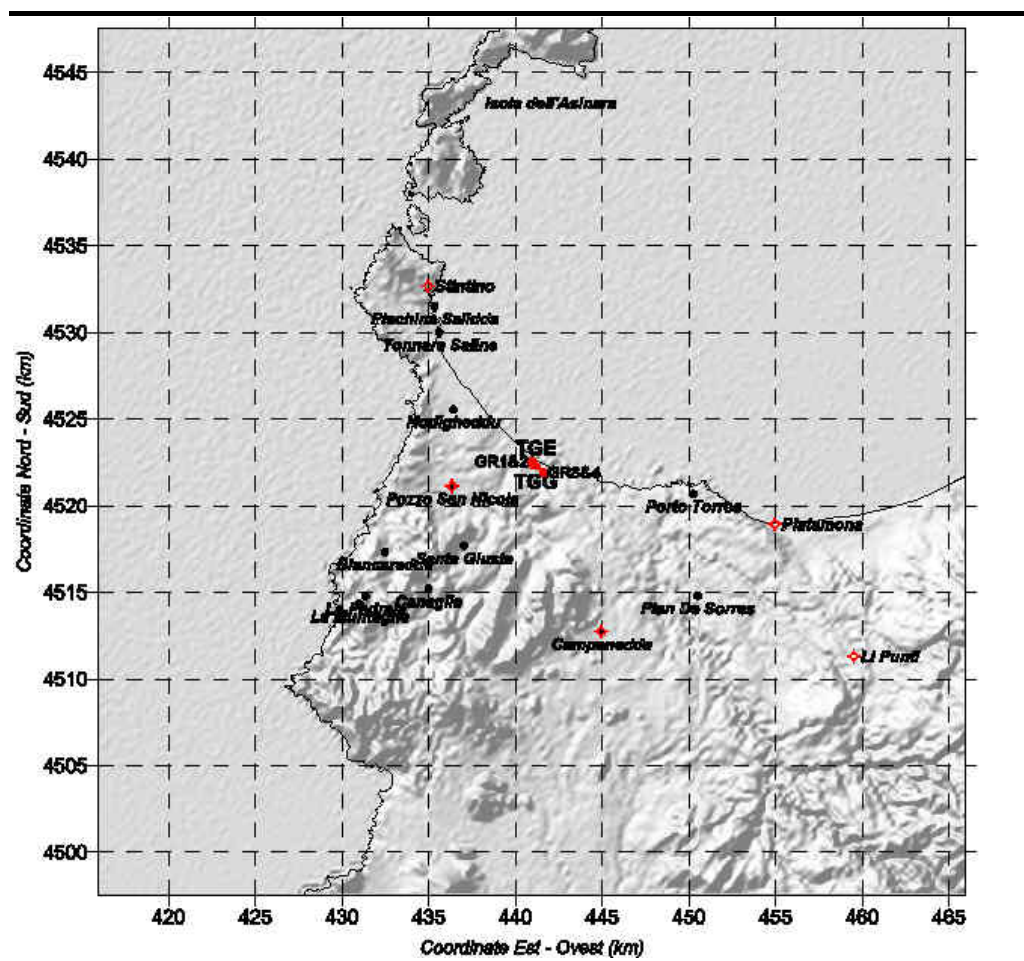
Le postazioni della rete sono ubicate in una fascia del territorio nord occidentale della provincia di Sassari. L'area è di aspetto collinare e larga non più di una decina di chilometri.

La postazione di Stintino è collocata sulla costa, circa 11 km a NW della *Centrale* di Fiume Santo. Le postazioni di Pozzo San Nicola e Campanedda sono prospicienti la zona collinare della Nurra. In particolare, Pozzo San Nicola è ubicata in zona rurale, in una area pianeggiante a circa 5 km ad W dell'impianto ed equidistante dalle due coste, a non più di 2÷3 km da esse; la postazione di Campanedda, anch'essa situata in zona rurale, sorge sul versante meridionale dell'area collinare della Nurra a SE dell'impianto e distante da esso circa 9 km.

La postazione di Li Punti è ubicata in un'area collinare a circa 4 km a NW da Sassari e a circa 19 km a SE dell'impianto.

La postazione di Platamona è situata a circa 16 km ad E dall'impianto e a meno di 2 km dalla costa.

Figura 4.2.1.2a RRQA - Ubicazione Postazioni



I dati orari di SO₂, NO₂ e Polveri della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria di Fiume Santo sono stati analizzati per il periodo 1998 - 2004, quelli di NO_x a partire dall'anno 2000. I parametri statistici sono quindi aggiornati al 2004¹.

I risultati dei rilevamenti eseguiti, valutati in rapporto agli Standard di Qualità dell'Aria (SQA), consentono di formulare un giudizio oggettivo sul grado di inquinamento atmosferico del territorio in esame e, quindi, sul contributo globale delle diverse fonti inquinanti insistenti sul territorio stesso.

Nel seguito si analizzano i dati per i diversi composti richiamando gli aspetti normativi di riferimento fissati sia dal *Decreto Ministeriale n. 60 del 02/04/2002* sia dalla normativa transitoria definita dai *DPCM 28/03/83* e *DPR 203/88*. In particolare, il *DM n. 60 del 02/04/2002* fissa i valori limite, la data entro la quale i limiti devono essere rispettati e il margine di tolleranza², nonché le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo.

¹ I dati grezzi provenienti dalle centraline di misura, che la Centrale invia regolarmente al Presidio Multizonale di Prevenzione (PMP), sono stati validati sulla base delle segnalazioni di malfunzionamento delle postazioni di misura (anch'esse a disposizione del PMP) e le elaborazioni statistiche sono state effettuate a partire dai dati così validati.

² Il *D.Lgs. 351/99* definisce il margine di tolleranza come la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato alle condizioni stabilite dal Dlgs stesso

Biossido di Zolfo (SO₂)

Il DM 60/2002 prevede limiti alle concentrazioni nell'aria ambiente sia per la protezione della salute umana sia per quella degli ecosistemi, come riportato nella seguente Tabella 4.2.1.2b.

Tabella 4.2.1.2b SO₂ - Valori Limite da DM n. 60 del 02/04/02 - Allegato I - Sez. I

Composto		Biossido di zolfo - SO ₂		
Tipo limite		1. Valore limite orario per la protezione della salute umana	2. Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	3. Valore limite per la protezione degli ecosistemi
Periodo di mediazione		1 ora	24 ore	anno civile e inverno (1° ottobre - 31 marzo)
Condizioni applicative		da non superare più di 24 volte per anno civile	da non superare più di 3 volte per anno civile	
Valore limite con margine di tolleranza alle diverse date	19-lug-99	500	-	-
	1-gen-00	500	-	-
	1-gen-01	470	-	-
	19-lug-01	-	-	20
	1-gen-02	440	-	20
	1-gen-03	410	-	20
	1-gen-04	380	-	20
	1-gen-05	350	125	20

NB. Il carattere grassetto corsivo inserito in casella con bordo doppio e fondo colorato, rappresenta il valore limite in coincidenza della data alla quale deve essere raggiunto.

Il DPCM 28/03/83 ed il DPR 203/88 prevedono inoltre per questo inquinante sia valori limite sia valori guida validi su tutto il territorio nazionale e riportati nelle Tabelle seguenti.

Tabella 4.2.1.2c SO₂ - Standard di Qualità dell'Aria (DPCM 28/03/83 e DPR 203/88)

Inquinante	Indice statistico	Valore limite
Biossido di zolfo SO ₂	50° percentile delle medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno (aprile÷ marzo)	80 µg/m ³
	98° percentile delle medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno (aprile÷ marzo). Valore da non superare per più di 3 giorni consecutivi	250 µg/m ³
	50° percentile delle medie di 24 ore rilevate durante il semestre invernale (ottobre÷marzo)	130 µg/m ³

Tabella 4.2.1.2d SO₂ - Standard di Qualità dell'Aria (DPCM 28/03/83 e DPR 203/88)

Inquinante	Indice statistico	Valore guida
Biossido di zolfo SO ₂	media di 24 ore	100÷150 µg/m ³
	media aritmetica delle medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno (aprile÷marzo)	40÷60 µg/m ³

Nella *Tabella 4.2.1.2e*, relativa al periodo 1998-2004, sono riassunte le statistiche dei valori rilevati presso le diverse postazioni della RRQA, e che costituiscono un elemento di valutazione oggettiva dello stato della qualità dell'aria relativamente al biossido di zolfo.

I valori calcolati per gli indici statistici di riferimento mostrano un ampio rispetto dei limiti in tutte le postazioni della Rete di Qualità dell'Aria.

Tabella 4.2.1.2e *SO₂ - Valori di Concentrazione Rilevata e Confronto con i Valori Guida e con i Valori Limite (µg/m³)*

PARAMETRO	CONCENTRAZIONE RILEVATA NEI VARI ANNI (µg/m ³)					RIFERIMENTI NORMATIVI DM 02.04.02. N° 60 (µg/m ³)		
	Li Punti	Campanedda	Platamona	PSNicola	Stintino	Limite transitorio	Limite finale e data di raggiungimento	Limite + margine di tolleranza al 1 gennaio di ciascun anno
SO₂: 98° percentile delle medie di 24 ore								
1.4.97-31.3.98	-	-	-	-	-			
1.4.98-31.3.99	4	3	7	2	3			
1.4.99-31.3.00	3	4	6	1	4			
1.4.00-31.3.01	3	7	5	13	3	250	-	-
1.4.01-31.3.02	15	8	4	9	5			
1.4.02-31.3.03	20	5	8	14	7			
1.4.03-31.3.04	11	3	2	9	8			
SO₂: Mediana delle medie di 24 ore								
1.4.97-31.3.98	-	-	-	-	-			
1.4.98-31.3.99	0	0	1	0	1			
1.4.99-31.3.00	0	0	0	0	1			
1.4.00-31.3.01	2	2	1	1	2	80	-	-
1.4.01-31.3.02	2	2	1	1	2			
1.4.02-31.3.03	2	2	1	1	2			
1.4.03-31.3.04	0	1	0	0	2			
SO₂: Media annuale								
1.1.98 - 31.12.98	1	1	1	0	2			
1.1.99 - 31.12.99	1	1	1	0	1			
1.1.00 - 31.12.00	2	1	1	2	2			
1.1.01 - 31.12.01	2	3	1	3	2	-	20 al 19.7.2001	-
1.1.02 - 31.12.02	5	2	1	2	2			
1.1.03 - 31.12.03	1	1	2	2	3			
1.1.04 - 31.12.04	1	1	1	0	4			
SO₂: Valore orario superato più di 24 volte per anno								
1.1.98 - 31.12.98	29	14	25	14	16			
1.1.99 - 31.12.99	11	16	28	11	12			
1.1.00 - 31.12.00	12	9	14	69	10			500
1.1.01 - 31.12.01	26	25	10	20	9	-	350 al 1.1.2005	470
1.1.02 - 31.12.02	98	11	16	54	8			440
1.1.03 - 31.12.03	20	7	17	29	15			410
1.1.04 - 31.12.04	18	9	8	8	26			380
SO₂: Valore giornaliero superato più di 3 volte per anno								
1.1.98 - 31.12.98	8	4	8	6	8			
1.1.99 - 31.12.99	4	7	9	2	5			
1.1.00 - 31.12.00	4	4	5	49	4			
1.1.01 - 31.12.01	10	12	7	12	5	-	125 al 1.1.2005	-
1.1.02 - 31.12.02	32	6	7	11	7			
1.1.03 - 31.12.03	12	5	13	15	9			
1.1.04 - 31.12.04	6	6	4	6	24			

In base all'articolo 38 del *DM 60/2002*, i limiti fissati dal *DPCM 28/03/83* e dal *DPR 203/88* rappresentano il riferimento normativo fino alla data dell'entrata in vigore delle condizioni stabilite dallo stesso *Decreto Ministeriale*, che per il biossido di zolfo è stata gennaio 2005.

I valori calcolati del 98° percentile e della mediana delle medie giornaliere di SO_2 (*Figura 4.2.1.2b e c*) manifestano nel corso degli anni livelli inferiori ai rispettivi limiti di legge.

Per gli anni esaminati il 98° percentile raggiunge il valore massimo di circa $20 \mu g/m^3$ a Li Punti nel periodo aprile 2002 - marzo 2003, valore inferiore al 10% del limite previsto di $250 \mu g/m^3$.

La mediana, per tutte le postazioni e per tutti gli anni, si mantiene sempre inferiore al previsto limite di $80 \mu g/m^3$; raggiunge infatti il valore massimo di $2,2 \mu g/m^3$ a Campanedda nel periodo aprile 2001 - marzo 2002.

Figura 4.2.1.2b *SO₂ - Andamenti Spaziali del 98° Percentile delle Medie Giornaliere (1 Aprile/31 Marzo), Limite Transitorio (DPCM 28/03/83, DPR 203/88)*

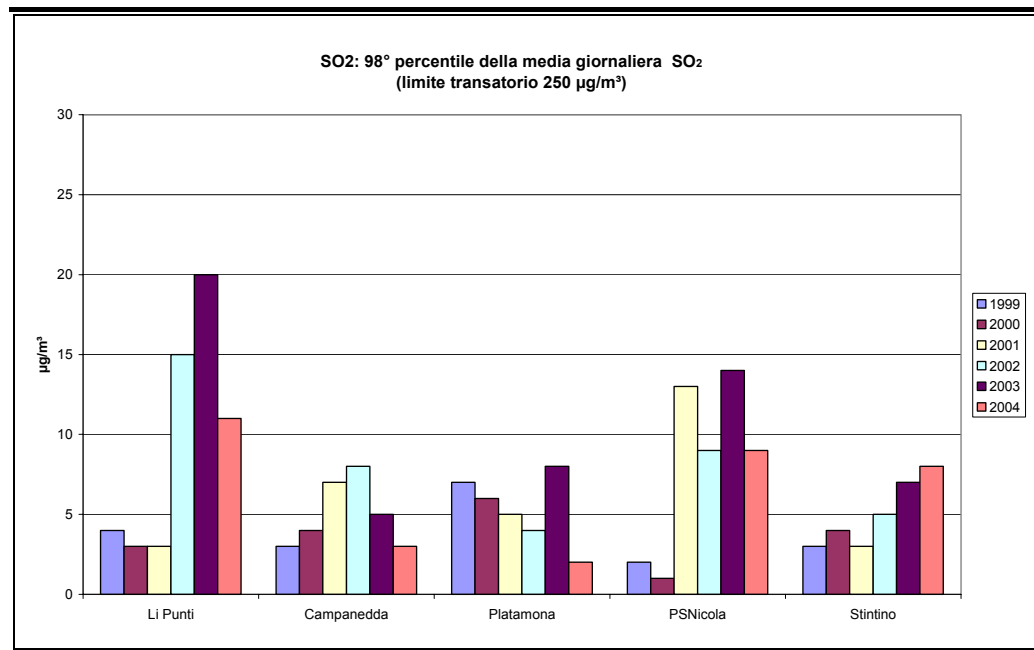
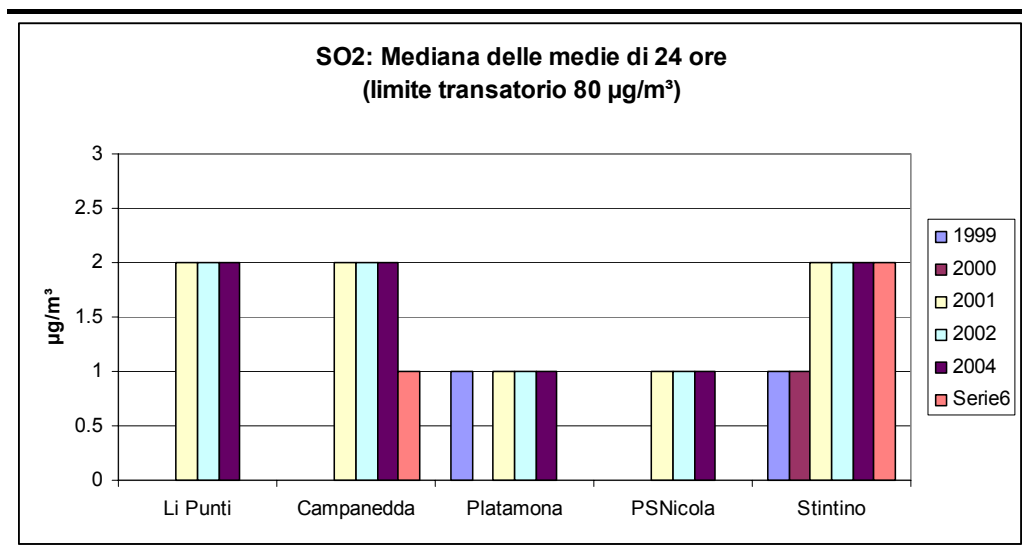


Figura 4.2.1.2c

SO₂ - Andamenti Spaziali - Mediana delle Medie Giornaliere (1 Aprile/31 Marzo), Limite Transitorio (DPCM 28/03/83, DPR 203/88)



I valori calcolati per gli indici statistici introdotti dal *DM 60/2002* evidenziano un buon rispetto dei limiti previsti per il biossido di zolfo (Figure 4.2.1.2d, e ed f).

La media annuale raggiunge il valore massimo di 5,3 µg/m³ nella postazione di Li Punti nel 2002, a fronte del limite previsto a regime nel luglio 2001, pari a 20 µg/m³.

Il valore orario per la protezione della salute umana, da non superare più di 24 volte l'anno, presenta un valore massimo di 98 µg/m³ a Li Punti nel 2002, a fronte di un limite di 350 µg/m³, previsto a gennaio 2005.

Il valore giornaliero per la protezione della salute umana, da non superare più di 3 volte l'anno, presenta un valore massimo di 49 µg/m³ a Pozzo San Nicola nel 2000, a fronte di un limite di 125 µg/m³, previsto per gennaio 2005.

Figura 4.2.1.2d *SO₂ - Andamenti Spaziali per gli Indici Statistici Introdotti dal DM 60/2002 - Media Annuale (Anno Civile)*

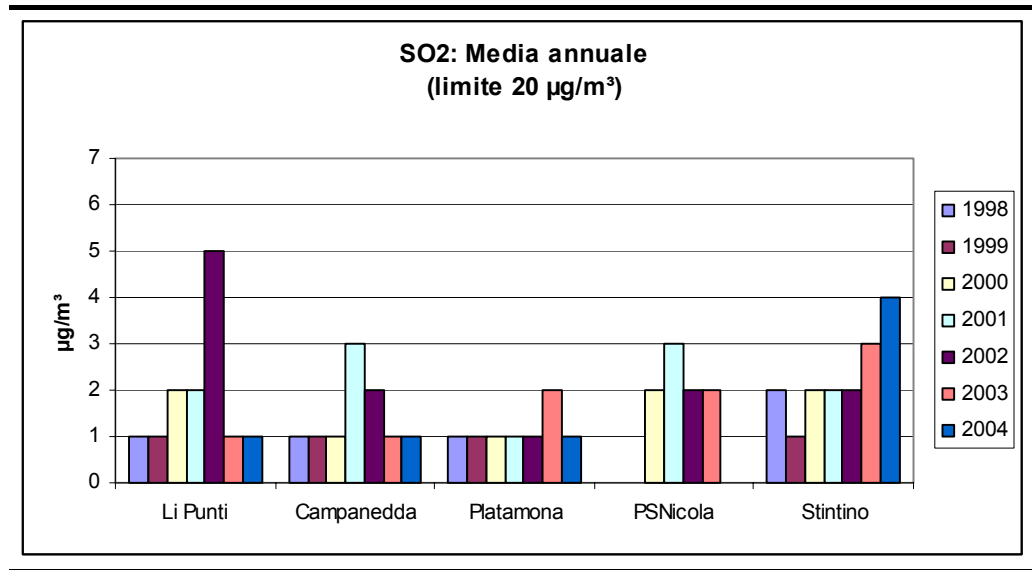


Figura 4.2.1.2e *SO₂ - Andamenti Spaziali per gli Indici Statistici Introdotti dal DM 60/2002 - Valore Orario Superato più di 24 Volte per Anno*

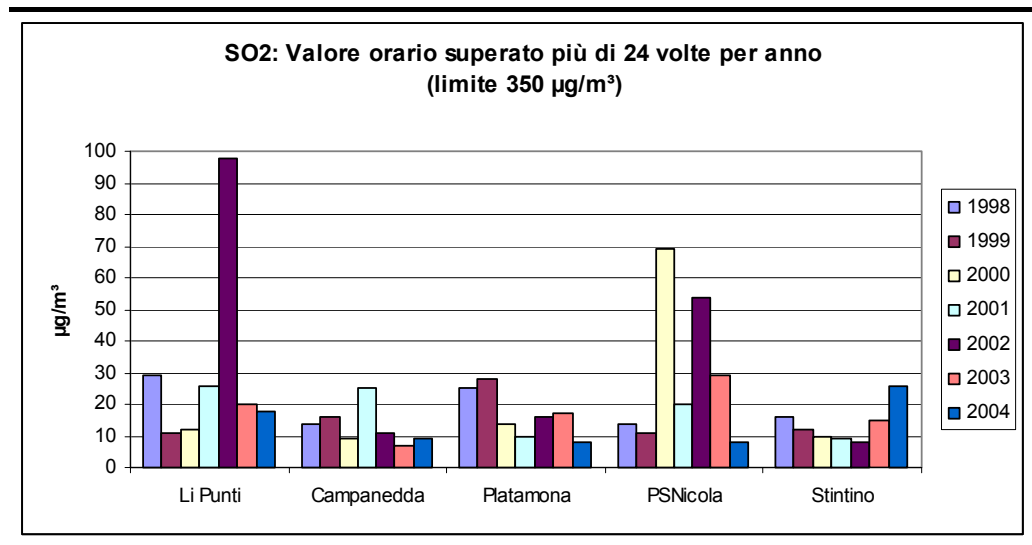
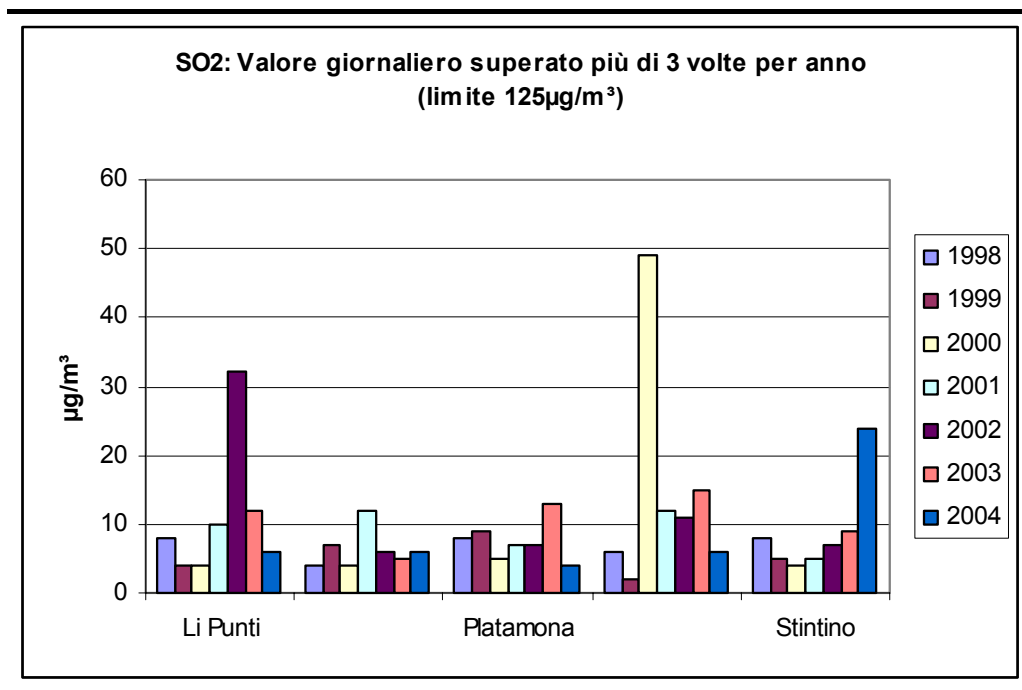


Figura 4.2.1.2f

SO₂ - Andamenti Spaziali per gli Indici Statistici Introdotti dal DM 60/2002 - Valore Giornaliero Superato più di 3 Volte per Anno



Biossido di Azoto (NO₂) e Ossidi di Azoto (NO_x)

Il DM 60/2002 prevede limiti alle concentrazioni nell'aria ambiente sia per il NO₂, ai fini della protezione della salute umana, sia per gli NO_x, al fine della protezione della vegetazione, come riportati nella seguente *Tabella*.

Tabella 4.2.1.2f NO_2 , NO_x - Valori Limite da DM 60/2002 - Allegato II - Sez. I

Composto	Biossido di Azoto NO_2		Ossidi di Azoto NO_x	
	1. Valore limite orario per la protezione della salute umana	2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	3. Valore limite per la protezione della vegetazione ¹	
Tipo limite	1 ora	Anno civile	Anno civile	
Periodo di mediazione	da non superare più di 18 volte per anno civile			
Condizioni applicative				
Valore limite con margine di tolleranza alle diverse date	19-lug-99	300	60	-
	1-gen-00	300	60	-
	1-gen-01	290	58	-
	1-gen-02	280	56	30
	1-gen-03	270	54	30
	1-gen-04	260	52	30
	1-gen-05	250	50	30
	1-gen-06	240	48	30
	1-gen-07	230	46	30
	1-gen-08	220	44	30
	1-gen-09	210	42	30
1-gen-10	200	40	30	

NB. Il carattere grassetto corsivo, in casella con bordo doppio e fondo colorato, rappresenta il valore limite in coincidenza della data alla quale deve essere raggiunto.

Il DPCM 28/03/83 ed il DPR 203/88 prevedono inoltre per questo inquinante sia valori limite sia valori guida validi su tutto il territorio nazionale e riportati nelle Tabelle seguenti.

Tabella 4.2.1.2g NO_2 - Standard di Qualità dell'Aria (DPCM 28/03/83 e DPR 203/88)

Inquinante	Indice statistico	Valore limite
Biossido di azoto NO_2	98° percentile delle medie di 1 ora rilevate nell'arco di un anno (gennaio+dicembre)	200 $\mu g/m^3$

Tabella 4.2.1.2h NO_2 - Standard di Qualità dell'Aria (DPCM 28/03/83 e DPR 203/88)

Inquinante	Indice statistico	Valore guida
Biossido di azoto NO_2	50° percentile delle medie di 1 ora rilevate nell'arco di un anno (gennaio+dicembre)	50 $\mu g/m^3$
NO_2	98° percentile delle medie di 1 ora rilevate nell'arco di un anno (gennaio+dicembre)	135 $\mu g/m^3$

Nella Tabella 4.2.1.2i, relative ai singoli anni dell'intero periodo 1998-2004, sono riassunte le statistiche dei valori rilevati presso le diverse postazioni della RRQA della Centrale di Fiume Santo.

¹ I punti di campionamento destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione dovrebbero essere ubicati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti, o da impianti industriali o autostrade (DM 2 aprile 2002, n°60, Allegato VIII).

Tabella 4.2.1.2i

NO_x, NO₂ - Valori di Concentrazione Rilevata e Confronto con i Valori Guida e con i Valori Limite (µg/m³)

PARAMETRO	CONCENTRAZIONE RILEVATA NEI VARI ANNI (µg/m ³)					RIFERIMENTI NORMATIVI DM 02.04.02. N° 60 (µg/m ³)		
	Li Punti	Campanedda	Platamona	PSNicola	Stintino	limite transitorio	limite finale e dati di raggiungimento	limite + margine di tolleranza al 1 gennaio di ciascun anno
NO₂: 98° percentile delle medie orarie								
1.1.98 - 31.12.98	37	20	29	40	12			
1.1.99 - 31.12.99	48	21	25	26	12			
1.1.00 - 31.12.00	36	15	19	18	13			
1.1.01 - 31.12.01	32	14	17	8	10	200	-	-
1.1.02 - 31.12.02	28	15	19	11	8			
1.1.03 - 31.12.03	22	15	15	18	5			
1.1.04 - 31.12.04	27	13	20	16	4			
NO₂: Valore orario superato più di 18 volte per anno civile								
1.1.98 - 31.12.98	55	42	50	72	21			
1.1.99 - 31.12.99	70	51	54	41	25			
1.1.00 - 31.12.00	53	30	39	27	21			300
1.1.01 - 31.12.01	49	31	36	17	14	-	200 al 1.1.2010	290
1.1.02 - 31.12.02	47	31	35	20	15			280
1.1.03 - 31.12.03	32	30	30	30	7			270
1.1.04 - 31.12.04	43	26	43	29	6			260
NO₂: Media annuale								
1.1.98 - 31.12.98	7	4	6	8	3			
1.1.99 - 31.12.99	10	4	6	5	3			
1.1.00 - 31.12.00	7	3	3	5	4			60
1.1.01 - 31.12.01	7	3	4	1	4	-	40 al 1.1.2010	58
1.1.02 - 31.12.02	7	3	5	2	4			56
1.1.03 - 31.12.03	4	3	3	4	2			54
1.1.04 - 31.12.04	7	3	4	5	1			52
NO_x: Media annuale								
1.1.98 - 31.12.98	-	-	-	-	-			
1.1.99 - 31.12.99	-	-	-	-	-			
1.1.00 - 31.12.00	10	4	7	6	6			
1.1.01 - 31.12.01	10	4	6	4	5	-	30 al 19.7.2001	-
1.1.02 - 31.12.02	9	3	6	3	4			
1.1.03 - 31.12.03	6	3	4	6	2			
1.1.04 - 31.12.04	7	4	4	6	2			

I valori calcolati per gli indici statistici di riferimento per il biossido di azoto mostrano il rispetto dei limiti previsti dalla vigente normativa in tutte le postazioni della RRQA così come i valori calcolati per gli indici statistici degli ossidi di azoto, riferiti alla salvaguardia della vegetazione, validi dal 19 luglio 2001.

Per il biossido di azoto è possibile osservare un ampio rispetto dei valori limiti in tutte le postazioni e per tutti gli indici statistici calcolati. Negli anni è evidenziabile una generale tendenza alla diminuzione del valore degli indici statistici; tale andamento è più evidente per le postazioni di Li Punti, Pozzo San Nicola e, soprattutto per gli indici statistici introdotti dal DM 60/2002, anche per la postazione di Platamona. La postazione di Campanedda

evidenzia un valore pressoché stazionario a partire dal 2000 mentre la postazione di Stintino presenta un andamento decrescente a partire dal 2002. La postazione di Li Punti, in tutti gli anni e per tutti i parametri statistici, mostra i valori più elevati, ad esclusione del valore orario superato più di 18 volte l'anno (valore limite pari a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), che nel 1998 assume il valore massimo a Pozzo San Nicola.

Per il periodo esaminato (1998 - 2004), il 98° percentile del valore orario (Figura 4.2.1.2g) raggiunge il massimo di 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Li Punti nel 1999, a fronte del previsto limite transitorio di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il valore orario superato più di 18 volte l'anno (Figura 4.2.1.2h) assume il valore massimo (pari a 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nella postazione di Pozzo San Nicola nel 1998 e il valore di 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella postazione di Li Punti nel 1999.

La media annuale (Figura 4.2.1.2i) evidenzia un andamento stazionario o leggermente decrescente per tutte le postazioni. Tale indice raggiunge il valore massimo di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella postazione di Li Punti nel 1999 a fronte del limite finale pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da conseguire nel gennaio 2010.

Figura 4.2.1.2g *NO₂ - Andamenti Spaziali del 98° Percentile delle Medie Orarie nell'Arco di un Anno, Limite Transitorio (DPCM 28/03/83, DPR 203/88)*

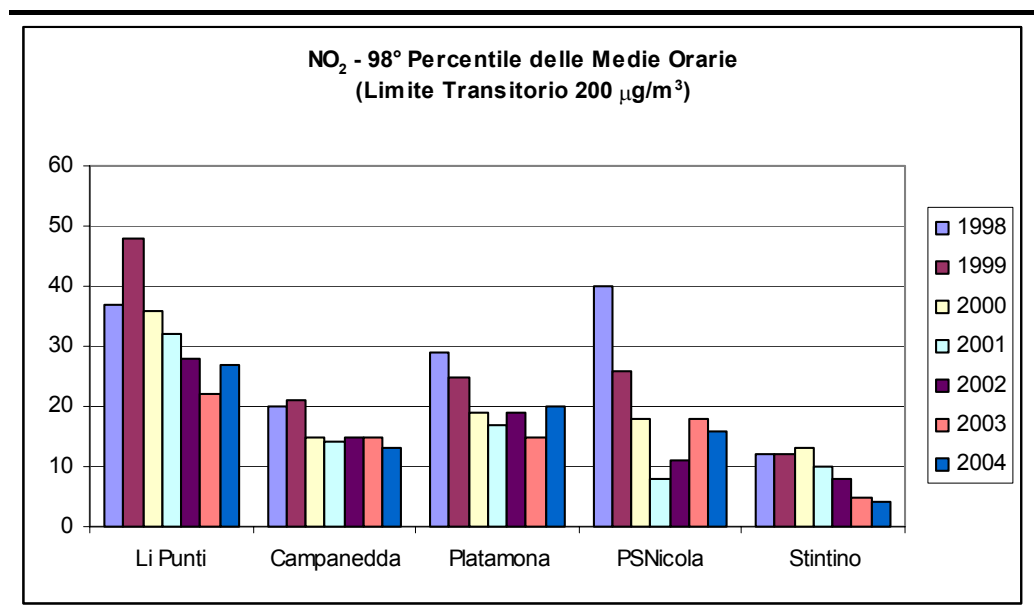


Figura 4.2.1.2h

NO₂ - Andamenti Spaziali per gli Indici Statistici Introdotti dal DM 60/2002 (Valore Orario Superato più di 18 Volte per Anno Civile)

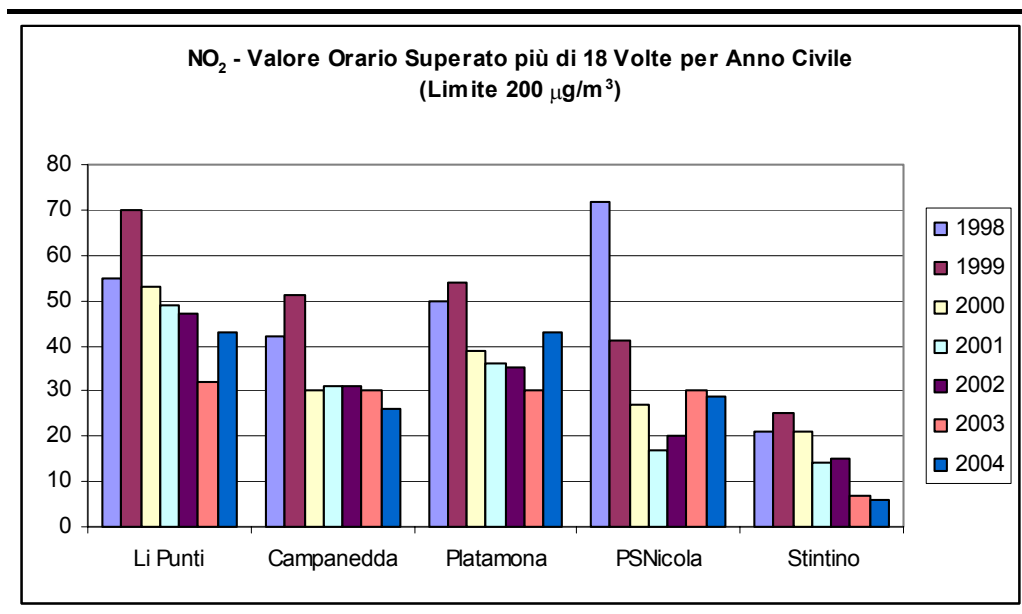
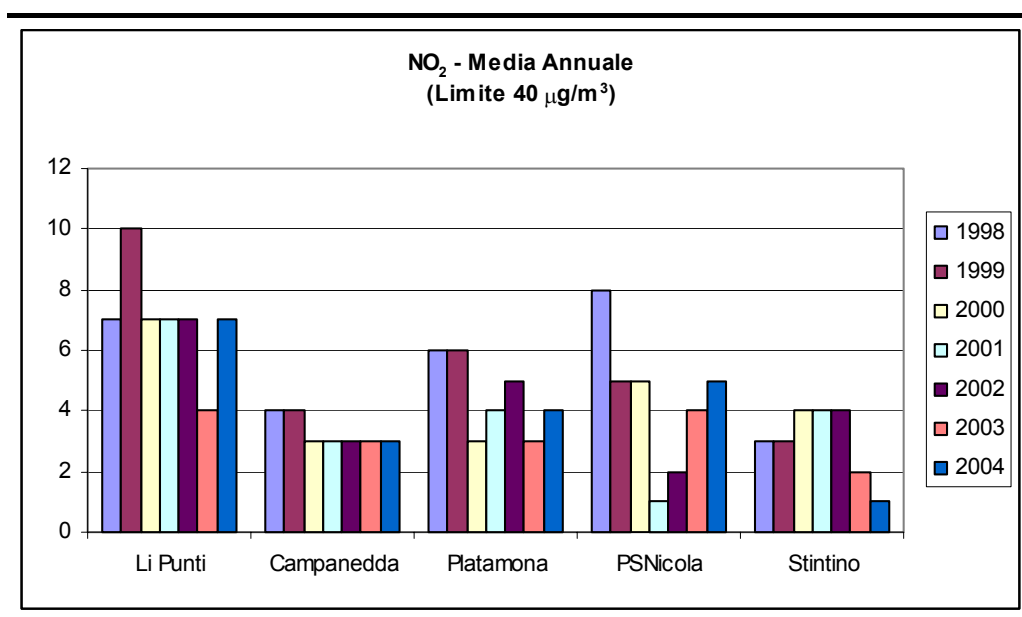


Figura 4.2.1.2i

NO₂ - Andamenti Spaziali per gli Indici Statistici Introdotti dal DM 60/2002 (Media Annuale)

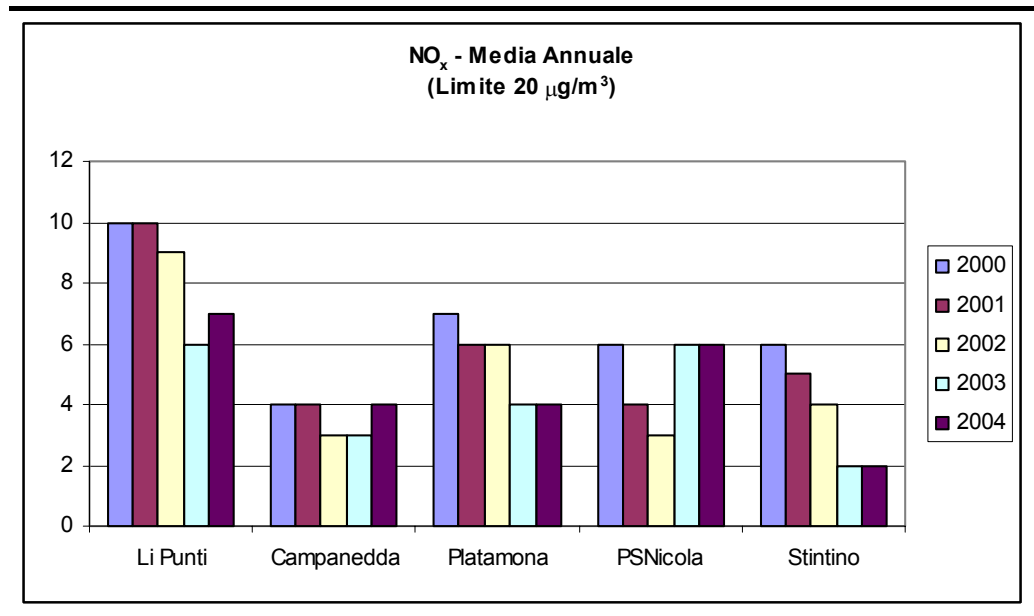


Il valore medio annuale calcolato per gli ossidi di azoto rappresenta il riferimento per la protezione della vegetazione, come introdotto dal DM 60/2002, che a tale proposito definisce l'idoneità dei punti di campionamento in base alla loro distanza dagli agglomerati urbani (> 20 km), o da aree edificate in modo diverso o da impianti industriali o da autostrade (> 5 km).

L'andamento del parametro è stazionario (Campanedda, P.S.Nicola) o decrescente (Li Punti, Platamona e Stintino). L'andamento temporale del

parametro (Figura 4.2.1.2j) per le singole postazioni evidenzia che i valori più elevati sono associati a Li Punti, che comunque dal 2000 al 2002 non ha mai superato i 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 4.2.1.2j *NO_x - Andamenti Spaziali per gli Indici Statistici Introdotti dal DM 60/2002 (Media Annuale)*



Particolato Totale Aerodisperso

Il DM 60/2002 prevede limiti alle concentrazioni nell'aria ambiente per il PM₁₀, mentre il particolato totale è soggetto ai limiti introdotti dal DPCM 28/03/83 e dal DPR 203/88, che prevedono sia valori limite sia valori guida validi su tutto il territorio nazionale, riportati nelle Tabelle seguenti.

Tabella 4.2.1.2j *PTS - Standard di Qualità dell'Aria (DPCM 28/03/83 e DPR 203/88)*

Inquinante	Indice statistico	Valore limite
Particelle Sospese	Media aritmetica delle medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno (aprile÷ marzo)	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	95° percentile delle medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno (aprile÷ marzo)	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 4.2.1.2k *PTS - Standard di Qualità dell'Aria (DPCM 28/03/83 e DPR 203/88)*

Inquinante	Indice statistico	Valore guida
Particelle sospese	media di 24 ore	100÷150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
(metodo dei fumi neri)	media aritmetica delle medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno (aprile÷marzo)	40÷60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

L'analisi degli indici statistici di riferimento per le PTS, riportata nelle *Table* e nelle *Figure* seguenti, mostra, per tutte le postazioni, l'ampio rispetto dei limiti legislativi vigenti con valori stazionari o decrescenti negli anni.

I valori più elevati si riscontrano nei periodi aprile 1998 - marzo 1999 e aprile 1999 - marzo 2000 per le postazioni di Campanedda e Stintino.

Tabella 4.2.1.2l *PTS - Valori di Concentrazione Rilevata e Confronto con i Valori Guida e con i Valori Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*

PARAMETRO	CONCENTRAZIONE RILEVATA NEI VARI ANNI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					RIFERIMENTI NORMATIVI DM 2.4.02. n° 60 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Li Punti	Campanedda	Platamona	PSNicola	Stintino	Limite transitorio	Limite finale e dati di raggiungimento	Limite + margine di tolleranza al 1 gennaio di ciascun anno
<i>PTS: 95° percentile delle medie di 24 ore</i>								
1.4.97-31.3.98	-	-	-	-	-			
1.4.98-31.3.99	51	102	49	48	41			
1.4.99-31.3.00	50	89	54	35	94	300	-	-
1.4.00-31.3.01	26	22	23	23	19			
1.4.01-31.3.02	55	11	17	25	45			
1.4.02-31.3.03	56	36	54	36	33			
1.4.03-31.3.04	47	35	48	45	38			
<i>PTS: Media aritmetica delle medie di 24 ore</i>								
1.4.97-31.3.98	-	-	-	-	-			
1.4.98-31.3.99	26	42	30	31	19			
1.4.99-31.3.00	26	37	36	21	31	150	-	-
1.4.00-31.3.01	16	14	21	18	14			
1.4.01-31.3.02	44	7	10	16	28			
1.4.02-31.3.03	36	18	29	21	21			
1.4.03-31.3.04	26	20	27	26	22			

Per meglio evidenziare i dati tabulati, di seguito sono riportati gli andamenti spaziali degli indici calcolati nel periodo 1998 - 2003 (*Figura 4.2.1.2k e l*). Da essi è possibile osservare che per le polveri i valori più elevati del 95 percentile delle medie giornaliere sono associati alla postazione di Campanedda nei periodi aprile 1998 - marzo 1999 e aprile 1999 - marzo 2000.

Figura 4.2.1.2k

PTS - Andamenti Spaziali del 95° Percentile delle Medie Giornaliere (1 aprile/31 marzo), Limite Transitorio (DPCM 28/03/83 e DPR 203/88)

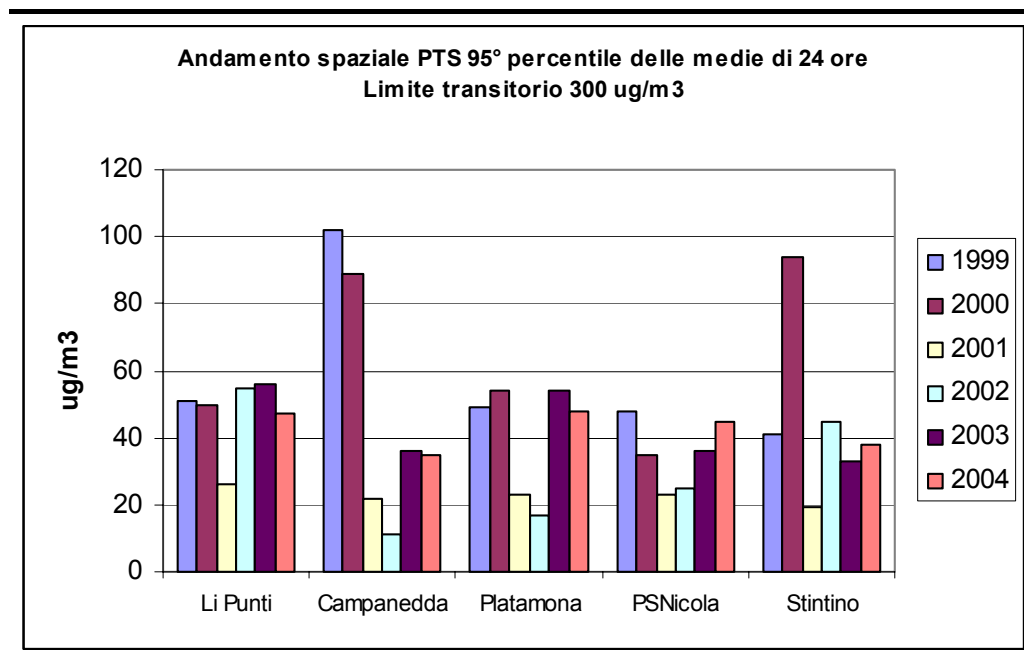
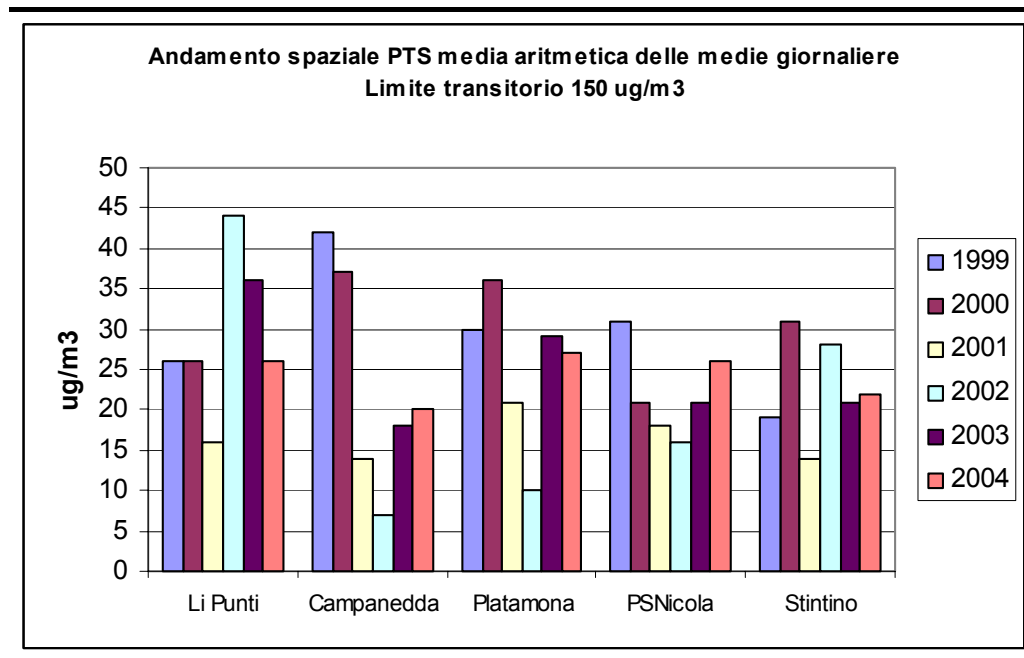


Figura 4.2.1.2l

PTS - Andamenti Spaziali della Media Aritmetica delle Medie Giornaliere (1 aprile/31 marzo), Limite Transitorio (DPCM 28/03/83, DPR 203/88)



PM₁₀

Le postazioni di misura non sono predisposte al monitoraggio delle concentrazioni di questo inquinante, tuttavia una valutazione preliminare del rispetto dei limiti introdotti dal DM 60/2002 per il PM₁₀ può essere fatta

calcolando i parametri statistici definiti dal Decreto stesso sulla base dei dati di particolato totale misurato nelle postazioni della RRQA. Ciò equivale a trattare i dati orari di polveri totali come se fossero PM₁₀ e a valutarne i rispettivi indici statistici definiti dal DM 60/2002. Se tali indici calcolati risultano inferiori ai limiti di legge, se ne può dedurre anche il rispetto dei limiti per il PM₁₀, particolare classe di polveri caratterizzata da particelle con diametro inferiore ai 10 µm e compresa in quella più ampia delle polveri totali.

Nel seguito si analizzano i dati richiamando gli aspetti normativi di riferimento fissati dal DM 60/2002 in riferimento al solo PM₁₀ (Tabella 4.2.1.2m). In particolare, il Decreto fissa i valori limite, la data entro la quale i limiti devono essere rispettati ed il relativo margine di tolleranza¹, nonché le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo.

Tabella 4.2.1.2m *PM₁₀ - Valori Limite da DM 60/2002, Allegato III*

Composto	Materiale Particolato (PM ₁₀)			
	Fase I		Fase II (*)	
Tipo Limite	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Valore limite per la protezione della salute umana	Valore limite annuale per la protezione della salute umana
Periodo Mediazione	24 ore	Anno civile	24 ore	Anno civile
Condizioni Applicative	Da non superare più di 35 volte l'anno		Da non superare più di 7 volte l'anno	
19-lug-99	75	48	-	-
1-gen-00	75	48	-	-
1-gen-01	70	46,4	-	-
1-gen-02	65	44,8	-	-
1-gen-03	60	43,2	-	-
1-gen-04	55	41,6	-	-
1-gen-05	50	40	(**)	30
1-gen-06	50	40	(**)	28
1-gen-07	50	40	(**)	26
1-gen-08	50	40	(**)	24
1-gen-09	50	40	(**)	22
1-gen-10	50	40	50	20

(*) Valori limite indicativi da rivedere con successivo decreto sulla base della futura normativa comunitaria

(**) Da stabilire in base ai dati, in modo che sia equivalente al valore limite della Fase I

N.B. Il carattere grassetto corsivo in casella con fondo colorato rappresenta il valore limite in coincidenza della data alla quale deve essere raggiunto

Nella seguente Tabella 4.2.1.2n, relativa al periodo 1998-2004, sono riassunte le statistiche dei valori rilevati per le polveri totali presso le diverse postazioni della RRQA elaborate rispetto agli standard previsti dal DM 60/2002, ipotizzando che le misure orarie siano riferite al solo PM₁₀. I valori calcolati per gli indici statistici di riferimento mostrano un ampio rispetto dei limiti in tutte le postazioni della RRQA.

¹ Il D.Lgs. 351/99 definisce il margine di tolleranza come la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato alle condizioni stabilite dal D.Lgs. stesso

Tabella 4.2.1.2n *PM₁₀ - Valori di Concentrazione Rilevata e Confronto con i Valori Guida e con i Valori Limite (µg/m³)*

Anno	Concentrazione Rilevata					Riferimenti DM 60/2002	
	Li Punti	Campanedda	Platamona	P. S. Nicola	Stintino	Limite finale e data di raggiungimento	Limite + margine di tolleranza al 1 gennaio di ciascun anno
Media Annuale - Fase I							
1998	26	39	27	32	20		
1999	26	41	37	24	20		
2000	23	28	28	24	34		48
2001	28	16	22	17	25	40 µg/m ³ al 01/01/2005	46,4
2002	41	15	21	19	22		44,8
2003	27	21	30	28	22		43,2
2004	33	24	30	20	26		41,6
Valore Giornaliero Superato 35 Volte in un Anno - Fase I							
1998	45	77	41	46	34		
1999	42	69	51	37	28		
2000	39	41	42	30	70		75
2001	45	36	38	27	45	50 µg/m ³ al 01/01/2005	70
2002	55	29	35	26	35		65
2003	43	31	41	41	30		60
2004	61	44	48	30	40		55

I valori calcolati per gli indici statistici introdotti dal DM 60/2002 evidenziano un buon rispetto dei limiti previsti per il PM₁₀.

La media annuale raggiunge il valore massimo di 41 µg/m³ nella postazione di Campanedda nel 1999 ed in quella di Li Punti nel 2002, a fronte di un limite di 44,8 µg/m³ (limite a regime + margine di tolleranza) per l'anno 2002.

Il valore giornaliero per la protezione della salute umana, da non superare più di 35 volte nell'arco di un anno raggiunge il valore massimo (77 µg/m³) nel 1998 a Campanedda. A partire dal 2000, anno in cui sono entrati in vigore i nuovi limiti, il valore del limite sommato al previsto margine di tolleranza viene sempre rispettato: nel 2000, a fronte di un limite di 75 µg/m³, il valore più elevato per lo standard si è registrato a Stintino ed è pari a 70 µg/m³ e nel 2002, a fronte di un limite di 65 µg/m³, il valore massimo per lo standard si è verificato a Li Punti con una concentrazione di 55 µg/m³. L'unico evento di superamento dei limiti di legge (55 µg/m³) è stato rilevato presso la postazione Li Punti (61 µg/m³) nell'anno 2004.

Il valore calcolato per gli standard di qualità dell'aria del PM₁₀, rafforzato dall'aspetto cautelativo dell'ipotesi assunta per il calcolo di tali standard - cioè l'ipotesi che i dati orari relativi alle polveri totali misurati nelle postazioni delle rete Endesa siano riferiti a PM₁₀, particolare classe di polveri caratterizzata da particelle con diametro inferiore ai 10 µm e compresa in quella più ampia delle polveri totali - permette di affermare anche per il PM₁₀ il rispetto per tutte le postazioni dei limiti legislativi vigenti.

4.2.1.3

Bibliografia

AQMD -The South Coast Air Quality Management District, *Off road Mobile Source Emission Factor (Scenario2005-2020)*,

<http://www.aqmd.gov/ceqa/handbook/offroad/offroad.html>.

Carslaw D.C.e Beevers S.D., Development of an urban inventory for road transport emissions of NO₂ and comparison with estimates derived from ambient measurements, *Atmospheric Environment*, Volume 39, pag.2049-2059, Elsevier, 2005.

Endesa, Dichiarazione Ambientale - Centrale Termoelettrica Fiume Santo, 2005.

Finzi G. et Alii, *Gestione della qualità dell'aria*, McGraw-Hill, 2000.

Gouriou F. et alii, *On-road measurements of particle number concentrations and size distributions in urban and tunnel environments*, *Atmospheric Environment*, Volume 38, pag. 2831- 2840, Elsevier, 2004.

Mennella C., *Il clima d'Italia* , F.lli Conte Editori, Napoli, 1973.

Ntziachristos L et alii, *Modelling of diesel exhaust aerosol during laboratory sampling*, *Atmospheric Environment*, Volume 39, pag.1335-1345, Elsevier, 2005.

Ntziachristos L. e Samaras Z., *COPERT III Computer programme to calculate emissions from road transport*, Rapporto tecnico, Agenzia Europea Dell'Ambiente, 2000.

Pinna, *L'atmosfera e il clima*, - UTET, Torino, 1978.

Scire J. S. et alii, *A user's guide for the Calpuff dispersion model*, Earth Tech, 2000.

U.S. EPA - AP42, *Compilation of air pollutant emission factors*, volume 1, capitolo 11, quinta edizione.

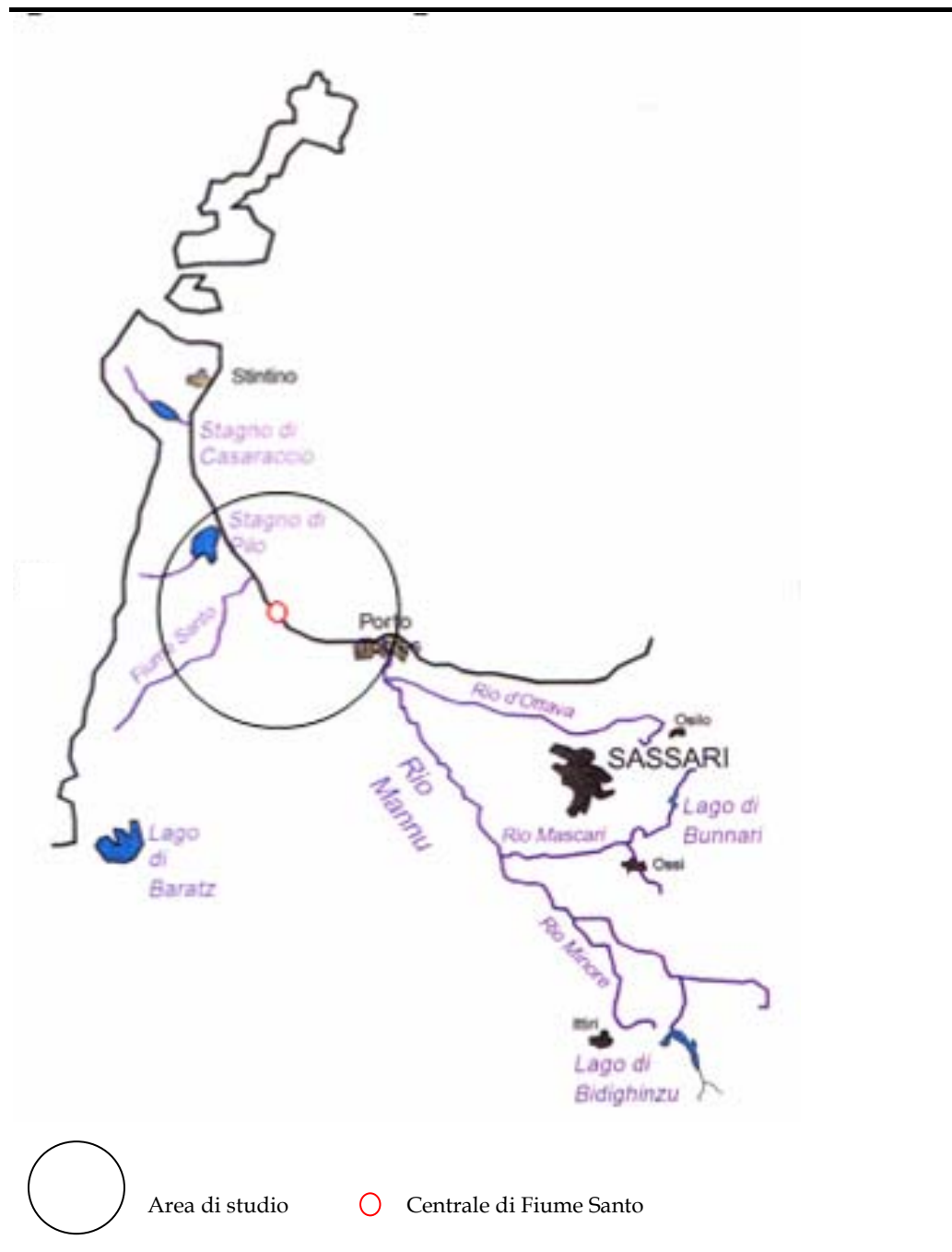
4.2.2

Ambiente Idrico

Nel territorio in esame l'ambiente idrico superficiale è costituito in misura prevalente dall'ambiente marino costiero del Golfo dell'Asinara e della costa occidentale della penisola di Stintino, ed in misura minore dall'ambiente acquatico continentale rappresentato da stagni costieri e dal reticolo idrografico superficiale (*Figura 4.2.2a*).

Figura 4.2.2a

Reticolo Idrografico Principale dell'Area Vasta



4.2.2.1

Ambiente Marino Costiero

La caratterizzazione dello stato di qualità delle acque marine nel tratto compreso tra Stintino e Porto Torres è stata eseguita sulla base di due campagne di monitoraggio; la prima realizzata nel periodo 1996-1999 dal Ministero dell'Ambiente e del Territorio in convenzione con le Regioni costiere italiane ed i cui dati sono stati elaborati in collaborazione con l'ICRAM (Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare), la seconda realizzata nel periodo 2000-2001 nell'ambito del progetto "INTERREG2" della Provincia di Sassari per la creazione di un servizio di

monitoraggio sistematico di qualità dell'ambiente marino costiero del Nord-Sardegna.

Il piano di monitoraggio, realizzato nel triennio 1996-1999, si è in realtà concluso nel 2000 e, nel tratto in esame, ha interessato punti di campionamento posti a 500 e 3.000 m dalla costa, lungo una colonna d'acqua compresa tra la superficie e 120 m di profondità, in corrispondenza dei transetti di Stintino, Tonnara - Stagno di Pilo e Porto Torres.

La campagna della Provincia di Sassari, nel periodo 2000-2001, prende in esame la linea di costa da Alghero a Olbia, circa 300 km, e ne caratterizza i parametri idrologici (pH, temperatura, salinità, ossigeno disciolto, torbidità e fluorescenza), lo stato trofico e la qualità microbiologica.

Le caratteristiche oceanografiche ed ecologiche dell'area sono il risultato di una serie di fattori, quali:

- apporti di massa e di inquinanti da terra;
- circolazione del bacino tirrenico settentrionale e del bacino alghero-provenzale, nonché gli scambi tra essi;
- morfologia costiera;
- morfologia dei fondali;
- condizioni meteo-marine;
- condizioni climatiche.

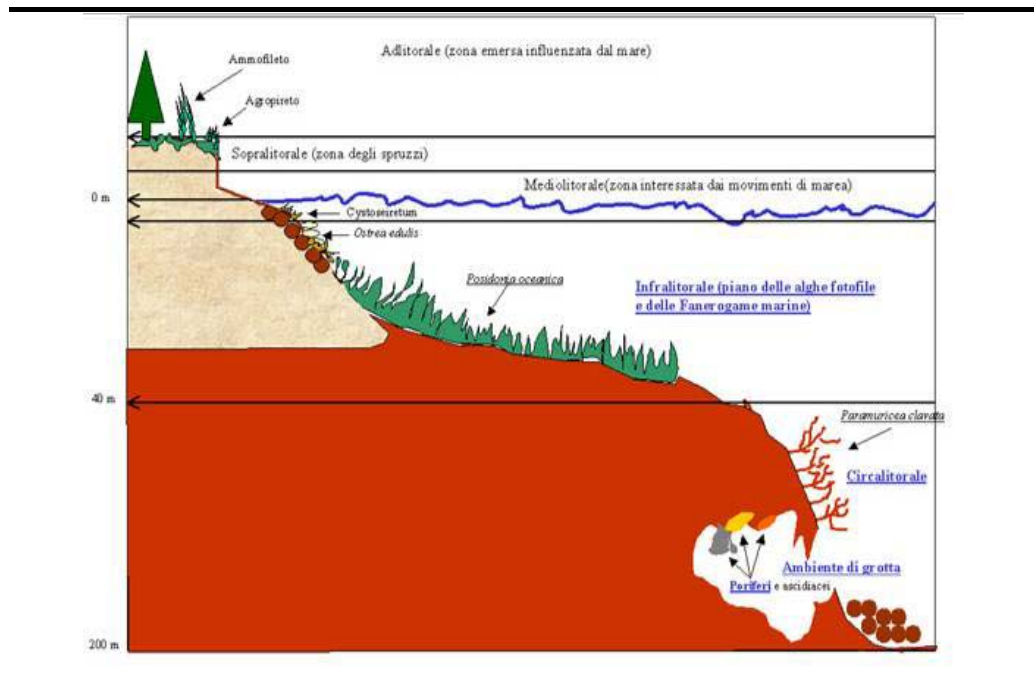
I fondali sono caratterizzati dalla presenza delle comunità bentoniche tipiche del Mediterraneo sia di substrato duro che di substrato molle. Secondo la suddivisione in piani del dominio bentonico (Peres e Piccard 1963, *Figura 4.2.2.1a*) si riconoscono alcuni biocenosi tipiche:

- il piano mesolitorale, compreso tra il limite massimo ed il limite minimo della zona intertidale, ha uno sviluppo verticale ridotto per la presenza basse escursioni di marea. Le biocenosi presenti alternano periodi di immersione a periodi di emersione e sono quindi sottoposte a forti stress termoalini. Vi si possono riconoscere le specie tipiche dell'aggruppamento del *Lithophylletum* in cui dominano le alghe coralline;
- il piano infralitorale, caratterizzato dalla zona superiore ricca di luce e sempre sommersa, dove sono riconoscibili le associazioni legate al *Cystoseiretum* (nel sottopiano superiore dove maggiore è la luce presente) e alla prateria di *Posidonia* (nel sottopiano inferiore);
- continuando in profondità, via via che l'ambiente diviene sciafalo si possono individuare le biocenosi tipiche del circolitorale mediterraneo, appartenenti all'ambiente del Coralligeno, dove riescono ad insediarsi solamente le alghe che necessitano di poca luce per vivere e dove la componente animale della comunità prende il sopravvento su quella vegetale.

I diversi piani hanno un grado diverso di sviluppo a seconda della morfologia del fondale dell'area di appartenenza.

Nel tratto più interno del Golfo dell'Asinara, caratterizzato da profondità non troppo elevate (attorno ai 50 - 80 m) e da fondali di tipo sabbioso, il piano infralitorale presenta un'ampia estensione e la prateria di *Posidonia* domina ampiamente su gli altri ecotipi.

Figura 4.2.2.1a *Modello di Zonazione di Jean-Marie Peres e Jacques Piccard Applicato alla Costa Sarda*



Parametri Idrologici

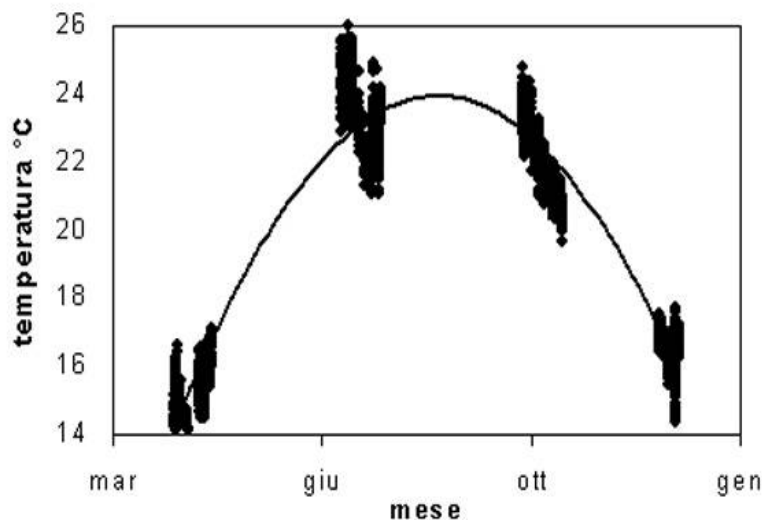
Temperatura

Nelle Figure 4.2.2.1b e 4.2.2.1c sono riportati i risultati dei sei step di misura eseguiti a cadenze bimestrali nell'anno 2000.

L'andamento delle medie mensili di temperatura mostra per entrambi i versanti, occidentale e orientale, un incremento costante, da valori intorno a 14 °C (media da gennaio a marzo) fino ai massimi di 25 °C registrati in agosto.

Figura 4.2.2.1b

Andamenti Mensili della Temperatura (Campagna 2000)



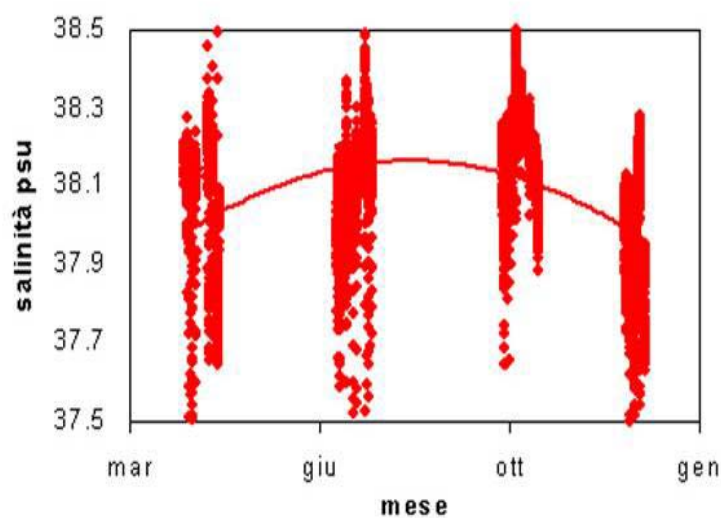
Salinità

Le Figure 4.2.2.1d e 4.2.2.1e riportano i risultati della campagna di misura del 2000.

Dalla Figura 4.2.2.1d si nota come tutte le misure sono comprese tra un valore minimo di 37,5 psu e un valore massimo di 38 psu. Nel complesso, gli andamenti delle salinità sono molto simili. In entrambi i versanti, le medie mensili di questo parametro mostrano due picchi relativi ai mesi di maggio e ottobre.

Figura 4.2.2.1d

Andamento Mensile della Salinità (Campagna 2000)



Ossigeno Disciolto

Nelle *Figure 4.2.2.1f* e *4.2.2.1g* si riportano i risultati della campagna 1996-1999 relativi all'ossigeno disciolto nei transetti a 500 e 3000 m; espresso come % di saturazione, l'O₂ mostra un andamento medio intorno al 100% per Stintino e Stagno di Pilo-Tonnara, mentre il transetto di Porto Torres rivela valori medi appena inferiori.

D'altra parte, tenendo presenti le caratteristiche generali di oligotrofia dei sistemi costieri della regione Sardegna, per spiegare i valori puntuali di saturazione che spesso eccedono il 110% in molte località (cfr. i diagrammi con le distribuzioni dei dati di ossigeno per singola stazione di misura) è necessario sottolineare anche il ruolo rilevante delle praterie a *Posidonia*, diffuse per ampi tratti lungo le coste dell'isola, nel mantenere elevato il tenore di ossigeno nella colonna d'acqua.

Figura 4.2.2.1f **Distribuzione dei Dati della % di Ossigeno Disciolto (Campagna 1996-1999)**

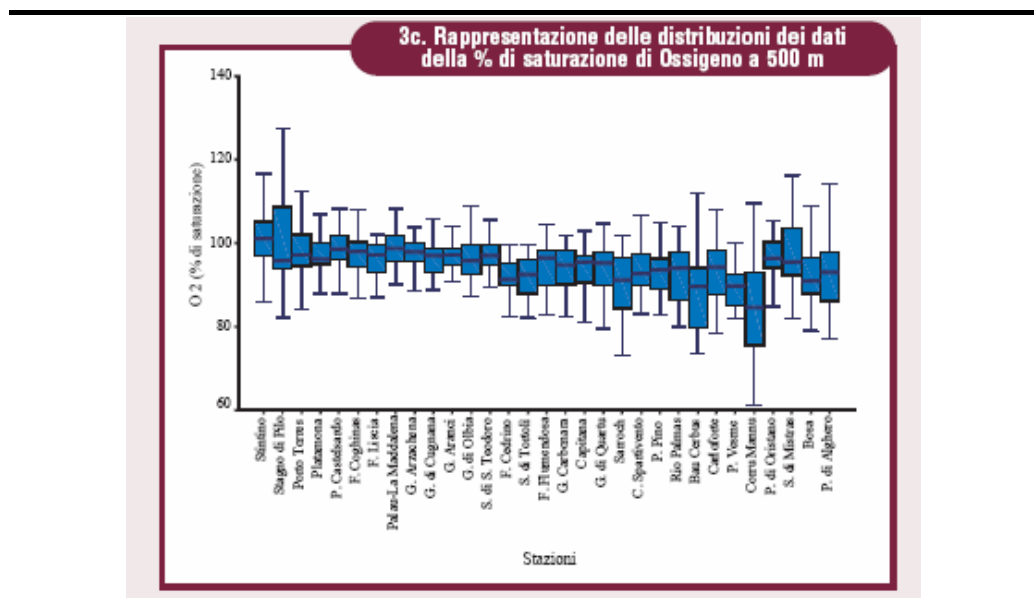
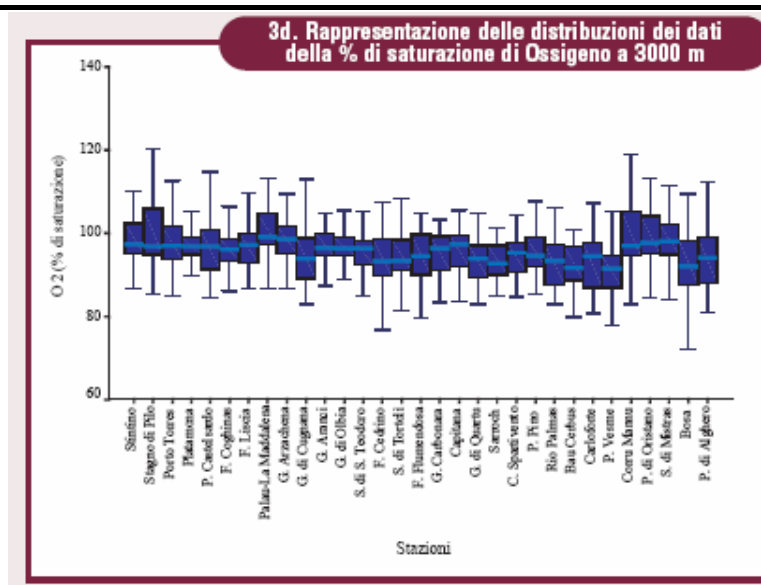


Figura 4.2.2.1g

Distribuzione dei Dati della % di Ossigeno Disciolto (Campagna 1996-1999)



La Figura 4.2.2.1h riporta l'andamento dell'ossigeno disciolto durante i sei step di misura della campagna del 2000.

