

Indice

RIASSUNTO.....	4
1 PREMESSA	6
1.1 RIFERIMENTI	6
2 DESCRIZIONE DEL SITO IN ESAME	7
2.1 TIPOLOGIA DEL SITO 7	
2.2 STORIA DELL'IMPIANTO.....	7
2.2.1 Fasi successive di realizzazione degli impianti.....	8
2.2.2 Misure di adeguamento ambientale.....	8
2.2.3 Trasformazione in ciclo combinato	8
2.3 PROFILO PRODUTTIVO DELLA CENTRALE.....	9
2.4 TIPOLOGIA DEI PROCESSI.....	12
2.5 ATTIVITÀ, OPERAZIONI, SITUAZIONI E SOSTANZE AMBIENTALMENTE RILEVANTI.....	13
3 INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO.....	21
3.1 ASSETTO GEOGRAFICO-TERRITORIALE	21
3.2 METEOROLOGIA	21
3.3 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	21
3.3.1 Assetto regionale	21
3.3.2 Assetto locale.....	22
3.4 ASSETTO IDROGEOLOGICO	23
3.4.1 Assetto regionale	23
3.4.2 Assetto locale.....	23
3.4.3 Pozzi di approvvigionamento	24
3.5 ASSETTO IDROGRAFICO.....	25
3.5.1 Assetto regionale	25
3.5.2 Situazione locale.....	25
3.6 DESTINAZIONE D'USO PREVISTA DAGLI STRUMENTI URBANISTICI	25
3.7 OBIETTIVI DI RECUPERO DELL'AREA IN FUNZIONE DEI RIFERIMENTI NORMATIVI E DELLA DESTINAZIONE D'USO	25
4 CAMPAGNA DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE 30	
4.1 METODOLOGIE DI INDAGINE DEL SUOLO/SOTTOSUOLO E ACQUE SOTTERRANEE.....	30
4.1.1 Ubicazione delle indagini.....	30
4.1.2 Esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo	33
4.1.3 Profondità dei sondaggi	35
4.1.4 Prelievo di campioni di terreno mediante sondaggi a carotaggio continuo	37
4.1.5 Prelievo di campioni di terreno superficiale destinate alla determinazione di Diossine e Furani	43
4.1.6 Prove di permeabilità tipo Lefranc.....	43
4.1.7 Installazione di piezometri.....	44
4.1.8 Misure di soggiacenza della falda.....	45
4.1.9 Prelievo di campioni di acque di falda.....	45
4.1.10 Misure in sito di parametri di qualità dell'acqua 47	
4.2 INTERVENTI ADOTTATI A SEGUITO DELLA SCOPERTA DELLA CONTAMINAZIONE	47
4.3 DETERMINAZIONI ANALITICHE	48
4.3.1 Parametri da determinare	48

5	RISULTATI DELLE INDAGINI CONDOTTE.....	49
5.1	STRATIGRAFIA DEL SITO.....	49
5.2	IDROGEOLOGIA DEL SITO.....	51
5.3	CARATTERIZZAZIONE FISICA DELLA FALDA SEMICONFINATA.....	52
5.4	MISURE IN SITO DI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ACQUA	53
5.5	DEFINIZIONE DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA.....	54
6	RISULTATI DELLE INDAGINI E CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI.....	55
6.1.1	<i>Terreni</i>	55
6.1.2	<i>Acque della falda superficiale semi-confinata</i>	56
7	FORMULAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE DEL SITO.....	59
7.1	SINTESI DELLO STATO QUALITATIVO DELL'AREA.....	59
7.2	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'ACQUIFERO CONTAMINATO	60
7.3	CARATTERISTICHE E COMPORTAMENTO CHIMICO-FISICO DEI PRODOTTI CONTAMINANTI	60
7.3.1	<i>Composti di origine petrolifera</i>	60
7.3.2	<i>Metalli</i>	62
7.4	PERCORSI DI MIGRAZIONE E VIE DI ESPOSIZIONE DEI POSSIBILI BERSAGLI	63
7.4.1	<i>Composti di origine petrolifera</i>	63
7.4.2	<i>Metalli</i>	65
8	CONCLUSIONI.....	67

ELENCO DELLE TAVOLE FUORI TESTO

ALLEGATO 1 – PROT. A4/000051 – Rapporto delle indagini dirette e sulle prove di permeabilità in foro. Tot. pagg. 182.

ALLEGATO 2 – PROT. A4/000369 – Rapporti di prova delle determinazioni analitiche. Tot. pagg. 910.

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	13/02/2004	A4/002262	prima emissione

RIASSUNTO

La centrale ENEL di Priolo Gargallo è stata inserita nel programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati, soggetti ad interventi di interesse nazionale, mediante la Legge n° 426 del 9 dicembre 1998. A seguito del disposto di legge, è stato elaborato un Piano di Caratterizzazione che dettaglia le indagini da mettere in atto per permettere definire tipo, grado ed estensione dell'eventuale inquinamento presente presso il sito.

Il documento di Piano di Caratterizzazione e le successive integrazioni sono state approvate in sede di Conferenza di Servizi "decisoria" tenutasi presso gli uffici della Prefettura di Siracusa in data 20 gennaio 2003.

Nella presente relazione vengono descritte le attività di indagine che sono state eseguite presso la Centrale di Priolo, per la realizzazione del Piano di Indagini previsto.

Nel periodo dal 1 settembre al 24 ottobre 2003, sono stati eseguite le attività geognostiche, mediante trivellazioni meccaniche e prelievo di campioni di terreno, e i prelievi di campioni di acque di falda.

L'indagine di caratterizzazione dell'area in esame è stata articolata come di seguito specificato:

- l'esecuzione di n° 71 sondaggi, con profondità media variabile tra 5 e 15 m;
- l'installazione, in alcuni dei perfori di sondaggio, di n° 17 piezometri;
- l'esecuzione di n° 17 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc, per valutare la permeabilità dell'acquifero;
- il prelievo di n° 195 campioni di terreno dalle carote estratte dai sondaggi, e successive analisi chimiche di laboratorio;
- il prelievo di n° 17 campioni di acque sotterranee dai piezometri realizzati, con successive analisi chimiche di laboratorio;
- il prelievo di campioni di acque sotterranee da n° 3 pozzi di emungimento della centrale, con successive analisi chimiche di laboratorio;
- il prelievo di n° 6 campioni di suolo superficiale destinati alla sola determinazione di PCDD e PCDF (Diossine e Furani).

Le analisi chimiche quantitative dei campioni così prelevati sono state eseguite a cura di ENEL – Produzione.

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sui campioni di terreno e di acque di falda sono riportati nei Rapporti di Prova in Allegato.

Vengono presentate le elaborazioni pertinenti dei risultati ottenuti.

Per la maggior parte, il terreno presso il sito della centrale ENEL non è interessato da contaminazioni significative.

Nell'area indagata è stata riscontrata unicamente una limitata contaminazione da parte di sostanze organiche di origine petrolifera, ristretta al solo immediato intorno dei serbatoi di stoccaggio del gasolio e acque reflue (K25/1 e K25/2). Tale contaminazione del terreno interessa l'immediato intorno dei serbatoi, nei lati Sud e Ovest del bacino di contenimento, ed è localizzato a profondità variabile tra i 2,3

e i 4,0 metri da piano campagna, alla base del riporto e al di sopra di un orizzonte di limi argillosi nerastri poco permeabili che confina superiormente la falda.

In nessuno dei piezometri e pozzi presenti nell'area contaminata si è evidenziata alcuna presenza di prodotto surnatante.

La presenza di idrocarburi nelle acque della falda è stata riscontrata solo presso un piezometro situato in corrispondenza del bacino di contenimento dei serbatoi del gasolio; già nei piezometri posti immediatamente a valle, anche di pochi metri, non si riscontrano superamenti della Concentrazioni Limite Accettabili per gli Idrocarburi; la contaminazione dell'acqua di falda risulta pertanto estremamente localizzata;

È stato riscontrato un ulteriore punto di superamento della CLA per gli Idrocarburi C>12 nei terreni, presso un punto di indagine che risulta ubicato in accosto ad un tratto di oleodotto interrato di proprietà della società SOMICEM, che attraversa la porzione Nord del territorio di proprietà ENEL Produzione; Nelle acque di falda si riscontra anche la presenza di Alluminio, Boro, Ferro, Manganese e Piombo. in concentrazioni superiori ai limiti normativi; questa contaminazione è diffusa su tutta l'area attorno alla centrale, ed interessa anche i piezometri e pozzi posti a monte rispetto agli impianti della centrale.

1 PREMESSA

La centrale ENEL di Priolo Gargallo è stata inserita nel programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati, soggetti ad interventi di interesse nazionale, mediante la Legge n° 426 del 9 dicembre 1998.

Il settore delle bonifiche è stato normato per la prima volta in modo organico dall'articolo 17 del Decreto Legislativo del 5 febbraio 1997, n. 22. Il regolamento tecnico richiesto da tale provvedimento normativo si esplicita con il Decreto Ministeriale del 25 ottobre 1999, n. 471 "*Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica ed il ripristino ambientale dei siti inquinati*". In tale DM sono stati stabiliti i criteri, le modalità e le procedure per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati e sono stati fissati i limiti di accettabilità della contaminazione dei suoli, il cui superamento obbliga ad effettuare interventi di bonifica.

A queste indicazioni normative si aggiunge l'articolo 1 della L. del 9 dicembre 1998, n. 426 "*Nuovi interventi in campo ambientale*", in cui si individuano quattordici aree industriali e siti ad alto rischio ambientale su cui attuare i primi interventi di "interesse nazionale".

La centrale Termoelettrica di Priolo Gargallo ricade all'interno del sito di interesse nazionale di Gela e Priolo come risulta dalla perimetrazione specificata nel Decreto del Ministero dell'Ambiente del 10 gennaio 2000.

A seguito del disposto di legge, è stato a suo tempo elaborato un Piano di Caratterizzazione che dettaglia le indagini da mettere in atto per permettere definire tipo, grado ed estensione dell'eventuale inquinamento presente presso il sito.

Il documento di Piano di Caratterizzazione e le successive Integrazioni sono state approvate in sede di Conferenza di Servizi "decisoria" tenutasi presso gli uffici della Prefettura di Siracusa in data 20 gennaio 2003.

1.1 Riferimenti

CESI – Rapporto AMB-A0/039668 del 04/12/2000. *Centrale Termoelettrica ENEL di Priolo Gargallo – Piano della Caratterizzazione.*

CESI – Rapporto AMB-A1/039503 del 27/12/2001. *Iter autorizzativo dei Piani della Caratterizzazione di alcune centrali termoelettriche.*

ARPA Sicilia - Provincia Regionale di Siracusa. Ottobre 2001. *Protocollo generale per l'esecuzione degli interventi di caratterizzazione nelle aree del sito di interesse nazionale di Priolo Gargallo – Siracusa.*

Ministero per l'Ambiente e la Tutela del Territorio, 12 febbraio 2003. *Procedimento per l'intervento di bonifica di interesse nazionale relativo al sito di Priolo Gargallo. Verbale Conferenza di Servizi "decisoria".* Prot. 1445/RIBO/DI/B.

2 DESCRIZIONE DEL SITO IN ESAME

2.1 Tipologia del sito

La Centrale termoelettrica di Priolo Gargallo, con una superficie di oltre 267.000 m², sorge su un'area di proprietà ENEL di superficie complessiva di 1.030.000 m² sul territorio dell'omonimo Comune. La Centrale è ubicata lungo la costa orientale della Sicilia, a circa 6 km a Sud-Est della zona urbana di Priolo Gargallo, a Sud della penisola Magnisi, a circa 10 km a Nord-Est della città di Siracusa.

L'economia dell'area è fortemente condizionata dall'esistenza di un polo industriale di rilevanti dimensioni, la cui specificità risiede nella presenza di grandi insediamenti produttivi, prevalentemente raffinerie e stabilimenti petrolchimici. Tali insediamenti industriali sono localizzati lungo la fascia costiera che si estende a Nord di Siracusa fino ad Augusta, e sono ubicati prevalentemente nei territori dei Comuni di Priolo, Melilli ed Augusta.

La collocazione geografica della centrale è mostrata nella corografia di Tavola I.

I terreni di proprietà ENEL sono delimitati:

- a nord dall'area delle ex saline Magnisi, ora designata come riserva naturale e soggetta a vincolo di protezione ambientale e, per breve tratto, dal locale impianto di trattamento acque reflue,
- a est dalla costa del Mar Ionio,
- a sud dall'area industriale della SardaMag,
- a ovest dalla linea ferroviaria Messina-Siracusa.

Una frazione della proprietà ENEL, nella porzione ovest, è soggetta a vincolo archeologico ai sensi dell'articolo 1 della Legge 1/6/1939 n° 1089; all'interno di essa sono presenti il monumento funerario detto 'Guglia di Marcello' e resti dell'abitato di età romana.

L'impianto è dedicato alla produzione di energia elettrica; l'unico combustibile impiegato attualmente è il Gas Naturale. In passato l'impianto utilizzava anche Olio Combustibile Denso..

Per una descrizione del sito e delle opere in essere, si fa riferimento alla planimetria di Tavola II. Su di essa sono evidenziate il perimetro dello proprietà ENEL e la disposizione delle varie pertinenze dell'insediamento di seguito illustrate:

- opera di presa dell'acqua di raffreddamento della Centrale (su area demaniale);
- opera di restituzione dell'acqua di raffreddamento della Centrale, situata a Nord dell'opera di presa; l'opera di presa e l'opera di restituzione occupano un suolo demaniale di superficie pari a 2.000 m² e uno specchio acqueo demaniale di superficie pari a 13.500 m²;
- vasche per lo stoccaggio delle ceneri (superficie di circa 10.000 m² su terreno Enel);
- vasca per lo stoccaggio dei fanghi (superficie di circa 8.000 m² su terreno Enel);
- area stoccaggio rifiuti speciali;
- deposito rifiuti pericolosi (ex tossici e nocivi);
- n° 4 pozzi, di cui solo tre attualmente in condizioni di esercizio.

2.2 Storia dell'impianto

La Centrale termoelettrica di Priolo Gargallo svolge l'attività di produzione di energia elettrica mediante la combustione di Olio Combustibile e Gas Naturale. Dal momento del suo primo avviamento, l'impianto è stato composto da due sezioni termoelettriche, per una potenza nominale complessiva di 640 MWe. Le caldaie di entrambe le unità, originariamente progettate per essere alimentate con solo Olio Combustibile, sono state modificate nel 1984 per poter utilizzare anche Gas Naturale, da solo od in miscela con l'Olio Combustibile.

Nel corso degli anni 2002-2003 l'impianto è stato oggetto di interventi impiantistici sostanziali che hanno portato al passaggio ad una tecnologia denominata a ciclo combinato, la quale prevede il solo impiego del Gas Naturale come combustibile.

2.2.1 Fasi successive di realizzazione degli impianti

La costruzione dell'impianto ha inizio negli anni '70 su un'area di proprietà dell'ENEL S.p.A.

La configurazione originaria, prevedeva una potenza efficiente lorda complessiva di 1.200 MWe, prodotta da quattro sezioni termoelettriche con ciclo termico tradizionale, mentre la configurazione definitiva è la seguente

- sezione 1 da 320 MWe – Olio Combustibile dal 1979 – Olio Combustibile + metano dal 1984 (data 1° parallelo 29-08-79);
- sezione 2 da 320 MWe – Olio Combustibile dal 1980 – Olio Combustibile + metano dal 1984 (data 1° parallelo 14-11-80).

Dopo di ciò, la configurazione impiantistica è rimasta immutata fino all'anno 2002, a meno delle misure di adeguamento ambientale qui di seguito illustrate.

Il gas naturale (metano) è stato disponibile dal 1984 al 1989 per l'alimentazione di una sola linea di decompressione (80.000 Sm³/h) per il 50% del fabbisogno complessivo delle due unità, mentre dal 1989 è stato reso disponibile per il pieno fabbisogno della centrale attraverso due linee di decompressione (portata massima complessiva di 160.000 Sm³/h).

2.2.2 Misure di adeguamento ambientale

Nel quadro di attuazione delle "Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissioni" contenute nel decreto ministeriale del 12.7.1990, e in attuazione del D.P.R. n° 51 del 17.01.95 "Approvazione del piano di disinquinamento per il risanamento del territorio della provincia di Siracusa" nel 1997, per la seconda Unità, e nel 1998, per la prima Unità, sono stati eseguiti interventi di adeguamento ambientale.

2.2.2.1 Riduzione delle emissioni di NO_x, SO₂ e di polveri

La limitazione delle emissioni di SO₂ è stata ottenuta utilizzando combustibili a più basso tenore di zolfo. La riduzione delle emissioni di NO_x è stata ottenuta con modifiche impiantistiche a carico del sistema di combustione. Per la riduzione delle emissioni di polveri si è proceduto all'ammmodernamento dei Precipitatori Elettrostatici, migliorandone le prestazioni e l'affidabilità di esercizio.

2.2.2.2 Modifiche al sistema di combustione

Al fine di minimizzare la formazione degli ossidi di azoto è stato realizzato un sistema di combustione basato sulla tecnica OFA-REBURNING consistente nel realizzare, attraverso un'opportuna distribuzione dell'aria e del combustibile, una combustione a stadi così da ridurre notevolmente la produzione di NO_x.

2.2.2.3 Ammodernamento dei Precipitatori Elettrostatici.

A carico dei P.E. sono stati eseguiti interventi di manutenzione straordinaria ed adeguamento per migliorare l'efficienza di captazione (ottimizzazione della distribuzione del flusso, installazione di sistemi di controllo e di nuova concezione) e l'affidabilità dei componenti.

2.2.3 Trasformazione in ciclo combinato

Le due unità dell'impianto furono poste fuori servizio a marzo 2002, per realizzare la trasformazione in ciclo combinato. A giugno 2003 la trasformazione risultava sostanzialmente completata ed entrambe le unità sono state messe in servizio per le prove di primo avviamento e per i collaudi. Il funzionamento a regime delle due unità è stato raggiunto prima della fine del 2003.

Il progetto ha comportato la realizzazione, in un'area libera a nord delle sezioni termoelettriche esistenti, di due unità TurboGas, sul cui asse ruota un alternatore della potenza di 257 Mwe; i fumi di scarico del TurboGas, ancora caldi, alimentano un generatore di vapore a recupero. Il vapore prodotto da quest'ultimo alimenta la turbina dell'esistente sezione termoelettrica, generando una potenza elettrica di circa 138 Mwe. Dal punto di vista tecnico, l'intervento ha comportato un incremento della potenza elettrica prodotta da 640 a 790 Mwe e l'impiego del solo Gas Naturale come combustibile, con una portata a pieno carico di entrambe le unità pari a circa 150.000 Sm³/h.

Di conseguenza, è stato raggiunto un miglioramento dell'efficienza energetica, vale a dire un aumento del rendimento netto dal 39,2% al 55%, con una corrispondente diminuzione del consumo e delle emissioni.

E' stata anche ottenuta l'eliminazione della produzione di ceneri da combustione.

2.3 Profilo produttivo della centrale

Nella seguente sono riportati i dati riferiti all'attività di produzione lorda e netta ed ai consumi di combustibili della Centrale di Priolo Gargallo dal 1982 al 2002.

Le Figure 1 e 2 riassumono graficamente il profilo produttivo della Centrale, a partire dal 1982, evidenziando sia l'andamento della produzione lorda di energia, sia le quantità di combustibili impiegate. Vengono riportati separatamente i quantitativi impiegati di Olio Combustibile Denso a Basso Tenore di Zolfo (BTZ) e ad Alto Tenore di Zolfo (ATZ).

Anno	Produzione (GWh)	Combustibili		
		OCD ATZ-MTZ (t)	OCD BTZ (t)	Gas naturale (KSm ³)
1982	2.478	538.000	20.900	---
1983	2.598	542.800	36.700	---
1984	2.915	261.500	4.500	415.700
1985	3.297	251.900	12.200	514.300
1986	3.335	276.300	8.300	498.400
1987	3.655	354.500	3.400	502.800
1988	3.889	372.700	41.700	488.700
1989	3.931	254.800	124.200	521.400
1990	3.576	196.200	68.600	570.800
1991	3.362	238.100	50.500	490.200
1992	4.115	190.700	235.200	511.200
1993	4.274	213.200	129.200	643.100
1994	4.241	164.700	161.300	658.800
1995	3.567	95.300	223.100	510.500
1996	3.924	189.000	300.000	394.600
1997	3.245	86.400	69.600	602.900
1998	3.362	145.000	6.500	642.300
1999	4.165	130.000	8.600	846.600
2000	3.350	90.700	19.000	709.000
2001	2.791	48.300	59.600	562.300
2002	722	0	30.000	141.800

Tabella I Profilo produttivo della centrale

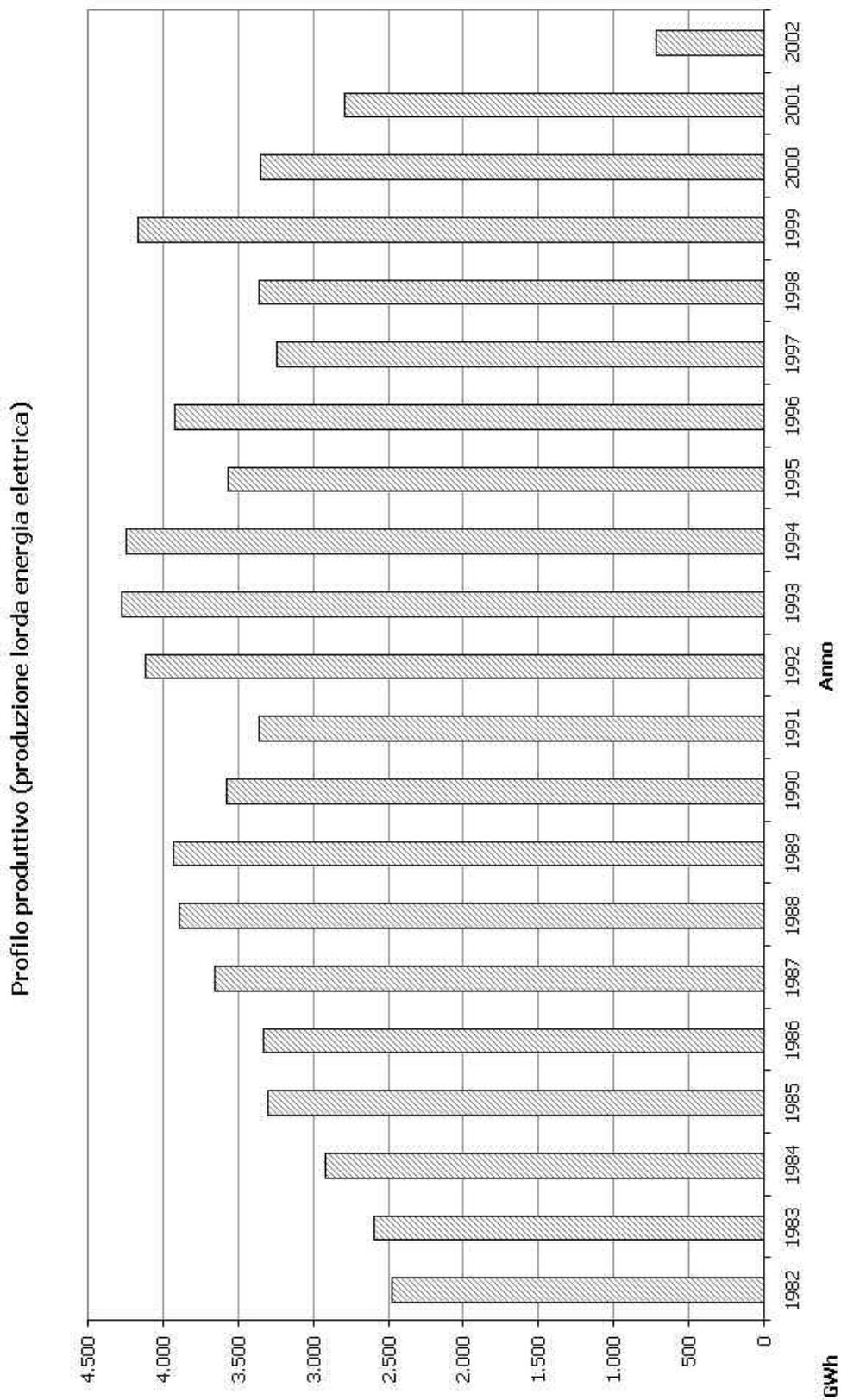


Figura 1 – Profilo produttivo - produzione lorda di energia elettrica, periodo 1982 - 2002