Trasparenza

In riferimento alle Figure 4.2.2.1i e 4.2.2.1j si nota come le acque antistanti l'area di Stintino (transetto a 500 m) risultino mediamente più trasparenti, con valori di trasparenza che raggiungono i 20 m, mentre per i transetti di Porto Torres e Stagno di Pilo, causa la vicinanza a siti industriali, la trasparenza si aggira su valori inferiori che oscillano tra 5 e 10 m.

La situazione si rende omogenea per i tre transetti considerati alla distanza di 3000 m dove il valore medio di trasparenza è circa 20 m.

Figura 4.2.2.1i *Distribuzione dei Dati della Trasparenza (Disco Secchi)*

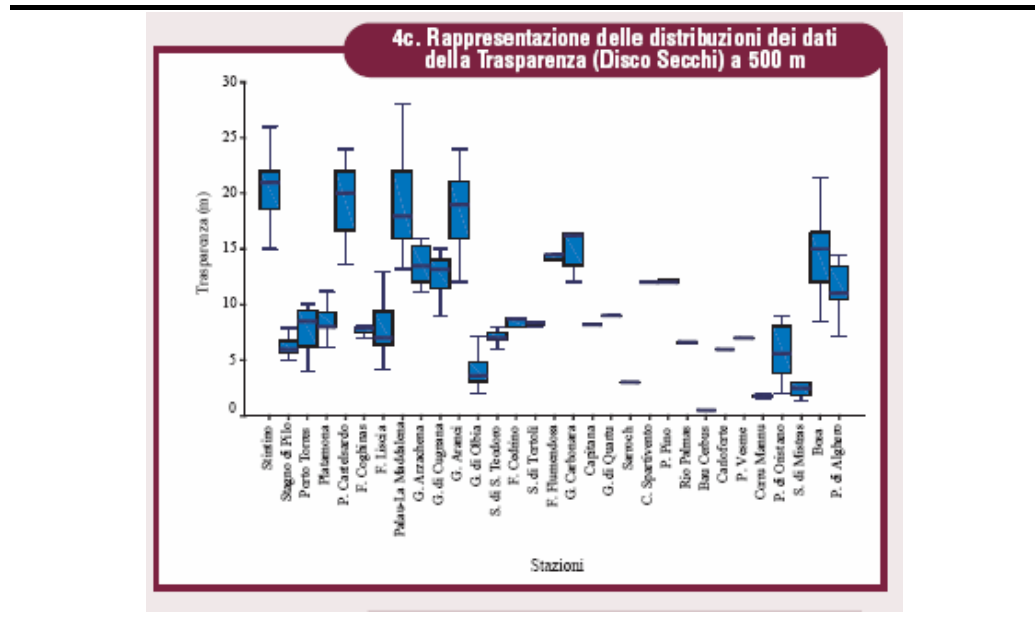
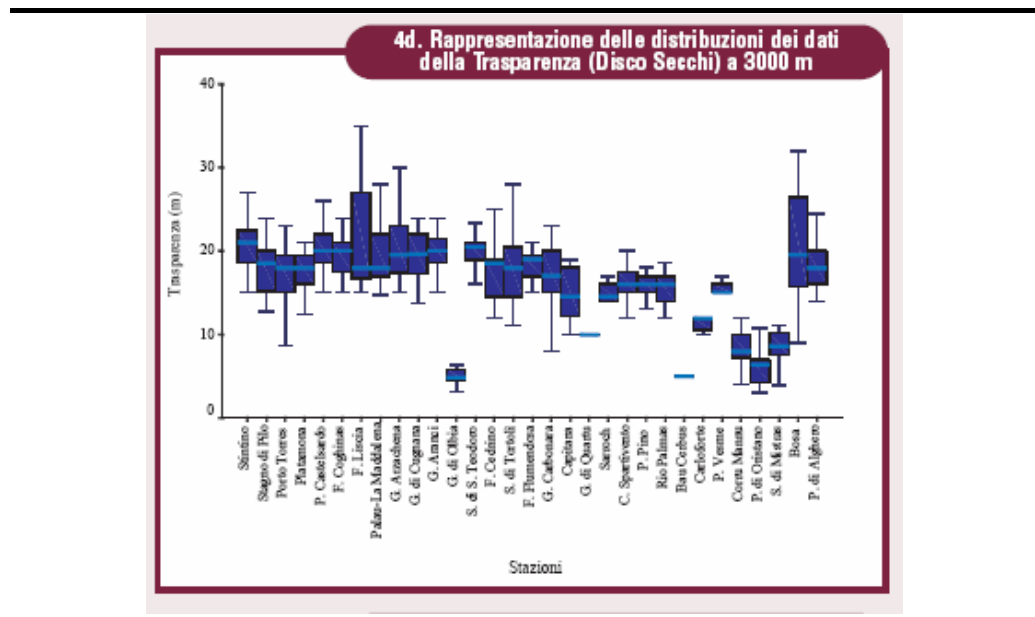


Figura 4.2.2.1j *Distribuzione dei Dati della Trasparenza (Disco Secchi)*



Stato Trofico

In base all'allegato I al D. Lgs. 152/99 (così come modificato dal Dlgs. 258/00) per la valutazione dello stato di qualità ambientale delle acque marine costiere viene calcolato l'indice trofico sulla base dei parametri macrodescrittori secondo la formula di seguito riportata (tabella 16 dell'allegato I al Dlgs. 152/99):

$$\text{Indice trofico} = [\text{Log}_{10}(\text{Cha} \cdot D\%O \cdot N \cdot P) + 1,5] / 1,2$$

Cha = clorofilla "a" ($\mu\text{g}/\text{l}$)

$D\%O$ = ossigeno disciolto come deviazione % assoluta dalla saturazione ($100 - O_2 D\%$)

P = Fosforo totale ($\mu\text{g}/\text{l}$)

$N = N - (\text{NO}_3 + \text{NO}_2 + \text{NH}_3)$ ($\mu\text{g}/\text{l}$)

Nell'ambiente marino costiero della Sardegna settentrionale le concentrazioni dei principali nutrienti disciolti nella colonna d'acqua sono mediamente basse ed il loro andamento lungo l'arco dell'anno fa sì che essi diminuiscano leggermente in estate, quando la stratificazione termica della colonna raggiunge il suo massimo, mentre aumentano nel periodo invernale; ciò è probabilmente dovuto ad una minore richiesta di nutrienti da parte della biomassa durante la stagione fredda.

Dal confronto dei valori medi delle concentrazioni dei principali nutrienti disciolti nelle acque con dati di bibliografia emerge un sostanziale allineamento con i valori pregressi e di ambienti oligotrofici. Le zone sottoposte ad un maggiore impatto antropico come Alghero, Porto Torres e Olbia mostrano valori mediamente più alti, comunque notevolmente inferiori ai valori riscontrati in aree meso ed eutrofiche.

Nutrienti

Nelle *Figure 4.2.2.1k* e *4.2.2.1l* le stazioni settentrionali da Stintino a Golfo Aranci presentano i valori di concentrazione dei nitrati contenuti, con distribuzioni dei dati per lo più inferiori al limite di $0,5 \mu\text{mol}/\text{l}$.

A 3.000 m dalla costa, invece, le mediane delle distribuzioni relative a quasi tutte le stazioni costiere settentrionali e orientali risultano inferiori a $0,3 \mu\text{mol}/\text{l}$.

Figura 4.2.2.1k *Distribuzione dei Dati dei Nitrati (Campagna 1996 - 1999)*

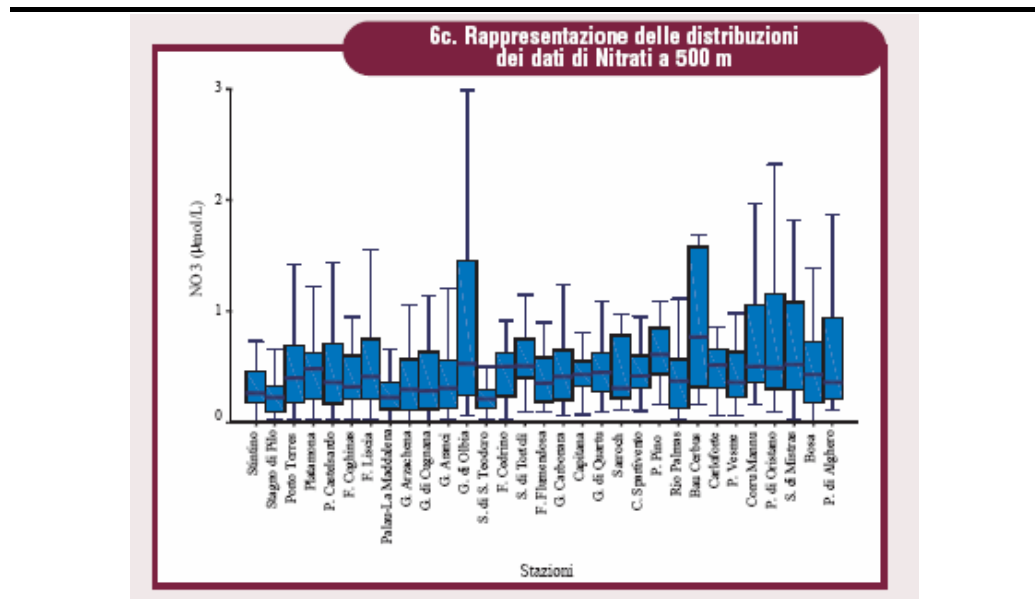
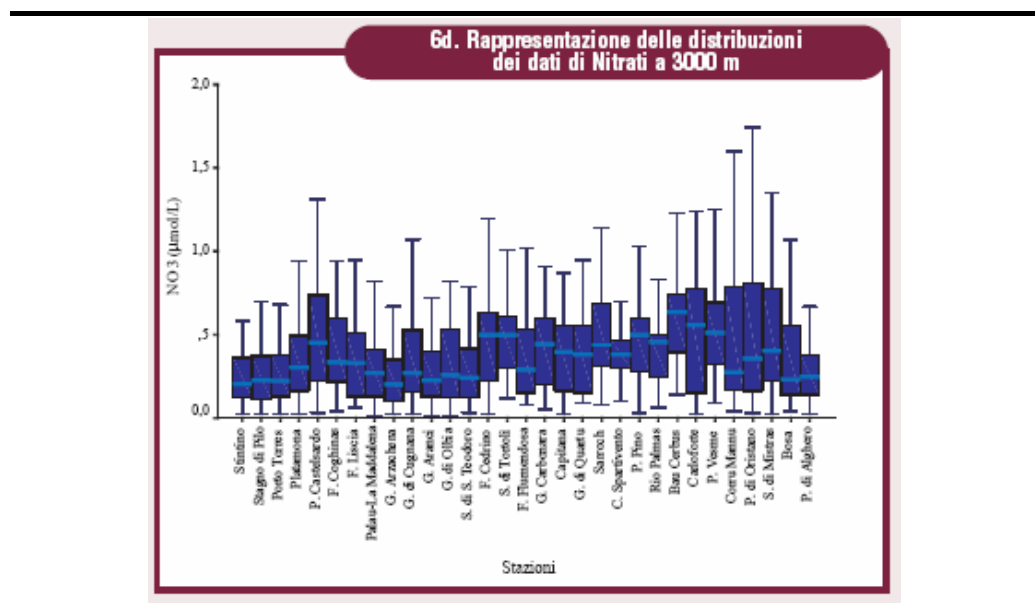
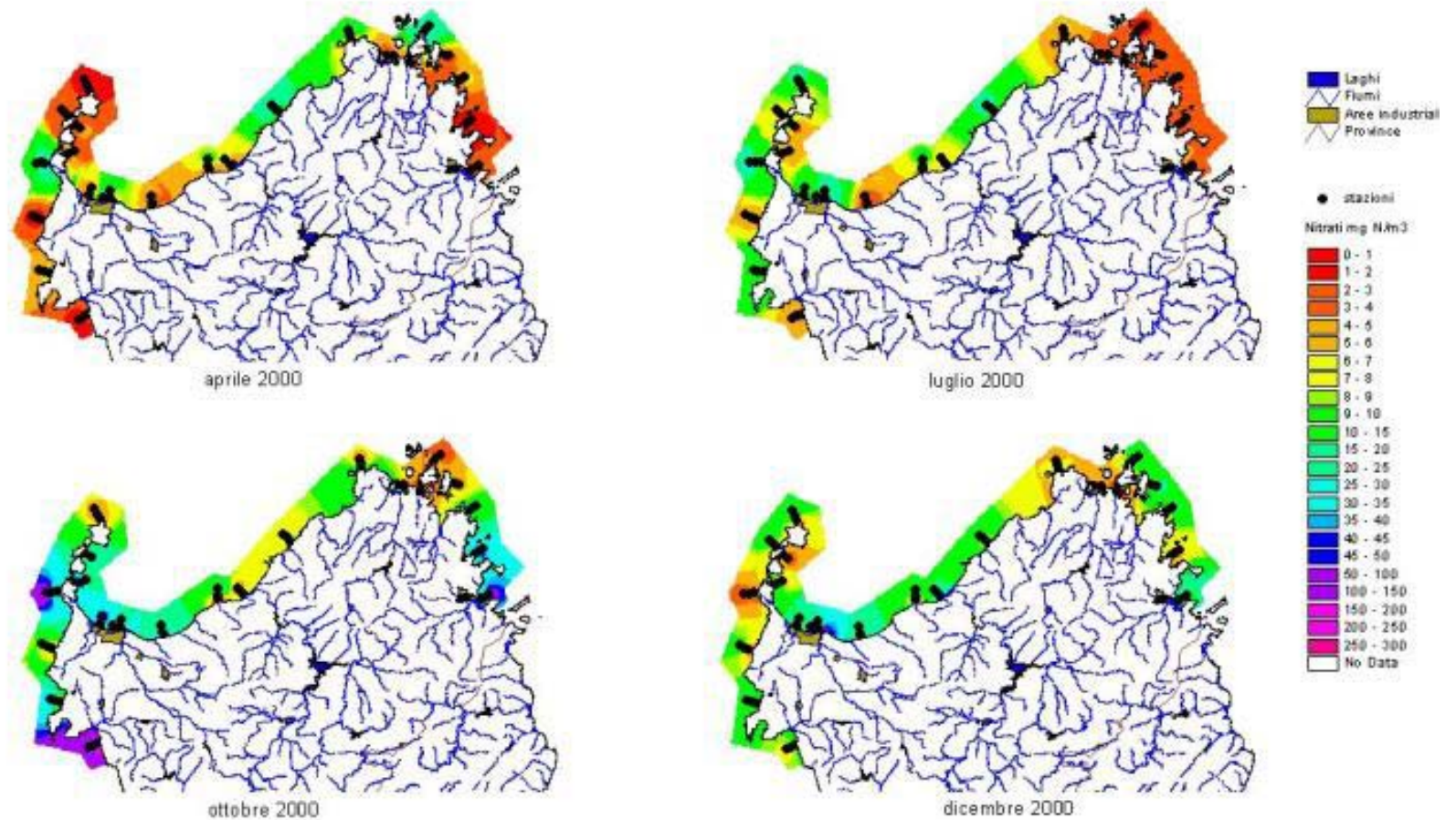


Figura 4.2.2.1l *Distribuzione dei Dati dei Nitrati (Campagna 1996 - 1999)*



La Figura 4.2.2.1m riporta le classi stagionali delle concentrazioni dei nitrati misurati nella campagna del 2000. Per la zona costiera interessata dall'area di studio, versanti occidentale e orientale della propaggine di Stintino - Asinara, le concentrazioni oscillano tra 4 e 9 mgN/m³.

Figura 4.2.2.1m *Classi Stagionali di Distribuzione dei Nitrati (Campagna 2000)*



L'andamento delle medie di *azoto ammoniacale*, riportate nelle *Figure 4.2.2.1n e 4.2.2.1o* per la campagna del 1996-1999, presenta variazioni contenute, tra valori minimi di circa $0,2 \mu\text{mol/l}$ e massimi intorno a $0,6 \mu\text{mol/l}$, per entrambi i versanti.

In riferimento alle *Figure* nei transetti di Stintino, Porto Torres e Stagno di Pilo i valori oscillano tra $0-2 \mu\text{mol/l}$, a 500 m dalla costa, e tra $0,1 - 5 \mu\text{mol/l}$ a 3000 m.

Figura 4.2.2.1n *Distribuzione dei Dati di Azoto Ammoniacale (Campagna 1996 - 1999)*

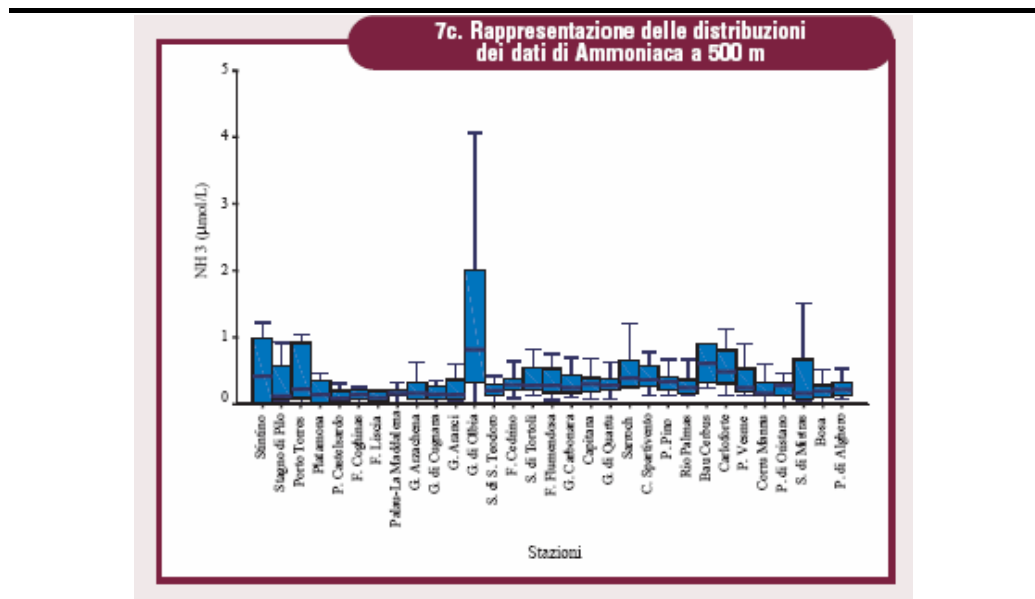
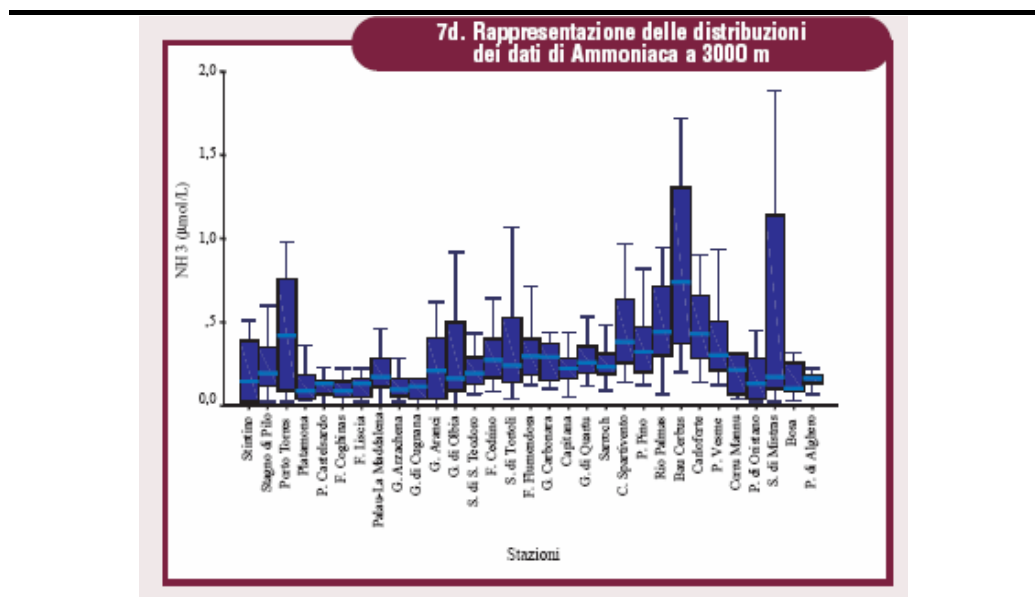
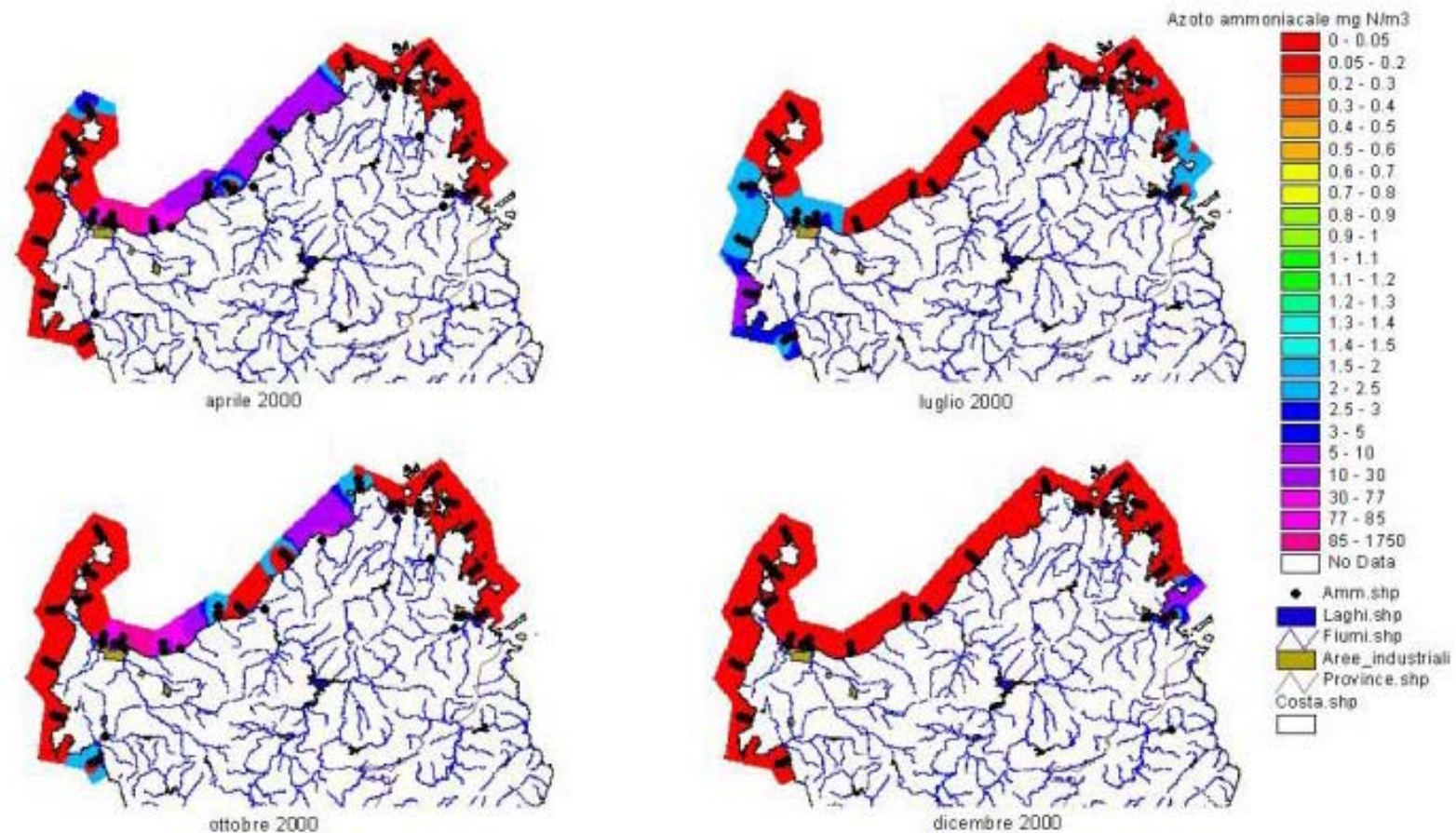


Figura 4.2.2.1o *Distribuzione dei Dati di Azoto Ammoniacale (Campagna 1996 - 1999)*



Dalla *Figura 4.2.2.1p* si evidenzia, invece, che nella campagna del 2000 le classi di distribuzione stagionale di N-ammoniacale oscillano tra i valori di 0,05-0,2 mg N/m³, nei periodi freddi, mentre nel periodo estivo (luglio 2000) tali valori raggiungono concentrazioni variabili tra 1,5 mgN/m³ e 2,5 mgN/m³.

Figura 4.2.2.1p *Classi Stagionali di Distribuzione dell'Azoto Ammoniacale (Campagna 2000)*



Per la campagna del 1996-1999 le Figure 4.2.2.1q e 4.2.2.1r riassumono i valori medi del parametro *fosforo totale* nei transetti di Stintino, porto Torres e Stagno di Pilo.

Tali valori oscillano nel corso dell'anno da minimi di 0,2 $\mu\text{mol/l}$ (in aprile) a massimi di circa 0,3 $\mu\text{mol/l}$ a 500 m e a 3.000 m.

Figura 4.2.2.1q *Distribuzione dei Dati di Fosforo Totale (Campagna 1996 - 1999)*

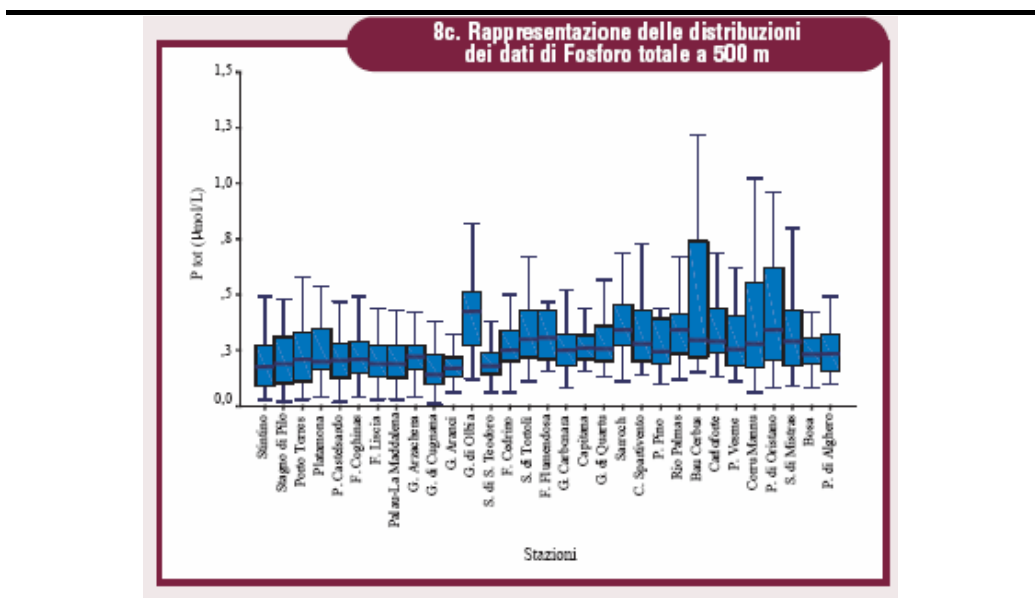
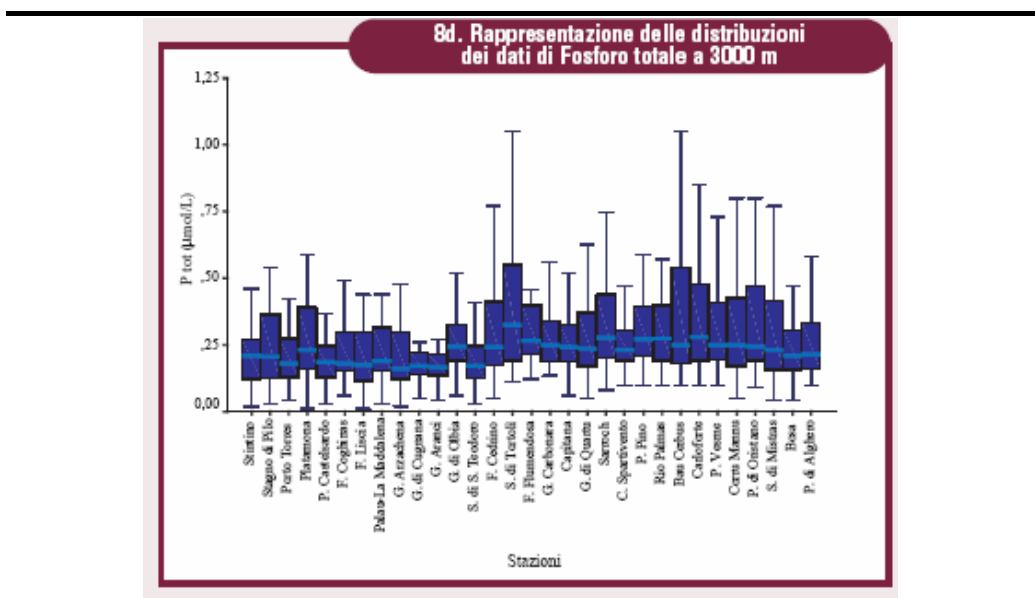


Figura 4.2.2.1r *Distribuzione dei Dati di Fosforo Totale (Campagna 1996 - 1999)*



Per il *fosforo ortofosfato* le Figure 4.2.2.1s e 4.2.2.1t mostrano andamenti nelle variazioni di concentrazione dell'ortofosfato molto contenuti, e compresi tra valori di 0,08 e 0,2 $\mu\text{mol/l}$.

Figura 4.2.2.1s *Distribuzione dei Dati di Ortofosfato (Campagna 1996 - 1999)*

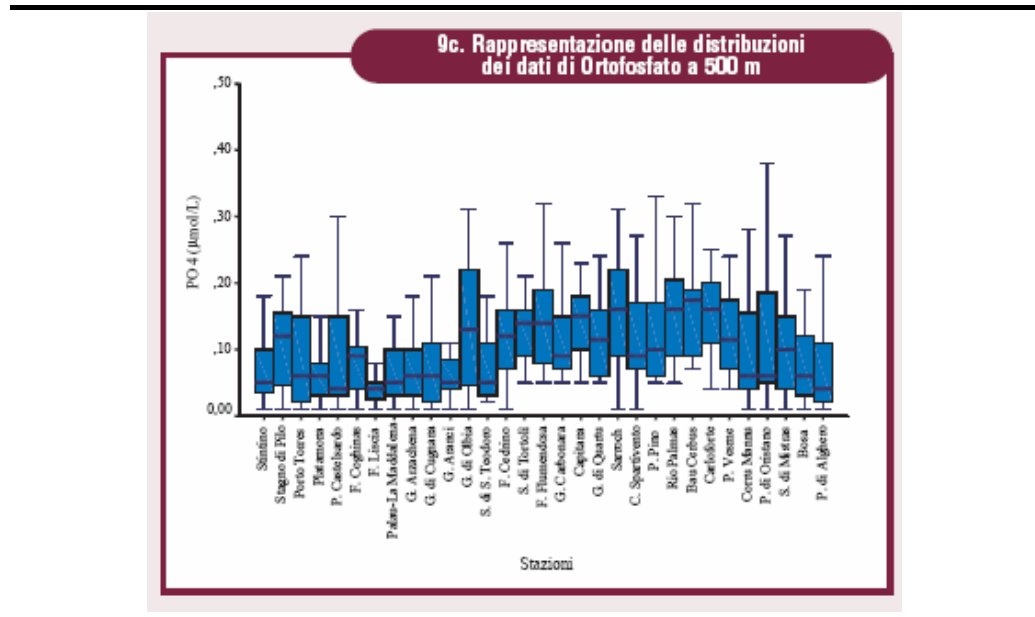
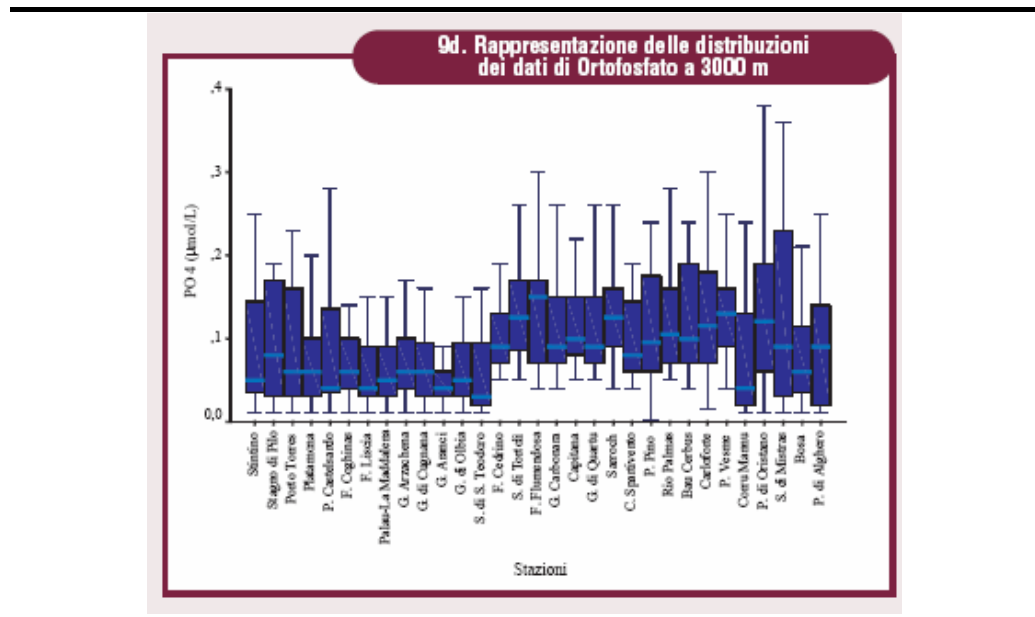


Figura 4.2.2.1t *Distribuzione dei Dati di Ortofosfato (Campagna 1996 - 1999)*



Nelle Figure 4.2.2.1u e 4.2.2.1v sono riportate le classi stagionali della campagna di misura del 2000. Per il fosforo totale i valori di concentrazione sono mediamente costanti durante l'anno e pari a 0,2 - 1,5 mgP/m³ nel versante occidentale fatta eccezione per un picco estivo che raggiunge 14 - 30 mgP/m³; nel versante orientale le concentrazioni oscillano tra 8 mgP/m³ e 14 - 30 mgP/m³ nell'arco dell'intero anno.

Figura 4.2.2.1u *Classi Stagionali di Distribuzione del Fosforo Totale (Campagna 2000)*

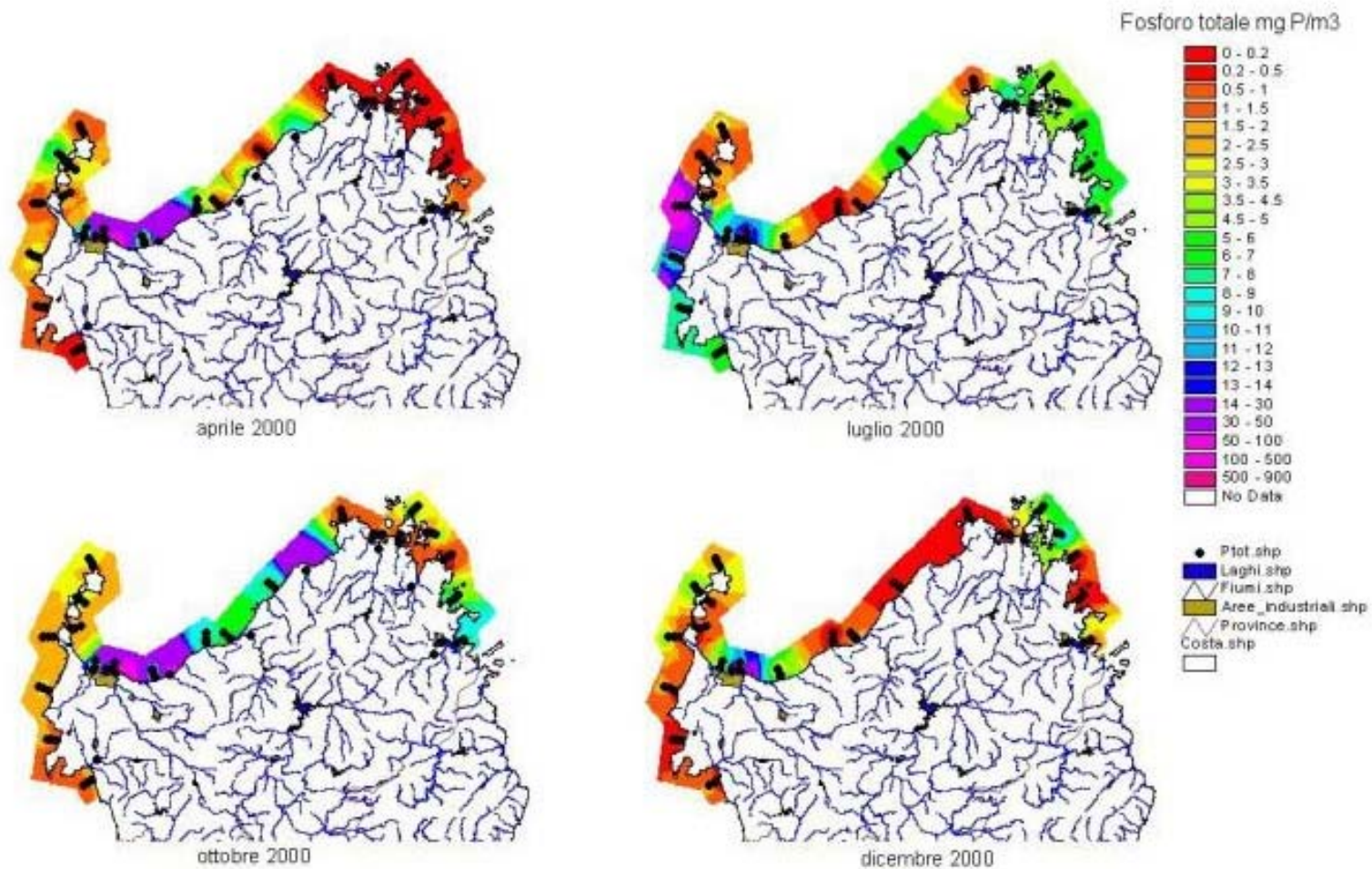
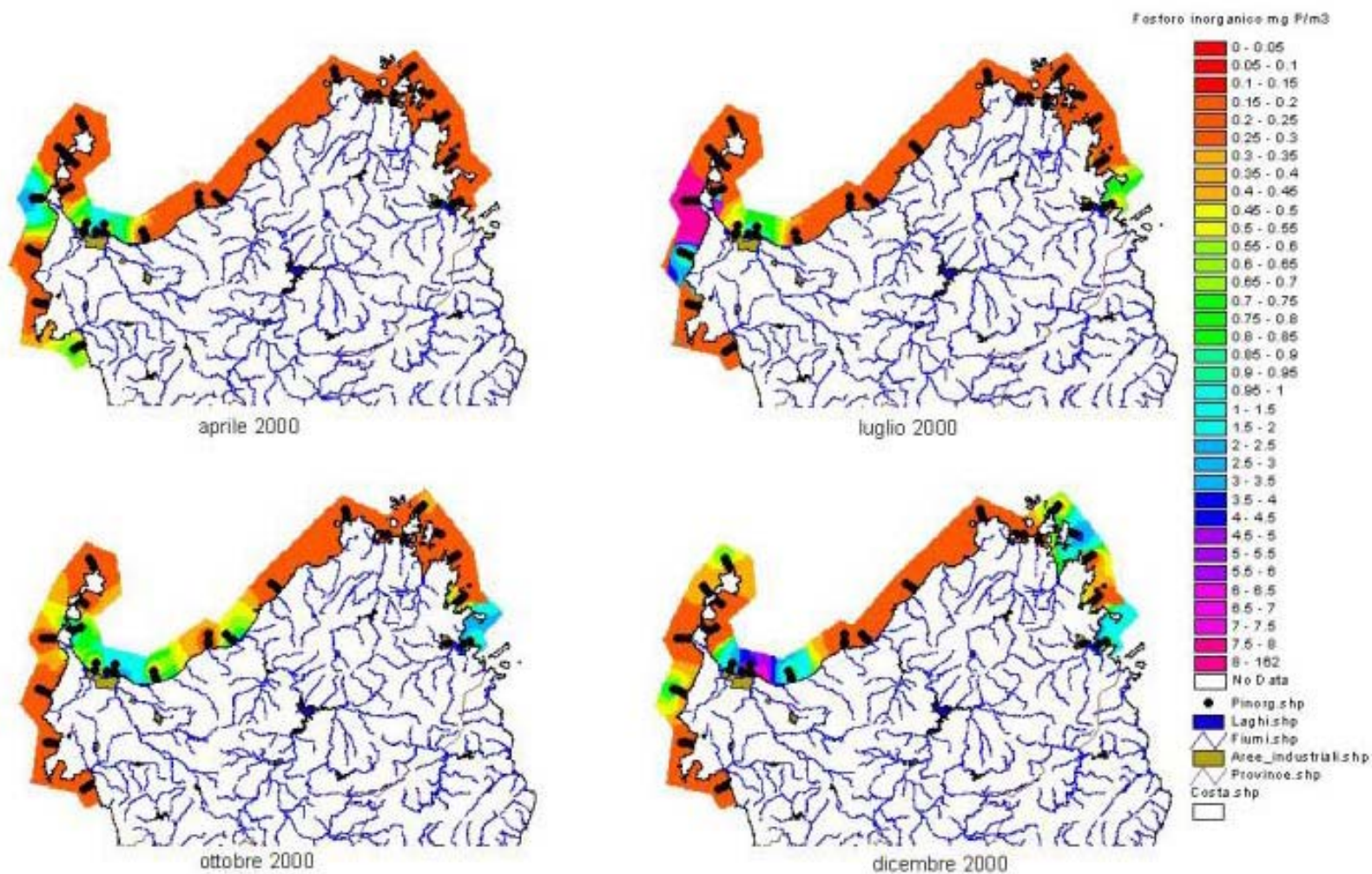


Figura 4.2.2.1v *Classi Stagionali di Distribuzione del Fosforo Inorganico (Campagna 2000)*



Clorofilla a

Le concentrazioni medie di *clorofilla* nell'arco dell'anno non superano il limite di 0,5 µg/l. Esse variano da valori massimi primaverili di circa 0,5 µg/l a minimi estivi inferiori a 0,1 µg/l.

Nella fascia dei 500 m, nei tre transetti di interesse (Figure 4.2.2.1w e 4.2.2.1x), si osserva un aumento che corrisponde a nuove fioriture di *Diatomee* e di altro *fitoplancton*. Per quanto riguarda il ciclo dei *Dinoflagellati*, esso presenta picchi di attività a partire da febbraio, e limitato per lo più alla fascia immediatamente sottocosta.

Figura 4.2.2.1w **Distribuzione dei Dati di Clorofilla A (Campagna 1996 - 1999)**

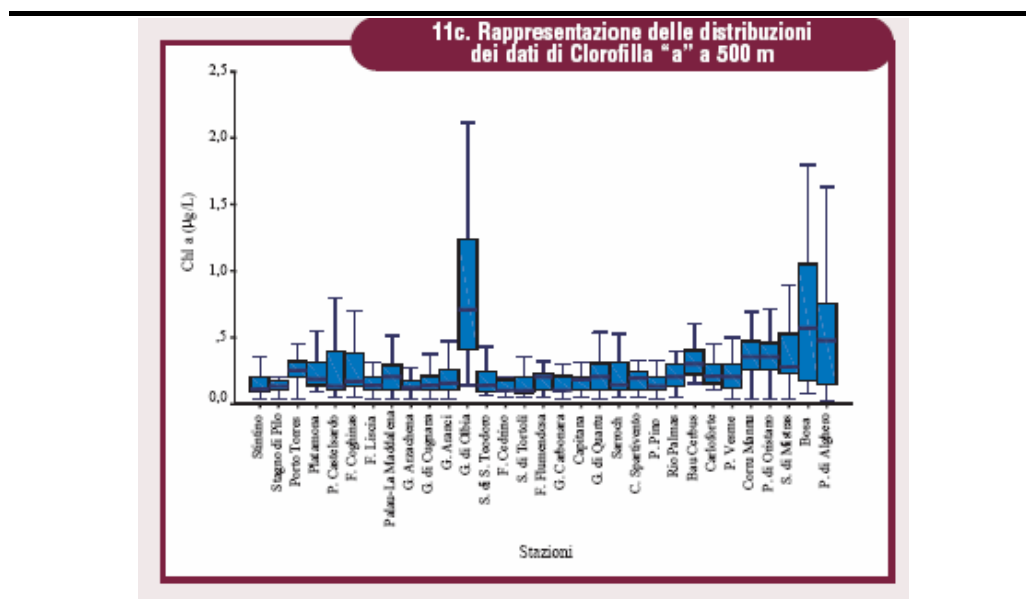
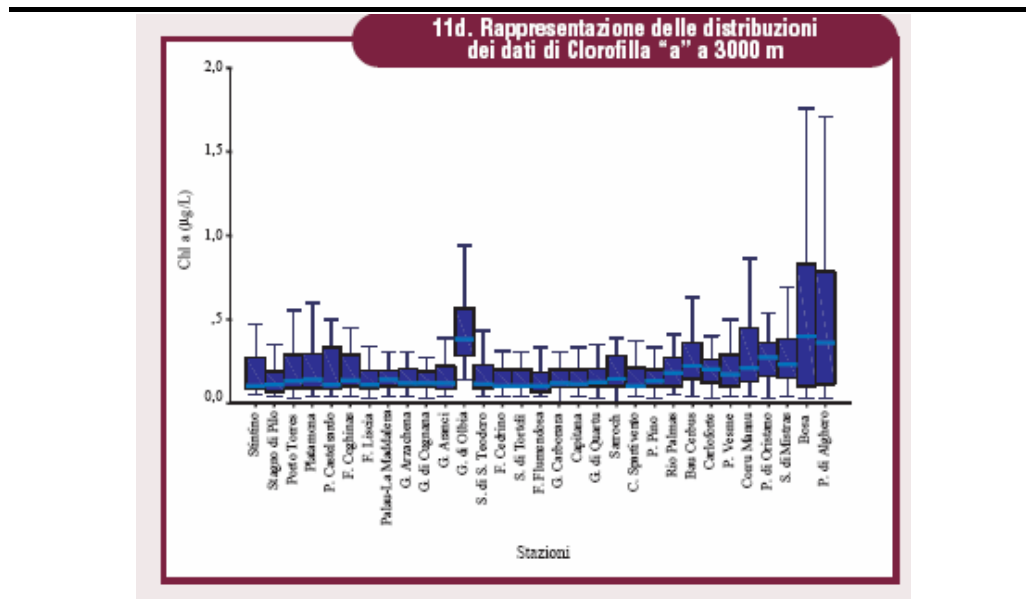


Figura 4.2.2.1x **Distribuzione dei Dati di Clorofilla A (Campagna 1996 - 1999)**

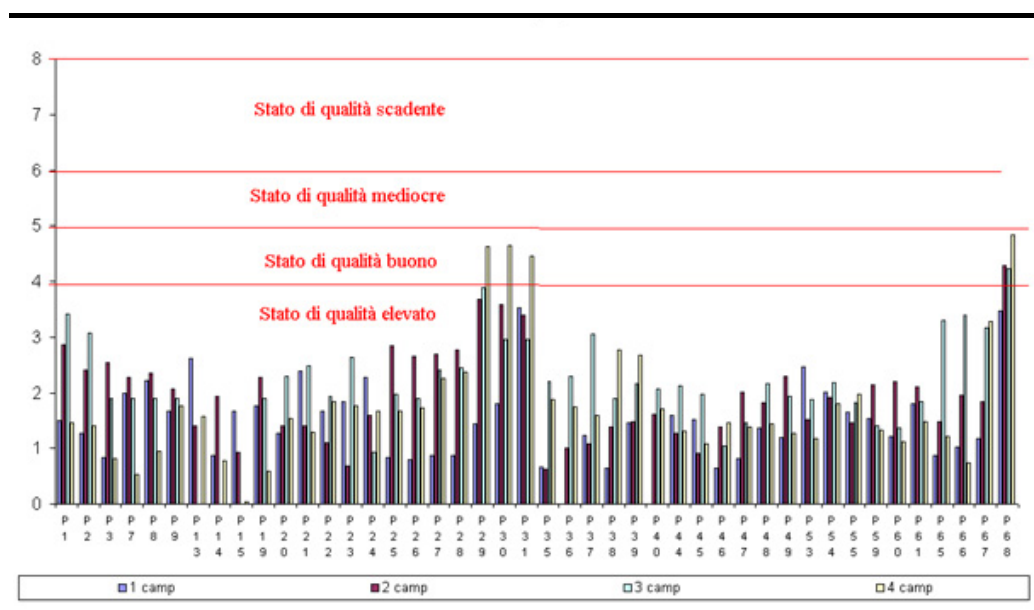


Trix

In ottemperanza al *D.Lgs. 258/00* è stato calcolato l'indice *TRIX* sulle singole stazioni (dati della campagna 2000 della Provincia di Sassari) per verificare lo stato trofico del sistema. Come appare dalla *Figura 4.2.2.1y* i livelli trofici cadono nell'intervallo dello stato di qualità elevato.

Le stazioni di Stintino, Porto Torres e Stagno di Pilo sono individuate dai codici da P22 a P31 e dal grafico si deduce uno stato di qualità delle acque al livello elevato.

Figura 4.2.2.1y **Indice di Trix**

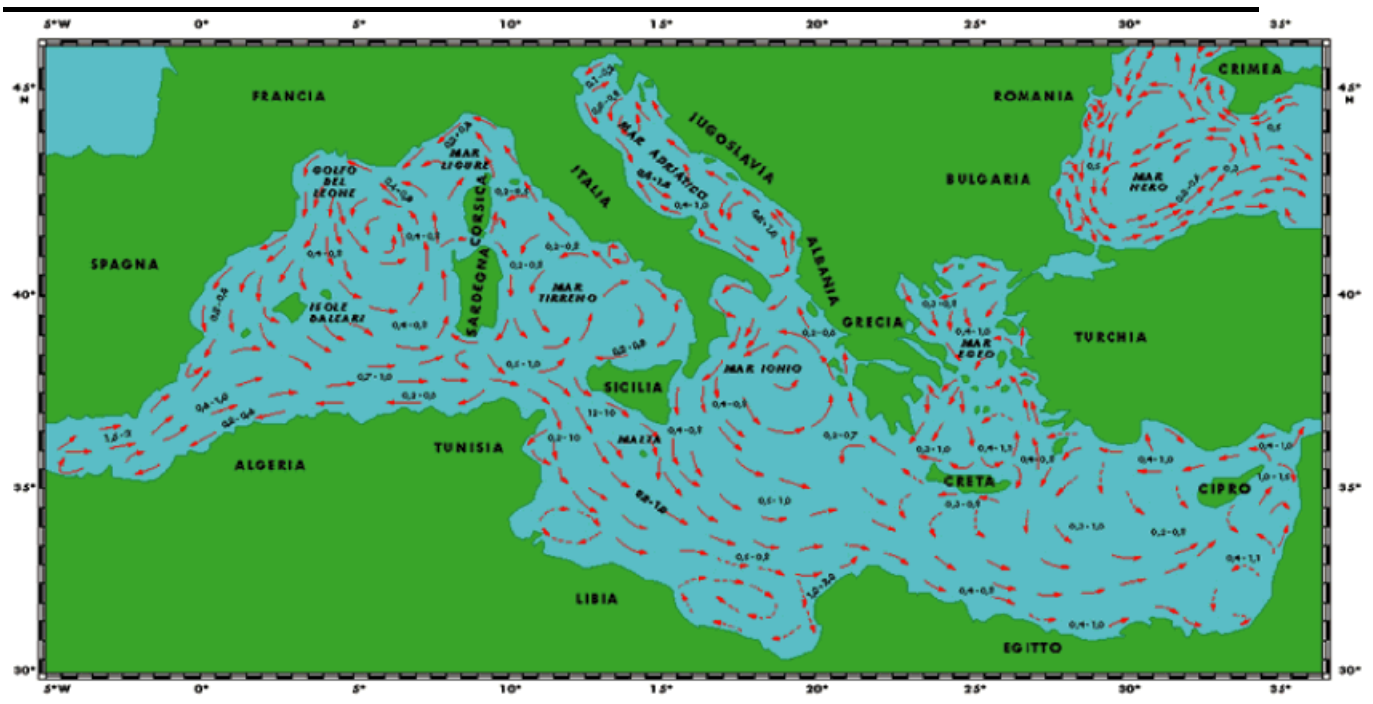


I bassi valori dell'indice *TRIX* confermano quanto desumibile dall'analisi delle concentrazioni di nutrienti, ossigeno e clorofilla, ovvero come il sistema non presenti alterazioni significative dello stato trofico, anche nelle stazioni condizionate maggiormente dalla presenza di attività antropiche come quelle di Porto Torres.

Correnti Marine

Nella seguente *Figura 4.2.2.1z* si riporta la direzione media delle correnti nel mediterraneo. Come si può vedere nel tratto di mare compreso tra la Corsica e la Sardegna, ove è presente l'area di studio, la direzione prevalente delle correnti è verso est. Tale indicazione è stata utilizzata nella stima degli impatti dello scarico termico delle acque di raffreddamento.

Figura 4.2.2.1z Direzione Media delle Correnti Marine nel Mediterraneo



4.2.2.2 Ambiente Idrico Continentale

Gli ambienti acquatici interni presenti nell'area di studio sono gli stagni di Pilo e Casaraccio e, sotto il profilo idrografico, il fiume Santo ed il rio Mannu di Porto Torres. Sono inoltre presenti corsi d'acqua minori a regime stagionale.

Nel quadro idrografico della regione rivestono particolare importanza le suddette aree umide, costituite da specchi d'acqua naturali costieri, soprattutto per il delicato equilibrio ecologico che rappresentano.

Lo stagno di Casaraccio, ubicato nella penisola di Stintino, ad una distanza di circa 8 km dalla Centrale, ha una superficie di circa 85 ha, profondità massima di circa 2 m e profondità media di 1 m. Lo stagno è in comunicazione con il mare tramite un canale che consente il ricambio idrico. Il bacino imbrifero sotteso ha un'estensione pari a 11,7 km² ed è caratterizzato da un'attività pastorale intensiva.

Per quanto riguarda la qualità delle acque il contenuto di cloruri varia da un minimo di 20 ad un massimo di 25 g/l correlati con la siccità estiva, pH con valore circa 8 relativamente costante e percentuale media di saturazione dell'ossigeno disciolto pari al 90%.

Lo stagno di Pilo, situato ad Ovest di Porto Torres e distante circa 500 m dalla Centrale, ha un'estensione di circa 119 ha, profondità massima di circa 2 m e profondità media di circa 1 m. La salinità varia molto (da 8 a 18 g/l di cloruri)

in quanto con cadenza annuale lo stagno viene artificialmente messo in comunicazione con il mare per consentire la monta del novellame. Il pH presenta valori compresi tra 8 e 10 e l'ossigeno disciolto espresso in % di saturazione ha valori variabili tra 60 e 120% nello strato superficiale, e forti deficit verso il fondo. Tale corpo idrico mostra uno stato eutrofico con elevati valori di *clorofilla a*.

Il *fiume Santo*, che sottende un bacino di circa 80 km², nasce dal monte lu Ferru (m 228) col nome di rio d'Astimini e dopo un percorso di circa 22 km sfocia nel Golfo dell'Asinara, in prossimità di Porto Torres, fra lo stagno di Pilo e lo stagno di Gennano. Tale corso d'acqua ha regime torrentizio con portate medie invernali di circa 500 m³/h (valori massimi di 1000 m³/h) e nulle in estate.

Il *rio Mannu* con un bacino di circa 670 km² e lunghezza di 65 km, convoglia a mare le acque di rio Minore e rio Ertas in sinistra idrografica e rio Bidighinzu, rio Mascari e rio d'Ottava in destra. Tale corso d'acqua nasce nel territorio comunale di Thiesi e dopo un percorso con andamento SudOvest - NordEst sfocia presso Porto Torres. Il *rio Mannu* presenta un regime idrologico fortemente legato alle precipitazioni con portate medie estive di circa 300 m³/h e punte di 9.000 m³/h in periodo invernale dopo piogge prolungate [2]. La qualità delle acque del *rio Mannu* è soggetta ad una variabilità di tipo stagionale sia a causa della diluizione degli inquinanti operata dagli apporti meteorici al regime di portata del fiume, sia in virtù dell'immissione di effluenti inquinanti da parte di attività a carattere stagionale (caseifici e frantoi).

In particolare campagne di indagine della qualità delle acque effettuate poco a monte della foce, in regime di piena (ottobre) e di magra (giugno), hanno rilevato i valori per il corpo idrico in esame riportati in *Tabella 4.2.2.2a*.

Tabella 4.2.2.2a *Qualità delle Acque del Rio Mannu*

Data	Portate (m ³ /h)	Temp. (°C)	pH	Cond. µS/cm	O.D. % sat.	O.D. mg/l	BOD ₅ mg/l O ₂	NH ₄
7/10/91	-----	13,4	8,1	151	-----	-----	12	0,30
8/10/91	2,03	14,1	8,7	79	-----	-----	12	0,52
9/10/91	-----	15,6	7,5	86	59	5,9	12	1,07
10/10/91	2,03	15,4	-----	-----	72	7,1	8	1,32
6/06/92	1,3	21	7,5	1062	77,3	7,7	-----	-----
11/06/92	1,3	20,5	7,7	1164	65,5	6,5	5,7	0,77

Tali risultati mostrano che alcuni dei parametri macrodescrittori per la determinazione dello stato di qualità ambientale ai sensi del *D.Lgs. 152/99*, aggiornato ai sensi del *D.Lgs. 258/00*, (BOD₅ e ammoniaca) presentano concentrazioni che individuano un forte livello di inquinamento.

Tale condizione è confermata da indagini di qualità delle acque eseguita dalla Provincia di Sassari nel periodo 2000 - 2001 che mostrano uno stato di salute cattivo del *rio Mannu* dove sono state misurate concentrazioni elevate di azoto

totale, fosforo totale ed ammoniaca, frutto evidentemente di scarichi urbani. L'effetto del cattivo stato del fiume è visibile anche nel tratto di mare antistante la sua foce.

Caratteristiche Idrogeologiche del Sito di Centrale

Nell'aprile 2002 Endesa Italia ha commissionato uno studio idrogeologico dell'area di *Centrale*, con esecuzione di prove di portata sui due pozzi ad uso industriale presenti nel sito, da cui preleva acque per il funzionamento dell'impianto. Tale studio è stato richiesto dal Servizio del Genio Civile di Sassari in data 22 ottobre 2001 (prot. 8648) in occasione della richiesta effettuata da Elettrogen (allora proprietaria della *Centrale*) all'incremento della portata emunta dai due pozzi di captazione.

Questo studio in particolare indica che nell'area di studio sono presenti due acquiferi:

- un acquifero superficiale di scarsa potenzialità, avente sede nei primi metri di coperture quaternarie alimentato dalla ricarica diretta degli apporti pluviometrici e drenato dal corso d'acqua (fiume Santo) nella stagione piovosa;
- un acquifero profondo di notevole potenzialità (da cui captano le acque i pozzi di *Centrale*), avente sede sempre nelle coperture alluvionali quaternarie ma alimentato in subalveo da un serbatoio idrico di notevole potenzialità rappresentato dalle sequenze calcareo-dolomitiche mesozoiche di cui il fiume Santo costituisce uno dei principali recapiti.

Lo studio analizza i rapporti tra acqua dolce di falda e acqua di mare nell'area di studio e le sue modificazioni in seguito ai prelievi idrici di acqua di falda. Da quanto in esso riportato risulta negli ultimi 30 anni un aumento minimo della conducibilità elettrica dell'acqua prelevata dai pozzi (si veda la seguente *Tabella*). Questo indica come il cuneo salino non sia stato modificato in modo significativo a seguito dei prelievi avvenuti in questo periodo e conseguentemente la qualità dell'acqua di falda dell'area sia rimasta pressoché invariata.

Tabella 4.2.2.2b *Conducibilità Elettrica delle Acque Prelevate dai Pozzi di Centrale*

Data	Conducibilità Elettrica (μ S)
1969	1.650 - 1.800
29/03/2002	1.954
30/03/2002	1.989

Le prove di portata eseguite, descritte in tale studio idrogeologico, indicano che dai pozzi di captazione della *Centrale* sia possibile estrarre fino a 23 m³/s. Nello studio inoltre si indica che con tale portata, considerando le prove

sperimentali effettuate, l'assetto idrogeologico dell'area e le caratteristiche del bacino di alimentazione dei pozzi, è basso il rischio di intrusioni di acqua marina nella falda freatica.

4.2.2.3 *Bibliografia*

Ministero dell'Ambiente (2001): Qualità degli ambienti marini costieri italiani 1996-1999, Valutazione preliminare del monitoraggio realizzato in convenzione con le Regioni costiere.

Castalia (1992): Analisi ambientali ed individuazione di interventi di recupero nel territorio dei Comuni di Sassari e Porto Torres, per conto ENEL.

Programma di iniziativa comunitaria (PIC) Interreg IIC Italia - Francia "Isole" - Sardegna Corsica. Delega alla provincia di Sassari per l'attuazione della Misura 2.2 "Controllo, prevenzione e Risanamento Ambientale - FEDER - Rete di Monitoraggio Acque Costiere".

<http://www.provincia.sassari.it/servizi/ambiente>

User's manual for CORMIX: A hydrodynamic mixing zone model and decision support system for pollutant discharges into surface waters- Gerhard H. Jirka , Robert L. Doneker , and Steven W. Hinton -DeFrees Hydraulics Laboratory School of Civil and Environmental Engineering -Cornell University Ithaca, New York 14853-3501

Lorin R.Davis - Fundamentals of Environmental Discharge Modeling - pagg. 94÷116

CORMIX3: An expert system for mixing zone analysis and prediction of buoyant surface discharges -Gilbert R. Jones, Jonathan D. Nash and Gerhard H. Jirka - DeFrees Hydraulics Laboratory School of Civil and Environmental Engineering Cornell University Ithaca, New York 14853-3501

4.2.3 *Suolo e Sottosuolo*

L'assetto geologico-stratigrafico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area vasta è stato ricostruito tramite osservazioni di campagna, consultazione della bibliografia scientifica disponibile ed analisi dei precedenti documenti tecnici compilati in proposito da ENEL ed Endesa Italia. La subcomponente uso del suolo è stata analizzata a partire dalla *Carta dell'Uso del Suolo* realizzata, a scala 1:25.000, dalla Regione Autonoma della Sardegna.

4.2.3.1

Assetto Geologico - Geomorfologico - Stratigrafico

Dal punto di vista geomorfologico nell'area di studio si possono individuare tre zone con caratteristiche peculiari differenti, frutto dei processi evolutivi di aree con diverse condizioni geologico - stratigrafiche.

La regione più occidentale dell'area di studio è caratterizzata dalla presenza in affioramento dei termini del *Complesso metamorfico* risalente al *Cambiano - Siluriano*, costituito da filladi, quarzitoscisti, quarziti sericitiche, gneiss, rocce verdi eruttive e metamorfiche; dal punto di vista geomorfologico l'area si presenta a piccoli rilievi, nei quali l'intensa tettonica ha prodotto giaciture caotiche e forme irregolari.

La zona centrale è contraddistinta dal *Complesso carbonatico (Mesozoico)* che anticamente costituiva un vasto plateau calcareo-dolomitico, smembrato nel corso dei secoli dall'erosione ed oggi inciso da ampie valli fluviali; tali incisioni isolano modesti rilievi tra cui il più elevato è monte Alvaro (342 m). Il settore compreso tra il corso del fiume Santo e Torre delle Saline, presso Stintino, presenta in affioramento terreni del *Complesso detritico (Quaternario)* costituito da alluvioni pleistoceniche (ciottolose ad elementi di quarzo grossolani) che giacciono in discordanza, con modesti spessori (max 40 m), sulle formazioni mesozoiche e paleozoiche; superiormente si rinvencono depositi di panchina sabbiosa e ciottolosa. La fascia costiera è caratterizzata da tipiche forme di modellamento eolico costituite da cordoni di dune litoranee, attuali e recenti.

Il settore più orientale è invece caratterizzato dall'affioramento dei termini del *Complesso calcareo - marnoso - arenaceo del Miocene*, costituito da marne, calcari marnosi, calcari organogeni ed arenarie. Tali sedimenti hanno colmato il bacino miocenico presente tra Porto Torres e le Piane di Chilivari e Bonorva, con spessori complessivi superiori ai 300 m, massimi nella zona centrale e ridotti presso Porto Torres, dove al disotto della piastra calcarea si rinvencono le vulcaniti oligocenico-mioceniche.

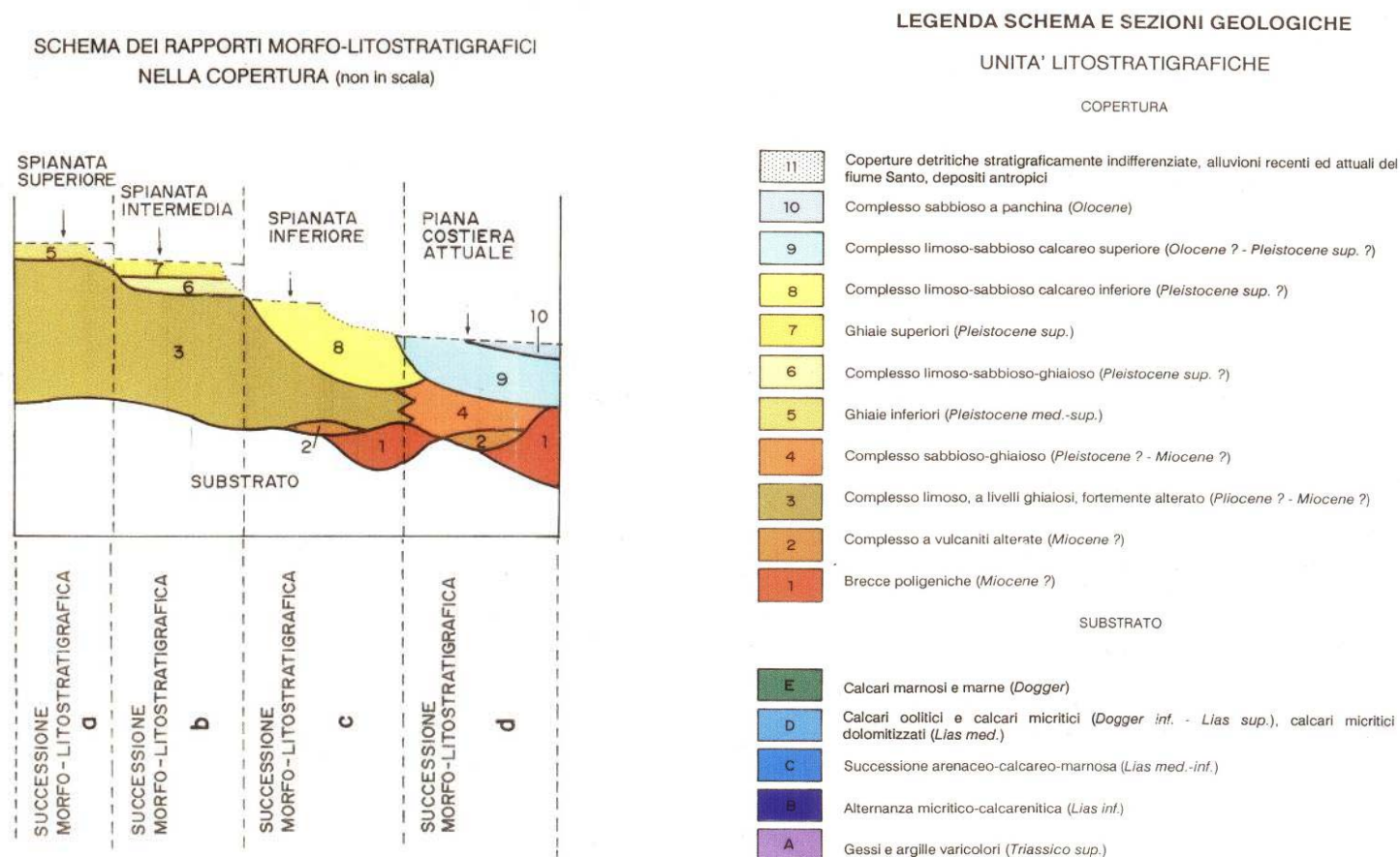
Il territorio immediatamente circostante la *Centrale*, dal punto di vista morfologico, si presenta come un tavolato dolcemente ondulato, costituito da tre terrazzi, originatisi nel corso dei sollevamenti eustatici quaternari, a quote progressivamente decrescenti verso la piana costiera (*Figura 4.2.3.1b*).

Tali unità morfologiche, costituite dai terreni della copertura plio-pleistocenica, presentano alla base, a profondità differenti, il substrato carbonatico mesozoico.

L'assetto geo-litologico descritto è riportato in *Figura 4.2.3.1a "Carta Geologica dell'Area Vasta"*.

Figura 4.2.3.1b

Aspetti Morfo - Litostratigrafici dell'Area Vasta (ENEL 1992)



4.2.3.2 *Assetto Idrogeologico*

I complessi geologici sopra menzionati individuano altrettanti complessi idrogeologici.

Il *Complesso metamorfico (Paleozoico)* è nel suo insieme impermeabile e dunque solo in corrispondenza delle rocce verdi eruttive, permeabili per fatturazione, ospita falde acquifere di modeste dimensioni, a chimismo cloruro-alcalino.

Il *Complesso carbonatico (Mesozoico)* è sede di un acquifero a carattere regionale, caratterizzato da una zona di alimentazione molto vasta con chimismo delle acque bicarbonatico - calciche. Tale falda presenta direzione di deflusso verso nord nel settore settentrionale, dal monte Alvaro verso le sorgenti presenti presso la foce del Fiume Santo, e verso Sud nel settore meridionale, dal monte Nurra verso le manifestazioni sorgentizie del bacino di rio Su Mattone.

Nel *Complesso calcareo-marnoso-arenaceo (Miocene)* è contenuta una importante falda con composizione chimica variabile da bicarbonato-calcica, nelle aree più interne, a cloruro-alcalina in corrispondenza delle numerose sorgenti poste lungo il corso dei fiumi rio Mannu e rio d'Ottava, che esercitano un'azione drenante nei suoi confronti.

Il *Complesso detritico (Quaternario)*, infine, è caratterizzato da una permeabilità estremamente variabile in senso orizzontale e verticale che crea le condizioni per l'esistenza di piccole falde sospese.

L'area immediatamente circostante la *Centrale* è caratterizzata da una circolazione idrica sotterranea pressoché limitata al substrato mesozoico in quanto i terreni costituenti la copertura sono dotati mediamente di bassa permeabilità.

Solo in corrispondenza degli orizzonti ghiaiosi si riscontrano valori di permeabilità più elevati e pertanto, localmente, è presente una circolazione idrica superficiale non trascurabile. Tali falde, di modesta entità, hanno livello piezometrico attestantesi all'incirca al livello del mare ed alimentazione locale legata strettamente agli apporti meteorici.

La falda principale, localizzata nel substrato calcareo e sostenuta alla base dall'unità dei gessi del *Trias superiore*, è di notevole entità. La superficie piezometrica di tale falda si intercetta ad una profondità superiore ai 20 m dal piano campagna.

4.2.3.3 *Cenni di Sismologia*

Il territorio comunale di Sassari è considerato “non sismico” sulla base della Legge n. 64 del 2 febbraio 1974 “*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*”.

Nessuna variazione relativa a tale zona è presente nella “*Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale*” elaborata dal Gruppo di Lavoro costituito dal servizio sismico nazionale, in base alla risoluzione approvata dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997.

Nell’*Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”* (G.U. n. 105 dell’ 8 maggio 2003), la sismicità di un’area è definita in ordine decrescente secondo una numerazione da 1 a 4; in tale ordinanza il territorio comunale di Sassari è classificato come *zona 4 (N.C.)*.

4.2.3.4 *Uso del Suolo*

Le caratteristiche di uso e copertura del suolo dell’area oggetto del presente studio sono rappresentate nella *Figura 4.2.3.4a “Carta dell’Uso del Suolo”*, redatta a partire dalla Carta dell’Uso del Suolo della Regione Autonoma della Sardegna, nella quale sono riportate le classi di uso elencate nella *Tabella 4.2.3.4a*. Per esigenze di rappresentazione grafica, alcune classi, appartenenti alla stessa macrocategoria, sono state unificate.

Tabella 4.2.3.4a *Classi di Uso e Copertura del Suolo*

Classi di Uso del suolo [codice]	Descrizione
Tessuto urbano continuo [cod. 111]	Spazi strutturati dagli edifici e dalla viabilità. La vegetazione non lineare e il suolo nudo rappresentano l'eccezione
Tessuto urbano discontinuo [cod. 112]	Spazi caratterizzati dalla presenza significativa di edifici. Gli edifici, la viabilità e le superfici a copertura artificiale coesistono con superfici coperte da vegetazione e con suolo nudo, che occupano in maniera discontinua aree non trascurabili
Aree industriali o commerciali [cod. 121]	Aree a copertura artificiale (in cemento, asfaltate o stabilizzate: per es. terra battuta), senza vegetazione. La zona comprende anche edifici o aree con vegetazione
Aree infrastrutturali, stradali, ferroviari e portuali [cod. 122 (cod. 122+123)]	Reti ed aree stradali e ferroviarie e spazi accessori, aree per grandi impianti per smistamento merci, reti ed aree per la distribuzione idrica, la produzione ed il trasporto dell'energia; infrastrutture delle aree portuali compresi i raccordi ferroviari, i cantieri navali, porti da diporto e i porti-canal
Aree estrattive e cantieri [cod. 131(cod. 131+133)]	Estrazione di materiali inerti a cielo aperto, anche in alveo (cave di sabbia e di pietre) o di altri materiali (miniere a cielo aperto). Sono compresi gli edifici e le installazioni industriali associate oltre a superfici pertinenti a cave o miniere abbandonate e non recuperate; spazi in costruzione, scavi e suoli rimaneggiati
Aree verdi urbane, aree ricreative, sportive, archeologiche urbane e non urbane, cimiteri [cod. 141 (cod. 141+142+143)]	Spazi ricoperti da vegetazione compresi nel tessuto urbano, ne fanno parte parchi urbani di varia natura; aree utilizzate per campeggi, attività sportive, parchi di divertimento
Seminativi in aree non irrigue [cod. 211]	Aree in cui non è possibile individuare per fotointerpretazione canali o strutture di pompaggio; vi sono inclusi i seminativi semplici, compresi gli impianti per la produzione di piante medicinali, culinarie e aromatiche
Seminativi in aree irrigue [cod. 212]	Colture irrigate stabilmente e periodicamente grazie ad un'infrastruttura permanente
Colture permanenti, Oliveti [cod. 223]	Superfici piantate a olivo, comprese particelle a coltura mista d'olivo e vite ma con prevalenza d'olivo
Sistemi colturali e particellari complessi [cod. 242 (cod. 241+242)]	Colture temporanee (seminativo o foraggiere) associate a colture permanenti sulla stessa superficie; mosaico di appezzamenti con varie colture temporanee, prati stabili e colture permanenti occupanti ciascuno meno del 50% della superficie dell'elemento considerato
Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti [cod. 243]	Le colture agrarie occupano più del 25% e meno del 75% della superficie totale dell'elemento considerato
Aree agroforestali [cod. 244]	Colture temporanee o pascoli sotto copertura arborea di specie forestali inferiori al 20%. La superficie forestale arborea è diversa dalla sughera

Classi di Uso del suolo [codice]	Descrizione
Boschi di latifoglie [cod. 311]	Formazioni vegetali, costituite principalmente da alberi, ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali di latifoglie; la superficie a latifoglie deve costituire almeno il 75% della componente arborea forestale. Sono compresi in tale classe anche le formazioni boschive di ripa e gli uliveti abbandonati e ricolonizzati da vegetazione naturale anche in una fase avanzata di formazione a bosco. Sono comprese le sugherete miste con altre latifoglie
Aree a pascolo naturale [cod. 321]	Aree foraggiere localizzate nelle zone meno produttive talvolta con affioramenti rocciosi non convertibili a seminativo. Sono spesso situate in zone accidentate e/o montane
Aree a vegetazione arborea ed arbustiva [cod. 324 (cod. 322+323+324)]	Cespuglieti e arbusteti (formazioni vegetali basse, chiuse e stabili), aree a vegetazione sclerofilla (macchia mediterranea), vegetazione arbustiva o erbacea con alberi sparsi, formazioni che possono derivare dalla degradazione della foresta o da rinnovazione della stessa per ricolonizzazione di aree non forestali o in adiacenza ad aree forestali
Spiagge, dune e sabbia [cod. 331]	Le spiagge, le dune e le distese di sabbia e ciottoli di ambienti litorali e continentali, compresi i letti sassosi dei corsi d'acqua a regime torrentizio
Pareti rocciose e falesie [cod. 332]	Presenza di sporadica vegetazione liofila
Aree con vegetazione rada [cod. 333]	Affioramenti con copertura vegetale maggiore del 5% e minore del 40%, comprende le steppe xerofile, le steppe alofite e le aree calanchive con parziale copertura vegetale
Paludi interne [cod. 411]	Terre basse generalmente inondate in inverno e più o meno intrise d'acqua durante tutte le stagioni, talvolta con copertura vegetale di canne, giunchi e carici
Bacini d'acqua [cod. 512]	Superfici naturali o artificiali coperte da acque, destinate o meno all'uso agricolo o ittico
Lagune, laghi e stagni costieri [cod. 521]	Aree coperte da acque salate o salmastre, separate dal mare da barre di terra o altri elementi topografici simili

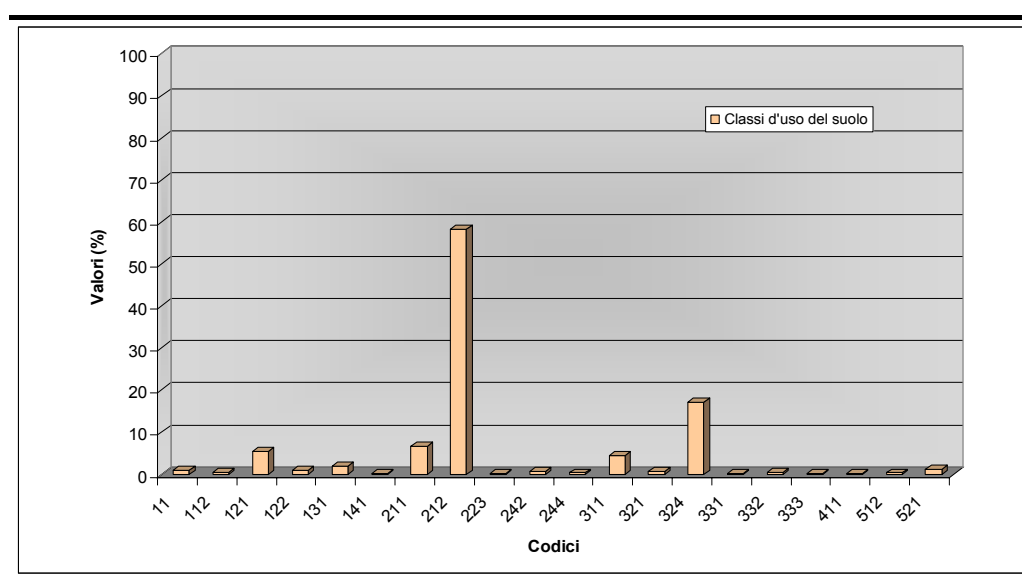
Nella *Tabella 4.2.3.4b* è stata tradotta la rappresentazione cartografica in dati quantitativi di estensione assoluta e percentuale, rispetto alla superficie investigata.

Tabella 4.2.3.4b *Percentuale e Superficie Coperta da Ogni Singola Classe*

Codice	Superficie coperta (km ²)	Percentuale %
111	2,271	0,91
112	1,179	0,47
121	13,304	5,34
122	2,166	0,87
131	4,842	1,94
141	0,125	0,05
211	16,328	6,55
212	145,210	58,31
223	0,208	0,08
242	1,686	0,67
244	0,69	0,27
311	11,192	4,49
321	1,465	0,58
324	42,459	17,05
331	0,482	0,19
332	1,034	0,41
333	0,498	0,20
411	0,213	0,08
512	0,699	0,28

I valori percentuale di ogni singola classe sono stati rappresentati in *Figura 4.2.3.4b*.

Figura 4.2.3.4b *Valori Percentuali di Ogni Singola Classe di Uso del Suolo*



Per definire meglio i rapporti tra le principali utilizzazioni del suolo, le classi identificate sono state raggruppate, secondo criteri di omogeneità, pervenendo alla seguente suddivisione semplificata:

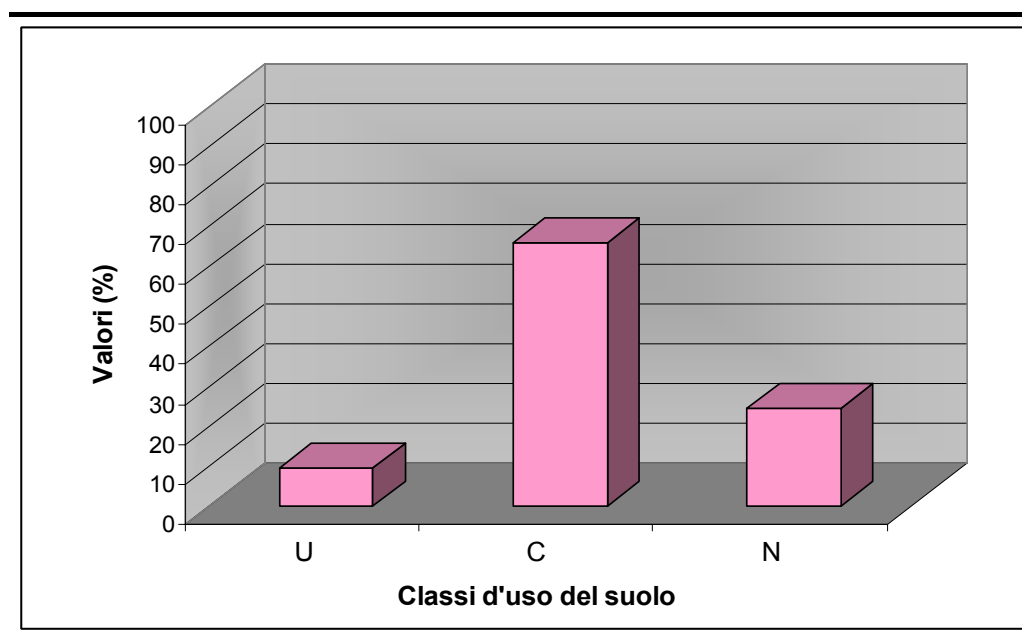
- **U** - edificato e aree produttive non agricole (cod. 111, 112, 121, 122, 131 e 141)
- **C** - aree agricole (cod. 211, 212, 223, 242 e 244)
- **N** - aree a copertura naturale in genere non soggette a interventi antropici (cod. 311, 321, 324, 331, 332, 333, 411, 512 e 521)

Tabella 4.2.3.4c *Percentuale e Copertura Superficiale delle Classi Semplificate*

Codice	Superficie coperta (km ²)	Percentuale %
U	23,89	9,59
C	164,12	65,91
N	60,97	24,49

I valori percentuali delle suddette classi semplificate sono rappresentati nella Figura seguente.

Figura 4.2.3.4c *Valore Percentuale delle Classi Semplificate di Uso del Suolo*



I dati relativi all'uso del suolo evidenziano come nell'area in esame sia del tutto prevalente il comparto agricolo (65,91%).

Le aree a connotazione naturale (24,49%) sono costituite essenzialmente da zone di boschi di latifoglie (4,49%), situate sui rilievi posti a sud dell'area di studio, e da zone arbustive (17,05%) a macchia mediterranea, nell'entroterra a sud dell'area di studio o lungo la costa occidentale.

Le superfici edificate (1,85%) si identificano con i centri abitati di Porto Torres ed una piccola appendice di Stintino, caratterizzati principalmente da un tessuto urbano continuo e discontinuo.

Sono piuttosto estese le aree industriali (8,15%) per la presenza dell'ASI di Porto Torres e in modo particolare del polo industriale Enichem.

Nel complesso, dunque, il territorio in esame presenta una spiccata valenza agricola (65,9%).

La realizzazione dell'impianto oggetto del presente documento, nella configurazione proposta, non comporta occupazione di spazi esterni alla *Centrale*, né tantomeno modificazioni delle condizioni d'uso del suolo e della fruizione potenziale del territorio, cosicché non sono prevedibili interferenze con la sottocomponente in esame.

4.2.3.5 *Qualità dei Suoli*

La *Centrale Termoelettrica di Fiume Santo* è stata inclusa nella perimetrazione dell'area di interesse nazionale ai fini della bonifica del sito industriale di Porto Torres, ai sensi del *D.M. del Ministero Ambiente del 07/02/2003*. Pertanto, nel febbraio 2004, è stato predisposto da URS Dames & Moore il *Piano di Caratterizzazione* del sottosuolo dell'intera area di *Centrale*, in conformità alle linee guida dell'*Allegato 4 del Decreto Ministeriale n. 471 del 25 Ottobre 1999*.

Il Piano di Caratterizzazione è stato approvato con il "*Verbale della conferenza dei servizi decisoria del 22 giugno 2004*" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, *prot. 12589/ordv/DI*.

Al fine di ottenere il quadro complessivo dello stato di qualità del sottosuolo e delle acque sotterranee della *Centrale* di Fiume Santo, il *Piano di Caratterizzazione* ha previsto una maglia di indagine di lato 50X50 m per le aree interessate dagli impianti (circa 75 ha) e una maglia 100X100 m per le aree mai utilizzate industrialmente (circa 65 ha).

I punti di indagine sono stati ubicati all'interno di ogni maglia in posizione opportuna (ubicazione sistematica casuale, indicata in *Figura 4.2.3.5a*). Il *Piano* ha previsto la realizzazione di circa 365 punti di investigazione con prelievo di oltre 1.000 campioni di terreno e circa 50 campioni di acqua di falda da destinare ad analisi chimica.

Al momento della redazione del presente Studio di Impatto ambientale (dicembre 2005) l'indagine di campo è stata completata al 90% e le analisi chimiche risultano in corso.

I sondaggi sono approfonditi fino a 5 m dal piano campagna mentre i piezometri raggiungono una profondità compresa tra 10 e 40 m in modo tale da intercettare l'acquifero superficiale o la falda profonda.

Le analisi chimiche comprendono la ricerca di metalli e composti inorganici, idrocarburi, composti aromatici mono e policiclici, solventi clorurati, fenoli, PCB, diossine e furani e amianto.

Le indagini tuttora concluse relative all'area dei turbogas mostrano che tutti i valori di concentrazione misurati sui campioni di terreno ed acqua prelevati sono inferiori ai limiti di riferimento riportati nell'*Allegato 1 del Decreto Ministeriale 471/99* per siti con destinazione d'uso industriale.

Come già indicato, per le aree interessate dal progetto oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale il Proponente richiederà lo stralcio dalla procedura generale ai sensi del *DM 471/99*, onde permettere l'eventuale bonifica e la disponibilità delle aree stesse prima del certificato di avvenuta bonifica di tutta l'area di *Centrale*.

4.2.3.6 *Bibliografia*

ENEL (1992): Centrale Termoelettrica di Fiume Santo, Nuova sezione policombustibile, Studio di Impatto Ambientale.

Endesa (2004) - Centrale Termoelettrica di Fiume Santo, Installazione di due turbogas da 50 MW, Studio di Impatto Ambientale.

Regione Autonoma della Sardegna (2003): "Carta dell'Uso del suolo", scala 1:25.000.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1959): "Carta Geologica d'Italia - Foglio 179 (Porto Torres)", scala 1:100.000.

ENDESA (2002) - Centrale di Fiume Santo - Studio Idrogeologico con esecuzione di prove di portata su due pozzi per uso industriale in località Capu Aspru, a servizio della Centrale Termoelettrica di Fiume Santo nel comune di Sassari.

4.2.4 *Vegetazione Flora Fauna Ecosistemi*

4.2.4.1 *Vegetazione e Flora*

L'area di inserimento dell'opera in progetto è situata nella Sardegna nord-occidentale, nella regione della Nurra.

All'interno nell'*area vasta* si distinguono diverse formazioni, che vengono descritte in seguito, a partire dalle aree più prossime al mare verso quelle più interne.

Vegetazione delle Aree Umide Costiere

Gli ambienti salmastri rappresentano una delle caratteristiche principali di tutta l'area esaminata e di conseguenza il tipo di vegetazione che in essi

prevale è costituita da specie dotate di alta o media resistenza alla salinità del suolo su cui esse si sviluppano (piante alofile).

L'elevata salinità, propria di questi ambienti, è dovuta alla presenza temporanea o permanente di ampie zone di ristagno di acqua salmastra, ai cambiamenti della concentrazione salina dovuti al prosciugamento estivo e alla presenza dell'aerosol marino. Occorre precisare che si tratta di ambienti che durante l'anno possono presentare caratteristiche differenti, a seguito delle variazioni sopra elencate, e di conseguenza diverse saranno anche le associazioni vegetali presenti.

Vegetazione Marina

La vegetazione marina comprende la vegetazione fanerogamica marina radicante delle zone litoranee e sublitoranee, in acque da eualine a polialine che formano complessi di praterie sommerse con alghe marine.

Tra le associazioni più importanti si rileva il *Posidonietum oceanicae* che colonizza fondali marini incoerenti sabbiosi e melmosi. Questa associazione che rappresenta il "climax" dei fondi marini mediterranei è oggi protetta e considerata un elemento qualificante dello stato dell'ambiente (*Direttiva CEE 92/43*).

Relativamente al fitoplancton si rilevano principalmente Diatomee Centriche alle quali in primavera si aggiungono i Dinoflagellati.

Vegetazione dei Laghi Costieri e delle Acque Salmastre

La vegetazione fanerogamica sommersa delle acque salmastre, a sviluppo invernale-primaverile, e degli stagni retrodunali salati, a completo disseccamento estivo, è dominata da specie diverse del genere *Ruppia*, con diversa composizione floristica secondo il regime idrico, della salinità e della profondità delle acque. Questa pianta infatti non è una pianta marina propriamente detta, ma viene piuttosto considerata una specie di acqua dolce con un'alta tollerabilità verso la salinità. Si comporta come specie annuale in habitat soggetti a siccità e a variazioni consistenti di salinità, mentre in habitat più stabili si comporta da perenne.

Nelle depressioni retrodunali dello stagno di Pilo si segnala la presenza dell'*Enteromorpha intestinalidis-Ruppium maritima*, dove quindi la fanerogama si trova associata ad una macroalga che risulta indicatore di un ambiente ricco di nutrienti e può portare anche a fenomeni di anossia.

Il *Ruppium spiralis*, formazione perenne monospecifica a dominanza di *Ruppia* (*Ruppia cirrhosa*), si sviluppa in acque profonde almeno 30 cm, negli stagni permanenti nei pressi di Fiume Santo e nella laguna di Casaraccio. Tra

le altre associazioni delle depressioni retrodunali si rileva il *Ruppium drepanensis*.

Particolare interessante rivestono le specie che crescono sui terreni che circondano gli specchi d'acqua salmastra, ossia la vegetazione alofila annuale pioniera e tra questa si ricordano i salicornieti. Le salicornie sono piante dotate di foglie piccole (per ridurre le perdite per evapo-traspirazione) che riducono al minimo le perdite di acqua e si ritrovano associate con specie diverse: in associazione con la specie alo-nitrofila Suaeda (*Suaeda maritima*) a formare il *Suaedo-Salicornietum patulae* si ritrova lungo le sponde delle vasche di decantazione delle Saline di Stintino, nelle depressioni retrodunali e lungo le rive degli stagni di Pilo dove occupa i substrati più elevati. Il *Salicornietum emerici*, associazione monospecifica a *Salicornia emerici*, si sviluppa in aree inondate a lungo e aperte al mare, con umidità anche in estate. È presente in zone marginali un pò depresse dello stagno di Pilo.

Nelle zone soggette a periodiche inondazioni marine, che rilasciano depositi di materia organica, si sviluppa una vegetazione a Barba di frate (*Salsola soda*): il *Salsoletum sodae*.

Il *Crassetum creticae* è una vegetazione alonitrofila dominata dalla Cressa (*Cressa cretica*); si sviluppa dalla fine della primavera su substrati limoso-argillosi, con sostanza organica derivata da deperimento di scirpeti e giuncheti subalofili e ruppieti, in depressioni retrodunali ad allagamento invernale, a nord dello stagno di Pilo.

Nella penisola di Stintino, su suoli argilloso-sabbiosi d'accumulo, è presente il *Catapodio marini-Parapholidetum incurvae*; ai bordi dello stagno di Calik si sviluppano pratelli terofitici subnitrofilo che caratterizzano l'associazione *Spergulario salinae-Hordeetum marini*.

Su suoli costantemente umidi, inondati periodicamente, si rilevano tre tipi di comunità, dominate da emicriptofite e geofite lungo un gradiente di salinità dalla zona di vegetazione alofila a quella alotollerante.

Sui suoli allagati in inverno ma asciutti in estate, con conseguente innalzamento della salinità, sono presenti i giuncheti a dominanza di Giunco di mare (*Juncus subulatus*) e presenza costante di Lisca marittima (*Bolboschoenus maritimus* var. *compactus*); essi caratterizzano lo *Scirpo-Juncetum subulati* che si rileva soprattutto nelle depressioni peristagnali dello stagno di Pilo e, sporadicamente, in depressioni retrodunali costantemente umide della penisola di Stintino.

L'Inulo-Juncetum maritimi costituisce la vegetazione emicriptofitica dominata dal Giunco marittimo (*Juncus maritimus*) e situata nelle depressioni retrodunali ad allagamento prolungato, nonché nei canali delle saline, su suoli sabbiosi e umidi anche d'estate, distribuita lungo il litorale dallo stagno di Pilo alle Saline di Stintino.

Lo *Schoeno nigricantis-Plantaginetum crassifoliae* è un'associazione emicriptofitica presente su terreni più elevati, umidi in inverno e relativamente secchi in estate. È una vegetazione molto vulnerabile che nelle opere di bonifica dei terreni costieri è la prima ad essere danneggiata. È molto rara e si rinviene in superfici limitate, a nord dello stagno di Pilo, a contatto con formazioni emicriptofitiche antropogene dominate dalla Gramigna (*Agropyron repens*), su suoli percorsi dal fuoco e pascolati.

Nelle aree perilacustri si ritrovano associazioni di camefite alofite, costituite da specie perenni sia arbustive che erbacee, che possono costituire una gariga molto fitta con ampi spazi scoperti che prende il nome di artrocneteti. Le specie che entrano nella formazione degli artrocneteti sono al massimo una ventina e tra esse ricordiamo la *Salicornia fruticosa* (*Sarcocornia fruticosa* = *Arthrocnemum fruticosum*), la *Salicornia perenne* (*Sarcocornia perennis* = *Arthrocnemum fruticosum*) e la *Salicornia glauca* (*Arthrocnemum macrostachyum* = *Arthrocnemum glaucum*). Queste sono specie proprie degli ambienti asciutti, ma con un'elevata percentuale di sale nel suolo.

Altre specie che si rinvengono negli artrocneteti sono il Gramignone marittimo (*Puccinellia palustris*), il Giunco marittimo (*Juncus maritimus*), l'Atriplice portulacoides (*Halimione portulacoides*), la Suaeda fruticosa (*Suaeda fruticosa*), l'Astro marittimo (*Aster tripolium*), l'Erica delle barene (*Limonium narbonense*), *Limonium sp. pl.*

Con il diminuire della salinità, l'ambiente diviene meno selettivo e quindi le specie che formano le popolazioni sono via via maggiori; si può inoltre osservare che alcune possono diventare dominanti rispetto ad altre in maniera tale che all'interno della stessa associazione vegetale si ritrovano numerose varianti, facies e subassociazioni. Tale fenomeno si spiega con la presenza di microambienti che portano ad una locale diversificazione del substrato, come per esempio le subassociazioni con forte presenza di Giunco marittimo rivelino la presenza di depressioni sul terreno periodicamente inondate da acqua salmastra.

Il *Puccinellio festuciformis-Halimionetum portulacoides* è presente su suoli limoso-sabbiosi, raramente allagati, ai margini delle depressioni e sui bordi dei canali, a quote maggiori rispetto alle altre formazioni che costituiscono le praterie alofile. Si rileva presso la sponda orientale e settentrionale dello stagno di Pilo, ai margini delle depressioni retrodunali e delle vasche delle saline di Stintino, dove viene pascolata. Il *Puccinellio convolutae-Arthrocnemetum macrostachyi* occupa le zone medio-alte delle depressioni salate e degli argini delle saline, su suoli argillosi umidi in inverno e asciutti in estate; è legata a terreni iperalini ad una quota inferiore rispetto all'associazione precedente. Il *Puccinellio festuciformis-Sarcocornietum fruticosae* è una vegetazione dei livelli medio-bassi delle depressioni salate, situata su suoli argillosi iperalini, umidi anche d'estate; è presente in stagni, depressioni retrodunali e vasche delle

saline. È presente con la specie *Puccinellia festuciformis ssp. festuciformis* nella laguna di Casaraccio.

Il *Sarcocornietum deflexae*, vegetazione prostrata a *Sarcocornia fruticosa var. deflexa*, è presente in aree depresse, non direttamente esposte all'ingresso di acqua marina, sommerse in inverno ma con substrato asciutto in estate e quindi ipersalato. È presente nelle zone pianeggianti, retrostanti allo stagno delle Saline di Stintino, sottoposto a pascolo estensivo.

Il *Limonietum laeti-Glomerati* è una comunità paucispecifica dominata dall'emicriptofita endemica il Limonio a grappolo (*Limonium glomeratum*) a cui si unisce la camefita endemica il Limonio delle Bocche di Bonifacio (*L. laetum*). Questa associazione si rinviene nelle depressioni retrodunali e peristagnali, allagate nei mesi invernali, con substrato limoso, ma anche di sabbia come evidenziato dalla geofita *Sporobolus pungens*.

Vegetazione degli Ambienti di Acqua Dolce

All'interno dell'*area vasta*, l'unica zona nella quale è possibile riscontrare formazioni vegetali di ambienti di acqua dolce è quella corrispondente alle sponde più interne dello Stagno di Pilo. L'acqua dolce proviene da un paio di piccoli ruscelli che affluiscono nel bacino e che quindi, nella parte interna, assume appieno le caratteristiche di uno stagno di acqua dolce, con la vegetazione propria di tali ambienti.

In questa parte dello stagno si possono osservare associazioni molto diverse, da quelle tipiche delle zone paludose come il *Phragmitetum australis* che si sovrappone ad una ampia formazione costituita da arbusti a Tamerice maggiore (*Tamarix africana*) di grandi dimensioni. Tra questi ultimi si ritrovano alcune specie lianose, come il Vilucchione (*Calistegia sepium*) e la Salsapariglia (*Smilax aspera*) che costituiscono una trama molto fitta, resa tale anche dalla presenza della Malvacea Altea comune (*Althaea officinalis*) sotto le tamerici. Le sponde laterali dello stagno sono ricoperte da una stretta fascia di specie arbustive che testimoniano la presenza anticamente di una più estesa zona a macchia mediterranea, di cui si ritrovano l'Alaterno (*Rhamnus alaternus*), il Corbezzolo (*Arbutus unedo*), l'Erica arborea (*Erica arborea*), il Lentisco (*Pistacia lentiscus*), lo Gnidio (*Daphne gnidium*), la Spazzaforno (*Thymelaea hirsuta*) ed altre.

Vegetazione delle Dune

Gli ambienti psammofili rappresentano quelle aree nelle quali il substrato di crescita è rappresentato da depositi sabbiosi più o meno consolidati. Vengono quindi descritti i diversi tipi di vegetazione (piante psammofile) che tendono a distribuirsi parallelamente alla linea di battigia in condizioni ecologiche diverse.

Litorale e Dune Embrionali

Oltre la zona afitoica, ossia la zona di spiaggia priva di piante, si trovano comunità vegetali psammo-nitrofile pioniere di piante annuali che crescono nella prima zona della spiaggia emersa, sulla quale le mareggiate lasciano depositi di sostanza organica, in particolare resti di Posidonia.

Il *Salsolo-Cakiletum aegyptiacae* è un'associazione paucispecifica costituita dal Ravastrello marittimo (*Cakile maritima* ssp. *aegyptiaca*) e la Salsola erba-cali (*Salsola kali*) e risulta presente sulla duna dello stagno di Pilo. Tali specie risultano spesso accompagnate dal Giglio marino comune (*Pancratium maritimum*) e dalla Calcatreppola marina (*Eryngium maritimum*) e da specie stabilizzatrici che si spostano verso il mare, come la Gramigna delle spiagge (*Sporobolus pungens*), lo Sparto pungente (*Agropyron junceum*) e la Santolina delle spiagge (*Otanthus maritimus*).

Sulle prime dune embrionali che risultano continuamente modificate dal vento e parzialmente consolidate da erbe che strisciano con lunghi stoloni o rizomi, come la già citata Gramigna delle spiagge e lo Sparto pungente si trovano i primi suffrutici di Canforata maggiore (*Camphorosma monspeliaca*) e Erba-franca pelosa (*Frankenia laevis*). L'*Atriplicetum hastato-tornabaeni*, rara in tutto il Mediterraneo, cresce ogni anno nello stesso luogo, si trova tra Ezi Mannu e il canale a mare della laguna di Casaraccio ed è legata a condizioni ipereutrofiche.

Il *Mesembrianthemetum crystallino-nodiflori*, presente sui depositi di materiale da riporto, è presente presso il canale a mare della laguna di Casaraccio. Sporadicamente è possibile osservare nelle zone a maggiore calpestio, individui isolati di specie che normalmente si incontrano su dune maggiormente stabilizzate come l'Euforbia delle Baleari (*Euphorbia cupanii*), l'Euforbia delle faggete (*Euphorbia pithyusa*), il Poligono delle spiagge (*Polygonum maritimum*) e qualche esemplare di Spillone delle spiagge (*Armeria pungens*).

Dune Stabili

Si tratta di formazioni sabbiose, più o meno elevate ed estese, che non vengono modificate, o quasi, dall'azione del mare e dagli agenti atmosferici; l'azione stabilizzatrice è dovuta alla presenza di specie dotate di sviluppo radicale sia profondo che superficiale tale da contrastare l'erosione marina ed eolica.

Questa vegetazione comprende comunità perenni geofitiche (che svernano con organi ipogei sui quali si trovano le gemme) o emicriptofitiche (che svernano con gemme situate all'altezza del suolo e protette da apparati aerei

morti), ascrivibili alla classe *Ammophiletea*, ma che occupano ambienti ecologicamente diversi, influenzati da un gradiente decrescente di salinità e da un gradiente crescente di evoluzione della duna e lontananza dal mare, oltre che dalla differente granulometria del substrato.

Lo *Sporoboletum arenarii*, dominata dalla Gramigna delle spiagge (*Sporobolus pungens*), è presente nel primo tratto della spiaggia emersa; l'arretramento progressivo della linea di costa porta allo sviluppo della *subass. elymetosum farcti*. Il *Sileno corsicae-Elytrigetum junceae*, associazione endemica sardo-corsa, è presente in tutti i litorali sabbiosi della Nurra. Sui substrati sabbioso-ciottolosi della duna dello stagno di Pilo sono presenti cenosi a bassa copertura dominate da *Glaucium flavum*. Il *Sileno corsicae-Ammophiletum arundinaceae* è presente a nord dello stagno di Pilo, alla spiaggia della Pelosa e in quella di Porto Ferro su dune soggette a venti forti e costanti.

Tra le specie con azione stabilizzatrice compaiono numerose specie che mostrano diversi metodi di adattamento alla superficie sabbiosa che nei mesi più caldi può raggiungere temperature elevatissime, come la Erba medica marina (*Medicago marina*) ed il Ginestrino delle scogliere (*Lotus cystoides*) che sono protetti da una eccessiva evapotraspirazione da peluria bianco-argentea; anche la Santolina delle spiagge (*Otanthus maritimus*) e la Violaciocca (*Matthiola tricuspidata*) si difendono per mezzo di un tomento.

Tra la vegetazione camefitica si trovano comunità a garighe primarie che si sviluppano nei settori più interni, sulle dune grigie su sabbie stabili e compatte. Si tratta di cenosi vulnerabili e pregiate in cui compaiono l'Elicriso (*Helichrysum italicum ssp. microphyllum*), lo Spillone delle spiagge (*Armeria pungens*), l'Ononide bacaja (*Ononis natrix ssp. ramosissima*), l'Efedra (*Ephedra distachya*).

L'*Helicriso microphylli-Armerietum pungentis* è presente nella penisola di Stintino, tra lo stagno di Pilo ed Ezi Mannu, su dune fisse di piccola entità e debole pendenza; l'*Ephedro-Helichrysetum microphylli* è presente nel tratto di duna a nord di Ezi Mannu, nella zona di Punta d'Elice, a Porto Palmas. L'efedra (*Efedra distachya*) è un basso frutice dioico con fusti sotterranei che produce una tipica bacca rossa e si ritrova lungo il versante interno della duna ed in questo ambiente si trova accanto alla *Aizoacea* Fico degli ottentotti comune (*Carpobrotus acinaciformis*) e con gli ampi cuscini formati dal Ginestrino delle scogliere.

Nelle dune più interne si riscontra una ampia zona a gariga mista, più o meno degradata, posta a ridosso delle acque stagnanti e che in alcuni tratti, tende ad assumere l'aspetto di macchia, anche se ancora allo stadio giovanile.

Nelle dune secondarie in corrispondenza della Centrale elettrica Endesa di Fiume Santo, dove ancora presenti, si è rilevata la presenza della Crespolina di Corsica (*Santolina corsica*).

A mosaico con la vegetazione perenne delle dune si rinvengono comunità terofitiche a fenologia tardo invernale - primaverile. Il *Senecioni leucanthemifolii-Matthioletum tricuspidatae* è un'associazione xerofila presente sulla sommità di dune a substrato grossolano della penisola di Stintino, esposte all'aerosol marino, su superfici interessate da periodiche attività di pascolo estensivo e su sfaticcio in terrazzi di falesie raggiunte dagli spruzzi marini del settore calcareo e di quello metamorfico.

L'*Hypocoum procumbentis-Silenetum nummicae*, caratterizzata da terofite prostrate e dominata da *Hypocoum procumbens* e da *Silene nummica*, occupa superfici sabbiose piatte, compattate da calpestio.

Depressioni Retrodunali

Le diverse situazioni ambientali locali che delineano l'ambiente retrodunale determinano profonde differenze nel tipo di vegetazione e nella varietà floristica che vi si sviluppa. Trattandosi di zone ove mai durante l'anno sono presenti ristagni di acqua, si assiste alla presenza costante dell'uomo, specialmente durante la stagione estiva, che porta alla scomparsa di alcuni elementi e al favorirne altri.

In tali ambienti si trova, parallelamente alla linea di costa, inizialmente una gariga degradata, costituita da individui sparsi di Elicriso (*Helichrysum italicum subsp. microphyllum*) di *Cystus monspeliensis*, di *Euphorbia cupanii* e di Lentisco (*Pistacia lentiscus*), e che in corrispondenza del tratto retrodunale di Punta d'Elica diventa molto più fitta, assumendo quasi l'aspetto di una formazione a macchia: nei prati interni si possono osservare varie specie erbacee tra le quali citiamo l'Euforbia minore (*Euphorbia peplus*), il Lino selvatico (*Linum bienne*), il Lino minore (*Linum strictum*) ed anche alcune Orchidaceae come l'Orchide a farfalla (*Orchis papilionacea*), la Serapide lingua (*Serapias lingua*) e l'Ofride azzurra (*Ophris speculum*).

Vegetazione delle Falesie

La zona occidentale dell'*area vasta* è formata da alte coste rocciose pressoché inaccessibili che crea un ecosistema particolare, caratterizzato da una elevata salinità e dalla scarsità di substrato, accumulato solo in poche fessure. Quindi possiamo trovare solo le casmofite, piante adattate a vivere nelle fessure delle rupi. Spesso la forte insolazione e la presenza della salsedine determinano anche condizioni di aridità, per cui le specie presentano adattamenti xerofili quali per esempio foglie di dimensioni ridotte e ricoperte di peli o di cere per limitare la traspirazione.

Nei pendii detritici il substrato è incoerente e le frane rappresentano un grosso limite al ricoprimento vegetale. In queste condizioni solo specie dotate di un potente apparato radicale possono colonizzare i detriti franosi. La

distribuzione della vegetazione è regolata anche da fenomeni atmosferici, tra i quali il vento è uno dei più importanti. La vegetazione che ne risulta è costituita soprattutto da camefite, ossia piccole piante legnose spesso prostrate o pulvinate (a cuscinetto), appiattite sulle rocce, così da opporre una resistenza minima ai forti venti di mare. Vicino al mare, quindi, la flora è costituita spesso da specie appartenenti, contemporaneamente, a tutte queste categorie: casmofite alofile, xerofile, camefite pulvinate o prostrate.

Nelle coste della Nurra sono presenti le comunità del *Crithmo-Limonietum acutifolii* costituite da Finocchio marino (*Crithmum maritimum*) e le Statici (*Limonium spp.*) che si arricchisce in alcuni casi la Canforata di Mont-pellier (*Camphorosma monspeliaca*) e Erba-franca pelosa (*Frankenia laevis*).

Nella zona di cerniera tra la vegetazione alofila della falesia e quella della macchia si sviluppa una gariga primaria o subprimaria permanente e specializzata, caratterizzata da camefite pulvinanti alotolleranti con elevata percentuale di endemismi. Le associazioni costituite da comunità terofitiche, che si rinvergono sulle falesie direttamente raggiunte dall'aerosol marino, si sviluppano su substrati detritici poco spessi, in mosaico con le comunità casmofitiche aeroaline o con le garighe litorali.

Il *Catapodio marini-Evacetum rotundatae* è una prateria terofitica a dominanza di *Evax* di Gallura (*Evax rotundata*), specie endemica sardo-corsa che si sviluppa sul settore metamorfico, in radure esposte al mare su substrati ad elevata granulometria, fortemente drenanti e sottoposti a forte deficit idrico nella stagione estiva. L'associazione inquadra gli aspetti più xerici della vegetazione terofitica costiera, sopporta livelli moderati di calpestio ma può essere danneggiata da un eccessivo disturbo antropico che alteri la micromorfologia del substrato.

La vegetazione rilevata su substrati costituiti da rocce scistose, che contenendo una maggiore percentuale di elementi fini e quindi riescono a trattenere più a lungo l'umidità nel periodo primaverile, è costituita dalla Piantaggine di Bellardi (*Plantago bellardi*) e del Senecione costiero (*Senecio leucanthemifolius*), che caratterizzano la *subass. plantaginetosum bellardii*.

Il *Senecioni leucanthemifolii-nanantheetum perpusillae* è presente su suoli a granulometria fine, dove si ha un modesto ristagno idrico. La Margherita piccolissima (*Nananthea perpusilla*) è specie relitta di antichissime origini ed endemica della Sardegna, presente nella penisola di Stintino e a Porto Scuso.

Il *Centaureetum horridae* è caratterizzato dalla presenza del Fiordaliso spinoso (*Centaurea horrida*) specie pulvinante, spinosa, endemica della Sardegna e presente in aree limitate tra cui la zona della penisola di Stintino. La vegetazione dominata dal Fiordaliso spinoso forma garighe che uniscono le parti sommitali della falesia con la prima porzione dei territori interni ancora raggiunti dai venti marini su substrati rocciosi, fino a collegarsi con la macchia della *Quercetea ilicis*.

L'*Euphorbio pithyusae-Helichrysetum microphylli* rappresenta formazioni subprimarie di gariga pioniera su suoli iniziali o erosi. Nella Sardegna nord-occidentale è presente anche in aree interne, precedendo la costituzione di formazioni forestali o preforestali a ginepro. Nella penisola di Stintino la vegetazione sostituisce il *Centaureetum horridae* su depositi marnosi o paleosuoli su substrato roccioso originando contatti topografici con la vegetazione della classe *Crithmo-Staticetea*.

Sui depositi alluvionali retrostanti i litorali sabbiosi della penisola di Stintino è presente la *subassoc. cistetosum salvoifolii*, legata a situazioni preforestali e in contatto con formazioni dello *Juniperion turbinatae*.

Vegetazione dei Territori Interni

Vegetazione Erbacea

Si tratta di comunità pioniere che si localizzano nelle radure della vegetazione a Ginepro fenicio (*Juniperus turbinata*), nelle formazioni forestali e nelle garighe di degradazione.

L'*Evaco pygmaeae-Bellietum bellidioidis* è presente su suoli detritici in aree pianeggianti sottoposte a calpestio, con scorrimento e ristagno d'acqua nei mesi invernali e primaverili ma con modesta capacità di ritenzione idrica e secche d'estate.

Il *Bupleuro fontanesii-Scorpiuretum muricati* è presente nei settori calcarei; le radure della macchia sono occupate da una comunità terofitica dominata da leguminose tra cui prevale l'Erba-lombrica comune (*Scorpiurus muricatus*).

Su depositi argilloso-limosi, su substrato roccioso, nelle zone delle falesie ricche in nitrati e su suoli argillosi profondi dei depositi alluvionali si insediano diversi tipi di vegetazione erbacea perenne con piante emicriptofitiche subnitrofile.

Il *Dactylo hispanicae-Camphorosmetum monspeliacae* è presente sui versanti a mare della falesia scistosa nel tratto tra Stintino e l'Argentiera; è una vegetazione discontinua a Erba mazzolina meridionale (*Dactylis hispanica*) che colonizza i versanti con acclività variabile e i settori sommitali subpianeggianti, con terreno sabbioso-argilloso, in aree pascolate da ovini e caprini, dove si arricchisce in specie alo-nitrofile come la Canforata di Montpellier (*Camphorosma monspeliaca*) e Filigrana comune (*Lobularia maritima*).

Sulle falesie di Stintino, in pianori sommitali, si sviluppa una vegetazione dominata da Atriplice portulacoides (*Halimione portulacoides*).

Lo *Stachydi glutinosae-Genistetum corsicae* si rinviene a quote più elevate o in posizione più interna rispetto alle garighe alofile dell'associazione *Centaureetm*

horridae, su creste esposte ai venti, ma non interessate dall'influsso dell'areosol marino, su substrati rocciosi con suoli erosi. Sugli scisti dove c'è il contatto con il *Centaureetum horridae* è diffusa la *subass. teucrietosum mari* che corrisponde ai suoli più degradati. La *Stregono spinosa* (*Stachys glutinosa*) è ampiamente diffusa su substrati diversi.

Il *Lavandulo stoechadis-Cistetum monspeliensis* vegetazione a *Cistus monspeliensis* domina in situazioni postincendio grandi tratti della Nurra settentrionale dove rappresenta uno stadio dinamico di recupero precedente alla macchia a Sparzio villosa (*Calicotome villosa*) nell'area di potenzialità per formazioni termofile e acidofile di Leccio (*Quercus ilex*).

Vegetazione di Macchia

La macchia mediterranea è costituita da una fitta boscaglia formata da alberi a portamento arbustivo in prevalenza sempreverdi. Queste formazioni non sono originali, nel senso che nascono dalla distruzione di foreste a causa di tagli, del pascolo, degli incendi provocati dall'uomo originaria e generalmente evolvono verso la ricostruzione della foresta stessa attraverso un lungo processo di autoripristino. La macchia rappresenta lo stadio evolutivo più avanzato verso il quale tendono la vegetazione dunale, delle falesie, delle garighe e delle aree salmastre anche se non ne costituisce il climax.

La successione delle comunità che colonizzano le sabbie dei sistemi dunali si chiude con la formazione di macchie a ginepro, costituite in prevalenza da Ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus ssp. macrocarpa*) e talvolta esemplari di Ginepro fenicio (*J. turbinata*). Stadi più evoluti della macchia sono rappresentati da formazioni a *Juniperus turbinata* dell'ordine *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*, dense, alte 3-4m, generalmente a contatto con le garighe che si rinvergono fino alla sommità delle falesie, al limite con la vegetazione aeroalina. Sia sugli scisti che sui calcari la vegetazione a ginepro costituisce la testa di serie delle successioni dinamiche.

In altre situazioni la macchia è secondaria, partecipando come vegetazione di sostituzione alle serie dinamiche della vegetazione forestale a Leccio (*Quercus ilex*), talvolta con la Quercia da sughero (*Q. suber*).

L'Euphorbio characiae-Juniperetum turbinatae inquadra la vegetazione di macchia sugli scisti paleozoici, nelle zone sommitali delle falesie e sui depositi delle alluvioni fluviali che precedono il litorale sabbioso. Sono in contatto con le garighe subprimarie delle associazioni *Centaureetum horridae* ed *Euphorbio pithyusae-Helicrhrysetum microphylli*. Nelle zone più interne è presente come testa di serie edafo-xerofila a contatto con elementi della serie edafo-igrofila o lembi della vegetazione climacica delle leccete.

Il *Pistacio lentisci-Calicotometum villosae* a *Calicotome villosa* domina in situazioni postincendio su micascisti dove rappresenta uno stadio dinamico di recupero

successivo alla gariga a cisti con le specie Cisto di Montopellier (*Cistus monspeliensis*) e Cisto femmina (*C. salvifolius*) nell'area di potenzialità per formazioni termofile di lecceta.

Le formazioni arbustive meso-igrofile su terreni pianeggianti alluvionali rientrano nella serie edafo-igrofila dell' *Allio triquetri-Ulmeto minoris sigmetum*. Sono formazioni dominate da *Rosaceae* caducifoglie in zone con surplus idrico. Nelle situazioni più fresche ci sono anche l'Alloro (*Laurus nobilis*), l'Orniello (*Fraxinus ornus*), il Terebinto (*Pistacia terebinthus*), mentre in quelle più calde compaiono l'Erica multiflora (*Erica multiflora*), l'Euforbia arborea (*Euphorbia dendroides*), il Ginepro fenicio (*Juniperus phoenicea*), con le foglie squamiformi, il Ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus ssp. macrocarpa*), con foglie aghiformi e grosse bacche brune, dette coccole, che colonizza le dune sabbiose, il Mirto (*Myrtus communis*), l'Oleastro (*Olea europaea var. sylvestris*), progenitore e a volte portainnesto degli olivi coltivati, il Carrubo (*Ceratonia siliqua*), le querce spinose (*Quercus coccifera* e *Q. calliprinos*), con le foglie sempreverdi dal margine fortemente spinoso, la Fillirea a foglie strette (*Phillyrea angustifolia*), il Lentisco (*Pistacia lentiscus*), la Barba di giove (*Anthyllis barba-jovis*), e la Palma nana (*Chamaerops humilis*), l'unica specie di palma spontanea in Italia.

Vegetazione Forestale (Bosco Mediterraneo)

La vegetazione forestale che si sviluppa nelle zone interne della Nurra è rappresentata da cenosi relitte a dominanza di Leccio (*Quercus ilex*) che si diversificano in rapporto alle caratteristiche del substrato e alle condizioni mesoclimatiche.

L'*Erico-Quercetum ilicis* rappresenta la vegetazione forestale del settore paleozoico, acidofilo; appare discontinua e localmente destrutturata a causa dell'intenso uso agropastorale dell'area. Cenosi di *Quercus ilex* sono abbastanza diffuse in situazioni aperte, intensamente pascolate e destrutturate dal periodico passaggio del fuoco.

Al Leccio si accompagnano diverse specie arbustive come la Fillirea sottile (*Phillyrea angustifolia*), la Fillirea comune (*Phillyrea media*), il Lentisco (*Pistacia lentiscus*), il Mirto mortella (*Myrtus communis*), rampicanti come la Salsapariglia (*Smilax aspera*) e, tra le erbacee, l'Asparago pungente (*Asparagus acutifolius*), il Dafne gnidio (*Daphne gnidium*) e la Carice mediterranea (*Carex distachia*). Nelle aree più calde si possono rinvenire alcuni nuclei in cui compare la Sughera (*Quercus suber*).

Prato e Pascoli

Queste formazioni erbacee ben caratterizzate dal punto di vista floristico sono dal punto di vista strutturale molto alterate dalle attività antropiche.

Le entità floristiche sono riconducibili al *Thero-Brachypodietea* per i suoli calcarei e all'*Helianthemetea* annua per i suoli silicei. Nel primo caso si possono rinvenire aggruppamenti a *Evax* comune (*Evax pygmaea*) e *Carlina* raggio d'oro (*Carlina corymbosa*), nel secondo a *Vulpia spp.* e Forasacco pendolino (*Bromus hordeaceus*).

Colture Erbacee

Questo ambiente molto diffuso include le colture foraggere, cerealicole (frumento e subordinatamente avena, orzo e granoturco) e subordinatamente le colture orticole in campo.

Le specie floristiche infestanti della classe *Secalinetea* come il Papavero (*Papaver rhoeas*) infestano le colture cerealicole, mentre specie della classe *Chenopodietea* come il Crescione dei prati (*Cardamine hirsuta*) ed il Farinello (*Chenopodium album*) infestano le colture orticole.

Colture Legnose Agrarie

Interessano un'area piccola ed includono le colture specializzate dei vigneti, frutteti ed oliveti. Le specie infestanti sono inquadrabili nella classe *Chenopodietea*.

Colture Miste

Anche le colture miste interessano superfici molto limitate e sono caratterizzate da colture erbacee predominanti che si alternano a colture di tipo arboreo. Gli alberi sono rappresentati da olivi, alberi da frutta, viti.

Rimboschimenti di Conifere

I rimboschimenti sono caratterizzati dal Pino domestico (*Pinus pinea*) e dal Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*). Costituiscono lo strato arboreo, mentre lo strato arbustivo è costituito da specie della macchia o della gariga. Queste formazioni sono localizzate nelle località di Monte Rosso, Monte La Campana, C. Ziratu, della Torre di Abbacurrente e di Tonnara saline e presso l'abitato di Stintino.

Rimboschimenti di Eucalipto

Rimboschimenti ad Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) sono localizzati in località Businco. Questa specie viene piantata in aree di impluvio.

Vegetazione del Territorio Urbanizzato

Gli insediamenti urbani e produttivi sono caratterizzati da un ristretto numero di specie sinantropiche e ruderali come l'Ortica perenne (*Urtica dioica*), l'Ortica annuale (*Urtica urens*) e la Parietaria (*Parietaria officinalis*).

Vegetazione Sinantropica

Tra la vegetazione sinantropica si riscontra la vegetazione ad Assenzio arbustivo (*Artemisia arborescens*) della classe *Pegano-Salsoletea*, alla *Stellarietea mediae* appartengono il *Resedo albae-Chrysanthemetum coronarii*, il *Lavateretum ruderale*, il *Sysymbrio irionis-Malvetum parviflorae* e il *Sinapidetum albae* che occupano principalmente i luoghi di deposito di rifiuti organici. Alla *Stellarietea mediae* viene riferita anche la vegetazione annuale dei prati falciati, mesofila della serie dell'olmo (*Allio triaettri-Ulmeto minoris sigmetum*) attribuita all'associazione *Bromo rigidi-Dasyphyretum villosi*.

La vegetazione della classe *Galio-Urticetea* costituita da formazioni sciafile si rileva in situazioni più umide, in prossimità dei fossi. Le associazioni che ne fanno parte sono il *Galio aparines-Conietum maculati*, il *Sileno albae-Acanthetum mollis* e l'*Urtico membranaceae-Smyrniotum olusatrum* a cui si aggiungono le associazioni endemiche della Sardegna di grande interesse biogeografico: il *Bryonio marmoratae-Aretum picti* e il *Dauco maximi-Magydaridetum pastinaceae*.

4.2.4.2

Fauna

Fauna delle Zone Umide

Nell'area in esame sono presenti diverse zone umide tra cui quelle costiere dello stagno di Casaraccio, dello Stagno delle Saline, dello Stagno di Pilo, i corsi d'acqua del rio Mannu, rio Ertas e Fiume Santo.

Le zone umide costiere ospitano una ricca ittiofauna eurialina capace di supportare forti escursioni di salinità.

Zoocenosi Acquatiche

Tra le zone umide costiere quella con le migliori condizioni per la sopravvivenza della fauna ittica è lo stagno di Casaraccio, collegato al mare da un'imboccatura, mantenuta anche grazie a costanti opere di manutenzione, che consente il costante apporto di acqua marina e, quindi, il passaggio della fauna ittica.

Tra le specie più significative il Cefalo (*Mugil cephalus*), il Cefalo calalmita (*Liza ramada*), il Cefalo musino (*Liza saliens*) ed il Cefalo bosega (*Chelon labrosus*). Di particolare pregio l'Anguilla (*Anguilla anguilla*), la Sogliola (*Solea vulgaris*), il

Branzino (*Dicentrarchus labrax*), il Sarago maggiore (*Diplodus sargus*) e lo Sparaglione (*Diplodus annularis*). Le specie ittiche dulciacquicole nei corsi d'acqua sono la Tinca (*Tinca tinca*) e la Carpa (*Cyprinus carpio*).

Lo zooplancton primaverile è costituito in prevalenza da Copepodi e da forme meroplanctoniche (meroplancton ossia plancton temporaneo).

Zoocenosi Terrestri

La zoocenosi terrestre è rappresentata in particolare da Anfibi e Uccelli; tra questi ultimi si trovano in particolare specie svernanti e di passo.

Tra gli Anfibi diverse specie frequentano le zone umide tra cui quelle d'acqua dolce interne. Si ricordano in particolare il Discoglossò sardo (*Discoglossus sardus*), rinvenibile anche in acque salmastre, la Raganella sarda (*Hyla sarda*) e la Rana verde minore (*Rana esculenta*).

Tra i Rettili, la Natrice viperina (*Natrix maura*) frequenta le acque salmastre ed interne, così come la Tartaruga d'acqua (*Emys orbicularis*).

Tra le specie ornitiche che costituiscono la fauna più numerosa si rilevano tra le svernanti il Tarabuso (*Botaurus stellaris*), la Garzetta (*Egretta garzetta*), l'Airone cenerino (*Ardea cinerea*), l'Airone bianco maggiore (*Egretta alba*), l'Oca selvatica (*Anser anser*), la Valpoca (*Tadorna tadorna*), la Moretta tabaccata (*Aythya nyroca*), l'Albanella reale (*Circus cyaneus*), il Falco pescatore (*Pandion haliaetus*), specie protetta, il Fenicottero rosa (*Phoenicopterus ruber*), il Corriere grosso (*Charadrius hiaticula*), il Beccaccino (*Gallinago gallinago*) e la Pettegola (*Tringa totanus*).

Relativamente alle specie nidificanti, si trovano l'Airone rosso (*Ardea purpurea*), il Falco di palude (*Circus aeruginosus*), il Pollo sultano (*Porphyrio porphyrio*) che nidificano lungo i canneti ai bordi degli specchi d'acqua. Il Cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*), il Gabbiano comune (*Larus ridibundus*), la Sterna comune (*Sterna hirundo*) ed il Fraticello (*Sterna albifrons*) nidificano nelle distese di fango, ai bordi degli specchi d'acqua, negli isolotti sabbiosi e nelle zone di vegetazione cespugliosa ai bordi dell'acqua. Tra i Passeriformi, l'Usignolo di fiume (*Cettia cetti*), la Cisticola (*Cisticola jundicis*), la Cannaiola (*Acrocephalus scirpaceus*) e il Cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus*).

Tra gli esempi di uccelli meno appariscenti di quelli menzionati in precedenza, e sempre frequentatori dello Stagni di Pilo, la Spatola (*Platalea leucorodia*), molto simile ad una garzetta ma con il becco a mo di mestolo con cui setaccia l'acqua e la colorata Ghiandaia marina (*Coracias garrulus*).

Non mancano in loco uccelli più comuni come la Pantana (*Tringa nebularia*), la Garzetta (*Egretta garzetta*), l'Airone cenerino (*Ardea cinerea*) e il Cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*) i quali danno spesso e volentieri luogo a delle

liti per il territorio che si risolvono in un gran vociare e nella fuga di uno dei contendenti.

In autunno arrivano numerose specie di anatidi tra cui Morette (*Aythya fuligola*), Alzavole (*Anas crecca*), Moriglioni (*Aythya ferina*), Germani (*Anas platyrhynchos*), che destano l'interesse di appassionati birdwatchers.

Fauna delle Dune

Le specie che frequentano questo ambiente sono piuttosto scarse, visto le condizioni disagiate alla vita di zoocenosi costiere, condizioni dovute principalmente alla natura mobile ed arida del substrato, la povertà di nutrienti, l'alto tenore salino, l'insolazione spesso marcata che porta a temperature molto elevate del substrato e la frammentazione degli habitat costieri, sia per ragioni naturali che antropiche. Le condizioni sopra elencate vengono attenuate durante il periodo invernale, periodo in cui questi ambienti presentano il maggior numero di specie; tra le specie più significative si ricordano il Fratino (*Charadrius alexandrinus*), il Gabbiano comune (*Larus ridibundus*), la Sterna comune (*Sterna hirundo*) ed il Fraticello (*Sterna albifrons*).

Fauna delle Falesie

Si rileva nell'ambito di questa formazione un ricco popolamento ornitico che utilizza gli ambienti rupestri per la nidificazione.

Tra i Rettili sono presenti la Tarantola muraiola (*Tarentola mauritanica*), il Geco verrucoso (*Hemidactylus turcicus*), il Tarantolino (*Phyllodactylus europaeus*) di abitudini rupicole che frequentano gli ambienti litoranei caldi.

Tra le specie di avifauna che costituiscono il popolamento più diversificato e di maggiore interesse si rilevano il Marangone dal ciuffo (*Phalacrocorax aristotelis*) che nidifica in colonie su speroni rocciosi costieri, il Grillaio (*Falco naumanni*) e il Falco pellegrino (*Falco peregrinus*) che nidificano su pareti rocciose lungo la costa o all'interno, il Gabbiano comune (*Larus ridibundus*), il Gabbiano reale zampegiale (*Larus cachinnans*), la Sterna zampenere (*Sterna hirundo*), il Fraticello (*Sterna albifrons*), il Gabbiano corso (*Larus audouinii*) che nidificano in colonie in zone rocciose costiere e delle isole. In particolare il gabbiano corso nidifica su piccoli isolotti pianeggianti o scoscesi a poca distanza dal mare.

Tra le altre specie ornitiche il Piccione selvatico (*Columba livia*), il Rondone maggiore (*Apus melba*), la Rondine montana (*Hirundo rupestris*), il Codirossone (*Monticola saxatilis*), il Corvo imperiale (*Corvus corax*), la Passera lagia (*Petronia petronia*).

Tra le specie di Mammiferi alcune specie di Chiroteri frequentano questi ambienti come luogo di rifugio ed in particolare il Rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), il Rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*), il Rinolofo euriale (*Rhinolophus euryale*), il Rinolofo di Mehely (*Rhinolophus mehely*) e il Vespertilio smarginato (*Myotis emarginatus*), il Vespertilio di Daubenton (*Myotis daubentoni*), il Vespertilio Capaccini (*Myotis capaccini*), il Vespertilio maggiore (*Myotis myotis*).

Fauna dei Territori Interni

Fauna Forestale (Bosco Mediterraneo)

Nell'ambito del bosco mediterraneo, distribuito in modo frammentario nell'area vasta è presente un interessante popolamento faunistico.

Le specie presenti sono legate ad habitat forestali in particolare di avifauna tra cui il Colombaccio (*Columba palumbus*) e la Tortora dal collare orientale (*Streptopelia turtur*), il Torcicollo (*Jynx torquilla*), il Picchio rosso maggiore (*Picoides major*), il Pettirosso (*Erithacus rubecola*), l'Usignolo (*Luscinia megarhynchos*), la Tordella (*Turdus viscivorus*), il Fiorrancino (*Regulus ignicapillus*) e la Ghiandaia (*Garrulus glandarius*) e rapaci diurni come la Poiana (*Buteo buteo*).

Tra le specie di Mammiferi si rilevano diversi Chiroteri e tra i Carnivori la Martora (*Martes martes*) ed il Gatto selvatico (*Felis silvestris*) e l'Ungulato Cinghiale (*Sus scrofa*).

Fauna della Macchia Mediterranea

Nell'ambito della macchia mediterranea, abbastanza diffusa, è presente un popolamento faunistico abbastanza ricco, caratterizzato da diverse specie.

Tra gli Anfibi si rilevano il Discoglossò sardo (*Discoglossus sardus*), il Rospo smeraldino (*Bufo viridis*) e la Raganella sarda (*Hyla sarda*) sebbene nel periodo riproduttivo frequentino ambienti umidi.

Tra le specie di Rettili la Testugine comune o Tartaruga terrestre (*Testudo hermanni*) e la Testugine marginata (*Testudo marginata*), l'Algiroide nano (*Algyroides fitzingeri*) e la Lucertola sarda (*Podarcis tiliguerta*), il Colgilo (*Chalcides ocellatus*) ed il Biacco (*Coluber viridiflavus*).

Tra le specie ornitiche la Tottavilla (*Lullula arborea*) e il Calandro (*Anthus campestris*) nidificano al suolo, la Magnanina sarda (*Sylvia sarda*), la Magnanina (*Sylvia undata*), la Sterpazzolina (*Sylvia cantillans*), l'Occhiocotto (*Sylvia melanocephala*) e la Capinera (*Sylvia atricapilla*) nidificano a pochi metri dal suolo.

Tra le specie di Mammiferi gli Insettivori il Riccio (*Erinaceus europaeus*), il Mustiolo etrusco (*Suncus etruscus*) e la Crocidura rossiccia (*Crocidura russula*), i Lagomorfi la Lepre sarda (*Lepus capensis*) e il Coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*), tra i Roditori il Topo quercino (*Elyomys quercinus*) e il Topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*) e il Cinghiale (*Sus scrofa*).

Fauna dei Prati e Pascoli

Questo ambiente è frequentato da Rettili quali la Lucertola campestre (*Podarcis sicula*), il Gongilo (*Chalcides ocellatus*) e la Luscengola (*Chalcides chalcides*).

Tra le specie ornitiche rilevate si segnala la presenza della Pernice sarda (*Alectoris barbara*), della Quaglia (*Coturnix coturnix*), della Gallina prataiola (*Tetrax tetrax*), dell'Occhione (*Burhinus oedicephalus*), della Calandra (*Melanocorypha calandra*), della Calandrella (*Calandrella brachydactyla*) e dell'Allodola (*Alauda arvensis*).

Fauna delle Colture Erbacee

Il popolamento faunistico che caratterizza questo ambiente è piuttosto monotono anche se con specie interessanti la cui presenza è condizionata dalle attività antropiche.

Tra i Rettili si rilevano la Testuggine comune e la Tartaruga marginata. Le specie ornitiche sono le più numerose tra cui la Quaglia, la Pernice sarda, la Gallina prataiola e l'Occhione. Alcune specie sono legate alla presenza di manufatti umani in cui nidificano; si rilevano il Barbagianni (*Tyto alba*), la Rondine comune (*Hirundo rustica*) e il Balestruccio (*Delichon urbica*), la Calandrella, la Calandra e l'Allodola.

Tra i Mammiferi i Lagomorfi la Lepre sarda e il Coniglio selvatico.

Fauna delle Colture Legnose Agrarie

Si tratta di aree di estensione ridotta nell'ambito dell'area vasta con relativa povertà di specie faunistiche.

Tra le specie ornitiche che risultano più numerose si rilevano la Cinciallegra (*Parus major*) e la Cinciarella (*Parus caeruleus*), il Fringuello (*Fringilla coelebs*), il Verzellino (*Serinus serinus*), il Verdone (*Carduelis chloris*) e lo Zigolo nero (*Emberiza cirulus*).

Fauna dei Rimboschimenti di Conifere

I rimboschimenti di Conifere, di estensione ridotta, hanno sostituito la vegetazione naturale di macchia e macchia-foresta. Il popolamento faunistico presenta alcune specie dell'Avifauna tra cui il Picchio rosso, la Ghiandaia e il Venturone (*Serinus citrinella*).

Fauna dei Rimboschimenti di Eucalipto

Si tratta di boschi dalle dimensioni estremamente ridotte. Anche il popolamento faunistico è estremamente ridotto e limitato ad alcune delle specie più comuni presenti nelle zone boscate adiacenti.

Fauna del Territorio Urbanizzato

Il popolamento faunistico è povero e influenzato dalle attività umane.

Tra i Rettili si rilevano Tarantola muraiola e l'Emidattilo (*Hemidactylus turcicus*); tra le specie ornitiche il Rondone (*Apus apus*) ed il Rondone pallido (*Apus pallidus*) nidificano sotto le tegole o le grondaie, il Merlo (*Turdus merula*) e la Capinera colonizzano le aree con un po' di vegetazione.

Tra i Mammiferi si rilevano alcune specie di Roditori, tra cui il Ratto nero (*Rattus rattus*) e il Ratto delle chiaviche (*Rattus norvegicus*), legati agli ambienti più degradati, e Chiroteri antropofili come il Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*) e il Pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*).

Elementi di Qualità e Sensibilità Naturalistica

Il Progetto Bioitaly classifica nell'area tre biotopi come Siti d'Importanza Comunitaria (SIC), individuati anche in base alla presenza di specie emergenti, come previsto dalle *Direttive Comunitarie 92/43/CEE "Habitat" e 79/409/CEE "Uccelli"*:

- Stagno di Pilo e Stagno di Casaraccio (ITB010002);
- Stagno e Ginepreto di Platamona (ITB010003);
- Coste e isolette a nord-ovest della Sardegna (ITB010043).

Nel Cap. 6, per i siti sopra citati, è stata redatta la "*Valutazione di Incidenza*" ai sensi dell'*art. 6 della Direttiva "Habitat"*. Al capitolo relativo alla "*Valutazione di Incidenza*" sono allegati i formulari standard e la cartografia delle aree pSIC esaminate.

- descrizione del sito;
- tipologie di vegetazione ed emergenze flogistiche;

- fauna ed emergenze faunistiche;
- valore naturalistico, scientifico, didattico e paesaggistico.

Ad ogni sito è assegnata una numerazione progressiva come previsto dalla classificazione in ambito regionale; in ciascuno sono segnalate le specie in vario grado minacciate o vulnerabili.

A nord dell'*area vasta*, in ambito marino, rientra una piccola parte del Parco Nazionale dell'Asinara.

4.2.4.3 *Ecosistemi*

Attraverso l'analisi comparata delle unità ambientali botaniche e faunistiche sono state individuate le unità ecosistemiche presenti nell'area.

Confrontando e incrociando i dati relativi alle componenti vegetazionali e faunistiche con le tipologie di uso del suolo e con gli aspetti geomorfologici ed antropici è stato possibile individuare aree relativamente omogenee per tipologia di condizioni ecologiche e biocenosi rappresentative (Sistemi).

Tali aree vengono di seguito descritte

- Sistema del bosco mediterraneo;
- Sistema della macchia mediterranea;
- Sistema delle zone umide;
- Sistema delle coste sabbiose;
- Sistema delle coste rocciose;
- Sistema dei prati e dei coltivi;
- Sistema dei rimboschimenti;
- Sistema antropizzato.

Sistema del Bosco Mediterraneo

Il sistema del bosco mediterraneo, sebbene scarsamente rappresentato è il più importante poiché testimonianza ed espressione della vegetazione climacica dell'area e comprende i boschi naturali localizzati principalmente nelle zone collinari più interne.

All'interno di queste formazioni è presente un complesso floristico e faunistico caratterizzato da elevata diversità e naturalità. Dal punto di vista della struttura è il sistema più complesso ed evoluto, con percentuali di copertura elevate, caratterizzato da un ricco strato arbustivo in cui trovano rifugio numerose specie dell'avifauna, di rettili e piccoli mammiferi che creano un articolato sistema di reti trofiche.

Sistema della Macchia Mediterranea

Fanno parte di questo sistema le formazioni vegetali costiere e quelle più interne. La vegetazione presente è influenzata sia da fattori antropici (incendio, pascolo), sia ambientali. Insieme al sistema dei boschi è il sistema più importante anche esso espressione della vegetazione naturale potenziale dell'area sebbene espressione di uno stadio dinamico meno evoluto. Risulta quindi strutturalmente meno complesso del precedente ma caratterizzato da una copertura fitta di specie floristiche importanti in cui trovano rifugio diverse specie faunistiche di pregio.

Sistema delle Zone Umide

Questo sistema è caratterizzato da formazioni igrofile che cambiano composizione floristica a seconda della maggiore o minore salinità del substrato. Di particolare rilievo la fauna migratoria e l'avifauna nidificante oltre a specie di Anfibi e Pesci.

É un sistema con un complesso sistema trofico in cui sono correlate componenti terrestri ed acquatiche spesso di pregio naturalistico.

Sistema delle Coste Sabbiose

È un ecosistema di particolare importanza caratterizzato da formazioni estremamente specializzate in cui si rilevano numerosi endemismi. Queste aree attualmente risentono del turismo che in parte le ha alterate nella composizione floristica. Anche le specie faunistiche che si rilevano in questo ecosistema sono di particolare pregio.

Sistema delle Coste Rocciose

È un ecosistema caratterizzato da molti endemismi e da specie faunistiche di particolare rilievo che nidificano sulle pareti rocciose a picco sul mare. È un sistema caratterizzato da un interessante avifauna che utilizza risorse trofiche marine e terrestri.

Sistema dei Prati e dei Coltivi

In questo ecosistema trovano rifugio poche specie dell'avifauna e soprattutto rettili e piccoli mammiferi. Le reti trofiche sebbene presenti risultano semplificate e la ricchezza floristica ridotta.

Sistema Antropizzato

In questo sistema rientrano sia le aree urbanizzate che quelle sottoposte ad impatto antropico. Non riveste particolare interesse dal punto di vista floristico, poiché dominano le specie coltivate e quelle infestanti le colture.

Solo alcune specie faunistiche rivestono un certo interesse quali la Gallina prataiola (*Tetrax tetrax*) e l'Occhione (*Burhinus oediconemus*).

Presenta una discreta complessità della comunità biotica. I fattori di disturbo antropico possono condizionare la struttura della comunità biotica.

Sistema dei Rimboschimenti

Presenta una comunità biotica poco complessa e povera di specie di pregio naturalistico mentre dal punto di vista faunistico presenta un discreto numero di specie.

4.2.4.4

Bibliografia

Arnold E. N., Burton J.A. - 1985. Guida dei Rettili e degli Anfibi d'Europa. Franco Muzzio editore, Padova

Begon M., Harper S.L., Townsend C.R. - 1989. Ecologia, Individui, Popolazioni, Comunità. Zanichelli Editore, Bologna.

Biondi E. - 1998 (1999). Diversità fitocenotica degli ambienti costieri italiani. In: "Aspetti ecologici e naturalistici dei sistemi lagunari e costieri". Atti XIII Convegno del Gruppo per l'Ecologia di Base "G: Gadio", Venezia 25-27 maggio 1996. Suppl. Boll. Museo Civ. Nat. Di Venezia 49 (suppl.): 39-105.

Biondi E., Filigheddu R., Farris E. - 2001. Il paesaggio vegetale della Nurra. Fitosociologia Vol.38 (2), Suppl.2

Biondi E., Farris E., Filigheddu R. - 2002. Su alcuni aspetti di vegetazione arbustiva della Sardegna nord-occidentale. Fitosociologia, Vol.39 (1) . Suppl.2

Brichetti P., De Franceschi P., Baccetti N.- 1992. Fauna d'Italia. Aves I. Gaviidae-Phasianidae. Calderini. Bologna.

Bulgarini et al. 1998. Libro rosso degli animali d'Italia. WWF, Roma

Chiavetta M. - 1981. Rapaci d'Italia e d'Europa. Rizzoli Editore, Milano

Conti F., Manzi A., Pedrotti F. - 1992. Libro rosso delle piante d'Italia. WWF, Roma

Corbet G., Ovenden D. - 1985. Guida ai Mammiferi d'Europa. Franco Muzzio editore, Padova

Frugis S., Schenk H. - 1981. Red List of Italian Birds. Avocetta, Parma

Giacomini V. - 1958. La flora. Conosci l'Italia, Vol.II. Touring Club Italiano, Sagdos, Milano

Malcevschi - 1989. L'analisi delle componenti faunistiche negli studi di impatto: standard minimi e livelli ideali. In: Fasola M. -- Atti II Seminario Italiano Censimenti Faunistici dei Vertebrati. Suppl. Ric. Biol. Selvag. Ozzano dell'Emilia. Bologna

Marchetti - 1993. Ecologia applicata. Società Italiana di Ecologia, Città Studi, Milano

Ministero dell'Ambiente - 2000. Elenco dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciali, individuati ai sensi delle direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE. Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana. Parte Prima

Peterson R., Mounfort G. - 1988. Guida degli uccelli d'Europa. Franco Muzzio editore, Padova

Pignatti S. - 1976. Geobotanica. In: Cappelletti C., Trattato di botanica. UTET, Torino

Pignatti S. - 2002. Flora d'Italia. Edagricole. Bologna.

Tomaselli R. - 1973. La vegetazione forestale d'Italia. Ministero dell'agricoltura e delle foreste. Collana verde, 33.

Touring Club Italiano - 1999. Parchi e aree naturali protette d'Italia.

4.2.5 *Salute Pubblica*

4.2.5.1 *Stato Attuale della Componente*

Il presente *Paragrafo* analizza lo stato attuale della componente nell'area di studio, con particolare attenzione agli indicatori il cui andamento può essere messo in stretta relazione alle modificazioni dell'ambiente, introdotte dalla realizzazione del progetto.

Pertanto, le patologie prese in esame sono quelle che possono essere ricondotte a situazioni di inquinamento dell'aria, in particolare tumori e malattie dell'apparato respiratorio.

4.2.5.2 *Metodologia*

La componente salute pubblica è stata valutata considerando sia gli Strumenti di Piano attualmente disponibili presso la regione Sardegna, sia valutando alcuni indicatori epidemiologici reperibili nei seguenti documenti:

- “Atlante della Sanità Italiana”, del Progetto Prometeo, 2001;
- “Registro dei Tumori della Provincia di Sassari”, del rapporto “Epidemiologia in Sardegna”, volume n. 8, Novembre 2004.

4.2.5.3 *Strumenti di Piano Attualmente Disponibili in Tema di Sanità Pubblica*

Con la *Delibera n. 51/9 del 4 Novembre 2005*, la regione Sardegna ha approvato la bozza definitiva del Piano Regionale per i Servizi Sanitari 2006-2008.