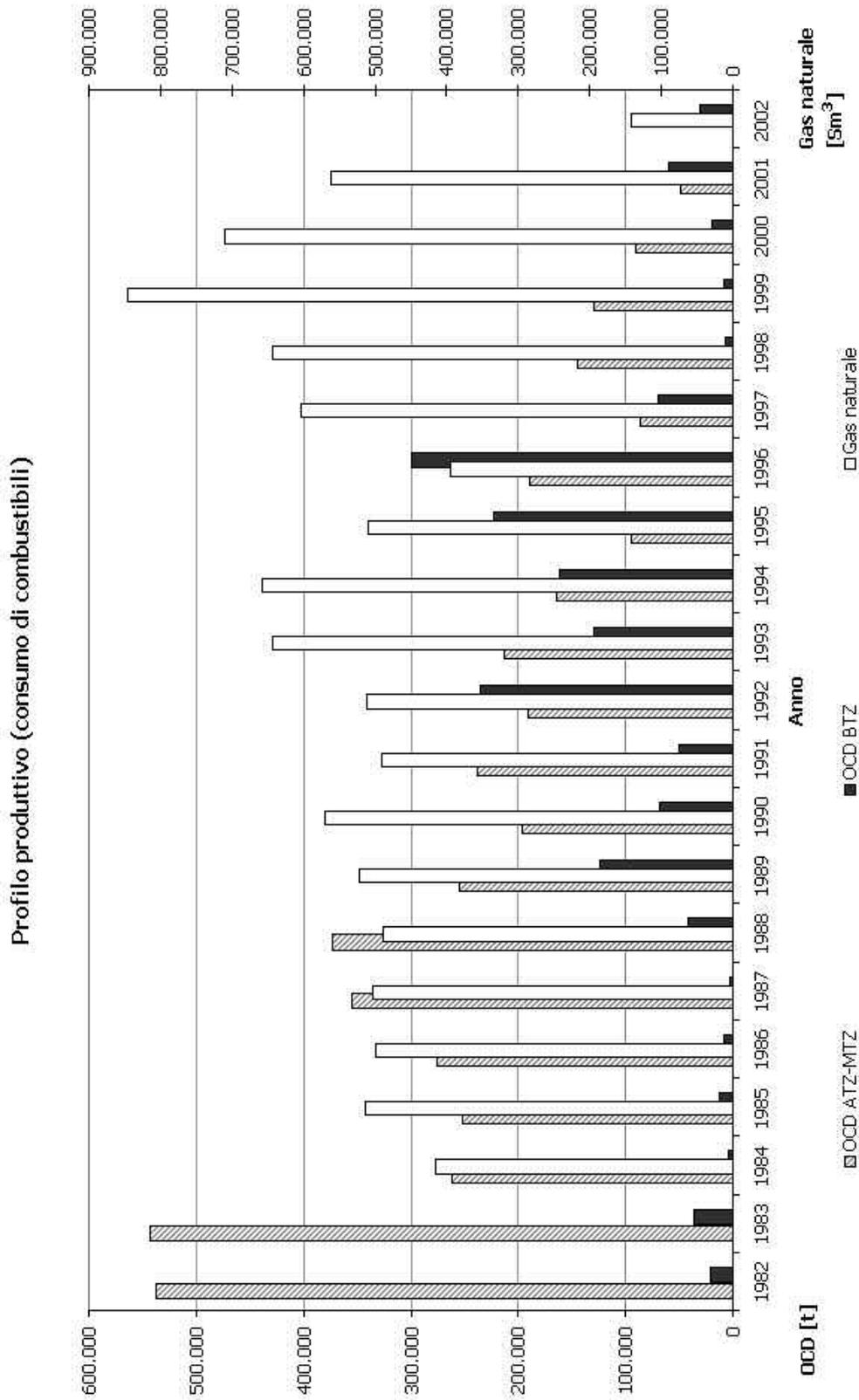


Figura 2 – Profilo produttivo - consumo di combustibili, periodo 1982 - 2002

2.4 Tipologia dei processi

La Figura 3 rappresenta lo schema del processo produttivo, evidenziando in particolare quali sono i prodotti “in entrata” e quali quelli in “uscita”; lo stabilimento quindi viene considerato come una “scatola nera”, in cui tutti gli input sono destinati a diventare output seguendo diverse trasformazioni ma mantenendo inalterate le quantità.

Nella Tabella 2 sono riportati i dati di input (le quantità in entrata) per le materie impiegate. L’intervallo di tempo considerato è pari a cinque anni ed è compreso tra il 1998 e il 2002.

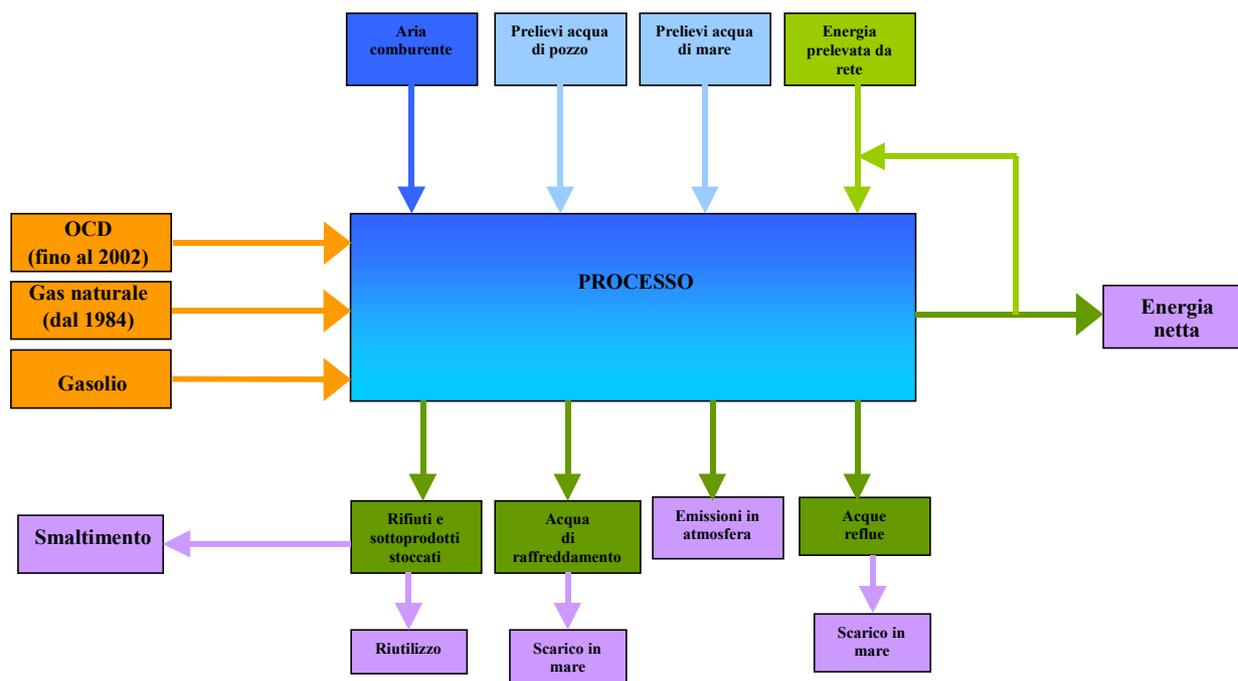


Figura 3: diagramma a blocchi che sintetizza il processo produttivo

	U.M.	1998	1999	2000	2001	2002
Energia prelevata da rete	MWh	9,8836	13,608	5.370		
COMBUSTIBILI						
OCD	t	151.653	138.394	109.116	107.900	30.050
Gas naturale	KSm ³	642.459	846.652	709.264	562.268	141.755
Gasolio	t	70	51,6	40,5	33,1	10,0
ACQUA						
Prelievi da pozzo	m ³	745.000	507.000	469.362	450.520	141.955
Prelievo da rete idrica consortile	m ³	0	0	0	0	0
Prelievo per raffreddamento	Mm ³	405	531	529	523	120
da mare per altri usi	Mm ³	3,3	4,2	3,9	4,5	1,0

Tabella 2: Consumi di materie prime (dati di input) ¹

¹ La fonte dei dati di input e output è molteplice; in questo caso si fa riferimento al rapporto di Analisi Ambientale Iniziale relativo allo studio EMAS eseguito dall’ENEL a partire dal 1998.

Nel nuovo assetto produttivo in ciclo combinato, viene usato come combustibile per la produzione di energia elettrica il solo Gas Naturale. Si utilizza anche una limitata quantità annuale di gasolio per il riscaldamento e per le prove e l'eventuale intervento dei gruppi di emergenza dotati di motori diesel. E' stato quindi totalmente eliminato l'impiego di Olio Combustibile Denso. Pertanto, il parco serbatoi è attualmente asservito esclusivamente al funzionamento della centrale termoelettrica ENEL-Produzione di Augusta. Il combustibile per quest'ultima è acquisito da ISAB-ERG via oleodotto, viene stoccato temporaneamente per poi essere trasferito all'impianto di Augusta tramite autobotti. I quantitativi trasferiti negli ultimi anni, espressi in tonnellate, sono riportati nella Tabella seguente.

1997	1998	1999	2000	2001	2002
88.472	32.472	51.702	45.249	82.960	187.515

Tabella 3: quantitativi di Olio Combustibile Denso trasferiti alla centrale di Augusta (tonnellate)

2.5 Attività, operazioni, situazioni e sostanze ambientalmente rilevanti

Per rendere più semplice e immediata la lettura e l'individuazione delle attività ambientalmente rilevanti, sono state realizzate delle schede descrittive per ciascuna di esse, in cui sono evidenziate anche le sostanze tossiche e nocive impiegate.

In generale le attività connesse al processo produttivo, ambientalmente rilevanti sono:

- movimentazione dei combustibili;
- stoccaggio dei combustibili;
- stoccaggio ed uso di materiali e sostanze (escluso rifiuti);
- gestione di rifiuti;
- movimentazione delle ceneri;
- raccolta e trattamento delle acque inquinate;
- scarico acqua di raffreddamento.

Non tutte le attività descritte nelle schede risulteranno importanti ai fini della definizione del modello concettuale, tuttavia, data la grande quantità di dati pregressi esistenti, si ritiene particolarmente utile fornire un quadro conoscitivo completo; successivamente poi verranno evidenziati solo gli elementi, le attività e le sostanze potenzialmente "a rischio" secondo quanto disposto dal D.M. 471/99.

Un esempio relativo a quanto detto è costituito dalle sostanze pericolose; nelle successive schede, infatti, queste verranno tutte descritte dettagliatamente, tuttavia le sole attività di stoccaggio di sostanze che possano presentare un "rischio" significativo per l'ambiente, in termini soprattutto quantitativi, sono costituite dallo stoccaggio di olio combustibile presso i relativi serbatoi e delle ceneri da olio nelle vasche di decantazione.

Tutte le altre sostanze utilizzate nel processo produttivo e/o i rifiuti prodotti si possono considerare marginali, anche se a volte intrinsecamente più pericolosi, dati i loro ridotti quantitativi (relativamente ai due sopra menzionati) e le adeguate condizioni d'uso/stoccaggio/smaltimento, e individualmente non costituiscono un significativo rischio per l'ambiente, potenziale o attuale.

MOVIMENTAZIONE DEI COMBUSTIBILI	
Operazione	Descrizione
Approvvigionamento dell'olio combustibile denso	<p>L'olio combustibile denso viene fornito dall'adiacente raffineria ISAB (ERG) e trasportato ai serbatoi di stoccaggio mediante un oleodotto da 16" di diametro, coibentato, con sviluppo in parte aereo e in parte con tratte interrato per uno sviluppo complessivo di circa 2,4 km, di cui 1 km circa in area ENEL (Tavola II). La portata massica media trasportata è pari a 1100 t/h.</p> <p>L'oleodotto è normalmente mantenuto pieno di acqua dolce industriale fornita da ISAB. Quando viene inviato un carico ("batch") di olio combustibile alla centrale, questo è preceduto e seguito da un dispositivo meccanico di pulizia ("pig") della condotta, che viene poi estratto tramite un'apposita trappola. Il pig, che con la sua azione trascina lungo la condotta residui di olio combustibile ancora presenti, viene spinto dalla prevalenza delle pompe di spinta ISAB e dalla differenza di pressione che si genera all'interno della condotta.</p> <p>L'acqua dolce industriale, prima di ogni batch di olio combustibile denso, viene inviata in una vasca di raccolta acque oleose della capacità di circa 1200 m³, gestita in continuo. Tale vasca è dotata di disc-oil, per mezzo del quale viene estratto l'olio, che è opportunamente riciclato, via tubo, ai serbatoi di stoccaggio olio combustibile denso. L'acqua oleosa invece viene inviata all'impianto di trattamento.</p>
Scarico gasolio	<p>Il gasolio necessario per l'accensione delle caldaie (torce pilota di sostegno fiamma) viene approvvigionato tramite autobotti (da raffineria) ed è stoccato in due serbatoi della capacità di 500 m³ ciascuno. Lo scarico delle autobotti è effettuato su un apposito piazzale (vedi rif. 20 nella mappa di Tavola II) attraverso un collettore munito di due attacchi per manichette, che alimenta direttamente, tramite pompa di travaso, i due serbatoi suddetti.</p>
Prelievo del gas naturale	<p>Il gas naturale proviene dalla rete nazionale tramite un apposito allacciamento al gasdotto SNAM che termina nella cabina di regolazione e misura situata in centrale.</p> <p>Il gasdotto SNAM ha 16" di diametro, pressione massima di 24 bar e portata massima di circa 160000 Nm³/h, capace di alimentare le due unità termoelettriche a pieno carico.</p> <p>All'interno della cabina la tubazione di adduzione del gas viene separata in due linee di decompressione, intercambiabili dove trovano posto gli apparati di riduzione della pressione, costituiti da una valvola di autoregolazione e tre valvole di regolazione della pressione, a valle tarate su 10 bar.</p> <p>Non vengono effettuati stacchi dalla tubazione principale all'interno della centrale per eventuali usi diversi.</p>

Tabella 4: schede descrittive delle attività ambientalmente rilevanti connesse al processo produttivo

STOCCAGGIO COMBUSTIBILI LIQUIDI

Lo stoccaggio dei combustibili avviene tramite serbatoi fuori terra e interrati; il numero dei serbatoi e la loro descrizione viene fornita nella seguente tabella².

Contenuto	Localizzazione (Tavola II)	Quantità n°	Volume m ³	Tipologia	Materiale costruzione	Precauzioni di sicurezza
OCD	Rif. 21	3	50.000	Fuori terra; tetto galleggiante con tenuta secondaria, riscaldamento di fondo tramite serpentina	Acciaio	Bacino di contenimento con fondo e pareti in cemento dotato di vasca trappola interna al bacino; sistema antincendio
Gasolio	Rif. 20	2	500	Fuori terra; tetto fisso	Acciaio	Bacino di contenimento; sistema antincendio
Gasolio		2	15	Interrato		

segue Tabella 4: schede descrittive delle attività ambientalmente rilevanti connesse al processo produttivo

² Tutti i serbatoi sono stati costruiti nel 1978

STOCCAGGIO MATERIALI E SOSTANZE						
Contenuto	Localizzazione (Tavola II)	Quantità n°	Volume m ³	Tipologia	Materiale costruzione	Precauzioni di sicurezza
Ammoniaca		1	3	Fuori terra	Acciaio inox	Sfiato collegato a trappola ad acqua. I reflui di abbattimento sono scaricati in "fogna acida e/o alcalina"
Cloruro ferrico		1	20	Fuori terra	Vetroresina	
Idrazina 1.5%		1	3	Fuori terra	Acciaio inox	Sfiato collegato a trappola ad acqua. I reflui di abbattimento sono scaricati in "fogna acida e/o alcalina"
Idrazina 7.5%		1	0,6	Fuori terra	Acciaio inox	Sfiato collegato a trappola ad acqua. I reflui di abbattimento sono scaricati in "fogna acida e/o alcalina"
Idrazina 15%		1	0,6	Fuori terra	Acciaio inox	Sfiato collegato a trappola ad acqua. I reflui di abbattimento sono scaricati in "fogna acida e/o alcalina"
Latte di calce		2	8	Fuori terra	Acciaio ebanitato	
Soda caustica ³		3	30	Fuori terra	Fe 42 B	Bacino di contenimento
Polielettrolita		1	2,6	Fuori terra	Acciaio ebanitato	
Acido solforico per impianto Demi e trattamento condensato ⁴		3	30	Fuori terra	Fe 42 B	Bacino di contenimento
Acido solforico per ITAR		1	20	Fuori terra	Fe 42 B	Bacino di contenimento
Acido cloridrico		1	0,5	Fuori terra	Acciaio ebanitato	
Sodio ipoclorito per impianto cloro allo 0,1 %		2	120	Fuori terra	Acciaio	Bacino di contenimento
Sodio ipoclorito per impianto Demi al 15 %		1	8	Fuori terra	Vetroresina	Bacino di contenimento
Sodio ipoclorito per potabilizzatore al 15 %		1	4	Fuori terra	Vetroresina	Bacino di contenimento
Antincrostante per evaporatori ⁵		2	1	Fuori terra	PVC	Bacino di contenimento
Antincrostante per impianto Demi		1	0,5	Fuori terra	Vetroresina	Bacino di contenimento
Acqua demineralizzata ⁶	24a	2	2000	Fuori terra	Fe 42 B	
Acqua industriale di processo ⁷	24b	2	2000	Fuori terra	Fe 42 B	
Metabisolfito di sodio per impianto Demi e potabilizzatore ⁸		3	2,85	Fuori terra	Ferro ebanitato, PVC, vetroresina	Bacino di contenimento

³ Il volume indicato in tabella è la somma dei volumi dei 3 serbatoi (1 per il trattamento condensato e 2 per l'impianto Demi)

⁴ Il volume indicato in tabella è la somma dei volumi dei 3 serbatoi (1 per il trattamento condensato e 2 per l'impianto Demi)

⁵ Il volume indicato in tabella è la somma dei volumi dei 2 serbatoi, uno per ogni evaporatore (di volume pari a 0,5 m³ ciascuno)

⁶ Il volume indicato in tabella è la somma dei volumi dei 2 serbatoi

⁷ Il volume indicato in tabella è la somma dei volumi dei 2 serbatoi

⁸ Il volume indicato in tabella è la somma dei volumi dei 3 serbatoi (2 per l'impianto Demi, di volumi pari a 0,6 e 2 m³, e 1 per l'impianto di potabilizzazione, di volume pari a 0,25 m³)

Acido sulfammico ⁹	1	2	Fuori terra	PVC	Bacino di contenimento
-------------------------------	---	---	-------------	-----	------------------------

STOCCAGGIO MATERIALI E SOSTANZE (continua)

Contenuto	Localizzazione (Tavola II)	Quantità n°	Volume m ³	Tipologia	Materiale costruzione	Precauzioni di sicurezza
Acqua demineralizzata ¹⁰	24a	2	2000	Fuori terra	Fe 42 B	
Acqua industriale di processo ¹¹	24b	2	2000	Fuori terra	Fe 42 B	
Metabisolfito di sodio per impianto Demi e potabilizzatore ¹²		3	2,85	Fuori terra	Ferro ebanitato, PVC, vetroresina	Bacino di contenimento
Acido sulfammico ¹³		1	2	Fuori terra	PVC	Bacino di contenimento

segue Tabella 4: schede descrittive delle attività ambientalmente rilevanti connesse al processo produttivo

⁹ Questo serbatoio è stato costruito nel 1981

¹⁰ Il volume indicato in tabella è la somma dei volumi dei 2 serbatoi

¹¹ Il volume indicato in tabella è la somma dei volumi dei 2 serbatoi

¹² Il volume indicato in tabella è la somma dei volumi dei 3 serbatoi (2 per l'impianto Demi, di volumi pari a 0,6 e 2 m³, e 1 per l'impianto di potabilizzazione, di volume pari a 0,25 m³)

¹³ Questo serbatoio è stato costruito nel 1981

STOCCAGGIO ED USO DI MATERIALI E SOSTANZE (ESCLUSO RIFIUTI)	
Materiale o sostanza	Descrizione
Oli lubrificanti ed isolanti	Gli oli isolanti vengono utilizzati esclusivamente per l'esercizio dei trasformatori, mentre gli oli lubrificanti vengono utilizzati per differenti macchinari all'interno della Centrale (Rif. 23 di Tavola II).
Reagenti di processo	I principali reagenti di processo presenti in Centrale sono: cloruro ferrico, acido solforico, ammoniaca, idrossido di sodio, ipoclorito di sodio, calce idrata, idrazina (vedi tabella Stoccaggio materiale e sostanze).
Gas compressi	<ul style="list-style-type: none"> • Idrogeno: è impiegato come fluido di raffreddamento dei turboalternatori. Esso viene stoccato in bombole in un deposito dedicato. Il consumo medio di idrogeno all'anno in centrale è di circa 6000 m³. • Ossigeno e Acetilene: sono impiegati in attività di manutenzione (saldature) e nel laboratorio di analisi di Centrale. • Azoto: è impiegato in quantità modeste per diverse attività secondarie di Centrale. • CO₂: l'anidride carbonica è impiegata quale gas inerte di scambio nelle fasi di riempimento e svuotamento del circuito idrogeno del turboalternatore. Il consumo medio di CO₂ all'anno in Centrale è di circa 2000 kg.
Amianto	In ottemperanza alla normativa che disciplina l'uso di materiali contenenti amianto negli ambienti di lavoro (Decreto Legislativo 277 del 15/8/1991) e regola la cessazione dell'impiego dell'amianto (Decreto Legislativo 257 del 27/3/1992), sono state censite tutte le parti di impianto in cui, in base alla documentazione esistente o a quanto riscontrato in occasione degli interventi di manutenzione, risultavano presenti materiali contenenti amianto. Le uniche parti di impianto in cui vi è ancora presenza di amianto sono le camere morte in zona economizzatore dei generatori di vapore.
PCB	In Centrale sono state censite tutte le apparecchiature contenenti PCB negli oli di raffreddamento in una concentrazione superiore ai 25 ppm e regolarmente denunciate ai sensi della normativa vigente. Tali apparecchiature risultano costituite da 50 trasformatori, per una quantità complessiva di olio con PCB pari a circa 50 tonnellate. È allo studio un piano per la dismissione e lo smaltimento di queste apparecchiature entro i termini temporali stabiliti dalla normativa vigente.

segue Tabella 4: schede descrittive delle attività ambientalmente rilevanti connesse al processo produttivo