Tale bozza di Piano propone innanzitutto un riordino del sistema legislativo regionale, dettato anche dalla mancanza, da vent’anni, di uno strumento pianificatorio in ambito sanitario. Un’altra necessità è quella di ammodernare l’ordinamento legislativo vigente, recependo la recente normativa nazionale, in particolare il *D.lgs. 229/99*.

Il Piano si articola in tre parti, rispettivamente dedicate agli obiettivi di salute, agli obiettivi di sistema e agli strumenti per il funzionamento della sanità della regione Sardegna.

La prima parte analizza i cinque *bisogni di salute* che per incidenza o peculiarità hanno una speciale rilevanza in Sardegna. La seconda parte individua obiettivi di riordino del sistema di erogazione dei servizi che consentano di dare risposte eque e di qualità. La terza parte individua gli strumenti attraverso i quali il processo di cambiamento può essere avviato, governato e consolidato.

Dall’analisi della bozza di Piano si evidenziano i seguenti aspetti peculiari:

- la Sardegna è la regione che presenta il più alto numero di nuovi casi di *diabete mellito*, con un’incidenza di 39 casi su 100.000 abitanti contro una media nazionale di appena 6 casi su 100.000 abitanti;
- Le *Malattie Rare* (MR) sono condizioni morbose poco frequenti, poco conosciute, talvolta prive di terapia adeguata, spesso causa di condizioni cliniche gravi e talvolta mortali. Pur essendo singolarmente rare, l’elevato numero delle forme possibili determina un’incidenza rilevante. Si stima infatti che circa il 4-5 per mille dei neonati sia affetto da queste patologie. Alcune patologie appaiono particolarmente frequenti in Sardegna (talassemie, malattia di Wilson, poliendocrinopatia autoimmune tipo I e

malattia celiaca), altre meno frequenti (malattie neuromuscolari tipo distrofie muscolari e sclerosi laterale amiotrofica);

- La prevalenza della *Sclerosi Multipla* (SM) in Sardegna è intorno ai 150 casi ogni 100.000 abitanti, a fronte di 20-60 casi su 100.000 abitanti riscontrati nel resto dell'Italia. La Sardegna appare pertanto come la regione italiana più colpita dalla malattia, con un carico attuale stimato di oltre 2.500 pazienti, con un'incidenza stimata in circa 102 nuovi casi all'anno;
- *Le talassemie* rivestono grande rilevanza a livello regionale. Si stima infatti che le persone attualmente malate in Sardegna siano pari a 1.100 (a fronte di un valore nazionale pari a circa 7.000 malati);
- *Le patologie cardiovascolari* rappresentano un importante carico di malattia in Sardegna, per la loro prevalenza (in termini di mortalità, morbilità e disabilità). In base ai dati dell'Istituto Superiore di Sanità la situazione regionale è delineata così: il 33% degli uomini e il 29% delle donne è iperteso (pressione arteriosa uguale o superiore a 160/95 mmHg oppure sotto trattamento specifico). Il 26% degli uomini ed il 33% delle donne non svolge alcuna attività fisica durante il tempo libero. Il 23% degli uomini fuma in media 18 sigarette al giorno e il 19% delle donne fuma in media 13 sigarette al giorno. Il 16% degli uomini e il 14% delle donne è obeso. Il 7% degli uomini ed il 6% delle donne è diabetico (glicemia superiore a 126 mg/dl);
- *I disturbi circolatori* dell'encefalo rappresentano, per dimensioni epidemiologiche e per impatto socio economico, un'importante problematica sanitaria. L'ictus cerebrale costituisce la prima causa di invalidità permanente nell'adulto, la terza causa di morte e la seconda di demenza. Il tasso di mortalità per disturbi circolatori dell'encefalo (dati ISTAT) nel 2001 in Sardegna è stato di 8,7 decessi per 100.000 abitanti, contro un valore medio nazionale pari a 8,4;
- *Le malattie respiratorie* rappresentano in Sardegna la terza causa di morte con un'incidenza maggiore nelle decadi centrali della vita e un'elevata mortalità nelle fasce di età più avanzata. Le abitudini di vita e le condizioni dell'ambiente (in particolare nei poli industriali caratterizzati dalla presenza di importanti fattori di rischio) rappresentano le maggiori fonti di rischio per le malattie respiratorie;
- *Le neoplasie* costituiscono la seconda causa di morte in Sardegna. A livello regionale, infatti, il rapporto tra maschi e femmine affetti da nuovi tumori è pari a 1,26 a fronte di una media nazionale pari a 1,20. Secondo le stime del Registro dei Tumori della provincia di Sassari, nel periodo che va dal 1980 al 1994, il tasso di mortalità per tumori in Sardegna è stato inferiore a quello nazionale, anche se si riscontra una tendenza all'aumento nell'ordine del 2,7 - 2,9% all'anno, contro una sostanziale stabilità a livello nazionale. Sempre nello stesso periodo si registra un eccesso di mortalità

(rispetto alla media nazionale) dei tumori del fegato, della prostata e delle leucemie.

4.2.5.4 *Indicatori di Mortalità per Causa e di "Mortalità Evitabile"*

"L'Atlante della Sanità Italiana 2001"¹, realizzato nell'ambito del Progetto Prometeo con il contributo dell'Università Tor Vergata di Roma, dell'Istituto Nazionale di Statistica, dell'Esis, della Farmaindustria e della Nebo, analizza i dati di mortalità per gli anni 1996-1998 riscontrati nelle diverse Aziende Sanitarie Locali italiane.

In particolare, in questo progetto viene utilizzato un nuovo indicatore con cui è stata redatta la classifica dello stato di salute della popolazione italiana: la "mortalità evitabile", in stretta dipendenza con le abitudini e lo stato dell'ambiente di vita e di lavoro e l'efficacia del servizio sanitario in termini di prevenzione, scelte diagnostiche e cure.

Il documento si dimostra un'indagine delle diverse realtà territoriali delle ASS (Aziende del Servizio Sanitario), prendendo in esame alcuni parametri, tra cui lo stato di salute della popolazione, i servizi sanitari, il contesto demografico ed economico.

Per ogni area di analisi sono stati calcolati quanti anni persi, in proporzione a quelli potenzialmente ancora vivibili dagli individui della popolazione residente, siano attribuibili a carenza di prevenzione, diagnosi o terapia, ovvero recuperabili con una maggiore efficacia dell'intervento sanitario ai suoi vari livelli.

Per rendere i dati confrontabili sono state utilizzate opportune standardizzazioni statistiche, consistenti nel riferire i tassi specifici di mortalità evitabile a una popolazione omogenea a livello nazionale.

Sulla base del dato relativo alla "mortalità evitabile" è stata stilata una classifica di tutte le ASL nazionali.

Da tale documento sono state quindi estratte alcune *Table* significative in cui le situazioni relative alla regione Sardegna, alla provincia di Sassari e all'ASL di Sassari (ASL n. 1) sono poste a confronto con la media nazionale.

In *Tabella 4.2.5.1a* sono posti a confronto i diversi tassi di mortalità a livello regionale, provinciale e locale, con quelli a carattere nazionali.

¹ L'Atlante della Sanità Italiana 2001 è stato redatto nell'ambito del Progetto Prometeo edito nel 1999 e aggiornato negli anni 2000 e 2001 (www.farmaindustria.it/farmaindustria/html/prometeo)

Tabella 4.2.5.1a Tassi Medi di Mortalità per Causa Locale, Provinciali, Regionali e Nazionali: Morti per 100.000 Residenti Standardizzati (1996-1998)

Cause di Mortalità (tra 0 e 74 anni)	ASL 1 - Sassari		Media Provincia Sassari		Media Sardegna		Media Nazionale	
	masch	femmine	masch	femmine	masch	femmine	masch	femmine
	i	i	i	i	i	i	i	i
Malattie infettive e parassitarie	4,8	2,6	4,5	2,5	4,2	1,9	2,6	1,6
Tumori	127,4	66,0	125,0	65,1	127,4	64,6	129,5	71,0
Dist. psich., mal. sist. nerv., org. sensi	14,8	5,5	13,3	5,6	12,0	6,5	10,8	6,0
Infarto miocardico acuto	35,2	7,6	36,7	8,8	31,5	7,4	28,5	7,6
Disturbi circolatori dell'encefalo	21,9	9,7	21,3	9,7	17,6	9,7	18,3	11,5
Altre malattie sistema circolatorio	46,1	19,7	44,6	20,8	42,0	18,7	47,9	21,7
Malattie dell'apparato respiratorio	16,4	7,3	15,4	7,8	17,2	6,0	13,8	4,9
Malattie apparato digerente	27,4	9,5	25,3	9,1	24,0	9,3	18,9	8,7
Altri stati morbosi	32,2	27,0	32,3	24,8	35,1	25,6	32,9	24,3
Sintomi, segni, altri stati morb. Mal def.	3,0	2,2	2,7	1,9	2,5	1,1	4,9	2,0
Cause est. dei traumatismi e avvelenam.	45,3	8,6	44,1	8,6	48,3	10,8	37,0	10,8
Tutte le cause	374,5	165,7	365,2	164,7	361,8	161,6	345,1	170,1

Fonte: www.farminindustria.it/farminindustria/html/prometeo_2001

Considerando il tasso medio di mortalità per tumori, è possibile osservare valori inferiori di alcuni punti rispetto alla media nazionale, sia a livello regionale, sia a livello provinciale che locale.

Per quanto riguarda l'ASL 1 di Sassari, in particolare, la mortalità maschile risulta pari a quella media della Sardegna (127,4 morti ogni 100.000 residenti). La mortalità femminile risulta invece leggermente superiore al dato medio sardo, con 66 contro 64,6 morti ogni 100.000 residenti, dato comunque inferiore alla media nazionale (71 morti ogni 100.000 residenti).

Analizzando i tassi medi di mortalità causata da infarto del miocardio, si evidenziano, per la popolazione maschile dell'ASL 1 di Sassari, valori mediamente più alti rispetto alla media nazionale, con variazioni dell'ordine di quasi 7 punti, e rispetto alla media della Sardegna con variazioni di circa 4 punti. Tuttavia questo dato locale risulta inferiore di 1,5 punti al dato medio provinciale. La popolazione femminile dell'ASL 1 di Sassari, presenta invece valori medi in linea con il corrispettivo valore medio nazionale e medio sardo.

I tassi medi di mortalità dovuti alle malattie dell'apparato respiratorio presentano per entrambi i sessi valori a livello locale, provinciale e regionale più alti rispetto alla relativa media nazionale.

Nell'ASL 1 di Sassari i tassi di mortalità maschile risultano di 1 punto superiori a quelli medi provinciali e di 0,8 punti inferiori a quelli medi della Sardegna. I tassi di mortalità femminile risultano invece di 0,5 punti inferiori ai tassi medi provinciali e di 1,3 punti superiori ai tassi medi della Sardegna.

Nella *Tabella 4.2.5.1b* si confrontano i valori di mortalità evitabile regionali, provinciali, locali e con i rispettivi valori nazionali.

Tabella 4.2.5.1b *Mortalità Evitabile Standardizzata per Grandi Gruppi di Cause (1996 - 1998)*

Ambito	Prevenzione primaria		Diagnosi Precoce e terapia		Igiene e assistenza sanitaria		Tutte le cause	
	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine
Media locale: ASL 1 - Sassari	133,0	23,0	1,7	20,3	65,3	20,3	200,0	63,6
Media provincia di Sassari	128,1	24,5	2,0	19,8	65,8	20,6	195,9	64,9
Media regionale	131,1	25,3	2,2	21,5	60,1	18,3	193,4	65,1
Media nazionale	113,5	30,0	2,4	21,1	55,0	18,9	170,9	70,0

Fonte: www.farminindustria.it/farminindustria/html/prometeo_2001

Nota: tassi standardizzati per 100.000 abitanti; morti tra 5-69 anni; popolazione tipo= popolazione mondiale;

Analizzando i dati relativi alla *prevenzione primaria* si osservano valori di mortalità evitabile sensibilmente maggiori nella popolazione maschile rispetto alla popolazione femminile. Per la popolazione maschile si notano valori simili a livello regionale, provinciale e locale, mentre a livello nazionale il dato di mortalità evitabile è più basso. Anche per la popolazione femminile i dati regionali, provinciali e locali sono simili tra loro, ma inferiori al dato medio nazionale.

Per quanto riguarda la differenza di valori tra la mortalità evitabile maschile e femminile si può osservare che questa è presente sia a livello locale che nazionale e che probabilmente è dovuta a cause derivanti dallo stile di vita o da ambienti di lavoro differenziati.

Considerando i dati relativi alla *diagnosi precoce e terapia* si notano valori costanti a ogni livello di indagine, pur constatando valori superiori per la popolazione femminile.

Anche i dati relativi alla mortalità evitabile per *l'igiene e l'assistenza sanitaria* mostrano valori costanti sia per i maschi che per le femmine, tuttavia i valori maschili sono sensibilmente maggiori ad ogni livello di indagine.

Infine è stata svolta un'analisi a partire dal rapporto presente su "Epidemiologia in Sardegna", n. 8, del Novembre 2004, riportato nel "Registro Tumori della Provincia di Sassari", a cura di M. Budroni e F. Tanda, relativamente agli anni 1992-2001. In esso sono studiate le principali forme di tumore sviluppatesi nella popolazione della provincia di Sassari, per i dieci anni sopra riportati, divisi per sesso e per età.

La popolazione osservata rappresenta circa il 28% della popolazione regionale, caratterizzata storicamente da scarsi movimenti di immigrazione e forte emigrazione, e quindi sostanzialmente omogenea.

Da quanto indicato in tale rapporto, la popolazione maschile è maggiormente soggetta a neoplasie respiratorie, con un tasso di 80,2 casi per 100.000 abitanti, a fronte di un valore nazionale pari a 71,8.

Il cancro alla prostata, invece, si presenta con un tasso d'incidenza standardizzato (su 100.000 abitanti) pari a 50,7 a fronte di un valore nazionale pari a 41,2.

La popolazione femminile è soggetta maggiormente a tumori al seno, con un tasso d'incidenza di 102,8, a fronte di un valore nazionale pari a 97,3.

Dal confronto con il dato nazionale, per le leucemie mieloidi, si rileva un'incidenza della patologia nei maschi e nelle femmine della provincia di Sassari superiore alla media nazionale (tasso standardizzato di 7,1 contro una media nazionale pari a 6,4). Nel sesso femminile l'incidenza è maggiore nelle fasce d'età 80-84 e >85, con un valore di 30,3 e 34,9; nel sesso maschile l'incidenza è massima nella fascia 75-79, con un valore di 65,4.

Il mieloma è l'unica patologia ematologica più frequente nel sesso femminile, che vede tassi standardizzati nei maschi pari a 7,9 e nelle femmine a 7,4, a fronte di un valore nazionale medio pari a 5,8. È un tumore tipico delle fasce di popolazione più anziane, diventando statisticamente significativo a partire dalla classe 55-59. Nel sesso femminile, inoltre, il picco d'incidenza è raggiunto in età più precoce. Il tasso d'incidenza è pari a 30,3 per la popolazione maschile e 40,4 per la popolazione femminile, considerando la fascia di età 80-84 anni.

4.2.5.5 *Bibliografia*

Atlante della Sanità Italiana", Progetto Prometeo, 2001.
www.farminindustria.it/farminindustria/html/prometeo_2001

"Registro dei Tumori della Provincia di Sassari", rapporto "Epidemiologia in Sardegna", volume n. 8, Novembre 2004.

Delibera Regione Sardegna n. 51/9 del 4 Novembre 2005

4.2.6 *Rumore e Vibrazioni*

4.2.6.1 *Quadro normativo*

Il quadro normativo relativo al rumore risulta essere abbastanza vasto, poiché interessa numerosi settori, quali l'inquinamento acustico nell'ambiente esterno, i trasporti, la sicurezza sul lavoro, le caratteristiche dei macchinari, gli ambienti abitativi, le attività ricreative, ecc. Inoltre, è da tenere presente che oltre alle norme emanate a livello nazionale, esistono le leggi regionali e le direttive europee. La *Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"*, stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e abitativo, demandando a successivi regolamenti di esecuzione (noti come decreti attuativi) il compito di attuarli. In attesa dell'attuazione degli adempimenti previsti dalla legge quadro vengono conservate, eventualmente anche in maniera parziale, le norme

precedentemente esistenti. Di seguito si riporta un elenco in ordine cronologico delle norme attualmente in vigore, ristretto a quelle che risultano di particolare interesse nel presente studio.

Normativa Nazionale

- *Decreto Interministeriale 2 aprile 1968, n. 1444: "Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e rapporti massimi tra spazi destinati agli insediamenti residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi da osservare ai fini della formazione dei nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della legge 6 agosto 1967, n. 765", G.U. 16 aprile 1968, n. 97;*
- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 1 marzo 1991: "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", G.U. 8 marzo 1991, n. 57 (Serie generale);*
- *Legge del 26 ottobre 1995 n. 447: "Legge quadro sull'inquinamento acustico" G.U., 30 ottobre 1995, n. 254 (Supplemento ordinario) modificata da Legge 9 dicembre 1998, n. 426;*
- *Decreto del Ministro dell'Ambiente 11 dicembre 1996: "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo"; G.U. 4 marzo 1997, n. 52 (Serie generale);*
- *Decreto del Ministro dell'Ambiente 31 ottobre 1997: "Metodologia di misura del rumore aeroportuale"; G.U. 15 novembre 1997, n. 267;*
- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997: "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"; G.U. 1 dicembre 1997, n. 280: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"; G.U. 1 aprile 1998, n. 76;*
- *Decreto del Presidente della Repubblica 18 novembre 1998, n. 459: "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario", pubblicato nella G.U. 4 gennaio 1999, n. 2 (Serie generale);*
- *Decreto del Ministro dell'Ambiente 29 novembre 2000: "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore", G.U. 6 dicembre 2000, n. 285 (Serie generale), modificato da DMATT 23 novembre 2001;*
- *Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447";*
- *Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 1 aprile 2004: "Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale", G.U. 9 aprile 2004, n. 84;*
- *Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194, Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale, ha introdotto nuovi descrittori del livello di rumore, per altro non abrogando i limiti precedenti. In attesa di emanazione dei decreti*

applicativi che andranno a definire metodi di misura, di valutazione e limiti applicabili ai nuovi descrittori, rimane valida la legislazione precedente.

Normativa Regione Sardegna

- *Deliberazione del 29/10/2002, n. 34/71, "Linee guida per la predisposizione dei Piani di classificazione acustica dei territori comunali";*
- *Determinazione n. 2530/II del 22/11/2002, "Esecutività della deliberazione della Giunta Regionale n. 34/71 del 29.10.2002".*

Normativa Unione Europea

- *Direttiva 2002/49/CE del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale;*
- *Raccomandazione 2003/613/CE del 6 agosto 2003, concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità.*

Con la *legge quadro n. 447* vengono introdotti i concetti di:

- *valore limite di emissione* da parte delle sorgenti fisse e mobili;
- *valori limite di immissione* in ambiente esterno o abitativo da parte di una o più sorgenti;
- *valore di attenzione*, segnalante la presenza di un potenziale rischio per la salute e per l'ambiente;
- *valore di qualità*, come valore da raggiungere nel più breve periodo compatibilmente con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili.

Tali valori, riportati nella *Tabella 4.2.6.1b*, sono riferiti a classi di zonizzazione del territorio individuate nel *DPCM del 1 marzo 1991*, riportate nella seguente *Tabella 4.2.6.1a*.

Tabella 4.2.6.1a *Classificazione del Territorio Comunale Secondo il DPCM 1 Marzo 1991*

Classe di destinazione d'uso del territorio	Descrizione
Classe I	aree particolarmente protette
Classe II	aree destinate ad uso prevalentemente residenziale
Classe III	aree di tipo misto
Classe IV	aree di intensa attività
Classe V	aree prevalentemente industriali
Classe VI	aree esclusivamente industriali

Tabella 4.2.6.1b *Valori Limite di Emissione, di Immissione, di Qualità e di Attenzione Secondo il DPCM 14 Novembre 1997*

Valori di Leq in dB(A)	Tempi di riferimento	Classi di destinazione d'uso del territorio					
		I	II	III	IV	V	VI
Limiti di emissione	Diurno (6 - 22)	45	50	55	60	65	65
	Notturmo (22 - 6)	35	40	45	50	55	65
Valori limite assoluti di immissione	Diurno (6 - 22)	50	55	60	65	70	70
	Notturmo (22 - 6)	40	45	50	55	60	70
Valori di qualità	Diurno (6 - 22)	47	52	57	62	67	70
	Notturmo (22 - 6)	37	42	47	52	57	70
Valori di attenzione riferiti a 1 h	Diurno (6 - 22)	60	65	70	75	80	80
	Notturmo (22 - 6)	45	50	55	60	65	75
Valori di attenzione riferiti al tempo di riferimento	Diurno (6 - 22)	50	55	60	65	70	70
	Notturmo (22 - 6)	40	45	50	55	60	70

Qualora i Comuni non abbiano ancora adottato la zonizzazione acustica si fa riferimento alla destinazione d'uso territoriale stabilita con Piano Regolatore, in accordo con i limiti riportati nella seguente *Tabella 4.2.6.1c*.

Tabella 4.2.6.1c *Valori dei Limiti Massimi di Leq in dB(A), art. 6 DPCM 1 Marzo 1991. Classi di Destinazione d'Uso del Territorio Secondo art. 2 del DM n. 1444 del 2 Aprile 1968*

Destinazione territoriale	Periodo di riferimento	
	Diurno (6 - 22)	Notturmo (22 - 6)
Territorio nazionale	70	60
Zona A Parte del territorio che riveste carattere storico artistico o di pregio ambientale	65	55
Zona B Le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate diverse dalla zona A	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Sulla base delle classificazioni del territorio sopra citate, per la valutazione del disturbo provocato da rumore, vengono applicati due diversi criteri:

- quello del superamento del limite assoluto (si veda *Tabella 4.2.6.1b*);
- quello del superamento del valore differenziale tra il valore del livello $Leq_{Ambiente}(A)$ con le sorgenti attive ed il livello $Leq_{Residuo}(A)$ con le sorgenti non in funzione, secondo il prospetto della seguente *Tabella*.

Tabella 4.2.6.1d *Criterio Differenziale*

Periodo diurno	$Leq_{Ambiente} - Leq_{Residuo}$	< 5 dB (A)
Periodo notturno	$Leq_{Ambiente} - Leq_{Residuo}$	< 3 dB (A)

Vengono poi fissati i valori dei fattori correttivi in dB(A) dei livelli misurati, introdotti per tenere conto della presenza di rumori con componenti impulsive (+3 dB), componenti tonali (+3 dB), componenti tonali in bassa frequenza (ulteriori 3 dB), presenza di rumore tempo parziale (da applicare solo nel periodo diurno: -3 dB o -5 dB a seconda della durata). Mentre ogni effetto del rumore è da ritenere trascurabile se non vengono superati tutti i livelli indicati nel prospetto della seguente *Tabella*.

Tabella 4.2.6.1e *Livelli al di Sotto dei Quali il Rumore è Ritenuto Trascurabile*

	Finestre aperte	Finestre chiuse
Periodo diurno	< 50 dB(A)	< 35 dB(A)
Periodo notturno	< 40 dB(A)	< 25 dB(A)

Il criterio differenziale, adottato nelle zone diverse da quelle esclusivamente industriali per la valutazione del disturbo all'interno dell'ambiente abitativo non è applicabile nelle seguenti situazioni (*DPCM 14 novembre 1997*):

- quando, indipendentemente dalla sorgente, i livelli di rumore generati all'interno degli ambienti abitativi sono inferiori ad una fissata soglia (come da prospetto precedente);
- quando la sorgente sonora è un'infrastruttura stradale, ferroviaria, aeroportuale e marittima (tale disposizione risulta confermata dai decreti attuativi emanati ad oggi, relativi a ciascuna infrastruttura, nei quali non si fa cenno al criterio differenziale);
- quando la sorgente sonora è connessa con attività che non sono produttive, commerciali e professionali;
- quando, negli edifici, la sorgente sonora è costituita da un servizio o impianto fisso adibito ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso (ad esempio centrale termica, sala macchine ascensore, ecc.).

Nei suddetti casi si fa riferimento alla sola verifica del rispetto dei limiti di zona esistenti. Recentemente il MATT ha emanato la Circolare 6 settembre 2004 "*Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.*", in cui si tenta di fare chiarezza sulle

incertezze generate dalle diverse impostazioni delle norme che si sono succedute. In particolare, invocando un atteggiamento di cautela, nella circolare si afferma:

- l'applicabilità dell'analisi differenziale anche nel regime transitorio di assenza di zonizzazione acustica;
- l'applicabilità dell'analisi differenziale per tutte le sorgenti sonore non esplicitamente escluse dal *DPCM 14 novembre 1997*.

4.2.6.2 *Area di Indagine*

Ai fini della caratterizzazione acustica è stata definita l'area (nel seguito denominata area di indagine) centrata sull'impianto mostrata nella *Figura 4.2.6.2a*, che risulta approssimativamente quadrata con lato pari a circa 5 chilometri.

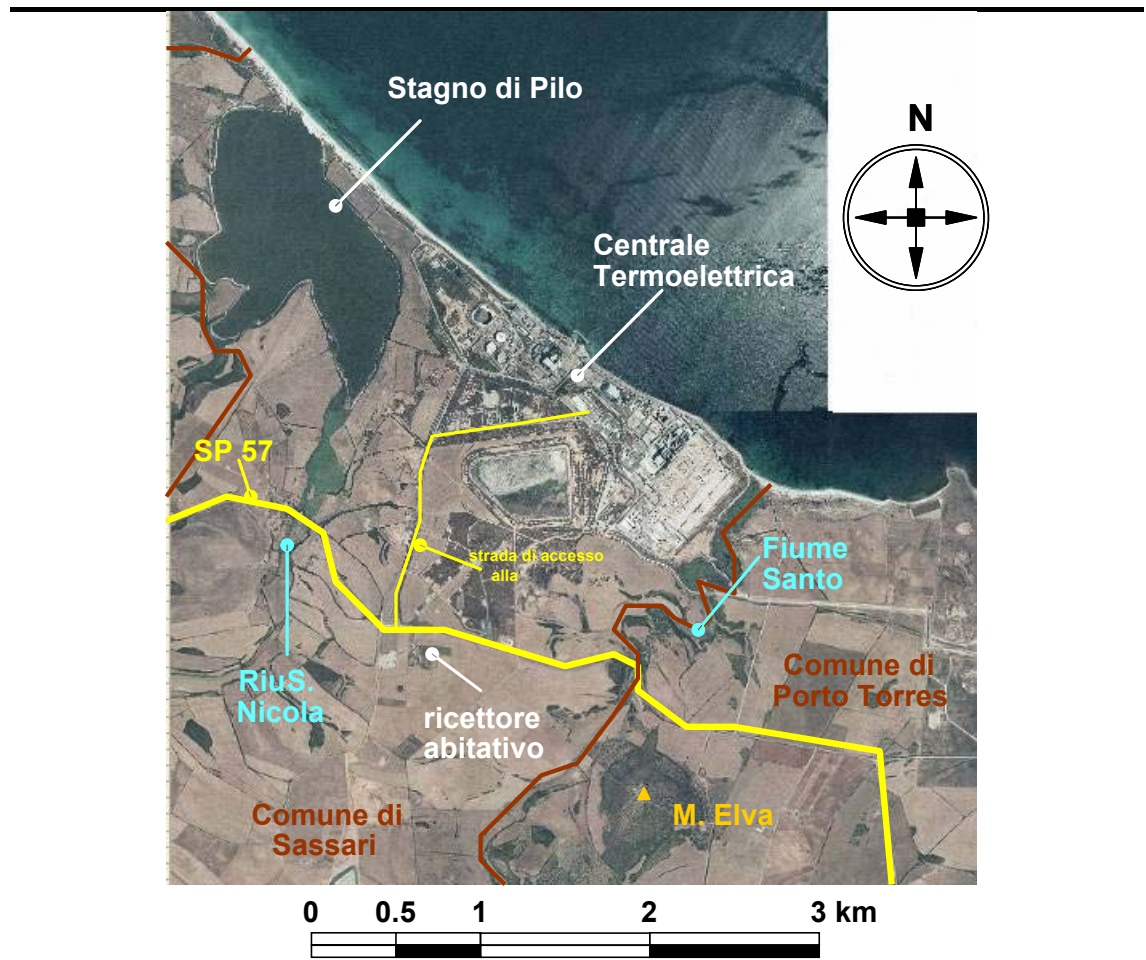
Il territorio compreso nell'area di indagine appartiene ai Comuni di Sassari, Porto Torres e, per una piccola parte, Stintino; esso si presenta con morfologia variabile, con quote che vanno dal livello del mare sino ai 113 m del Monte Elva.

L'area è attraversata da due corsi d'acqua, il Fiume Santo e il Riu S. Nicola; si segnala inoltre l'area di pregio naturalistico dello Stagno di Pilo.

L'area di indagine risulta in gran parte disabitata, ad eccezione di un unico ricettore abitativo, ubicato nel Comune di Sassari, in località Cazza Larga a circa 2 km di distanza dall'impianto in direzione sud (il centro abitato più vicino alla *Centrale* è Porto Torres, che dista circa 8 km dall'impianto in direzione est, mentre a circa 4 km in direzione sud-ovest si trova la località Pozzo S. Nicola).

Per quanto riguarda il sistema viario, l'area risulta attraversata dalla SP n. 57, che rappresenta una diramazione verso il mare della SP n. 34, che a sua volta collega Porto Torres con Stintino.

Figura 4.2.6.2a *Area di Indagine*



4.2.6.3 *Stato di Attuazione della Zonizzazione Acustica*

Il sito della Centrale di Fiume Santo è localizzato all'interno dell'agglomerato industriale di Porto Torres ed è collocato all'interno dell'ASI (Area di Sviluppo Industriale) di Sassari - Porto Torres - Alghero, in particolare nell'area definita "Area per impianti termoelettrici" che ricade nel Comune di Sassari.

Per quanto riguarda gli specifici atti amministrativi nel settore dell'acustica, né il Comune di Sassari, né quello di Porto Torres hanno provveduto alla predisposizione del piano di zonizzazione acustica del proprio territorio ai sensi del DPCM 14/11/97. In mancanza di tale atto pianificatorio, come stabilito dalla Legge Quadro, si applicano, ai sensi dell'art. 8 del DPCM 14/11/97, i limiti di cui all'art. 6, comma 1 del DPCM 01/03/91. L'area su cui è edificato l'impianto rientra in quelle definite "Zone esclusivamente industriali" con limite di accettabilità diurno e notturno di 70 dB(A); l'area circostante rientra invece nella tipologia di zona definita "tutto il territorio nazionale" con limite diurno di 70 dB(A) e limite notturno di 60 dB(A).

In particolare in base alle destinazioni d'uso riportate nel Piano Regolatore Generale (PRG) di ciascun comune e nel Piano Regolatore Territoriale (PRT) dell'Area di Sviluppo Industriale (ASI) di Sassari - Porto Torres - Alghero

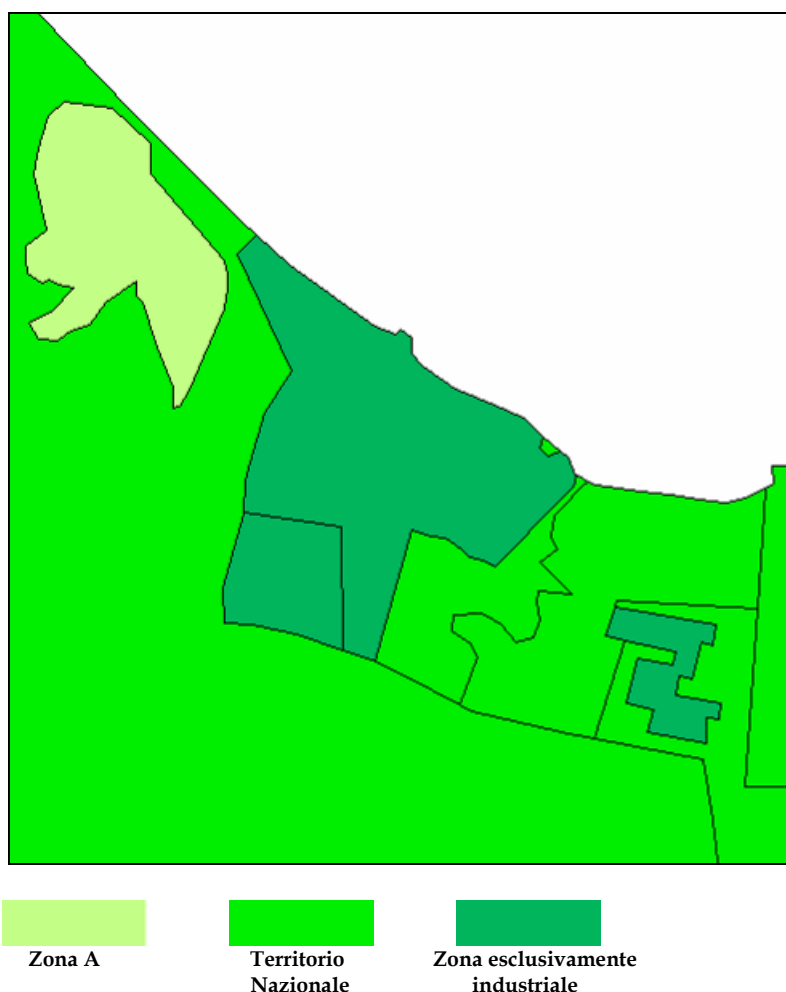
sono state definite le corrispondenze riportate nella *Tabella 4.2.6.3a*, in base alle quali è stata ipotizzata la zonizzazione acustica riportata nella *Figura 4.2.6.2a*.

Tabella 4.2.6.2a *Corrispondenza tra Destinazioni d'Uso e Classi Acustiche*

Destinazione d'uso da PRT e PRG	Classe acustica (DPCM 1 marzo 1991)
Aree per impianti termoelettrici	Zona esclusivamente industriale
Aree per la produzione di energia eolica	
Nuove aree per industrie di varia natura	
Aree per impianti agricoli e servizi	Territorio nazionale
Verde consortile	
Zona agricola	
Aree da convertire a verde pubblico	
Aree di preminente interesse archeologico *	Zona A
Area dello stagno di Pilo	
-	Zona B

(*) Si tratta di una piccola porzione adiacente al perimetro di *Centrale*

Figura 4.2.6.2a *Ipotesi di Zonizzazione Acustica in Base alla Normativa Vigente*



4.2.6.4 *Caratterizzazione del Clima Acustico nell'Area di Studio*

Per la caratterizzazione dello stato attuale del clima acustico si rimanda al *Paragrafo 4.3.6*. In tale *Paragrafo* è stata svolta, mediante il supporto di modelli matematici, l'analisi del clima acustico attuale, in fase di cantiere e futuro, in seguito alla realizzazione del progetto. L'analisi svolta ha permesso il confronto dell'impatto sulla componente nelle diverse configurazioni dell'impianto.

4.2.6.5 *Bibliografia*

CESI S.p.A., Centrale di Fiume Santo. Progetto di Potenziamento dell'impianto. Valutazione previsionale dell'impatto acustico nel territorio conseguente alla realizzazione dei gruppi Turbogas, aprile 2004.

CESI S.p.A., Centrale Endesa di Fiume Santo, Caratterizzazione della rumorosità nell'area circostante l'impianto e verifica del rispetto dei limiti di legge, Elaborato SOGIN EN FO 0010, marzo 2005

CESI S.p.A., Rilievi di rumore ambientale lungo la recinzione dell'impianto Endesa di Fiume Santo e nell'area circostante, Elaborato SOGIN EN FO 0009, gennaio 2005

CESI S.p.A., Rilievi di rumore ambientale presso i principali macchinari dell'impianto termoelettrico Endesa di Fiume Santo, Elaborato SOGIN EN FO 0008, gennaio 2005, Elaborato SOGIN EN FO 0008, gennaio 2005

ENDESA Italia, Centrale Termoelettrica di Fiume Santo, Dichiarazione Ambientale 2005, Rev. 1, aprile 2005

BS 5228, Noise and vibration control on construction and open sites, 1997

Tabelle del rumore, Istituto Nazionale Svizzero di Assicurazione contro gli Infortuni- Sicurezza sul lavoro (INSAI)

US-EPA, Noise from Construction Equipment and Operations, Building Equipment and Home Appliances, PB 206717, 1971

DIN 18005, Protezione contro i rumori nel settore urbanistico, 1987

SOGIN, Centrale nucleare di Trino - Monitoraggio acustico in corso d'opera delle attività di demolizione dell'edificio diesel, Elaborato TR V 0007, marzo 2003

ENDESA Italia, Centrale Termoelettrica di Fiume Santo - Studio di Impatto Ambientale per l'installazione di due turbogas da 50 MW ciascuno, Elaborato EN FO 0001, maggio 2004

ISO 9613, Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2 General method of calculation, 1996

Wolfel Meßsysteme Software Gmbh, Noise mapping with IMMI - Reference Manual, 2003

SoundPlan User's Manual, Braunstein and Berndt GmbH

ANPA, Rassegna dei modelli per il rumore, i campi elettromagnetici e la radioattività ambientale, documento RTI_CTN_AGF_1/2001

4.2.7

Traffico

La Sardegna non possiede una rete autostradale, ma solo vie a scorrimento veloce. Nell'area vasta è presente la SS 131 "Carlo Felice", via principale di collegamento tra il nord ed il sud dell'isola; unisce infatti Porto Torres a Cagliari, passando per Sassari e Oristano.

Strade di minor importanza sono la SP 81, che segue la costa verso est, e la SP 34, che si snoda verso il comune di Stintino.

Il traffico ferroviario si sviluppa sulla direttrice nord - sud, con linee che collegano Porto Torres a Cagliari.

A circa trenta chilometri dal sito si trova l'Aeroporto di Alghero Fertilia.

Importante infrastruttura presente nell'area è il porto di Porto Torres, situato lungo la costa settentrionale della Sardegna, nella parte più interna del golfo dell'Asinara, che rappresenta lo sbocco marittimo principale del capoluogo.

È un porto di classe I, con un intenso traffico mercantile e scalo di numerose linee di traghetti per la penisola italiana, la Corsica e la Francia.

Al suo interno sono presenti un porto commerciale e uno industriale.

Porto Torres è il ventitreesimo porto italiano, con un traffico merci in uscita pari a circa 3,5 milioni di t/anno e un traffico in entrata pari a circa 1,3 milioni di t/anno.

Il numero totale di navi in ingresso annualmente nel porto è pari a circa 1.500.

La *Tabella 4.2.7a* e la *Tabella 4.2.7b* riportano alcuni dati relativi al traffico merci e passeggeri nel porto di Porto Torres.

Tabella 4.2.7a *Movimento Merci e Passeggeri (Fonte ISTAT - Anno 2003)*

Tipologia	Merci (migliaia di tonnellate)			Passeggeri (migliaia)		
	Sbarchi	Imbarchi	Totale	Sbarchi	Imbarchi	Totale
Navigazione di cabotaggio	1.752	892	2.644	572	573	1.145
Navigazione internazionale	1.833	483	2.316	21	25	46

Tabella.4.2.7b *Movimento Merci per Differente Tipologia di Carico (Fonte ISTAT - Anno 2003)*

Tipologia	Tipo di carico (migliaia di tonnellate)					Totale
	Rinfusa liquida	Rinfusa solida	Contenitori	Automezzi e mezzi trainati	Altro	
Imbarco	533	488	0	340	14	1.375
Sbarco	2.612	579	0	392	2	3.585

Nell'anno 2004 sono entrate in *Centrale* circa 1.447 migliaia di tonnellate di carbone e 204.922 t di olio combustibile denso, pari a circa il 46% in peso del materiale totale in ingresso annualmente nel porto industriale (riferito ai dati annui 2003, ultimi disponibili).

Dalla *Tabella 3.2.8.7a* risulta che il numero totale di navi in ingresso e destinate al fabbisogno della *Centrale* sono circa pari a 75, di cui 45 sono navi carboniere e le rimanenti sono bettoline, adibite al trasporto di olio combustibile denso. Il traffico in ingresso nel porto e direttamente collegabile al fabbisogno della *Centrale* è pari quindi a circa il 5% del traffico.

4.2.8 *Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti*

Gli elettrodotti, le stazioni elettriche ed i generatori elettrici non inducono radiazioni ionizzanti. Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono quelle non ionizzanti costituite dai campi elettrici ed induzione magnetica a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio delle linee e macchine elettriche e dalla corrente che li percorre.

Altre sorgenti di radiazioni non ionizzanti sono costituite dalle antenne radio, radiotelefoniche e dai sistemi radar. Le frequenze di emissione di queste apparecchiature sono molto elevate se confrontate con la frequenza industriale ed i loro effetti sulla materia, e quindi sull'organismo umano, sono diversi. Se infatti le radiazioni a 50 Hz interagiscono prevalentemente con il meccanismo biologico di trasmissione dei segnali all'interno del corpo, le radiazioni ad alta frequenza hanno sostanzialmente un effetto termico (riscaldamento del tessuto irraggiato).

Tale diversa natura delle radiazioni ha un immediato riscontro nella normativa vigente che da un lato propone limiti d'esposizione diversificati per

banda di frequenza e dall'altro non ritiene necessario "sommare" in qualche modo gli effetti dovuti a bande di frequenza diversa.

Conseguentemente l'indagine della componente è estesa alle sole radiazioni non ionizzanti a frequenza industriale, le uniche che possono essere emesse dalle macchine e linee elettriche di *Centrale*.

4.2.8.1 *Considerazioni Generali*

L'intensità del campo elettrico in un punto dello spazio circostante un singolo conduttore è correlata alla tensione ed inversamente proporzionale al quadrato della distanza del punto dal conduttore. L'intensità del campo induzione magnetica è invece proporzionale alla corrente che circola nel conduttore ed inversamente proporzionale alla distanza.

Nel caso di linee elettriche, i campi elettrico ed induzione magnetica sono dati dalla somma vettoriale dei campi di ogni singolo conduttore. Nel caso di macchine elettriche i campi generati variano in funzione della tipologia di macchina (alternatore, trasformatore ecc.) ed anche del singolo modello di macchina. In generale si può affermare che il campo generato dalle macchine elettriche decade nello spazio più velocemente che con il quadrato della distanza.

Il rapido decadimento consente un modesto valore dell'esposizione media anche dei soggetti più esposti, ovvero dei lavoratori addetti alla manutenzione delle linee e delle macchine elettriche di *Centrale*. Secondo numerosi riferimenti bibliografici, riassunti e riportati dall'IROE (Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche, CNR, Firenze), l'esposizione media temporale (TWA) di tali soggetti è di soli 3,61 μT (la *Standard Deviation* associata a tale misura è di 10,92 μT).

I valori di campo indotti dalle linee e dalle macchine possono confrontarsi con le disposizioni legislative italiane.

In particolare la protezione dalle radiazioni è garantita in Italia dalla *Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici n° 36 del 22 Febbraio 2001*, che definisce:

- *esposizione*, la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici o a correnti di contatto di origine artificiale;
- *limite di esposizione*, il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori [...omissis...];

- *valore di attenzione*: il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate [...omissis...];
- *obiettivi di qualità*: i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo stato [...omissis...] ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

I valori limite sono individuati dal *DPCM 8 luglio 2003 Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*:

- 100 μT come *limite di esposizione*, da intendersi applicato ai fini della tutela da effetti acuti;
- 10 μT come *valore di attenzione*, da intendersi applicato ai fini della protezione da effetti a lungo termine;
- 3 μT come *obiettivo di qualità*, da intendersi applicato ai fini della protezione da effetti a lungo termine.
-

Come indicato dalla *Legge Quadro del 22 febbraio 2001* il limite di esposizione non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione, mentre il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità si intendono riferiti alla mediana giornaliera dei valori in condizioni di normale esercizio.

4.2.8.2 *Valutazione dello Stato di Fatto della Componente*

Le sezioni termoelettriche esistenti della *Centrale* di Fiume Santo sono connesse alla Rete di Trasmissione Nazionale tramite elettrodotto aereo.

Il punto di consegna dell'energia elettrica è situato all'interno della *Centrale*.

In prossimità della *Centrale*, inoltre, non sono presenti abitazioni civili o altri ricettori sensibili.

Si ritiene quindi che la valutazione dei campi elettromagnetici indotti dal funzionamento della *Centrale* non sia rilevante per il progetto oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale.

4.2.9

Paesaggio

4.2.9.1

Introduzione Metodologica

Il paesaggio è specchio della storia dell'uomo, particolarmente in Italia, dove la presenza e l'azione antropica si sono espresse e si palesano senza soluzione di continuità fisica e culturale da secoli e, in taluni luoghi, da millenni.

Per altro "il paesaggio è un fenomeno culturale di naturale complessità che rende particolarmente problematica la valutazione delle sue componenti e l'individuazione di indicatori che ne attestino di caso in caso il livello qualitativo".

Sono molte le scuole di pensiero che hanno avuto ed hanno tuttora come oggetto di studio il paesaggio e, nel caso specifico, si ritiene che l'approccio ottimale possa essere quello che vede il paesaggio come il risultato visivo di un "insieme geografico in continua trasformazione, con l'interazione degli aspetti naturalistici con quelli antropici: intercalazioni dinamiche significative connotanti i luoghi".

Allo scopo quindi di dotarsi di un punto di partenza concettuale sulla base del quale procedere nella formulazione di alcune considerazioni in materia di impatto, si ritiene opportuno riportare il testo dell' *Articolo 1 della Risoluzione n. 53 sull' "Avant Project de Convention Européenne du Paysage"* del 4 marzo 1997, ossia: il paesaggio è "porzione determinata del territorio quale è percepito dagli esseri umani, il cui aspetto risulta dall'azione dei fattori naturali ed artificiali e dalle loro interrelazioni".

L'azione speculativa si articola quindi nel cogliere le interazioni potenziali e le conseguenze indotte da una nuova attività od opera sul paesaggio. Ne consegue la necessità di esaminare non solo le caratteristiche tipologiche e spaziali dell'attività o dell'opera di cui trattasi, ma anche di individuare gli elementi intrinseci dell'ambito paesaggistico interessato, riconoscerne le qualità e gli equilibri, nonché verificarne le modalità di percezione e fruizione da parte di chi vive o frequenta quel territorio.

In generale quindi, l'analisi della significatività degli ambiti paesaggistici presenti si fonda su molteplici strumenti e criteri mirati ad indagare:

- il valore intrinseco delle componenti ed il loro carattere compositivo;
- gli eventuali fattori di peculiarità;
- la qualità visiva dell'insieme;
- la valenza e la vocazione economico-sociale;
- la fruizione turistica;
- la vulnerabilità e la possibilità di mitigazione.

Le stime di impatto vengono poi messe a punto considerando gli effetti dell'attività o dell'opera sui diversi recettori emersi nel corso dell'analisi,

attraverso la presa d'atto delle risultanze (positive, armoniche o negative) che si stima possano venire a determinarsi sul contesto paesaggistico.

Essenzialmente l'approccio metodologico che viene adottato si articola attraverso i momenti concettuali di seguito proposti:

- lettura del territorio e delle sue componenti;
- caratterizzazione del sito di intervento;
- identificazione dei punti di vista considerabili significativi ai fini della valutazione;
- simulazioni di inserimento paesaggistico;
- considerazioni di impatto;
- configurazione di eventuali ipotesi di misure mitigative in termini di impatto visivo.

4.2.9.2

Analisi dello Stato Attuale della Componente

Nel corso dell'analisi paesaggistica è stata effettuata anche una campagna di rilievo fotografico, come ausilio all'individuazione di elementi di sintesi che potessero caratterizzare il paesaggio, nonché di punti di vista peculiari, nell'ottica della definizione della fruibilità visiva dell'assetto impiantistico della *Centrale* di Fiume Santo.

La scelta operata dall'insieme del repertorio fotografico di cui sopra, è stata sistematizzata nella *Figura 4.2.9.2a*, a cui si farà riferimento nel seguito.

La *Centrale* di Fiume Santo sorge in un contesto caratterizzato da una forte artificialità, dove l'antropizzazione è ormai profondamente consolidata, infatti in uno spazio assai ridotto, risultano concentrati da anni la *Centrale* ex ENEL, attualmente ENDESA Italia (*foto 29*), il polo industriale (*foto 24*), il parco Eolico Enel, le infrastrutture di trasporto viarie e portuali ad esso connesse, il centro abitato ed il porto commerciale di Porto Torres.

In generale, invece, il territorio oggetto di indagine è ascrivibile geograficamente alla regione della "Nurra". Essa, posta nella Sardegna settentrionale, ad occidente di Sassari, si affaccia sul mare di Sardegna, con l'ampio golfo dell'Asinara ed è caratterizzata, soprattutto nelle aree interne, da elementi di naturalità.

L'assetto paesaggistico è connotato da due aspetti principali: la costa e le aree interne.

Il paesaggio costiero è caratterizzato da quattro elementi fondamentali, collegati tra loro senza soluzione di continuità. Il centro urbano di Porto Torres (*foto 19*), recentemente oggetto di una conurbazione, sia di tipo residenziale che portuale-commerciale. L'ampio nucleo industriale costituito principalmente dal polo Enichem (*foto 24*) e dall'insediamento energetico

ENDESA Italia (foto 29-5), al quale è attualmente affiancata una centrale eolica dell'ENEL. Il sistema degli stagni costieri che, a partire dallo Stagno di Pilo (foto 42), si collega verso Stintino, attraverso la spiaggia delle Saline, allo stagno omonimo (foto 60) e quindi allo Stagno di Casaraccio (foto 59). Infine la zona di Stintino, nei pressi dell'Asinara, caratterizzata da insediamenti turistici di sostanziale spessore (foto 61 e 63).

Le aree interne sono caratterizzate dall'omogeneità cromatica del verde, pur intimamente variata nelle diverse tonalità dovute alle tipologie floristico-vegetazionali ed alle pratiche agropastorali, nonché alle variazioni morfologiche presenti.

Si riscontrano quindi prati, pascoli e vasti campi che si estendono fino ai rilievi collinari (foto 1, 25, 40, 56, 57, 163, 164, 165). Le aree di bonifica presso la costa (foto 47-58) possono essere tipicizzate dalle tracce dell'antica organizzazione nuragica, da piccoli nuclei abitativi di stampo agricolo (foto 51) e da strade sterrate interpoderali spesso fiancheggiate da rigogliosa macchia mediterranea (foto 49), mentre le aree di bonifica più interne sono caratterizzate da insediamenti urbani consolidati (foto 4) e da piantumazioni di specie tipiche quali l'eucalipto (foto 15). A tratti compaiono le vestigia delle passate attività minerarie e le immagini cogenti dell'attuale pratica estrattiva per materiali da costruzione (foto 27, 30, 166).

Si è quindi in presenza di un territorio che manifesta la propria valenza paesaggistica attraverso due percezioni distinte: una, collegata alla costa, dove l'antropizzazione, vuoi industriale, vuoi turistico-insediativa si palesa con caratteri forti e consolidati e l'altra, collegata alle aree interne, dove l'antropizzazione, pur presente, appare più discreta ed armonizzata con gli elementi ascrivibili agli ambiti di naturalità.

In tale contestualizzazione la *Centrale* di Fiume Santo, ivi operante in varie forme da decenni, costituisce un elemento dell'industrializzazione presente in qualità di aspetto tecnologico specifico, nell'uso e nelle forme.

4.2.9.3

Bibliografia

COLOMBO G., DELSANTE S., MALCEVSCHI S., (1999): "Indicatori del paesaggio". Manuale AAA. Volume 5. Milano

CONVENTION EUROPÉENNE DU PAYSAGE (1997): "Avant Project de Convention Européenne du Paysage". Risoluzione n. 53. MORI A. (1971): "Sardegna". Collana "Le Regioni d'Italia" di R. Almagià. Torino.

TOURING CLUB ITALIANO (1984): "Sardegna". Collana "Guida d'Italia". Milano.

TOURING CLUB ITALIANO (2000): "Il paesaggio italiano". Milano.

4.3 STIMA QUALITATIVA E QUANTITATIVA DEGLI IMPATTI

4.3.1 Atmosfera

Nel presente *Paragrafo* sono analizzati gli impatti del progetto in esame sulla qualità dell'aria nella zona circostante la *Centrale* di Fiume Santo.

Nello specifico, sono prese in considerazione separatamente (§§ 4.3.1.1 e 4.3.1.3 rispettivamente) le situazioni di impatto derivanti dalle operazioni di cantiere e dall'esercizio della *Centrale*. Nel § 4.3.1.2, si fornisce, invece, la descrizione della metodologia utilizzata per la scelta dell'altezza del camino della nuova sezione 5.

4.3.1.1 Fase di Cantiere

Caratterizzazione della Sorgente

Le sorgenti emissive considerate nel presente studio sono state adattate alle diverse fasi del cantiere per tener conto della variabilità quantitativa e qualitativa delle emissioni. La realizzazione del nuovo gruppo alimentato a carbone prevede una fase di cantiere per la costruzione di tutte le opere civili in progetto e per la demolizione della ciminiera dei gruppi 3 e 4. Per il programma relativo a tutte le attività si rimanda al precedente *Capitolo 3.5*.

La superficie di cantiere occuperà oltre 90.000 m², con diverse aree distinte in funzione delle attività ad esse associate:

- area d'intervento (35.000 m²);
- aree di prefabbricazione (una di 32.500 m², un'altra di 5.800 m²);
- area dei servizi di cantiere (10.200 m²);
- area direzione imprese (8.200 m²).

Gli inquinanti generati dalle attività di cantiere sono costituiti dalle polveri derivanti dalla movimentazione del materiale e dai gas combustibili e dalle polveri prodotti dalle macchine di cantiere e dai mezzi adibiti al trasporto dei materiali da e per il sito.

Le aree in cui sono presenti tali attività hanno una superficie pari a 73.300 m² e sono state schematizzate come due quadrilateri: il più grande (67.500 m²) comprende l'area d'intervento e l'area di prefabbricazione, l'altro include soltanto la zona di prefabbricazione, di dimensione minore (5.800 m²).

La stima delle emissioni di inquinanti in atmosfera per tutte le fasi del cantiere, unitamente alla descrizione dei fattori di emissione caratterizzanti le diverse sorgenti, è presentata dettagliatamente nei successivi *Paragrafi*.

La stima delle emissioni in atmosfera, riguarda i seguenti inquinanti regolamentati dal DM 60/02:

- Particolato con diametro aerodinamico equivalente < 10 µm (PM₁₀);
- Biossido di zolfo (SO₂);
- Ossidi di azoto (NO₂ e NO_x);
- Monossido di carbonio (CO);
- Benzene (C₆H₆);
- Piombo (Pb).

Le emissioni di piombo come risulta dai dati di letteratura (*Ntziachristos, 2000*) sono nulle per tutte le sorgenti emissive presenti nel cantiere, pertanto tale inquinante non è stato trattato in questo studio.

Prodotti della Combustione per l'Esercizio dei Mezzi di Cantiere

Gli automezzi impiegati nelle diverse fasi dei lavori di cantiere sono descritti nella *Tabella 4.3.1.1a*.

Tabella 4.3.1.1a *Numero di Automezzi da Cantiere per Fase Temporale*

Tipo Automezzo	di	Mesi													
		Fase 0 0 - 3	Fase 1 3 - 6	Fase 2 6 - 9	Fase 3 9 - 12	Fase 4 12 - 15	Fase 5 15 - 18	Fase 6 18 - 21	Fase 7 21 - 24	Fase 8 24 - 27	Fase 9 27 - 30	Fase 10 30 - 33	Fase 11 33 - 36	Fase 12 36 - 39	Fase 13 39 - 42
Rullo compressore	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Caricatori	0	1	6	3	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	
Escavatori	0	1	6	3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
Trattori	0	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	0	0	0	
Ruspe, livellatrici	0	1	4	2	1	1	1	1	0	0	0	2	1	1	
Pavimentatrici	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Autocarri	0	2	8	8	6	6	8	8	8	6	6	8	4	2	
Betoniere	0	0	4	10	8	2	2	2	0	0	0	1	1	1	
Gru semoventi	0	1	2	2	4	6	8	8	6	6	4	3	1	0	
Gru (derrick)	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	
Pompe	0	1	4	4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
Compressori	0	1	2	4	4	4	4	2	2	1	1	0	0	0	
Imbullonatrici	0	1	1	1	4	10	14	14	10	6	2	2	0	0	
Martelli pneumatici e perforatori	0	1	8	8	2	2	2	2	2	2	2	4	1	1	

Le emissioni prodotte dagli automezzi impiegati nel cantiere sono state ripartite uniformemente sulla superficie del cantiere stesso (73.300 m²). I fattori di emissione per i diversi automezzi sono stati dedotti dalla base di dati AQMD -*The South Coast Air Quality Management District (Off Road Mobile Source Emission Factor)* che distingue le macchine da cantiere sia per tipologia sia per classe di potenza; non essendo stato possibile stabilire la classe di potenza della macchina, si è proceduto considerando i fattori di emissione caratteristici del parco macchine medio (media ponderata per numerosità delle macchine impiegate in California nel 2005). Nella seguente *Tabella 4.3.1.1b* si riportano i fattori di emissione adottati, distinti per macchinario.

Tabella 4.3.1.1b *Fattori di Emissione per gli Automezzi da Cantiere*

Mezzi da Cantiere	Fattori di Emissione (g/h)				
	CO	NO _x	PM ₁₀	SO ₂	VOC
Rullo compressore	168,4	351,4	26,8	63,1	44,0
Caricatori	192,5	389,5	39,0	52,2	59,9
Escavatori	218,4	591,1	31,8	110,3	54,5
Trattori	192,5	389,5	39,0	52,2	59,9
Ruspe, livellatrici	454,5	1.454,2	60,4	225,2	113,0
Pavimentatrici	203,8	405,9	30,4	74,9	54,5
Autocarri	347,3	1.416,0	50,8	223,8	99,9
Betoniere	347,3	1.416,0	50,8	223,8	99,9
Gru semoventi	167,1	525,3	26,8	89,0	46,3
Gru (derrick)	167,1	525,3	26,8	89,0	46,3
Pompe	153,5	317,3	23,2	0,5	45,9
Compressori	153,5	317,3	23,2	0,5	45,9
Imbullonatrici*	0	0	0	0	0
Martelli pneumatici e perforatori*	0	0	0	0	0

*Queste macchine da cantiere non hanno un motore a combustione interna, ma sono alimentate dal compressore

Nelle *Tabelle 4.3.1.1c-g* sono riportate le stime delle emissioni medie orarie per le diverse fasi del cantiere. Per il calcolo delle emissioni è stata cautelativamente ipotizzata la massima contemporaneità nell'uso delle macchine da cantiere ed una percentuale di utilizzo pari al 100%. Il termine di emissione medio orario è stato determinato considerando la massa complessiva di inquinanti emessi da tutti i mezzi di cantiere, propria di ogni fase dello stesso.

Tabella 4.3.1.1c Emissioni Orarie di PM₁₀ da Automezzi da Cantiere per Fase Temporale

Tipo Automezzo	di	Mesi													
		Fase 0 0 - 3	Fase 1 3 - 6	Fase 2 6 - 9	Fase 3 9 - 12	Fase 4 12 - 15	Fase 5 15 - 18	Fase 6 18 - 21	Fase 7 21- 24	Fase 8 24 - 27	Fase 9 27 - 30	Fase 10 30 - 33	Fase 11 33 - 36	Fase 12 36 - 39	Fase 13 39 - 42
Rullo compressore		0,0	53,6	53,6	53,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,8	26,8
Caricatori		0,0	39,0	234,3	117,1	39,0	39,0	39,0	39,0	0,0	0,0	39,0	39,0	39,0	0,0
Escavatori		0,0	31,8	190,7	95,3	31,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,8	31,8	0,0	0,0
Trattori		0,0	78,1	78,1	78,1	78,1	117,1	117,1	117,1	78,1	78,1	78,1	0,0	0,0	0,0
Ruspe, livellatrici		0,0	60,4	241,5	120,8	60,4	60,4	60,4	60,4	0,0	0,0	0,0	120,8	60,4	60,4
Pavimentatrici		0,0	30,4	30,4	30,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,4	30,4	30,4
Autocarri		0,0	101,7	406,8	406,8	305,1	305,1	406,8	406,8	406,8	305,1	305,1	406,8	203,4	101,7
Betoniere		0,0	0,0	203,4	508,5	406,8	101,7	101,7	101,7	0,0	0,0	0,0	50,8	50,8	50,8
Gru semoventi		0,0	26,8	53,6	53,6	107,1	160,7	214,3	214,3	160,7	160,7	160,7	80,4	26,8	0,0
Gru (derrick)		0,0	0,0	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	26,8	0,0
Pompe		0,0	23,2	92,6	92,6	23,2	23,2	23,2	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Compressori		0,0	23,2	46,3	92,6	92,6	92,6	92,6	92,6	46,3	23,2	23,2	0,0	0,0	0,0
Totale		0,0	468,2	1.711,7	1.729,8	1.224,5	980,2	1135,5	1135,5	772,3	647,5	686,5	810,0	496,2	270,1

Tabella 4.3.1.1d Emissioni Orarie di SO₂ da Automezzi da Cantiere per Fase Temporale

Tipo Automezzo	di	Mesi													
		Fase 0 0 - 3	Fase 1 3 - 6	Fase 2 6 - 9	Fase 3 9 - 12	Fase 4 12 - 15	Fase 5 15 - 18	Fase 6 18 - 21	Fase 7 21 - 24	Fase 8 24 - 27	Fase 9 27 - 30	Fase 10 30 - 33	Fase 11 33 - 36	Fase 12 36 - 39	Fase 13 39 - 42
Rullo compressore		0,0	126,2	126,2	126,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,1	63,1
Caricatori		0,0	52,2	313,3	156,6	52,2	52,2	52,2	52,2	0,0	0,0	52,2	52,2	52,2	0,0
Escavatori		0,0	110,3	661,9	331,0	110,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	110,3	110,3	0,0	0,0
Trattori		0,0	104,4	104,4	104,4	104,4	156,6	156,6	156,6	104,4	104,4	104,4	0,0	0,0	0,0
Ruspe, livellatrici		0,0	225,2	900,7	450,4	225,2	225,2	225,2	225,2	0,0	0,0	0,0	450,4	225,2	225,2
Pavimentatrici		0,0	74,9	74,9	74,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,9	74,9	0,0
Autocarri		0,0	447,6	1.790,6	1.790,6	1.342,9	1.342,9	1.790,6	1.790,6	1.790,6	1.342,9	1.342,9	1.790,6	895,3	447,6
Betoniere		0,0	0,0	895,3	2.238,2	1.790,6	447,6	447,6	447,6	0,0	0,0	0,0	223,8	223,8	223,8
Gru semoventi		0,0	89,0	178,0	178,0	355,9	533,9	711,9	711,9	533,9	533,9	355,9	267,0	89,0	0,0
Gru (derrick)		0,0	0,0	267,0	267,0	267,0	267,0	267,0	267,0	267,0	267,0	267,0	267,0	89,0	0,0
Pompe		0,0	0,5	1,8	1,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Compressori		0,0	0,5	0,9	1,8	1,8	1,8	1,8	0,9	0,9	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
Totale		0,0	1.230,8	5.315,0	5.720,9	4.250,8	3.027,7	3.653,4	3.652,5	2.696,8	2.248,7	2.122,9	3.161,3	1.822,8	1.034,6

Tabella 4.3.1.1e Emissioni Orarie di CO da Automezzi da Cantiere per Fase Temporale

Tipo Automezzo	di	Mesi													
		Fase 0 0 - 3	Fase 1 3 - 6	Fase 2 6 - 9	Fase 3 9 - 12	Fase 4 12 - 15	Fase 5 15 - 18	Fase 6 18 - 21	Fase 7 21 - 24	Fase 8 24 - 27	Fase 9 27 - 30	Fase 10 30 - 33	Fase 11 33 - 36	Fase 12 36 - 39	Fase 13 39 - 42
Rullo compressore		0,0	336,9	336,9	336,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	168,4	168,4
Caricatori		0,0	192,5	1.155,0	577,5	1.92,5	192,5	192,5	192,5	0,0	0,0	192,5	192,5	192,5	0,0
Escavatori		0,0	218,4	1.310,2	655,1	218,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	218,4	218,4	0,0	
Trattori		0,0	385,0	385,0	385,0	385,0	577,5	577,5	577,5	385,0	385,0	385,0	0,0	0,0	0,0
Ruspe, livellatrici		0,0	454,5	1.817,8	908,9	454,5	454,5	454,5	454,5	0,0	0,0	0,0	908,9	454,5	454,5
Pavimentatrici		0,0	203,8	203,8	203,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	203,8	203,8	
Autocarri		0,0	694,6	2.778,5	2.778,5	2.083,9	2.083,9	2.778,5	2.778,5	2.778,5	2.778,5	2.083,9	2.778,5	1.389,2	694,6
Betoniere		0,0	0,0	1.389,2	3.473,1	2.778,5	694,6	694,6	694,6	0,0	0,0	0,0	347,3	347,3	347,3
Gru semoventi		0,0	167,1	334,1	334,1	668,3	1.002,4	1.336,6	1.336,6	1.002,4	1.002,4	668,3	501,2	167,1	0,0
Gru (derrick)		0,0	0,0	501,2	501,2	501,2	501,2	501,2	501,2	501,2	501,2	501,2	501,2	167,1	0,0
Pompe		0,0	153,5	613,8	613,8	153,5	153,5	153,5	153,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Compressori		0,0	153,5	306,9	613,8	613,8	613,8	613,8	306,9	306,9	306,9	153,5	0,0	0,0	0,0
Totale		0,0	2.959,8	11.132,4	11.381,7	8.049,6	6.273,9	7.302,7	6.995,8	4.974,0	4.974,0	3.984,4	5.448,0	3.308,3	1.868,6

Tabella 4.3.1.1f *Emissioni Orarie di COV da Automezzi da Cantiere per Fase Temporale*

Tipo Automezzo	di	Mesi													
		Fase 0 0 - 3	Fase 1 3 - 6	Fase 2 6 - 9	Fase 3 9 - 12	Fase 4 12 - 15	Fase 5 15 - 18	Fase 6 18 - 21	Fase 7 21 - 24	Fase 8 24 - 27	Fase 9 27 - 30	Fase 10 30 - 33	Fase 11 33 - 36	Fase 12 36 - 39	Fase 13 39 - 42
Rullo compressore		0,0	88,1	88,1	88,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,0	44,0
Caricatori		0,0	59,9	359,6	179,8	59,9	59,9	59,9	59,9	0,0	0,0	59,9	59,9	59,9	0,0
Escavatori		0,0	54,5	326,9	163,4	54,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,5	54,5	0,0
Trattori		0,0	119,9	119,9	119,9	119,9	179,8	179,8	179,8	119,9	119,9	119,9	0,0	0,0	0,0
Ruspe, livellatrici		0,0	113,0	452,2	226,1	113,0	113,0	113,0	113,0	0,0	0,0	0,0	226,1	113,0	113,0
Pavimentatrici		0,0	54,5	54,5	54,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,5	54,5
Autocarri		0,0	199,8	799,0	799,0	599,3	599,3	799,0	799,0	799,0	599,3	599,3	799,0	399,5	199,8
Betoniere		0,0	0,0	399,5	998,8	799,0	199,8	199,8	199,8	0,0	0,0	0,0	99,9	99,9	99,9
Gru semoventi		0,0	46,3	92,6	92,6	185,2	277,8	370,5	370,5	277,8	277,8	185,2	138,9	46,3	0,0
Gru (derrick)		0,0	0,0	138,9	138,9	138,9	138,9	138,9	138,9	138,9	138,9	138,9	138,9	46,3	0,0
Pompe		0,0	45,9	183,4	183,4	45,9	45,9	45,9	45,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Compressori		0,0	45,9	91,7	183,4	183,4	183,4	183,4	91,7	91,7	45,9	45,9	0,0	0,0	0,0
Totale		0,0	827,8	3.106,3	3.227,9	2.299,0	1.797,8	2.090,2	1.998,5	1.427,3	1.181,8	1.149,1	1.517,2	917,9	511,2

Tabella 4.3.1.1g Emissioni Orarie di NO_x da Automezzi da Cantiere per Fase Temporale

Tipo Automezzo	di	Mesi													
		Fase 0 0 - 3	Fase 1 3 - 6	Fase 2 6 - 9	Fase 3 9 - 12	Fase 4 12 - 15	Fase 5 15 - 18	Fase 6 18 - 21	Fase 7 21 - 24	Fase 8 24 - 27	Fase 9 27 - 30	Fase 10 30 - 33	Fase 11 33 - 36	Fase 12 36 - 39	Fase 13 39 - 42
Rullo compressore		0,0	702,8	702,8	702,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	351,4	351,4
Caricatori		0,0	389,5	2.337,2	1.168,6	389,5	389,5	389,5	389,5	0,0	0,0	389,5	389,5	389,5	0,0
Escavatori		0,0	591,1	3.546,6	1.773,3	591,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	591,1	591,1	0,0	0,0
Trattori		0,0	779,1	779,1	779,1	779,1	1.168,6	1.168,6	1.168,6	779,1	779,1	779,1	0,0	0,0	0,0
Ruspe, livellatrici		0,0	1.454,2	5.816,6	2.908,3	1.454,2	1.454,2	1.454,2	1.454,2	0,0	0,0	0,0	2.908,3	1.454,2	1.454,2
Pavimentatrici		0,0	405,9	405,9	405,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	405,9	405,9	0,0
Autocarri		0,0	2.832,1	11.328,2	11.328,2	8.496,2	8.496,2	11.328,2	11.328,2	11.328,2	8.496,2	8.496,2	11.328,2	5.664,1	2.832,1
Betoniere		0,0	0,0	5.664,1	14.160,3	11.328,2	2.832,1	2.832,1	2.832,1	0,0	0,0	0,0	1.416,0	1.416,0	1.416,0
Gru semoventi		0,0	525,3	1.050,6	1.050,6	2.101,1	3.151,7	4.202,2	4.202,2	3.151,7	3.151,7	2.101,1	1.575,8	525,3	0,0
Gru (derrick)		0,0	0,0	1.575,8	1.575,8	1.575,8	1.575,8	1.575,8	1.575,8	1.575,8	1.575,8	1.575,8	1.575,8	525,3	0,0
Pompe		0,0	317,3	1.269,4	1.269,4	317,3	317,3	317,3	317,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Compressori		0,0	317,3	634,7	1.269,4	1.269,4	1.269,4	1.269,4	634,7	634,7	317,3	317,3	0,0	0,0	0,0
Totale		0,0	8.314,6	35.111,0	38.391,7	28.301,9	20.654,8	24.537,3	23.902,6	17.469,5	14.320,1	13.659,0	19.784,7	11.322,8	6.459,6

La stima delle emissioni primarie di NO₂ da automezzi è stata calcolata sulla base di dati di letteratura aggiornati (*Carlaw, 2005*), dai quali emerge che può considerarsi cautelativo un rapporto NO₂/NO_x pari al 20%. La valutazione dei composti organici volatili emessi è stata effettuata per poter stimare il benzene rilasciato in atmosfera, essendo quest'ultimo una frazione dei COV. Secondo i dati forniti dal modello Copert III (*Ntziachristos, 2000*), la frazione di benzene presente nei COV rilasciati da automezzi pesanti alimentati a gasolio è pari allo 0,07%.

Le polveri emesse da tutti gli automezzi alimentati a gasolio sono caratterizzate da un diametro aerodinamico equivalente al di sotto del micron e quindi possono essere considerate come PM₁₀ (*Gouriou, 2004* e *Ntziachristos, 2005*). Essendo quest'ultimo una frazione di PM₁₀, i risultati delle simulazioni e la stima delle emissioni sono state valutate come PM₁₀, che è l'inquinante regolamentato. Inoltre, data la granulometria delle polveri emesse, secondo un approccio conservativo, non sono stati considerati i fenomeni di deposizione secca, che causano l'impoverimento del pennacchio.

La situazione più critica dal punto di vista delle emissioni gassose è quella corrispondente alla Fase 3 di attività. L'emissione media oraria stimata per tale fase (che ha una durata pari a 3 mesi) è cautelativamente stata utilizzata come fattore di emissione medio orario per le simulazioni modellistiche annuali.

Emissioni di Polveri da Movimentazione dei Materiali

La produzione di polveri durante l'esercizio del cantiere è stata valutata mediante opportuni fattori di emissione dedotti dalla letteratura (*U.S. EPA, AP42 cap. 11*).

I principali processi considerati nel presente studio sono:

- movimentazione di materiali (rimozione e scarico delle terre di scavo);
- risospensione delle polveri a causa dell'azione erosiva del vento;
- demolizione della ciminiera dei Gruppi 3 e 4.

Al fine di ottenere stime cautelative, tutte le polveri prodotte dalle attività di cantiere sono state considerate PM₁₀.

Per le attività di movimentazione dei materiali e di demolizione, essendo i fattori di emissione proporzionali alla massa di materiale, è necessaria una preventiva stima delle quantità di calcestruzzo e terra coinvolte.

Per gli scavi che interessano l'area in cui verrà realizzato il Gruppo 5, si è stimato un volume di terreno pari a circa 38.000 m³ che, considerando un peso specifico di 1,8 t/m³, corrisponde a un quantitativo di poco inferiore alle 68.400 t.

Per quanto riguarda la demolizione della ciminiera dei Gruppi 3 e 4, il volume della struttura in calcestruzzo ammonta a circa 20.000 m³ e la massa di

materiale coinvolto (peso specifico calcestruzzo 2,4 t/m³) raggiunge le 48.000 t.

In *Tabella 4.3.1.1h* sono riportati i valori delle emissioni totali di polveri legate a tutte le attività di cantiere. La massa complessiva di polveri emesse è stata ripartita sulle ore di lavoro delle attività (movimentazione e demolizione), al fine di calcolare il fattore di emissione medio orario necessario per le simulazioni modellistiche: l'attività di movimentazione e scavo ha una durata pari a 9 mesi (1 mese di lavoro corrisponde a 20 giorni × 8 ore/giorno), mentre l'attività di demolizione ha una durata di 3 mesi.

Tabella 4.3.1.1h *Stima delle Emissioni di Polveri durante le Attività di Cantiere*

Operazione	Fattore di Emissione (kg/t)	Quantità di Materiale (t)	Ore di Lavoro	Emissioni Orarie (kg/h)
Demolizioni	0,0012	48.000	480	0,12
Scarico benna (demolizione)	0,02	48.000	480	2
Rimozione suolo (scavi)	0,029	68.370	1.440	1,38
Scarico benna (scavi)	0,02	68.370	1.440	0,95

Per la stima del fattore di emissione medio orario di polveri prodotte dall'azione erosiva del vento, è stato necessario considerare soltanto l'area di cantiere coinvolta. Nella *Tabella 4.3.1.1i* sono riportate le emissioni medie orarie generate da tale attività.

Tabella 4.3.1.1i *Stima delle Emissioni di Polveri Dovuta all'Erosione del Vento*

Operazione	Fattore di Emissione t/m ² *yr	Area (m ²)	Durata (h)	Emissioni Orarie (kg/h)
Erosione del vento	8,5 * 10 ⁻⁵	73.300	8.760	0,71

Nella seguente *Tabella 4.3.1.1j* sono sintetizzate le emissioni orarie di PM₁₀ prodotte dagli automezzi e dalle attività di cantiere: come precisato in precedenza, il rateo massimo di emissione, corrispondente alla Fase 3 delle attività, è stato utilizzato per le simulazioni modellistiche della dispersione delle polveri in atmosfera.

Tabella 4.3.1.1j Emissioni Orarie Medie di PM₁₀ (in kg/h) per Fase di Cantiere

	Fase 0	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7	Fase 8	Fase 9	Fase 10	Fase 11	Fase 12	Fase 13
	0 - 3	3 - 6	6 - 9	9 - 12	12 - 15	15 - 18	18 - 21	21 - 24	24 - 27	27 - 30	30 - 33	33 - 36	36 - 39	39 - 42
Automezzi	0,47	1,71	1,73	1,22	1,22	0,98	1,14	1,09	0,77	0,65	0,63	0,81	0,50	0,27
Scavi	0,00	2,33	2,33	2,33	2,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Demolizioni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,12	0,00	0,00
Vento	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Totale	1,18	4,75	4,77	4,26	4,26	1,69	1,85	1,80	1,48	1,36	1,34	3,64	1,21	0,98

Descrizione delle Simulazioni Effettuate

L'informazione meteorologica necessaria al modello è costituita dai dati di velocità e direzione del vento, classe di stabilità atmosferica, temperatura ambiente ed altezza di rimescolamento. Tale input è stato ottenuto dai dati rilevati presso la stazione meteorologica della *Centrale* di Fiume Santo. Nella *Tabella 4.3.1.1k* vengono evidenziate le principali opzioni utilizzate per le simulazioni condotte con il modello Calpuff

Tabella 4.3.1.1k Principali Parametri di Input Utilizzati nel Modello Calpuff

Parametro	Opzione Utilizzata
Dati meteorologici	Singola stazione
Tipo di terreno	Complesso
Tipo di sorgenti	2 sorgenti areali
Land Use	Terreno agricolo (Z ₀ = 25 cm)
σ _z iniziale per sorgente areale	3 metri

Le simulazioni modellistiche sono state effettuate con riferimento agli ossidi di azoto; le concentrazioni così calcolate possono essere estese agli altri inquinanti utilizzando i fattori di proporzionalità ricavati dal rapporto tra le emissioni medie orarie.

Risultati

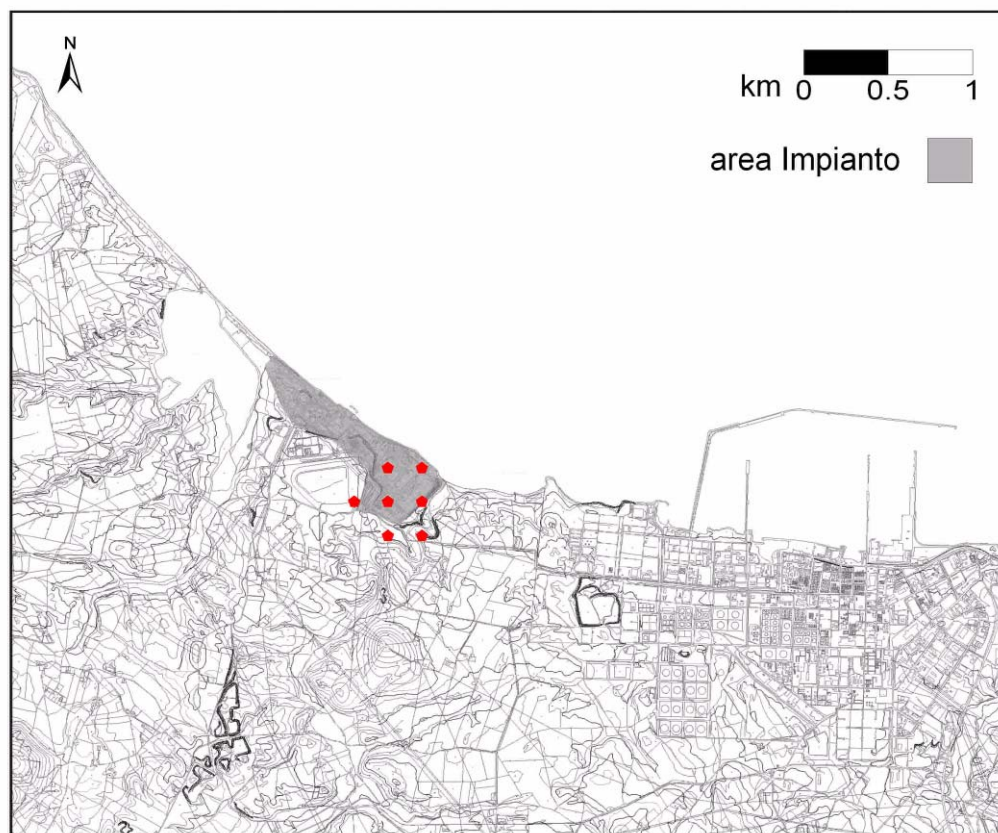
I risultati delle simulazioni generate dalle attività di cantiere sono di seguito riportati distinti per singolo inquinante e confrontati con i limiti di legge del *DM 60/2002*.

Ossidi di Zolfo (SO₂)

Il limite per la protezione della salute umana, pari a 3 superamenti annuali della soglia media giornaliera (125 µg/m³) viene in generale ben rispettato in tutto il dominio di calcolo; soltanto all'interno dell'area dell'impianto si registrano alcuni punti in cui il numero di superamenti eccede il limite di legge (si veda la *Figura 4.3.1.1a*).

Figura 4.3.1.1a

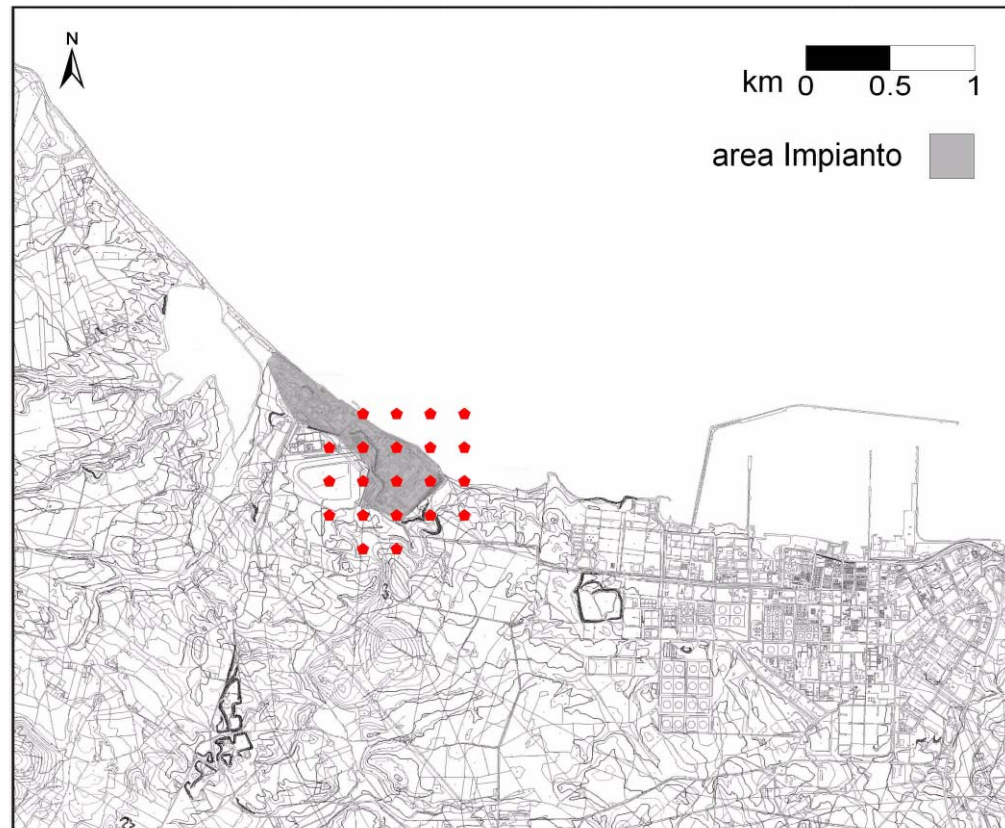
Punti (in Rosso) nei Quali è Superato il Limite di Legge Relativo al Numero di Superamenti della Soglia Giornaliera di SO₂



Il limite per la protezione della salute umana, pari a 24 superamenti annuali della soglia media oraria ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$), viene in generale rispettato in tutto il dominio di calcolo, con l'eccezione di un'area centrata sul cantiere che si estende al massimo fino a 500 metri di distanza dal perimetro dell'impianto (si veda la Figura 4.3.1.1b).

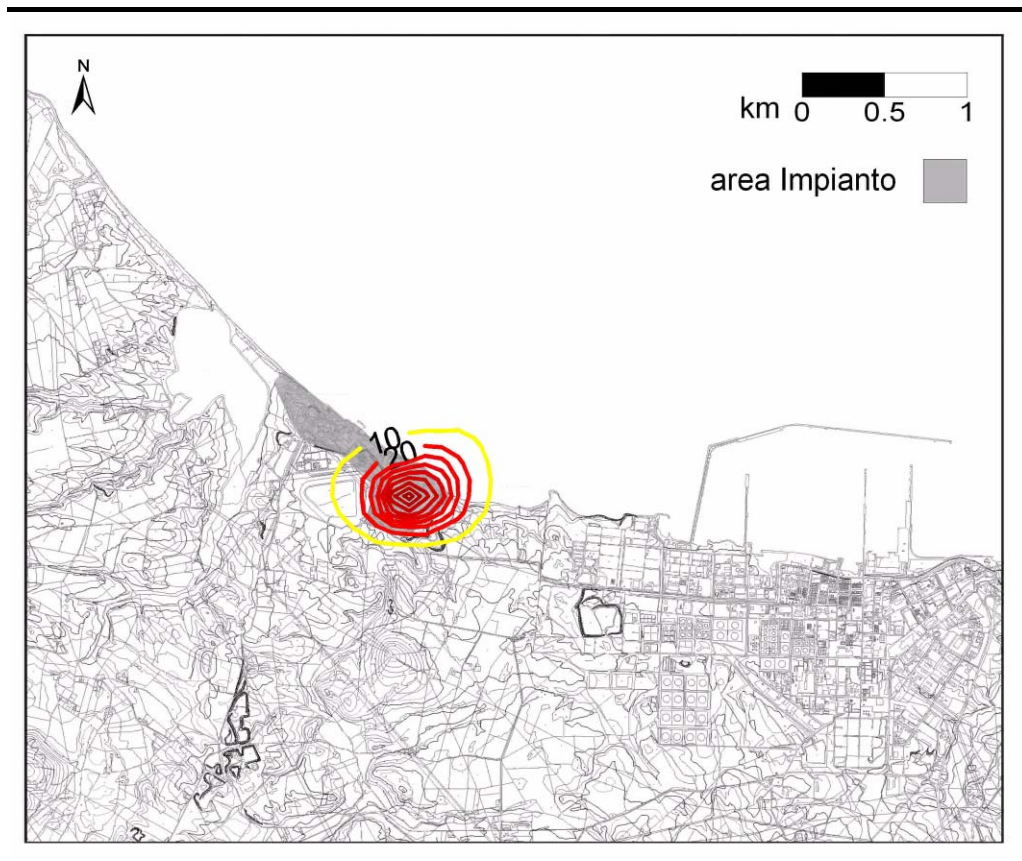
Figura 4.3.1.1b

Punti (in Rosso) nei Quali è Superato il Limite di Legge Relativo al Numero di Superamenti della Soglia Oraria di SO₂



Il limite per la protezione degli ecosistemi, pari ad una concentrazione media annuale di 20 µg/m³, viene rispettato in tutto il dominio di calcolo, con l'eccezione di un'area centrata sul cantiere che si estende al massimo fino a 200 metri di distanza dal perimetro dell'impianto (si veda la *Figura 4.3.1.1c*).

Figura 4.3.1.1c Concentrazione Media Annua di SO₂ (µg/m³)



PM₁₀

Entrambi i limiti per la protezione della salute umana relativi al PM₁₀ (concentrazione media annuale pari a 40 µg/m³ e 35 superamenti all'anno del valore limite stabilito per la media giornaliera di 50 µg/m³) sono rispettati in tutto il dominio di calcolo, ad eccezione di alcuni punti interni all'area di dell'impianto *Endesa* (si vedano le Figure 4.3.1.1d ed e).

Figura 4.3.1.1d *Punti (in Rosso) nei Quali è Superato il Limite di Legge Relativo al Numero di Superamenti della Soglia Giornaliera di PM₁₀*

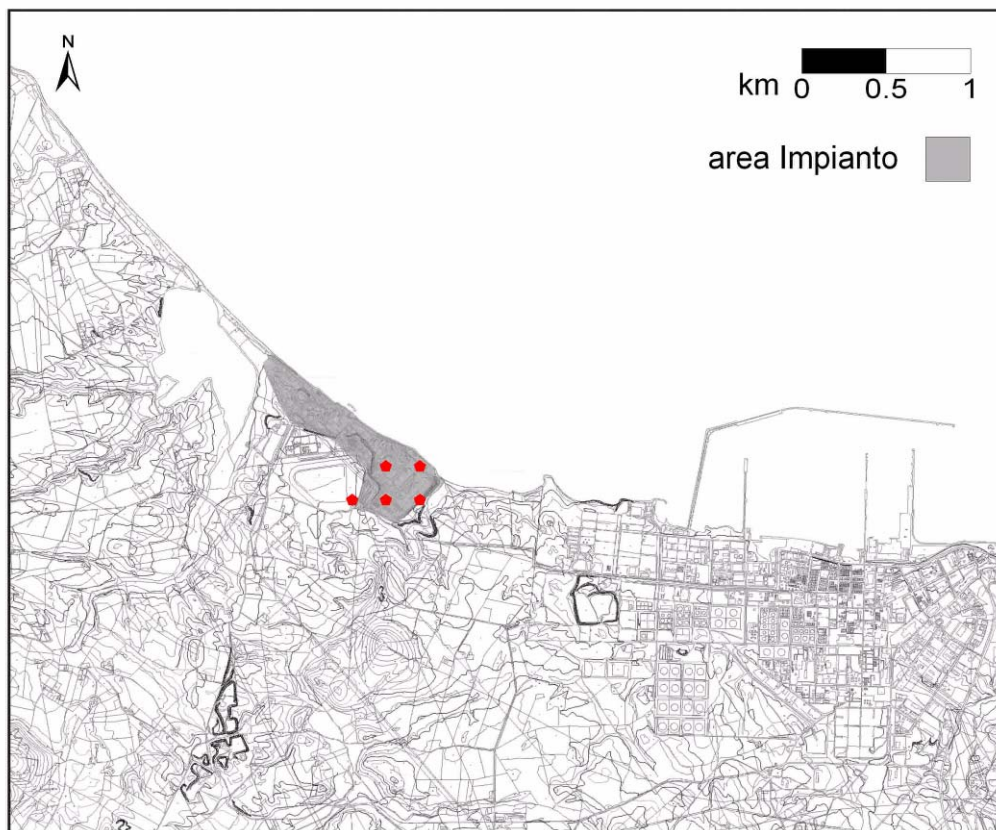
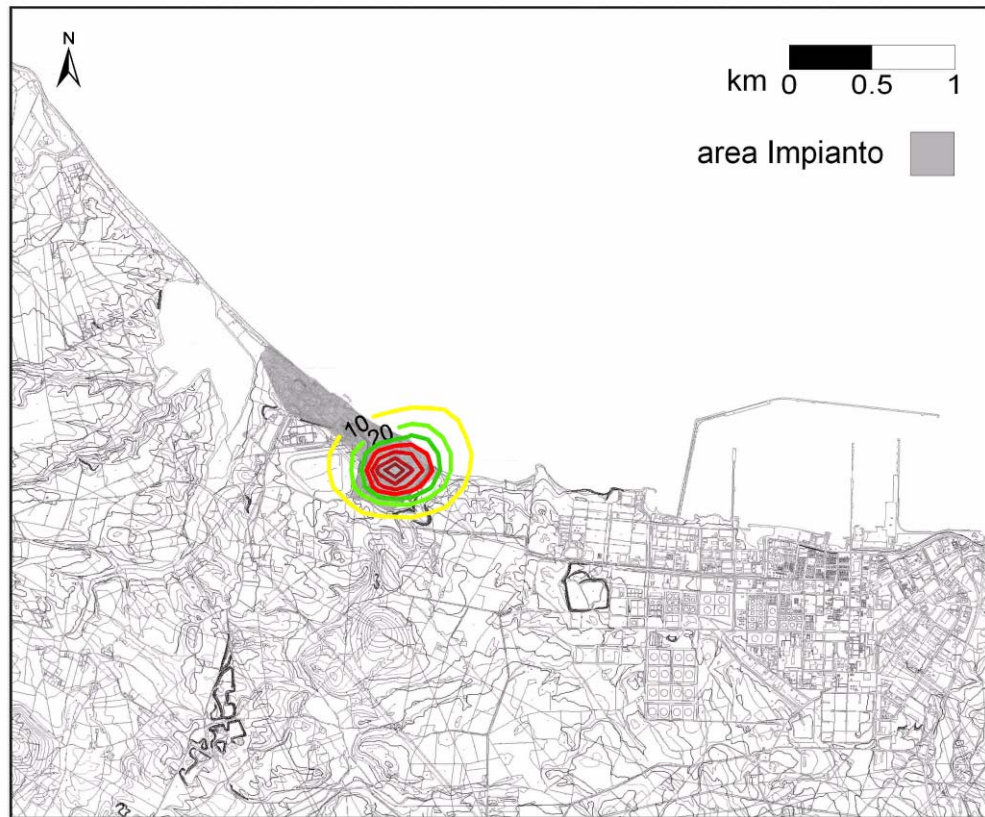


Figura 4.3.1.1e Concentrazione Media Annua di PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

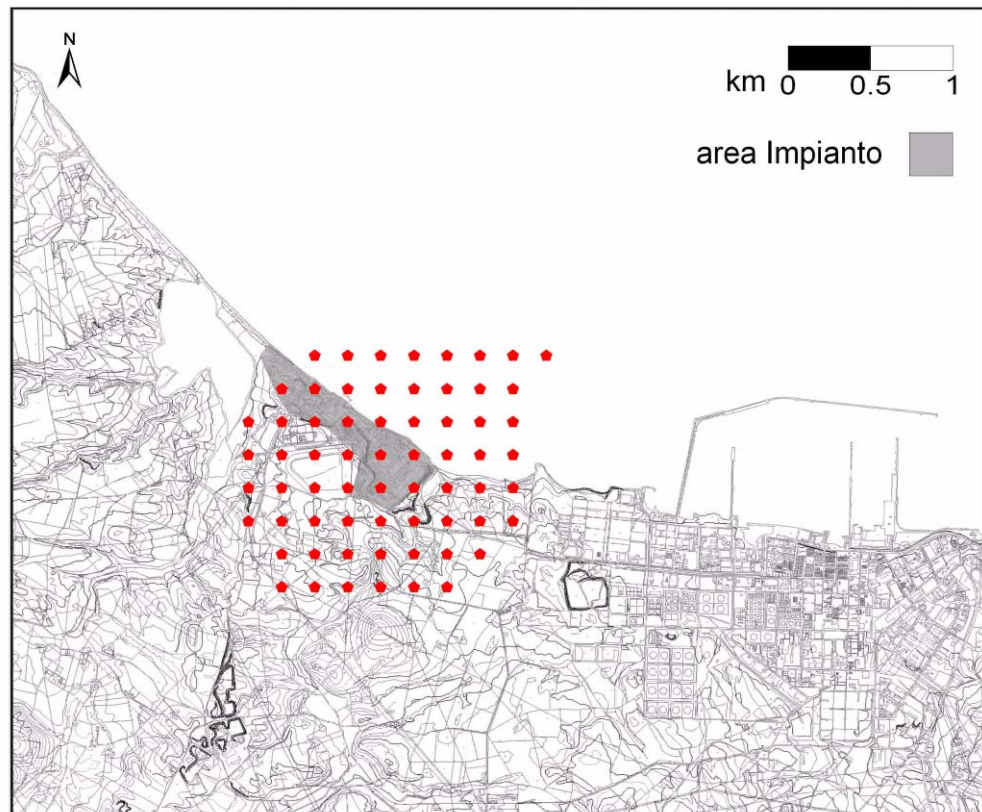


Ossidi di Azoto (NO_2 , NO_x)

Il limite per la protezione della salute umana, pari a 18 superamenti annuali della soglia media oraria ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) risulta non rispettato all'interno di una zona che si estende al massimo fino a circa 1.500 metri dai confini dell'impianto, come mostrato nella Figura 4.3.1.1f.

Figura 4.3.1.1f

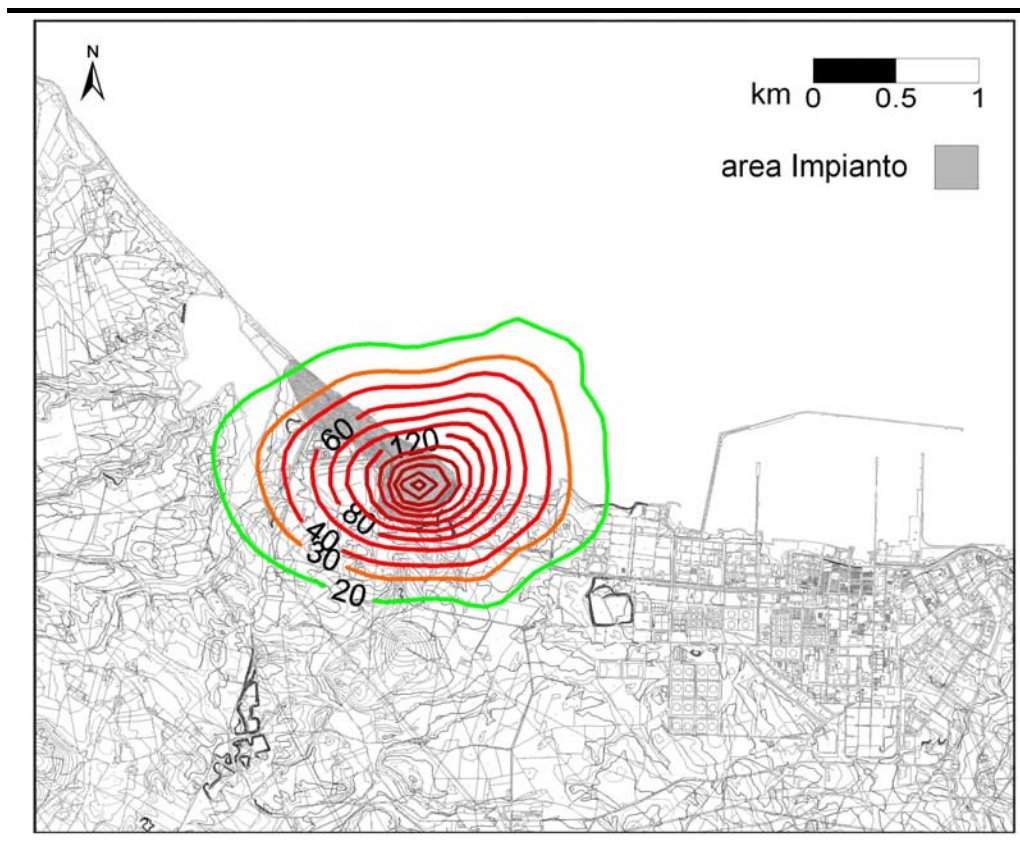
Punti (in Rosso) nei Quali è Superato il Limite di Legge Relativo al Numero di Superamenti della Soglia Oraria di NO₂



Il limite per la protezione della salute umana, pari ad una concentrazione media annuale di 40 µg/m³, viene rispettato in tutto il dominio di calcolo, ad eccezione di un'area centrata sul cantiere che si estende al massimo fino a 700 metri di distanza dal perimetro dell'impianto (si veda la *Figura 4.3.1.1g*). L'area di superamento del limite per la protezione della vegetazione (30 µg/m³) si estende invece fino a una distanza di circa 800 metri dal perimetro dell'impianto.

Figura 4.3.1.1g

Concentrazione Media Annua di NO₂ (in Rosso) ed NO_x (in Arancio l'Isolinea Relativa al Limite per la Protezione della Vegetazione - 30 µg/m³) (µg/m³)



Monossido di Carbonio (CO)

Il limite per la protezione della salute umana, pari ad una concentrazione media massima giornaliera su 8 ore di 10 mg/m³, è rispettato in tutto il dominio di calcolo: la concentrazione massima stimata, pari a 2,9 mg/m³, ricade all'interno del perimetro di impianto.

Benzene (C₆H₆)

Il limite per la protezione della salute umana, pari ad una concentrazione media annuale di 5 µg/m³, è rispettato in tutto il dominio di calcolo: la concentrazione massima stimata, pari a 0,043 µg/m³, ricade all'interno del perimetro di impianto.

Considerazioni Finali

Le stime dei campi di concentrazione ottenute con il modello Calpuff sono da ritenersi conservative sia dal punto di vista delle ipotesi adottate per la stima delle emissioni sia da quello delle ipotesi relative alla dispersione degli inquinanti in atmosfera. Tali ipotesi sono brevemente richiamate di seguito:

- durante i periodi di picco delle emissioni è stata sempre considerata la massima contemporaneità e l'utilizzo continuativo degli automezzi;
- le emissioni stimate nella fase di picco (3 mesi) sono state impiegate su tutto l'anno di simulazione;
- le emissioni dei camion, sebbene insistenti su un'area più ampia, sono state considerate concentrate nell'area di cantiere;
- per tutte le sorgenti con motore a combustione interna è stato utilizzato un elevato fattore di emissione di biossido d'azoto primario (20%);
- la concentrazione di NO₂ secondario è stata massimizzata considerando soltanto la reazione di ossidazione del NO con l'ozono;
- le poveri totali sospese emesse da tutte le sorgenti sono state assimilate a PM₁₀.

Pur impiegando le ipotesi su ricordate, i risultati delle simulazioni mostrano un generale rispetto dei limiti di legge, con superamenti che non si verificano oltre la distanza di 800 m dall'impianto.

4.3.1.2 *Altezza Camino della Sezione 5*

Il progetto prevede l'abbattimento del camino di 200 m, nel quale attualmente confluiscono i fumi delle sezioni 3 e 4, e la costruzione di un nuovo camino di altezza pari a 180 m, nel quale confluiranno le emissioni delle sezioni 3, 4 e 5.

Il dimensionamento del nuovo camino ha cercato di rispondere all'esigenza di minimizzare sia l'impatto paesaggistico, che si riduce al ridursi dell'altezza, sia l'impatto sull'aria, che viceversa diminuisce al crescere dell'altezza. In particolare, in base alla metodologia applicata si è cercata l'altezza alla quale, nelle condizioni più svantaggiose, l'innalzamento del pennacchio nella configurazione futura di impianto uguaglia quello della configurazione attuale.

Nello specifico, l'innalzamento termico del pennacchio dalla ciminiera futura, a cui confluiscono tre canne fumarie, sarà maggiore di quello che caratterizza la ciminiera esistente, a cui confluiscono solo due flussi. Attraverso l'utilizzo del codice di calcolo ISC3, nelle condizioni meteorologiche più svantaggiose (classe di stabilità F e velocità del vento sostenuta), l'equivalenza dell'altezza totale del pennacchio (determinata da altezza geometrica del camino più *plume rise*) viene raggiunta con un'altezza del nuovo camino pari a 180 m.

4.3.1.3 *Fase di Esercizio*

La valutazione degli impatti che l'esercizio della *Centrale* in oggetto produce sulla componente atmosferica ha visto una prima fase di selezione dei modelli di dispersione maggiormente adatti al caso studio.

In particolare, un elemento importante che ha influito sulle scelte dei codici di calcolo da utilizzare è costituito dalla complessità morfologica del territorio nel quale è collocata la *Centrale*. Essa, infatti, sorge in estrema prossimità della linea di costa settentrionale della Sardegna, nelle vicinanze delle Bocche di Bonifacio. Nell'entroterra, ad una distanza di circa 5 km dal sito di impianto, si incontrano i primi rilievi che intorno agli 8-9 km si alzano fino a quote di 350 m. Un tale contesto territoriale determina delle condizioni meteo-diffusive particolari, quali fenomeni di brezza o di accelerazione delle correnti aeree in corrispondenza delle Bocche di Bonifacio, che hanno una grande influenza sulle modalità con le quali si realizza la dispersione degli inquinanti emessi dalle varie sorgenti presenti a terra.

Per quanto descritto, la valutazione degli impatti indotti dall'esercizio della *Centrale* è stata condotta attraverso l'utilizzo di un codice di calcolo, *SAFEAIR II*, non stazionario di tipo semilagrangiano.

Simulazioni con SAFEAIR II

Il Codice di Calcolo

SAFEAIR II (Simulation of Air pollution From Emissions Above Inhomogeneous Regions, Versione II) nasce come evoluzione del codice *SAFE_AIR*, entrambi sviluppati dal *Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova*, che ha proceduto a valutare le uscite del modello sia con dati di laboratorio sia con misure di campo, ottenendo risultati incoraggianti in termini di aderenza dei risultati prodotti. Tale modello di calcolo, che attualmente risulta ancora in evoluzione, è il codice ufficialmente adottato dalla *Regione Liguria* per le sue azioni di pianificazione e risulta inserito nella lista dei modelli selezionati dall'*APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e i servizi Tecnici)* per la valutazione della qualità dell'aria.

Il codice è acfcreditato a livello comunitario ed internazionale, inserito nel database dello *European Topic Centre on Air Quality of the European Environmental Agency*.

SAFE_AIR II consiste di tre parti: due preprocessori meteorologici (*WINDS, Wind-field Interpolation by Non Divergent Schemes*, ed *ABLE, Acquisition of Boundary Layer parameters*) e un codice che simula il trasporto e la diffusione degli inquinanti (*P6, Program Plotting Paths of Pollutant Puffs and Plumes*).

WINDS è un modello *mass-consistent* che ricostruisce a mesoscala il campo tridimensionale di vento su orografia complessa attraverso l'uso dei dati eolici disponibili. Il codice opera attraverso due passi successivi: un primo passo consiste nella costruzione di un campo di vento iniziale ottenuto per interpolazione dei dati di vento disponibili in determinati punti del dominio; il secondo passo, di aggiustamento, che impone la condizione del rispetto della conservazione della massa attraverso un approccio di tipo variazionale.

ABLE calcola la distribuzione orizzontale dei parametri rilevanti che descrivono il *boundary layer*, quali l'altezza di mescolamento, la lunghezza di Monin-Obukhov, la *friction velocity*, ecc., a partire dalle misure delle variabili meteorologiche comunemente misurate.

La crescita e la struttura dell'altezza di mescolamento dipende dai flussi di calore e dal momento, a loro volta legati alle caratteristiche della superficie, quali la rugosità, l'albedo, il contenuto di umidità. Di conseguenza, la stima del flusso di calore sensibile è fondamentale per il calcolo dell'altezza di mescolamento. Per la determinazione del flusso di calore sensibile in un punto del dominio, *ABLE* utilizza un metodo basato sul bilancio energetico, adottando schemi di calcolo diversi a seconda che si simulino condizioni diurne o notturne. L'estensione dei valori numerici così ottenuti agli altri punti della griglia di calcolo è basata su fattori di correzione dipendenti dalla rugosità superficiale. Alla determinazione del flusso di calore sensibile si accompagna poi il calcolo della *friction velocity* e della lunghezza di Monin-Obukhov, a loro volta parametri rilevanti per la determinazione dell'altezza di mescolamento, che viene calcolata sulla base di formule differenziate per le condizioni stabili (caso notturno) e convettive (caso diurno), mentre è adottata una procedura a parte per le simulazioni in cui nel dominio di calcolo compaia il mare.

P6 è un modello multisorgente di tipo lagrangiano, che nella simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera utilizza sia un approccio di tipo gaussiano (con la segmentazione del plume) sia la metodologia basata sull'uso dei *puffs*.

L'emissione iniziale è suddivisa in una sequenza di "elementi", definiti anche "segmenti di plume" o "puffs", connessi tra loro, la cui dinamica è funzione delle condizioni meteorologiche locali. Sulla base di queste considerazioni è possibile dedurre che *P6* conserva la semplicità tipica delle formule di calcolo gaussiane, ma nello stesso tempo consente di simulare situazioni che sia al contempo non stazionarie e non omogenee (come nel caso della dispersione su terreni orograficamente complessi) (*Figure 4.3.1.3a e b*).

Figura 4.3.1.3a

Dinamica di un Plume in Condizioni di Direzione del Vento Omogenee ma Non Stazionarie

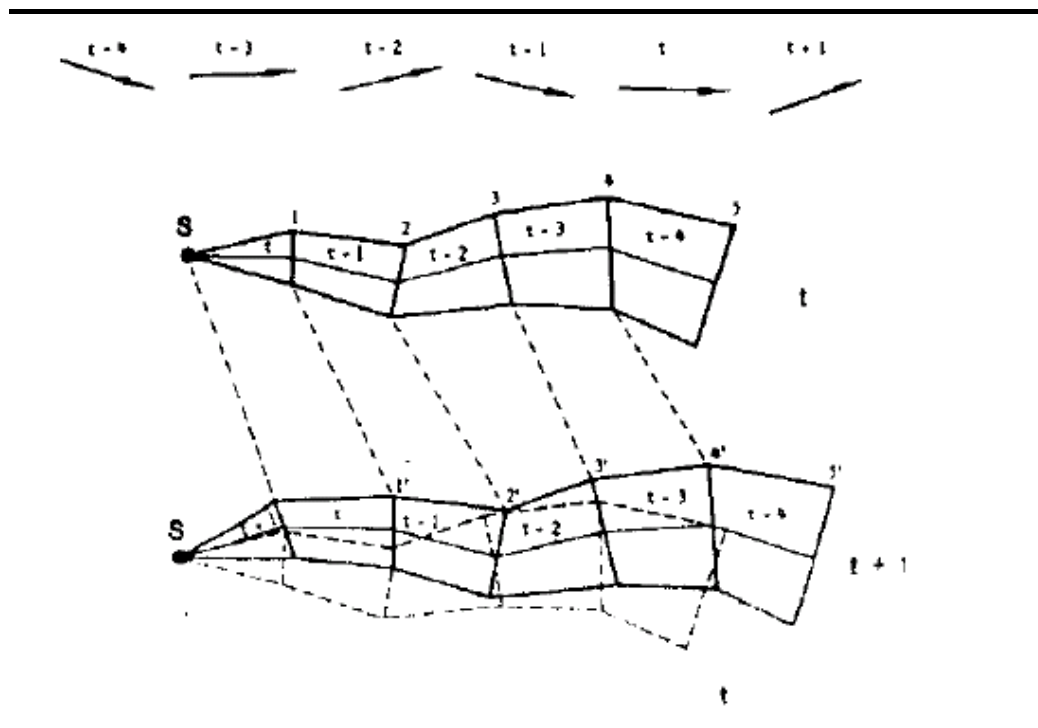
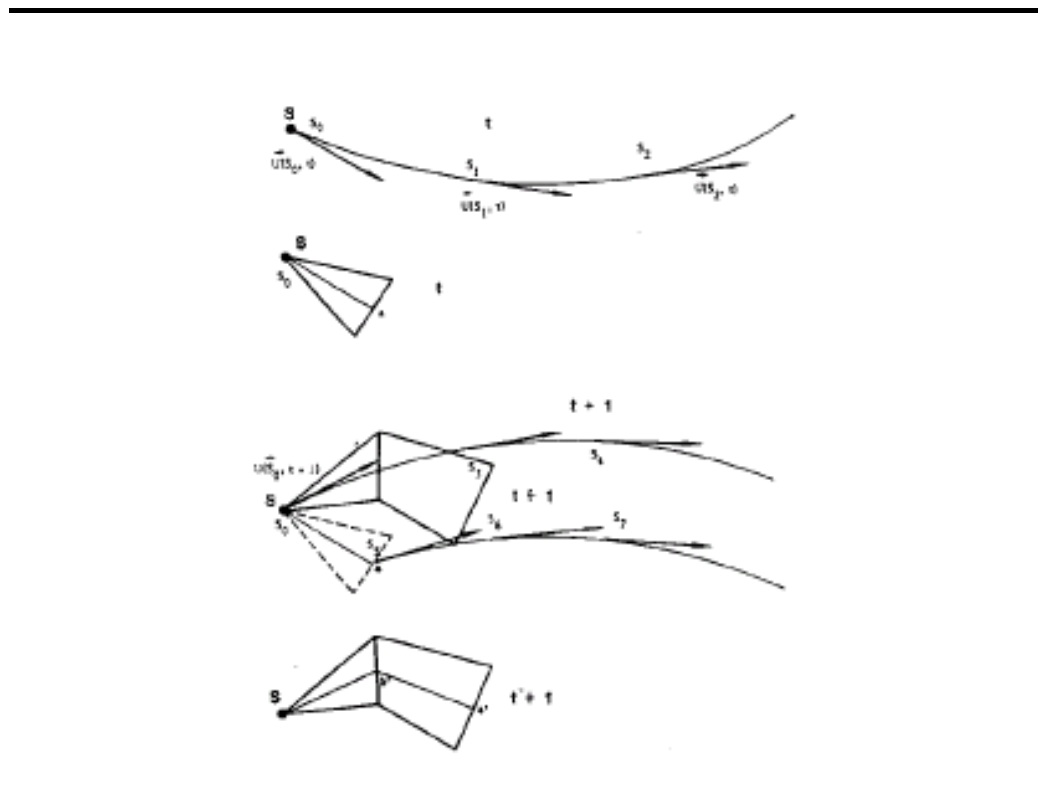


Figura 4.3.1.3b

Dinamica di un Plume in Condizioni di Direzione del Vento contemporaneamente Non Omogenee e Non Stazionarie



La suddivisione del *plume* in segmenti garantisce una velocità di calcolo elevata nella simulazione della dispersione degli inquinanti vicino la sorgente, in condizioni di trasporto. D'altro canto, l'utilizzo dei *puffs* permette un'adeguata simulazione del fenomeno della diffusione, sia lontano dalla sorgente di emissione sia in situazioni di calma di vento o di vento debole.

La dinamica degli elementi comprende i seguenti punti:

- generazione alla sorgente;
- *plume rise*;
- avvezione, ossia trasporto ad opera di vento avvertivo;
- diffusione ad opera della turbolenza atmosferica;
- eventuali trasformazioni chimiche;
- eventuale deposizione al suolo (umida e secca);
- eventuale sedimentazione gravitazionale del particolato più grossolano.

Le uscite del modello *P6* consentono di ottenere una serie completa di parametri statistici relativi alle seguenti due grandezze:

- le concentrazioni dei diversi inquinanti (primari e secondari) in corrispondenza dei recettori imposti;
- campi di deposizione secca e umida su di una griglia definita dall'utente.

Condizioni di Simulazione

Le simulazioni sono state effettuate usando i dati meteorologici della stazione AM dell'Asinara relativi al periodo 1951-1974.

Come osservato nel § 4.2.2.1, in tale stazione le situazioni di calma di vento (vento inferiore a 1 m/s) risultano pari a circa l'11,2% del totale, una percentuale molto bassa che permette di ridurre le difficoltà e le incertezze modellistiche che incrementano al ridursi della velocità del vento. La stima delle concentrazioni al suolo in situazioni di quest'ultimo tipo è ottenuta dal codice di calcolo rappresentando le calme di vento mediante venti deboli di direzione variabile. Nel caso specifico, le calme di vento sono state schematizzate come venti deboli (1 m/s) distribuiti sulle 16 direzioni in maniera proporzionale ai venti rientranti nella classe di velocità immediatamente successiva.

Al fine di rendere confrontabili i risultati delle simulazioni per i diversi scenari simulati, caratterizzati da altezze diverse delle sorgenti emissive di volta in volta considerate (si veda in proposito quanto riportato nel seguito del presente *Paragrafo*), l'altezza dello strato di miscelamento è stata imposta sempre uguale a 5.000 m. L'applicazione del modello di calcolo *ABLE*, di cui il codice è dotato (o di altri modelli simili presenti in codici analoghi, quali *CalcPuff*) e che consente di stimare l'altezza dello strato di miscelamento al variare delle condizioni meteorologiche, non è infatti possibile nel caso di

applicazioni di tipo “climatologico” come quella in esame, potendo tecnicamente applicarsi solo nello studio di fenomeni e situazioni singole.

Dai dati della stazione AM dell’Asinara sono stati inoltre ricavati i valori di temperatura media annua in funzione della classe di stabilità (si veda la *Tabella 4.3.1.3a*).

Tabella 4.3.1.3a *Temperatura Media Annua (K) in Funzione della Classe di Stabilità*

Classe di Stabilità					
1	2	3	4	5	6
294,8	293,2	292,6	288,2	289,6	289,5

Per le simulazioni, sia del campo di vento e delle altre grandezze meteorologiche sia delle concentrazioni di inquinanti, è stato utilizzato un dominio di calcolo costituito da un quadrato di 50 km di lato, con una risoluzione di 300 m x 395 m, estendentesi rispetto alla *Centrale* 29 km a Nord, 21 km a Sud, 34 km a Est e 16 km a Ovest.

Trovandosi in presenza di orografia complessa, sono inoltre state riprodotte entro le griglie di calcolo considerate le caratteristiche orografiche del sito in esame. Sono stati utilizzati tre diversi DEM, con risoluzione spaziale corrispondente a quelle delle griglie, in funzione dei tre domini di calcolo considerati, come precedentemente descritto. La fonte dei dati di altitudine per il territorio preso in esame è il *Seamless Data Distribution System* del *Geological Service* degli Stati Uniti (*USGS*), accessibile al sito internet: <http://seamless.usgs.gov>.

La dispersione degli inquinanti dai camini industriali può essere disturbata dalla presenza di ostacoli (edifici o rilievi orografici) posti nelle vicinanze del punto di emissione. Il fenomeno, noto con il nome di “*effetto edificio*” oppure “*downwash*”, è rilevante, in quanto è possibile che il pennacchio dei fumi emessi dal camino venga richiamato al suolo dalle turbolenze indotte dalla forza del vento sugli ostacoli, con una conseguente elevata concentrazione di inquinanti presso il suolo. Nel caso in esame, considerata la ridotta altezza dei camini dei due Gruppi Turbogas (20 metri), è stata potenzialmente considerata come determinante nel causare un *effetto downwash* operante su tutte le direzioni di provenienza del vento. Si ricorda tuttavia che in tutti i casi in cui la velocità del vento non supera la metà di quella di uscita dei fumi dal camino, il *downwash* è ritenuto un fenomeno non rilevante e in questi casi non è stato quindi considerato.

Le simulazioni con il codice di calcolo *SAFEAIR II* hanno previsto un uso “climatologico” del software, in cui sono state stimate le concentrazioni orarie per ciascuna situazione meteorologica, facendo girare il modulo *P6* un numero di volte pari a quello totale delle condizioni meteorologiche prese in considerazione.

Attraverso il modulo *WINDS*, è stata effettuata la ricostruzione del campo tridimensionale di vento relativo alle diverse combinazioni di stabilità, velocità del vento e direzione del vento, per un totale di 480 casi. Per ognuno di tali situazioni meteorologiche è stata realizzata, attraverso il modulo *P6*, una simulazione che ha permesso di ottenere, per ciascun punto del dominio di calcolo, le concentrazioni orarie indotte dall'esercizio della *Centrale* nelle sue diverse configurazioni. Si è successivamente risaliti ai parametri statistici relativi a ciascun inquinante. In particolare, sulla base dei dati climatologici provenienti dalla stazione AM dell'Asinara, sono stati stimati i massimi e i percentili delle concentrazioni medie orarie e sono state calcolate le concentrazioni medie annue. In quest'ultimo caso, così come descritto in precedenza, nella stima si è tenuto conto delle effettive ore di funzionamento dei diversi Gruppi di *Centrale*.

Le simulazioni sono state condotte facendo riferimento ai due scenari descritti di seguito:

- *Scenario Attuale*, caratterizzato dalla presenza dei Gruppi a OCD (Sezioni 1-2) Gruppi a carbone (Sezioni 3-4) e dai due Gruppi Turbogas (TGE e TGG);
- *Scenario Futuro*, caratterizzato dalla presenza dei Gruppi a carbone (Sezioni 3-4), dai due Gruppi Turbogas (TGE e TGG) e del nuovo Gruppo a carbone (Sezione 5).

Oltre a valutare l'impatto complessivo derivante dall'esercizio della *Centrale* nella sua configurazione futura, si è preso in considerazione anche il contributo derivante dalle singole componenti di impianto.

Le caratteristiche emissive relative ai due scenari considerati sono riassunte nelle *Tabella 4.3.1.3b e c* seguenti.

Tabella 4.3.1.3b *Dati Emissivi Relativi allo Scenario Attuale*

Parametro	UdM	Sezioni 1-2	Sezioni 3-4	TGE	TGG
Altezza camino	m	150	200	20	20
Diametro equivalente	m	7,5	7,07	3,0	3,0
Temperatura fumi	K	410,15	370,15	723,15	723,15
Velocità fumi	m/s	18,3	23,1	37,4	37,4
NO _x	mg/Nm ³	450	200	500	500
	(g/s)	(112,2)	(123,8)	(55,5)	(55,5)
SO ₂	mg/Nm ³	1.000	400	86	86
	(g/s)	(249,3)	(247,5)	(9,6)	(9,6)
Polveri	mg/Nm ³	50	50	25	25
	(g/s)	(12,5)	(30,9)	(2,8)	(2,8)

Tabella 4.3.1.3c *Dati Emissivi Relativi allo Scenario Futuro*

Parametro	UdM	Sezioni 3-4-5	TGE	TGG
Altezza camino	m	180	20	20
Diametro equivalente	m	8,89	3,0	3,0
Temperatura fumi	K	367,63	723,15	723,15
Velocità fumi	m/s	22,6	37,4	37,4
NO _x	mg/Nm ³ (g/s)	200 (187,4)	500 (55,5)	500 (55,5)
SO ₂	mg/Nm ³ (g/s)	400 (Gruppi 3-4), 200 (Gruppo 5) (311,1)	86 (9,6)	86 (9,6)
Polveri	mg/Nm ³ (g/s)	50 (46,8)	25 (2,8)	25 (2,8)

Come si osserva, per i gruppi 1 e 2 sono state considerate le concentrazioni al camino che dovrebbero verificarsi dopo la loro eventuale ambientalizzazione, alternativa alla prevista dismissione. Per il limite del biossido di zolfo applicato ai turbogas, si veda quanto riportato nel *Capitolo 3*.

Nelle simulazioni si è considerata la *Centrale* funzionante in continuo per 8.760 ore/anno, alla potenza nominale. In realtà, il funzionamento effettivo previsto per ciascun gruppo è:

- 500 ore/anno per i gruppi turbogas;
- 5.000 ore/anno per i gruppi 1 e 2;
- 7.500 ore/anno per i gruppi 3, 4 e 5.

A questo proposito, la stima realistica delle concentrazioni medie annue deve tener conto del numero effettivo di ore di esercizio delle diverse sezioni di impianto. Tuttavia, sebbene sia certo che le concentrazioni medie annue indotte dalla *Centrale* in base a scenari realistici di tempi di funzionamento siano minori di quelle stimate nel caso teorico (che considera sempre l'impianto marciante alla massima potenza per tutto il corso dell'anno), una determinazione precisa del loro valore non è possibile, in quanto occorrerebbe ricostruire, ipotizzandola, la distribuzione congiunta dello stato di funzionamento di ciascuna sezione di impianto e delle condizioni meteorologiche corrispondenti. Di conseguenza, non risulta praticabile impostare una simulazione che tenga conto congiuntamente della distribuzione delle ore di funzionamento e delle contemporanee caratteristiche meteorologiche nell'area in esame.

È tuttavia evidente, come sottolineato in precedenza, che la diminuzione delle ore di funzionamento e delle portate di esercizio rispetto al massimo teorico avrà l'effetto di ridurre le concentrazioni medie a terra, rispetto al caso teorico.

Per valutare l'entità di questa riduzione, almeno in termini di ordine di grandezza, per entrambi gli scenari le concentrazioni medie annue, calcolate in base ai dati emissivi riportati nelle *Tabelle 4.3.1.3b* e *c*, sono state ridotte

proporzionalmente al numero di ore effettivamente esercite da ciascuna sezione di impianto.

Tale metodo non è applicabile per la stima delle concentrazioni massime o per la stima dei percentili maggiormente elevati della distribuzione statistica delle concentrazioni. Va tuttavia sottolineato che il numero ridotto delle ore di funzionamento dei vari gruppi operanti nella *Centrale* rispetto al massimo teorico determina una riduzione della probabilità che si verifichino situazioni di concentrazione critica. Il concetto è più facilmente spiegabile mediante un esempio. Si ammetta, in via estremamente semplificata ed esemplificativa, che le emissioni prodotte da un esercizio continuo (8.760 ore/anno) dell'impianto, in un determinato punto del territorio, siano costantemente pari a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con l'eccezione di sole 50 ore, durante le quali, il manifestarsi di situazioni meteorologiche critiche conduce a concentrazioni nello stesso punto pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentrazione media annua, in tal punto, risulta pari a $100,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$; il valore superato 17 volte in un anno (99,8° percentile) è ovviamente uguale a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Supponiamo ora che la *Centrale* resti in esercizio solamente 2.500 ore. A priori non è possibile sapere se le 50 ore di situazioni meteorologiche critiche saranno comprese (totalmente o parzialmente) nel periodo di funzionamento. Tuttavia, si può con certezza affermare che la concentrazione "media annua" si riduce dal precedente valore di $100,6$ sino ad un valore non superiore a $29,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore raggiunto nel caso che nel corso dell'anno le 50 ore meteorologicamente critiche siano totalmente coincidenti con il periodo di funzionamento). Il valore superato 17 volte in un anno può invece rimanere invariato o scendere sino a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a seconda che le ore meteorologiche critiche siano contemporanee (o meno) a quelle di funzionamento.

Formazione del NO_2 e Valutazione della sua Concentrazione al Suolo

Nella stima delle concentrazioni degli inquinanti indotte al suolo dall'esercizio della *Centrale*, è necessario fare qualche considerazione a proposito del NO_2 . A tal proposito, va sottolineato che le simulazioni modellistiche consentono la stima delle concentrazioni di NO_x , mentre la legislazione pone limiti, oltre che su gli ossidi di azoto totali, anche NO_2 .

All'atto dell'emissione, generalmente il NO_2 costituisce una frazione limitata (qualche percento) degli NO_x , costituiti principalmente da NO : il NO_2 si forma, a partire dal NO , attraverso reazioni chimiche che dipendono fortemente sia dalle condizioni meteorologiche sia dalle concentrazioni di ozono (O_3) e di idrocarburi presenti in atmosfera. È stata pertanto eseguita la valutazione dell'entità della trasformazione del monossido di azoto emesso (NO) in biossido di azoto (NO_2).

Le principali reazioni chimiche interessanti gli ossidi di azoto all'interno del pennacchio sono le seguenti:



A titolo conservativo, si può assumere che le reazioni citate pervengano entro il pennacchio istante per istante all'equilibrio fotostazionario (cioè la velocità di formazione del NO_2 è pari a quella di fotodissociazione):

$$\frac{d[NO_2]}{dt} = 0, \text{ cioè } \frac{k[NO][O_3]}{J[NO_2]} = 1 \quad (3)$$

(concentrazioni in volume)

Il valore della costante cinetica k di ossidazione di NO da parte dell'ozono è fornito dalla seguente espressione (Stevens C.S., *Atm.Env. Vol.21, n. 4, pp.799÷805 -1987*):

$$k = 22,5 + 0,2 (t-21,5) \text{ ppm}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

dove t = temperatura dell'aria in °C.

Il valore della costante cinetica di fotodissociazione, J , è calcolabile dalla:

$$J = J_{\text{teor}} R_{\text{effettiva}} / R_{\text{max}}$$

dove:

$$J_{\text{teor}} = 0,01305 \cdot 60 \cdot \exp\left[-0,360 \cdot \frac{1}{\cos \alpha}\right] F(\alpha) \text{ in min}^{-1}$$

(D.D.Parrish et al., *Atm.Env. Vol 17, n. 7, pp. 1365-1379, 1983*)

dove:

$$\cos(\alpha) = \text{sen}\alpha \cdot \text{sen}\beta + \text{cos}\alpha \cdot \text{cos}\beta \cos [\alpha(h-12)/12];$$

$F(\alpha)$ = fattore di correzione per l'elevazione, assunto pari a 1 in quanto l'errore sistematico indotto è piccolo rispetto ad altre fonti di errore;

α = angolo del sole rispetto allo zenit;

λ = latitudine;

β = declinazione solare = $23 \text{ sen } [2\pi / 365(g-82)]$ (gradi sessagesimali);

g = giorno dell'anno contato dal 1 gennaio (giorno giuliano);

h = ora locale;

$R_{\text{effettiva}}$ = radiazione effettiva, cioè quella misurata localmente;

R_{max} = radiazione massima, per la stessa ora del giorno; corrispondente a cielo sereno.

Il rapporto J/k varia quindi in funzione dell'ora del giorno, per la variazione di K con la temperatura e di J con l'intensità della radiazione ultravioletta (nell'intervallo di lunghezza d'onda 290÷420 nm). Assumendo che l'ozono

venga prodotto e consumato solo dalle reazioni sopra indicate, vale la relazione (bilancio dell'ossidante durante la diluizione del pennacchio):

$$\{[NO_2] + [O_3]\}_{\text{pennacchio}} = \{[NO_2] + [O_3]\}_{\text{aria diluizione}} + p[NO_x] \quad (4)$$

dove p è uguale al rapporto $[NO_2]/[NO_x]$ all'emissione; tale valore nelle emissioni dell'impianto considerato è variabile intorno a qualche percento ed è qui assunto pari al 2%. Si pone inoltre per definizione:

$$[NO_x] = [NO] + [NO_2] \quad (5)$$

Con queste ipotesi, assumendo di conoscere dal modello di dispersione la concentrazione di $[NO_x]$ nel pennacchio e da misure sperimentali la concentrazione $\{[NO_2] + [O_3]\}$ nell'aria di diluizione, considerando trascurabile la presenza di NO_2 nell'aria di diluizione, si può calcolare in ogni punto del pennacchio, e in particolare nelle zone di ricaduta, il rapporto:

$$f = \frac{[NO_2]}{[NO_x]}$$

cioè la frazione di NO_2 sul totale degli NO_x .

Infatti, risolvendo il sistema formato dalle Equazioni (3), (4) e (5), si ha:

$$f = \frac{1}{2} \left[b - \sqrt{b^2 - 4(p+r)} \right] \quad (6)$$

dove:

$$b = \frac{J}{k[NO_x]} + p + r + 1$$

$$p = \frac{[NO_2]_{\text{emissione}}}{[NO_x]_{\text{emissione}}}$$

$$r = \frac{[O_3]_{\text{aria diluizione}}}{[NO_x]}$$

La stima così ottenuta è conservativa, in quanto sia il non raggiungimento della fotostazionarietà sia l'ulteriore ossidazione di NO_2 in HNO_3 tendono a far diminuire la concentrazione di NO_2 .

Di notte si ha $J=0$, per cui è attiva la sola reazione di ossidazione di NO ad NO_2 , che porta alla sparizione dell' NO o dell' O_3 a seconda delle concentrazioni relative; la (6) risulta pertanto così semplificata:

$$\begin{aligned} f &= p + r && \text{se } p + r \leq 1 \\ f &= 1 && \text{se } p + r > 1 \end{aligned} \quad (7)$$

A partire dal calcolo modellistico di $[NO_x]$ si potrebbe quindi calcolare, per ogni ora e per ogni punto ricettore, la concentrazione di NO_2 dalla:

$$[NO_2]_{\text{ricettore}} = f_{\text{ricettore}} \cdot [NO_x]_{\text{ricettore}}$$

dove il fattore di trasformazione $f_{\text{ricettore}}$ è calcolato secondo la (6) o la (7) in funzione del giorno e dell'ora corrispondente all'input meteorologico orario fornito al modello, ed in funzione della concentrazione $[NO_x]_{\text{ricettore}}$ ottenuta in output dal modello stesso per quell'ora e per quel ricettore. I parametri meteorologici orari necessari per poter applicare la formula suddetta per il fattore di trasformazione, sono pertanto: temperatura ambiente, radiazione solare e valori di ozono.

In via del tutto cautelativa, è stata qui assunta un totale conversione degli NO_x in NO_2 , a prescindere dalle concentrazioni di ozono ($f=1$) in tutti i punti del dominio e a tutte le ore del giorno in cui l'ozono non risulta un fattore limitante. E' stata tuttavia considerata una concentrazione limitante di O_3 pari a $105,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il livello limitante della concentrazione di O_3 è stato così individuato:

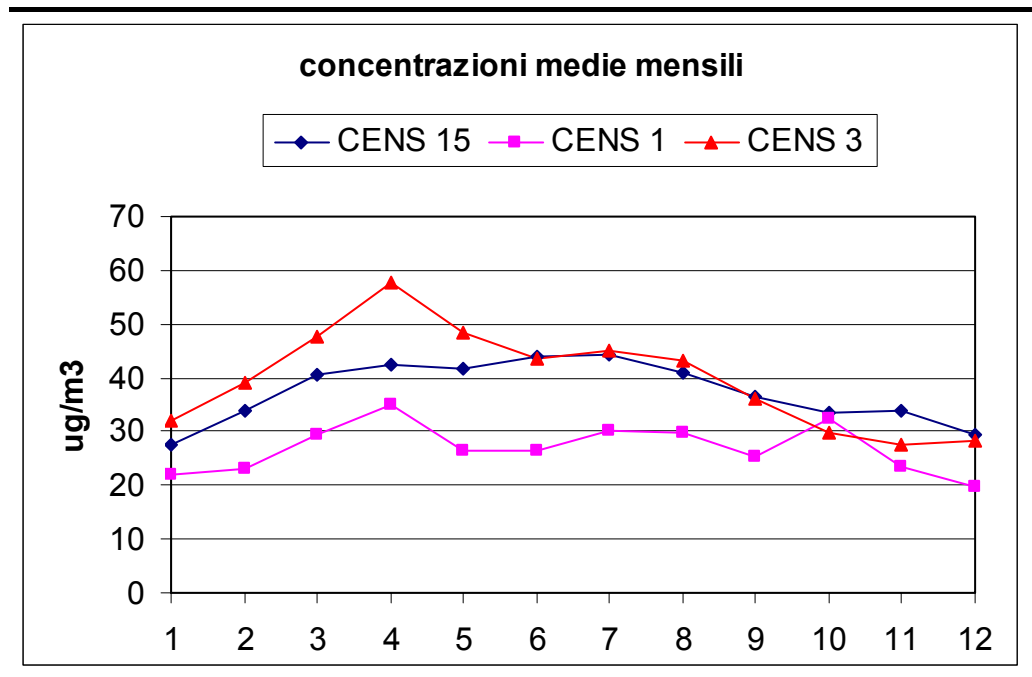
- è stato elaborato l'andamento del giorno tipo mensile relativamente alle tre stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria (RRQA Provincia di Sassari) per ogni anno di rilevazione disponibile;
- si è scelto il valore massimo assoluto (pari a $105,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tra i risultati delle elaborazioni effettuate, come descritto al punto precedente.

Di seguito si riportano alcune elaborazioni statistiche di base relative alle serie orarie delle misure di ozono per tre postazioni ubicate nel comune di Porto Torres della rete di monitoraggio della qualità dell'aria della Provincia di Sassari. Nella *Tabella 4.3.1.3d* è sintetizzata la disponibilità dei dati orari per ciascuna postazione per gli anni dal 1993 al 2003.

Tabella 4.3.1.3d *Ozono Stazioni Rete Monitoraggio Provincia Sassari - Disponibilità Dati Orari Periodo 1993 - 2003*

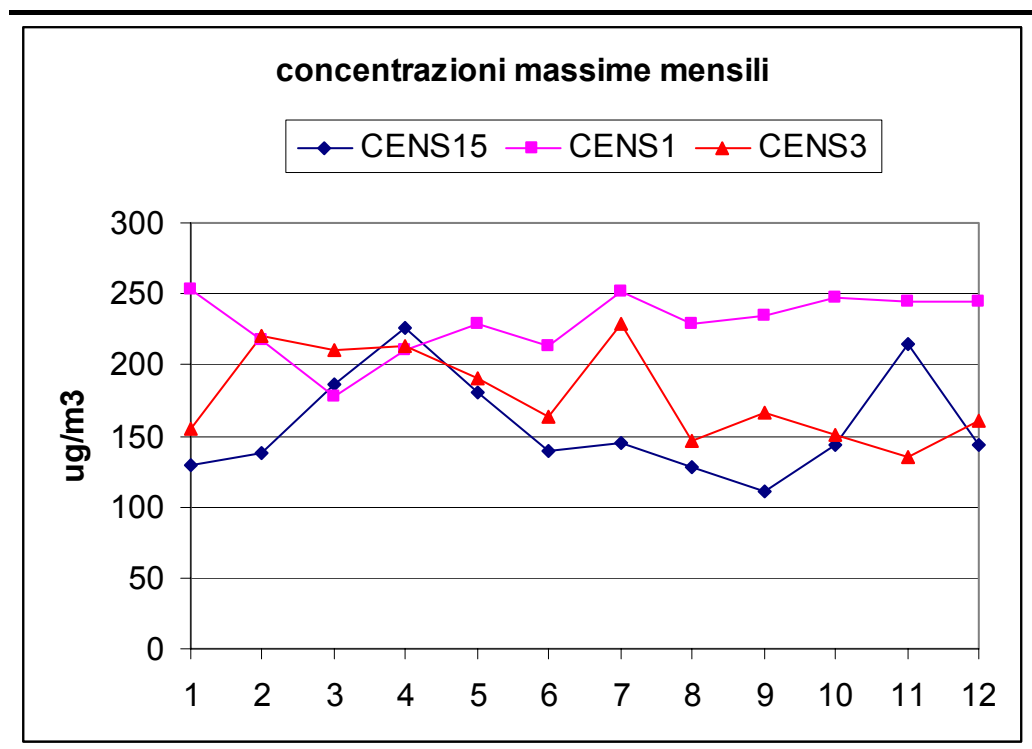
Indirizzo	Località	Stazione	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Porto Torres	Cuile Fiume Santo	Bò CENS15	N	-	-	5.251	4.210	7.495	7.221	6.772	7.180	6.976	6.251	2.686
			%	-	-	59,9	48,1	85,6	82,4	77,3	82,0	79,6	71,4	30,7
Z.I. Porto Torres	Laterizi Torres	CENSS1	N	344	2.341	5.878	5.314	6.378	6.532	4.839	4.465	7.796	4.743	-
			%	3,9	26,7	67,1	60,7	72,8	74,6	55,2	51,0	89,0	54,1	-
Z.I. Porto Torres	Bivio Rosario	CENSS3	N	187	2.013	6.203	5.513	4.039	6.897	4.701	524	20	-	-
			%	2,1	23,0	70,8	62,9	46,1	78,7	53,7	6,0	0,2	-	-

Figura 4.3.1.3c *Concentrazioni Medie Mensili di Ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per gli Anni 1993 - 2003*



La generale descrizione delle serie orarie delle concentrazioni di ozono mette in evidenza la disomogeneità delle serie di dati orari, sia dal punto di vista temporale che spaziale e la presenza di massimi orari non coerenti con un tipico andamento annuale, che prevede i valori più elevati nelle ore più calde della giornata e nelle stagione estiva.

Figura 4.3.1.3d *Concentrazioni Massime Mensili di Ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per gli Anni 1993 - 2003*



Simulazioni con ISC3

Il Codice di Calcolo

Il modello *ISC3* (*Industrial Source Complex Dispersion Models*), modello raccomandato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (*EPA, 1987*), è utilizzato per simulazioni basate su dati meteorologici statistici. Il codice *ISC3*, che presenta la struttura generale dei modelli di tipo gaussiano, consente di calcolare la concentrazione indotta dall'emissione di inquinanti provenienti sia da sorgenti puntiformi sia da sorgenti areali (una generica sorgente areale viene simulata come l'unione di più sorgenti areali circolari), sia di tipo volumetrico (lineari) e "open pit".

Nel modello sono comprese le seguenti modalità di calcolo:

- *Short Term*, calcola le concentrazioni massime al suolo dell'inquinante considerato sul breve periodo. L'input meteorologico è rappresentato in questo caso da un valore istantaneo di direzione e intensità del vento;
- *Climatologica (Long Term)*, con e senza topografia, calcola la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni al suolo dell'inquinante mediate su lunghi periodi, in modo da poter considerare la variazione temporale delle grandezze meteorologiche durante l'anno.

Il codice di calcolo *ISC3* richiede come dati di input essenzialmente:

- dati meteorologici (stabilità atmosferica, velocità e direzione del vento, caratteristiche diffusive e categorie di Pasquill-Gifford);
- dati per le sorgenti (le caratteristiche geometriche delle singole sorgenti, l'entità delle emissioni, la temperatura e la velocità di emissione).

Gli output del codice *ISC3* consistono in matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse.

La struttura matematica e le assunzioni sulle frequenze di accadimento dei dati meteo (riferiti a valori mediati su 1 ora), utilizzati da tutti i modelli gaussiani, fa sì che i risultati che si ottengono dall'applicazione di tale tipo di modelli rappresentino sempre valori medi orari di concentrazione, valutati sia su breve periodo (modelli *short-term*) sia su base annua (modelli *climatologici*).

Condizioni di Simulazione

I dati meteorologici utilizzati in input sono quelli relativi alla stazione AM dell'Asinara, per la cui descrizione si rimanda ai *Paragrafi* precedenti.

Per l'applicazione in oggetto si è utilizzato un sistema di riferimento di tipo cartesiano suddiviso in tre aree, l'una contenuta nell'altra, a diversa risoluzione spaziale.

La prima, che rappresenta il dominio generale, è costituita da un quadrato di 50 km di lato, con una risoluzione di 1.000 m x 1.979 m, estendentesi rispetto alla *Centrale* 29 km a Nord, 21 km a Sud, 34 km a Est e 16 km a Ovest. Si ritiene che tale dimensionamento consenta di rappresentare adeguatamente la distribuzione delle ricadute al suolo degli inquinanti nel caso in esame; infatti, si evince che ben entro il limite dell'area scelta si verificano le concentrazioni massime e, in generale, si assiste ad una riduzione delle stesse all'aumentare della distanza, se si escludono dei picchi in corrispondenza dei rilievi, posti a Sud-Est dell'impianto.

La seconda area e la terza area, costituite da quadrati di lato rispettivamente pari a 25 km (estensione rispetto alla *Centrale*: 14,5 km a N, 10,5 km a S, 17 km a E, 8 km a O) e 12,5 km (estensione rispetto alla *Centrale*: 7,25 km a N, 5,25 km a S, 8,5 km a E, 4 km a O), si configurano come un infittimento del primo dominio di calcolo nella zona più prossima alla *Centrale*. Le rispettive risoluzioni spaziali adottate sono di 750 m x 993 m nel primo caso e di 375 m x 496 m nel secondo. L'infittimento ha lo scopo di consentire di individuare, nella zona più prossima alla *Centrale*, eventuali picchi di concentrazione non evidenziati dalla griglia di recettori a più bassa risoluzione, che tuttavia copre un'area più vasta.

In maniera analoga a quanto fatto per le simulazioni con il codice *SAFEAIR II*, per la ricostruzione dell'orografia dell'area analizzata si è fatto riferimento ai dati provenienti dal *Seamless Data Distribution System* del *Geological Service* degli Stati Uniti (*USGS*), accessibile al sito internet: <http://seamless.usgs.gov>.

Come per il codice *SAFEAIR II*, si è considerato un effetto *downwash* operante su tutte le direzioni di provenienza del vento.

Anche nelle simulazioni condotte con il codice di calcolo *ISC3* sono stati analizzati i due scenari descritti precedentemente (si veda quanto riportato al *Paragrafo* relativo alle simulazioni con il codice *SAFEAIR II*).

Sono state stimate sia le ricadute sul breve periodo (versione *short term* del modello), calcolando le massime concentrazioni orarie e i parametri statistici normati per i diversi inquinanti, sia le concentrazioni annue (versione *long term* del modello).

In entrambi i casi sono stati considerati i due scenari descritti in precedenza (si vedano in proposito le *Tabelle 4.3.1.3b* e *c*).

Anche in questo caso, così come descritto in precedenza, nella stima delle concentrazioni medie annue si è tenuto conto delle effettive ore di funzionamento dei diversi Gruppi di *Centrale*.

Risultati

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni condotte.

Per quanto riguarda il monossido di carbonio, le concentrazioni al suolo di questo inquinante, indotte da centrali termoelettriche, sono del tutto trascurabili (generalmente tre ordini di grandezza inferiori ai limiti di legge). Si ricorda infatti che, mentre le emissioni di monossido di carbonio, e quindi le concentrazioni al suolo, sono paragonabili a quelle degli ossidi di azoto, i limiti di concentrazione ammessi per il monossido di carbonio sono assai superiori rispetto a quelli per gli ossidi di azoto (10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [media giornaliera su 8 ore] contro 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [99,8° percentile delle concentrazioni orarie]). A conferma di ciò, è possibile osservare che la stima della massima concentrazione oraria di CO indotta dalle Sezioni 3, 4 e 5 di *Centrale* nello Scenario Futuro è inferiore a 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, contro un limite normativo di 10 mg/m^3 stabilito per la media massima giornaliera su 8 ore.

In *Tabella 4.3.1.3d* si riportano le stime relative alle concentrazioni dei principali macroinquinanti emessi dalla *Centrale* ottenute attraverso le simulazioni con il modello *SAFEAIR II*. Nella *Tabella 4.3.1.3e* è invece riportata la concentrazione di microinquinanti stimata per la *Centrale* nello Scenario Futuro, relativo alla configurazione di progetto. Nelle *Figure 4.3.1.3a-h* è mostrata la distribuzione spaziale dei principali parametri statistici delle concentrazioni di NO_2 e SO_2 .

Tabella 4.3.1.3d *Concentrazioni Massime al Suolo dei Principali Inquinanti Emessi dalla Centrale (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)*

Inquinante	Media Annuale		99,8° Percentile		99,7° Percentile	
	Attuale	Futuro	Attuale	Futuro	Attuale	Futuro
NO_x	0,23	0,20	-	-	-	-
NO_2	-	-	161,5 - 127,0*	158,5 - 127,0*	-	-
SO_2	0,17	0,09	-	-	225,6	149,8
PTS	0,02	0,02	37,3	36,1	-	-

* Nota:

161,5: Valore puntuale, che si verifica in un'area di superficie inferiore a 0,1 km^2 , remota, in cui il limite di 200 microgrammi/ m^3 , previsto dalla normativa per la protezione della popolazione, non è applicabile;

127,0: Valore che si verifica in un'area di superficie di circa 1 km^2 , potenzialmente abitata, in cui il limite di 200 microgrammi/ m^3 , previsto dalla normativa per la protezione della popolazione, è applicabile.

Tabella 4.3.1.3e *Concentrazioni al Suolo dei Principali Inquinanti Emessi dalla Centrale (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Scenario Futuro*

Inquinante	Media Annua	Massimo Orario
Ammoniaca	0,0011	2,3
Cadmio	4,3E-05	0,091
Tallio	4,3E-05	0,091
Mercurio	4,3E-05	0,091
Zinco	4,3E-05	0,091
Nichel	0,00043	0,91
Metalli Pesanti	0,0021	4,5
IPA	2,1E-10	4,5E-07
PCDD/PCDF	6,4E-14	1,4E-10

Come si osserva, tutti i limiti inerenti la qualità dell'aria (riferiti ai macroinquinanti) sono rispettati.

Dalle mappe si può osservare la diversa distribuzione delle concentrazioni medie (sostanzialmente determinate dalle direzioni prevalenti del vento) e dei più elevati percentili di occorrenza (sostanzialmente determinate dalla presenza di rilievi).