GESTIONE DEI RIFIUTI	
	Descrizione e utilizzo
<i>Rifiuti pericolosi</i>	<p>La centrale è autorizzata allo stoccaggio provvisorio di rifiuti speciali tossico e nocivi in quantità e tempi prescritti dall'autorizzazione Regionale. Per alcune tipologie di rifiuto è stata inoltrata istanza di autorizzazione allo stoccaggio preliminare. In attesa del rilascio dell'autorizzazione, la Centrale gestisce gli smaltimenti in conformità al Decreto legislativo 22/97.</p> <p>In Centrale è presente un locale chiuso (Rif. 54 della planimetria di Tavola II), realizzato in conformità al progetto approvato da apposita autorizzazione Regionale, destinato allo stoccaggio autorizzato di rifiuti di amianto, rifiuti contaminati da PCB e morchie. Tale locale ha un volumetria complessiva di 81 m³ ed è suddiviso in tre aree denominate A, B e C dedicate allo stoccaggio di:</p> <p>A. Area stoccaggio residui liquidi e residui solidi contaminati da PCB B. Area morchie C. Area stoccaggio amianto</p> <p>Gli oli esausti sono temporaneamente stoccati, in attesa di conferimento, in due serbatoi, uno per olio lubrificante esausto e uno per olio isolante esausto, situati in una apposita struttura, costruita secondo accorgimenti di buona tecnica, adiacente al parco serbatoi di Olio Combustibile Denso (Rif. della planimetria di Tavola II)</p> <p>Secondo quanto previsto dal D. Lgs. 22/97, i rifiuti pericolosi sono avviati alle operazioni di smaltimento e di recupero, tramite ditte autorizzate o consorzi obbligatori (consorzio obbligatorio oli usati, consorzio obbligatorio batterie).</p> <p>Per quanto riguarda, in particolare, i rifiuti contenenti amianto, le attività di scoibentazione e confezionamento dei relativi rifiuti prodotti sono sempre affidate a ditte specializzate, in base ad un contratto di appalto predisposto al fine del rispetto della normativa vigente.</p>
<i>Rifiuti non pericolosi</i>	<p>I rifiuti non pericolosi prodotti in Centrale sono:</p> <p><u>Ceneri leggere</u>: attualmente non si ha più produzione di ceneri leggere; in passato le ceneri, in attesa dello smaltimento, venivano immagazzinate in appositi silos di stoccaggio (1 silos per ogni sezione termoelettrica) da 65 m³ (1 silos per ogni sezione termoelettrica). In Centrale sono presenti due vasche della capacità di 5000 m³ ciascuna, interrate e impermeabilizzate con telo HDPE, che potevano essere utilizzate come deposito di ceneri umide, nell'eventualità ci fossero difficoltà di smaltimento.</p> <p>La quasi totalità della cenere prodotta veniva conferita per riutilizzo e vendita a ditte terze (specialmente cementifici) che la inserivano nel loro ciclo produttivo. Attualmente, entrambe le vasche sono vuote.</p> <p><u>Fanghi impianto ITAR</u>: i fanghi derivanti dalla depurazione delle acque nell'impianto ITAR, prodotti per filtrazione attraverso un filtro sottovuoto, possono essere accumulati in una vasca interrata di stoccaggio del volume di circa 8000 m³, interrata e impermeabilizzata con telo HDPE, situata nella zona sud dell'area di impianto. (riferimento 56 della planimetria di Tavola II)</p> <p>È intento della Centrale smaltire i fanghi contestualmente alla produzione inviandoli al riutilizzo e riservare l'utilizzo della vasca in caso di difficoltà di conferimento. Attualmente la vasca è vuota.</p> <p><u>Rottami metallici</u> (alluminio, bronzo, ferro), rottami di vario tipo (cavi e materiale elettrico, rottami di apparecchiature fuori uso, rottami di ceramica, materiale isolante non contenente amianto, legno, carta, plastica), rifiuti urbani ed assimilabili, rifiuti sanitari, materiale inerte da demolizioni: sono stoccati in varie parti dell'impianto, indicate in planimetria di Tavola II.</p> <p>Tali materiali vengono smaltiti secondo i tempi e le modalità previste dal D. Lgs. 22/97.</p>

segue Tabella 4: schede descrittive delle attività ambientalmente rilevanti connesse al processo produttivo

RACCOLTA E TRATTAMENTO DELLE ACQUE INQUINATE	
Tipo	Descrizione
<p>L'impianto di trattamento delle acque reflue è stato realizzato per garantire la conformità degli scarichi della Centrale alla normativa vigente ed è costituito da tre sezioni, dedicate al trattamento delle acque acide/alcaline (chimico-fisico), oleose e biologiche. Le acque in uscita dalla sezione di trattamento biologico e le acque in uscita dalla sezione di disoleazione sono inviate alla sezione chimica per l'ulteriore trattamento chimico.</p> <p>I reflui degli impianti di trattamento delle acque, unitamente alle acque meteoriche ritenute non inquinabili vengono scaricate insieme alle acque di raffreddamento e avviate al canale di restituzione a mare delle acque condensatrici che confluiscono in un diffusore a mare situato in prossimità della riva.</p> <p>Non è stato possibile reperire la documentazione originale, tecnicamente riproducibile, relativa alla planimetria della rete fognaria; attualmente la redazione in formato digitale di tale planimetria è in fase di realizzazione.</p>	
Acque reflue acide/basiche	<p>Tale sezione, dimensionata per trattare reflui con una portata massima di circa 300 m³/h, ha la funzione principale di eliminare dalle acque i solidi presenti in sospensione, le frazioni solubili di alcuni metalli e di correggere il pH, portandolo nei limiti prescritti.</p> <p>I reagenti impiegati nel processo di depurazione sono: acido cloridrico, cloruro ferrico, calce idrata in polvere e polielettrolita. Tali reagenti sono tutti stoccati in appositi locali, in prossimità dell'impianto (si veda la planimetria "Materie e sostanze").</p> <p>La calce viene utilizzata sotto forma di latte di calce che, costituito da una sospensione di calce in acqua, viene preparato di continuo ed opportunamente dosato nel processo. Sempre tramite pompe dosatrici viene inviato al processo il polielettrolita, preparato in un apposito serbatoio di miscelazione.</p> <p>In generale tutti i serbatoi contenenti reagenti insistono su pavimentazioni realizzate con idonei rivestimenti ed afferenti alla rete fognaria collegata all'impianto ITAR.</p>
Acque oleose	<p>Tale sezione, capace di trattare fino a 200 m³/h, permette la separazione delle sostanze oleose presenti nei reflui provenienti dalla rete fognaria delle aree di Centrale potenzialmente inquinabili da oli.</p>
Acque sanitarie	<p>Tale sezione, ad ossidazione biologica e sterilizzazione con raggi ultravioletti, è in grado di trattare 15 m³/h. Le acque derivano dai servizi di impianto (uffici, spogliatoi, mense, ecc.) che dopo aver subito il trattamento biologico e sterilizzazione sono avviate all'ITAR per il trattamento chimico.</p>

SCARICO ACQUA DI RAFFREDDAMENTO
<p>La restituzione a mare dell'acqua, dopo utilizzo, è effettuata attraverso un sistema costituito da due canali di restituzione e da un diffusore a mare posto a circa 300 metri a nord rispetto all'opera di presa. (Rif. 57 della planimetria di Tavola II).</p>

segue Tabella 4: schede descrittive delle attività ambientalmente rilevanti connesse al processo produttivo

3 INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO

3.1 Assetto geografico-territoriale

La Centrale Termoelettrica di Priolo Gargallo è collocata in un'area industriale nella quale sono presenti numerosi insediamenti produttivi. Tale area, dichiarata ad elevato rischio ambientale, è costituita dai territori dei Comuni di Augusta, Priolo, Melilli, Siracusa, Floridia e Solarino in Provincia di Siracusa, per un'estensione complessiva di circa 550 chilometri quadrati.

Il territorio in oggetto si estende tra le strutture dei monti Iblei, ad Ovest, ed il mare Ionio, ad Est, quindi presenta settori prevalentemente collinari e montuosi che degradano verso le zone pianeggianti della fascia costiera.

3.2 Meteorologia

Il sito è caratterizzato da un clima "temperato subtropicale" (secondo Köppen) con temperature medie mensili sempre superiori a 10 °C caratteristico di alcune zone costiere dell'Italia meridionale ed insulare. I dati ISTAT di piovosità negli anni 1985-1989 evidenziano una precipitazione media annua pari a 50 mm con 56 giorni di pioggia.

Le condizioni termiche sono state ricavate dalle misurazioni fatte nelle stazioni termometriche più vicine al sito in esame: le stazioni di Lentini e Siracusa.

Da queste si ricava che:

- la temperatura minima mensile registrata in entrambe le stazioni è del mese di Febbraio (7,2°C per Siracusa e 5,2 °C per Lentini);
- la temperatura massima mensile registrata in entrambe le stazioni è del mese di agosto (31,9 °C per Siracusa e 34,8 °C per Lentini);
- l'escursione termica massima si registra per entrambe le stazioni nei mesi di luglio agosto (di 11,3 °C per Siracusa e 15 °C per Lentini).

Il rapporto e la correlazione dei dati pluviometrici con quelli termometrici denotano caratteri climatici xerotermici di tipo termo-mediterraneo (curva termica sempre positiva e giorni più lunghi concentrati nel periodo secco).

3.3 Assetto geologico e geomorfologico

3.3.1 Assetto regionale

Da un punto di vista geomorfologico l'impianto si trova in un'area caratterizzata dalla presenza della piana costiera. A Nord il sito confina con la salina di Magnisi, la quale confluisce nell'omonima piccola penisola collegata alla terraferma tramite un istmo stretto e basso, di interesse sia archeologico, per la presenza dell'insediamento preistorico di Thapos, nonché naturalistico, per la presenza delle saline; ad est si affaccia sul golfo compreso tra la penisola di Magnisi ed il capo S. Panagia, parte meridionale del più ampio golfo di Augusta; a Sud lambisce il confine settentrionale del comune di Siracusa; infine, ad Ovest si collega con i rilievi dei Monti Climiti (300-400 m).

Nella zona costiera, l'area è contraddistinta dalla forte presenza di insediamenti industriali, che la rendono il più importante polo industriale della Sicilia, mentre l'entroterra è caratterizzato da zone prevalentemente destinate ad uso agricolo.

Dal punto di vista geologico, l'elemento principale, a livello regionale, è costituito dalla presenza di strutture alternativamente rialzate e riabbassate ad "horst e graben", legate a eventi tettonici pliocenici, che hanno condizionato la geometria del substrato e lo spessore dei depositi sedimentari quaternari.

3.3.2 *Assetto locale*

Nell'area affiorano formazioni sedimentarie e complessi eruttivi cronologicamente compresi tra il Cretaceo superiore ed Pleistocene. In subordine, e con distribuzione areale limitata, sono presenti detritici attuali e recenti di varia genesi.

La successione litostratigrafica, dall'alto verso il basso, è la seguente:

- Alluvioni e depositi di spiaggia recenti ed attuali (Olocene): ricoprono gli alvei dei corsi d'acqua e le ristrette fasce al loro contorno. Si tratta di depositi incoerenti con granulometria grossolana, giacitura caotica e spessori che non superano i 5-10 metri. I depositi di spiaggia si estendono con continuità nella fascia litorale, sono costituiti da sabbie medio-fini incoerenti di spessore modesto.
- Biocalcareniti e sabbie gialle (Pleistocene medio-sup.): affiorano in estesi lembi in posizione trasgressiva sulle sottostanti formazioni. Sono grossolane di colore giallo-ocra, finemente stratificate con frequente presenza, alla base, di lenti conglomeratiche e paraconglomeratiche. Lo spessore è di 0,5-10 metri.
- Argille marnose-siltose grigio-azzurre (Pleistocene inferiore): lievemente discordanti sui terreni di appoggio e con potenze crescenti da ovest verso est.
- Calcareniti e sabbie giallastre (Miocene superiore): con intercalazioni sabbiose-arenitiche debolmente cementate.
- Vulcaniti (Miocene medio): sono prodotti di effusioni submarine di tipo esplosivo. Le litofacies dominanti sono quelle vulcanoclastiche ed in subordine quelle laviche basaltiche con fessurazioni colonnare e desquamazione globulare. Lo spessore massimo è di 80-100 metri.
- Calcari a lamellibranchi (Miocene inferiore-medio): si tratta di calcareniti bianco-giallastre, tenere e friabili, in strati e banchi di potenza metrica, sottilmente laminate e con frequenti intercalazioni di marne calcaree e abbondante presenza di modelli interni di lamellibranchi.
- Calcari ad alghe e calcareniti a banchi (Miocene inferiore-medio): potente successione di calcareniti e calciruditi algali bianco-giallastre irregolarmente stratificate, fratturate, sovente carsificate e con giacitura sub-orizzontale.
- Calcari a macroforaminiferi (Oligocene): si tratta di calciruditi e calcareniti a macroforaminiferi, coralli ed alghe passanti verso l'alto e lateralmente a biolititi. I rapporti stratigrafici di substrato sono di netta trasgressione sui terreni più antichi della successione.
- Breccie e magabreccie (Cretaceo superiore): con elementi calcarenitici e calciruditi a rudiste e gasteropodi, alternate a marne, costituenti tipica facies di margine di scogliera. Spessore massimo di 10 metri.
- Vulcaniti (Cretaceo superiore): lave, vulcanoclastiti e dicchi basaltici di serie alcalino sodica, spesso profondamente alterati. Spessore affiorante di circa 50 metri, ma in sottosuolo anche con potenze dell'ordine delle centinaia di metri.

Nell'anno 1971, prima della costruzione della centrale, ENEL DCO ha realizzato una campagna geognostica, nell'area dell'impianto, con la perforazione di diciotto sondaggi stratigrafici, di cui sei in mare, di fronte alla centrale.

Sulla base dei log stratigrafici, ISMES per ENEL PIN/AMB ha, nel 1999, costruito quattro sezioni, riportate nelle Tavole IV, V, VI e VII, la cui planimetria è riportata nella Tavola III, che danno una rappresentazione della disposizione dei terreni e della loro natura.

In sintesi la stratigrafia presenta, dal piano campagna, i seguenti orizzonti:

- terreno vegetale con spessori maggiore ad ovest che degradano fino al metro verso Est e la costa;
- materiale argilloso-limoso di colore grigio-nerastro, che si ispessisce da Ovest verso Est con potenze di pochi metri;
- limo sabbioso talora con livelli di sabbia, in passaggio laterale, verso Ovest, con l'orizzonte precedente, di colore marrone non supera in affioramenti i cinque metri di potenza;
- calcarenite vacuolare, mediamente cementata di colore giallastro, in alcuni punti con passate più sabbiose, di potenze variabili ma sempre sub decametriche;
- argilla plastica di colore grigio con passaggi compatti e livelli debolmente sabbiosi; mostra potenze crescenti da Ovest verso Est che arrivano fino a diverse decine di metri;
- sabbia fossilifera talora limosa argillosa che interrompe, con passaggio laterale e con potenze metriche, l'orizzonte precedente, in particolare andando dall'interno verso la costa; nella zona più costiera si ripresenta anche alla base delle argille;
- calcarenite sabbiosa di colore bianco giallastro con grado di cementazione variabile e potenze, di diverse decine di metri, in diminuzione da Ovest verso Est.

3.4 Assetto idrogeologico

3.4.1 Assetto regionale

Dal punto di vista idrogeologico, si evidenzia la presenza di strutture acquifere sovrapposte, costituite da un acquifero superficiale senza protezione, dello spessore di alcuni metri, costituito da materiali permeabili di diversa natura, sede di una falda libera alimentata prevalentemente dall'infiltrazione o da corsi d'acqua superficiali e da una formazione argillosa quaternaria, che costituisce il substrato dell'acquifero superficiale di cui sopra e lo strato di confinamento dell'acquifero profondo.

Lo spessore dell'argilla, che aumenta procedendo dall'interno verso la costa da pochi metri ad alcune centinaia di metri, è strettamente associato alla struttura tettonica dell'area ed è evidentemente maggiore laddove le argille hanno colmato le depressioni corrispondenti ai graben presenti nelle formazioni sottostanti.

L'acquifero profondo è costituito da diversi termini litologici sovrapposti, comprendenti, dal basso verso l'alto, una serie carbonatica miocenica, una formazione irregolare di vulcaniti basiche fortemente alterate mioceniche ed una formazione calcarenitica del Pliocene inferiore. Esso è sede di una falda confinata che costituisce la fonte di approvvigionamento idrico del polo di Augusta – Priolo. La falda, originariamente in pressione, è da tempo oggetto di intenso sfruttamento, con relativo abbassamento del livello piezometrico (dell'ordine del centinaio di metri) e conseguente formazione di un cono di depressione e dell'instaurarsi di condizioni di richiamo dell'acqua di mare.

3.4.2 Assetto locale

Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici, la documentazione disponibile indica la presenza di strutture acquifere sovrapposte, così schematizzabili:

- i. Un acquifero superficiale senza protezione dello spessore di alcuni metri, costituito da materiali permeabili di diversa natura, comprendenti: a) terreni alluvionali sabbioso-limosi (con variazioni verticali ed orizzontali della granulometria) con permeabilità dell'ordine di 10^{-3} - 10^{-5} cm/s, b) sabbie e calcareniti organogene del Pleistocene medio (che costituiscono il sedimento di chiusura dei depositi che hanno colmato i graben presenti nelle formazioni sottostanti), con permeabilità dell'ordine di 10^{-2} - 10^{-3} cm/s. Lungo la costa questo acquifero è a contatto diretto con l'acqua di

mare. Questo acquifero è sede di una falda libera alimentata prevalentemente dall'infiltrazione o da corsi d'acqua superficiali.

- ii. Una formazione argillosa quaternaria, il cui tetto si trova a una profondità variabile compresa tra i 5 e i 10 m dal piano campagna, che costituisce il substrato dell'acquifero superficiale e lo strato di confinamento dell'acquifero profondo. Lo spessore dell'argilla, che aumenta procedendo dall'interno verso la costa da pochi metri ad alcune centinaia di metri, è strettamente associato alla struttura tettonica dell'area, ed è evidentemente maggiore laddove le argille hanno colmato i graben presenti nelle formazioni sottostanti.
- iii. Un acquifero profondo, costituito da diversi termini litologici sovrapposti, comprendenti, dal basso verso l'alto, una serie carbonatica miocenica, una formazione irregolare di vulcaniti basiche fortemente alterate mioceniche ed una formazione calcarenitica del Pliocene inferiore. Questo acquifero è sede di una falda confinata che costituisce la fonte di approvvigionamento idrico del polo di Augusta - Priolo. La falda, originariamente in pressione, è caratterizzata da un intenso sfruttamento che ha comportato un sensibile abbassamento del livello piezometrico (dell'ordine del centinaio di metri) e la conseguente formazione di un ampio cono di depressione e l'instaurarsi di condizioni di richiamo dell'acqua di mare. I pozzi, spesso caratterizzati dalla mancanza di adeguato isolamento, costituiscono un elemento di discontinuità della formazione argillosa soprastante e di comunicazione con l'acquifero superficiale.

La formazione argillosa che separa l'acquifero superficiale da quello profondo (rappresentato localmente dalle calcareniti) presenta una sensibile diminuzione di spessore procedendo da Nord in direzione Sud-Sud Ovest, con valori variabili da alcune decine di metri a poco meno di 2 metri. Nell'area in esame la formazione argillosa conserva, comunque, una continuità sufficiente a garantire la separazione dell'acquifero superficiale da quello profondo.

3.4.3 Pozzi di approvvigionamento

La centrale preleva l'acqua di processo da alcuni pozzi di emungimento presenti all'interno del sito (Nell'area di centrale sono stati inizialmente realizzati 5 pozzi, di cui uno è stato successivamente abbandonato. Dei rimanenti quattro pozzi, solo tre sono attualmente in funzione per l'esercizio dell'impianto identificati come Pozzo n° 1, Pozzo n° 2 e Pozzo n° 3; il Pozzo n° 4 risulta dismesso e privo di impianto di pompaggio.

L'ubicazione dei pozzi idrici è illustrata nella planimetria di Tavola VIII.

pozzo	profondità max da p.c. [m]	diametro (mm)	portata max (l/min)	note
P1	30,0	360	1200	
P2	21,6	360	1200	
P3	30,0	360	1200	intasato fino a 28,0 m
P4	17,3	360	---	fuori esercizio

Tabella 5: caratteristiche dei pozzi di approvvigionamento idrico della centrale

Presso ENEL non sono state reperite le stratigrafie relative ai pozzi, né informazioni circa il loro intervallo di finestratura.

Data la loro modesta profondità, e dalle conoscenze sia pregresse sia acquisite nel corso delle indagini, relative alla stratigrafia del sito (vedi par. 5.1) si può supporre che attingano essenzialmente dalla falda semiconfinata.

3.5 Assetto idrografico

3.5.1 Assetto regionale

Il sistema idrografico dell'area in esame è poco sviluppato, caratterizzato da corsi d'acqua brevi e a regime torrentizio, con bacini imbriferi di modesta dimensione a prevalente andamento subortogonale alla costa; fatta eccezione per il fiume Anapo e per i torrenti che sfociano nella baia di Augusta. I pochi corsi d'acqua presenti attraversano aree, nei pressi della foce, fortemente industrializzate e quindi sono regimati, canalizzati e il loro letto è completamente impermeabilizzato.

Per tutta la rete idrografica di quest'area si evidenzia il problema legato al progressivo drenaggio delle acque reflue di origine industriale verso i corsi d'acqua stessi: questo fa sì che essi presentino flussi idrici dovuti in gran parte alle acque di scarico e non ai deflussi naturali.

3.5.2 Situazione locale

Gli unici corpi idrici di interesse per la vicinanza al sito sono costituiti da:

- il Mare Ionio, sul quale il sito si affaccia e dal quale viene prelevata l'acqua di raffreddamento,
- le ex saline Magnisi, adiacenti al sito lungo il suo lato nord. L'area delle saline attualmente costituisce una zona umida soggetta a vincolo di protezione ambientale ed è stata dichiarata Riserva Naturale.

Le acque di raffreddamento, i reflui degli impianti di trattamento delle acque, unitamente alle acque meteoriche ritenute non inquinabili vengono scaricate insieme alle acque di raffreddamento e avviate al canale di restituzione a mare.

L'acqua di processo viene prelevata dai pozzi di centrale, mentre l'acqua potabile viene prodotta a partire da acqua di mare, mediante un impianto ad osmosi inversa. I prelievi dalla rete idrica consortile sono cessati a partire dal 1997.

3.6 Destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici

Per tutta l'area industriale compresa tra Siracusa e Augusta, vige il Piano Regolatore sovracomunale del Consorzio Area Sviluppo Industriale (A.S.I.).

La zonizzazione allegata alla variante al Piano Regolatore redatta nell'ottobre 1990 definisce l'intera proprietà ENEL come area destinata ad insediamenti industriali.

3.7 Obiettivi di recupero dell'area in funzione dei riferimenti normativi e della destinazione d'uso

La centrale ENEL di Priolo Gargallo è stata inserita nel programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati, soggetti ad interventi di interesse nazionale, mediante la Legge n° 426 del 9 dicembre 1998, art. 4) "Nuovi interventi in campo ambientale", lettera c) Gela e Priolo, in riferimento all'articolo 18, comma 1 del D.Lgs. 22/97 (perimetrazione delle aree di interesse nazionale). La perimetrazione del sito di interesse nazionale di Priolo, è definita dal Decreto del Ministero dell'Ambiente del 10 gennaio 2000.

La normativa di riferimento per la bonifica dei terreni contaminati a livello nazionale è costituita dal D. Lgs. n°22 del 5 febbraio 1997 (Decreto Ronchi) e dal relativo Regolamento Attuativo DM n° 471 del 25 ottobre 1999.

Tale Decreto definisce, in relazione alla specifica destinazione d'uso del sito, due livelli di bonifica, cui corrispondono diversi limiti tabellari per le concentrazioni ammissibili degli inquinanti organici ed inorganici nel terreno, superati i quali si deve procedere ad un intervento di messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale. Tali limiti dovranno essere rispettati nell'intera profondità contaminata. I valori di concentrazione limite accettabili per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo si differenziano in base alla destinazione d'uso:

- verde pubblico, verde privato e residenziale (colonna A),
- industriale e commerciale (colonna B).

La normativa prevede che, qualora i citati limiti non possano essere raggiunti nonostante l'applicazione delle migliori tecnologie disponibili o qualora la fonte inquinante sia costituita da rifiuti stoccati e non sia possibile la rimozione dei rifiuti stessi, nonostante l'applicazione delle migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili, secondo i principi della normativa comunitaria, l'Autorità Competente possa autorizzare progetti di *“bonifica con misure di sicurezza e ripristino ambientale”* o *“interventi di messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale”* che garantiscano, comunque, la tutela ambientale e sanitaria. Nel primo caso, i valori di concentrazione residua ammissibili (obiettivi di bonifica) saranno determinati in base ad una metodologia di analisi di rischio riconosciuta a livello internazionale.

Essendo l'area oggetto del presente studio un insediamento industriale attualmente attivo e tenendo conto della destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici vigenti, i valori limiti di riferimento nel caso in esame sono quelli relativi alla destinazione d'uso industriale o commerciale.

Nella Tabella seguente sono riportati i limiti di riferimento per i suoli, per i parametri di interesse nel caso in esame.