Il massimo valore della concentrazione oraria di SO_2 superata 24 volte in un anno stimato per i soli gruppi turbogas attraverso l'utilizzo del codice di calcolo *SAFEAIR II* è pari a $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Prendendo in esame quanto riportato nello SIA relativo ai gruppi turbogas, lo stesso parametro statistico, per lo stesso inquinante, assume un valore di $178 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La riduzione del valore stimato è da ricondurre all'utilizzo di un codice di calcolo più sofisticato, che consente di interpretare meglio la situazione locale, evitando problemi di eccessiva sovrastima delle ricadute. Analoghe considerazioni possono essere svolte per gli altri inquinanti.

La concentrazione media annua di biossido di zolfo calcolata, nella attuale applicazione, con il codice *ISC3* risulta uguale a $0,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore molto simile a quello stimato mediante utilizzo di *SafeAir*, precedentemente indicato. L'utilizzo congiunto dei due codici di calcolo, *SAFEAIR II* e *ISC3*, permette di trarre delle conclusioni sull'attendibilità e robustezza dei risultati ottenuti.

Considerazioni conclusive sulle Concentrazioni Complessive e di Microinquinanti

I modelli di calcolo hanno permesso di evidenziare che la qualità dell'aria, nella situazione futura subirà un miglioramento, in termini di concentrazioni massime indotte al suolo, rispetto alla situazione attuale. Si ricorda infatti che le concentrazioni calcolate non sono aggiuntive a quelle attuali, ma sostitutive (scenario attuale *versus* futuro). L'attuale e generale buono stato di qualità dell'aria registrato dalle centraline di monitoraggio (si veda il *Paragrafo 4.2.1*) non subirà quindi rilevanti modifiche, manifestando anzi una tendenza al miglioramento.

Va inoltre sottolineato che al momento attuale le centraline di monitoraggio di qualità dell'aria misurano concentrazioni di SO₂ e di NO_x assai inferiori a quelle limite, con valori che nel primo caso risultano, nelle situazioni peggiori (concentrazioni misurate maggiormente elevate), più basse di circa 6 volte rispetto alle stime.

Oltre agli inquinanti citati nella normativa inerente la qualità dell'aria, specifica attenzione è posta ai microinquinanti e tra di essi ai metalli pesanti.

In riferimento alle linee guida della WHO (*Organizzazione Mondiale per la Sanità*), il limite di concentrazione per il solo Cadmio è di 0,3 µg/m³. Tale valore è inteso come valore limite, per un'esposizione continua durante tutta la vita media di un individuo. Come si osserva da *Tabella 4.3.1.3e*, le concentrazioni indotte dall'esercizio della *Centrale* (0,000043 µg/m³) saranno ordini di grandezza inferiori a quelle limite assunte a riferimento.

Per quanto concerne il Tallio, un valido riferimento può essere tratto dalla OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) americana che ha stabilito un limite di esposizione di 0,1 µg/m³ negli ambienti di lavoro. Non si hanno riferimenti per le concentrazioni in ambiente esterno. In relazione ai livelli di concentrazione indotti dall'esercizio della *Centrale*, valgono le stesse considerazioni di cui al punto precedente.

Nessuna differenza anche nel caso del mercurio, per il quale, in mancanza di limiti legislativi nazionali, si può far riferimento alle indicazioni della WHO. Il limite, definito come media annua, è pari a 1 µg/m³ espresso come vapori di mercurio inorganico.

Il nickel è presente in natura ed è rilasciato in aria da fonti sia antropiche sia naturali. Determina effetti dermatologici che non sono generalmente legati alla sua concentrazione in aria. I composti del nickel determinano carcinogenesi nell'uomo in seguito ad esposizione per inalazione. Assumendo una relazione dose/risposta lineare, non è possibile stabilire un *safe level*. Le stime di esposizione/rischio effettuate su popolazioni di aree industriali denotano un incremento del rischio dell'ordine di $3,8 \times 10^{-4}$ per concentrazioni di 1 µg/m³. Le concentrazioni corrispondenti ad un incremento del rischio su ciclo di vita di 10⁻⁴, 10⁻⁵ e 10⁻⁶ sono pari a circa 250, 25 e 2,5 ng/m³. Anche in questo caso, le concentrazioni indotte dall'esercizio della *Centrale* sono ordini di grandezza inferiori a quelle limite assunte a riferimento.

Ancora maggiore distanza tra concentrazioni indotte e concentrazioni limite sussiste nel caso dello zinco. Lo zinco è un elemento indispensabile nella dieta umana e dalla bassa tossicità. L'unica indicazione per le concentrazioni in atmosfera è dato dalla OSHA che stabilisce i limiti negli ambienti di lavoro di 1 mg/m³ di cloruro di zinco e di 5 mg/m³ per l'ossido di zinco.

Un fattore superiore a 100, infine, sussiste tra massima concentrazione al suolo di PCDD e PCDF e concentrazione che può essere assunta come limite ambientale, pari a $1\text{pg}/\text{m}^3$. Si ricorda che attualmente non sono presenti, né a livello nazionale né a livello internazionale, dei limiti per le concentrazioni in atmosfera di PCDD e PCDF. Inoltre, l'esposizione per inalazione diretta costituisce solo una minima percentuale dell'esposizione totale (5%), che avviene principalmente per via alimentare. La concentrazione in aria in ambiente urbano di PCDD e PCDF equivalenti è stimata intorno a $1\text{pg}/\text{m}^3$. L'attuale TDI (*Dose Giornaliera Tollerabile*) è pari a $1\text{-}4\text{pg}/\text{m}^3$.

4.3.2 *Ambiente Idrico*

Il principale impatto della *Centrale* sull'ambiente idrico è costituito dallo scarico termico in mare; impatti di minore importanza sono costituiti dalla presenza delle opere civili di scarico e presa e dalle acque reflue scaricate dagli impianti di trattamento.

Durante la fase di costruzione dell'impianto gli effluenti liquidi sono sostanzialmente quelli connessi alla presenza del personale. Tali scarichi, di tipo civile, saranno inviati alla sezione biologica dell'ITAR (munito di pozzetto e sistema di controllo) o trattati mediante impianti mobili e convogliati comunque alla rete fognaria chimica od oleosa. Le acque meteoriche provenienti dalle aree di cantiere saranno convogliate ad una vasca di prima pioggia da dove perverranno agli impianti di trattamento o allo scarico in mare. Pertanto, l'impatto all'ambiente idrico durante la fase di costruzione può ritenersi trascurabile.

Quindi nel seguente *Paragrafo* è analizzato in dettaglio lo scarico termico, mentre nel *Paragrafo* finale, sono analizzati gli altri impatti.

4.3.2.1 *Scarico Termico*

La *Centrale* è dotata di sistemi di raffreddamento (condensazione del vapore) del tipo ad acqua in ciclo aperto mediante i quali è prelevata acqua dal mare e ad esso restituita a temperatura superiore.

L'acqua di raffreddamento non è trattata chimicamente quindi, l'unico impatto è imputabile all'aumento di temperatura e non alla eventuale presenza di additivi chimici. Inoltre, poiché l'acqua di raffreddamento circola solo nei condensatori di vapore (in depressione sul lato vapore), non vi sono pericoli che essa possa essere contaminata da altre sostanze come può accadere nel caso di impianti in cui l'acqua circola in scambiatori in cui la sostanza da raffreddare è in pressione e/o tossica.

In *Tabella 4.3.2.1a* sono riportati i principali dati di progetto riferiti alle acque di raffreddamento sia dello *Scenario Attuale* che dello *Scenario Futuro*.

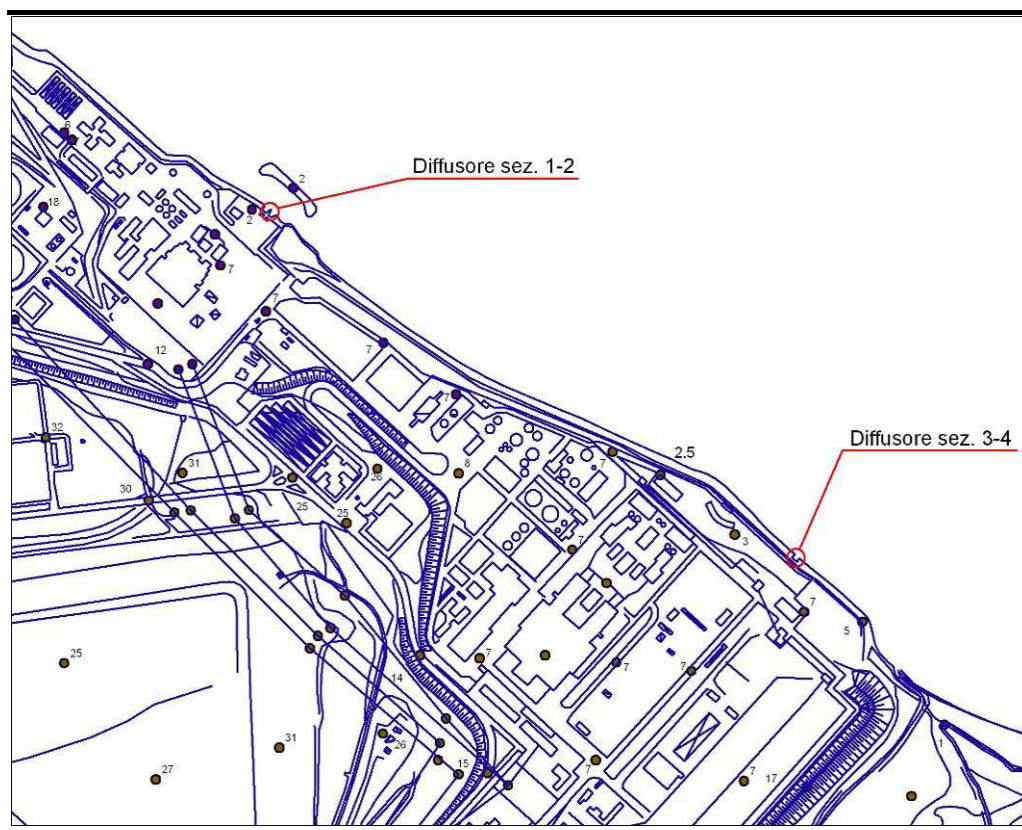
Lo scarico delle acque di raffreddamento attualmente avviene attraverso due opere di restituzione a mare distinte, una per le sezioni 1-2 e l'altra per le sezioni 3-4, poste tra loro ad una distanza di circa 1.000 m (vedi *Figura 4.3.2.1a*).

Tabella 4.3.2.1a *Scenari Emissivi*

Sezione	Portata acqua di raffreddamento [m ³ /s]	Potenza Immessa [MW]	Innalzamento di temperatura allo scarico [°C]
Scenario Attuale			
Sezione 1	5,58 ⁽¹⁾	404	10
Sezione 2	5,58 ⁽¹⁾		
Sezione 3	13,15 ⁽¹⁾	797	8
Sezione 4	13,15 ⁽¹⁾		
Scenario Futuro			
Sezione 3	13,15 ⁽¹⁾	398,5	8
Sezione 4	13,15 ⁽¹⁾	398,5	8
Sezione 5	13 ⁽²⁾	412	7,6

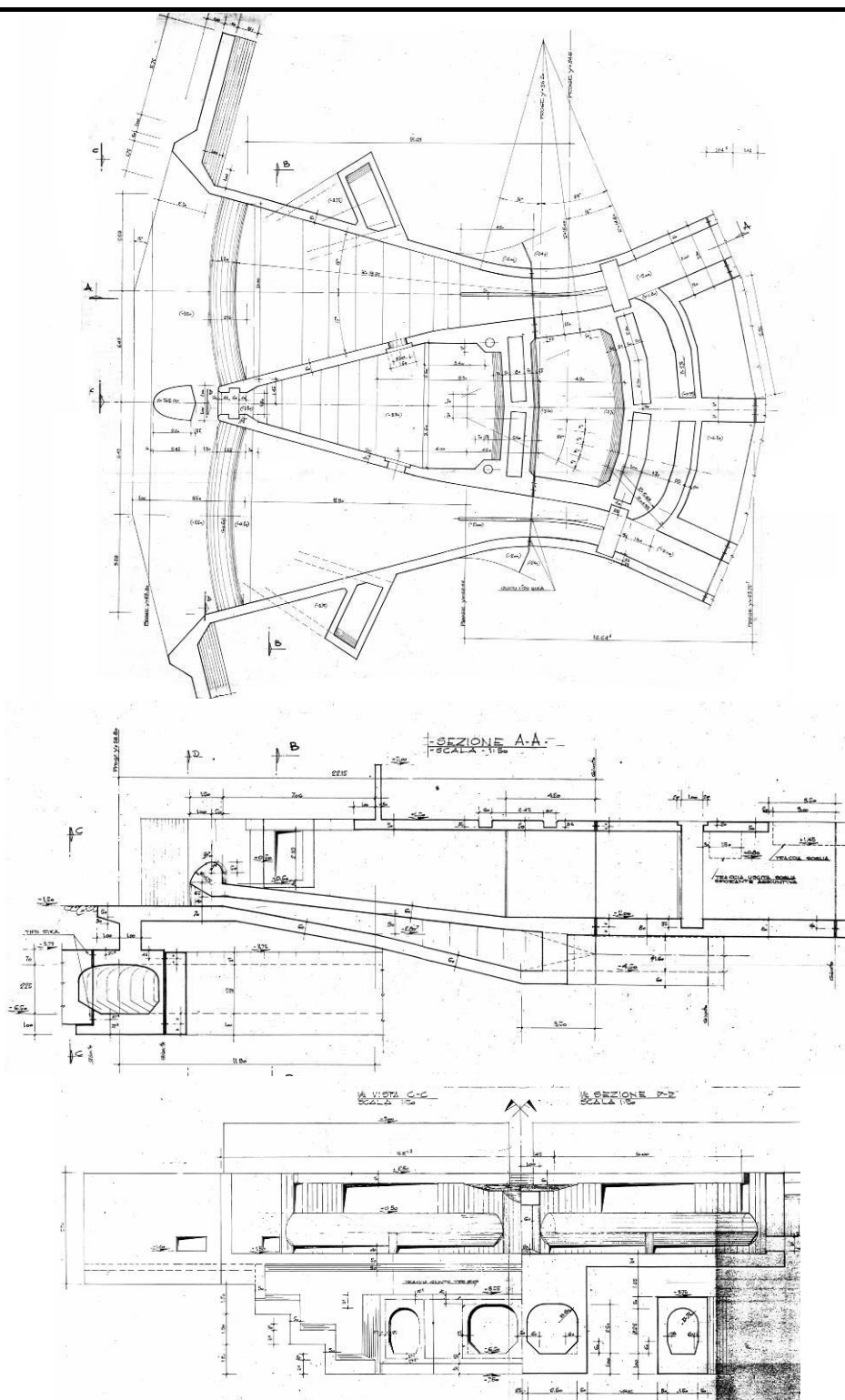
(1) Le portate di acqua di raffreddamento sono comprensive del contributo acqua servizi in ciclo chiuso ed evaporatori
(2) Per la sezione 5 le portate di acqua di raffreddamento sono comprensive del contributo acqua servizi in ciclo chiuso

Figura 4.3.2.1a *Ubicazione Diffusori di Scarico Sezioni 1-2 e Sezioni 3-4*



Lo scarico delle acque di circolazione delle sezioni 1 e 2 avviene attraverso un diffusore di scarico posto sulla battigia e costituito da un manufatto in cemento armato suddiviso in due parti di forma trapezia della lunghezza di circa 19 m, che partendo da una sezione di 2 m di larghezza, si apre su una soglia di sfioro, con ciglio superiore a quota +0,50 m IGM, di circa 11 m di sviluppo ed alta 1 m circa dalla platea di fondo. Il fondale antistante la soglia di sfioro ha una quota di circa -1,50 m IGM (*Figura 4.3.2.1b*).

Figura 4.3.2.1b Diffusore di Scarico delle Sezioni 1 e 2



L'intero diffusore è stato a suo tempo dimensionato per scaricare la portata corrispondente a quattro sezioni da 160 MW ciascuna, in previsione di una possibile espansione dell'impianto. Tuttavia attualmente solo una delle due parti del diffusore stesso è funzionante, in quanto le altre due sezioni da 160 MW non sono state realizzate.

La sezione di sbocco a mare del diffusore delle sezioni 1 e 2 presenta una larghezza di circa 15 m con un tirante idrico di circa 1,5 m, che comporta delle velocità idriche di scarico di circa 0,5 m/s.

In posizione antistante il diffusore di scarico è presente la scogliera del bacino provvisorio utilizzato a suo tempo per la realizzazione delle opere a mare del circuito acqua di raffreddamento dell'impianto di Fiume Santo (*Figura 4.3.2.1c*).

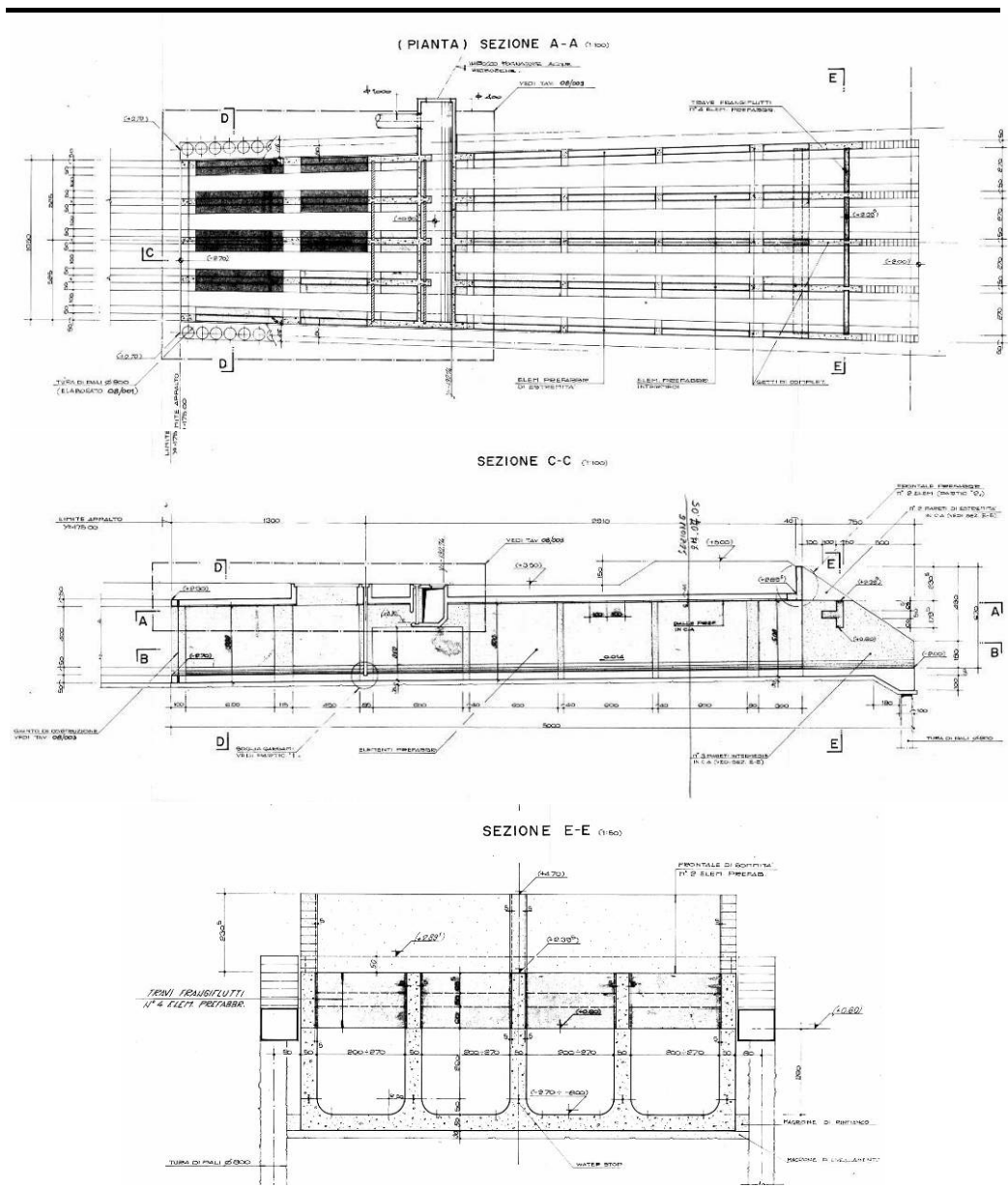
Figura 4.3.2.1c Vista Diffusore di Scarico Sezioni 1-2 e Scogliera Antistante



Lo scarico delle acque di raffreddamento delle sezioni 3 e 4 avviene attraverso un'opera di restituzione in cemento armato realizzata anche in questo caso nell'ipotesi di una espansione futura dell'impianto. Tale opera di scarico è formata da 4 canali indipendenti a sezione quadrata lunghi circa 50m, ciascuno dei quali dimensionato per scaricare, in qualsiasi condizione di agitazione del mare, una portata di circa 13 m³/s (*Figura 4.3.2.1d*).

Nella configurazione attuale dell'impianto vengono utilizzati solamente due dei quattro canali esistenti.

Figura 4.3.2.1d Diffusore di Scarico Sezioni 3 e 4



La sezione di sbocco a mare (vedi figura 4.3.2.1d) è caratterizzata da una quota di fondo di -2,00 m IGM, con la larghezza netta di ciascun canale pari a 2,70 m. Sia i setti laterali che quelli di separazione tra i canali hanno uno spessore di 0,50 m.

Il fondale prospiciente la sezione di sbocco a mare, per una larghezza di 50 m ed una lunghezza di 100 m, è protetto da una idonea mantellata di massi posta su sottofondo di pietrame scapolo.

L'opera di scarico è stata dimensionata per una velocità massima allo scarico di circa 2 m/s che consente di realizzare una buona diluizione.

Il presente *Paragrafo*, dopo un richiamo legislativo, analizza quindi la situazione *Attuale* della *Centrale* e successivamente lo scenario di cui viene richiesta l'autorizzazione (scenario "*Futuro*"). Per la caratterizzazione della situazione *Attuale* si sono utilizzati sia i valori di temperatura allo scarico dei

due effluenti, registrati in continuo dalla *Centrale*, sia i risultati di due campagne di monitoraggio eseguite da ENEL e da Elettrogen, rispettivamente nell'ottobre del 1996 e nel Luglio del 2000. Per lo scenario *Futuro* invece, si è utilizzato un modello matematico di simulazione.

Normativa di Riferimento

Il DLgs 152 dell'11/05/1999 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", modificato e integrato dal DLgs 258 del 18/08/2000, definisce (Art.1) la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee.

Il DLgs 152/99 indica la seguente definizione di "scarico" (art.2, comma 1, lettera bb): "qualsiasi immissione diretta tramite condotta di acque reflue liquide, semiliquide e comunque convogliabili nelle acque superficiali, sul suolo, nel sottosuolo e in rete fognaria, indipendentemente dalla loro natura inquinante, anche sottoposte a preventivo trattamento di depurazione".

Gli scarichi di acque reflue industriali o miste (industriali e civili) devono conformarsi alle disposizioni regionali definite in funzione degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e ai limiti riportati nelle *Tabella 3 dell'Allegato 5 al DLgs 152/99*.

Il parametro che richiede particolare attenzione per gli scarichi della *Centrale* oggetto dello studio è rappresentato dalla variazione termica dell'acqua prelevata e reintrodotta nel corpo idrico.

Secondo quanto prescritto dal DLgs 152/99 per il mare la temperatura dello scarico non deve superare i 35 °C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3 °C oltre 1.000 metri di distanza dal punto di immissione.

Scenario Attuale

Per valutare, nell'assetto impiantistico *Attuale*, l'impatto degli scarichi termici della *Centrale* sull'ambiente idrico antistante i diffusori di scarico delle sezioni 1-2 e delle sezioni 3-4 si è fatto riferimento ai seguenti dati:

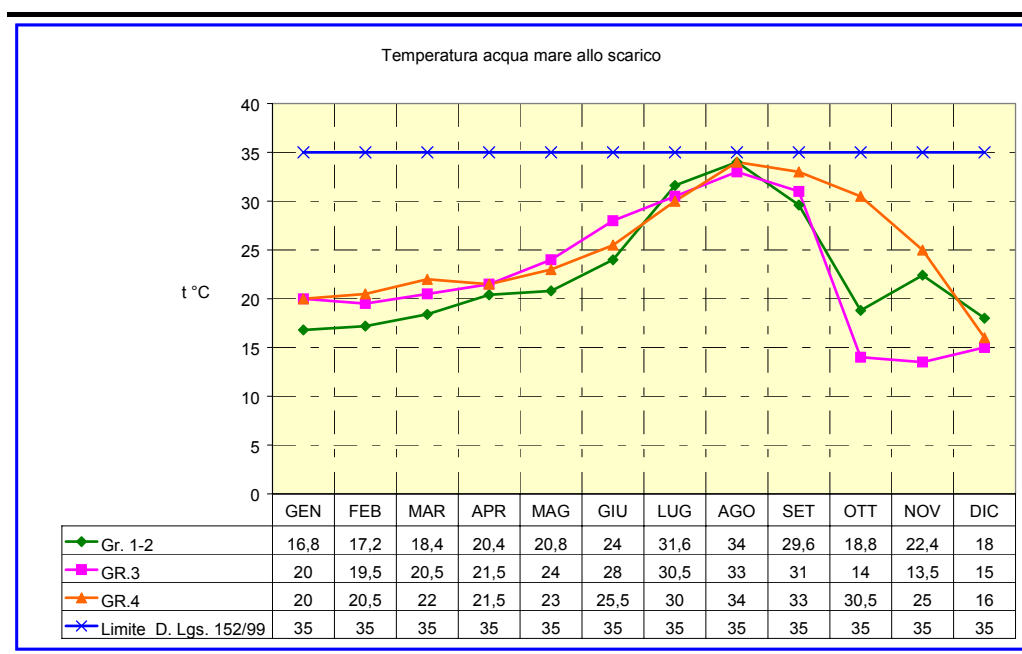
- valori delle temperature allo scarico registrati in modo continuo mediante delle termocoppie (una unica per lo scarico delle sezioni 1 e 2 mentre una per ciascuna delle sezioni 3 e 4) e riportati direttamente in sala controllo;
- risultati delle indagini, finalizzate alla valutazione della perturbazione termica prodotta dagli scarichi, svolte da ENEL nella campagna di

monitoraggio dell' ottobre 1996 e da Elettrogen nella campagna del luglio 2000.

Per quanto riguarda i valori delle temperature allo scarico, nella *Figura 4.3.2.1e* è riportato l'andamento della temperatura media mensile relativo all'anno 2004 dell'acqua di raffreddamento nel canale di scarico delle sezioni. Opportune prescrizioni di esercizio garantiscono, agendo sul carico delle sezioni, che il limite fissato dal *DLgs 152/99* di 35 °C non venga superato.

Un'azione di controllo per verificare che tale limite non venga mai superato, viene effettuata dall'Amministrazione Provinciale (PMP) mediante l'acquisizione periodica delle registrazioni delle temperature di scarico che come riportato sopra, vengono eseguite in modo continuo.

Figura 4.3.2.1e **Andamento delle Temperature allo Scarico - Anno 2004**



La campagna condotta da ENEL nel 1996 era finalizzata soltanto al rilievo della dispersione termica delle sole sezioni 1 e 2. Nel corso della campagna condotta da Elettrogen nel 2000 invece, sono stati misurati gli incrementi di temperatura dovuti agli scarichi termici sia delle sezioni 1-2 che delle sezioni 3-4. Per entrambe le indagini è stata adottata la stessa metodologia di campionamento che consiste nel misurare per ciascuno scarico, su stazioni distribuite a intervalli regolari lungo un arco di circonferenza di raggio pari a 1.000 m e centro sullo sbocco in mare dello scarico stesso, la temperatura dell'acqua. I risultati delle due campagne sono riporta nella *Tabella 4.3.2.1b*.

Tabella 4.3.2.1b Risultati delle Campagne di Monitoraggio 1996 e 2000

Campagna	Sez. 1-2 Potenza [MW]			Sez. 3-4 Potenza [MW]			Totale			ΔT max a 1000m [°C]
	Nominale	Erogata	%	Nominale	Erogata	%	Nominale	Erogata	%	
Ottobre 1996 (solo Sez. 1-2)	320	205	64	640	(*)	(*)	960	(*)	(*)	+0,69
Luglio 2000	320	264	83	640	267	42	960	531	55	+1,61

(*) Le condizioni di funzionamento delle sezioni 3 e 4 non sono state rilevate in quanto la campagna era finalizzata al rilievo della dispersione termica delle sole sezioni 1 e 2.

Figura 4.3.2.1f Risultati Campagna di Rilievi Termici - Luglio 2000

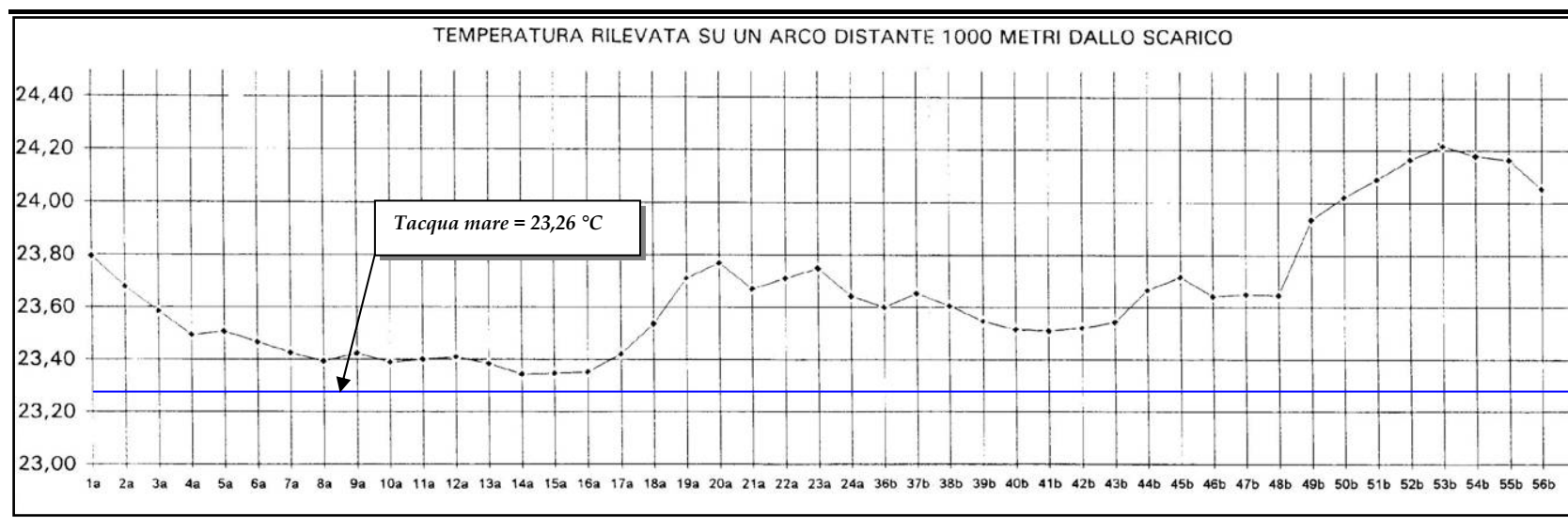
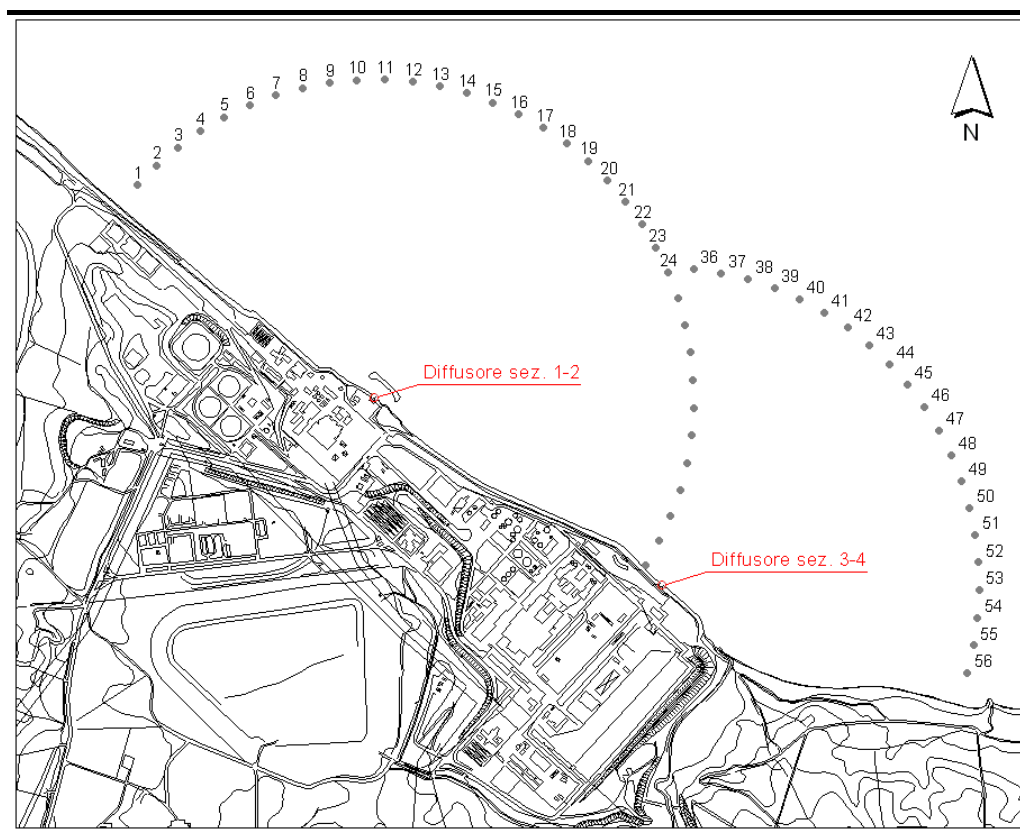


Figura 4.3.2.1g

Schema Punti di Rilievo delle Temperature Acqua di Mare



Esaminando più in dettaglio le misure eseguite nella campagna del luglio 2000 in cui sono stati monitorati gli effetti di entrambi i pennacchi termici (sezioni 1-2 e 3-4), con riferimento alle Figure 4.3.2.1f e 4.3.2.1g, si riscontra che nelle condizioni di vento e corrente proveniente da Ovest-Nord-Ovest si forma di fatto un unico pennacchio termico esteso in lunghezza lungo costa che interessa le sezioni di misura dalla 17a alla 56b e che raggiunge il valore massimo di temperatura nei punti che vanno dal 49b al 56b (Figura 4.3.2.1f). Da ciò si deduce che entrambi i pennacchi termici al momento della misura erano deviati dalla corrente verso Sud-Est sino ad avere un attaccamento del pennacchio risultante alla costa.

La diminuzione graduale della temperatura tra i punti 1a e 16a da 23,80 °C a circa 23,35 °C è da attribuirsi ad un aumento della profondità dell'acqua.

La formazione di un unico pennacchio termico che interessa lo specchio acqueo antistante l'impianto è attribuibile principalmente alla modesta efficienza del diffusore delle sezioni 1-2 sia per le sue velocità di efflusso piuttosto basse, sia per la presenza delle opere marittime antistanti lo scarico che di fatto formano un bacino di calma con apertura verso Ovest a ridosso della battigia.

In entrambe le campagne di misura i sovralti termici rilevati a 1.000 m dai punti di immissione sono risultati inferiori ai limiti di legge di 3 °C.

Scenario Futuro

Il progetto prevede la modifica della *Centrale* di Fiume Santo con la realizzazione della sezione 5 da 410 MW a carbone e la dismissione delle sezioni 1 e 2 da 160 MW a olio combustibile. Nella configurazione futura l'impianto sarà quindi composto dalle sezioni a carbone n. 3 e 4 da 320 MW e n. 5 da 410 MW e dalle 2 sezioni turbogas da 40 MW in ciclo semplice (TG E e TG G). Mentre il carico termico totale immesso in mare rimarrà sostanzialmente invariato rispetto alla situazione attuale (412 MW della sezione 5 contro 404 MW delle sezioni 1-2) si avrà un miglioramento dell'efficienza della dispersione termica in relazione all'utilizzo di un unico diffusore di scarico per le sezioni 3-4-5 avente caratteristiche idrauliche ottimali che garantiscono una elevata diluizione nel campo vicino. Nell'assetto di impianto futuro lo scarico delle acque avverrà attraverso tre delle quattro concamerazioni esistenti dell'opera di restituzione in cui sono convogliate attualmente le sezioni 3 e 4.

Si rileva inoltre che sarà rispettato il limite assoluto di 35 °C (*d.lgs 152/99*) per le acque di scarico: sommando infatti l'incremento termico delle acque di raffreddamento (8 °C per le sezioni 3-4 e 7,6 °C stimati per la nuova sezione 5) alla massima temperatura dell'acqua prelevata dall'opera di presa (pari a 25 °C, temperatura massima raggiungibile dall'acqua di mare, come indicato nel § 4.2.2.1), non saranno mai superati i 35 °C.

Per verificare che la dispersione termica in mare delle acque di raffreddamento provenienti dalle sezioni 3, 4 e 5 non porti ad un innalzamento della temperatura oltre il limite, fissato dal *d.lgs 152/99*, di +3°C a 1.000 m di distanza dal punto di emissione è stato utilizzato il modello di calcolo CORMIX.

Il Codice di Simulazione: CORMIX

CORMIX, il codice utilizzato nella presente Relazione Ambientale, consiste di tre sottosistemi integrati che permettono l'analisi, la previsione e la rappresentazione del comportamento degli scarichi in acque superficiali, con particolare attenzione alle caratteristiche di diluizione e dispersione degli inquinanti e alla geometria della zona di miscelazione:

- CORMIX1, che permette di simulare il comportamento di singoli scarichi sommersi in ambienti stratificati e non stratificati, quali fiumi, laghi, estuari e acque costiere;
- CORMIX2 si occupa degli scarichi sommersi multipli in ambienti stratificati e non stratificati, quali fiumi, laghi, estuari e acque costiere;
- CORMIX3 si occupa degli scarichi di superficie caratterizzati da flussi in grado di galleggiare. Il modello è limitato agli scarichi galleggianti.

Nelle analisi di CORMIX, tutte le valutazioni relative alla zona di miscelazione (rimescolamento), sono effettuate presupponendo che le condizioni ambientali siano stazionarie: questo vale sia per il flusso dello scarico (velocità o portata costante) che per il corpo recettore (velocità costante).

I tre sottosistemi di CORMIX richiedono in generale che la sezione verticale del corpo recettore sia descritta o schematizzata come un canale rettangolare uniforme e liscio che può essere limitato lateralmente (corsi d'acqua superficiali) o non essere limitato (coste o laghi). La velocità del fluido nell'ambiente viene supposta come uniforme attraverso la sezione verticale. Inoltre, CORMIX3 presuppone un profilo di densità verticale uniforme per il corpo recettore.

Tutti i sistemi di CORMIX possono predire la miscelazione sia per i processi conservativi che per processi non conservativi con decadimento di primo ordine e possono simulare lo scambio di calore nel caso l'effluente sia termico.

Anche se nella realtà non esiste un ambiente in stato stazionario, questo presupposto è solitamente adeguato a simulare l'ambiente in quanto i processi di miscelazione sono abbastanza veloci rispetto alla scala temporale delle variazioni idrografiche. Nel caso di maree caratterizzate da un'ampia variabilità nel flusso il presupposto non è più valido e si può verificare una accumulazione significativa dell'inquinante indagato. In questo caso CORMIX prevede la possibilità di valutare gli effetti dovuti alle maree (indicando il tempo di ritorno e le altezze media dell'alta e bassa marea) descrivendo gli effetti di ritrascinamento sul comportamento del pennacchio. In questa sede si ritiene che il problema non sia rilevante e che sia adeguata una simulazione standard, data la scarsa escursione (< 0,30 m) del livello del mare nell'area oggetto dello studio.

CORMIX contiene uno schema rigoroso di classificazione delle diverse tipologie di flussi che possono svilupparsi da scarichi sommersi o superficiali.

La differente classificazione viene determinata dalle caratteristiche:

- dell'ambiente del corpo recettore;
- dello scarico;
- della "mixing zone" (zona di rimescolamento).

Per ognuno di questi aspetti il modello prevede una serie di dati di ingresso, sulla base dei quali il programma determina il valore di alcuni parametri (*scale di lunghezza*) che permettono di valutare il comportamento del flusso.

I dati di input relativi alla caratterizzazione dell'ambiente sono comuni ai tre sottosistemi di CORMIX e sono divisi in due tipologie di corpo recettore:

- acque lentiche (corsi d'acqua superficiali naturali o artificiali);
- acque lotiche, o marine.

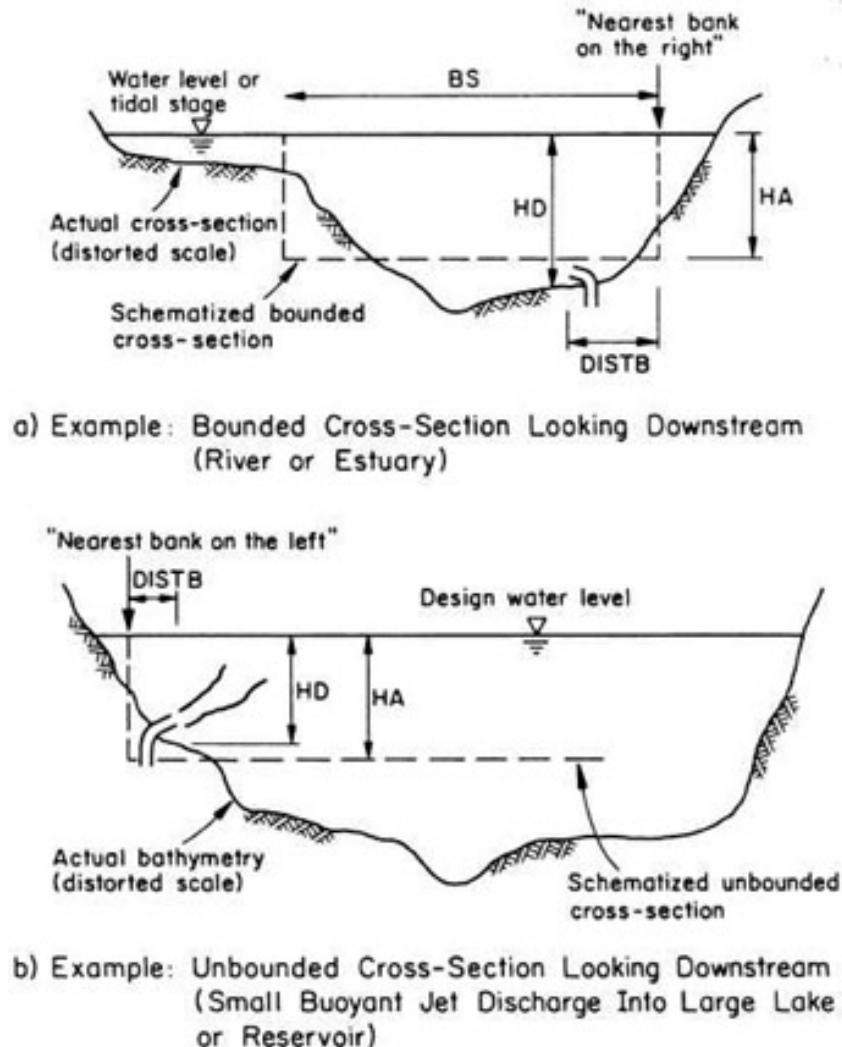
Per entrambe le tipologie CORMIX richiede che la sezione trasversale del corpo ricettore sia descritta come una regione rettangolare che può essere lateralmente limitata o non limitata. Questa semplificazione è necessaria per calcolare l'effetto dell'interazione al contorno (*Boundary Interactions*) sul comportamento della zona di miscelazione. Le *Boundary Interactions* si hanno quando il flusso determinato dallo scarico entra in contatto con le superfici laterali (sponde o costa) del corpo ricettore o con il fondo. Le *Boundary Interaction* possono verificarsi anche in acque che presentano stratificazione verticale della densità, nello strato di passaggio da uno strato all'altro.

Inoltre la sezione verticale che descrive l'ambiente del corpo recettore è ipotizzata essere uniforme nel senso della corrente, ma la sezione verticale cambia lungo la direzione del flusso seguendo l'andamento del corso d'acqua che può essere uniforme, moderatamente meandriforme o meandriforme.

Nella *Figura 4.3.2.1h* è riportato un esempio di schematizzazione della sezione verticale del corpo recettore: poiché grande attenzione viene posta nella valutazione dell'interazione al contorno in quanto influenza fortemente i processi di rimescolamento, notevole attenzione deve essere posta nella modalità di semplificazione/simulazione dei contorni locali nell'analisi della zona di miscelazione. Quando avviene l'interazione tra il flusso e una superficie laterale quale a esempio le sponde del corpo recettore si possono determinare alte concentrazioni della sostanza inquinante con effetti bentonici indesiderabili.

Figura 4.3.2.1h

Esempi del Procedimento di Schematizzazione della Sezione Trasversale del Corpo Recettore



Il Sottosistema CORMIX3

CORMIX3 analizza gli scarichi di superficie caratterizzati da flusso di galleggiamento positivo che si hanno quando un effluente fluisce lateralmente in un corpo idrico di maggiori dimensioni, tramite un canale o una tubatura che si immette vicino alla superficie.

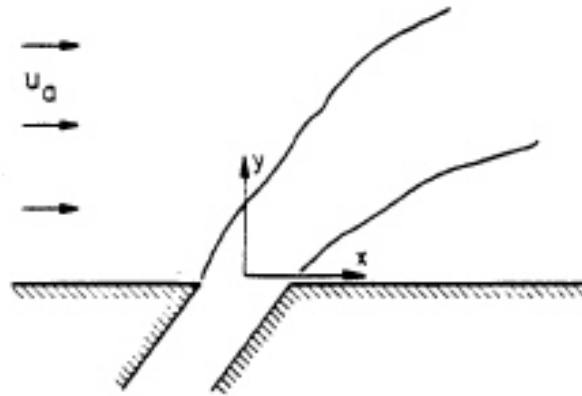
Il modello è in grado di valutare le differenti influenze sul rimescolamento dello scarico dovute a differenze nella geometria e nell'orientamento dello scarico. Le strutture di scarico all'interno di CORMIX3 sono indicate nelle seguenti Figure 4.3.2.1i e 4.3.2.1l:

- scarico Flush, allo stesso livello della sponda o della costa;
- scarico Protrudine, sporgente rispetto alla sponda o alla costa;
- scarico Co-flowing, parallelo rispetto alla costa o alla sponda.

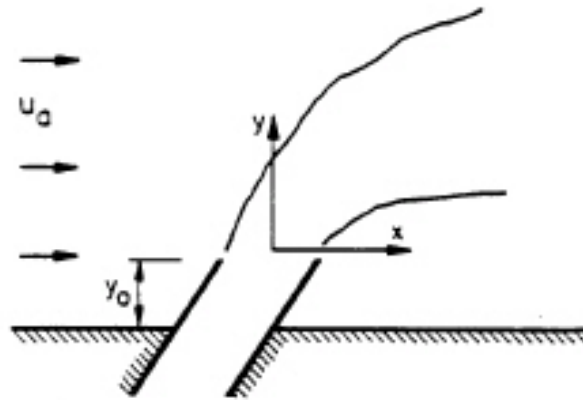
Inoltre CORMIX valuta le caratteristiche del corpo ricettore allo scarico quali profondità e inclinazione del fondo in quanto determinano un'eventuale possibilità di interazione del flusso con il fondo.

Figura 4.3.2.1i

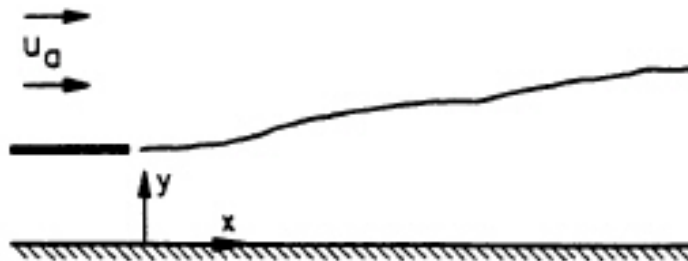
Configurazioni Possibili di Scarico Rispetto alla Sponda del Corpo Recettore Previste da CORMIX3.



a) Discharge flush with bank



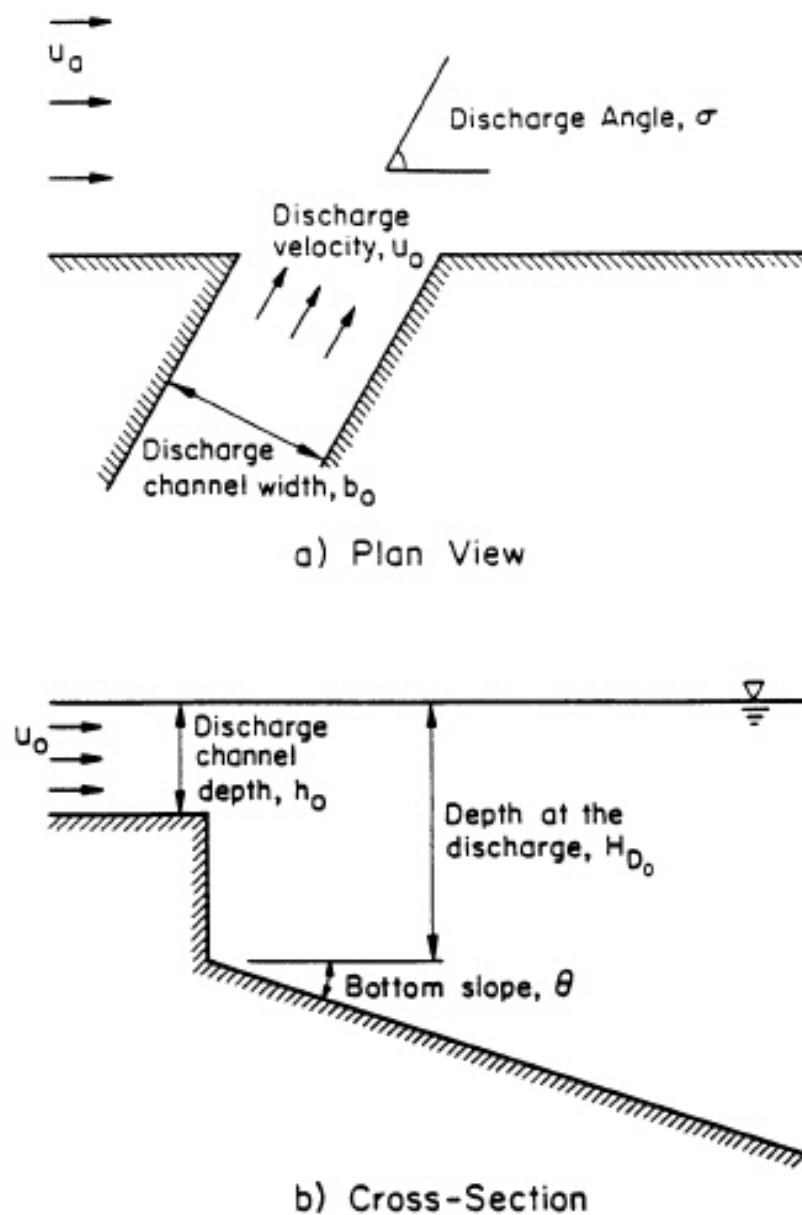
b) Protruding discharge



c) Coflowing along downstream bank

Figura 4.3.2.11

Esempio di Sezione Geometrica di uno Scarico Superficiale



La classificazione del flusso viene infine effettuata sulla base dell'interazione tra lo scarico e l'ambiente, valutando i comportamenti specifici del flusso in funzione principalmente di:

- Scarico:
 - velocità (o portata) iniziale dello scarico;
 - geometria e inclinazione dello scarico.
- Ambiente Recettore:
 - rapporto di densità tra acque di scarico e corpo recettore;
 - stratificazione dell'ambiente;

- velocità della corrente;
- profondità media delle acque e profondità allo scarico.

Lo specifico comportamento nella dispersione degli inquinanti per ogni tipologia di Scarico/Ambiente viene valutato attraverso un diagramma di flusso che permette, sulla base dei valori ottenuti per alcuni parametri relativi al flusso e all'ambiente, di indirizzare la scelta verso una categoria specifica di simulazione. Lo schema di classificazione pone particolare attenzione al comportamento dello scarico nel near-field ed usa il concetto di "length scale", come misura dell'influenza di ogni processo sul rimescolamento. Il comportamento di flusso nel far-field, è in gran parte controllato dalle caratteristiche ambientali. La scala di lunghezza è una misura dinamica dell'influenza di alcune caratteristiche idrodinamiche sul rimescolamento.

Sulla base dei dati di input (ambiente, scarico, zona di miscelazione) CORMIX3 calcola le scale di lunghezza che sono i parametri fondamentali utilizzati per selezionare uno scenario di rimescolamento rispetto a un altro. Il diagramma di flusso che sta alla base del programma di simulazione di CORMIX3 e che permette al codice di selezionare il regime di dispersione dovuto allo scarico in acque superficiali si basa sui seguenti fattori di scala:

- $L_M = M_0^{3/4} / J_0$, che indica la lunghezza del tratto del flusso in cui si ha la transizione dalla regione jet-like (dove il flusso e il rimescolamento sono dominati solo dall'iniziale velocità di iniezione) alla regione plume-like (dove flusso di galleggiamento guida il rimescolamento);
- $L_Q = Q_0 / M_0^{1/2}$ che indica la regione del tratto del flusso dominata fortemente dalla geometria dello scarico;
- $L_m = M_0^{1/2} / u_a$ che indica la lunghezza del tratto del flusso in cui si ha la transizione da jet (flusso) poco deviato a flusso deviato fortemente dalla corrente del corpo recettore;
- $L_b =$ che indica la regione terminale del tratto del flusso dominata dal flusso di galleggiamento.

dove:

- $Q_0 = u_0 A_0$ è la portata dello scarico (A è l'ampiezza e u la velocità);
- $M_0 = u_0 Q_0$ è il momento del flusso;
- $J_0 = g' Q_0$ è il flusso di galleggiamento.

Risultati delle simulazioni

Vista la tipologia dello scarico si è usato il modello CORMIX 3 per stimare l'innalzamento di temperatura nel mare dovuto all'attività della *Centrale*. Al fine di avere un quadro completo dei possibili scenari di dispersione che si potrebbero avere sono state effettuate 8 simulazioni, 4 per l'estate e 4 per l'inverno. La distinzione in due periodi temporali è dovuta al fatto che in inverno, quando si verifica la temperatura del mare più bassa dell'anno, la differenza di densità tra l'acqua dello scarico e l'acqua del mare è diversa (più

bassa) da quella che si ha in estate, quando si verifica la temperatura del mare più alta dell'anno. Inoltre per ogni periodo si è simulato, per due differenti valori di profondità caratteristiche del mare (4 e 6 m), sia una condizione di calma, velocità della corrente pari a 0,02 m/s, che una condizione di corrente forte, velocità pari a 0,5 m/s. Di seguito sono dettagliati i parametri menzionati sopra per ciascuno scenario simulato:

Inverno (Temperatura Mare 14°C)

Scenario 1: HA=4 m, UA = 0,02 m/s, RHOAM = 1.028 kg/m³, RHO0 = 1.026 kg/m³;

Scenario 2: HA=6 m, UA = 0,02 m/s, RHOAM = 1.028 kg/m³, RHO0 = 1.026 kg/m³;

Scenario 3: HA=4 m, UA = 0,5 m/s, RHOAM = 1.028 kg/m³, RHO0 = 1.026 kg/m³;

Scenario 4: HA=6 m, UA = 0,5 m/s, RHOAM = 1.028 kg/m³, RHO0 = 1.026 kg/m³.

Estate (Temperatura Mare 25°C)

Scenario 4: HA=4 m, UA = 0,02 m/s, RHOAM = 1.025 kg/m³, RHO0 = 1.022,5 kg/m³;

Scenario 5: HA=6 m, UA = 0,02 m/s, RHOAM = 1.025 kg/m³, RHO0 = 1.022,5 kg/m³;

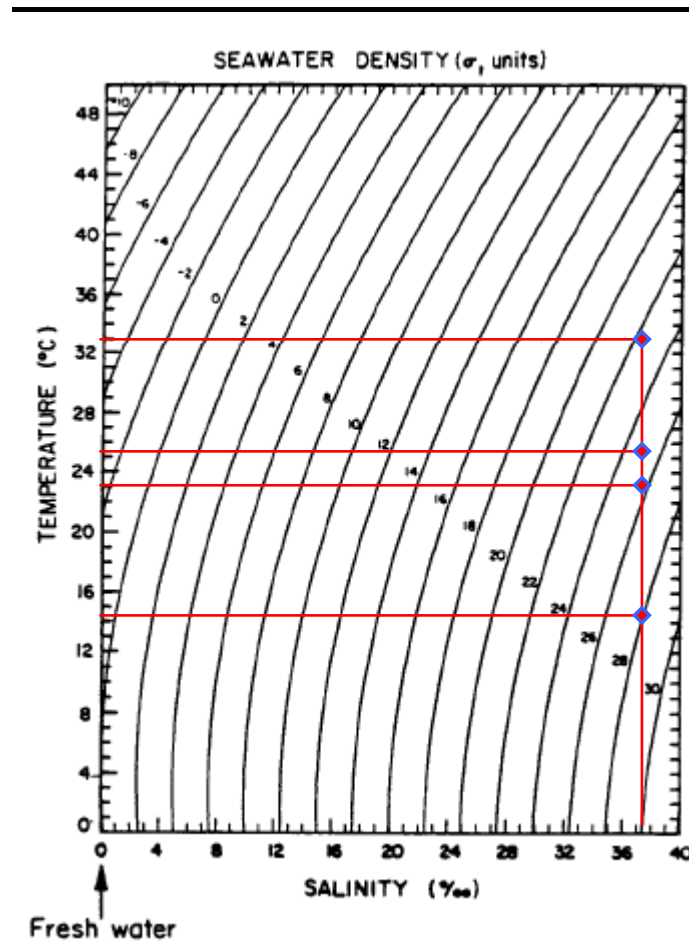
Scenario 6: HA=4 m, UA = 0,5 m/s, RHOAM = 1.025 kg/m³, RHO0 = 1.022,5 kg/m³;

Scenario 7: HA=6 m, UA = 0,5 m/s, RHOAM = 1.025 kg/m³, RHO0 = 1.022,5 kg/m³.

Dove HA è la profondità caratteristica del mare, UA la velocità della corrente, RHOAM la densità caratteristica del mare e RHO0 la densità caratteristica dello scarico.

Le densità RHOAM e RHO0 sono state calcolate mediante il grafico riportato in *Figura 4.3.2.1m* assumendo una salinità pari al 37,5 ‰:

Figura 4.3.2.1m Diagramma per la Densità dell'Acqua di Mare come Funzione della Temperatura e della Salinità



Si noti che solitamente tra lo strato superficiale ed il fondo del mare è presente un gradiente termico. Questo implica un gradiente di densità dell'acqua che influenza i processi di miscelamento e di conseguenza la dispersione del pennacchio termico. Nella zona interessata dalla dispersione il mare ha una profondità media tale da poter ritenere che il gradiente termico sia trascurabile e di conseguenza che la densità sia costante lungo la verticale.

Da un'analisi dei dati seguenti la corrente è stata considerata parallela alla costa e diretta da NO verso SE:

- nella Figura 4.2.2.1z le correnti nella zona della Centrale sono dirette a est;
- durante la campagna di monitoraggio del luglio 2000, come si può evincere dalle figure 4.3.2.1f e 4.3.2.1e, la corrente era diretta da NO verso SE;
- i venti dominanti nell'area oggetto di studio spirano da NO, ciò origina sotto costa una corrente diretta verso SE generata dalla trasformazione del moto ondoso caratterizzato dall'assenza del trasporto di massa, tipico delle acque profonde, in un moto ondoso con trasporto di massa, tipico delle acque basse.

Si noti comunque che ai fini dello studio, vista la morfologia della costa e le caratteristiche geometriche dello scarico, è indifferente che la corrente sia diretta da NO verso SE oppure da SE verso NO.

In considerazione della reale geometria dello scarico, è stata selezionata la tipologia di scarico di “flush”. L’opera di scarico è inclinata di 90° rispetto alla linea immaginaria della costa.

La pendenza del fondale in prossimità dello scarico è stata assunta pari a 1,4°, misurata ortogonalmente alla costa, come è stato possibile desumere dal profilo batimetrico ricavato dalla carta nautica riportata in figura 4.3.2.1n. Il corpo recettore è stato considerato di tipo non limitato “unbounded”.

La velocità del vento è un fattore che favorisce la dispersione del pennacchio termico: tanto è maggiore tanto è migliore la dispersione. Negli scenari studiati la velocità del vento è stata posta conservativamente pari a 2 m/s.

Sotto si riportano i parametri base utilizzati per la modellazione di tutti gli scenari considerati:

- larghezza della sezione di scarico (3x2,70 + 2x0,50): 9,1 m;
- profondità dell’acqua nello scarico: 2 m;
- portata complessiva dello scarico: 39,3 m³/s;
- innalzamento termico nel punto di scarico: 7,83 °C;
- coefficiente di attrito di Darcy-Weisbach del fondo marino: 0,025;
- direzione della corrente: NO (parallela alla costa);
- coefficiente di scambio termico con l’atmosfera: 15 W/m² °C;
- velocità del vento: 2 m/s;
- inclinazione dello scarico rispetto alla costa: 90°;
- Pendenza del fondale nei pressi dello scarico: 1,4 °.

Nella seguente *Tabella 4.3.2.1c* sono riportati i risultati per gli scenari simulati, con indicati i differenti valori utilizzati per le variabili profondità caratteristica del mare, velocità della corrente, densità caratteristica dello scarico e densità caratteristica del mare. I risultati si riferiscono alla temperatura dell’acqua alla distanza di 1.000 metri dallo scarico della *Centrale*. Poiché l’output del codice di calcolo fornisce i risultati ad intervalli spaziali predefiniti, sono cautelativamente riportati i valori coincidenti o immediatamente inferiori alla distanza di 1.000 metri.

Tabella 4.3.2.1c *Scenari Simulati e Risultati Ottenuti*

Caso	Densità caratteristica mare [kg/m ³]	Densità caratteristica scarico [kg/m ³]	Profondità [m]	Velocità della corrente [m/s]	ΔT massimo stimato a 1000 m [°C]
Scenario 1	1.028	1.026	4	0,02	1,19 ^(*) (893 m)
Scenario 2	1.028	1.026	6	0,02	0,98 ^(*) (834,8 m)
Scenario 3	1.028	1.026	4	0,5	1,83
Scenario 4	1.028	1.026	6	0,5	1,83
Scenario 5	1.025	1.022,5	4	0,02	1,18 ^(*) (762,8 m)
Scenario 6	1.025	1.022,5	6	0,02	1 ^(*) (759,8 m)
Scenario 7	1.025	1.022,5	4	0,5	1,5
Scenario 8	1.025	1.022,5	6	0,5	1,5

(*) Il software CORMIX interrompe la simulazione prima dei 1.000 metri perché il flusso, nel passaggio dalla "Near-Field region" alla "Far-Field region", diventando altamente instabile non permette di predire risultati affidabili. Tra parentesi è riportato il punto più distante dallo scarico dove è stata calcolata la dispersione.

Nella seguente *Tabella 4.3.2.1d* viene riportata per ciascuno scenario simulato la distanza dallo scarico in corrispondenza della quale si ha un incremento termico pari a 3°C.

Tabella 4.3.2.1d *Distanza dallo Scarico dove si Raggiunge un Incremento Termico pari a 3°C*

Caso	Distanza dallo scarico dove ΔT=3°C [m]
Scenario 1	≈200
Scenario 2	≈168
Scenario 3	≈196
Scenario 4	≈196
Scenario 5	≈196
Scenario 6	≈166
Scenario 7	≈167
Scenario 8	≈167

Nelle *Figure 4.3.2.1o e 4.3.2.1p* sono riportate le curve isoterme a 3°C che riguardano rispettivamente il periodo invernale e quello estivo.

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono allineati con quanto rilevato durante la campagna di monitoraggio dello stato *attuale* svolta nel luglio del 2000. In tale campagna infatti l'incremento termico massimo a 1.000 m dal diffusore 3-4 è pari a 1,61 °C (vedi *Tabella 4.3.2.1b*) mentre nello stato *futuro* l'incremento termico massimo a 1.000 m dal diffusore 3-4-5 è pari a 1,83 °C

Con velocità della corrente di 0,02 m/s, sia nelle condizioni invernali che in quelle estive, il pennacchio risulta disperdersi meglio quando la profondità del mare è 6 m anziché 4 m. Questo è dovuto al fatto che con una profondità minore si ha una maggiore interazione del pennacchio con il fondale che ostacola il miscelamento e quindi la dispersione termica.

Con velocità della corrente di 0,5 m/s, sia nelle condizioni invernali che in quelle estive, la dispersione del pennacchio risulta non essere influenzata dalla

profondità del mare. Questo perché l'azione esercitata da una corrente di forte intensità rende trascurabili le forze di attrito che si creano con il fondale. Inoltre con queste condizioni di corrente si ha un attaccamento del pennacchio alla costa che rende più difficoltosa la dispersione termica. L'attaccamento alla costa potrebbe essere accentuato dall'interazione del pennacchio con il fondale. Infatti, questo fenomeno potrebbe bloccare completamente lungo la verticale, nella zona occupata dal pennacchio, la corrente marina ed aumentare di conseguenza la spinta deviante di quest'ultima.

Paragonando le *figure 4.3.2.1o* e *4.3.2.1p* si può dedurre che la dispersione termica è debolmente influenzata dalla differenza di densità che si ha tra l'acqua di mare e l'acqua dello scarico quando la velocità della corrente è di 0,02 m/s mentre è influenzata in maggior misura quando la velocità della corrente è pari a 0,5 m/s. In estate la differenza di densità più alta che in inverno favorisce il miscelamento e di conseguenza la dispersione termica (questo effetto come detto sopra si nota maggiormente con velocità della corrente più grandi).

Come è possibile dedurre e dalle due *Tablelle* precedenti e dalle *figure 4.3.2.1o* e *4.3.2.1p*, in tutte le situazioni considerate lo scarico nello *Scenario futuro* rispetta il limite normativo di un innalzamento termico di 3 °C a 1.000 metri di distanza dal punto di scarico.

4.3.2.2 *Altri Impatti*

Oltre all'impatto termico dovuto allo scarico delle acque di raffreddamento della *Centrale*, impatti di minore importanza sono da ricondursi ai prelievi delle acque di falda e della rete idrica comunale, e agli scarichi delle acque in uscita dall'impianto di trattamento di *Centrale*.

Prelievi Idrici

Le acque per uso igienico sanitario di *Centrale* sono prelevate dall'acquedotto comunale. Con il passaggio alla configurazione futura i consumi idrici rimarranno invariati rispetto al valore attuale di circa 92.000 t/anno.

Quindi nell'assetto futuro non è previsto un carico aggiuntivo sull'acquedotto dovuto al prelievo di acqua da parte della *Centrale*.

Le esigenze di acqua per usi industriali della *Centrale*, oltre che mediante prelievo di acqua di mare, sono soddisfatte dall'emungimento simultaneo di acqua di falda da due pozzi (W4 e W4bis) profondi rispettivamente 25 e 30 m dal piano campagna (si veda il *Capitolo 3*). La *Centrale* è autorizzata a prelevare dai suddetti pozzi una portata pari a 23 l/s.

Sia nella configurazione attuale che in quella futura la portata emunta è pari a circa 565.000 t/anno che, considerando un periodo di funzionamento annuo

della *Centrale* di 7.500 h corrisponde a circa 21 l/s. Tale valore di portata risulta quindi conforme alla portata autorizzata.

Come indicato nel *Paragrafo 4.2.2*, visto l'assetto idrogeologico dell'area e la potenzialità dell'acquifero, tale portata non produce alterazioni significative dello stato qualitativo delle acque di falda.

Gli impatti sulla componente sono quindi valutati come non significativi. Passando dalla configurazione attuale a quella futura, inoltre, non sono inoltre previsti impatti aggiuntivi sulla componente.

Impatti delle Acque di Processo e delle Acque Reflue

Oltre alle acque di raffreddamento, di cui si è ampiamente parlato nel § 4.3.2.1, la *Centrale* produce (si vedano i *Paragrafi 3.2.7, 3.2.8.1 e 3.4.2.2*) acque industriali, acque igienico-sanitarie e acque meteoriche (strade e piazzali). Le acque igienico-sanitarie e le acque industriali, eccetto quelle impiegate nella sezione DeSOx, dopo essere state convogliate all'Impianto di Trattamento Acque Reflue vengono scaricate in mare. Le acque provenienti dalla sezione DeSOx vengono, prima di essere scaricate in mare, trattate nell'impianto di trattamento spurghi DeSOx. Le acque meteoriche potenzialmente inquinate sono inviate all'impianto di trattamento della *Centrale* prima di essere scaricate in mare.

La quantità di acque reflue scaricate in mare sono nella configurazione attuale complessivamente pari a 79.000 m³/anno mentre nella configurazione futura saranno pari a 53.000 m³/anno.

Considerando inoltre che l'impianto di trattamento di *Centrale* garantisce sia per la configurazione attuale che per quella futura il rispetto dei limiti normativi indicati dal *D.lgs. 152/99*, gli impatti sulla componente non sono considerati significativi e, nella configurazione futura, saranno migliorativi rispetto alla configurazione attuale.

4.3.3

Suolo e Sottosuolo

Con riferimento al § 3.7 nelle quali sono stati individuati i potenziali fattori perturbativi connessi alle attività previste dal progetto sia in fase di cantierizzazione che di esercizio, la componente suolo e sottosuolo viene analizzata nelle sue principali sottocomponenti: geomorfologia, idrogeologia ed uso del suolo.

Geologia e Geomorfologia

Per quanto riguarda le sottocomponenti geologia e geomorfologia, le potenziali interferenze derivano, esclusivamente in fase di cantiere, dalla

produzione di materiale di scavo, derivante da scavi e sbancamenti, che potrebbe modificare l'assetto geomorfologico dei luoghi.

Tale materiale sarà stoccato temporaneamente in cumuli, in apposite aree predisposte e, ove non riutilizzato per reinterri, sarà trasportato in centri autorizzati per lo smaltimento o il recupero.

Sulla base di quanto sopra ed in considerazione della modesta entità degli scavi previsti, (profondità massima 3 m), si ritiene che l'impatto sulla componente in esame sia da considerare trascurabile.

Idrogeologia

Dall'analisi delle caratteristiche idrogeologiche dell'area oggetto dell'intervento, è emerso che la superficie piezometrica della falda superficiale a carattere locale, che sottende il Sito, si trova a circa 7 m dal piano campagna. In relazione alle attività previste dal progetto sono stati individuati i potenziali fattori perturbativi della componente in esame, ossia:

- Fase di Cantiere:
 - intercettazione della falda acquifera;
 - produzione di materiali di risulta.

- Fase di Esercizio:
 - produzione di rifiuti solidi.

4.3.3.2

Fase di Cantiere

Gli scavi necessari alla posa in opera delle fondazioni delle opere civili di progetto, saranno spinti ad una profondità massima di 3 m dal piano campagna che nell'area di intervento è posto a quota + 7 m s.l.m.m.; per tale ragione non si prevede di intercettare direttamente la falda superficiale, il cui livello piezometrico si attesta circa al livello del mare. Durante la realizzazione dei pali di fondazione che saranno spinti fino alla profondità di 20 m dal fondo dello scavo, si prevede di intercettare la falda acquifera superficiale ma, in considerazione delle modalità di esecuzione degli scavi per i pali stessi si ritiene che non siano possibili interferenze con le acque sotterranee soggiacenti l'area della *Centrale*.

Per quanto attiene invece alla produzione di materiali di risulta, provenienti dalle demolizioni, essi saranno selezionati per frazioni merceologiche omogenee, raccolti à piè d'opera ed alienati in tempo reale, ossia catalogati secondo le normative vigenti ed avviati a recupero o smaltimento in discarica. Sulla base di quanto sopra l'impatto sulla subcomponente può essere considerato trascurabile.

4.3.3.3 *Fase di Esercizio*

In fase di esercizio gli impatti sulla componente sono principalmente dovuti all'occupazione di suolo da parte della *Centrale*.

A tal proposito si sottolinea che l'esercizio dell'impianto nella configurazione proposta non comporta occupazione di spazi esterni alla *Centrale*, né modificazioni delle condizioni d'uso del suolo e della fruizione potenziale del territorio.

Con la realizzazione della sezione 5, e la conseguente demolizione delle sezioni n. 1, 2, si avrà un incremento del suolo occupato all'interno del perimetro di *Centrale* pari a circa 16.000 m².

Oltre a ciò si sottolinea che tutte le aree di *Centrale* potenzialmente soggette a sversamenti di sostanze inquinanti sono pavimentate e dotate di sistemi di raccolta e invio delle acque meteoriche potenzialmente inquinate all'impianto di trattamento della *Centrale*.

I sottoprodotti solidi provenienti dall'impianto ossia le ceneri da carbone, i gessi ed i fanghi derivanti dal trattamento acque, saranno infine gestiti secondo le procedure già in essere nella *Centrale* che ne garantiscono la gestione, secondo la normativa vigente, in armonia con la protezione del suolo e delle acque sotterranee.

Gli impatti sulla componente dovuti alla realizzazione del progetto sono quindi ritenuti non significativi.

4.3.4 *Vegetazione Flora Fauna ed Ecosistemi*

4.3.4.1 *Vegetazione, Flora e Fauna*

Analisi Previsiva senza Intervento

In assenza di intervento non sono prevedibili modificazioni significative sulle componenti naturalistiche. La *Centrale* è già esistente ed è ubicata in un'area industrializzata. Le formazioni vegetazionali più prossime all'ambito urbanizzato sono costituite prevalentemente da colture erbacee caratterizzate da una bassa diversità ed uno scarso valore floristico.