		<i>DM 471/99 col. B</i>	
	<i>Parametro</i>	<i>C. L.</i>	<i>Unità di misura</i>
	Composti inorganici		
1	Antimonio	30	mg/kg
2	Arsenico	50	mg/kg
3	Berillio	10	mg/kg
4	Cadmio	15	mg/kg
5	Cobalto	250	mg/kg
6	Cromo totale	800	mg/kg
8	Mercurio	5	mg/kg
9	Nichel	500	mg/kg
10	Piombo	1000	mg/kg
11	Rame	600	mg/kg
12	Selenio	15	mg/kg
13	Stagno	350	mg/kg
14	Tallio	10	mg/kg
15	Vanadio	250	mg/kg
16	Zinco	1500	mg/kg
	Aromatici		
19	Benzene	2	mg/kg
20	Etilbenzene	50	mg/kg
21	Stirene	50	mg/kg
22	Toluene	50	mg/kg
23	Xilene	50	mg/kg
24	Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23)	100	mg/kg
	Aromatici Policiclici		
25	Benzo(a)antracene	10	mg/kg
26	Benzo(a)pirene	10	mg/kg
27	Benzo(b)fluorantene	10	mg/kg
28	Benzo(k,)fluorantene	10	mg/kg
29	Benzo(g, h, i,)perilene	10	mg/kg
30	Crisene	50	mg/kg
31	Dibenzopirene	10	mg/kg
32	Dibenzo(a,h)antracene	10	mg/kg
33	Indenopirene	5	mg/kg
34	Pirene	50	mg/kg
35	Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34)	100	mg/kg
	Fenoli non clorurati		
67	Metilfenolo (o-, m-, p-)	25	mg/kg
68	Fenolo	60	mg/kg
	Fenoli clorurati		
69	2-clorofenolo	25	mg/kg
70	2,4-diclorofenolo	50	mg/kg
71	2,4,6 – triclorofenolo	5	mg/kg
72	Pentaclorofenolo	5	mg/kg
	Diossine e furani		
89	Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.)	1×10^{-4}	mg/kg
	PCB		
90	PCB	5	mg/kg
	Idrocarburi		
91	Idrocarburi leggeri C<12	250	mg/kg
92	Idrocarburi pesanti C>12	750	mg/kg
	Altre sostanze		

		<i>DM 471/99 col. B</i>	
	<i>Parametro</i>	<i>C. L.</i>	<i>Unità di misura</i>
93	Amianto (fibre libere)	1000	mg/kg

Tabella 6: Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo, riferiti all'uso industriale e commerciale dei siti (colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 1 al D.M. 471/99)

La sopracitata normativa fissa dei valori limite di accettabilità per le acque sotterranee, validi nel caso in cui il sito in esame non sia classificato come area sensibile, ai sensi della normativa di tutela delle acque dagli inquinanti (D. Lgs n°152 dell'11 maggio '99), e non sia necessario tutelare la qualità delle acque destinate ad uso potabile.

Nel caso in esame tali limiti sono applicabili in quanto, date le caratteristiche delle acque sotterranee dell'acquifero superficiale, queste non possono essere considerate come una risorsa idrica utilizzabile a fini antropici, tantomeno ad uso potabile.

Nella Tabella seguente sono riportati i valori limite per le acque, relativi ai parametri di interesse nel caso in esame.

		<i>DM 471/99</i>	
	<i>Parametro</i>	<i>C. L.</i>	<i>Unità di misura</i>
	Metalli		
1	Alluminio	200	µg/L
2	Antimonio	5	µg/L
4	Arsenico	10	µg/L
5	Berillio	4	µg/L
6	Cadmio	5	µg/L
7	Cobalto	50	µg/L
8	Cromo totale	50	µg/L
9	Cromo (VI)	5	µg/L
10	Ferro	200	µg/L
11	Mercurio	1	µg/L
12	Nichel	20	µg/L
13	Piombo	10	µg/L
14	Rame	1000	µg/L
15	Selenio	10	µg/L
16	Manganese	50	µg/L
17	Tallio	2	µg/L
18	Zinco	3000	µg/L
	Inquinanti Inorganici		
19	Boro	1000	µg/L
20	Cianuri liberi	50	µg/L
	Aromatici		
24	Benzene	1	µg/L
25	Etilbenzene	50	µg/L
26	Stirene	25	µg/L
27	Toluene	15	µg/L
28	para-Xilene	10	µg/L
	Aromatici Policiclici		
29	Benzo(a)antracene	0.1	µg/L
30	Benzo(a)pirene	0.01	µg/L
31	Benzo(b)fluorantene	0.1	µg/L
32	Benzo(k)fluorantene	0.05	µg/L
33	Benzo(g, h, i,)perilene	0.01	µg/L
34	Crisene	5	µg/L

	<i>Parametro</i>	<i>DM 471/99</i>	
		<i>C. L.</i>	<i>Unità di misura</i>
35	Dibenzo(a,h)antracene	0.01	µg/L
36	Indenopirene	0.1	µg/L
37	Pirene	50	µg/L
38	Sommatoria policiclici aromatici (31,32,33, 36)	0.1	µg/L
	Alifatici Clorurati Cancerogeni		
39	Clorometano	1.5	µg/L
40	Triclorometano	0.15	µg/L
41	Cloruro di Vinile	0.5	µg/L
42	1,2-Dicloroetano	3	µg/L
43	1,1 Dicloroetilene	0.05	µg/L
44	1,2-Dicloropropano	0.15	µg/L
45	1,1,2-Tricloroetano	0.2	µg/L
46	Tricloroetilene	1.5	µg/L
47	1,2,3-Tricloropropano	0.001	µg/L
48	1,1,2,2-Tetracloroetano	0.05	µg/L
49	Tetracloroetilene (PCE)	1.1	µg/L
50	Esaclorobutadiene	0.15	µg/L
51	Sommatoria Organoalogenati	10	µg/L
	Alifatici Clorurati non Cancerogeni		
52	1,1-Dicloroetano	810	µg/L
53	1,2-Dicloroetilene	60	µg/L
	Alifatici alogenati Cancerogeni		
54	Tribromometano (bromoformio)	0.3	µg/L
55	1,2-Dibromoetano	0.001	µg/L
56	Dibromoclorometano	0.13	µg/L
57	Bromodiclorometano	0.17	µg/L
	Fenoli e clorofenoli		
69	2-clorofenolo	180	µg/L
70	2,4-diclorofenolo	110	µg/L
71	2,4,6 – triclorofenolo	5	µg/L
72	Pentaclorofenolo	0.5	µg/L
	Altre Sostanze		
	Idrocarburi ¹⁴	10	µg/L

Tabella 7: Valori di Concentrazione Limite Accettabili per le acque sotterranee (Allegato 1 al D.M. 471/99)

¹⁴ Quale limite di riferimento per gli idrocarburi nelle acque, viene assunto il valore di 10 µg/L, sulla base del parere espresso da Istituto Superiore di Sanità e come richiesto dalla Conferenza di Servizi del 20 gennaio 2003.

4 CAMPAGNA DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

Le attività in campo sono state eseguite nel periodo dal 1 settembre al 24 ottobre 2003 e supervisionate in campo da tecnici CESI. Tutti i prelievi di campioni sono stati eseguiti direttamente dai tecnici CESI. I campioni prelevati sono stati consegnati da CESI agli incaricati ENEL presso la centrale stessa; ENEL ha provveduto a fare eseguire le determinazioni analitiche a cura di:

Laboratori Enel **GreenPower**

P.za Leopolda, 1
56044 Larderello (PI)

Le attività di indagine in campo sono state condotte sulla base di quanto delineato nel documento CESI A0/039668 del 4 dicembre 2000 dal titolo 'Centrale Termoelettrica ENEL di Priolo Gargallo – Piano della Caratterizzazione' e dalle successive integrazioni riportate nel Rapporto CESI A1/039503 e tenendo conto delle richieste espresse da ARPA Sicilia.

Il documento di Piano di Caratterizzazione e le successive integrazioni sono state approvate in sede di Conferenza di Servizi 'decisoria' tenutasi presso gli uffici della Prefettura di Siracusa in data 20 gennaio 2003 e avente come oggetto: 'Procedimento per l'intervento di bonifica di interesse nazionale relativo al sito di Priolo Gargallo', con verbale Prot. 1445/RIBO/DI/B del 12 febbraio 2003.

4.1 Metodologie di indagine del suolo/sottosuolo e acque sotterranee

L'indagine di caratterizzazione dell'area in esame è stata articolata come di seguito specificato:

- l'esecuzione di n° 71 sondaggi, con profondità media variabile tra 5 e 15 m;
- l'installazione, in alcuni dei perfori di sondaggio, di n° 17 piezometri;
- l'esecuzione di n° 18 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc, per valutare la permeabilità dell'acquifero;
- il prelievo di campioni di terreno dalle carote estratte dai sondaggi, e successive analisi chimiche di laboratorio;
- il prelievo di n° 17 campioni di acque sotterranee dai piezometri realizzati, con successive analisi chimiche di laboratorio;
- il prelievo di campioni di acque sotterranee da n° 3 pozzi di approvvigionamento della centrale, con successive analisi chimiche di laboratorio;
- il prelievo di n° 6 campionamenti di suolo superficiale destinati alla sola determinazione di PCDD e PCDF (Diossine e Furani), con successive analisi chimiche di laboratorio.

4.1.1 Ubicazione delle indagini

I punti di sondaggio sono stati ubicati secondo quanto previsto dal Piano della Caratterizzazione per l'intera area di centrale (Rapporto CESI A0/043143).

Nel Piano della Caratterizzazione e nelle successive integrazioni erano previsti:

- n° 61 sondaggi ubicati in parte ai nodi di una maglia sistematica di lato 100 m, che copre l'area degli impianti produttivi, e in parte secondo una maglia ragionata allargata anche alle aree, di proprietà ENEL – Produzione, non interessate da impianti.

In sede di cantiere, l'esatta ubicazione dei punti ha subito piccole variazioni rispetto alle ubicazioni previste, in funzione delle situazioni logistiche riscontrate sul campo (presenza di ingombri, di sottoservizi, di linee aeree in tensione, ecc.).

Oltre ai punti di sondaggio previsti (60 sondaggi, identificati con le sigle da S01 a S61, ad esclusione del sondaggio S19, che non si è potuto realizzare in quanto ricadeva al centro dell'edificio principale dei

turboalternatori e neanche spostamenti consistenti permettevano di localizzarlo in area libera da ingombri), durante lo svolgimento dell'attività:

- ENEL – Produzione ha ritenuto di fare eseguire n° 6 sondaggi aggiuntivi, posizionati lungo il tracciato di un oleodotto interrato, di proprietà della Società SOMICEM, che trascorre in corrispondenza del confine nord dell'area di sua proprietà sondaggi identificati con le sigle da S62 a S66;
- a seguito del rinvenimento di un'evidenza di contaminazione del suolo da parte di sostanze idrocarburiche in corrispondenza del sondaggio S07, sono stati eseguiti sondaggi aggiuntivi (concordati con le Autorità locali, vedi Verbali ARPA Sicilia – DAP Siracusa del 15, 16 e 21 ottobre 2003), in numero totale di 6 (identificati con le sigle S67, S68, S69, S70, S71 e S72), al fine di meglio definire l'estensione dell'area contaminata; n° 3 di tali sondaggi sono stati attrezzati con piezometro (S68, S70 e S71), allo scopo di permettere il monitoraggio della qualità dell'acqua di falda.

Oltre ai sondaggi a carotaggio continuo, sono stati eseguiti n° 6 campionamenti di suolo superficiale destinati alla sola determinazione di PCDD e PCDF (Diossine e Furani), eseguiti con attrezzi manuali fino alla profondità massima di 10 cm e su di una superficie quadrata di 1m di lato. Questa metodologia di prelievo è stata indicata da ARPA Sicilia - DAP Siracusa, come risulta dal Verbale di Riunione del 17/04/2003. I punti di indagine per la determinazione delle Diossine sono stati identificati con le sigle D1, D2, D3, D4, D5 e D6.

Le coordinate di tutti i punti di sondaggio sono state rilevate tramite l'utilizzo del ricevitore satellitare Trimble mod. ProXRS corredato del sistema per la ricezione dei dati di correzione provenienti dal satellite geostazionario OMNISTAR.

Le quote del piano campagna in corrispondenza dei punti di sondaggio sono state ottenute per mezzo di livellazioni plano-altimetriche eseguite con strumentazione ottica.

La localizzazione dei punti di sondaggio è riportata nella planimetria di Tavola IX.

sondaggio	coordinate Gauss-Boaga Roma 40 fuso est		quota [m slm]	note
	E	N		
S01	2539151	4110804	3,1	
S02	2539156	4110700	3,1	piezometro
S03	2539153	4110593	3,1	
S04	2539207	4110601	2,9	piezometro
S05	2538992	4110507	2,9	
S06	2539097	4110520	3,1	
S07	2539200	4110524	3,0	
S08	2539303	4110503	2,7	
S09	2539411	4110504	2,7	
S10	2538907	4110415	3,0	
S11	2539000	4110404	3,0	
S12	2539094	4110402	3,0	
S13	2539251	4110402	3,0	piezometro
S14	2539304	4110411	2,7	
S15	2539400	4110441	2,3	piezometro
S16	2538896	4110299	3,0	
S17	2539033	4110301	3,0	
S18	2539090	4110272	3,0	
S19	--	--		posizione inaccessibile
S20	2539308	4110299	2,9	

sondaggio	coordinate Gauss-Boaga Roma 40 fuso est		quota [m slm]	note
	E	N		
S21	2539455	4110300	2,8	
S22	2538892	4110201	3,0	
S23	2539004	4110203	3,0	
S24	2539097	4110209	3,0	
S25	2539201	4110180	3,0	
S26	2539301	4110183	2,9	
S27	2539401	4110187	2,3	piezometro
S28	2538873	4110099	3,0	
S29	2539016	4110114	3,5	
S30	2539102	4110107	2,8	
S31	2539197	4110090	2,8	
S32	2539301	4110097	2,6	
S33	2539399	4110091	2,4	
S34	2538877	4110005	3,4	
S35	2539002	4109995	4,8	
S36	2539115	4110000	2,8	
S37	2539196	4110002	2,8	
S38	2539296	4109987	2,6	
S39	2539400	4109989	2,4	piezometro
S40	2539010	4110706	2,7	piezometro
S41	2538600	4110707	3,8	piezometro
S42	2538800	4110201	3,8	piezometro
S43	2539002	4109868	2,0	
S44	2539148	4109675	1,5	
S45	2539405	4109813	1,0	
S46	2538945	4110048	4,8	piezometro
S47	2539024	4110048	3,5	piezometro
S48	2539116	4110050	2,9	piezometro
S49	2539034	4110776	3,0	
S50	2539033	4110671	3,0	
S51	2539033	4110560	3,0	
S52	2538945	4110516	2,8	piezometro
S53	2538802	4109989	3,6	piezometro
S54	2539295	4110768	2,8	
S55	2539382	4110710	2,6	
S56	2539293	4110585	2,7	
S57	2538941	4110462	3,0	
S58	2538858	4110369	3,2	
S59	2538858	4110226	3,2	
S60	2538864	4110138	3,4	
S61	2538857	4110060	3,3	
S62	2539389	4110739	2,6	
S63	2538700	4110756	2,3	
S64	2539240	4110819	3,0	
S65	2539098	4110877	3,0	
S66	2538994	4110907	3,0	
S67	2539200	4110529	3,0	
S68	2539215	4110545	2,9	piezometro
S69	2539190	4110560	3,0	
S70	2539173	4110544	3,0	piezometro

sondaggio	coordinate Gauss-Boaga Roma 40 fuso est		quota [m slm]	note
	E	N		
	S71	2539240	4110545	2,9
S72	2539153	4110544	3,0	
D1	2539002	4109868	2,0	solo per PCDD/PCDF
D2	2538700	4110756	2,3	solo per PCDD/PCDF
D3	2539411	4110522	2,5	solo per PCDD/PCDF
D4	2539308	4110299	2,9	solo per PCDD/PCDF
D5	2538979	4110360	3,0	solo per PCDD/PCDF
D6	2539317	4110746	2,8	solo per PCDD/PCDF

Tabella 8 coordinate dei punti di sondaggio

4.1.2 Esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo

Le caratteristiche tecniche delle attrezzature di perforazione impiegate sono descritte nell'Allegato 1.

In tutte le fasi di perforazione sono stati adottati tutti gli accorgimenti necessari ad evitare fenomeni di contaminazione indotta generata dall'attività di perforazione (trascinamento in profondità del potenziale inquinante o collegamento di livelli di falda a diverso grado di inquinamento).

Le operazioni di sondaggio sono state eseguite rispettando alcuni criteri di base essenziali al fine di rappresentare correttamente la situazione esistente in sito, in particolare:

- i sondaggi sono stati condotti in modo da garantire il campionamento in continuo di tutti i litotipi oggetto delle perforazioni, garantendo il minimo disturbo del suolo e sottosuolo interessati.
- la composizione chimica e biologica del materiale prelevato non deve essere alterata a causa di surriscaldamento, di dilavamento o di contaminazione da parte di sostanze e attrezzature utilizzate durante il campionamento;
- la profondità di prelievo nel suolo è stata determinata con la massima accuratezza possibile, non peggiore di 0,1 metri;
- il campione prelevato è stato conservato con tutti gli accorgimenti necessari affinché non subisca alterazioni;
- nell'esecuzione dei sondaggi, è stata adottata ogni cautela al fine di non provocare la diffusione di inquinanti a seguito di eventi accidentali.

Nel corso degli interventi di prelievo dei campioni tutto il materiale estratto è stato esaminato e tutti gli elementi che lo caratterizzano sono stati riportati su un apposito rapporto.

In particolare, è stata sempre segnalata la presenza nei campioni di contaminazioni evidenti.

I carotaggi sono stati eseguiti a secco, evitando l'utilizzo di fluidi che potrebbero alterare le caratteristiche chimiche dei materiali da campionare. Solo in casi di assoluta necessità, qualora la consistenza del terreno impedisse l'avanzamento (trovanti, strati rocciosi), è stata consentita la circolazione temporanea ad acqua pulita, sino al superamento dell'ostacolo. Si è ripresa, quindi, la procedura a secco.

Per le perforazioni, sono state impiegate attrezzature del tipo a rotazione, con caratteristiche idonee all'esecuzione di perforazioni del diametro di almeno 200 mm e della profondità di almeno 20 metri, sia in materiale lapideo che non lapideo.

Le corone e gli utensili per la perforazione a carotaggi sono stati scelti di volta in volta in base alle necessità evidenziatesi, e sono stati impiegati rivestimenti, corone e scarpe non verniciate.

Durante la perforazione, la fine di evitare che il terreno subisca surriscaldamento, la velocità di rotazione è sempre stata mantenuta su valori moderati in modo da limitare l'attrito tra suolo ed attrezzo campionatore.

Al fine di evitare il trascinamento in profondità di contaminanti di superficie, oltre che per evitare franamenti delle pareti del foro nei tratti non lapidei, la perforazione è stata eseguita impiegando una

tubazione metallica provvisoria di rivestimento. Tale tubazione provvisoria, avente diametro di 178 mm, è stata infissa dopo ogni manovra, fino alla profondità ritenuta necessaria per evitare franamenti del foro. Sono state adottate modalità di infissione tali che il disturbo arrecato al terreno fosse contenuto nei limiti minimi.

Nel caso di perforazioni di durata superiore alla giornata lavorativa, a fine giornata è stata eseguita la misura del livello piezometrico e il perforo è stato protetto da eventuali contaminazioni esterne. Il giorno successivo, alla ripresa del lavoro, è stato registrato nuovamente il livello piezometrico, annotando il tutto nella documentazione dell'attività.

Prima di ogni sondaggio, le attrezzature sono state lavate con acqua in pressione e/o vapore acqueo per evitare contaminazioni artefatte.

Durante la perforazione la velocità di avanzamento e la pressione sulle aste sono state mantenute costantemente sul minimo compatibile con il materiale attraversato al fine di non alterarne lo stato e di ridurre i disturbi generati da velocità eccessiva o pressioni non idonee.

Sono stati messi in atto accorgimenti di carattere generale per evitare l'immissione nel sottosuolo di composti estranei, quali:

- la rimozione dei lubrificanti dalle zone filettate;
- l'eliminazione di gocciolamenti di oli dalle parti idrauliche;
- la pulizia dei contenitori per l'acqua;
- la pulizia di tutti le parti delle attrezzature tra un campione e l'altro.

Il materiale, raccolto dopo ogni battuta, è stato estruso e quindi disposto in un recipiente che permettesse la deposizione delle carote prelevate senza disturbarne la disposizione stratigrafica. È stato utilizzato un recipiente di materiale inerte (PVC), idoneo ad evitare la contaminazione dei campioni prelevati. Per evitare la contaminazione tra i diversi prelievi, il recipiente per la deposizione delle carote è stato lavato, decontaminato e asciugato tra una deposizione e l'altra. Il materiale estruso è stato riposto nel recipiente in modo da poter ricostruire la colonna stratigrafica del terreno perforato.

Ad ogni battuta, è stata annotata la descrizione del materiale recuperato, indicando colore, granulometria, stato di addensamento, composizione litologica, ecc., riportando i dati in un apposito modulo.

Tutte le carote, estratte sono state fotografate, complete delle relative indicazioni grafiche di identificazione. Le foto sono state eseguite prima che i campioni estratti alterassero il colore per la perdita di umidità.

Tutti i campioni estratti sono stati sistemati, nell'ordine di estrazione, in adatte cassette catalogatrici distinte per ciascun sondaggio, nelle quali sono state indicati chiaramente e in modo indelebile i dati di identificazione del perforo e dei campioni contenuti e, per ogni scomparto, le quote di inizio e termine del campione contenuto.

Le cassette sono state trasferite presso un deposito in luogo chiuso, ivi immagazzinate per la conservazione e sono rimaste a disposizione di ENEL Produzione.

Al termine delle operazioni, per i perfori nei quali non si dovesse installare un piezometro, si è proceduto alla chiusura in sicurezza del foro mediante miscela cemento-bentonite per tutta la profondità, in modo da evitare la creazione di vie preferenziali per la migrazione dell'acqua di falda e di eventuali contaminanti.

Per ogni perforo è stata compilata la stratigrafia del sondaggio stesso secondo le usuali norme AGI.

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti e la relativa documentazione fotografica sono riportati nell'Allegato 1.

La posizione sul campo di ogni sondaggio non attrezzato a piezometro è stata segnalata con apposita targhetta identificativa, con sigla sia verniciata che punzonata, posta su picchetto in acciaio o sulla pavimentazione viabile.

4.1.3 Profondità dei sondaggi

La profondità dei sondaggi varia in funzione delle caratteristiche del sottosuolo e della tipologia di indagine che si intende eseguire nello specifico punto di campionamento.

Il Piano di Caratterizzazione era a suo tempo stato redatto sulla base di alcune indicazioni di ordine generale:

- la necessità di caratterizzare l'acquifero più superficiale, potenzialmente più soggetto ad impatto legato all'attività produttiva della centrale;
- la necessità di campionare i terreni alle diverse profondità fino al letto della falda superficiale (difficilmente si avranno contaminazioni del suolo a profondità superiori);
- la necessità di identificare i diversi tipi di contaminanti in funzione della potenziale fonte di inquinamento, in tal caso le sostanze indicatrici avranno comportamenti diversi in funzione della loro natura chimico-fisica e quindi potranno interessare profondità differenti.

Alla luce di queste considerazioni la profondità massima stabilita per punti della maglia sistematica di indagine era pari a $7 \div 10$ metri da p.c.. Nei casi in cui gli strati di argilla che costituiscono il letto dell'acquifero siano stati raggiunti prima della profondità massima prevista, i sondaggi sono stati interrotti alla profondità raggiunta, al fine di non interrompere la continuità dei suddetti strati impermeabili. Numerosi sondaggi sono stati spinti oltre la profondità massima prevista di 10 m, con l'intento di raggiungere, se possibile, gli strati impermeabili che costituiscono il fondo dell'acquifero; in alcuni casi, comunque, ciò non è stato comunque possibile.

I sondaggi della maglia ragionata condotti in prossimità degli oleodotti, sia lungo l'oleodotto che rifornisce la centrale stessa (sondaggi identificati con le sigle da S57 ad S61) sia lungo l'oleodotto SOMICEM (sondaggi identificati con le sigle da S62 ad S66) sono stati spinti, in generale, fino alla profondità massima di 5 m, considerata comunque ben inferiore alla profondità di posa delle tubazioni da controllare.