Le prime formazioni naturali che si rilevano sono di tipo igrofilo, localizzate nei pressi di Fiume Santo e dello Stagno di Pilo, schermate dalla *Centrale* dalla presenza di colture erbacee. Relativamente alla fauna, le specie associate alle colture esistenti sono specie sporadiche tra i rettili e più numerose nella fauna ornitica, soprattutto nei pressi degli ambienti igrofili. In assenza di intervento non si prevedono variazioni di queste presenze che si sono adattate a tale ambiente e che continueranno ad abitarlo.

É pertanto escluso sia per la fauna sia per la flora, in assenza di intervento, che ci possa essere, nel tempo, un aumento nella ricchezza in numero e diversità di specie o un'evoluzione di questi popolamenti.

Infine, per quanto riguarda gli ecosistemi, la *Centrale* si inserisce, senza interromperne la continuità, all'interno di un ecosistema in parte di tipo urbanizzato ed in parte di tipo agricolo, per il quale non si prevedono modifiche sostanziali allo stato attuale.

Analisi Previsiva con Intervento.

Relativamente all'analisi previsiva con intervento sono state prese in considerazione le interazioni tra la *Centrale* e le componenti flora, fauna, ecosistemi nella fase di costruzione e di esercizio. Gli impatti sono stati stimati tenendo conto dell'intensità della perturbazione e dell'importanza dell'elemento perturbato, valutata attraverso alcuni parametri.

I parametri utilizzati per la flora e la vegetazione sono:

- naturalità intesa come distanza tra una tipologia di vegetazione reale e la corrispondente vegetazione climax;
- presenza di specie o associazioni vegetali rare o di interesse botanico/fitogeografico;
- insieme floristico, espresso come il grado di perturbazione indotto dalla presenza di specie esotiche all'interno delle formazioni autoctone;
- resilienza, espressa come velocità di recupero a seguito di una perturbazione.

Per la componente fauna i parametri sono:

- valore faunistico dell'area, intesa come biodiversità delle specie presenti nell'area ed eventuale presenza di specie rare/minacciate;
- individuazione di specie chiave, indicatrici di particolari fattori di minaccia;
- presenza di reti trofiche tra le zoocenosi e le biocenosi dell'area;
- vicinanza tappa matura

Fase di Cantiere

La fase di costruzione prevede interventi di installazione del cantiere, costruzione di opere civili e di elettromeccanica, risistemazione delle aree interne e di viabilità e demolizione di opere esistenti; Poiché tali attività saranno effettuate esclusivamente all'interno dell'attuale *Sito di Centrale*, non si prevedono perdite di componenti floro-faunistiche, vegetazionali ed ecosistemiche.

Per le singole componenti sono di seguito analizzati gli impatti dovuti al fattore perturbativo che su di esse influisce. I fattori perturbativi e le rispettive componenti perturbate sono:

1. Produzione di effluenti aeriformi:
 - Vegetazione, flora, fauna: disturbo alla funzionalità delle specie vegetali ed animali dovuto al sollevamento di polveri e all'emissione di gas combustibili.
2. Produzione di effluenti liquidi:
 - Vegetazione, flora, fauna: effetti sulle fitocenosi e zoocenosi marine per inquinamento delle acque.
3. Generazione di rumore:
 - Fauna: disturbo delle zoocenosi provocato dalle operazioni di cantiere e dal traffico per il trasporto di materiali da e per il *Sito*.

Produzione di Effluenti Aeriformi

Le emissioni dei gas di scarico e le polveri dovute alle attività dei mezzi di cantiere e al traffico veicolare potrebbero comportare disturbi alla funzionalità fisiologica delle specie vegetali, presenti nei dintorni del sito. La stima delle ricadute al suolo delle emissioni (*Paragrafo 4.3.1.1*) fornisce dati relativi alle concentrazioni di ossidi di azoto e zolfo, polveri sottili, monossido di carbonio e benzene.

Sebbene le simulazioni abbiano mostrato un superamento nella concentrazione media annuale degli NO_x per il limite fissato dal *D.M. 02/04/2002 n. 60* per la protezione della vegetazione ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) su un'area di limitata estensione al di fuori della *Centrale* (*Fig. 4.3.1.1g*), l'impatto sulla componente può essere considerato modesto in considerazione della temporaneità delle lavorazioni di cantiere e delle ipotesi altamente cautelative che vengono formulate durante l'elaborazione dei dati di input delle simulazioni. Queste ultime infatti sono effettuate considerando condizioni di massima contemporaneità nell'uso delle macchine da cantiere e una percentuale del loro utilizzo pari al 100%. In fase di realizzazione dell'opera, invece, è previsto l'uso di misure per la razionalizzazione delle lavorazioni, mantenendo uniforme la presenza sia di mezzi, che di personale, per evitare momenti di picco.

Per quello che riguarda la concentrazione al suolo del biossido di zolfo (SO_2) i limiti di legge vengono rispettati su tutto il dominio di calcolo (concentrazione media annua al suolo inferiore a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, *D.M. 2/04/2002 n°60*) con l'eccezione di una area centrata sul cantiere che si estende a limitata distanza dal perimetro dell'impianto (*Figura 4.3.1.1c*). Per tale inquinante l'impatto sulla componente si ritiene trascurabile.

Le concentrazioni maggiori di PM10, benzene e CO ricadono all'interno dell'area di *Centrale* e sono ritenute trascurabili.

Complessivamente, viste le considerazioni sopra riportate, gli effluenti aeriformi emessi in fase di cantiere, producono un impatto trascurabile sulla componente "Vegetazione, flora, fauna".

Produzione di Effluenti Liquidi

In considerazione del fatto che gli effluenti liquidi nella fase di costruzione sono sostanzialmente di tipo civile e che saranno inviati alla sezione biologica dell'ITAR o trattati mediante impianti mobili e convogliati comunque alla rete fognaria oleosa o chimica, questi non incideranno né sulle portate né sulla qualità delle acque del mare, gli effetti sulle fitocenosi e zoocenosi acquatiche sono da ritenersi quindi del tutto trascurabili.

Generazione di Rumore

Il rumore prodotto dalle attività di costruzione della nuova sezione a carbone interesserà una zona della *Centrale* sufficientemente distante dal confine con lo stagno di Pilo, che rappresenta un luogo di preferenziale localizzazione di specie di interesse faunistico. Non andando quindi ad aggiungere ulteriore perturbazione, su questa area, rispetto alla situazione attuale.

Quindi il rumore prodotto dalle attività di cantiere interesserà principalmente specie ad ampia diffusione, presenti nei dintorni del sito. Tali specie risultano comunque già adattate alla presenza di rumori dovuti al funzionamento della *Centrale* e al traffico veicolare. Una eventuale ulteriore azione di disturbo porterebbe ad un temporaneo allontanamento della fauna ornitica, che tenderà a ritornare una volta finita la perturbazione.

In conclusione, considerando che le attività di cantiere sono limitate al periodo diurno e che tali attività sono di tipo transitorio, l'impatto dovuto alla realizzazione del progetto sulla componente in esame è trascurabile.

Fase di Esercizio

Nella fase di esercizio i fattori perturbativi e le rispettive componenti perturbate, dal punto di vista naturalistico, sono:

1. Produzione di effluenti aeriformi:
 - Vegetazione, flora, fauna: disturbo alla funzionalità delle specie vegetali ed animali dovuto alle emissioni di inquinanti dai camini;
2. Produzione di effluenti liquidi:

- Vegetazione, flora e fauna: disturbo della flora e fauna acquatica per aumento della temperatura dell'acqua a causa dello scarico delle acque di raffreddamento;

3. Generazione di rumore e vibrazioni:

- Fauna: disturbo alle zoocenosi provocato dall'esercizio dell'impianto.

Produzione di Effluenti Aeriformi

Nella fase di esercizio, l'impatto sulla qualità dell'aria della *Centrale Endesa Italia* di Fiume Santo deriva dalle emissioni dei prodotti della combustione attraverso i camini.

I parametri di riferimento delle emissioni in atmosfera, per la tutela della vegetazione, sono dettati dal *D.M. 60/2002* che prevede valori limite delle concentrazioni medie annue al suolo di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per gli SO_2 e di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per gli NO_x .

Al fine di valutare correttamente le ricadute delle emissioni, sugli ecosistemi e sulla vegetazione, si considerano le stime delle emissioni della *Centrale* nello scenario attuale e dopo la trasformazione.

Dai risultati delle simulazioni effettuate, si veda il *Paragrafo 4.3.1.3*, si ricava che le concentrazioni medie annue massime di NO_x al suolo stimate, sono di $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per lo scenario attuale, e di $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per lo scenario futuro. Le concentrazioni medie annue massime di SO_2 stimate, sono di $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ allo stato attuale, mentre a seguito della trasformazione è stata stimata una concentrazione media annua massima di $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I valori stimati per entrambi gli inquinanti presentano, nello stato attuale e futuro, valori al di sotto della soglia prevista dalla legge. Inoltre, nello scenario futuro, è attesa una diminuzione delle concentrazioni al suolo che comporta un miglioramento rispetto allo stato attuale e quindi gli impatti sulla componente sono da ritenersi non significativi.

Si ricorda inoltre che i livelli massimi di concentrazione indicati dal *DM 60 del 2 aprile 2002*, ai fini della protezione della vegetazione, non sono applicabili al caso in esame. Infatti il *DM 60/2002* fissa, in accordo con i limiti, i criteri per l'ubicazione dei punti di campionamento destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione, i quali dovrebbero essere posti a più di 20 km dagli agglomerati urbani o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti, o da impianti industriali o autostrade.

Per quanto riguarda i modelli utilizzati per valutare le ricadute degli inquinanti al suolo e per ogni altro approfondimento, inerente ai potenziali impatti causati dall'inquinamento atmosferico, si rimanda al *Paragrafo 4.3.1.3*.

Produzione di Effluenti Liquidi

Dal punto di vista delle specie acquatiche, un aumento seppur limitato di temperatura dell'acqua di mare potrebbe potenzialmente costituire un elemento di inquinamento idrico tale da portare alla compromissione dell'equilibrio ecologico degli ecosistemi acquatici dell'area e causare la morte degli organismi meno resistenti, accrescere la sensibilità di tutti gli organismi alle sostanze tossiche, ridurre la capacità di autodepurazione delle acque, aumentare la solubilità delle sostanze tossiche e favorire lo sviluppo di parassiti. A questi effetti potrebbe seguire un cambiamento delle specie vegetali ed animali caratteristiche del luogo a favore di specie termotolleranti.

Con l'entrata in esercizio della nuova sezione a carbone sarà dismesso il circuito di raffreddamento delle sezioni 1 e 2, con conseguente recupero di habitat marino. La sezione 5 sarà raffreddata utilizzando il sistema di raffreddamento esistente delle sezioni 3 e 4. Con la realizzazione del progetto la portata complessiva dell'acqua di raffreddamento aumenterà di 1,84 m³/s e la potenza termica scaricata aumenterà di 8 MW, passando da 1.201 MW a 1.209 MW.

Come indicato nel *Paragrafo 4.3.2.1* saranno ampiamente rispettati i limiti normativi (*D.Lgs 152/99*), che impongono una temperatura massima allo scarico di 35 °C e un incremento massimo di temperatura nel corpo recettore pari a 3 °C a 1.000 m. dal punto di scarico. Nella configurazione di progetto, la temperatura allo scarico è di 7,83 °C e l'incremento di 3 °C dal punto di scarico, nell'ipotesi più cautelativa, non sarà superato oltre i 200 m. dal punto di scarico.

Generazione di Rumore

La generazione di rumore relativa all'esercizio della nuova sezione a carbone non comporterà sostanziali cambiamenti rispetto al clima acustico attuale.

Dalle misurazioni effettuate e dal calcolo delle emissioni sonore (*Paragrafo 4.3.6.1*), si deduce che gli effetti causati dall'attività di cantiere interessano una porzione limitata dell'area di indagine al di fuori della zona industriale e non vanno a modificare sostanzialmente i livelli sonori registrati allo stato attuale.

In particolare in direzione dello stagno di Pilo, il ricettore naturale più vicino, si prospettano livelli sonori paragonabili a quelli attuali (inferiori a 40 dB(A)) ma con una diminuzione della superficie interessata da tale pressione sonora (*Fig. 4.3.6.2d*). Si sottolinea inoltre che, con la realizzazione del progetto, le sorgenti sonore della *Centrale* si allontaneranno da quest'area, in quanto saranno dimesse le sezioni 1 e 2.

Pertanto l'impatto di tale componente sulla fauna in fase di esercizio è trascurabile.

4.3.4.2 *Ecosistemi*

Analisi Previsiva senza Intervento

In assenza di intervento non sono prevedibili modificazioni significative sulle componenti naturalistiche. La zona di ubicazione della *Centrale* è già esistente ed è ubicata all'interno di un'area industriale. Per quanto riguarda gli ecosistemi, la *Centrale* si inserisce, senza interromperne la continuità, all'interno di un ecosistema di tipo urbanizzato ed agricolo per il quale non si prevedono modifiche sostanziali allo stato attuale.

Analisi Previsiva con Intervento

Relativamente all'analisi previsiva con intervento sono state prese in considerazione le interazioni tra la *Centrale* e la componente ecosistemi nella fase di costruzione e di esercizio. Gli impatti sono stati stimati tenendo conto dell'intensità della perturbazione e dell'importanza dell'elemento perturbato valutata attraverso alcuni parametri.

I parametri utilizzati per la flora e la vegetazione sono:

- naturalità intesa come distanza tra una tipologia di vegetazione reale e la corrispondente vegetazione climax;
- presenza di specie o associazioni vegetali rare o di interesse botanico/fitogeografico;
- insieme floristico, espresso come il grado di perturbazione indotto dalle specie esotiche all'interno degli aggruppamenti vegetazionali;
- resilienza, espressa come velocità di recupero a seguito di una perturbazione.

Per la componente Ecosistemi vengono di seguito analizzati gli impatti dovuti ai diversi fattori perturbativi che su di essi influiscono. Tali fattori perturbativi e i relativi disturbi provocati sono:

- Produzione di effluenti aeriformi:
 - disturbo alle unità ecosistemiche dovuto alla produzione di polveri gas combustibili;
- Produzione di effluenti liquidi:
 - effetti sulle biocenosi marine per inquinamento delle acque.

Fase di Cantiere

La fase di cantiere prevede interventi di costruzione di opere civili ed elettromeccaniche, risistemazione delle aree interne e della viabilità. Tutte le attività saranno effettuate esclusivamente all'interno del *sito*.

I fattori perturbativi che in questa fase possono dar luogo ad impatti sugli ecosistemi sono la produzione di effluenti aeriformi, con effetti dovuti all'esposizione a polveri e gas combustibili e la produzione di effluenti liquidi, con potenziali effetti dovuti a inquinamento delle acque superficiali.

Così come effettuato per le sottocomponenti vegetazione e flora, fauna, nell'analisi previsiva con intervento, sono state prese in considerazione le interazioni potenziali sugli ecosistemi, tenendo conto della modifica a livello della struttura, della composizione delle biocenosi e delle relazioni tra fattori biotici e abiotici.

Le biocenosi sono state suddivise in classi di valore ecologico, sulla base dei seguenti parametri, che esprimono il valore di una biocenosi e il suo grado di sensibilità nei confronti di una perturbazione esterna:

- naturalità (distanza dell'ecosistema dallo stadio climax);
- rarità e diversità di specie;
- livello di degrado;
- resilienza, intesa come la capacità del sistema ambientale di ritornare autonomamente alla condizione originaria a seguito di un disturbo;
- criticità dimensionale intesa come vicinanza alle dimensioni minime necessarie per il mantenimento dell'ecosistema.

Produzione di Effluenti Aeriformi

Dalle simulazioni effettuate, i cui risultati sono riportati nel *Paragrafo 4.3.1.1*, si può osservare che in fase di cantiere i picchi delle emissioni della maggior parte degli inquinanti emessi ricadono all'interno dell'area di *Centrale*.

Osservando in particolare le *Figure 4.3.1.1c e 4.3.1.1g*, riferite alla stima delle ricadute al suolo delle emissioni di SO₂ e NO_x, si registra il superamento dei limiti delle concentrazioni medie annue previsti dal *D.M. n. 60/2002*, per la protezione degli ecosistemi, in un'area di limitata estensione fuori dal *sito*. Tenendo conto della modesta estensione della zona perturbata e delle condizioni altamente conservative in cui sono state effettuate tali simulazioni il superamento evidenziato appare trascurabile.

Considerando poi che gli altri inquinanti monitorati non mostrano superamenti di rilievo e che l'impatto sulla componente ambientale "*Vegetazione, flora, fauna*" è stato definito trascurabile, anche per la componente "*Ecosistemi*" mostra un impatto trascurabile.

Produzione di Effluenti Liquidi

Viste le considerazioni fatte circa la produzione di effluenti liquidi per la componente “*Vegetazione, flora, fauna*”, anche per la componente “*Ecosistemi*” l’impatto è valutato trascurabile.

Le zone immediatamente circostanti l’impianto, dove sono maggiori le interferenze, sono zone di scarsa naturalità, costituite principalmente da ambiti urbanizzati e di coltivi. Le zone di maggior pregio naturalistico, situate lungo Fiume Santo e relative allo Stagno di Pilo, non risultano interessate da perturbazioni collegate alla realizzazione delle opere in progetto.

Gli ecosistemi nelle immediate vicinanze della *Centrale* non presentano né una particolare complessità strutturale né un particolare pregio naturalistico. L’eventuale disturbo sulla funzionalità delle specie floristiche è considerato trascurabile.

Fase di Esercizio

Così come effettuato per le sottocomponenti *Vegetazione, Flora e Fauna*, nell’analisi previsiva con intervento sono state prese in considerazione le interazioni potenziali sugli ecosistemi, tenendo conto della modifica della struttura, della composizione delle biocenosi e delle relazioni tra fattori biotici e abiotici.

Per la componente *Ecosistemi* vengono di seguito analizzati gli impatti dovuti ai diversi fattori perturbativi che su di essa influiscono. Tali fattori perturbativi e i relativi disturbi provocati sono:

- Produzione di effluenti aeriformi:
 - disturbo alle unità ecosistemiche dovuto alle emissioni di inquinanti dai camini.
- Produzione di effluenti liquidi:
 - disturbo alle unità ecosistemiche per aumento della temperatura dell’acqua relativa alle opere di scarico.

Produzione di Effluenti Aeriformi

Nella fase di esercizio, l’impatto sulla qualità dell’aria della *Centrale Endesa Italia* di Fiume Santo deriva dalle emissioni dei prodotti della combustione attraverso i camini.

I parametri di riferimento delle emissioni in atmosfera, per la tutela degli ecosistemi, sono dettati dal *D.M. 60/2002* che prevede valori limite delle

concentrazioni medie annue al suolo di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per gli SO_2 e di 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per gli NO_x .

Al fine di valutare correttamente le ricadute delle emissioni, sugli ecosistemi, si considerano le stime delle emissioni della *Centrale* nello scenario attuale e dopo la trasformazione.

Dai risultati delle simulazioni effettuate, si veda il *Paragrafo 4.3.1.3*, si ricava che le concentrazioni medie annue massime di NO_x al suolo stimate, sono di 0,23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per lo scenario attuale, mentre di 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per lo scenario futuro. Le concentrazioni medie annue massime di SO_2 stimate, sono di 0,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ allo stato attuale, mentre a seguito della trasformazione è stata stimata una concentrazione media annua massima di 0,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per entrambi gli inquinanti è attesa, nello scenario futuro, una diminuzione delle concentrazioni al suolo che comunque sono al di sotto della soglia prevista dalla legge. Quindi gli impatti sulla componente sono ritenuti non significativi.

Per quanto riguarda i modelli utilizzati per valutare le ricadute degli inquinanti al suolo e per ogni altro approfondimento, inerente ai potenziali impatti causati dall'inquinamento atmosferico, si rimanda al *Paragrafo 4.3.1.3*.

Produzione di Effluenti Liquidi

Dal punto di vista degli ecosistemi acquatici, un aumento seppur limitato di temperatura dell'acqua di mare potrebbe potenzialmente costituire un elemento di inquinamento idrico tale da portare alla compromissione dell'equilibrio ecologico degli ecosistemi dell'area e causare la morte degli organismi meno resistenti, accrescere la sensibilità di tutti gli organismi alle sostanze tossiche, ridurre la capacità di autodepurazione delle acque, aumentare la solubilità delle sostanze tossiche e favorire lo sviluppo di parassiti. A questi effetti potrebbe seguire un cambiamento delle specie vegetali ed animali caratteristiche del luogo a favore di specie termotolleranti.

Con l'entrata in esercizio della nuova sezione a carbone sarà dismesso il circuito di raffreddamento delle sez. 1 e 2, con conseguente recupero di habitat marino. La sezione 5 sarà raffreddata utilizzando il sistema di raffreddamento esistente delle sez. 3 e 4. Con la realizzazione del progetto la portata complessiva dell'acqua di raffreddamento aumenterà di 1,8 m^3/s e la potenza termica scaricata aumenterà di 8 MW, passando da 1.201 MW a 1.209 MW.

Come indicato nel *Paragrafo 4.3.2.1* saranno ampiamente rispettati i limiti normativi (*D.Lgs 152/99*), che impongono una temperatura massima allo scarico di 35 °C e un incremento massimo di temperatura nel corpo recettore

pari a 3 °C a 1.000 m. dal punto di scarico. Nella configurazione di progetto, la temperatura allo scarico è di 7,83 °C e l'incremento di 3 °C dal punto di scarico, secondo l'ipotesi più cautelativa, non sarà superato oltre i 200 m. dal punto di scarico.

4.3.5 *Salute Pubblica*

I possibili impatti sulla salute pubblica dovuti al potenziamento della *Centrale*, possono ricondursi a:

- malattie e disagi conseguenti alle emissioni atmosferiche;
- effetti delle radiazioni non ionizzanti;
- effetti del rumore e delle vibrazioni;
- infortuni e malattie professionali degli addetti;
- danni in conseguenza di incidenti stradali.

Gli aspetti inerenti rumore-vibrazioni e radiazioni non ionizzanti sono trattati rispettivamente nei § 4.3.6 e 4.3.8.

4.3.5.1 *Inquinamento Atmosferico*

Gli effetti delle sostanze inquinanti emesse in atmosfera dalle attività industriali sono riconducibili a due categorie principali: *effetti non-oncogeni* (che possono essere tossici, nocivi o irritanti) ed *effetti oncogeni* (teratogeni e mutageni) che non presentano necessariamente manifestazioni immediate, ma che possono indurre nel tempo modificazioni a livello di biologia cellulare.

Al gruppo degli inquinanti non-oncogeni appartengono la maggior parte dei composti inorganici presenti nei fumi, quali: ossidi di zolfo e di azoto, la maggior parte dei metalli pesanti e non-metalli tossici (presenti nel particolato). Nel gruppo degli oncogeni, fra gli inquinanti potenzialmente presenti, si trovano gli idrocarburi policiclici aromatici e il Nichel.

Le emissioni in atmosfera prodotte dalla *Centrale* di Fiume Santo, nella configurazione futura, sono dovute ai prodotti di combustione, che consistono principalmente in ossidi d'azoto, ossidi di zolfo e particolato.

Ossidi d'Azoto

Per quanto riguarda il biossido d'azoto si deve considerare che il livello di concentrazione del fondo naturale in atmosfera è interno all'intervallo [0,4; 9,4] µg/m³, con una ampia variabilità da luogo a luogo. I livelli di fondo (naturale + antropico) in aree a bassa densità abitativa dell'Europa sono compresi tutti negli intervalli [2,0 - 4,2] e [0,0 - 7,4] µg/m³, rispettivamente per il biossido e l'ossido di azoto.

Gli effetti del biossido di azoto sull'uomo e sugli animali da esperimento sono vari, ma mai cancerogeni. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) considera tollerabili concentrazioni di $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ protratte per 24 ore, e concentrazioni sino a $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ protratte per una sola ora. Il valore raccomandato medio annuo è di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale limite è considerato cautelativo, con sufficiente margine di sicurezza, per la protezione di soggetti particolarmente a rischio, quali gli asmatici ed è indicato anche dalla *Direttiva Europea CEE/30/99* (recepita in Italia con il *DM 60/2002*).

La media annua della concentrazione al suolo di ossidi di azoto dovuto all'esercizio attuale della *Centrale* è pari a $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutto il territorio indagato (si veda § 4.3.1). I valori medi annui calcolati sono quindi trascurabili rispetto ai valori considerati pericolosi per la salute.

Nella situazione futura il valore medio annuo scenderà a $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I dati medi calcolati, anche in questo caso, potranno pertanto essere trascurati rispetto ai valori considerati pericolosi per la salute pubblica.

Considerando il 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di ossidi di azoto, si osserva, per la situazione attuale, un valore compreso tra 127,0 e 161,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre, per il futuro, si avrà un valore compreso tra 127,0 e 158,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il differenziale di impatto è quindi positivo.

Ossidi di Zolfo

Anche questo composto è compreso nel gruppo degli inquinanti non-oncogeni.

Gli effetti degli ossidi di zolfo si manifestano sull'uomo con irritazioni alla cute, agli occhi e alle mucose dell'apparato respiratorio, mentre a concentrazioni più elevate possono verificarsi patologie respiratorie come asma e bronchiti. A causa della elevata solubilità in acqua, l' SO_2 viene assorbito facilmente dalle mucose, quindi solo piccolissime quantità raggiungono la parte più profonda del polmone.

Casi preoccupanti di esposizione all' SO_2 sono rari in quanto il gas è irritante già a concentrazioni molto basse, quindi esso stesso funziona da allarme. Nonostante le alte concentrazioni di SO_2 necessarie per produrre effetti nocivi nella popolazione adulta sana, molte autorità sanitarie considerano l' SO_2 un inquinante pericoloso per la salute di anziani e di persone affette da malattie croniche degli apparati respiratorio e cardio-vascolare.

I dati rilevati nel periodo 1998-2004 dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria, allestita nel territorio circostante la *Centrale*, indicano che il 98° percentile della concentrazione di SO_2 è pari a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un limite fissato a $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dal *DPR 203/88*.

Attualmente i limiti di qualità dell'aria per la popolazione, indicati nel DM 60/2002, stabiliscono che la concentrazione media giornaliera di SO₂ non deve superare 125 µg/m³ per più di 3 volte in un anno. Mentre per la protezione degli ecosistemi il limite della concentrazione media annua è fissato a 20 µg/m³.

Dalle elaborazioni sviluppate in questo studio risulta che le immissioni di SO₂ rimarranno sostanzialmente inalterate: la concentrazione media annua avrà valori di circa 0,09µg/m³, a fronte di un valore attuale pari a 0,17µg/m³.

Considerando il 99,7° percentile delle concentrazioni orarie di ossidi di zolfo, si osserva, per la situazione attuale, un valore pari a 225,6 µg/m³, mentre, per il futuro, si avrà un valore pari a 149,8 µg/m³.

Sulla base di questi risultati si può dedurre che, anche comprendendo le immissioni dovute all'esercizio delle unità termoelettriche, saranno rispettati i valori di SO₂ di qualità dell'aria finalizzati alla protezione della salute pubblica.

Polveri

Con il termine *Polveri Totali Sospese (PTS)* si intende l'insieme di particelle disperse in atmosfera, solide e liquide, con diametro compreso fra 0,1 e 100 µm.

Le particelle più grandi (con diametro maggiore di 10 µm) possono essere considerate le meno pericolose perché si depositano al suolo rapidamente e, se inalate, sono trattengono dalle prime vie respiratorie. Con il diminuire della loro dimensione, le particelle divengono via via più pericolose perché rimangono più a lungo in sospensione e perché riescono a penetrare più profondamente nell'organismo umano.

Le particelle con diametro inferiore a 10 µm (PM10) sono definite anche *polveri inalabili*, in quanto sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe). Le particelle con diametro inferiore a 2,5 µm (PM2,5) costituiscono circa il 60% del totale di PM10 e sono denominate *polveri toraciche* o *respirabili*, in quanto in grado di penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea agli alveoli polmonari).

Le polveri sono una miscela fisico-chimica complessa, composta sia da componenti primarie, emesse direttamente dalla fonte, sia da componenti secondarie formatesi successivamente. La sua composizione risulta pertanto molto varia (metalli pesanti, solfati, nitrati, ammonio, carbonio organico, idrocarburi aromatici policiclici, diossine/furani).

Il DM 60/2002 che recepisce le direttive europee in materia di qualità dell'aria indica come limite di riferimento fino all'anno 2005 una concentrazione media annua di PM10 pari a 40 µg/m³, mentre al 2010 questa concentrazione dovrebbe essere ridotta fino a 20 µg/m³.

La simulazione sviluppata nel *Paragrafo 5.3.1* indica, sia per lo stato attuale che per quello futuro, delle ricadute massime medie annue di PTS pari a 0,02 µg/m³.

Per quanto riguarda le concentrazioni di microinquinanti, si riporta in *Tabella 4.3.5.a* i valori per lo scenario futuro, confrontati con i valori guida espressi dall'WHO (*Organizzazione mondiale per la Sanità*) o dall'OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) per la tutela della salute umana.

Tabella 4.3.5.1a **Stima dei Valori di Microinquinanti in Atmosfera**

	Concentrazione al suolo (media annua) (µg/m ³) Configurazione futura	Valore guida (µg/m ³)	Riferimento
Polveri	0,02	20.000 ⁽¹⁾	DM 60/2002
IPA	2,1 E -10	1 E-03	DM 25/11/1994
PCDD/PCDF	6,4 E-14	3 E-7	WHO
Cadmio	4,3 E -5	4	WHO
Tallio	4,3 E -5	1 E-01	OSHA
Mercurio	4,3 E -5	1 ⁽²⁾	WHO
Zinco	4,3 E -5	5.000 ⁽³⁾	OSHA
Nichel respirabile	0,00043	1	WHO
Metalli pesanti	0,0021	-	-

⁽¹⁾ valore limite indicato nel DM 60/2002 per PM10 a partire dal 2010
⁽²⁾ valore guida riferito ai Vapori di Mercurio inorganico
⁽³⁾ valore guida riferito a Ossido di Zinco respirabile

Dalla *Tabella* si evince che i valori guida sono ampiamente rispettati.

Date le caratteristiche estremamente variabili dei metalli pesanti non esiste alcuna norma che stabilisca dei limiti di concentrazioni in atmosfera per l'insieme di tutte queste sostanze. A livello indicativo si tenga presente che, nel caso in oggetto, la stima della concentrazione media annua per i metalli pesanti (pari a 0,0021 µg/m³) è comunque inferiore al limite espresso come media annua del solo mercurio (1 µg/m³). L'impatto è quindi da considerarsi trascurabile.

4.3.5.2 *Infortuni sul Luogo di Lavoro*

Uno specifico aspetto della salute pubblica è relativo alla sicurezza degli addetti alla manutenzione e alla gestione della *Centrale*. Per gli aspetti di Sicurezza del Luogo di Lavoro sarà approntato quanto richiesto dalla normativa vigente con particolare riferimento ai *D.Lgs 494/95* e *626/94* (e successive modifiche ed integrazioni).

Sulla base dei più recenti dati statistici infortunistici del settore energetico e delle costruzioni è possibile aspettarsi l'indice di frequenza degli infortuni evidenziato in *Tabella 4.3.5.2a*. Si ricorda che l'indice di frequenza è definito come rapporto tra il numero di eventi lesivi indennizzati (integrati per tenere conto dei casi non ancora liquidati) ed il numero degli esposti.

Si osserva che:

- l'indice di frequenza del settore energetico (comprendente le attività di gestione manutenzione ordinaria degli impianti) è inferiore al dato nazionale (la media nazionale complessiva è di 48,41 media triennio 1996/98);
- l'indice di frequenza del settore costruzioni è relativamente elevato.

Tabella 4.3.5.2a *Indice di Frequenza degli Infortuni (per 1.000), anni 1996-1998*

	Prod. e Distr. Elettricità, Gas e Acqua				Costruzioni			
	Inabilità Temp.	Inabilità Perm.	Morte	Totali	Inabilità Temp.	Inabilità Perm.	Morte	Totali
Italia	47,01	1,33	0,06	48,41	72,82	6,76	0,28	79,86

Data la scarsa rilevanza della fase di cantiere per la trasformazione della *Centrale*, la semplicità delle operazioni in fase di demolizione (effettuate esclusivamente mediante macchine operatrici) e lo scarso numero di addetti sia in fase di cantiere che in fase di esercizio, si può concludere che la frequenza attesa degli infortuni sia minima e che il carico aggiuntivo indotto sul sistema sanitario nazionale sia del tutto trascurabile.

4.3.5.3 *Incidenti Stradali*

Il numero di addetti operanti nella *Centrale* in fase di esercizio è tale da non determinare alcun impatto sul traffico esistente, sia nella configurazione attuale sia nella configurazione futura.

Per quanto concerne il trasporto dei materiali durante la fase di cantiere, è possibile fare riferimento ai dati di *Tabella 4.3.5.3a*, inerenti alla frequenza e alla gravità degli incidenti stradali in Italia con il coinvolgimento di autocarri (compresi i motocarri).

Tabella 4.3.5.3a *Frequenza e Gravità degli Incidenti Stradali con il Coinvolgimento di Autocarri*

Tipo di Evento	Parametro statistico per la valutazione della frequenza	Frequenza
Incidenti totali	Eventi per km percorso e tonnellata trasportata, ev./tkm	$4,5 \cdot 10^{-8}$ ev./t km
Incidenti mortali	Eventi per km percorso e tonnellata trasportata, ev./tkm	$0,1 \cdot 10^{-8}$ ev./t km
Incidenti con feriti	Eventi per km percorso e tonnellata trasportata, ev./tkm	$2,5 \cdot 10^{-8}$ ev./t km

Ricordando che:

- le fasi di demolizione e di trasformazione dei materiali da smaltire avverranno in un arco temporale sufficientemente lungo;
- le trasformazioni comportano un modesto impiego di mezzi di trasporto;
- non si prevedono situazioni di traffico anomalo indotte dall'esercizio futuro della *Centrale*.

Su base statistica è possibile prevedere che non si possa verificare più di un evento incidentale sulla rete stradale esterna al sito, durante la fase di cantiere e nell'intera vita tecnica dell'impianto (30 anni), con effetti quindi minimi sulla popolazione residente.

4.3.6 *Rumore e Vibrazioni*

4.3.6.1 *Fase di Cantiere*

Le attività per la realizzazione del progetto sono previste in un arco temporale di 42 mesi, secondo il programma cronologico riportato in *Tabella 3.5.2.1a*.

Durante tale fase le sorgenti acustiche presenti, per la realizzazione dell'opera, possono essere suddivise secondo le seguenti due tipologie:

- attività e mezzi all'interno del cantiere;
- traffico veicolare da e verso il cantiere.

Impostazioni di Calcolo per la Stima degli Impatti

La seguente *Tabella 4.3.6.1a* riporta la potenza sonora dei mezzi d'opera di cui è previsto l'utilizzo nel corso delle attività di cantiere.

Tabella 4.3.6.1a *Principali Macchinari Operanti nelle Fasi di Cantiere*

Topologia	Macchina	dBA a 15 m	Lw dB(A)
Macchine movimento terra	Rullo compressore	73÷74	89
	Caricatori	72÷84	99
	Scavatrici	72÷93	108
	Trattori	76÷96	111
	Ruspe, livellatrici,	80÷93	108
	Pavimentatrici	86÷96	111
	Autocarri	83÷93	108
Macchine realizzazione fondazioni	Gruppo perforazione pali	---	113
Macchine movimento materiali	Betoniere	75÷88	103
	Gru semoventi	76÷87	102
	Derrick	86÷88	103
Macchine stazionarie	Pompe	68÷72	87
	Generatori	72÷82	97
	Compressori	75÷87	102
Macchine impaccatrici	Imbullonatrici	84÷88	103
	Martelli pneumat.	82÷88	103
	Perforatrici	82÷88	103
Macchine per demolizione camino	Cesoia idraulica montata su braccio meccanico	85÷90	105

Le emissioni sonore delle macchine operatrici saranno conformi alle prescrizioni del *D.lgs 262 del 04/09/2002*. I livelli di potenza sonora *Lw* sopra elencati sono stati selezionati in modo cautelativo dall'intervallo di valori a 15 m indicato dai progettisti; i valori così ottenuti risultano coerenti con quelli specificati nella norma tecnica britannica BS 5228 [5], con quelli desumibili dalle tabelle dell'INSAI (Istituto Nazionale Svizzero di Assicurazione contro gli Infortuni) e con quelli riportati in studi analoghi, come ad esempio quello dell'EPA del 1971. In base alla prevista distribuzione temporale dei mezzi e delle attività di cantiere, possono individuarsi tre fasi critiche non contemporanee, che prevedono l'impiego di mezzi differenti, sia per tipologia che per numero:

1. preparazione del sito e realizzazione delle fondazioni e delle opere civili (12 mesi);
2. montaggi (27 mesi);
3. demolizione della ciminiera 3-4 (3 mesi).

Ciascuna fase risulta caratterizzata dalle attività di riportate nella *Tabella 4.3.6.1b*.

Tabella 4.3.6.1b *Principali Attività nelle Fasi di Cantiere*

Fasi	Attività
Fase 1	<ul style="list-style-type: none"> • esecuzione dei pali di fondazione (scavo e getto); • produzione calcestruzzo; • realizzazione opere civili; • attività di sistemazione sito; • trasporto inerti e materiali.
Fase 2	<ul style="list-style-type: none"> • esecuzione dei montaggi; • produzione marginale di calcestruzzo; • attività marginale di sistemazione sito; • trasporto materiali.
Fase 3	<ul style="list-style-type: none"> • demolizione; • trasporto materiali.

Allo scopo di individuare la fase più rumorosa e quindi maggiormente critica, nella *Tabella 4.3.6.1c* si specificano i mezzi impiegati (per tipologia e quantità) nelle singole fasi.

Tabella 4.3.6.1c *Potenza Sonora Emessa nelle Diverse Fasi di Cantiere*

Macchina	Lw dB(A)	N. mezzi	% utilizzo	Lw totale dB(A)
Rullo compressore	89	2	50	89
Caricatori	99	3	50	101
Scavatrici	108	3	50	110
Trattori	111	2	50	111
Ruspe, livellatrici,	108	2	50	108
Pavimentatrici	111	1	50	108
Autocarri	108	8	20	110
Gruppo perforazione pali	113	1	100	113
Betoniere	103	10	20	106
Gru semoventi	102	2	50	102
Derrick	103	3	50	105
Pompe	87	4	100	93
Generatori	97	1	100	97
Compressori	102	4	50	105
Imbullonatrici	103	1	25	97
Martelli pneumat.	103	4	50	106
Perforatrici	103	4	50	106
Cesoia idraulica montata su braccio meccanico	105	0	---	---
TOTALE				119

FASE 1

Macchina	Lw dB(A)	N. mezzi	% utilizzo	Lw totale dB(A)
Rullo compressore	89	0	---	---
Caricatori	99	1	50	96
Scavatrici	108	0	---	---
Trattori	111	3	50	113
Ruspe, livellatrici,	108	1	25	102
Pavimentatrici	111	0	---	---
Autocarri	108	8	20	110
Gruppo perforazione pali	113	0	---	---
Betoniere	103	2	20	99
Gru semoventi	102	8	50	108
Derrick	103	3	50	105
Pompe	87	1	50	84
Generatori	97	1	100	97
Compressori	102	4	100	108
Imbullonatrici	103	14	75	113
Martelli pneumat.	103	1	50	100
Perforatrici	103	1	50	100
Cesoia idraulica montata su braccio meccanico	105	0	---	---
TOTALE				118

FASE 2

Macchina	Lw dB(A)	N. mezzi	% utilizzo	Lw totale dB(A)
Rullo compressore	89	0	---	---
Caricatori	99	1	100	99
Scavatrici	108	1	100	108
Trattori	111	0	---	---
Ruspe, livellatrici,	108	2	50	108
Pavimentatrici	111	0	---	---
Autocarri	108	8	20	110
Gruppo perforazione pali	113	0	---	---
Betoniere	103	1	20	96
Gru semoventi	102	3	75	105
Derrick	103	3	75	106
Pompe	87	0	---	---
Generatori	97	1	100	97
Compressori	102	0	---	---
Imbullonatrici	103	2	50	103
Martelli pneumat.	103	1	100	103
Perforatrici	103	1	25	97
Cesoia idraulica montata su braccio meccanico	105	1	100	105
TOTALE				116

FASE 3

Le percentuali di utilizzo riportate sono coerenti con la tipologia delle attività svolte in ciascuna fase. Dall'esame della *Tabella* precedente si vede come la fase più rumorosa risulti essere la Fase 1, relativa alla preparazione del sito, alla realizzazione delle fondazioni su pali e delle principali opere civili.

I trasporti da e per il cantiere riguardano:

- il personale;
- i materiali inerti;
- il calcestruzzo;
- i materiali da costruzione;
- i componenti prefabbricati.

La presenza media di personale nel cantiere durante le fasi di costruzione sarà di circa 400 persone, con punte massime di circa 600 unità. Durante le fasi di predisposizione aree, realizzazione fondazioni, demolizione ciminiera e commissioning la presenza media sarà di circa 150 persone. Per la stima della potenza sonora generata dal trasporto del personale di seguito riportata si ipotizza che:

- il personale di cantiere si sposta con autoveicoli privati;
- su ciascun autoveicolo viaggiano mediamente due persone;
- il flusso di traffico di entrata ed uscita generato dal personale di cantiere si svolge complessivamente nell'arco di 1 ora.

Per quanto riguarda gli altri trasporti, questi sono stati così quantificati:

- autocarri per movimentazione terra/inerti (tipo A): 5.300;
- betoniere: 3.500;
- autocarri per trasporto materiali da costruzione (tipo B): 5.000;
- trasporti eccezionali: 10.

Per quanto riguarda il trasporto di calcestruzzo, in alternativa al trasporto mediante betoniere è previsto un impianto di betonaggio in cantiere fornito

da 2.500 camion; nella stima della potenza sonora emessa è stata considerata quella più gravosa dal punto di vista acustico.

Nella *Tabella 4.3.6.1d* i trasporti sopra elencati sono stati ripartiti nelle diverse fasi delle attività di cantiere.

Tabella 4.3.6.1d *Quantità di Personale e Numero di Trasporti*

Fase	Durata (mesi)	Personale (unità)	Autocarri Tipo A	Betoniere	Autocarri Tipo B	Trasporti eccezionali
1	12	150	4.250	3.500	0	0
2	27	600	0	0	5.000	10
3	3	150	1.060	0	0	0

La potenza sonora generata dai suddetti flussi di traffico può essere stimata in base alla norma tedesca DIN 18005 [8], con le seguenti ipotesi:

- il traffico veicolare è schematizzato con una sorgente lineare;
- le ore di attività sono calcolate in base alla durata mensile di ciascuna fase, assumendo come lavorative 320 ore al mese (16 ore x 20 giorni);
- per ciascun trasporto si considera sempre il viaggio di ritorno;
- la velocità di percorrenza media si assume pari a 50 km/h.

La stima della potenza sonora emessa in base alle ipotesi formulate è riportata nella *Tabella 4.3.6.1e*, da cui si deduce che i trasporti di materiali e persone danno il contributo maggiore nella Fase 1.

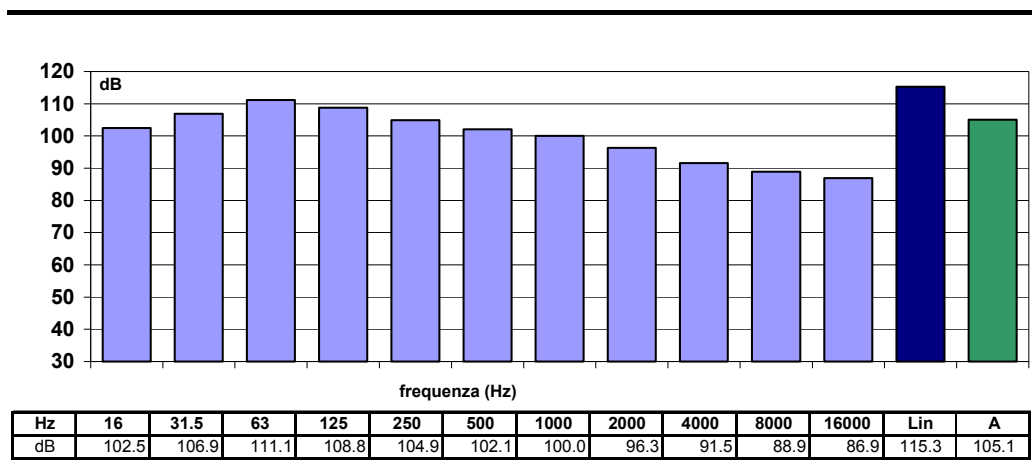
Tabella 4.3.6.1e *Potenza Sonora Emessa dai Trasporti da e per il Cantiere*

Fase	Potenza Sonora - Lw' dB(A)/m					Totale
	Personale (unità)	Autocarri Tipo A	Betoniere	Autocarri Tipo B	Trasporti eccezionali	
1	58	65,6	64,7	0	0	68,6
2	64	0	0	62,9	trascurabile	66,5
3	58	65,6	0	0	0	66,3

Gli spettri di emissione riportati di seguito sono stati ottenuti calcolando la media energetica degli spettri di livello equivalente in bande d'ottava misurati e/o disponibili in letteratura e scalando i valori ottenuti in modo da attribuire il valore di 100 dB al livello relativo alla banda centrata sui 1.000 Hz (spettro di riferimento). Questi vanno di volta in volta scalati in modo da generare la potenza sonora emessa nello specifico caso in esame. Lo spettro in bande d'ottava delle emissioni di cantiere riportato in *Figura 4.3.6.1a* è stato ricavato sommando gli spettri dei principali macchinari con potenza sonora superiore a 100 dB (ricavati sia dai dati forniti dai costruttori che da misure sperimentali [9]) tenendo conto delle tipiche percentuali di utilizzo.

Figura 4.3.6.1a

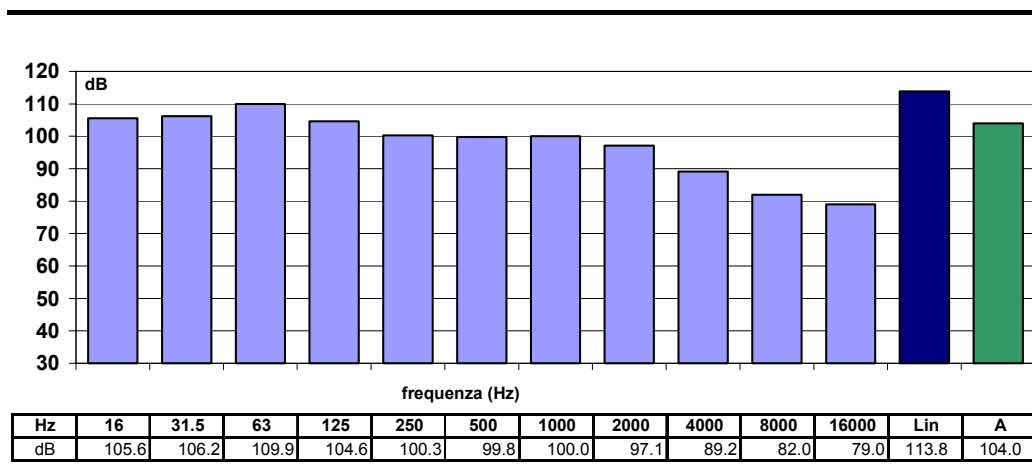
Spettro di Riferimento delle Attività di Cantiere



Per i trasporti è stato considerato lo spettro di emissione riportato nella *Figura 4.3.6.1b*, ottenuto dalla media di circa 30 rilievi effettuati in prossimità di alcune strade statali in Italia (SS n. 9 “Via Emilia”, SS n. 264 “del basso Volturno”, SS n. 12 “dell’Abetone e del Brennero”, SS. n. 31 bis “del Monferrato”).

Figura 4.3.6.1b

Spettro di Riferimento dei Trasporti da e per il Cantiere

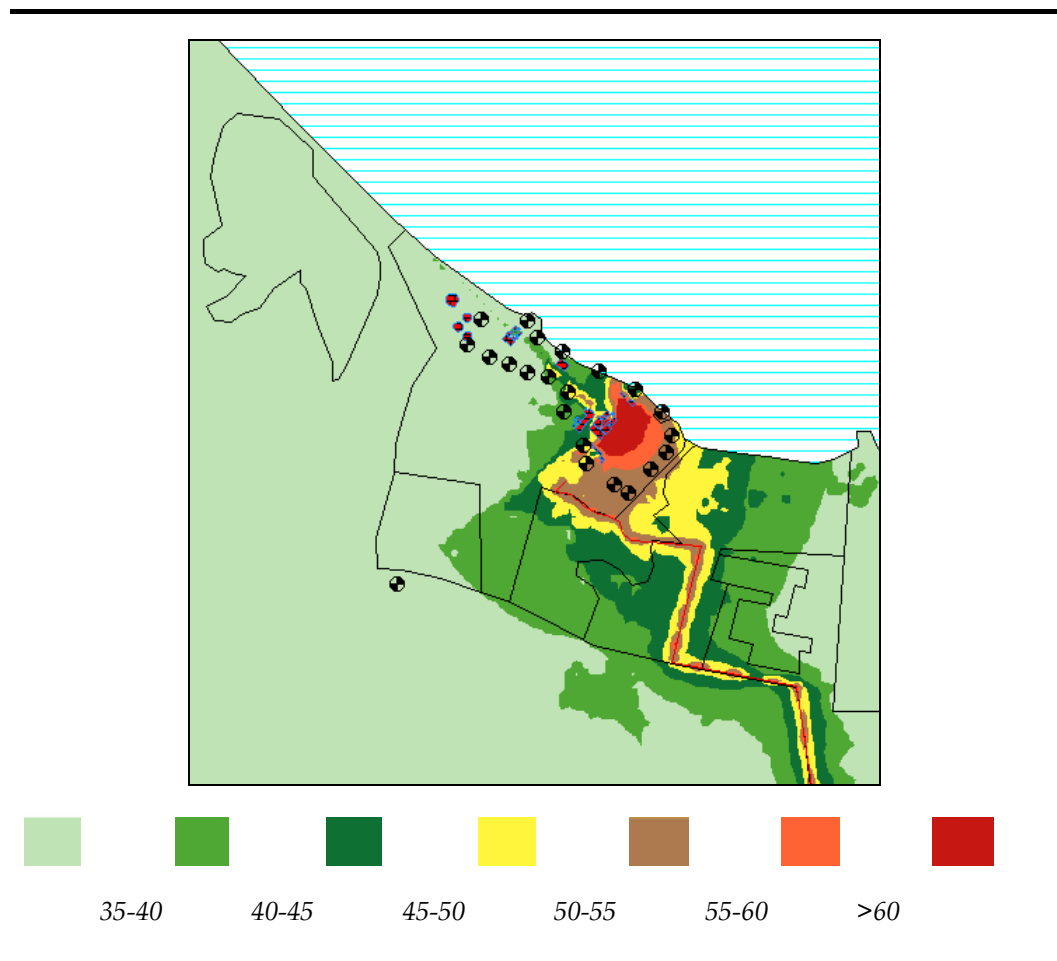


Per la verifica di impatto acustico in fase di cantiere ci si è avvalsi del software previsionale IMMI versione 5.1, prodotto dalla ditta tedesca WÖLFEL GmbH (<http://www.woelfel.de/wms/noise/index.htm>) e distribuito in Italia da Microbel S.r.l (www.microbel.it) [12]. Tale codice di calcolo è stato censito dall’ANPA nel documento RTI_CTN_AGF_1/2001 “Rassegna dei modelli per il rumore, i campi elettromagnetici e la radioattività ambientale” [13]. Il software IMMI, implementando la vigente normativa europea consente la modellazione acustica in accordo con le principali linee-guida esistenti, come ad esempio la norma ISO 9613.

Analisi Previsionale della Fase di Cantiere più Rumorosa

Nella *Figura 4.3.6.1c* si riporta la mappatura del contributo, limitato al periodo di riferimento diurno, al livello equivalente nell'area di indagine dovuto alla fase di cantiere più rumorosa. Oltre ai macchinari operanti all'interno dell'impianto, è stato considerato l'effetto dei trasporti da e per il cantiere, che si svolgerà lungo una via di accesso appositamente predisposta.

Figura 4.3.6.1c *Contributo al Clima Acustico delle Attività di Cantiere*



Dalla *Figura* precedente si può osservare che gli effetti delle attività di cantiere interessano una porzione limitata dell'area di indagine, quasi interamente compresa all'interno dell'Area a Sviluppo Industriale.

Come indicato nel *Paragrafo 4.2.6*, l'unico ricettore abitativo è situato circa 2 km a sud dell'impianto, all'interno della zona acustica denominata "Territorio Nazionale", con i limiti assoluti fissati in 70 dB(A) per il periodo diurno e 60 dB(A) per quello notturno. Dalla stima eseguita risulta che presso questo ricettore la pressione sonora delle attività di cantiere risulterà pari a 32,2 dB(A).

Da quanto sopra riportato, considerando che le attività di cantiere avranno carattere temporaneo, gli impatti sulla componente sono valutati come non significativi.

4.3.6.2 *Fase di Esercizio*

Sono nel seguito analizzati gli impatti della *Centrale* sul clima acustico, distinguendo tre fasi di esercizio: quella sino al 2004, con i gruppi 1-2-3-4 in esercizio; quella attuale di riferimento, con i gruppi aggiuntivi a turbogas, TGG e TGE; ed infine quella futura, con i gruppi a vapore 3-4-5 e turbogas in esercizio ed i gruppi 1-2 dismessi.

Stato di Fatto

La *Centrale* di Fiume Santo è stata oggetto di diverse misure di caratterizzazione acustica, la più importante delle quali del 1998, anno in cui ENEL, nel settembre, effettuò una indagine per valutare il rumore al confine della *Centrale* e presso i ricettori esterni. In particolare, furono eseguiti rilievi di alcuni minuti in 20 postazioni (indicati con E1 a E20 in *Figura 4.3.6.2a*), ubicati lungo la barriera antisabotaggio dell'impianto e rilievi di alcuni giorni in una postazione ubicata presso i ricettori abitativi più vicini alla *Centrale*, denominato C1, sito in località Cazza Larga a circa 2 km dalla *Centrale*. I rilievi fonometrici furono eseguiti con il seguente assetto d'impianto.

- gruppi 1 e 2 in servizio a carichi maggiori di 90 MWe;
- gruppi 3 e 4 in servizio con carico compreso tra 200 e 300 MWe;
- tutte le linee di desolfurazione in funzione.

Successivamente sono state svolte numerose altre campagne, l'ultima delle quali del 2004, che tuttavia hanno avuto per lo più valore di conferma della campagna precedente. L'ambiente esterno alla *Centrale* non ha infatti subito alcuna modifica (rilevante o meno), mentre le modifiche di *Centrale* sono state, in termini di impatto acustico e sino al 2004 (in precedenza all'installazione dei turbogas), modeste. Nel seguito viene quindi presa a riferimento la campagna ENEL, in quanto risulta la più completa in termini sia di numero e rappresentatività dei punti di misura che di lunghezza del periodo di rilievo.

In *Tabella* seguente sono indicati i risultati delle misure fonometriche della citata campagna ENEL.

Tabella 4.3.6.2a Risultati delle Misure Fonometriche

Postazione	Leq diurno dB(A)	Leq notturno dB(A)
E1	58,9	58,7
E2	49,5	50,3
E3	61,3	59,0
E4	59,7	60,3
E5	54,3	54,6
E6	53,6	52,6
E7	47,9	50,1
E8	47,0	49,9
E9	49,6	53,1
E10	49,3	51,9
E11	52,2	49,3
E12	53,2	51,0
E13	53,7	51,8
E14	53,5	51,8
E15	55,2	53,4
E16	54,9	55,3
E17	52,5	50,8
E18	50,8	43,5
E19	57,7	52,2
E20	59,0	58,3
C1	51,4	41,0

Si osserva il pieno rispetto dei limiti presso la recinzione e il buon stato della componente presso il ricettore maggiormente prossimo alla *Centrale*, con un valore notturno decisamente di qualità, pari a 41 dB(A).

Sulla base delle caratteristiche del macchinario in esercizio e delle misure svolte, è stato quindi realizzato un modello di simulazione della diffusione del rumore della *Centrale*, nel suo stato corrispondente al tempo delle misure.

Modello di Calcolo per la Valutazione delle Emissioni Sonore della Centrale

La propagazione del rumore è stata stimata con il codice di calcolo *Sound Plan versione 6.3* della SoundPLAN LLC 80 East Aspley Lane Shelton, WA 98584 USA.

Questo codice è sviluppato appositamente per fornire i valori del livello di pressione sonora nei diversi punti del territorio in esame e/o all'interno di ambienti, in funzione della tipologia e potenza sonora delle sorgenti acustiche fisse e/o mobili, delle caratteristiche dei fabbricati oltre che delle condizioni meteorologiche e della morfologia del terreno.

Per la valutazione del rumore industriale utilizza la normativa ISO 9613.2 Il valore di pressione sonora ottenuto nei diversi ricettori tiene conto di tutte le

attenuazioni dovute alla distanza, alla direttività, alle barriere acustiche, al vento, alla temperatura, all'umidità dell'aria ed al tipo di terreno.

È stata presa in esame un'area di dimensioni (4.500x 3.500) metri, con la *Centrale* termoelettrica ubicata nel centro. Sono stati utilizzati i parametri meteorologici scelti di default dal modello Sound Plan, temperatura dell'aria pari a 10°C ed umidità relativa pari al 70%.

Ipotesi di Calcolo per la Simulazione dello Stato di Fatto al Tempo delle Misure

La *Centrale* è stata rappresentata con 11 sorgenti sonore la cui potenza e tipologia, ricavata anche da dati sperimentali di origine ENEL (elaborati da CESI negli anni 1998-2000) ed utilizzati nel corso di precedenti Studi di Impatto Ambientale, è indicata nella *Tabella 4.3.6.2b*.

Tabella 4.3.6.2b *Potenza Sonora delle Principali Sorgenti della Centrale (al Tempo delle Misure)*

Num	Descrizione Sorgente	Tipo Sorgente	Potenza Totale dB(A)
1	Sala Macchine gruppi 1 e 2	Areale	111,0
2	Caldaia Gruppo 1	Areale	121,0
3	Caldaia Gruppo 2	Areale	121,0
4	Fronte sala macchine gruppo 3	Puntiforme	102,3
5	Sala macchine e caldaia laterale gruppo 3	Puntiforme	115,5
6	Sala macchine e caldaia laterale gruppo 4	Puntiforme	115,5
7	Desox lato laterale gruppo 3	Puntiforme	115,5
8	Desox lato laterale gruppo 4	Puntiforme	115,5
9	Desox frontale gruppo 3-4	Puntiforme	105,8
10	Edificio servizi desox gruppo 3	Areale	81,0
11	Edificio servizi desox gruppo 4	Areale	81,0

L'ubicazione delle principali sorgenti sonore è indicata in *Figura 4.3.6.2b*.

Le sorgenti areali sono state simulate come più sorgenti ognuna corrispondete ad una superficie emittente (superfici laterali e tetto). Complessivamente la *Centrale* è stata schematizzata con 31 sorgenti tra puntiformi ed areali, come indicato in *Tabella* seguente.

Tabella 4.3.6.2c *Potenza Sonora e Spettro delle Sorgenti Sonore della Centrale (al Tempo delle Misure)*

N° Sorg	Sorgente	Tipo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Pot.Sup. dB(A)/m2	Potenza dB(A)
1	Sala macchine GR1-2 Sud	Area	90,5	93,6	95,0	99,3	93,7	95,6	87,4	76,6	68,7	103,4
2	Sala Macchine GR1-2 tetto	Area	93,6	96,7	98,1	102,0	96,8	98,7	90,5	79,7	70,0	106,5
3	Sala macchine GR1-2 Est	Area	88,6	91,7	93,1	97,4	91,8	93,7	85,5	74,7	70,0	101,4
4	Sala Macchine GR1-2 Nord	Area	91,7	94,8	96,2	100,0	94,9	96,8	88,6	77,8	70,0	104,6
5	Sala Macchine GR1-2 Ovest	Area	88,4	91,5	92,9	97,2	91,6	93,5	85,3	74,5	70,0	101,3
6	Caldaia GR1 Sud	Area	83,6	90,7	102,0	100,0	102,0	104,0	105,0	110,0	85,0	113,3
7	Caldaia GR1 tetto	Area	84,1	91,2	102,0	101,0	103,0	105,0	106,0	110,0	85,0	113,9
8	Caldaia GR1 Est	Area	85,4	92,5	104,0	102,0	104,0	106,0	107,0	111,0	85,0	115,2
9	Caldaia GR1 Nord	Area	83,4	90,5	102,0	100,0	102,0	104,0	105,0	109,0	85,0	113,2
10	Caldaia GR1 Ovest	Area	85,4	92,5	104,0	102,0	104,0	106,0	107,0	111,0	85,0	115,2
11	Caldaia GR2 Sud	Area	83,6	90,7	102,0	100,0	102,0	104,0	105,0	110,0	85,0	113,3
12	Caldaia GR2 tetto	Area	84,1	91,2	102,0	101,0	103,0	105,0	106,0	110,0	85,0	113,9
13	Caldaia GR2 Est	Area	85,3	92,4	104,0	102,0	104,0	106,0	107,0	111,0	85,0	115,1
14	Caldaia GR2 Nord	Area	83,4	90,5	102,0	100,0	102,0	104,0	105,0	109,0	85,0	113,2
15	Caldaia GR2 Ovest	Area	85,5	92,6	104,0	102,0	104,0	106,0	107,0	111,0	85,0	115,2
16	Servizi Desox GR 3 Sud	Area	55,9	62,0	63,6	67,8	71,5	68,0	63,1	54,6	48,8	75,2
17	Servizi DEsox GR 3 tetto	Area	56,2	62,3	63,9	68,1	71,8	68,3	63,4	54,9	43,9	75,5
18	Servizi Desox GR 3 Est	Area	52,9	59,0	60,6	64,8	68,5	65,0	60,1	51,6	49,0	72,2
19	Servizi Desox GR 3 Nord	Area	55,9	62,0	63,6	67,8	71,5	68,0	63,1	54,6	48,9	75,2
20	Servizi Desox GR 3 Ovest	Area	55,9	62,0	63,6	67,8	71,5	68,0	63,1	54,6	51,8	75,2
21	Servizi desox GR4 Sud	Area	55,9	62,0	63,6	67,8	71,5	68,0	63,1	54,6	48,9	75,2
22	Servizi desox GR4 tetto	Area	56,2	62,3	63,9	68,1	71,8	68,3	63,4	54,9	43,9	75,5
23	Servizi desox GR4 Est	Area	52,9	59,0	60,6	64,8	68,5	65,0	60,1	51,6	48,8	72,2
24	Servizi desox GR4 Nord	Area	55,9	62,0	63,6	67,8	71,5	68,0	63,1	54,6	48,9	75,2
25	Servizi desox GR4 Ovest	Area	52,9	59,0	60,6	64,8	68,5	65,0	60,1	51,6	48,9	72,2
26	Fronte Sala macchine GR 3-4	Punt	89,4	92,5	93,9	98,2	92,6	94,5	86,3	75,5	102,3	102,3
27	Sala macchine e caldaia	Punt	85,7	92,8	104,0	103,0	104,0	107,0	107,0	112,0	115,5	115,5
28	Sala macchine e caldaia GR4	Punt	85,7	92,8	104,0	103,0	104,0	107,0	107,0	112,0	115,5	115,5
29	Laterale lato Desox GR 3	Punt	96,2	102,3	103,0	108,0	111,0	108,0	103,0	94,9	115,5	115,5
30	Laterale lato Desox GR 4	Punt	96,2	102,3	103,0	108,0	111,0	108,0	103,0	94,9	115,5	115,5
31	Fronte Desox GR 3-4	Punt	86,5	92,6	94,2	98,4	102,0	98,6	93,7	85,2	105,8	105,8

Per tarare il modello di calcolo sono stati confrontati i valori delle misure fonometriche effettuate nel periodo notturno con i valori calcolati con il modello *Sound Plan versione 6.3*. I risultati del confronto sono indicati in *Tabella seguente*.

Tabella 4.3.6.2.dc *Confronto tra Misure e Valori Calcolati*

Postazione	Calcolato dB(A)	Misurato dB(A)	Differenza dB(A)
E1	58,7	58,7	0,0
E2	50,4	50,3	-0,1
E3	56,4	59,0	2,6
E4	61,1	60,3	-0,8
E5	54,5	54,6	0,1
E6	52,4	52,6	0,2
E7	49,5	50,1	0,6
E8	49,2	49,9	0,7
E9	49,2	53,1	3,9
E10	50,8	51,9	1,1
E11	49,7	49,3	-0,4
E12	51,6	51,0	-0,6
E13	52,8	52,0	-0,8
E14	51,6	51,8	0,2
E15	54,4	53,4	-1,0
E16	54,6	55,3	0,7
E17	48,9	50,8	1,9
E18	44,9	43,5	-1,4
E19	52,7	52,2	-0,5
E20	57,9	58,3	0,4

Dall'esame dei dati si evince che per le postazioni ubicate all'interno della *Centrale* la differenza tra valori misurati e calcolati è compresa nell'intervallo di +/- 2 dB(A) in 18 postazioni; solamente nella postazione E4 si ha uno scostamento di 2,6 dB(A) e nella postazione E9 di 3,9 dB(A).

Si può pertanto ritenere che il modello simuli in modo accettabile le emissioni sonore della *Centrale* termoelettrica, relative alla situazione antecedente l'installazione ei turbogas.

Valutazione dei Livelli Sonori della Centrale nella Situazione Attuale di Riferimento

Per caratterizzare la situazione Attuale di riferimento occorre tenere conto di interventi minori (in termini di emissione sonore) nei gruppi 1-2-3-4 mentre sono da considerare in esercizio il turbogruppo E e G.

La potenza acustica aggiornata delle sorgenti dei gruppi a vapore e dei turbogruppi, basata su dati sperimentali ENEL (elaborati da CESI), utilizzati nei corsi di altri studi di impatto ambientale, è indicata in *Tabella 4.3.6.2e*. L'ubicazione delle sorgenti sonore aggiuntive è indicata nella già citata *Figura 4.3.6.2b*.

Tabella 4.3.6.2e *Potenza Sonora delle Sorgenti Aggiuntive (Situazione Attuale di Riferimento)*

Num	Descrizione Sorgente	Potenza Totale dB(A)
1	Alternatore del turbogruppo E	89,4
2	Turbina a gas del turbogruppo E	89,4
3	Ingresso aria turbina a gas del turbogruppo E	104,5
4	Condotto base camino del turbogruppo E	102,1
5	Uscita camino del turbogruppo E	100,8
6	Aerotermini del turbogruppo E	110,0
7	Alternatore del turbogruppo G	89,4
8	Turbina a gas del turbogruppo G	89,4
9	Ingresso aria turbina a gas del turbogruppo G	104,5
10	Condotto base camino del turbogruppo G	102,1
11	Uscita camino del turbogruppo G	100,8
12	Aerotermini del turbogruppo G	110,0
13	Torre nastro a carbone	100,2
14	Mulino gruppo 3	105,9
15	Mulino gruppo 4	105,9
16	Macchine messa a parco e ripresa carbone	105,0

Le 16 sorgenti, tenendo conto delle loro caratteristiche fisiche e dimensionali, sono state simulate come 24 sorgenti puntiformi, come da *Tabella 4.3.6.2f*.

Tabella 4.3.6.2f *Spettro e Potenza sonora delle Sorgenti Aggiuntive (Situazione Attuale di Riferimento)*

N° Sorg	Sorgente	Tipo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Pot.Sup. dB(A)/m2	Potenza dB(A)
1	Ingresso aria Turbo E	Punto	88,1	90,2	88,7	95,1	98,3	89,5	100,0	96,2	104,5	104,5
2	Turbina a gas Turbo E	Punto	63,5	74,6	81,1	79,5	82,7	82,9	82,7	76,6	89,4	89,4
3	Alternatore Turbo E	Punto	40,0	61,1	65,6	77,0	85,2	85,4	81,2	72,1	89,4	89,4
4	Trasformatore Turbo E	Punto	66,8	83,9	87,4	90,8	92,0	89,2	85,0	88,9	97,4	97,4
5	Base camino Turbo E	Punto	73,1	79,2	83,7	89,1	98,3	98,5	90,3	76,2	102,1	102,1
6	Uscita Camino Turbo E	Punto	71,8	77,9	82,4	87,8	97,0	97,2	89,0	74,9	100,8	100,8
7	Aerotermini Turbo E	Punto	88,9	99,0	102,0	104,0	105,0	98,3	94,1	88,0	110,0	110,0
8	Ingresso aria Turbo G	Punto	88,1	90,2	88,7	95,1	98,3	89,5	100,0	96,2	104,5	104,5
9	Turbina a gas Turbo G	Punto	63,5	74,6	81,1	79,5	82,7	82,9	82,7	76,6	89,4	89,4
10	Alternatore Turbo G	Punto	40,0	61,1	65,6	77,0	85,2	85,4	81,2	72,1	89,4	89,4
11	Trasformatore Turbo G	Punto	66,8	83,9	87,4	90,8	92,0	89,2	85,0	88,9	97,4	97,4
12	Base camino Turbo G	Punto	73,1	79,2	83,7	89,1	98,3	98,5	90,3	76,2	102,1	102,1
13	Uscita Camino Turbo G	Punto	71,8	77,9	82,4	87,8	97,0	97,2	89,0	74,9	100,8	100,8
14	Aerotermini Turbo G	Punto	88,9	99,0	102,0	104,0	105,0	98,3	94,1	88,0	110,0	110,0
15	Mulino carbone gruppo 4	Punto	84,0	89,8	95,5	99,3	100,0	100,0	91,4	77,5	105,9	105,9
16	Mulino Carbone gruppo 3	Punto	84,0	89,8	95,5	99,3	100,0	100,0	91,4	77,5	105,9	105,9
17	Torre esterna carbone	Punto	78,3	84,1	89,8	93,6	95,2	95,0	85,7	71,8	100,2	100,2
18	Torre 1 carbone	Punto	78,3	84,1	89,8	93,6	95,2	95,0	85,7	71,8	100,2	100,2
19	Torre 2 carbone	Punto	78,3	84,1	89,8	93,6	95,2	95,0	85,7	71,8	100,2	100,2
20	Torre 3 Carbone	Punto	78,3	84,1	89,8	93,6	95,2	95,0	85,7	71,8	100,2	100,2
21	Torre 4 Carbone	Punto	78,3	84,1	89,8	93,6	95,2	95,0	85,7	71,8	100,2	100,2
22	Torre 5 Carbone	Punto	78,3	84,1	89,8	93,6	95,2	95,0	85,7	71,8	100,2	100,2
23	Torre 6 Carbone	Punto	78,3	84,1	89,8	93,6	95,2	95,0	85,7	71,8	100,2	100,2

N° Sorg	Sorgente	Tipo	63	125	250	500	1	2	4	8	Pot.Sup. dB(A)/m2	Potenza dB(A)
			Hz	Hz	Hz	Hz	kHz	kHz	kHz	kHz		
24	Macchina parco carbone	Punto	83,1	88,9	94,6	98,4	100,0	99,8	90,5	76,6	105,0	105,0

Utilizzando la totalità delle sorgenti di *Centrale*, è stato quindi stimato il livello sonoro equivalente presso gli edifici più vicini alla *Centrale*, ubicati nella citata località *Cazza Larga*, ad una distanza di circa 1800 metri dal confine della *Centrale* (*Tabella 4.3.6.2g*). In *Tabella* sono riportati i valori calcolati presso ciascuno degli edifici presenti. In *Tabella* successiva sono infine riportati i valori calcolati alla recinzione di *Centrale*.

Tabella 4.3.6.2gc *Livello Equivalente nelle Abitazioni Limitrofe alla Centrale nella Situazione Attuale di Riferimento (Tutti gli Edifici sono Ipotizzati a due Piani, Indipendentemente dal loro Stato Attuale)*

Descrizione	Piano	Orientamento	Leq Calcolato dB(A)
Edificio 1	1	N	31,6
Edificio 1	2	N	32,9
Edificio 2	1	E	32,4
Edificio 2	2	E	34,2
Edificio 3	1	E	31,8
Edificio 3	2	E	33,7
Edificio 4	1	E	34,0
Edificio 4	2	E	35,9
Edificio 5	1	E	31,9
Edificio 5	2	E	32,3
Edificio 6	1	E	31,7
Edificio 6	2	E	33,3

Il livello equivalente stimato agli edifici, nella situazione attuale di riferimento con Turbogas in esercizio, varia dal valore minimo pari a 31,6 dB(A) relativo al piano primo dell'edificio 1, al valore massimo pari a 35,9 dB(A) relativo al secondo piano dell'edificio 4.

Tabella 4.3.6.2h *Livello Equivalente alla Recinzione nella Situazione Attuale di Riferimento*

Descrizione	Leq calcolato dB(A)
E1	60,8
E2	60,5
E3	56,7
E4	61,3
E5	56,1
E6	62,5
E7	52,5
E8	56,5
E9	54,8
E10	60,1
E11	51,2
E12	52,3
E13	54,7
E14	58,1

Descrizione	Leq calcolato dB(A)
E15	57,6
E16	56,2
E17	50,2
E18	45,9
E19	52,6
E20	58,3

Tutti i limiti vigenti risultano ampiamente rispettati. In *Figura 4.3.6.2.c* sono riportate le isofoniche calcolate.