Per numerosi punti di indagine sono state introdotte modifiche in corso d'opera rispetto alla profondità prevista, in funzione delle condizioni lito-stratigrafiche incontrate.

Le caratteristiche esecutive dei sondaggi sono riassunte nella tabella seguente.

sondaggio	profondità max da p.c. [m]	data di esecuzione	piezometro	note
S1	7,0	08/10/03		
S2	13,0	25/09/03	SI	
S3	6,0	13/10/03		
S4	13,0	23/09/03	SI	
S5	5,0	30/09/03		
S6	8,0	09/10/03		
S7	6,0	13/10/03		
S8	9,0	10/10/03		
S9	12,0	13/10/03		
S10	5,0	01/10/03		
S11	7,0	02/10/03		
S12	8,0	02/10/03		
S13	13,0	12/09/03	SI	
S14	12,0	10/10/03		
S15	15,0	18/09/03	SI	
S16	5,2	02/10/03		
S17	7,0	15/10/03		
S18	8,0	03/10/03		
S19	--	--		posizione inaccessibile
S20	10,0	14/10/03		

sondaggio	profondità max da p.c. [m]	data di esecuzione	piezometro	note
S21	10,0	14/10/03		
S22	6,0	30/09/03		
S23	8,0	30/09/03		
S24	7,0	03/10/03		
S25	8,0	23/09/03		
S26	8,0	19/09/03		
S27	13,0	19/09/03	SI	
S28	7,5	23/09/03		
S29	8,0	24/09/03		
S30	5,2	09/09/03		
S31	7,5	29/09/03		
S32	6,0	29/09/03		
S33	8,0	29/09/03		
S34	6,0	23/09/03		
S35	8,0	24/09/03		
S36	6,0	09/09/03		
S37	7,0	09/09/03		
S38	7,0	09/09/03		
S39	12,0	05/09/03	SI	
S40	13,0	26/09/03	SI	
S41	7,5	01/10/03	SI	
S42	10,0	12/09/03	SI	
S43	6,0	24/09/03		
S44	6,0	25/09/03		
S45	6,0	25/09/03		
S46	12,0	04/09/03	SI	
S47	10,0	03/09/03	SI	
S48	12,0	05/09/03	SI	
S49	5,0	08/10/03		
S50	8,0	09/10/03		
S51	6,0	09/10/03		
S52	9,0	29/09/03	SI	
S53	14,0	22/09/03	SI	
S54	7,0	07/10/03		
S55	8,5	07/10/03		
S56	7,0	08/10/03		
S57	5,0	30/09/03		
S58	5,0	01/10/03		
S59	5,0	30/09/03		
S60	7,0	24/09/03		
S61	6,0	23/09/03		
S62	8,5	07/10/03		
S63	5,0	02/10/03		
S64	6,5	06/10/03		
S65	5,0	02/10/03		
S66	5,0	02/10/03		
S67	2,8	15/10/03		
S68	14,0	16/10/03	SI	
S69	6,0	22/10/03		
S70	13,0	22/10/03	SI	
S71	13,0	21/10/03	SI	
S72	6,0	22/10/03		

Tabella 9 caratteristiche esecutive dei sondaggi

La profondità massima raggiunta dai sondaggi eseguiti è stata di 15,0 m da p.c. in corrispondenza del sondaggio identificato con la sigla S15. La profondità minima invece è pari a 2,8 m da p.c. e si riferisce al punto S67, sondaggio in prossimità dei serbatoi di gasolio. In questo punto la presenza di un sottoservizio ha impedito la prosecuzione della perforazione, ma la profondità raggiunta ha comunque consentito il prelievo di n° 2 campioni per le determinazioni chimiche.

4.1.4 *Prelievo di campioni di terreno mediante sondaggi a carotaggio continuo*

In corrispondenza di ogni sondaggio, sono stati prelevati almeno 3 campioni di terreno come segue:

1. un campione nel materiale di riporto superficiale entro il primo metro di profondità;
2. un campione in corrispondenza della frangia capillare, cioè all'interno della zona di oscillazione della falda o comunque dell'interfaccia zona satura / zona insatura;
3. un campione nel materiale costituente la base dell'acquifero superficiale o, quando non venisse incontrato entro la profondità massima prevista, a fondo foro.

Nei sondaggi mirati al controllo degli oleodotti interrati presenti nel sito (sondaggi identificati con le sigle da S57 a S66) è stato prelevato un solo campione di terreno in corrispondenza dell'interfaccia zona satura / zona insatura, orizzonte dove dovrebbero accumularsi gli idrocarburi petroliferi. In alcuni casi il campionamento è stato effettuato in corrispondenza del letto dello strato di limi che sovrastano l'orizzonte permeabile dove è localizzata la falda, nell'ipotesi che gli eventuali idrocarburi dispersi nel sottosuolo potessero essere stati trattiene dagli strati limosi poco permeabili.

In corrispondenza del sondaggio S54, facente parte della maglia sistematica di indagine, ma riuadente in immediata prossimità de uno degli oleodotti interrati, in luogo del campione superficiale è stato prelevato un campione di terreno alla base del riporto, immediatamente al di sopra degli strati di limi, nella stessa ipotesi di cui sopra.

Nei sondaggi presso i depositi di combustibile (serbatoi di gasolio), identificati con le sigle S68, S70 e S71, sono stati prelevati n° 4 campioni di terreno, considerando i seguenti orizzonti: riporto superficiale entro il primo metro di profondità, in corrispondenza del letto dello strato di limi che sovrastano l'orizzonte permeabile dove è localizzata la falda, frangia capillare e base dell'acquifero superficiale o fondo foro.

Nello scegliere la profondità esatta alla quale prelevare il campione di terreno, si è data preferenza ai livelli di terreno a granulometria fine, in quanto questi trattengono maggiormente le sostanze contaminanti eventualmente presenti.

In totale sono stati perciò prelevati 195 campioni di terreno, come specificato nella Tabella seguente.

Ogni campione di terreno prelevato e sottoposto alle analisi è costituito da un campione composito nell'intervallo di profondità indicato.

sondaggio	campione	profondità di prelievo (m da p.c.)	
		da	a
S01	S01-1	0,2	1,0
	S01-2	3,5	4,0
	S01-3	6,0	7,0
S02	S02-1	0,5	1,3
	S02-2	5,8	6,2
	S02-3	12,4	12,8
S03	S03-1	0,1	0,5
	S03-2	4,8	5,2
	S03-3	5,5	6,0
S04	S04-1	0,3	1,0
	S04-2	3,5	3,9
	S04-3	11,7	12,2
S05	S05-1	0,1	0,9
	S05-2	2,4	2,6
	S05-3	4,4	4,8
S06	S06-1	0,5	1,0
	S06-2	4,0	4,5
	S06-3	7,5	8,0
S07	S07-1	0,2	1,0
	S07-2	3,4	4,0
	S07-3	5,4	6,0
S08	S08-1	0,2	1,0
	S08-2	7,2	7,5
	S08-3	8,0	9,0
S09	S09-1	0,1	1,0
	S09-2	9,5	10,0
	S09-3	11,2	12,0
S10	S10-1	0,1	1,0
	S10-2	4,0	4,2
	S10-3	4,8	5,0
S11	S11-1	0,1	1,0
	S11-2	4,5	5,0
	S11-3	6,0	7,0
S12	S12-1	0,1	1,0
	S12-2	6,0	6,5
	S12-3	7,5	8,0
S13	S13-1	0,3	1,3
	S13-2	8,5	9,0
	S13-3	12,3	12,7
S14	S14-1	0,5	1,0
	S14-2	4,5	5,1
	S14-3	11,3	12,0
S15	S15-1	0,5	1,1
	S15-2	11,5	12,5
	S15-3	13,0	13,5
S16	S16-1	0,1	1,0
	S16-2	2,6	2,8
	S16-3	4,5	5,0
S17	S17-1	0,2	1,0
	S17-2	5,2	5,6
	S17-3	6,5	7,0
S18	S18-1	0,1	1,0

sondaggio	campione	profondità di prelievo (m da p.c.)	
		da	a
S18	S18-2	6,0	6,5
	S18-3	7,5	8,0
	S20	S20-1	0,2
S20	S20-2	7,0	7,5
	S20-3	9,5	10,0
	S21	S21-1	0,2
S21-2		8,0	8,5
S21-3		9,5	10,0
S22	S22-1	0,2	0,8
	S22-2	5,0	5,4
	S22-3	5,5	6,0
S23	S23-1	0,1	1,0
	S23-2	5,0	5,5
	S23-3	7,0	7,5
S24	S24-1	0,1	1,0
	S24-2	5,8	6,2
	S24-3	6,5	7,0
S25	S25-1	0,1	1,0
	S25-2	3,7	4,2
	S25-3	7,0	7,5
S26	S26-1	0,5	1,0
	S26-2	5,5	6,0
	S26-3	6,5	7,0
S27	S27-1	0,5	1,1
	S27-2	6,0	7,0
	S27-3	11,0	12,0
S28	S28-1	0,1	1,0
	S28-2	4,5	5,0
	S28-3	7,0	7,5
S29	S29-1	0,2	1,0
	S29-2	2,5	2,8
	S29-3	5,8	6,2
S30	S30-1	0,0	1,0
	S30-2	1,6	2,3
	S30-3	4,8	5,2
S31	S31-1	0,1	1,0
	S31-2	6,0	6,4
	S31-3	7,3	7,5
S32	S32-1	0,1	1,0
	S32-2	2,8	3,2
	S32-3	5,8	6,0
S33	S33-1	0,5	1,5
	S33-2	2,7	3,0
	S33-3	6,7	7,0
S34	S34-1	0,2	1,0
	S34-2	3,8	4,2
	S34-3	5,5	6,0
S35	S35-1	0,2	1,0
	S35-2	2,5	2,8
	S35-3	6,3	6,6

sondaggio	campione	profondità di prelievo (m da p.c.)		sondaggio	campione	profondità di prelievo (m da p.c.)	
		da	a			da	a
S36	S36-1	0,0	1,0	S52	S52-1	0,1	1,0
	S36-2	2,5	3,0		S52-2	3,7	4,0
	S36-3	5,4	5,9		S52-3	7,3	8,1
S37	S37-1	0,0	1,0	S53	S53-1	0,2	1,0
	S37-2	2,7	3,1		S53-2	3,5	4,0
	S37-3	5,5	6,1		S53-3	13,7	14,0
S38	S38-1	0,0	1,0	S54	S54-1	2,8	3,2
	S38-2	3,5	3,9		S54-2	5,2	5,8
	S38-3	6,1	6,5		S54-3	6,0	7,0
S39	S39-1	0,2	0,9	S55	S55-1	0,1	1,0
	S39-2	6,5	6,9		S55-2	7,3	7,7
	S39-3	10,2	10,5		S55-3	8,0	8,5
S40	S40-1	0,3	1,0	S56	S56-1	0,1	1,0
	S40-2	3,9	4,2		S56-2	5,8	6,3
	S40-3	11,0	11,5		S56-3	6,5	7,0
S41	S41-1	0,1	1,0	S57	S57	4,1	4,5
	S41-2	1,7	2,0	S58	S58	3,5	4,0
	S41-3	5,5	6,0	S59	S59	3,2	3,5
S42	S42-1	0,0	1,0	S60	S60	4,0	4,5
	S42-2	4,5	5,0	S61	S61	4,5	5,0
	S42-3	8,0	8,5	S62	S62	6,8	7,5
S43	S43-1	0,1	1,0	S63	S63	2,8	3,0
	S43-2	2,9	3,3	S64	S64	5,2	5,6
	S43-3	5,5	6,0	S65	S65	4,5	5,0
S44	S44-1	0,2	1,0	S66	S66	4,4	5,0
	S44-2	2,8	3,2	S67	S67-1	0,2	1,0
	S44-3	5,5	6,0	S67-2	2,2	2,8	
S45	S45-1	0,2	1,0	S68	S68-1	0,2	1,0
	S45-2	5,1	5,4	S68-2	2,4	3,1	
	S45-3	5,7	6,0	S68-3	5,6	6,5	
S46	S46-1	0,3	1,3	S68-4	12,8	13,3	
	S46-2	6,2	6,5	S69	S69-1	0,1	1,0
	S46-3	10,0	10,5	S69-2	2,5	3,3	
S47	S47-1	0,5	1,5	S69-3	5,2	6,0	
	S47-2	5,6	6,2	S70	S70-1	0,2	1,0
	S47-3	8,6	9,1	S70-2	2,3	3,5	
S48	S48-1	0,3	1,0	S70-3	5,5	6,3	
	S48-2	5,5	6,2	S70-4	12,0	12,5	
	S48-3	8,3	8,6	S71	S71-1	0,2	1,0
S49	S49-1	0,5	1,0	S71-2	2,6	3,0	
	S49-2	4,1	4,5	S71-3	5,6	6,1	
	S49-3	4,8	5,0	S71-4	12,2	12,8	
S50	S50-1	0,2	1,0	S72	S72-1	0,2	1,0
	S50-2	4,0	4,5	S72-2	2,8	3,5	
	S50-3	5,5	6,0	S72-3	5,4	6,0	
S51	S51-1	0,2	1,0				
	S51-2	4,0	4,5				
	S51-3	5,5	6,0				

Tabella 10: profondità di prelievo dei campioni di terreno

Nelle Figure seguenti sono rappresentate graficamente le profondità di prelievo dei sondaggi eseguiti.

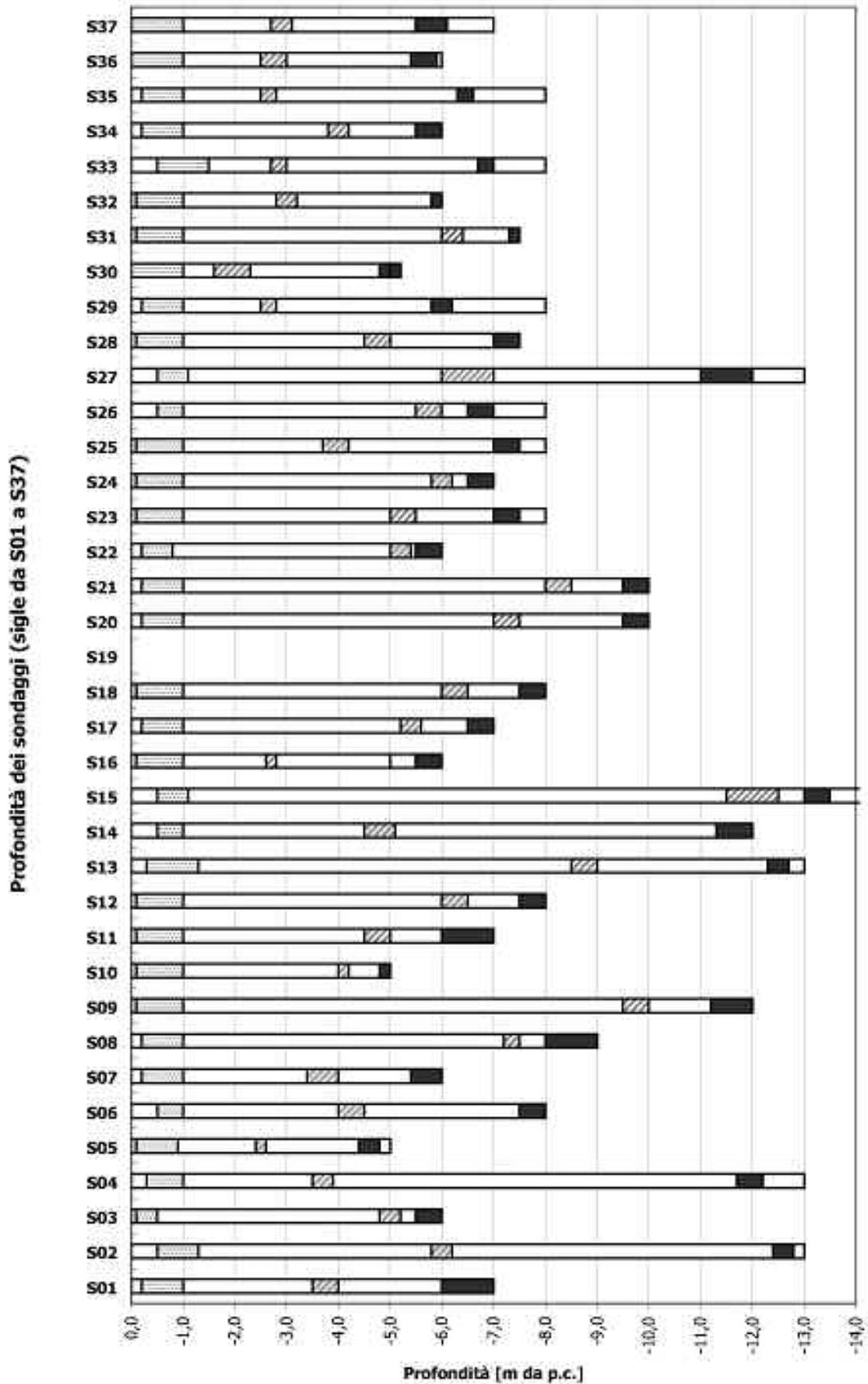


Figura 4– Profondità dei prelievi dei sondaggi eseguiti (sigle dei sondaggi da S01 a S37)

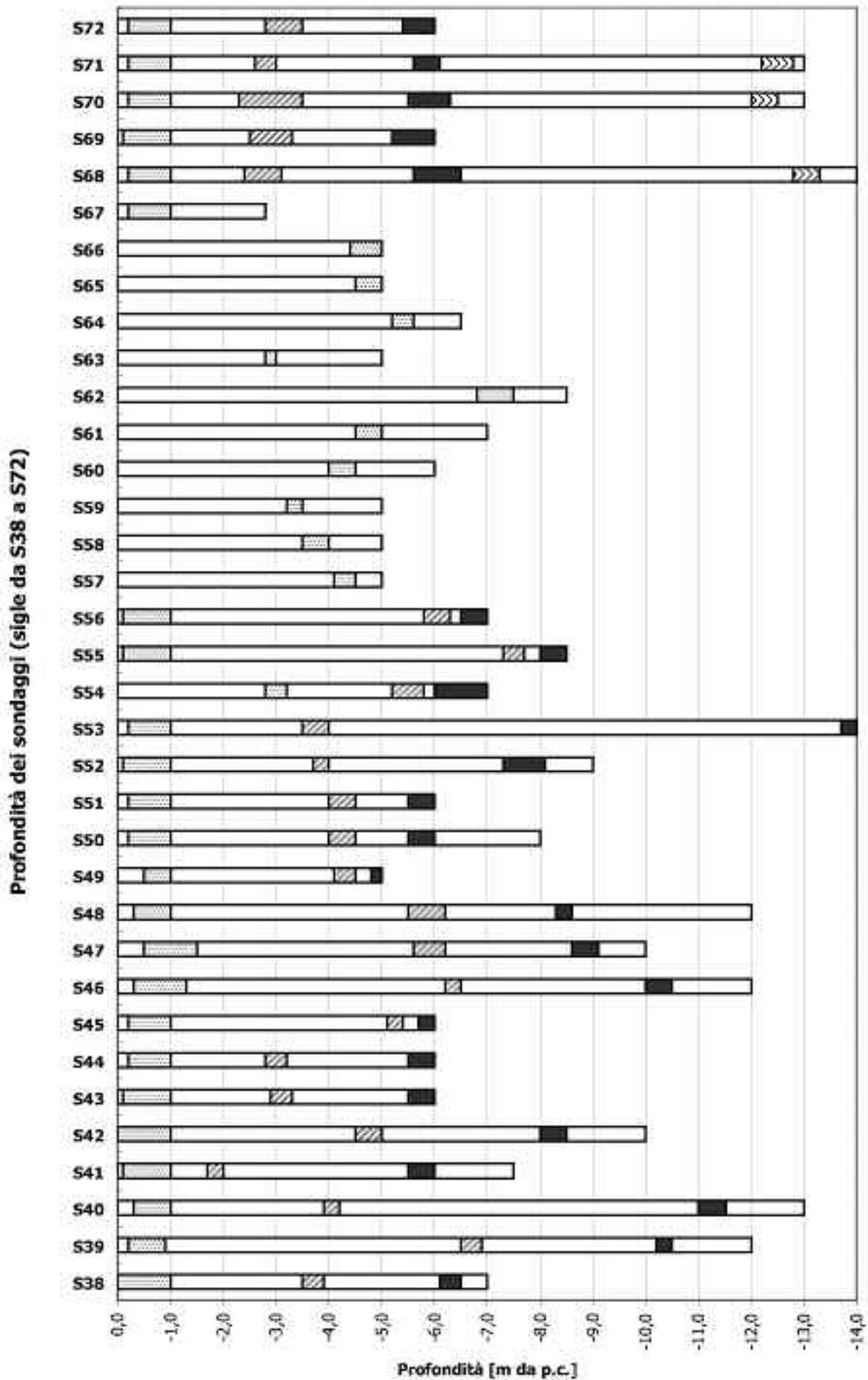


Figura 5 – Profondità dei prelievi dei sondaggi eseguiti (sigle dei sondaggi da S38 a S72)

Il prelievo dei campioni è stato eseguito durante le fasi di perforazione. I campioni sono stati prelevati dopo la deposizione della carota nella cassetta catalogatrice e sono stati trasferiti in appositi contenitori, sigillati e univocamente siglati.

In tutte le operazioni di prelievo è stata rigorosamente mantenuta la pulizia delle attrezzature e dei dispositivi di prelievo, eseguita con mezzi o solventi compatibili con i materiali e le sostanze di interesse, in modo da evitare fenomeni di contaminazione incrociata o perdita di rappresentatività del campione.

Gli incrementi di terreno prelevati sono stati trattati e confezionati in campo a seconda della natura e delle particolari necessità imposte dai parametri analitici da determinare.

Il prelievo degli incrementi di terreno e ogni altra operazione ausiliaria (separazione del materiale estraneo, omogeneizzazione, suddivisione in aliquote, ecc.) sono state eseguite in accordo con la Procedura ISO/DIS 10381-2 *Soil Quality - Sampling - Guidance on sampling of techniques*.

Particolare cura è stata posta al prelievo delle aliquote destinate alla determinazione dei composti organici volatili, che sono stati prelevati al più presto, dopo la disposizione delle carote nelle cassette catalogatrici, per mezzo di un sub-campionatore e immediatamente sigillati in apposite fiale dotate di sottotappo in teflon, in accordo con la procedura EPA SW846 - Method 8035A *Closed-System Purge-and-Trap and Extraction for Volatile Organics in Soil and Waste Samples*.

Ogni campione prelevato è stato suddiviso nelle seguenti aliquote:

aliquota	parametri	trattamento	contenitore	conservazione
A	Metalli (Al, As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V, Zn, Ni) IPA Fenoli clorurati e non clorurati PCB PCDD Dibenzotiofene e Tiofeni Condensati Amianto Contenuto di acqua	nessuno	sacchetto in PE termosaldato	4°C
B	BTEX+Stirene Idrocarburi Totali	nessuno	3 fiale in vetro da 40 ml con sottotappo in Teflon	4°C

Tabella 11: suddivisione in aliquote dei campioni di terreno e condizioni di conservazione.

Per le determinazioni diverse da quella dei composti organici volatili, il materiale prelevato è stato preparato scartando in campo i ciottoli ed il materiale grossolano di diametro maggiore a circa 3 cm, quindi sottoponendo il materiale a quartatura/omogeneizzazione e suddividendolo infine in tre aliquote, delle quali:

1. una destinata alle determinazioni quantitative eseguite a cura del laboratorio ENEL GreenPower;
2. una a disposizione delle Autorità di Controllo per eventuali analisi di verifica;
3. una destinata all'archiviazione per eventuali futuri approfondimenti analitici, rimasta a disposizione di ENEL.

Tutte le operazioni di preparazione e trattamento sono state effettuate presso un laboratorio mobile appositamente attrezzato, con l'appoggio delle strutture del laboratorio chimico di Centrale, dove è stato predisposto un adeguato spazio per l'archiviazione temporanea dei campioni in appositi frigoriferi. Le aliquote ottenute sono state immediatamente poste in frigorifero alla temperatura di 4°C e così mantenute durante tutto il periodo di trasporto e conservazione, fino al momento dell'analisi di laboratorio.

4.1.5 Prelievo di campioni di terreno superficiale destinate alla determinazione di Diossine e Furani

Per il prelievo dei campioni di terreno destinati alla determinazione delle Diossine e dei Furani, si è operato in accordo con la procedura proposta da ARPA Sicilia - DAP Siracusa, come riportato nel Verbale di Riunione del 17/04/2003.

Il prelievo è stato eseguito per mezzo di scavi manuali di circa 1 m x 1 m, della profondità massima di 10 cm circa. Il materiale risultante da questi scavi è stato omogeneizzato e suddiviso mediante le usuali tecniche di quartatura. In totale, sono stati eseguiti n° 6 prelievi; la loro localizzazione è riportata nella planimetria di Tavola X.

4.1.6 Prove di permeabilità tipo Lefranc

Le prove di permeabilità sono state finalizzate alla determinazione dei parametri caratteristici dell'acquifero/i ed in particolare della sua permeabilità (coefficiente di permeabilità K) e trasmissività.

Rispetto a quanto previsto dal Piano di caratterizzazione, la distribuzione delle prove di permeabilità ha subito modifiche in corso d'opera, in funzione e a giudizio del geologo che ha seguito le indagini, con l'intento di ottenere una soddisfacente caratterizzazione dell'acquifero su tutta l'area interessata dai sondaggi.

Le prove sono state eseguite in avanzamento, entro fori di sondaggio rivestiti fino alla sommità della sezione di prova, impiegando, in funzione della natura del terreno, il metodo più opportuno: a carico variabile o a carico costante. Le prove di permeabilità sono state condotte presso i sondaggi e alle profondità specificate nella Tabella seguente.

Sondaggio	Profondità di prova [m da p.c.]	Metodo di esecuzione
S01	6,5 - 7,0	carico costante
S03	5,5 - 6,0	carico costante
S06	6,0 - 6,5	carico costante
S09	11,0 - 11,5	carico costante
S11	5,0 - 5,5	carico costante
S15	13,0 - 13,5	carico variabile
S16	4,5 - 5,0	carico costante
S20	9,0 - 9,5	carico costante
S23	7,0 - 7,5	carico costante
S24	6,5 - 7,0	carico costante
S31	7,0 - 7,5	carico variabile
S33	7,0 - 7,5	carico variabile
S39	7,0 - 7,5	carico variabile
S43	5,5 - 6,0	carico variabile
S45	5,5 - 6,0	carico variabile
S46	8,5 - 9,0	carico variabile
S55	7,5 - 8,0	carico costante
S63	4,5 - 5,0	carico costante

Tabella 12: Elenco dei sondaggi nei quali sono state effettuate le prove Lefranc

4.1.7 Installazione di piezometri

La tubazione utilizzata per la realizzazione dei piezometri ha un diametro interno nominale pari a 100 mm (\varnothing 4"), con giunzione a manicotto esterno; la parete ha uno spessore minimo di 5 mm.. La tubazione è finestrata, mediante microfessurazioni, alle quote più avanti specificate. È realizzata in materiali plastici inerti dal punto di vista chimico (PVC). La larghezza delle microfessurazioni è tipicamente di 0,4 mm con spaziatura di 9 mm. La chiusura di fondo tubo è eseguita mediante fondello cieco impermeabile.

Per la parte filtrante, in nessun caso sono stati impiegati filtri artificiali (geotessile).

Per la realizzazione del filtro a ridosso della zona finestrata del tubo è stato utilizzato ghiaietto siliceo, con granulometria uniforme, e forme arrotondate.

In corrispondenza del tratto di tubo cieco nella zona insatura, è stato formato un tappo impermeabile costituito da bentonite o miscela cemento/bentonite.

In generale, l'estremità del tubo cieco fuoriesce dal piano di campagna di almeno 30 cm ed è stato installato un pozzetto di protezione in metallo verniciato, munito di chiusura tramite lucchetto. Laddove fosse necessario evitare l'ingombro in superficie, al fine di lasciare libera la viabilità, l'estremità della tubazione è stata alloggiata in un pozzetto interrato in calcestruzzo protetto da chiusino in ghisa, idoneo per resistere all'eventuale passaggio di automezzi.

In tutti i casi, l'estremità della tubazione è stata munita di tappo filettato di chiusura.

Completata l'installazione della tubazione, si è proceduto alle operazioni di primo spurgo, finalizzate a rimuovere il sedimento presente nel tubo finestrato, nei filtri e nel terreno immediatamente adiacente al sondaggio, al fine di assicurare la possibilità di prelevare campioni di acqua rappresentativi e privi di materiale in sospensione. Le operazioni di spurgo sono state eseguite con una pompa centrifuga sommersa.

Sulle teste è stata collocata un'apposita targhetta indelebile e inamovibile, riportante la quota altimetrica della testa pozzo ed il codice univoco identificativo dello stesso.

Ad installazione ultimata, è stata determinata la quota relativa alla bocca tubo di ciascun piezometro. La quota, espressa in metri sul livello del mare, è stata riferita alla borchia di riferimento presente nell'area di impianto, alla base del plinto di costruzione a Sud-Ovest del piano terra del locale Sala Macchine, fatta pari a m 3,00 s.l.m..

A seguito di una evidenza di contaminazione riscontrata presso i punti di sondaggio identificati con le sigle S67, S68, S69, S70 e S71, sono stati installati alcuni piezometri non originariamente previsti dal Piano di Caratterizzazione nei punti S68, S70 e S71, allo scopo di verificare l'eventuale presenza di inquinamento nelle acque di falda, la sua estensione areale ed effettuare l'eventuale messa in sicurezza dell'area.

Le caratteristiche costruttive di ciascun piezometro sono riportate nella seguente Tabella seguente.

ID	Data esecuzione	Profondità massima [m da p.c.]	Intervallo di finestratura [m]	Lunghezza tubo cieco [m]	Lunghezza tubo finestrato [m]	Quota bocca tubo [m slm]
S02	25-set-03	13,0	3,5 - 12,5	4	9	3,56
S04	23-set-03	13,0	3,5 - 12,5	4	9	3,38
S13	12-set-03	13,0	6,0 - 13,0	6	7	3,40
S15	18-set-03	15,0	6,5 - 14,5	7	8	2,63
S27	19-set-03	13,0	4,0 - 12,0	4	8	2,15
S39	05-set-03	12,0	4,0 - 11,0	4	7	2,22
S40	26-set-03	13,0	2,5 - 12,5	3	10	3,00
S41	01-ott-03	7,5	1,5 - 7,5	2	6	4,33
S42	12-set-03	9,0	2,5 - 9,5	3	7	4,34
S46	04-set-03	12,0	1,5 - 10,5	2	9	4,77
S47	03-set-03	10,5	3,0 - 10,0	3	7	3,64
S48	05-set-03	10,0	4,5 - 9,5	5	5	3,42
S52	29-set-03	9,0	2,5 - 8,5	3	6	3,23
S53	22-set-03	14,0	2,5 - 12,5	3	10	3,96
S68	16-ott-03	14,0	6,5 - 13,5	6,5	7	2,86
S70	22-ott-03	13,0	5,5 - 12,5	5,5	7	2,93
S71	21-ott-03	13,0	6,0 - 13,0	6	7	3,32

Tabella 13 – Caratteristiche costruttive dei piezometri installati

La localizzazione dei piezometri è riportata nella Tavola IX.

4.1.8 Misure di soggiacenza della falda

Per la definizione della superficie della falda semiconfinata, sono state eseguite misure di soggiacenza della falda, con precisione di almeno 1 cm, presso i piezometri installati.

Il livello statico dell'acqua all'interno di tutti i piezometri è stato misurato per mezzo di un freatimetro, nell'arco della stessa giornata del 16 ottobre 2003. In data successiva (22 ottobre) sono stati misurati solo quei piezometri la cui realizzazione, al momento della prima misura, non era ancora stata completata (S68, S70 e S71).

Tutte le misure sono state riferite alla bocca del tubo piezometrico, della quale è stata appositamente rilevata la quota sul livello del mare.

4.1.9 Prelievo di campioni di acque di falda

Prima del prelievo di acqua sotterranea, i piezometri sono stati adeguatamente spurgati mediante una pompa centrifuga sommersa, avendo cura di rimuovere un volume di acqua pari almeno a circa 3 volte il volume del piezometro e fino al raggiungimento della stabilità nei valori dei principali parametri di qualità dell'acqua, misurati in linea sull'acqua effluente (vedi paragrafo successivo).

Il prelievo è sempre avvenuto immediatamente dopo l'operazione di spurgo.

In generale, ove possibile è sempre stata data preferenza al campionamento di tipo statico, a causa dell'elevato rischio di contaminazione incrociata associato al prelievo tramite una pompa e le relative tubazioni.

Per i campionamenti statici sono stati impiegati dispositivi di prelievo (bailer) monouso, nuovi e sigillati nelle confezioni originali, e corde di manovra anch'esse monouso, costituite da cavo in Nylon monofilo.

I pozzi di approvvigionamento della centrale sono stati sottoposti a campionamento dinamico, attraverso un apposito punto di presa campioni esistente, durante il periodo di normale funzionamento delle pompe

di impianto. Anche in questi casi, la stabilità nei valori dei principali parametri di qualità dell'acqua, è stata verificata per mezzo di misure in linea sull'acqua effluente.

Piezometro/Pozzo	Data prelievo	Ora	Modalità di campionamento
S02	9/10/2003	14.50	Statico (bailer)
S04	7/10/2003	09.40	Statico (bailer)
S13	1/10/2003	17.15	Statico (bailer)
S15	1/10/2003	14.45	Statico (bailer)
S27	30/09/2003	15.00	Statico (bailer)
S39	30/09/2003	09.00	Statico (bailer)
S40	7/10/2003	14.25	Statico (bailer)
S41	8/10/2003	08.45	Statico (bailer)
S42	1/10/2003	09.15	Statico (bailer)
S46	24/09/2003	09.00	Statico (bailer)
S47	25/09/2003	09.20	Statico (bailer)
S48	29/09/2003	16.20	Statico (bailer)
S52	9/10/2003	09.40	Statico (bailer)
S53	8/10/2003	14.25	Statico (bailer)
S68	21/10/2003	10.00	Statico (bailer)
S70	21/10/2003	17.00	Statico (bailer)
S71	21/10/2003	09.00	Statico (bailer)
PE1	23/10/2003	11.10	Dinamico (presa campioni)
PE2	22/09/2003	16.10	Dinamico (presa campioni)
PE3	23/09/2003	09.10	Dinamico (presa campioni)

Tabella 14 – Data e modalità di prelievo dei campioni acque

Immediatamente dopo il prelievo, i campioni sono stati suddivisi in aliquote destinate alle diverse determinazioni chimiche e sottoposti alle procedure di stabilizzazione previste.

Le aggiunte di reattivi conservanti sono state eseguite solo sulle frazioni di campioni destinate al laboratorio e all'archiviazione presso la centrale; la frazione a disposizione delle Autorità di Controllo per le eventuali analisi di verifica, dietro precisa ed esplicita richiesta di ARPA Sicilia - DAP Siracusa, non è stata addizionata di alcun reattivo conservante.

Il prelievo degli incrementi di acque sotterranee e ogni altra operazione ausiliaria (filtrazione, aggiunta di reattivi, conservazione, ecc.) sono state eseguite in accordo con la Procedura ISO 5667-11:1993(E) *Water Quality - Sampling - Guidance on sampling of groundwaters*, nonché con le indicazioni contenute nell'Allegato 2 al D.M. 471/99.

Secondo le indicazioni del DM 471/99, le analisi delle acque sotterranee sono state eseguite sul campione tal quale, per ottenere la determinazione della concentrazione totale delle sostanze inquinanti; la determinazione dei metalli è stata eseguita su campioni di acqua non filtrata e sedimentata per almeno 2 ore.

Ogni campione prelevato è stato suddiviso nelle seguenti aliquote:

sigla aliquot a	parametri	trattamento	contenitore	conservazione
A	Metalli (Al, As, B, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Sb, Sn, Tl, V, Zn)	decantazione per 2 ore	bottiglia in HDPE da 100 ml	4°C
B	Cromo esavalente e Cianuri	NaOH 10 M 0,1 ml/l	bottiglia in HDPE da 50 ml	4°C
F	BTEX+Stirene Idrocarburi Clorurati cancerogeni e non cancerogeni	HCl dil. 1:1 500 µl	3 fiale in vetro da 40 ml con sottotappo in Teflon (sigillate senza bolle d'aria all'interno)	4°C (le fiale sono state mantenute capovolte)
G	Fenoli clorurati Fenoli non clorurati	HCl 1:1 5 ml/l	bottiglia in vetro scuro da 1 l. con sottotappo in Teflon	4°C
L	Idrocarburi totali	HCl 1:1 5 ml/l	bottiglia in vetro scuro da 1 l. con sottotappo in Teflon	4°C
O	Idrocarburi Policiclici Aromatici	nessuno	bottiglia in vetro scuro da 1 l. con sottotappo in Teflon	4°C

Tabella 15 – suddivisione in aliquote dei campioni di acque e trattamenti di conservazione

Le aliquote ottenute sono state immediatamente poste in refrigeratore alla temperatura di 4°C e così mantenute durante tutto il periodo di trasporto e conservazione, fino al momento della consegna agli incaricati di ENEL GreenPower.

4.1.10 Misure in situ di parametri di qualità dell'acqua

Al momento del prelievo, i campioni di acqua sono stati sottoposti a misura elettrometrica dei principali parametri di qualità.

Le misurazioni dei campioni di acqua sono effettuate direttamente in campo, utilizzando tecniche elettrometriche, con misura eseguita direttamente in linea durante lo spurgo dei piezometri, con elettrodi alloggiati in una cella di flusso.

4.2 Interventi adottati a seguito della scoperta della contaminazione

Durante lo svolgimento dell'attività, sono state raccolte evidenze di tracce di contaminazione del suolo in un sondaggio ubicato a Sud dei serbatoi di stoccaggio del gasolio e acque reflue (K25/1 e K25/2), identificato con la sigla S07.

Le evidenze organolettiche di presenza di contaminanti sono state supportate in campo mediante misure speditive della presenza i Composti Organici Volatili, per mezzo di rivelatore portatile a fotoionizzazione (PID).

La sostanza contaminante sembrava essere costituita da prodotti petroliferi leggeri.

L'avvenuto riscontro di contaminazione è stato tempestivamente comunicato all'ARPA Sicilia DAP Siracusa che ha provveduto al sopralluogo nei giorni 15, 16 e 21 ottobre 2003 e alla pianificazione dei successivi interventi di indagine presso l'area.

Per delimitare l'estensione della contaminazione si è provveduto ad eseguire un infittimento dei punti di sondaggio interno alla possibile fonte di contaminazione, con maglia a croce di passo regolare 25 x 25 m e nella direzione presumibile del flusso della falda. Il numero e l'ubicazione di questi sondaggi aggiuntivi sono stati concordati con le Autorità di Controllo (vedi Verbali ARPA Sicilia – DAP Siracusa del 15, 16 e 21 ottobre 2003), in numero totale di 6 (identificati con le sigle S67, S68, S69, S70, S71 e S72), al fine di meglio definire l'estensione dell'area contaminata; n° 3 di tali sondaggi sono stati attrezzati con piezometro (S68, S70 e S71), allo scopo di permettere il monitoraggio della qualità

dell'acqua di falda. Tutti i sondaggi aggiuntivi sono stati spinti fino a profondità necessaria per raggiungere gli strati impermeabili (argille), che costituiscono il letto dell'acquifero.

In corrispondenza di ogni sondaggio aggiuntivo, sono stati prelevati 3 o 4 campioni di terreno in corrispondenza delle diverse profondità raggiunte, come segue:

- un campione nel materiale di riporto superficiale, entro il primo metro di profondità;
- un campione al di sopra dell'orizzonte a ridotta permeabilità costituito da uno strato di limi dello spessore di circa 2 m, che confina superiormente la falda;
- un campione in corrispondenza dell'interfaccia zona satura / zona insatura;
- un campione nel materiale costituente la base dell'acquifero superficiale.

Inoltre, sono stati realizzati alcuni piezometri (identificati con le sigle S68, S70 e S71) che potessero eventualmente essere attrezzati con pompe per intercettare il flusso di acque di falda contaminate e costituire una prima misura di messa in sicurezza. La presenza di piezometri a monte e a valle dei serbatoi, in direzione presunta della falda, costituisce una rete di monitoraggio della qualità delle acque.

4.3 Determinazioni analitiche

4.3.1 Parametri da determinare

Il set di parametri da determinare è stato definito nel Piano di Caratterizzazione e nelle sue successive integrazioni, approvate in sede di Conferenza di Servizi "decisoria" tenutasi presso gli uffici della Prefettura di Siracusa in data 20 gennaio 2003 e avente come oggetto: "Procedimento per l'intervento di bonifica di interesse nazionale relativo al sito di Priolo Gragallo", con verbale Prot. 1445/RIBO/DI/B del 12 febbraio 2003. Inoltre, è stato ulteriormente precisato nel corso di contatti con ARPA Sicilia - DAP Siracusa.

L'elenco dei parametri analitici per i **terreni** è il seguente:

- Metalli (As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V, Zn);
- Aromatici;
- Fenoli non clorurati;
- Fenoli clorurati;
- Aromatici Policiclici;
- Idrocarburi;
- Diossine e Furani (solo su n° 6 campioni superficiali);
- PCB (solo sui campioni superficiali);
- Amianto (solo sui campioni superficiali);
- Dibenzotiofene e Tiofeni Condensati;
- Contenuto di acqua.

L'elenco dei parametri analitici per i **campioni di acque** è il seguente:

- Metalli (Al, As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V, Zn, Cromo esavalente);
- Inquinanti Inorganici (Boro, Cianuri,);
- Composti Organici Aromatici;
- Alifatici Clorurati Cancerogeni;
- Alifatici Clorurati non Cancerogeni;
- Alifatici Alogenati Cancerogeni;
- Fenoli e Clorofenoli;
- Idrocarburi totali;
- Idrocarburi Policiclici Aromatici;
- pH, Conducibilità Elettrica, Ossigeno Disciolto, Potenziale di Ossidoriduzione, Temperatura (misurati in sito).

5 RISULTATI DELLE INDAGINI CONDOTTE

5.1 Stratigrafia del sito

La ricostruzione stratigrafica del sito, relativa agli strati superficiali, è stata ottenuta sulla base delle stratigrafie ottenute nello svolgimento della campagna di indagine eseguita nel settembre 2003.

Si tratta di 72 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti a secco fino a profondità variabili da un minimo di 2,8 m a un massimo di 14 m da p.c., secondo quanto già descritto nei precedenti paragrafi.

Da un punto di vista morfologico, il sito di centrale è per lo più sub-pianeggiante con quote che variano gradatamente da Ovest (entroterra) a Est (linea di costa): le quote massime sono nell'ordine dei 4-5 m s.l.m., fino a 2-3 m s.l.m. nella porzione centrale della CTE, per arrivare a 1-0 m s.l.m. lungo la linea di costa.

Analizzando i 72 log stratigrafici riportati in Allegato, risulta evidente che i terreni attraversati dai sondaggi appartengono sia alle alluvioni e ai depositi di spiaggia recenti ed attuali (Olocene), sia ai depositi di biocalcareni e sabbie gialle (Pleistocene medio-sup.), fino ad arrivare, in alcuni sondaggi, alle argille marnose grigio-azzurre pleistoceniche (Pleistocene inferiore).

E' possibile, grazie ai suddetti log stratigrafici, fornire una sintesi della successione stratigrafica sovrastante il letto impermeabile argilloso (fino quindi profondità variabili da 10 a 15 m da p.c.), fornendo alcune indicazioni sulla probabile continuità dei singoli strati e sulla struttura della circolazione idrica sotterranea più superficiale.

Dal p.c. al letto impermeabile si distinguono:

- da 0 a massimo 6 m - Terreno vegetale e materiali di riporto; normalmente lo spessore del terreno di riporto è compreso tra i 2 e i 3 m da p.c., raggiungendo valori di 4-5 m, fino a un massimo di 6 m da p.c. (Sondaggio S20) in corrispondenza delle fondazioni degli edifici e degli impianti di centrale. Nell'ambito di questo orizzonte è possibile individuare una falda freatica, a carattere stagionale, alimentata dalle acque meteoriche di scarsa importanza sia dal punto di vista idrogeologico (non ha specifiche interconnessioni con il sistema acquifero vero e proprio) che produttivo (non ha portate e qualità chimico-fisiche sufficienti per essere potenzialmente sfruttabile).
- da 0-6 a massimo 7 m da p.c. - Limi argillosi nerastri. Si tratta di un orizzonte piuttosto continuo distribuito estesamente per tutto il sito della centrale. Il suo spessore può variare da 1,5 m minimo a 3 metri massimo e mostra una certa tendenza ad aumentare spostandosi dall'entroterra verso il mare. Solo localmente questo strato non è presente, in particolare in corrispondenza del settore Nord-Occidentale del sito, dove al di sotto dello strato di riporto o si intercetta subito il substrato calcarenitico (Sondaggi S49, S41 S06), o il suo livello di alterazione (S50 e S51) o un orizzonte limoso-sabbioso (Sondaggio S42).

La maggior continuità e consistenza di questo orizzonte la si rileva nel settore centrale e nel settore Ovest-Sud Ovest del sito, dove lo spessore di limi si aggira intorno ai 2 m e poggia direttamente sul substrato calcarenitico (Sondaggi da S28 a S33 e da S46 a S48). Nella porzione antistante la costa, questo orizzonte è spesso sovrastato da un livello di circa 1-2 m di spessore costituito da sabbie fini grigiastre (Sondaggi S9, S13, S15 e S21), mentre, spostandosi a Sud-Ovest, verso l'entroterra, è stata intercettata, a circa 3-3,5 m da p.c., una lente di torba, dallo spessore variabile da 1,5 a 2 m sovrastante l'orizzonte limoso (Sondaggi S36, S37 e S38).

L'origine di questo orizzonte è legato all'attività trasgressiva/regressiva delle acque del mare: esso, in particolare, è testimonianza di una fase regressiva, in cui l'area attuale di centrale, abbandonata dalle acque del mare, ha subito un impaludamento con conseguente deposizione di materiale fine in ambiente anaerobico, testimoniato dal colore scuro dei limi argillosi e dalla locale presenza di torba.

La scarsa/nulla permeabilità di questo orizzonte e la sua continuità spaziale, almeno in corrispondenza del sito di centrale, fa sì che la falda in pressione (semiconfinata) presente negli

strati sottostanti sia sufficientemente protetta. Nei sondaggi eseguiti si è osservata una risalienza delle acque di falda fino a quote di circa 1,75-2,5 m da p.c.

- da 4-7 m a un massimo di 8,5 m da p.c. - **Sabbie limose giallastre con inclusi carbonatici.** Questo livello non è costantemente presente al di sotto del sito di centrale, lo si rileva prevalentemente nel settore centrale (Sondaggi S13, S14, S15, S18, S20, S21, S23, S24, E S27) e nella porzione sud-occidentale, in corrispondenza del limite dell'area recintata della CTE (Sondaggi S34, S43, S44 e S53). Lo spessore di questo orizzonte è spesso estremamente ridotto (0,5-1 m) e, date le sue caratteristiche litostratigrafiche, è possibile supporre che si tratti di un livello di alterazione del substrato biocalcarentico sottostante.

Questo strato è comunque poco permeabile, data la presenza di una matrice limosa piuttosto consistente, garantendo comunque una discreta protezione idrogeologica alla falda presente nel livello biocalcarentico.

- da 5-8,5 m a un massimo di 12 m da p.c. - **Calcareniti organogene e sabbie gialle.** Si tratta dell'unità biocalcarentica del Pleistocene medio-superiore. Sono grossolane e di colore giallo-ocra, finemente stratificate con frequente presenza, alla base, di lenti conglomeratiche e paraconglomeratiche. Questo orizzonte è sede della falda superficiale principale: si tratta di una falda in leggera pressione (semiconfinata) con risalienza fino a 1,5-2,5 m da p.c.
- oltre i 12 m da p.c. - **Argille grigio azzurre e/o giallastre.** Alcuni sondaggi intercettano il substrato impermeabile pliocenico costituito prevalentemente da argille grigio-azzurre passanti localmente a giallastre, praticamente impermeabili, che costituiscono appunto il letto impermeabile delle falde più superficiali.