Si sottolinea che in questa e nelle successive *Figure* riportanti le curve isofoniche in fase di esercizio della *Centrale* è stata ridotta l'area di indagine rispetto a quella inizialmente indagata nel *Paragrafo 4.2.6*, per meglio dettagliare i livelli di pressione sonora in prossimità dell'impianto. Come si può osservare dalle *Figure*, a distanze superiori di quelle riportate, gli impatti della *Centrale* non sono significativi.

Si precisa che nel corso del 2006 Endesa effettuerà una nuova campagna di misura, con turbogas in esercizio, di conferma del livello acustico stimato presso il recinto di *Centrale* ed i ricettori sensibili. I risultati di tale campagna saranno messi a disposizione delle autorità appena elaborati. Al momento della redazione di questo Studio di Impatto Ambientale non era possibile effettuare la citata campagna, poiché i turbogas non risultavano ancora in esercizio commerciale.

Valutazione dei Livelli Sonori nella Situazione Futura

Il progetto in esame consiste nella installazione di una nuova sezione a carbone analoga a quelle delle sezione 3 e 4, collocata in adiacenza alla sezione 4. L'impianto è progettato per funzionare 7.500 ore/anno per una vita media di 25 anni.

Il progetto prevede le seguenti azioni principali:

- la realizzazione della sezione 5 a carbone e di una nuova ciminiera comune alle sezioni 3, 4 e 5;
- la demolizione dell'attuale ciminiera comune alle sezioni 3 e 4;
- l'esercizio delle sezioni 3, 4 e 5 a carbone, dei due turbogas e la contestuale dismissione delle sezioni 1 e 2.

Le sorgenti sonore del gruppo 5 sono state quindi ipotizzate simili a quelle dei gruppi 3 e 4, e la loro potenza acustica è indicata in *Tabella 4.3.6.2i*.

Tabella 4.3.6.2i Potenza Sonora delle Sorgenti del Gruppo 5

Num	Descrizione Sorgente	Tipo Sorgente	Potenza Totale dB(A)
1	Fronte sala macchine gruppo 5	Puntiforme	102,3
2	Sala macchine e caldaia laterale Est gruppo 5	Puntiforme	112,5
3	Sala macchine e caldaia laterale Ovest gruppo 5	Puntiforme	112,5
4	Desox lato laterale Est gruppo 5	Puntiforme	112,5
5	Desox lato laterale Ovest gruppo 5	Puntiforme	112,5
6	Fronte Desox gruppo 5	Puntiforme	105,8
7	Mulino a carbone gruppo 5	Puntiforme	105,9
8	Servizi Desox gruppo 5	Areale	81,0

Come visto in precedenza, le sorgenti areali sono state simulate con più sorgenti, relative alle superfici laterali ed al tetto. Complessivamente il gruppo 5 è stato schematizzato con 12 sorgenti tra puntiformi ed areali, indicate in *Tabella* successiva.

Tabella 4.3.6.2l Spettro e Potenza Sonora delle Sorgenti del Gruppo 5

N° Sorg	Sorgente	Tipo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Pot. Sup. dB(A)/m ²	Potenza dB(A)
1	Servizi Desox gruppo 5 Sud	Area	55,0	62,0	63,6	67,8	71,5	68,0	63,1	54,6	50,4	75,2
2	Servizi Desox gruppo 5 tetto	Area	56,0	62,3	63,9	68,1	71,8	68,3	63,4	54,9	46,0	75,5
3	Servizi Desox gruppo 5 Est	Area	52,0	59,0	60,6	64,8	68,5	65,0	60,1	51,6	49,4	72,2
4	Servizi Desox gruppo 5 Nord	Area	55,0	62,0	63,6	67,8	71,5	68,0	63,1	54,6	50,5	75,2
5	Servizi Desox gruppo 5 Ovest	Area	55,0	62,0	63,6	67,8	71,5	68,0	63,1	54,6	52,4	75,2
6	Fronte sala macchine gruppo 5	Punto	89,0	92,5	93,9	98,2	92,6	94,5	86,3	75,5	102,3	102,3
7	Caldaia Laterale Est gruppo 5	Punto	82,0	89,8	101,0	100,0	101,0	104,0	104,0	109,0	112,5	112,5
8	Caldaia Laterale Ovest gruppo 5	Punto	82,0	89,8	101,0	100,0	101,0	104,0	104,0	109,0	112,5	112,5
9	Desox laterale Ovest gruppo 5	Punto	93,0	99,3	100,0	105,0	108,0	105,0	100,0	91,9	112,5	112,5
10	Desox Laterale Est gruppo 5	Punto	93,0	99,3	100,0	105,0	108,0	105,0	100,0	91,9	112,5	112,5
11	Fronte Desox gruppo 5	Punto	86,0	92,6	94,2	98,4	102,0	98,6	93,7	85,2	105,8	105,8
12	Mulino a carbone gruppo 5	Punto	84,0	89,8	95,5	99,3	100,0	100,0	91,4	77,5	105,9	105,9

L'ubicazione delle sorgenti sonore è indicata in *Figura 4.3.6.2b*. In *Tabella 4.3.6.2m* è quindi indicato il livello equivalente valutato agli edifici ubicati in località Cazza Larga, nella situazione futura ed attuale di riferimento.

Tabella 4.3.6.2mc Livello Equivalente nelle Abitazioni in Località Cazza Larga

Descrizione	Piano	Orient.	Leq Futuro dB(A)	Leq Attuale dB(A)	Differenza B(A)
Edificio 1	1	N	31,7	31,6	0,1
Edificio 1	2	N	33,4	32,9	0,5
Edificio 2	1	E	33,4	32,4	1,0
Edificio 2	2	E	35,3	34,2	1,1
Edificio 3	1	E	32,0	31,8	0,2
Edificio 3	2	E	34,1	33,7	0,4
Edificio 4	1	E	34,1	34,0	0,1
Edificio 4	2	E	36,2	35,9	0,3
Edificio 5	1	E	32,5	31,9	0,6
Edificio 5	2	E	33,4	32,3	1,1
Edificio 6	1	E	32,2	31,7	0,5
Edificio 6	2	E	33,9	33,3	0,6

Il livello equivalente futuro varia dal valore minimo pari a 31,7 dB(A) relativo al piano primo dell'edificio 1, al valore massimo pari a 36,2 dB(A) relativo al secondo piano dell'edificio 4. La differenza tra i valori attuali e futuro oscilla tra il valore minimo di 0,1 dB(A) relativo al piano primo dell'edificio 1, al valore massimo di 1,1 dB(A) relativo al secondo piano dell'edificio 2.

In Tabella 4.3.6.2n è indicato il livello equivalente stimato lungo il confine della Centrale.

Tabella 4.3.6.2n Livello Equivalente lungo il Confine

Descrizione	Leq Futuro dB(A)	Leq Attuale dB(A)	Differenza dB(A)
E1	56,7	60,8	-4,1
E2	60,2	60,5	-0,3
E3	56,6	56,7	-0,1
E4	62,4	61,3	1,1
E5	58,4	56,1	2,3
E6	63,0	62,5	0,5
E7	54,3	52,5	1,8
E8	57,2	56,5	0,7
E9	54,6	54,8	-0,2
E10	60,0	60,1	-0,1
E11	52,3	51,2	1,1
E12	56,6	52,3	4,3
E13	55,0	54,7	0,3
E14	57,3	58,1	-0,8
E15	54,2	57,6	-3,4
E16	52,0	56,2	-4,2
E17	46,5	50,2	-3,7
E18	41,0	45,9	-4,9
E19	42,7	52,6	-9,9
E20	48,4	58,3	-9,9

Il livello equivalente futuro varia dal valore di 41,0 dB(A) relativo alla postazione E18, al valore massimo pari a 63,0 dB(A) relativo alla postazione E6. La differenza tra i valori nella situazione futura ed attuale varia da -9,9 dB(A) relativo alla postazione E20, al valore massimo di +4,3 dB(A) relativo alla postazione E12.

Nelle *Figure 4.3.2.6d-e* sono riportate le isofoniche calcolate e la differenza tra isofoniche nello stato attuale e futuro.

Valutazione del Livello Differenziale presso gli Edifici Limitrofi alla Centrale

Per valutare il livello differenziale nella situazione post-operam, derivato dall'attivazione del gruppo 5 e dalla dismissione dei gruppi 1 e 2, si è calcolato per via analitica il rumore residuo detraendo, in modo logaritmico, dal valore misurato nella postazione C1 (unica postazione disponibile per il gruppo di edifici in località Cazza Larga) il contributo delle emissioni della *Centrale*, valutate nella condizione operativa relativa al tempo delle misure.

Si assume il valore residuo calcolato sia rappresentativo anche della situazione futura, poiché non sono avvenute e non sono previste modifiche sostanziali al clima acustico, ad esclusione di quelle derivanti dalle operazioni di *Centrale*.

Nelle *Tabelle 4.3.6.2o-p* è indicato, per il periodo diurno e notturno, il livello equivalente misurato nella postazione C1, il livello equivalente dovuto alla *Centrale* (calcolato) e la stima del rumore residuo.

Tabella 4.3.6.2o Rumore Residuo nel Periodo Diurno

Edificio	Piano	Direzione	Valore misurato dB(A)	Leq Centrale Calcolato dB(A)	Rumore Residuo dB(A)
Edificio 1	1	N	51,4	30,5	51,4
Edificio 1	2	N	51,4	31,6	51,4
Edificio 2	1	E	51,4	31,3	51,4
Edificio 2	2	E	51,4	33,3	51,3
Edificio 3	1	E	51,4	30,5	51,4
Edificio 3	2	E	51,4	32,6	51,3
Edificio 4	1	E	51,4	32,7	51,3
Edificio 4	2	E	51,4	34,8	51,3
Edificio 5	1	E	51,4	30,6	51,4
Edificio 5	2	E	51,4	30,8	51,4
Edificio 6	1	E	51,4	30,5	51,4
Edificio 6	2	E	51,4	32,2	51,3

Tabella 4.3.6.2p Rumore Residuo nel Periodo Notturno

Edificio	Piano	Direzione	Valore misurato dB(A)	Leq Centrale Calcolato dB(A)	Rumore Residuo dB(A)
Edificio 1	1	N	41,0	30,5	40,6
Edificio 1	2	N	41,0	31,6	40,5
Edificio 2	1	E	41,0	31,3	40,5
Edificio 2	2	E	41,0	33,3	40,2
Edificio 3	1	E	41,0	30,5	40,6
Edificio 3	2	E	41,0	32,6	40,3
Edificio 4	1	E	41,0	32,7	40,3
Edificio 4	2	E	41,0	34,8	39,8
Edificio 5	1	E	41,0	30,6	40,6
Edificio 5	2	E	41,0	30,8	40,6
Edificio 6	1	E	41,0	30,5	40,6
Edificio 6	2	E	41,0	32,2	40,4

Assumendo un rumore residuo come sopra calcolato, è stato valutato il valore del livello differenziale complessivo (indotto dalla *Centrale*) presso tutti gli edifici.

Tabella 4.3.6.2q Livello Differenziale nella Situazione Futura. Periodo Diurno

Rumore Residuo dB(A)	Ricettore	Piano	Orient	Leq Centrale dB(A)	Immissioni Totali dB(A)	Differenziale dB(A)
51,4	Edificio 1	1	N	31,8	51,4	0,0
51,4	Edificio 1	2	N	33,4	51,4	0,1
51,4	Edificio 2	1	E	33,1	51,4	0,1
51,3	Edificio 2	2	E	34,2	51,4	0,1
51,4	Edificio 3	1	E	32,1	51,4	0,1
51,3	Edificio 3	2	E	34,1	51,4	0,1
51,3	Edificio 4	1	E	34,1	51,4	0,1
51,3	Edificio 4	2	E	36,2	51,4	0,1
51,4	Edificio 5	1	E	32,3	51,4	0,1
51,4	Edificio 5	2	E	33,1	51,4	0,1
51,4	Edificio 6	1	E	32,2	51,4	0,1
51,3	Edificio 6	2	E	33,9	51,4	0,1

Tabella 4.3.6.2r Livello Differenziale nella Situazione Futura. Periodo Notturno

Rumore Residuo dB(A)	Ricettore	Piano	Orient	Leq Centrale dB(A)	Immissioni Totali dB(A)	Differenziale dB(A)
40,6	Edificio 1	1	N	31,8	41,1	0,5
40,5	Edificio 1	2	N	33,4	41,2	0,8
40,5	Edificio 2	1	E	33,1	41,2	0,7
40,2	Edificio 2	2	E	34,2	41,2	1,0
40,6	Edificio 3	1	E	32,1	41,2	0,6
40,3	Edificio 3	2	E	34,1	41,3	0,9
40,3	Edificio 4	1	E	34,1	41,2	0,9
39,8	Edificio 4	2	E	36,2	41,4	1,6
40,6	Edificio 5	1	E	32,3	41,2	0,6
40,6	Edificio 5	2	E	33,1	41,3	0,7
40,6	Edificio 6	1	E	32,2	41,2	0,6
40,4	Edificio 6	2	E	33,9	41,3	0,9

L'esame delle precedenti tabelle evidenzia quanto segue:

- Presso tutti i ricettori posti lungo il confine di *Centrale* o in Località *Cazza Larga* i limiti assoluti sono rispettati;
- nel periodo notturno, il più critico per quanto inerente il limite riferito al differenziale, i ricettori in Località *Cazza Larga* sono caratterizzati da un livello differenziale massimo stimato in 1 dB(A), contro un limite vigente di 3 dB(A).

In conclusione, le opere previste non alterano in modo significativo il clima acustico esistente, che è di assoluta buona qualità.

Si sottolinea inoltre che nelle aree poste a ovest - nord ovest della *Centrale*, caratterizzate da un elevato grado di protezione ambientale i livelli di pressione sonora indotta dal funzionamento dell'impianto sono inferiori a 35 dB(A) nel punto più esposto e inferiori a 30 dB(A) quasi ovunque.

4.3.6.3 Vibrazioni

Per la componente vibrazioni, data l'ubicazione periferica dell'impianto rispetto ai ricettori sensibili e la tipologia del progetto, si esclude qualsiasi impatto sull'ambiente circostante, essendo i fenomeni vibratorii limitati esclusivamente a una parte della sola fase di cantiere. In particolare, la necessità di garantire la sicurezza dell'impianto e dei suoi componenti implica un controllo alla sorgente tale che, durante l'esercizio, non è ipotizzabile una perturbazione significativa verso l'esterno.

4.3.7 *Traffico*

4.3.7.1 *Fase di Cantiere*

Le attività di cantiere avranno una durata di circa 42 mesi, con l'impiego di circa 400 persone.

Il traffico veicolare indotto della realizzazione del progetto sarà composto da veicoli leggeri per il trasporto di persone e da alcuni mezzi di trasporto collettivo e da veicoli presunti per il trasporto dei materiale.

Nella *Tabella 4.3.7.1a* si riportano il numero di mezzi pesanti stimato per la realizzazione dell'*Opera*.

Tabella 4.3.7.1a *Numero di Mezzi Pesanti Stimato per la Realizzazione dell'Opera*

Attività di cantiere	Numero mezzi pesanti (n. autocarri)
Autocarri per movimentazione terra/inerti	5.300
Betoniere	3.500*
Trasporto materiale da costruzione	Circa 5.000
Trasporto eccezionale	10
(*) in alternativa si prevede un impianto di betonaggio in cantiere e movimento di circa 2.500 camion.	

Per qualche componente del nuovo impianto potrà essere interessato anche il traffico marittimo, per il quale non sono comunque previste variazioni di rilievo.

Considerando la durata del cantiere, l'aumento del traffico giornaliero dovuto alla realizzazione del progetto sarà limitato. L'impatto sulla componente è quindi considerato non significativo.

4.3.7.2 *Fase di Esercizio*

Grazie alla dismissione delle sezioni 1 e 2, si osserverà una diminuzione del traffico marittimo per l'approvvigionamento di olio combustibile, che passerà dalle attuali 8 navi/anno a 1-2 navi/anno.

Il numero di navi carboniere per il trasporto di carbone subirà un incremento, passando dalle attuali 30 navi/anno alle circa 45 navi/anno.

I trasporti sopra riportati sono calcolati considerando navi con la stessa capacità di carico, sono quindi indicativi in quanto dipendenti dalla tipologia di navi di volta in volta utilizzata.

Nella *Tabella 4.3.7.2a* si riporta il confronto tra i dati relativi al trasporto veicolare nella situazione attuale e in quella futura.

Tabella 4.3.7.2a *Numero di Automezzi Impiegati in Centrale nello Stato Attuale e nello Stato Futuro*

Componente	Stato Attuale	Stato Futuro
Gasolio	354 automezzi/anno	374 automezzi/anno
Gesso	522 automezzi/anno	2.700 automezzi/anno
Ceneri	10.602 automezzi/anno	13.000 automezzi/anno
Fanghi	692 automezzi/anno	650 automezzi/anno
Calcare	677 automezzi/anno	1.700 automezzi/anno
Ammoniaca al 24%	360 automezzi/anno	1.000 automezzi/anno
Altri rifiuti	158 automezzi/anno	160 automezzi/anno

Complessivamente quindi, a fronte di un leggero incremento del traffico navale, si assisterà ad una sensibile riduzione delle navi per l'approvvigionamento dell'olio combustibile. Questo comporterà una significativa riduzione dei rischi per l'ambiente, in un'area di particolare pregio sensibilità come il golfo dell'Asinara, dovuti ad eventi incidentali che possono coinvolgere queste navi.

I trasporti via terra subiranno invece un aumento che tuttavia non è ritenuto significativo.

La realizzazione del progetto porterà quindi ad una riduzione degli impatti sulla componente.

Di conseguenza il differenziale d'impatto rispetto alla situazione attuale è valutato come positivo.

4.3.8 *Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti*

Nella configurazione futura la *Centrale* di Fiume Santo sarà, come per la configurazione attuale, connessa alla Rete di Trasmissione Nazionale tramite elettrodotto aereo e il punto di consegna sarà situato all'interno dell'area dell'impianto.

Il campo elettromagnetico nella configurazione futura non varierà in modo apprezzabile rispetto alla configurazione di riferimento. Considerando inoltre che le linee di *Centrale* sono interne al *sito* e che non sono presenti abitazioni o altri ricettori sensibili in prossimità dell'impianto, non si prevedono impatti significativi sulla componente.

4.3.9 *Paesaggio*

Nel caso specifico della installazione di una nuova sezione a carbone da 410 MW di cui tratta il presente *Studio di Impatto Ambientale*, si va ad innescare una situazione tipizzata da aspetti di carattere intermedio dal punto di vista dell'analisi paesaggistica.

In effetti si tratta di nuove realizzazioni, ovvero di volumi tecnologici che vanno ad unirsi ad altri già esistenti. Occorre però considerare che tali cubature non risultano ubicate in un contesto privo di strutture analoghe, bensì inserite in un ambito territoriale circoscritto, dedicato, come si è visto, da decenni all'insediamento di impianti per la produzione di energia elettrica, sia per quanto attiene al *sito* di *Centrale*, sia riguardo alle infrastrutture per la trasmissione e la distribuzione dell'energia prodotta, nonché alle presenze industriali diffuse sul territorio circostante.

In quanto alle oggettive variazioni di volume che andrebbero ad innescarsi, occorre considerare che a fronte di circa 555.000 m³ ascrivibili agli ingombri fisici delle nuove costruzioni, risultano circa 275.000 m³ corrispondenti alle demolizioni previste relativamente alle attualmente esistenti sezioni 1 e 2, con un saldo effettivo di nuove cubature per circa 280.000 m³.

Attualmente ciò che caratterizza paesaggisticamente l'assetto impiantistico della *Centrale* di Fiume Santo è la presenza di due camini posti indicativamente agli estremi orientale ed occidentale dell'area di *Centrale* alti 150 metri e 200 metri. A seguito delle trasformazioni dei due gruppi ad olio combustibile, i due camini saranno sostituiti da un solo camino alto 180 metri, posto sul lato orientale dell'area di stabilimento, ossia verso l'insediamento ENICHEM. Oltre a passare da due strutture ad una, si segnala anche che il nuovo camino è dimensionalmente inferiore al camino più grosso attualmente in esercizio.

In considerazione del fatto che, dal punto di vista della fruizione percettiva, gli elementi di maggiore visibilità risultano essere i camini, l'assetto proposto determinerà una riduzione oggettiva dell'intrusione, anche tenendo conto che andrà aggiunta la cubatura corrispondente alla nuova sezione n.5 (essenzialmente caldaia, sala macchine, sistemi di abbattimento ed edifici ausiliari) la quale, per altro, sarà contermina alle due sezioni a carbone esistenti, dimensionalmente analoga ed architettonicamente omogenea.

Andranno inoltre demoliti, insieme al camino, anche i volumi relativi alle attuali sezioni 1 e 2 che seppur non particolarmente visibili per la quota di imposta ribassata rispetto alle aree circostanti la *Centrale*, cesseranno comunque di fare parte del profilo d'orizzonte visibile da un potenziale fruitore.

A verifica di quanto sopra esposto e sulla base delle risultanze scaturite dall'analisi paesaggistica, sono stati scelti quattro punti di vista (A, B, C e D), caratterizzati da una relativa potenzialità di fruizione visiva (*Figura 4.2.9.2a*), dai quali sono state effettuate altrettante simulazioni fotografiche, per un confronto tra la situazione visuale attuale e quella successiva alla realizzazione del progetto di cui trattasi.

Essi sono stati scelti in aree non lontane dalla *Centrale* (foto 29, 22, 10, 5), in quanto è stato riscontrato che, considerata la contestualizzazione

dell'impianto nel suo insieme, già da media distanza la *Centrale* tende a dissimularsi sul filo dell'orizzonte. Tale fenomeno cresce all'aumentare della distanza, come è possibile osservare dalle foto 36, 167, 26 e 62.

Nel dettaglio i punti di ripresa fotografica utilizzati per i fotoinserimenti sono:

- Fotosimulazione A (*Figura 4.2.9.2a* - Foto 29 e *Figura 4.3.9a* - Punto di vista A): dalla spiaggia antistante lo Stagno di Pilo, a Nord-Ovest della *Centrale*;
- Fotosimulazione B (*Figura 4.2.9.2a* - Foto 22 e *Figura 4.3.9b* - Punto di vista B): dalla sponda occidentale dello Stagno di Pilo, ad Ovest della *Centrale*;
- Fotosimulazione C (*Figura 4.2.9.2a* - Foto 10 e *Figura 4.3.9c* - Punto di vista C): dalla strada per Pozzo S. Nicola, ad Ovest della *Centrale*;
- Fotosimulazione D (*Figura 4.2.9.2a* - Foto 5 e *Figura 4.3.9d* - Punto di vista D): dalla strada di collegamento con il polo Enichem, a Sud-Est della *Centrale*.

L'analisi delle fotosimulazioni conferma quanto esposto precedentemente.

Il progetto prevede nuove realizzazioni di volumi tecnologici, che vanno ad unirsi ad altri analoghi già esistenti e prevede l'eliminazione di volumi parimenti tecnologici per circa la metà di quelli da realizzare.

Di conseguenza l'impatto relativo alla componente Paesaggio può essere stimato come "nullo" se non "positivo", in quanto a seguito delle modifiche progettuali si viene a ridurre la percezione visiva della *Centrale*.

In fase realizzativa sarà in ogni caso tenuto conto dell'utilizzo di tinteggiature idonee per i nuovi impianti, in modo da renderli del tutto omogenei con l'assetto cromatico delle strutture esistenti.

Il controllo degli impatti ipotizzati nel presente Studio di Impatto Ambientale sarà effettuato utilizzando sistemi di controllo e monitoraggio già attivi in *Centrale*.

Essi sono costituiti da:

- sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni in aria di biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio e polveri;
- rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria;
- sistema di monitoraggio degli scarichi idrici (in continuo, attraverso ITAR) per i parametri chimico-fisici;
- monitoraggio periodico delle acque sotterranee.

Il monitoraggio continuo è effettuato al fine di ricondurre, mediante opportuni interventi, eventuali scostamenti ai livelli individuati nell'analisi previsiva.

La Valutazione d'Incidenza si propone di valutare gli eventuali effetti indotti dal progetto di realizzazione della sezione n. 5 e della contestuale dismissione delle sezioni n. 1 e 2 della *Centrale* di Fiume Santo sui siti della rete Natura 2000, costituiti dall'insieme dei Siti di Interesse Comunitario (SIC) e delle Zone di Protezione Speciale (ZPS).

La presente relazione fornisce, in forma correlata alle indagini e valutazioni sviluppate nello *Studio di Impatto Ambientale (SIA)*, tutti gli elementi necessari alla valutazione, all'interno della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), dell'incidenza del progetto in esame sulle aree pSIC e ZPS.

Nella presente Valutazione di Incidenza, a seguito di una analisi preventiva sulle ricadute di inquinanti al suolo, si studieranno tutte le aree ricadenti in un raggio di 12 km dalla *Centrale*.

Nella *Tabella 6.1a* si riportano le aree ZPS e pSIC oggetto della presente valutazione con relativa distanza dalla *Centrale*.

Tabella 6.6.1a *Distanze tra le Aree Natura 2000 rispetto alla Centrale di Fiume Santo*

pSIC/ZPS	Nome Sito	Cod. Natura 2000	Distanza dallo Stabilimento	Direzione
pSIC	Stagno di Pilo e Casaraccio	ITB010002	0 km	NE
pSIC	Stagno e Ginepreto di Platamona	ITB010003	9 km	E
pSIC	Coste ed Isolette a Nord Ovest della Sardegna	ITB010002	5,2 km	NE

I confine delle Aree Natura 2000 oggetto della presente valutazione sono riportati in *Figura 2.2.3a* "Carta dei Vincoli".

6.1.1 *Inquadramento Normativo*

La *Valutazione di Incidenza*, oggetto dell'art. 6 della direttiva "Habitat" 92/43/CEE, è una procedura che individua e valuta gli effetti di un piano o di un progetto sui *Siti di Importanza Comunitaria (SIC)* e nelle *Zone a Protezione Speciale (ZPS)*.

Tale *Direttiva* ha infatti tra i suoi principali obiettivi quello della salvaguardia della biodiversità attraverso la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche sul territorio europeo (art. 2, comma 1). La conservazione è assicurata mediante il mantenimento o il ripristino dei siti

che, ospitando habitat e specie segnalate negli elenchi riportati negli *Allegati I e II* della direttiva stessa, compongono la *Rete Natura 2000*, ossia la *Rete Ecologica Europea* (art. 3).

Per poter assicurare la conservazione dei siti della *Rete Natura 2000*, non trascurando le esigenze d'uso del territorio, la *Direttiva*, all'art. 6, stabilisce disposizioni riguardanti sia gli aspetti gestionali, sia l'autorizzazione alla realizzazione di piani e progetti, anche non direttamente connessi con la gestione del sito, ma suscettibili di avere effetti significativi su di esso (art. 6, comma 3).

A livello nazionale, la *Valutazione di Incidenza* è l'oggetto dell'art. 6 del D.P.R. n. 357 del 08/09/1997, recepimento nella legislazione italiana della *Direttiva Habitat*, che riprende le indicazioni contenute nell'art. 6 della *Direttiva* e demanda la valutazione alle autorità competenti a rilasciare le autorizzazioni relative ai piani territoriali, urbanistici e di settore e ai progetti riferibili alle tipologie indicate dalla normativa collegata alla *VIA*.

La *Valutazione di Incidenza* deve essere fatta in riferimento a condizioni ambientali specifiche agli elementi per cui il sito è stato classificato, ossia agli habitat e alle specie presenti nel sito, indicate agli *Allegati I e II* della *Direttiva*, e a tutto quanto si relaziona e condiziona questi ultimi.

Da una lettura dell'art. 5 comma 4 del D.P.R. 357/97, così come modificato dal D.P.R. n.120 del 12/03/2003, si evince che per i progetti assoggettati a procedura di *VIA*, che interessano le aree protette della *Rete Natura 2000*, la *Valutazione di Incidenza* è ricompresa nell'ambito della predetta procedura che, in tal caso, considera anche gli effetti diretti ed indiretti dei progetti sugli habitat e sulle specie per i quali detti siti e zone sono stati individuati.

In particolare, il *SIA* predisposto dal proponente deve contenere gli elementi relativi alla compatibilità del progetto con le finalità conservative previste dal D.P.R. 357/97, facendo riferimento agli indirizzi indicati nel suo *Allegato G*.

Risulta tuttavia necessario fornire, all'interno del *SIA*, l'evidenza dei risultati della *Valutazione di Incidenza* sulle aree *SIC e ZPS* degli effetti di tali piani o progetti.

6.1.2 *Contenuti della Valutazione di Incidenza*

La metodologia seguita per la redazione di questo documento è conforme a quanto prescritto nella Guida Metodologica "Valutazione di Piani e Progetti aventi un'incidenza significativa sui siti della rete Natura 2000 - Guida Metodologica alle disposizioni dell'art. 6, paragrafi 3 e 4 della direttiva Habitat 92/43 CEE" redatta dalla *Oxford Brookes University* per conto della Commissione Europea DG Ambiente.

Nel seguito si riporta un breve riassunto della struttura del presente documento, le cui linee guida si rifanno a quanto esposto nell' *Allegato G* del *Decreto del Presidente della Repubblica N° 357/97*.

- Caratteristiche del progetto. In particolare sono descritti i seguenti aspetti:
 - tipologia delle opere;
 - ambito di riferimento;
 - complementarietà con altri piani o progetti;
 - uso delle risorse naturali;
 - produzione di rifiuti;
 - inquinamento e disturbi ambientali;
 - rischio di incidenti per quanto riguarda le sostanze e tecnologie utilizzate.

- *Area Vasta* di Influenza del progetto e analisi delle interferenze con il sistema ambientale:
 - descrizione dello stato attuale dell'ambiente naturale delle aree oggetto della Valutazione d'Incidenza con una analisi delle principali emergenze floristiche, vegetazionali e faunistiche. Per ogni area protetta si riporta, se disponibile, la lista degli habitat e delle specie (animali e vegetali) di interesse comunitario elencate rispettivamente negli *Allegati I e II* della *Direttiva 92/43/CEE*;
 - analisi delle interferenze sulle componenti abiotiche delle aree protette;
 - analisi delle interferenze sulle componenti biotiche delle aree protette.

6.2 CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

Per una descrizione del progetto si rimanda al *Quadro di Riferimento Progettuale* in cui si descrivono, oltre alle caratteristiche progettuali dell'impianto, le fonti principali di inquinamento e di disturbi ambientali della stesso. Inoltre sono quantificati i rifiuti prodotti, nonché il tipo e la quantità di risorse naturali utilizzate nelle fasi di cantiere e di esercizio della *Centrale*.

Per quel che riguarda la complementarietà con altri piani e progetti si rimanda al *Quadro di Riferimento Programmatico*.

6.3 STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE NATURALE DELLE AREE OGGETTO DI VALUTAZIONE DI INCIDENZA ED ANALISI DELLE INTERFERENZE DEL PROGETTO

6.3.1 Descrizione dello Stato Attuale dell'Ambiente Naturale delle Aree pSIC e ZPS Esaminate

6.3.1.1 Inquadramento Generale

Il territorio in cui si inseriscono le aree pSIC oggetto della presente Valutazione di Incidenza rientra nei comuni di Sassari, Porto Torres e Stintino

e comprende parte del Golfo dell'Asinara e della penisola di Stintino. L'area nel suo insieme presenta sia ambienti costieri che collinari.

La penisola di Stintino ha coste sabbiose e uniformi sul lato prominente il Golfo dell'Asinara e rocciose e frastagliate, con un'altezza variabile dai 10 ai 150 m verso occidente. Nella penisola sono presenti ambienti assai differenti quali: modesti rilievi collinari con altezza inferiore ai 200 m. s.l.m., aree umide di grande interesse naturalistico, quali gli stagni di Pilo e Casaraccio, e terreni bonificati per l'agricoltura.

L'entroterra a sud della penisola di Stintino è contraddistinto dalla presenza di ampi tavolati da cui emergono i rilievi più alti dell'area quali il M. Amaro (342 m.). L'area è contraddistinta da una attività antropica di tipo agricolo - pastorizio.

Lungo la costa ad occidente di Porto Torres è individuabile l'area soggetta alla maggiore pressione antropica. Infatti qui si viene a collocare l'area industriale di cui la Centrale termoelettrica di Fiume Santo è parte. Nello specifico è situata sulla riva sinistra del fiume Santo all'estremo occidentale della zona industriale.

Ad esclusione dell'area industriale di Porto Torres il territorio costiero del Golfo dell'Asinara ha un notevole valore sia dal punto di vista turistico che naturalistico. In direzione Nord Ovest sono presenti aree di interesse turistico lungo la costa che si sviluppa di fronte all'isola dell'Asinara che, insieme ad isole minori e ad un'ampia zona di mare, è tutelata in quanto Parco Nazionale.

6.3.2 *pSIC "Stagno di Pilo e di Casaraccio" ITB010043*

Ampia area stagnale di retrospiaggia compresa tra il cordone di spiaggia che si sviluppa con andamento rettilineo in direzione Sud-Est, Nord-Ovest e le propaggini settentrionali dei rilievi miocenici del Turritano occidentale.

Le due aree stagnali sono raccordate da un corpo sabbioso interno che si eleva per 3-4 m sul livello del mare, caratterizzato da una successione di due o talora tre cordoni di spiaggia paralleli, tra i quali si formano ristagni d'acqua temporanei.

Lo stagno di Pilo (1,2 km²) si localizza nella porzione meridionale dell'area pSIC, nella zona adiacente al polo industriale di Porto Torres mentre lo stagno di Casaraccio (7,5 ha) è sito poco prima dell'abitato di Stintino.

La vegetazione presente è caratterizzata in maniera predominante dalla presenza di specie alofile e psammofile. Tra le associazioni vegetazionali più importanti si rileva la presenza del *Posidonetum oceanicae*, associazione "climax" dei fondi marini mediterranei (habitat prioritario secondo la Direttiva 92/43 Unione Europea), lo *Schoeno nigricantis-Plantagnetum crassifoliae*,

associazione molto vulnerabile e molto rara presente a nord dello stagno di Pilo, *Atriplicetum hastato-tornabaeni*, associazione ipereutrofica rara in tutto il Mediterraneo che qui cresce tra Ezi Mannu e il canale a mare della laguna di Casaraccio e il *Sileno corsicae-Elytrigetum juncea*, associazione endemica sardo-corsa. Oltre alle associazioni appena menzionate si ricorda la presenza del *Phragmitetum* e dell'*Ammophiletum*.

Tra le specie censite di pregio o endemiche si ricordano: *Juniperus phoenicea*, che cresce sulle dune stabili (habitat prioritario secondo la Direttiva 92/43 Unione Europea), *Helichrysum italicum* ssp. *microphyllum*, *Armeria pungens*, *Ononis natrix* ssp. *ramosissima*, *Ephedra distachya*, *Silene corsicae* (endemismo sardo-corso), *Santolina corsica* (endemismo sardo-corso), *Limonium laetum* (presente solamente nell'area pSIC e sull'isola dell'Asinara), *Crepis vesicaria* subsp. *Taraxacifolia*. È segnalata anche la presenza di *Anchusa crispa* e *Centaurea horrida*, specie segnalate nell'Allegato II della Direttiva Habitat come prioritarie.

Il sito è noto per la presenza di una avifauna numerosa. Nei prati attorno alla centrale eolica nidificano numerose Albanelle minori (*Circus pygargus*) ed in inverno sverna anche l'Albanella reale (*Circus cyaneus*). Nella zona sono presenti la Gallina prataiola (*Tetrax tetrax*) e l'Occhione (*Burhinus oediconemus*). Tra i canneti dello Stagno di Pilo dimorano il Pollo sultano (*Porphyrio porphyrio*), l'Airone rosso (*Ardea purpurea*), il Tarabuso (*Botaurus stellaris*) e la Gru (*Grus grus*), a cui si associano in inverno la Spatola (*Platalea leucorodia*), il Fenicottero (*Phoenicopterus ruber*) e l'Airone guardabuoi (*Bubulcus ibis*). Presso l'ansa sud dello stagno, in una cava di sabbia abbandonata, è segnalata la presenza di una colonia di Gruccioni (*Merops apiaster*) che in alcuni anni arriva a 200-220 coppie. Nello stagno nidificano anche lo Svasso maggiore (*Podiceps cristatus*), numerosi Germani reali (*Anas platyrhynchos*) e i Tuffetti (*Tachybaptus ruficollis*). Sulla sponda nord dello stagno, in prossimità della riva del mare, depongono le uova coppie di Fraticello (*Sterna albifrons*) e Fratino (*Charadrius alexandrinus*). D'inverno lo stagno è un'importante zona di svernamento per gli anatidi, quali Morette (*Aythya fuligula*), Moriglioni (*Aythya ferina*), Canapiglie (*Anas strepera*), Alzavole (*Anas crecca*) e qualche migliaio di Folaghe (*Fulica atra*). Sono anche presenti Sterne (*Sterna* spp.), Aironi (*Ardea* spp.), Cormorani (*Phalacrocorax carbo*) e il Falco pescatore (*Pandion haliaetus*).

Presso lo stagno di Casaraccio sono stati avvistati l'Edredone, il Quattrocchi, la Cicogna nera (*Ciconia nigra*), lo Smeriglio (*Falco columbarius*, Merlin), lo Smergo minore (*Mergus serrator*) e la Gru (*Grus grus*), i Fenicotteri, lo Svasso piccolo (*Podiceps nigricollis*), lo Svasso maggiore, il Chiurlo maggiore (*Numenius arquata*), il Chiurlo piccolo (*Numenius phaeopus*), la Sterna comune (*Sterna hirundo*), il Cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*), il Gheppio (*Falco tinnunculus*) e il Barbagianni (*Tyto alba*).

Tra i rettili è segnalata la presenza della *Testudo graeca*, *Testudo hermanni*, *Testudo marginata*, *Phyllodactylus europaeus* e *Emys orbicularis*. Tutte specie elencate nell'Allegato II della Direttiva Habitat.

Nella *Tabella 6.3.2a* si riportano i dati generali dell'area pSIC ITB010002 "Stagno di Pilo e Casaraccio".

Tabella 6.3.2a *Dati generali dell'area pSIC "Stagno di Pilo e Casaraccio"*

Caratteristiche Generali del Sito Natura 2000	
Anno di istituzione dell'area SIC	09-1995
Data compilazione schede	03-2004
Superfici (ha)	1879
Altezza minima	0
Altezza massima	0
Altezza media	0
Tipo Sito*	E
Provincia	SS
Comune	Porto Torres e Stintino
Codice Natura 2000**	ITB010002
Regione biogeografia***	Mediterranea

Legenda:

* Tipo Sito: Codice relativo alle possibili relazioni territoriali tra le aree S.I.C. e le Z.P.S (Tipo E: sito proponibile come SIC che confina con un altro sito Natura 2000 che può essere una ZPS o un sito proponibile come SIC di una diversa regione amministrativa).

**Codice sito Natura 2000: Codice alfa-numerico di 9 campi: le prime due lettere indicano lo Stato membro (IT), le prime due cifre indicano la regione amministrativa, la terza cifra indica la provincia, le ultime tre cifre identificano il singolo sito.

***Regione biogeografica: Appartenenza del sito al tipo di regione biogeografica così come definito dal Comitato Habitat (Alpina, Continentale, Mediterranea).

Nell'*Allegato 6A* si riportano il *Formulario Standard* dell'area pSIC ITB010002 "Stagno di Pilo e di Casaraccio" comprensivo delle schede descrittive degli habitat e delle specie in esso presenti.

6.3.3 *pSIC "Coste e Isolette a Nord Ovest della Sardegna" ITB010043*

L'area pSIC include tutto il territorio costiero da Capo Falcone a Punta Furano, includendo l'ambiente marino antistante la costa e parte dell'entroterra della penisola di Stintino.

La costa si presenta come una falesia caratterizzata da pareti verticali alte anche 150 metri costituite da rocce metamorfiche, nella porzione settentrionale della penisola, e calcareo aranacee, nella porzione meridionale. L'entroterra è costituito da basse colline che non superano i 200 metri di altezza.

Diverse sono le specie vegetali di pregio presenti nell'area. Nella porzione di mare antistante la costa sono ancora presenti superfici in cui cresce la Posidonia (*Posidonia oceanica*). Sulle scogliere e sui pendii detritici alla loro base si rinvencono specie casmofite e alofile appartenenti all'associazione del *Crithmo-Limonietum acutifolii*, tra cui si segnala *Crithmum maritimum*, *Limonium acutifolium*, *Limonium nymphaeum*, *Camphorosma monspeliaca* e *Frankenia laevi*.

Nell'aree sommitali delle falesie, prima della macchia dominata da formazioni a *Juniperus turbinata* e *Juniperus spp.*, si rinviene una gariga dove è presente

un'alta concentrazione di endemismi. Nella zona settentrionale dell'area, in corrispondenza di substrati metamorfici si rinviene *Evax rotundata*, specie endemica sardo-corsa dell'associazione *Catapodio marini-Eoacetum rotundatae*, altra specie endemica ma che cresce su suoli a granulometria fine, è la *Nananthea perpusilla*. La penisola di Stintino, ospita una delle poche aree dove cresce la gariga a Fiordaliso spinoso (*Centaurea horrida*). Altre associazione che si rinvengono più verso l'interno rispetto al *Centauretum horridae*, sono la *Stachydi glutinosae - Genistetum corsicae*, caratterizzato dalla presenza dell'endemica *Stachys glutinosa*, *Euphorbio pithyusae - Helichrysetum microphyli*, con l'endemica *Helichrysum italicum ssp. Microphyli*.

Le falesie rocciose e le isolette antistanti la costa ospitano un discreto numero di uccelli tra cui: il Marangone dal ciuffo (*Phalacrocorax aristotelis*), il Gabbiano reale (*Larus argentatus*), il raro Gabbiano corso (*Larus audouinii*), la Berta maggiore (*Calonectris diomedea*) e la Berta minore (*Puffinus puffinus*). Sulla costa rocciosa del promontorio, che dall'Isola dei Porri arriva fino a Capo Falcone, sono stati censiti i nidi di quattro coppie di Falco pellegrino (*Falco peregrinus*, densità di nidi per km² tra le più alte d'Italia). Sono anche presenti i Piccioni selvatici (*Columba livia*), la pernice sarda (*Alectoris barbata*), il Grillaio (*Falco naumanni*), l'uccello delle tempeste (*Hydrobates pelagicus*). È stato anche segnalata la presenza del ormai raro Grifone (*Gyps fulvus*). Tra i rettili si segnala la presenza della Tartaruga comune (*Testudo hermanni*), del Tarantolino (*Phyllodactylus europaeus*), della Tarantola muraiola (*Tarantola mauritanica*). I mammiferi più comuni sulle scogliere sono i Chirotteri come il Rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*), il Rinolofo euriale (*Rhinolophus euryale*), il Vespertilio smarginato (*Myotis emarginatus*) e il Vespertilio maggiore (*Myotis myotis*). Nelle aree più interne verso la costa sono presenti la Martora (*Martes martes*), il Gatto selvatico (*Felis silvestris*) e il cinghiale (*Sus scrofa*).

L'area è uno delle ultime zone dove si trova la farfalla endemica *Papilio hospiton*.

Nella *Tabella 6.3.3a* si riportano i dati generali dell'area pSIC ITB010043 "Coste e Isolette a Nord Ovest della Sardegna".

Tabella 6.3.3a *Dati generali dell'area pSIC "Coste ed Isolette a Nord Ovest della Sardegna"*

Caratteristiche Generali del Sito Natura 2000	
Anno di istituzione dell'area SIC	09-1995
Data compilazione schede	06-2004
Superfici (ha)	3731
Altezza minima	0
Altezza massima	189
Altezza media	
Tipo Sito*	E
Provincia	SS
Comune	Porto Torres, Stintino
Codice Natura 2000**	ITB010043
Regione biogeografia***	Mediterranea

Caratteristiche Generali del Sito Natura 2000

Legenda:

* Tipo Sito: Codice relativo alle possibili relazioni territoriali tra le aree S.I.C. e le Z.P.S (Tipo E: sito proponibile come SIC che confina con un altro sito Natura 2000 che può essere una ZPS o un sito proponibile come SIC di una diversa regione amministrativa).

**Codice sito Natura 2000: Codice alfa-numericò di 9 campi: le prime due lettere indicano lo Stato membro (IT), le prime due cifre indicano la regione amministrativa, la terza cifra indica la provincia, le ultime tre cifre identificano il singolo sito.

***Regione biogeografica: Appartenenza del sito al tipo di regione biogeografica così come definito dal Comitato Habitat (Alpina, Continentale, Mediterranea).

Nell'Allegato 6A si riporta il Formulário Standard dell'area pSIC IT3330004 "Foce del Timavo", comprensivo delle schede descrittive degli habitat e delle specie in esso presenti.

6.3.4 *pSIC "Stagno e Ginepreto di Platamona" ITB010003*

Stagno-laguna di forma allungata, separato dal mare da un cordone sabbioso. Area di particolare importanza naturalistica per la presenza di tre habitat prioritario la cui rappresentatività è segnalata come eccellente.

Il cordone sabbioso è caratterizzato dalla presenza di specie psammofile quali *Agropyron juniceum*, *Ammophila arenaria*, *Crucianella marittima*, *Ononis ramosissima*, *Astragalus massili*. Sulla dune stabili si rinvencono anche *Juniperus oxicoedrus* e altri elementi di macchia appartenenti al *Juniperum Lentichetum*. Tra le specie tipiche di ambienti umidi è di particolare interesse la presenza del Giunco nero (*Schoenus nigricans*), in quanto è l'unico sito in tutta la Sardegna in cui lo si trova. Le specie elofite dominanti sono il *Cladium mariscus* e la *Phragmites australis*. Tra le idrofite la più comune è *Potamogeton pectinata*. Ai margini dello stagno sono presenti residui di boscaglia a *Salix spp*, *Populus spp*, *Tamarix spp* e residui di vegetazione xerofila con *Chamaerops humilis*.

Tra le specie vegetali presenti ci sono diversi endemismi tra cui *Arum pictum*, *Astragalus terracianoi*, *Euphorbia cupanii*, *Tennista corsica*, *Ornithogalum corsicum*, *Silene corsica* e *Urtica atrovirens*.

Tra l'avifauna che popola lo stagno si ricordano molte specie di interesse come lo Svasso maggiore (*Podiceps cristatus*), il Fistione turco (*Netta rufina*), il Codone (*Anas acuta*), il Falco di palude (*Circus aeruginosus*), l'Airone cinerino (*Ardea cinerea*), Airone rosso (*Ardea purpurea*), la Garzetta (*Egretta garzetta*) e il Martin pescatore (*Alcedo atthis*). Sono presenti diverse specie di anatidi (*Anas crecca*, *Anas clypeata*, *Aythya ferina*, *Aythya fuligula*, ecc), mentre risultano numerosi gli individui di Folaga (*Fuliga atra*).

Le specie di anfibi di maggiore interesse sono il *Discoglossus sardus*, *Bufo viridis* e *Hyla sarda*, mentre tra i rettili è segnalata la presenza della Testuggine comune (*Testudo hermanni*) e Tartaruga palustre (*Emys orbicularis*).

In ultimo si segnala la presenza della libellula endemica *Lindenia tetraphylla*.

Nella *Tabella* seguente sono riportati i dati generali dell'area pSIC ITB010003 "Stagno e Ginepreto di Platamona".

Tabella 6.3.4a *Dati generali del pSIC "Stagno e Ginepreto di Platamona"*

Caratteristiche Generali del Sito Natura 2000	
Anno di istituzione dell'area SIC	09-1995
Data compilazione schede	03-2004
Superfici (ha)	1618
Altezza minima	0
Altezza massima	42
Altezza media	
Tipo Sito*	B
Provincia	SS
Comune	Porto Torres, Sorso
Codice Natura 2000**	ITB010003
Regione biogeografia***	Mediterranea

Legenda:
 * Tipo Sito: Codice relativo alle possibili relazioni territoriali tra le aree S.I.C. e le Z.P.S (Tipo B: sito proponibile come SIC, senza relazioni con altro sito Natura 2000).
 **Codice sito Natura 2000: Codice alfa-numeric di 9 campi: le prime due lettere indicano lo Stato membro (IT), le prime due cifre indicano la regione amministrativa, la terza cifra indica la provincia, le ultime tre cifre identificano il singolo sito.
 ***Regione biogeografica: Appartenenza del sito al tipo di regione biogeografica così come definito dal Comitato Habitat (Alpina, Continentale, Mediterranea).

Nell'*Allegato 6A* si riporta il *Formulario Standard* dell'area pSIC ITB010003 "Stagno e Ginepreto di Platamona", comprensivo delle schede descrittive degli habitat e delle specie in esso presenti.

6.4 ANALISI E VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE DEL PROGETTO

6.4.1 Premessa

Data l'ubicazione delle aree pSIC e ZPS oggetto della presente Valutazione di Incidenza e considerati gli interventi previsti dal progetto, si deduce che le principali interferenze potenziali, apportate dalla realizzazione del progetto, sono connesse alle emissioni di inquinanti in atmosfera per tutti e tre i siti considerati, mentre agli scarichi idrici (scarico termico) e al rumore per la sola area "Stagno di Pilo e Casaraccio".

Di seguito si provvederà ad analizzare le possibili incidenze sia durante la fase di cantiere, sia in quella di esercizio per le componenti abiotiche e biotiche presenti nelle aree di Natura 2000 potenzialmente coinvolte.

6.4.2 Interferenza sulle Componenti Abiotiche

Per componenti abiotiche si intendono l'atmosfera, l'ambiente idrico superficiale, il suolo, il sottosuolo e l'ambiente idrico profondo.

Le possibili interferenze sulle componenti abiotiche delle aree pSIC/ZPS sono riferibili alle sole componenti atmosfera e ambiente idrico superficiale. Per quel che riguarda le altre componenti abiotiche (ambiente idrico profondo, suolo e sottosuolo) le interferenze sono ritenute nulle.

6.4.2.1 *Atmosfera*

Fase di Cantiere

Le emissioni in atmosfera, durante questa fase, sono causate ai gas di scarico e alle polveri dovute alle attività dei mezzi di cantiere e al traffico veicolare. La stima delle ricadute al suolo delle emissioni (*Paragrafo 4.3.1*) fornisce dati relativi alle concentrazioni di ossidi di azoto e zolfo, polveri sottili, monossido di carbonio e benzene.

Al fine della tutela degli ecosistemi si considerano come rilevanti le concentrazioni medie annue, rilevate al suolo, di NO_x e SO₂, i cui limiti di legge, stabiliti dal *D.M. 02/04/2002 n°60*, sono rispettivamente di 30 µg/m³ e di 20 µg/m³.

Da quanto è possibile osservare, dalla *Figura 4.3.1.1c*, le ricadute degli SO₂ sono concentrate nei pressi dell'area di cantiere e non interessano direttamente nessuna delle aree della Rete Natura 2000 prese in considerazione. Di contro le concentrazioni medie annuali di NO_x stimate (*Figura 4.3.1.1g*) mostrato un superamento del limite fissato dal *D.M. 02/04/2002 n. 60* (30 µg/m³) su un'area di limitata estensione al di fuori della *Centrale*, che comprende una piccola parte della porzione meridionale dell'area pSIC "Stagno di Pilo e Casaraccio". Ciò nonostante, l'incidenza sulla componente può essere considerata modesta sia perché è legato all'attività di cantiere che è temporanea, sia perché durante l'elaborazione dei dati di input delle simulazioni si sono utilizzate ipotesi altamente cautelative (condizioni di massima contemporaneità nell'uso delle macchine da cantiere e una percentuale del loro utilizzo pari al 100%).

Si segnala inoltre che, in fase di realizzazione dell'opera, è previsto l'uso di misure per la razionalizzazione delle lavorazioni per mantenere uniforme la presenza sia di mezzi, che di personale, al fine di evitare momenti di picco.

Per quanto concerne PM10, benzene e CO, le concentrazioni maggiori ricadono all'interno dell'area di *Centrale* e sono ritenute trascurabili.

Da quanto visto si deduce che le incidenze sulla componente atmosfera durante la fase di cantiere sono da considerarsi nulle.

Fase di Esercizio

A seguito della realizzazione del progetto, come già indicato nel *Paragrafo 4.3.1*, ci si attende una diminuzione delle concentrazioni di inquinanti.

Come precedentemente scritto i limiti imposti, per la protezione degli ecosistemi e della vegetazione, sono indicati nel *D.M. n°60 del 2 aprile 2002* che prevede valori delle concentrazioni medie annue al suolo non superiori di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per gli SO_2 e di 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per gli NO_x .

Confrontando le *Figure 4.3.1.3e e 4.3.1.3f*, in cui si riportano le simulazioni delle distribuzioni dei valori delle concentrazioni medie annue al suolo degli NO_x , rispettivamente nella situazione attuale e nello scenario futuro, si rileva che nelle aree pSIC e ZPS ci si attende una diminuzione generale delle ricadute. Nello specifico ci si aspetta un miglioramento presso le zone meridionali dell'area pSIC "Coste ed Isolette a Nord Ovest della Sardegna" e "Stagno di Pilo e Casaraccio" oltre che per la zona orientale dell'area "Stagno e Ginepreto di Platamona". Il miglioramento riguarda sia le concentrazioni al suolo (da 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 0,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), sia le estensioni da esse interessate.

Tabella 6.4.1.1a *Concentrazioni Medie Annue di NO_x presso i SIC/ZPS Esaminati*

Parametro Esaminato	Configurazione Attuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Configurazione Futura ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Limiti di Legge* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Concentrazione media annuale massima di NO_x - pSIC "Stagno di Pilo e Casaraccio"	0 - 0,06	0 - 0,04	30
Concentrazione media annuale massima di NO_x - pSIC "Coste ed Isolette a Nord Ovest della Sardegna"	0 - 0,1	0 - 0,08	30
Concentrazione media annuale massima di NO_x - pSIC "Stagno e Ginepreto di Platamona"	0 - 0,1	0 - 0,08	30

*Limiti di Legge: ai sensi del *DM 60/2002* il valore delle media annuale per la vegetazione è di 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_x

Dalle *Figure 4.3.1.3a e 4.3.1.3b*, in cui si riportano le distribuzioni delle concentrazioni medie annue al suolo registrate nella situazione attuale e stimate, per quella futura, si desume che si avrà una rilevante diminuzione delle concentrazioni (da 0,12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 0,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e una riduzione delle superfici interessate dalle ricadute di SO_2 . Nello specifico presso le aree pSIC "Stagno di Pilo e di Casaraccio" e "Coste ed Isolette a Nord Ovest della Sardegna" il miglioramento atteso è evidente in quanto, per il primo sito le concentrazioni massime attese, tra le medie annue, sono di 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre per il secondo sono di 0,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In entrambi i casi interessano porzioni molto piccole delle aree. Presso lo "Stagno e Ginepreto di Platamona" le concentrazioni attese sono comprese tra 0,02 e 0,06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 6.4.1.1b *Concentrazioni Medie Annue di SO_x presso i SIC/ZPS Esaminati*

Parametro Esaminato	Configurazione Attuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Configurazione Futura ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Limiti di Legge* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Concentrazione media annuale massima di NO _x - pSIC "Stagno di Pilo e Casaraccio"	0 - 0,03	0 - 0,02	20
Concentrazione media annuale massima di NO _x - pSIC "Coste ed Isolette a Nord Ovest della Sardegna"	0 - 0,08	0 - 0,03	20
Concentrazione media annuale massima di NO _x - pSIC "Stagno e Ginepreto di Platamona"	0,02 - 0,12	0,02 - 0,06	20

*Limiti di Legge: ai sensi del DM 60/2002 il valore delle media annuale per la vegetazione è di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO₂

In ogni caso tutti i valori attesi risultano bassi e ampiamente al di sotto dei limiti di legge previsti.

Si ricorda inoltre che i livelli massimi di concentrazione indicati dal DM 60 del 2 aprile 2002, ai fini della protezione degli ecosistemi ed in particolare della vegetazione, non sono applicabili al caso in esame. Infatti il DM 60/2002 fissa, in accordo con i limiti, i criteri per l'ubicazione dei punti di campionamento destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione, i quali dovrebbero essere posti a più di 20 km dagli agglomerati urbani o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti, o da impianti industriali o autostrade.

Per approfondimenti sui modelli di calcolo utilizzati per stimare le ricadute al suolo degli inquinanti e per una analisi completa dello stato attuale e degli impatti attesi sulla componente atmosfera, si rimanda al *Paragrafo 4.3.1* del SIA

6.4.2.2 *Acque Superficiali*

Fase di Cantiere

Le possibili incidenze dovute alle attività di cantiere sono collegabili ai reflui civili, alle acque di prima pioggia provenienti dall'area di cantiere e alle emissioni di NO_x e SO₂, in quanto potenziale causa dei fenomeni di acidificazione delle acque.

Gli scarichi di tipo civile saranno trattati mediante impianti mobili o, in alternativa, inviati alla sezione biologica ITAR. Le acque di prima pioggia provenienti dalle aree di cantiere saranno convogliate presso un'apposita vasca da cui saranno indirizzate verso gli impianti di trattamento di *Centrale*, prima dello scarico in mare.

Considerati i diversi trattamenti a cui sono sottoposte le acque di scarico e di prima pioggia e la distanza dello scarico dalle aree oggetto di studio, si può escludere una qualsiasi incidenza dovuta agli scarichi delle acque.

Come analizzato in precedenza, nel *Paragrafo 6.4.2.1*, le ricadute al suolo di NO_x e SO₂ stimate presso le aree pSIC e ZPS, dovute alle emissioni della *Centrale*, non sono tali da determinare modificazioni al chimismo delle acque e quindi di avere effetto sugli ecosistemi presenti.

Fase di Esercizio

Le potenziali incidenze sulla componente dovute all'attività della *Centrale* sono: lo scarico termico della *Centrale* in mare, lo scarico dell'impianto di trattamento reflui e le emissioni di NO_x e SO₂, in quanto potenziale causa dei fenomeni di acidificazione delle acque.

La realizzazione del progetto verrà a modificare la portata complessiva dell'acqua di raffreddamento, che aumenterà di 1,84 m³/s, e la potenza termica scaricata, che aumenterà di 8 MW passando da 1.201 MW a 1.209 MW.

Come indicato nel *Paragrafo 4.3.2.1* la normativa che regola gli scarichi in mare (*Dlgs n. 152/99* e successive modifiche) impone una temperatura massima allo scarico di 35 °C e un incremento massimo di temperatura nel corpo recettore pari a 3 °C a 1.000 m dal punto di scarico.

Nella configurazione futura il limite di 35 °C non sarà mai superato: tale valore non è infatti raggiunto sommando l'incremento termico delle acque di raffreddamento (8 °C per le sezioni 3-4 e 7,6 °C per la sezione 5) alla massima temperatura dell'acqua prelevata dall'opera di presa (pari a 25 °C, temperatura massima raggiungibile dall'acqua di mare, come indicato nel § 4.2.2.1). Comunque, come avviene per lo stato attuale, in presenza di casi ambientali particolari se necessario si agirà sul carico delle sezioni per evitare il superamento di tale limite.

Dalle analisi e dai modelli elaborati per il calcolo della dispersione del pennacchio termico (*Paragrafo 4.3.2.1*), è stato stimato, nell'ipotesi più cautelativa, che l'incremento di 3 °C non sarà superato oltre i 200 m dal punto di scarico.

Vista la distanza dello scarico dalle aree pSIC e dato che la temperatura emessa è al di sotto del limite previsto per legge, si può ritenere come nulla l'incidenza dello scarico termico sulle aree Natura 2000 oggetto del presente studio. Si sottolinea inoltre che con la realizzazione del progetto lo scarico termico della *Centrale* si allontanerà dall'area pSIC più vicina ("stagno di Pilo e Casaraccio", ITB010043), in quanto sarà dimessa l'opera di scarico delle sezioni 1 e 2.

Per quanto concerne lo scarico dell'impianto di trattamento reflui, non è attesa alcuna modifica rispetto alla situazione attuale e quindi, in virtù anche della distanza che intercorre tra lo scarico e le aree medesime, non è attesa alcuna incidenza sulle aree pSIC.

Come analizzato in precedenza, le ricadute al suolo di NO_x e SO₂ stimate presso le aree pSIC e ZPS, dovute alle emissioni della *Centrale*, non sono tali da determinare modificazioni al chimismo delle acque e quindi di avere effetti sugli ecosistemi presenti.

6.4.3 *Interferenze sulle Componenti Biologiche*

Le possibili interferenze sulle componenti biotiche delle area pSIC e ZPS, intese come vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi, sia durante la fase di cantiere sia durante la fase di esercizio sono:

- le ricadute di inquinanti atmosferici;
- l'inquinamento delle acque;
- l'inquinamento acustico.

6.4.3.1 *Ricaduta di Inquinanti Atmosferici*

L'effetto maggiormente significativo delle emissioni in atmosfera, sulla vegetazione e sugli ecosistemi è quello connesso alle concentrazioni medie annue di ossidi di azoto e di ossidi di zolfo. Come precedentemente ricordato la norma prevede un limite, per gli ossidi di azoto, di 30 µg/m³ e, per gli ossidi di zolfo, di 20 µg/m³.

Durante la fase di cantiere parte dell'area pSIC "Stagno di Pilo e di Casaraccio" è esposta a concentrazioni di NO_x di poco superiori al limite previsto per legge. Data la temporaneità della fase di cantiere e considerando le ipotesi cautelative utilizzate nel modello di calcolo delle ricadute, non si prevedono impatti significativi sulle specie vegetali e animali presenti.

Nella fase di esercizio, come indicato nelle mappe di concentrazione delle dispersioni in atmosfera, le aree pSIC e ZPS non sono esposte a concentrazioni medie annue degli ossidi di azoto (espressi come NO_x) e degli ossidi di zolfo (espressi come SO₂) oltre i limiti di legge.

Dato che non vi sono effetti certi degli ossidi di azoto e degli ossidi di zolfo sulla vegetazione naturale, sulla fauna e sugli ecosistemi a valori medi annui inferiori, rispettivamente, a 30 µg/m³ e 20 µg/m³, non è dunque possibile ipotizzare eventuali impatti sulle componenti biotiche delle area pSIC e ZPS dovuti alle emissioni.

6.4.3.2 *Inquinamento delle Acque Superficiali*

Dal punto di vista delle specie acquatiche, un aumento seppur limitato di temperatura dell'acqua di mare potrebbe potenzialmente costituire un elemento di inquinamento idrico tale da portare alla compromissione dell'equilibrio ecologico degli ecosistemi acquatici dell'area e causare la morte degli organismi meno resistenti. Accrescere la sensibilità di tutti gli organismi alle sostanze tossiche, ridurre la capacità di autodepurazione delle acque, aumentare la solubilità delle sostanze tossiche e favorire lo sviluppo di parassiti. A questi effetti potrebbe seguire un cambiamento delle specie vegetali ed animali caratteristiche del luogo a favore di specie termotolleranti.

Come indicato nel *Paragrafo 6.4.2.2*, vista la distanza dello scarico termico dai siti oggetto di valutazione e considerando che l'incremento di 3 °C non sarà superato oltre 200 m dal punto di scarico (il *Dlgs n. 152/99* e successive modifiche impongono un incremento massimo di temperatura nel corpo recettore pari a 3 °C a 1.000 m dal punto di scarico), si può ritenere nulla un'incidenza diretta sulle aree pSIC. Inoltre, con la realizzazione del progetto, lo scarico termico della *Centrale* si allontanerà dall'area pSIC più vicina ("stagno di Pilo e Casaraccio", ITB010043), in quanto sarà dimessa l'opera di scarico delle sezioni 1 e 2.

Considerata la limitata interferenza degli scarichi della *Centrale* sulla qualità generale delle acque superficiali a seguito della trasformazione (*Paragrafo 6.4.2.2*), si ritiene che non si verificheranno incidenze sui popolamenti acquatici dell'area pSIC.

6.4.3.3 *Inquinamento Acustico*

L'inquinamento acustico può provocare danni sia alla salute degli animali che problemi di comunicazione tra essi. Al fine di valutare l'effettiva incidenza del rumore sulle aree pSIC e ZPS, è stato stimato il nuovo livello di pressione sonora nei pressi della *Centrale*, sia durante la fase di cantiere che durante la fase di esercizio.

Nello stato attuale (*Figura 4.3.6.2c*) la sola area interessata dal rumore prodotto dal funzionamento della *Centrale* è la porzione meridionale dell'area pSIC "Stagno di Pilo e di Casaraccio", dove si registrano valori compresi tra i 35 e i 40 dB(A). Il contributo delle emissioni sonore durante la fase di cantiere, come si può osservare nella *Figura 4.3.6.1c*, è del tutto trascurabile, in quanto interessano un'area lontana dai pSIC. Durante l'esercizio futuro della *Centrale* (*Figura 4.3.6.2d*) si prevedono livelli sonori paragonabili a quelli attuali (massimo 40 dB(A)), ma con una diminuzione delle aree interessate. Si sottolinea inoltre che, con la realizzazione del progetto, le sorgenti sonore della *Centrale* si allontaneranno da quest'area pSIC, in quanto saranno dimesse le sezioni 1 e 2.

Da studi effettuati da Reijnen (1995) si evince che la densità degli uccelli in aree aperte diminuisce quando il livello di rumore supera i 50 dB(A) e che in ambiente forestale gli uccelli reagiscono invece ad una soglia di almeno 40 dB(A). Di contro, secondo Busnel (1978) gli uccelli sono normalmente in grado di filtrare i normali rumori di fondo, anche se di intensità elevata, e di riconoscere i suoni per essi rilevanti.

Pur considerando i valori limite rilevati da Reijnen, l'incidenza della componente rumore sulla fauna che popola le aree oggetto di valutazione e da considerarsi non significativa, in quanto in corrispondenza di tale aree si attendono valori inferiori ai 40 dB(A).

INDICE

1	INTRODUZIONE	1
1.1	PROFILO DEL PROPONENTE	2
1.1.1	<i>Il Gruppo Endesa Italia S.p.A.</i>	2
1.1.2	<i>La Politica Ambientale di Endesa Italia</i>	3
1.1.3	<i>Iniziative di Endesa Italia in Materia di Produzione da Fonti Rinnovabili</i>	4
1.2	MOTIVAZIONI DEL PROGETTO	6
1.2.1	<i>Storia del Sito Produttivo</i>	6
1.2.2	<i>Fabbisogno di Energia Elettrica in Sardegna</i>	6
1.2.3	<i>Motivazioni Strategiche del Progetto</i>	8
1.3	ITER AUTORIZZATIVO	9
1.4	SCOPO E CRITERI DI REDAZIONE DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	10
1.5	STRUTTURA DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	10
1.6	COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI LAVORO	12
2	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	13
2.1	PIANIFICAZIONE ENERGETICA E CONTROLLO DELLE EMISSIONI	13
2.1.1	<i>Strumenti Nazionali ed Internazionali di Pianificazione Energetica</i>	13
2.1.2	<i>Strumenti Nazionali e Internazionali di Controllo delle Emissioni</i>	15
2.1.3	<i>La Pianificazione Energetica Regionale</i>	16
2.2	STATO ATTUALE E TENDENZE EVOLUTIVE DELLA PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE DI SETTORE	19
2.3	DISCIPLINA GENERALE PER LA TUTELA E L'USO DEL TERRITORIO	23
2.3.1	<i>La Pianificazione Paesistica e Ambientale Regionale</i>	25
2.3.2	<i>Piani Regolatori Comunali</i>	32
2.3.3	<i>Vincoli Ambientali e Territoriali</i>	35
2.4	PIANIFICAZIONE REGIONALE DI SETTORE	36
2.4.1	<i>Piano Regionale dei Trasporti</i>	36
2.4.2	<i>Tutela della Risorsa Idrica</i>	39
2.4.3	<i>Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti</i>	42
2.4.4	<i>Tutela dall'Inquinamento Acustico</i>	43
2.4.5	<i>Tutela e Risanamento dell'Atmosfera</i>	43
2.4.6	<i>Pianificazione di Bacino</i>	44
2.4.7	<i>Piano Agricolo Regionale (PAR)</i>	45
2.4.8	<i>Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE)</i>	45
2.5	DOCUMENTI DI PIANIFICAZIONE AMBIENTALE	46
2.5.1	<i>Analisi della Situazione Ambientale (Anno 2000)</i>	46
2.5.2	<i>Dossier sul Sito di Interesse Nazionale di Porto Torres</i>	46
2.6	EVENTUALI DISARMONIE TRA I PIANI ED IL PROGETTO	47
2.7	RIFERIMENTI NORMATIVI E FONTI	47
3	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	52
3.1	UBICAZIONE	52
3.2	CENTRALE ESISTENTE	52
3.2.1	<i>Sezioni 1 e 2</i>	53

3.2.2	<i>Sezioni 3 e 4</i>	55
3.2.3	<i>Sezioni Turbogas</i>	57
3.2.4	<i>Sistemi Comuni</i>	59
3.2.5	<i>Combustibili e Infrastrutture</i>	60
3.2.6	<i>Reagenti Chimici e Prodotti di Combustione</i>	63
3.2.7	<i>Gestione delle Risorse Idriche</i>	64
3.2.8	<i>Gestione Ambientale e Bilanci</i>	66
3.2.9	<i>Autorizzazioni e Adempimenti</i>	72
3.3	ANALISI DELLE ALTERNATIVE	72
3.3.1	<i>L'Alternativa "Zero"</i>	73
3.3.2	<i>Sistema di Combustione</i>	74
3.3.3	<i>Sistema di Trattamento Fumi</i>	74
3.3.4	<i>Scelta dell'Altezza della Ciminiera</i>	75
3.4	PROGETTO DI TRASFORMAZIONE	75
3.4.1	<i>Bilanci Energetici</i>	77
3.4.2	<i>Uso di Risorse e Interferenze con l'Ambiente</i>	78
3.5	FASE DI CANTIERE	87
3.5.1	<i>Fase di Demolizione</i>	87
3.5.2	<i>Fase di Costruzione</i>	87
3.6	RAPPRESENTAZIONE SINTETICA DELLA CENTRALE ALLO STATO ATTUALE E DOPO LA TRASFORMAZIONE	91
3.7	IDENTIFICAZIONE DELLE INTERFERENZE POTENZIALI DELLA CENTRALE E DEL SUO PROGETTO DI TRASFORMAZIONE	93
3.7.1	<i>Premessa</i>	93
3.7.2	<i>Analisi delle Interferenze Significative Potenziali in Fase di Cantiere</i>	93
3.7.3	<i>Analisi delle Interferenze Significative Potenziali in Fase di Esercizio</i>	96
3.8	ANALISI DEI MALFUNZIONAMENTI	100
3.9	DECOMMISSIONING CENTRALE DI PROGETTO	101
4	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	102
4.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA DI STUDIO	102
4.1.1	<i>Definizione dell'Ambito Territoriale (Sito e Area Vasta) e dei Fattori e Componenti Ambientali Interessati dal Progetto</i>	102
4.1.2	<i>Inquadramento Territoriale</i>	104
4.1.3	<i>Inquadramento Antropico dell'Area</i>	110
4.2	STATO ATTUALE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI	114
4.2.1	<i>Atmosfera e Qualità dell'Aria</i>	114
4.2.2	<i>Ambiente Idrico</i>	154
4.2.3	<i>Suolo e Sottosuolo</i>	177
4.2.4	<i>Vegetazione Flora Fauna Ecosistemi</i>	187
4.2.5	<i>Salute Pubblica</i>	209
4.2.6	<i>Rumore e Vibrazioni</i>	215
4.2.7	<i>Traffico</i>	224
4.2.8	<i>Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti</i>	225
4.2.9	<i>Paesaggio</i>	228
4.3	STIMA QUALITATIVA E QUANTITATIVA DEGLI IMPATTI	231
4.3.1	<i>Atmosfera</i>	231
4.3.2	<i>Ambiente Idrico</i>	267
4.3.3	<i>Suolo e Sottosuolo</i>	290
4.3.4	<i>Vegetazione Flora Fauna ed Ecosistemi</i>	292

4.3.5	<i>Salute Pubblica</i>	302
4.3.6	<i>Rumore e Vibrazioni</i>	307
4.3.7	<i>Traffico</i>	327
4.3.8	<i>Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti</i>	328
4.3.9	<i>Paesaggio</i>	328
5	MONITORAGGI AMBIENTALI	331
6	VALUTAZIONE DI INCIDENZA	332
6.1.1	<i>Inquadramento Normativo</i>	332
6.1.2	<i>Contenuti della Valutazione di Incidenza</i>	333
6.2	CARATTERISTICHE DEL PROGETTO	334
6.3	STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE NATURALE DELLE AREE OGGETTO DI VALUTAZIONE DI INCIDENZA ED ANALISI DELLE INTERFERENZE DEL PROGETTO	334
6.3.1	<i>Descrizione dello Stato Attuale dell'Ambiente Naturale delle Aree pSIC e ZPS Esaminate</i>	334
6.3.2	<i>pSIC "Stagno di Pilo e di Casaraccio" ITB010043</i>	335
6.3.3	<i>pSIC "Coste e Isolette a Nord Ovest della Sardegna" ITB010043</i>	337
6.3.4	<i>pSIC "Stagno e Ginepreto di Platamona" ITB010003</i>	339
6.4	ANALISI E VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE DEL PROGETTO	340
6.4.1	<i>Premessa</i>	340
6.4.2	<i>Interferenza sulle Componenti Abiotiche</i>	340
6.4.3	<i>Interferenze sulle Componenti Biologiche</i>	345

ELENCO ALLEGATI

Allegato 3A Programma di Vigilanza Ambientale

Allegato 6A Formulari Standard Rete Natura 2000