Sulla base delle informazioni stratigrafiche ottenute, sono state ricostruiti i profili litostratigrafici di tre sezioni, secondo due direzioni principali: nord-sud ed ovest-est, riportate nelle Tavole XI e XII.

La ricostruzione stratigrafica dei livelli più profondi, al di sotto delle argille grigio azzurre, è frutto dell'analisi di dati bibliografici:

- da 12-20 m- a massimo 130 m – argilla grigia con sabbia, con orizzonti ricchi di conchiglie; in particolare nella fascia costiera gli spessori di questo orizzonte raggiungono valori massimi di oltre 100 m. Queste argille sono da classificare come *argille normali*, sono deformabili e sature d'acqua con resistenza alle sollecitazioni esterne notevole (*preconsolidate* o *precomprresse*).
- da 130 a massimo 190 m – sabbia con argilla grigia; questo orizzonte ha una potenza massima nel settore sud ma in generale la sua potenza è rilevante e piuttosto costante per tutta l'area in esame.
- da 130-190 m a massimo 200 m – arenaria compatta alternata ad arenaria e ghiaia, con ciottoli di calcare e di basalto. Il substrato roccioso si trova ad una profondità minore nel settore settentrionale (i primi livelli di arenaria si incontrano già a 160 m dal piano campagna) e, si approfondisce spostandosi verso Sud e Sud-Est).
- da 200 a massimo 220 m – sabbia rossa con conchiglie e calcare fratturato; nel settore meridionale e orientale, questo orizzonte è costante e di potenza superiore ai 20 m (profondità massima 222 m da p.c.), mentre, nel settore settentrionale ed occidentale, questo orizzonte, o manca del tutto, oppure è intercalato ad orizzonti scistose e basaltici;
- oltre i 220 m – arenaria con ciottoli alternata a basalto fratturato.

5.2 Idrogeologia del sito

Il modello idrogeologico del sito si inquadra nell'ambito del sistema di circolazione idrica sotterranea a scala regionale; infatti, ad ampia scala, si distinguono nei primi 100/150 m da p.c.:

- una o più falde freatiche sospese, stagionali e di scarso interesse, nelle alluvioni attuali e/o nei terreni di riporto;
- un acquifero vero e proprio, semiconfinato e/o freatico nelle calcareniti medio-pleistoceniche; al letto di questo orizzonte si trovano le argille grigio-azzurre praticamente impermeabili;
- una falda in pressione al di sotto delle argille azzurre presente nelle calcareniti pleistoceniche inferiori.

Le indagini eseguite sul sito hanno interessato almeno due di questi acquiferi:

1. la falda superficiale presente nei terreni di riporto generalmente grossolani a buona permeabilità; si tratta di una falda a carattere estremamente locale e stagionale, localmente separata, dal punto di vista idraulico, dalla falda sottostante dall'orizzonte per lo più continuo dei limi argillosi scuri, presenti praticamente in tutto il sito di centrale, a esclusione del settore nord-occidentale dove, sub-affiorano le calcareniti, sovrastate solo da un livello d'alterazione costituito da sabbie limose giallastre;
2. il secondo acquifero è rappresentato dalle calcareniti medio-pleistoceniche; si tratta di un acquifero potenzialmente molto produttivo, semiconfinato, compreso tra i limi al tetto e le argille grigio-azzurre al letto. Questo acquifero gode di un buon livello di protezione idraulica, garantito dalla presenza dei limi argillosi; tuttavia questi ultimi, in alcuni settori del sito non sono del tutto omogenei, passando a limi sabbiosi (settore nord-occidentale, Sondaggio S42) o addirittura scomparendo per lasciare il posto alle sabbie gialle di alterazione del substrato calcarenitico; queste ultime, così come i limi sabbiosi, sono comunque poco permeabili e determinano un forte rallentamento dell'infiltrazione dei potenziali inquinanti dagli strati più superficiali, non garantendo, però, un completo isolamento dell'acquifero.
L'andamento prevalente di questo acquifero, nell'ambito della centrale, è O-E (Tavola XIII), tipicamente dall'entroterra verso il mare.

La falda artesianica sottostante, protetta dall'imponente pacco delle argille grigio-azzurre, non è stata mai raggiunta dai sondaggi eseguiti; essa risulta ben isolata idraulicamente dalle falde più superficiali.

5.3 Caratterizzazione fisica della falda semiconfinata

Le prove di permeabilità sono state condotte presso i sondaggi e alle profondità specificate nella Tabella seguente.

Sondaggio	Profondità di prova [m da p.c.]	Permeabilità K medio [m/s]	Metodo di esecuzione	Descrizione stratigrafica del livello
S01	6,5 - 7,0	3,4 E-04	c.c.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S03	5,5 - 6,0	1,1E-04	c.c.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S06	6,0 - 6,5	1,0E-04	c.c.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S09	11,0 - 11,5	3,0E-04	c.c.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S11	5,0 - 5,5	2,4E-04	c.c.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S15	13,0 - 13,5	1,1E-05	c.c.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S16	4,5 - 5,0	2,0E-04	c.c.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S20	9,0 - 9,5	2,5E-04	c.c.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S23	7,0 - 7,5	1,0E-04	c.c.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S24	6,5 - 7,0	1,2E-04	c.c.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S31	7,0 - 7,5	1,1E-05	c.v.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S33	7,0 - 7,5	1,2E-05	c.v.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S39	7,0 - 7,5	1,0E-05	c.v.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S43	5,5 - 6,0	1,2E-05	c.v.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S45	5,5 - 6,0	1,1E-05	c.v.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S46	8,5 - 9,0	1,6E-05	c.v.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S55	7,5 - 8,0	2,0E-03	c.c.	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S63	4,5 - 5,0	2,0E-04	c.c.	calcareniti organogene e sabbie giallastre a tratti limose

Note:
c.c. carico costante; c.v.: carico variabile

Tabella 16 – Risultati delle prove Lefranc

I relativi rapporti di prova sono riportati nell'Allegato 1

5.4 Misure in sito di parametri di qualità dell'acqua

Al momento del prelievo, i campioni di acqua sono stati sottoposti a misura elettrometrica dei principali parametri di qualità.

I risultati delle misure eseguite sono riportati nella Tabella seguente.

I valori di conducibilità elettrica sono riportati alla temperatura di 25°C.

I valori del potenziale di ossidoriduzione sono riferiti all'elettrodo standard ad idrogeno.

Piezometro / Pozzo	pH	Conducibilità [µS/cm]	O ₂ disciolto [mg/l]	Potenziale Redox [mV]	T [°C]
S02	6,92	29000	0,37	263	22
S04	6,96	21700	0,82	140	25,2
S13	7,16	4990	0,23	247	26,7
S15	7,01	50700	0,22	10	20,9
S27	7,28	2050	0,25	87	27,6
S39	6,74	24100	0,21	133	20,8
S40	6,90	7310	0,34	221	20,7
S41	6,77	1806	0,33	348	22,5
S42	6,93	2120	1,52	373	19,6
S46	6,72	3690	0,37	420	20,4
S47	6,58	5130	0,62	434	20,2
S48	6,74	4230	1,11	366	22,2
S52	6,79	6450	0,48	356	18,5
S53	6,96	1263	5,7	360	19,8
S68	7,16	18300	0,9	311	22,2
S70	7,10	4750	0,52	90	22,8
S71	7,05	19400	0,50	163	22,2
PE1	6,76	18970	4,22	239	19,8
PE2	6,97	4270	4,621	276	19,8
PE3	6,99	9380	5,04	272	19,7

Tabella 17 – Misura dei parametri chimico – fisici

5.5 Definizione della superficie piezometrica

Per la definizione della superficie della falda semiconfinata, sono state eseguite misure di soggiacenza della falda, con precisione di almeno 1 cm, presso i piezometri installati.

Il livello statico dell'acqua all'interno di tutti i piezometri è stato misurato per mezzo di un freatimetro, nell'arco della stessa giornata del 16 ottobre 2003. In una data successiva (22 ottobre 2003) sono stati misurati solo quei piezometri la cui realizzazione, al momento della prima misura, non era ancora stata completata (piezometri S68, S70 e S71). Stante il periodo di stabilità meteorologica e l'assenza di fenomeni piovosi degni di nota nell'intervallo intercorso, si ritiene che non possano essere intervenute variazioni significative dei livelli di falda e che, pertanto, le misure ottenute in tempi successivi possano essere inserite in un'unica elaborazione.

Presso tutti i piezometri è stata verificata l'assenza di un'eventuale fase organica surnatante al di sopra del livello dell'acqua; le rilevazioni sono state eseguite sia mediante apposita sonda di interfaccia, sia mediante verifica visiva durante le fasi di campionamento e prelievo

Le misure di soggiacenza della falda ottenute sono riportate nella Tabella seguente, assieme alla indicazione della falda cui fanno riferimento.

Piezometro	soggiacenza (m da b.p.)	quota di bocca pozzo (m.s.l.m.)	elevazione tavola d'acqua (m.s.l.m.)
S02	2,32	3,56	1,24
S04	2,22	3,38	1,16
S13	2,52	3,40	0,88
S15	2,30	2,63	0,33
S27	1,70	2,15	0,45
S39	1,23	2,22	0,99
S40	1,60	3,00	1,40
S41	1,20	4,33	3,13
S42	2,23	4,34	2,11
S46	3,25	4,77	1,52
S47	2,20	3,64	1,44
S48	1,79	3,42	1,63
S52	1,62	3,23	1,61
S53	2,30	3,96	1,66
S68	1,73	2,86	1,13
S70	1,72	2,93	1,21
S71	2,22	3,32	1,10

Tabella 18 – misure di soggiacenza della falda

Sulla base delle misure effettuate, a partire cioè dai valori puntuali misurati, si è provveduto ad eseguire la ricostruzione del livello statico della prima falda, rappresentando così la quota piezometrica su tutto il campo. La ricostruzione è stata ottenuta mediante rappresentazione vettoriale, ottenuta dalla stima della variabile spaziale ai nodi di una griglia e alla successiva individuazione, per interpolazione, delle isolinee. Il metodo geostatistico per la stima del valore della variabile è il *kriging ordinario* (KO) (Matheron, 1970), uno stimatore lineare, combinazione lineare dei valori della variabile noti in prossimità dell'entità da stimare.

La Tavola XIII illustra il risultato dell'interpolazione dell'andamento del livello statico della falda semiconfinata.

6 RISULTATI DELLE INDAGINI E CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI

Le determinazioni analitiche sono state eseguite a cura dei Laboratori ENEL Greenpower, che hanno provveduto al ritiro dei campioni presso il sito, al loro trasporto al laboratorio analitico e a tutte le determinazioni quantitative di laboratorio.

ENEL Greenpower ha fornito a CESI i certificati analitici delle determinazioni effettuate, che sono stati ricevuti in data 09 gennaio 2004, n° protocollo A4/000369, qui riportati come Allegato 2

6.1.1 Terreni

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sui campioni di terreno, espressi come sostanza secca sulla frazione inferiore a 2 mm, sono riportati nei certificati analitici dell'Allegato 2, per i composti inorganici, e nel Rapporto di Prova dell'Allegato 4, per i composti organici e dell'Allegato 9 per la Diossine, a confronto con i valori di concentrazione limite accettabili specificati dal DM n° 471 del 25 ottobre 1999. Essendo l'area in oggetto un insediamento industriale attualmente attivo, i valori limiti di riferimento nel caso in esame sono quelli relativi alla destinazione d'uso industriale o commerciale.

Si sono misurati superamenti delle Concentrazioni Limite Accettabili per i parametri:

- Idrocarburi C>12

Per il parametro sopra citato, qui di seguito vengono messi in evidenza quei campioni che hanno manifestato superamenti delle Concentrazioni Limite Accettabili.

IDROCARBURI C>12				
CLA DM 471/99		mg/kg		750
sondaggio	profondità <i>m da p.c.</i>		concentrazione misurata	
	<i>da</i>	<i>a</i>	<i>mg/kg</i>	
S07	3,4	4,0	2750	
S54	2,8	3,8	1170	
S67	2,2	2,8	3605	
S70	2,3	3,5	3790	

Tabella 19: campioni di terreno che hanno superato la CLA per il parametro Idrocarburi C>12

In tutti i casi, i superamenti dei limiti relativi agli Idrocarburi C>12 sono stati riscontrati negli strati che costituiscono la base del riporto, immediatamente al di sopra di un orizzonte costituito da limi argillosi, poco permeabili e che confinano, superiormente, la sottostante falda.

I sondaggi S07, S67 e S70 sono localizzati nell'area dei serbatoi di stoccaggio del gasolio (K25/1) e acque reflue oleose da inviare al trattamento di disoleazione (K25/2).

Il Sondaggio S54 non appartiene a quest'area, essendo ubicato in prossimità di uno degli oleodotti interrati di proprietà di terzi (oleodotto SOMICEM) che attraversano il territorio della proprietà ENEL Produzione.

Nella Tavola XIV viene illustrata la distribuzione dei punti di sondaggio che hanno evidenziato superamento dei limiti per gli Idrocarburi C>12.

6.1.2 Acque della falda superficiale semi-confinata

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sui campioni di acque della falda semiconfinata prelevate dai piezometri e pozzi di emungimento sono riportati nel Rapporto di Prova dell'Allegato 2, posti a confronto con i limiti di riferimento previsti dal D.M. 471/99 per le acque sotterranee.

Si sono misurati superamenti delle concentrazioni limite accettabili per i parametri:

- Idrocarburi
- Alluminio
- Boro
- Ferro
- Manganese
- Piombo

Per ciascuno dei parametri sopra elencati, qui di seguito vengono messi in evidenza quei campioni che hanno manifestato superamenti delle Concentrazioni Limite Accettabili (viene riportato il valore della concentrazione totale misurata degli idrocarburi, indipendentemente dalla suddivisione per classi di peso molecolare).

IDROCARBURI¹⁵	
CLA DM 471/99	10
	concentrazione misurata
piezometro	µg/L
S70	290

Tabella 20: campioni di acque che hanno superato la CLA per il parametro Idrocarburi

Nella Tavola XV viene illustrata l'ubicazione del piezometro S70 nel quale si è evidenziato superamento del limite per gli Idrocarburi.

ALLUMINIO	
CLA DM 471/99	200
	Concentrazione misurata
piezometro	µg/L
S41	357
S42	297
S47	216
S52	284
S53	228

Tabella 21: campioni di acque che hanno superato la CLA per il parametro Alluminio

¹⁵ Quale limite di riferimento per gli idrocarburi nelle acque, viene assunto il valore di 10 µg/L, sulla base del parere espresso da Istituto Superiore di Sanità e come richiesto dalla Conferenza di Servizi del 20 gennaio 2003

Nella Tavola XVII viene illustrata la distribuzione dei piezometri nei quali si è evidenziato superamento dei limiti per l'Alluminio, assieme alla ricostruzione delle linee di isoconcentrazione del contaminante nell'acquifero, ottenuta per interpolazione tramite l'algoritmo di Kriging.

BORO	
CLA DM 471/99	1000
	<i>concentrazione misurata</i>
piezometro	<i>µg/L</i>
S15	2546
S71	1228

Tabella 22: campioni di acque che hanno superato la CLA per il parametro Boro

Nella Tavola XVII viene illustrata la distribuzione dei piezometri nei quali si è evidenziato superamento dei limiti per il Boro, assieme alla ricostruzione delle linee di isoconcentrazione del contaminante nell'acquifero, ottenuta per interpolazione tramite l'algoritmo di Kriging.

FERRO	
CLA DM 471/99	200
	<i>concentrazione misurata</i>
piezometro	<i>µg/L</i>
PE1	358
S04	348
S40	224
S68	831

Tabella 23: campioni di acque che hanno superato la CLA per il parametro Ferro

Nella Tavola XVIII viene illustrata la distribuzione dei piezometri/pozzi nei quali si è evidenziato superamento dei limiti per il Ferro, assieme alla ricostruzione delle linee di isoconcentrazione del contaminante nell'acquifero, ottenuta per interpolazione tramite l'algoritmo di Kriging.

MANGANESE	
CLA DM 471/99	50
	<i>concentrazione misurata</i>
piezometro	<i>µg/L</i>
PE1	358
S02	103
S04	525
S13	99
S15	2111
S39	171
S40	532
S41	133
S46	99
S68	284
S70	622
S71	277

Tabella 24: campioni di acque che hanno superato la CLA per il parametro Manganese

Nella Tavola XIX viene illustrata la distribuzione dei piezometri nei quali si è evidenziato superamento dei limiti per il Manganese, assieme alla ricostruzione delle linee di isoconcentrazione del contaminante nell'acquifero, ottenuta per interpolazione tramite l'algoritmo di Kriging.

PIOMBO	
CLA DM 471/99	10
	<i>concentrazione misurata</i>
piezometro	<i>µg/L</i>
S41	13
S42	39
S52	27
S53	30

Tabella 25: campioni di acque che hanno superato la CLA per il parametro Piombo

Nella Tavola XX viene illustrata la distribuzione dei piezometri/pozzi nei quali si è evidenziato superamento dei limiti per il Piombo.

7 FORMULAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE DEL SITO

7.1 Sintesi dello stato qualitativo dell'area

Per quanto riguarda lo stato qualitativo del sottosuolo, le indagini condotte hanno permesso di appurare quanto segue:

- per la maggior parte, il terreno presso il sito della centrale ENEL non è interessato da contaminazioni significative;
- in corrispondenza dei soli serbatoi di stoccaggio del gasolio (K25/1) e acque reflue oleose (K25/2), si è evidenziata una circoscritta contaminazione da sostanze organiche di origine petrolifera;
- la contaminazione del terreno interessa un'area ristretta, limitata al solo immediato intorno dei serbatoi, nei lati Sud e Ovest del bacino di contenimento;
- lo strato contaminato presenta uno spessore compreso tra 0,5 e 1,2 metri ed è localizzato a profondità variabile tra i 2,3 e i 4,0 metri da piano campagna;
- lo strato contaminato è costituito dalla base del riporto, al di sopra di un orizzonte di limi argillosi nerastri poco permeabili; questo orizzonte, che nell'area presenta uno spessore compreso tra 1,5 e 2,0 metri confina superiormente la falda e può costituire una protezione nei confronti della diffusione dei contaminanti; si è provveduto alla ricostruzione del profilo litostratigrafico di dettaglio in corrispondenza dell'area in oggetto, riportata nella Tavola XXIII;
- non si è evidenziata alcuna presenza di prodotto surnatante nei piezometri dell'area contaminata;
- la contaminazione da idrocarburi della falda acquifera, è stata riscontrata solo presso il piezometro S70, situato in corrispondenza del bacino di contenimento dei serbatoi del gasolio, già nei piezometri S68 e S71, posti immediatamente a valle, nel senso del gradiente idraulico, (di pochi metri e di 25 metri, rispettivamente) non si riscontrano superamenti della Concentrazioni Limite Accettabile per gli Idrocarburi; la contaminazione dell'acqua di falda risulta pertanto estremamente localizzata;
- è stato riscontrato un ulteriore punto di superamento della CLA per gli Idrocarburi $C>12$ nei terreni, precisamente presso il sondaggio S54, che risulta ubicato in accosto ad un tratto di oleodotto interrato di proprietà della società SOMICEM, che attraversa la porzione Nord del territorio di proprietà ENEL Produzione;
- l'acquifero superficiale principale presenta una direzione di scorrimento orientata in senso Ovest-Est, il cui vettore velocità è orientato perpendicolarmente alla linea di costa (vedi Tavola XIII);
- l'acquifero superficiale è di tipo semiconfinato, situato al di sotto di un orizzonte di limi argillosi; nella zona su cui insistono gli impianti, il tetto dell'acquifero si trova mediamente ad una profondità compresa tra i 5 e i 6 metri da p.c.. (vedi Tavola XXI);
- questo acquifero si presenta in leggera pressione, con risalienza fino a 1,5-2,5 m da p.c.;
- lo spessore dell'acquifero nella zona su cui insistono gli impianti, è compreso mediamente tra i 5 e i 7 metri (vedi Tavola XXII);
- nella acque di falda si riscontra anche la presenza di Alluminio, Boro, Ferro, Manganese e Piombo in concentrazioni superiori ai limiti normativi; questa contaminazione è diffusa su tutta l'area anche attorno centrale ed interessa anche i piezometri e pozzi posti a monte, nel senso del gradiente idraulico, rispetto agli impianti della centrale (PE1, S40, S41, S42, S52, S53);

La contaminazione da parte di metalli appare estesa a tutta l'area del sito, ed interessa anche i piezometri e pozzi posti a monte, nel senso del gradiente idraulico, rispetto agli impianti della centrale. Si tratta dunque di una contaminazione diffusa su un'area vasta, che non origina all'interno del sito e che può derivare da cause antropiche (dispersione al suolo o interrimento di materiali contaminanti) o naturali (litologia ad elevata mineralizzazione).

Tra le passate attività della centrale che possono avere originato un rilascio di metalli, la più importante dal punto di vista del rischio di contaminazione del sottosuolo è costituita dall'accumulo delle ceneri da

combustione nelle vasche di stoccaggio; questa attività è ormai cessata dal 1999. Peraltro, le ceneri da olio combustibile presentano un tenore elevato solo di alcuni metalli, in particolare vanadio e nichel (nel campo delle unità per cento in peso) e questi due metalli sono molto mobili in acqua, in particolare il Vanadio, che forma ossoanioni e ossocazioni facilmente solubili. Le acque di falda non risultano contaminate da Vanadio o Nichel, neppure presso i piezometri situati in vicinanza delle ex vasche ceneri. Non si ritiene, pertanto, che possa esservi una associazione tra la attuale presenza di metalli contaminanti nelle acque di falda e le passate attività di stoccaggio delle ceneri.

Il Boro è presente nelle acque marine a concentrazioni elevate, comprese tra 4.000 e 5.000 $\mu\text{g/l}$ (da confrontare con la CMA prevista dal D.M. 471/9, pari a 1.000 $\mu\text{g/l}$). Questo metallo è stato riscontrato a concentrazioni elevate nei piezometri S15 ed S71, che hanno anche evidenziato valori molto elevati di conducibilità elettrica, sintomo di elevata salinità.

La presenza di Boro potrebbe essere causato dalla risalita di acqua marina, come sembra confermato dalla relativa mappa di isoconcentrazione (Tavola XVII).

7.2 Caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero contaminato

L'acquifero risulta contenuto in un orizzonte costituito da calcareniti organogene e sabbie; si tratta di un acquifero semiconfinato, leggermente in pressione, compreso tra i limi al tetto e le argille grigio-azzurre al letto. Questo acquifero gode di un discreto livello di protezione idraulica, garantito dalla presenza dei limi argillosi; tuttavia, questo orizzonte non si presenta omogeneo. Lo spessore dei limi che confina superiormente l'acquifero è variabile, e va aumentando in direzione Ovest-Est, nel senso del gradiente idraulico, raggiungendo uno spessore massimo superiore ai 5 metri. Nella porzione di territorio posta a monte degli impianti (settore Ovest), questo orizzonte va via via assottigliandosi, fino a scomparire per lasciare il posto alle sabbie gialle di alterazione del substrato calcarenitico (Tavola XII).

Il tetto dell'acquifero, costituito dagli strati limosi; si situa ad una profondità variabile tra circa 3 metri dal piano campagna (punti S42, S43, S52, S53, S59, S60, S61, S62, S63) fino ad un massimo di oltre 10 metri (punto S14 e S15); nella zona su cui insistono gli impianti, il tetto dell'acquifero si trova mediamente ad una profondità compresa tra i 5 e i 6 metri da p.c. (Tavola XXI)

Il letto dell'acquifero è costituito da strati di argille grigio/azzurre o argille giallastre, situati ad una profondità variabile tra 6 metri (presso il punto S41) a oltre 14 metri (presso il punto S53); nella zona su cui insistono gli impianti, il letto dell'acquifero si trova mediamente ad una profondità compresa tra i 10 e i 13,5 metri da p.c.;

Lo spessore di questo acquifero nella zona su cui insistono gli impianti, è compreso mediamente tra i 5 e i 7 metri (Tavola XXII)

La direzione di scorrimento prevalente, nell'ambito della centrale, è da Ovest verso Est, (Tavola XIII), tipicamente dall'entroterra verso il mare.

7.3 Caratteristiche e comportamento chimico-fisico dei prodotti contaminanti

7.3.1 Composti di origine petrolifera

Gli idrocarburi derivati dal petrolio sono miscele complesse di centinaia di composti chimici, che si presentano in forma liquida.

I componenti dei prodotti petroliferi vengono classificati come idrocarburi (composti organici costituiti da solo idrogeno e carbonio) e non-idrocarburi (composti organici contenenti altri elementi, come ossigeno, zolfo, azoto) Gli idrocarburi costituiscono parte preponderante dei prodotti petroliferi; la frazione non-idrocarburea è formata da composti strutturalmente simili agli idrocarburi. La maggior parte delle altre impurezze presenti nel greggio originale viene eliminata durante i processi di raffinazione.

La classificazione dei diversi prodotti petroliferi viene fatta sulla base del punto di ebollizione e del numero di atomi di carbonio presenti nelle molecole degli idrocarburi. All'aumentare del numero di atomi di carbonio, a parità di ramificazioni della molecola e legami chimici, diminuisce la volatilità ed aumenta il punto di ebollizione del liquido.

Andando in ordine dai più "leggeri" ai più "pesanti", si distinguono i seguenti prodotti:

Benzine: costituite da idrocarburi compresi per lo più nel campo tra C5 e C12 e da additivi che vi vengono miscelati allo scopo di migliorare le prestazioni come carburanti.

Gli idrocarburi sono principalmente alifatici e aromatici; la frazione aromatica, che può ammontare fino al 40%, contiene benzene (C₆H₆), toluene (C₇H₈), etilbenzene (C₈H₁₀) e xileni (C₈H₁₀), cumulativamente indicati come BTEX. Possono essere presenti anche piccole quantità di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). I più leggeri tra gli idrocarburi sono molto volatili ed evaporano rapidamente, per cui la loro quantità è molto ridotta negli sversamenti di vecchia data.

Gli additivi, utilizzati per aumentare il numero di ottano, consistono in composti ossigenati, come alcoli e eteri, in particolare il metil-terbutil-etero (MTBE), che è stato usato a partire dagli anni '80; in precedenza, come additivo veniva comunemente impiegato il tetraetil-piombo o altri composti simili.

Cherosene: miscela di idrocarburi da C11 a C13, che distillano nel campo da 150° a 250° C. Gli idrocarburi aromatici costituiscono dal 10 al 20% del cherosene.

Gasolio diesel: miscela di idrocarburi da C10 a C20, con punto di ebollizione tra 160° e 400° C. Una frazione compresa tra il 25% e il 35% è costituita da composti aromatici, principalmente benzeni alchilati e naftaleni; le concentrazioni di BTEX sono generalmente basse. A causa del loro elevato peso molecolare, i costituenti di questi prodotti sono meno volatili, meno solubili in acqua e meno mobili dei composti contenuti in benzine e cherosene.

Olio combustibile: costituito da idrocarburi nel campo da C19 a C25, con punto di ebollizione compreso tra 315° e 540° C; contiene dal 15% al 40% di aromatici, soprattutto fenantreni alchilati e naftaleni e una frazione tra il 15% e il 30% di composti polari contenenti azoto, zolfo, ossigeno. E' un liquido molto più viscoso dell'acqua.

Oli lubrificanti: costituiti principalmente da idrocarburi da C20 a C45, che bollono tra 425° e 540° C. Sono arricchiti delle frazioni molecolari più complesse presenti nel greggio di origine, come le cicloparaffine e gli idrocarburi aromatici polinucleari (PNA) e sono abbondanti le molecole contenenti azoto, zolfo e ossigeno. I composti aromatici costituiscono dal 10% al 30% del totale. Questi oli sono relativamente viscosi ed insolubili in acqua e poco mobili nel sottosuolo.

I prodotti idrocarburici identificati nei 4 campioni di terreno prelevati presso la centrale ENEL di Priolo risultati contaminati (di cui 3 nell'intorno dei serbatoi del gasolio e 1 in vicinanza dell'oloedotto interrato di proprietà della Società SOMICEM), rientrano in gran parte nel campo di strutture molecolari comprese tra C12 e C25.

A causa della complessità della composizione e dei numerosi fattori e fenomeni chimici, fisici e biologici che controllano e influenzano la migrazione e la degradazione dei composti organici, non è possibile stabilire a priori delle regole fisse riguardanti il loro comportamento nel sottosuolo.

I composti organici migrano nel sottosuolo con velocità diverse tra loro, perciò in presenza di una miscela di idrocarburi, si può creare un pennacchio di inquinamento frazionato. Tali differenze di migrazione sono funzione sia delle caratteristiche fisiche e geometriche della matrice solida del terreno, sia delle proprietà chimico-fisiche dei prodotti.

Molteplici sono i fenomeni che influenzano la migrazione e il destino dei composti organici nel sottosuolo, i più importanti dei quali sono: adsorbimento, volatilizzazione, diluizione, attività biologica.

I composti organici, una volta dispersi nel sottosuolo, si possono suddividere in tre fasi separate:

- fase volatile (gassosa),
- fase solubile in acqua,

- fase non solubile (liquida);

Ognuna delle tre fasi ha un comportamento diverso nel terreno e quindi la loro migrazione segue leggi differenti.

Alcuni composti organici tendono a volatilizzare velocemente all'interno della zona non satura. L'intensità dell'evaporazione e la dispersione dei gas sono direttamente proporzionali alla permeabilità del terreno. Una parte dei gas viene assorbita e diluita dall'acqua di infiltrazione e perciò viene trascinata nella falda; una frazione può invece migrare verso la superficie e venire dispersa in atmosfera oppure infiltrare in edifici e locali chiusi attraverso le fondamenta. Nelle contaminazioni di vecchia data, i composti che costituiscono la fase volatile risultano fortemente diminuiti, se non addirittura assenti, a causa della evaporazione verso l'atmosfera.

I composti organici leggeri e non solubili in acqua (come ad esempio molti idrocarburi) tendono a galleggiare sull'acqua di falda in corrispondenza della superficie freatica in forma di lenti più o meno estese e si espandono orizzontalmente al di sopra di essa. L'espansione della zona inquinata avviene principalmente lungo la direzione di flusso della falda; la forma e la disposizione della zona inquinata dipendono anche dal gradiente idraulico e dalla conducibilità idraulica della falda; essa si estende maggiormente, assottigliandosi, lungo la direzione del flusso mentre si espande solo leggermente in direzione ortogonale ad esso. L'estensione è maggiore dove la conducibilità idraulica è più elevata, perciò in zone molto eterogenee può assumere forme molto irregolari.

Il comportamento e il destino degli idrocarburi nel sottosuolo è determinato dalle loro caratteristiche fisiche; Per composti con struttura chimica simile (ad esempio gli alifatici a catena non ramificata), queste ultime sono in gran parte dettate dal numero di atomi di carbonio nella molecola. In generale, al crescere del numero di atomi di carbonio, si osservano:

- punti di ebollizione più elevati,
- tensioni di vapore inferiori (volatilità),
- densità più alte,
- minore solubilità in acqua,
- maggiore tendenza ad essere adsorbiti dalle particelle di terreno e minore mobilità.

In generale, gli idrocarburi alifatici con più di dieci atomi di carbonio si possono considerare poco mobili nel sottosuolo, a motivo della loro bassa solubilità in acqua, bassa tensione di vapore e forte tendenza all'adsorbimento.

Gli idrocarburi aromatici sono più mobili e più solubili rispetto agli idrocarburi alifatici con uguale numero di atomi di carbonio.

I composti ossigenati hanno in genere una solubilità in acqua molto maggiore rispetto agli idrocarburi di pari peso molecolare e quindi è probabile che siano più mobili degli altri costituenti dei combustibili derivati dal petrolio.

7.3.2 *Metalli*

Nelle acque prelevate dai piezometri sono stati misurati superamenti delle concentrazioni limite accettabili per alcuni metalli, in particolare:

- Alluminio
- Boro
- Ferro
- Manganese
- Piombo.

La presenza di metalli nelle acque di falda origina dalla dissoluzione di componenti chimici da parte delle acque meteoriche che infiltrano gli strati superficiali o da parte delle stesse acque di falda. Le acque lisciviano i composti solubili dei materiali solidi con cui vengono a contatto e i metalli disciolti possono venire trasportati nelle acque di falda anche a distanza dal punto di sorgente, a seguito dei processi di avvezione e dispersione. Una volta in soluzione nelle acque di falda e a contatto con la

matrice solida dei terreni, i metalli possono subire complessi processi chimico-fisici, mediati da reazioni chimiche (precipitazione di fasi solide), assorbimento, adsorbimento, scambio ionico, ecc. Nella maggior parte dei casi, la concentrazione di un particolare metallo è determinata dalla solubilità della sua fase solida meno solubile nelle condizioni chimiche presenti nel sottosuolo; queste condizioni sono funzione, principalmente, dei valori di pH e potenziale di ossidoriduzione, oltre che della concentrazione di tutte le altre specie presenti in soluzione.

Alluminio, Ferro e Manganese sono metalli ubiquitari e abbondanti, presenti anche nella matrice mineralogica dei terreni stessi.

La solubilizzazione dell'Alluminio è determinata dai valori di pH (la solubilità aumenta nettamente anche per piccoli scostamenti dalla neutralità, sia nel campo acido, sia nel campo alcalino), oltre che dalla presenza di ioni complessanti (in particolare gli ioni cloruro).

Ferro e Manganese possono venire mobilizzati in condizioni chimiche riducenti, quali spesso si determinano nei suoli in cui si abbia presenza di materiale organico.

La solubilità del Piombo dipende direttamente dai valori di pH ed aumenta nel campo acido.

Il Boro è presente nelle acque marine a concentrazioni elevate, comprese tra 4.000 e 5.000 µg/l. Esso è particolarmente mobile in quanto entra in soluzione sotto forma di ossoanione borato, il quale subisce poche reazioni di attenuazione.

7.4 Percorsi di migrazione e vie di esposizione dei possibili bersagli

7.4.1 *Composti di origine petrolifera*

Dai risultati delle indagini condotte, è possibile individuare una sola sorgente di contaminazione che origina dalle attività svolte presso il sito, costituita dalla presenza di idrocarburi di origine petrolifera nell'immediato intorno dei serbatoi del gasolio.

La contaminazione interessa il terreno, nello strato alla base del riporto e immediatamente al di sopra dei limi argillosi che confinano superiormente la falda, che localmente presentano spessore da circa 1,5 a 2,0 metri. In corrispondenza del punto centrale di detta contaminazione, è stata riscontrata la presenza di idrocarburi in fase disciolta anche nell'acqua di falda. Questa contaminazione non è peraltro stata evidenziata nei piezometri posti immediatamente a valle, anche se posti a distanze molto prossime.

La contaminazione risulta, quindi, limitata quantitativamente e fortemente localizzata arealmente; non risulta essere in corso alcuna diffusione/dispersione attraverso le acque di falda.

In simile situazione, quindi, pur essendo in presenza di una sorgente di contaminazione, non si identifica alcun meccanismo di trasporto in atto e, di conseguenza, nessuna via di possibile esposizione e nessun recettore potenziale.

Il Modello Concettuale del Sito, per quanto riguarda:

- le sorgenti della contaminazione,
- i meccanismi di trasporto,
- i percorsi di possibile esposizione dei recettori,
- i potenziali recettori,

è sintetizzato nel diagramma di flusso seguente.

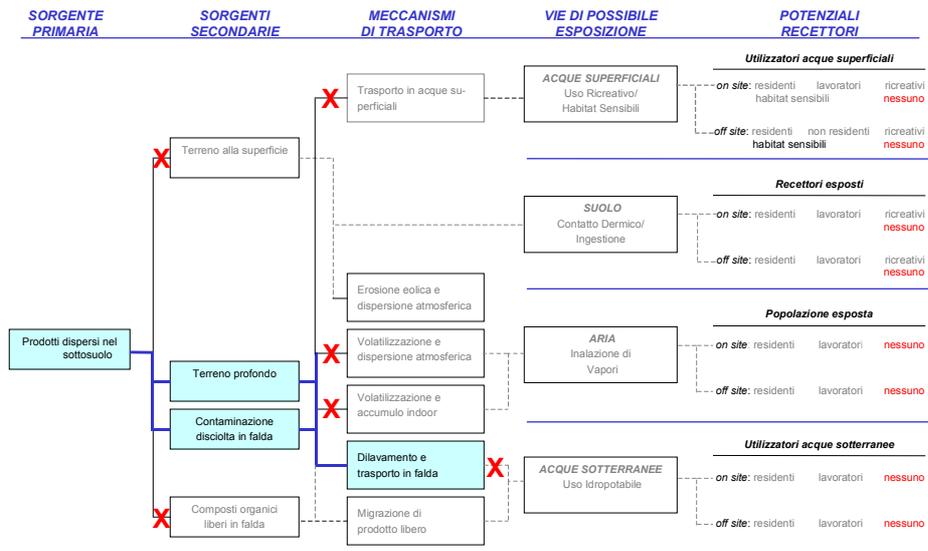


Figura 6: diagramma di flusso delle vie di esposizione dei possibili bersagli

Identificazione delle Sorgenti di Contaminazione

Nel diagramma, la sorgente della contaminazione è indicata come “Prodotti dispersi nel sottosuolo”; che, nel caso in esame, comporta la presenza di contaminanti nel terreno e nell’acqua della falda superficiale, in forma di fase disciolta nell’acqua.

Sulla base delle risultanze delle indagini condotte, viene esclusa la presenza di prodotto organico libero. Il terreno esposto alla superficie non viene considerato come una fonte secondaria possibile, in quanto la contaminazione si presenta sotto esclusivamente nel sottosuolo e non interessa gli strati superficiali.

Identificazione dei Meccanismi di trasporto

Per il motivo illustrato qui sopra, non sono state considerate attive le vie di migrazione costituite dal ruscellamento superficiale delle acque meteoriche e dalla erosione eolica.

Poiché i risultati delle indagini hanno dimostrato che i composti organici responsabili della contaminazione hanno peso molecolare superiore a C 9 e che la presenza degli Aromatici (BTEX) è ai livelli della minima sensibilità strumentale, si è escluso che la volatilizzazione dei composti bassobollenti sia un elemento significativo. Perciò non sono stati considerati attivi i meccanismi di trasporto legati alla volatilizzazione, sia in atmosfera che verso gli eventuali luoghi chiusi, per infiltrazione attraverso le fondamenta degli edifici

Sussiste la possibilità che i contaminanti presenti possano essere trasportati dalle acque di falda.

I meccanismi di trasporto possibili, quindi, si possono così riassumere nella sola solubilizzazione dei contaminanti e il loro trasporto nella falda.

Identificazione delle Vie di Esposizione e dei Possibili Recettori

Poiché nei piezometri immediatamente a valle del punto contaminato, anche se posti a distanze molto prossime, non è stata evidenziata alcuna contaminazione significativa, non risulta essere in corso alcuna diffusione/dispersione attraverso le acque di falda.

Pertanto, non essendo stato identificato un meccanismo di trasporto in atto per la contaminazione, non risulta possibile identificare né possibili vie di esposizione degli eventuali recettori, né i recettori stessi.

In conseguenza dell'analisi sopra riportata, alla luce delle conoscenze attuali, non si individua alcun possibile recettore.

7.4.2 Metalli

Il Modello Concettuale del Sito, per quanto riguarda:

- le sorgenti della contaminazione,
- i meccanismi di trasporto,
- i percorsi di possibile esposizione dei recettori,
- i potenziali recettori,

é sintetizzato nel diagramma di flusso seguente.

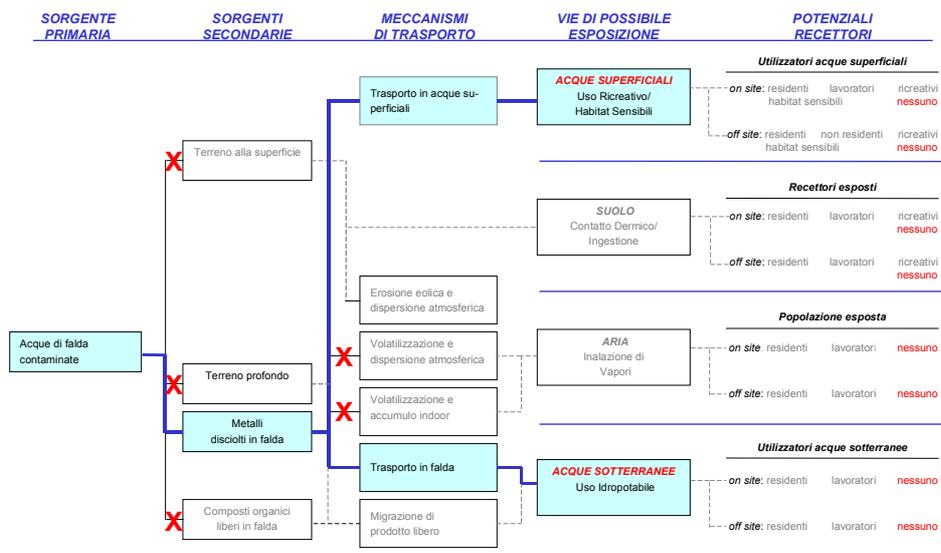


Figura 7: diagramma di flusso delle vie di esposizione dei possibili bersagli

Identificazione delle Sorgenti di Contaminazione

Nel diagramma, la sorgente della contaminazione è indicata come “ Acque di falda contaminate”; che, nel caso in esame, comporta la presenza di contaminanti inorganici (metalli) nell’acqua della falda superficiale, sotto forma di fase disciolta. Questa contaminazione risulta diffusa su tutta l’area attorno alla centrale, anche nel settore idraulicamente a monte e non risulta correlabile alle attività condotte in centrale.

Identificazione dei Meccanismi di trasporto

Poiché la contaminazione in esame è limitata alla sola acqua di falda e implica solo composti inorganici, le vie di migrazione dei contaminanti costituite dal ruscellamento superficiale delle acque meteoriche, dalla erosione eolica, dalla volatilizzazione di composti volatili e la migrazione di prodotto libero in falda non sono state considerate pertinenti nel caso in esame.

L’unico meccanismo di trasporto possibile, quindi, si riduce al solo trasporto in falda dei contaminanti in soluzione.

Identificazione delle vie di possibile esposizione

Le acque sotterranee contaminate, migrano nella direzione di scorrimento della falda, verso la linea di costa adiacente al sito e quindi possono entrare in contatto con l'ecosistema marino. Data la direzione di flusso delle acque di falda, ortogonale alla linea di costa, si esclude la possibilità che le acque di falda contaminate possano coinvolgere la zona umida delle Saline Magnisi, poiché questa è situata ad alcune centinaia di metri più a nord (Tavola I), e non allineata secondo la direzione di dispersione degli inquinanti.

Da questa analisi, risulta che le potenziali vie di esposizione, originate dalle diverse matrici ambientali, sono state individuate nelle seguenti:

- Acque superficiali - l'uso ricreativo delle acque marine;
- Acque sotterranee - l'eventuale uso idropotabile della risorsa idrica.

Identificazione dei potenziali recettori

Allo scopo di identificare i potenziali recettori, è necessario prendere in considerazione i gruppi o le fasce di popolazione esposti a ciascuna delle vie di esposizione sopra individuate e gli utilizzatori finali delle risorse naturali. Per ogni via di esposizione, inoltre, si può distinguere tra recettori esposti on-site, cioè direttamente sul sito (ad esempio, i lavoratori del sito industriale) e quelli esposti off-site, cioè a distanza dal sito in esame (ad esempio gli abitanti di un centro residenziale prossimo al sito). Nel processo di selezione dei recettori esposti, sono state considerate le vie di esposizione effettive, cioè quelle realmente operanti e non quello solo ipoteticamente possibili.

Acque Superficiali

In tutto il tratto di spiaggia antistante la centrale sussiste il divieto di accesso e di balneazione per un raggio di 200 metri, a causa della presenza delle opere di presa dell'acqua di raffreddamento e delle relative pompe in moto. Il divieto è chiaramente segnalato dalla apposita tabellazione. Pertanto, si ritiene non sussista alcun uso ricreativo delle acque superficiali.

Per quanto riguarda l'ecosistema marino, date le caratteristiche del sito e l'elevatissima industrializzazione dell'area, con il grande numero di industrie dall'elevato potenziale inquinante che insiste sul tratto di costa in oggetto, non si ritiene che possa venire definito quale habitat sensibile.

Acque sotterranee

Nell'area del sito sono presenti solo i pozzi di approvvigionamento dell'acqua industriale ad uso della centrale; la linea costa marina si situa immediatamente a valle del sito e pertanto non è presente alcun pozzo idrico che possa venire impattato dalle acque sotterranee, tantomeno per uso idropotabile.

In considerazione di ciò non si identificano recettori esposti al rischio derivante dall'utilizzo potabile delle acque sotterranee.

In conseguenza dell'analisi sopra riportata, alla luce delle conoscenze attuali, non si individua alcun possibile recettore.

8 CONCLUSIONI

Nell'area indagata, l'acquifero superficiale principale è di tipo semiconfinato, situato al di sotto di un orizzonte di limi argillosi, e presenta una direzione di scorrimento orientata in senso Ovest-Est, il cui vettore velocità è orientato perpendicolarmente alla linea di costa. Questo acquifero si presenta in leggera pressione, con risalienza fino a 1,5-2,5 m da p.c.. Lo spessore dell'acquifero nella zona su cui insistono gli impianti, è compreso mediamente tra i 5 e i 7 metri.

Per la maggior parte, il terreno presso il sito della centrale ENEL non è interessato da contaminazioni significative.

Nell'area indagata è stata riscontrata unicamente una limitata contaminazione da parte di sostanze organiche di origine petrolifera, ristretta al solo immediato intorno dei serbatoi di stoccaggio del gasolio e acque reflue (K25/1 e K25/2). Tale contaminazione del terreno interessa l'immediato intorno dei serbatoi, nei lati Sud e Ovest del bacino di contenimento, ed è localizzato a profondità variabile tra i 2,3 e i 4,0 metri da piano campagna, alla base del riporto e al di sopra di un orizzonte di limi argillosi nerastri poco permeabili che confina superiormente la falda.

In nessuno dei piezometri e pozzi presenti nell'area contaminata si è evidenziata alcuna presenza di prodotto surnatante.

La presenza di idrocarburi in soluzione nelle acque della falda è stata riscontrata solo presso un piezometro situato in corrispondenza del bacino di contenimento dei serbatoi del gasolio; già nei piezometri posti immediatamente a valle, anche di pochi metri, non si riscontrano superamenti della Concentrazioni Limite Accettabili per gli Idrocarburi; la contaminazione dell'acqua di falda risulta pertanto estremamente localizzata.

È stato riscontrato un ulteriore punto di superamento della CLA per gli Idrocarburi C>12 nei terreni, presso un punto di indagine che risulta ubicato in accosto ad un tratto di oleodotto interrato di proprietà della società SOMICEM, che attraversa la porzione Nord del territorio di proprietà ENEL Produzione;

Nelle acque di falda si riscontra anche la presenza di Alluminio, Boro, Ferro, Manganese e Piombo. in concentrazioni superiori ai limiti normativi; questa contaminazione è diffusa su tutta l'area attorno alla centrale, ed interessa anche i piezometri e pozzi posti a monte rispetto agli impianti della centrale. Si tratta dunque di una contaminazione diffusa su un'area vasta, che non origina necessariamente all'interno del sito

ELENCO DELLE TAVOLE FUORI TESTO

TAVOLA I:	corografia del sito (scala 1:7.500)
TAVOLA II:	planimetria generale dell'impianto (scala 1:2.000)
TAVOLA III:	planimetria delle indagini geognostiche pregresse (scala 1:4.000) <i>fonte: Progetto per la caratterizzazione dello stato qualitativo dell'area della centrale termoelettrica ENEL di Priolo Gargallo (SR) – ENEL/PIN/AMB, 1999</i>
TAVOLA IV:	sezione stratigrafica (scala orizzontale 1:4.000; scala verticale 1:1.000) <i>fonte: Progetto per la caratterizzazione dello stato qualitativo dell'area della centrale termoelettrica ENEL di Priolo Gargallo (SR) – ENEL/PIN/AMB, 1999</i>
TAVOLA V:	sezione stratigrafica (scala orizzontale 1:4.000; scala verticale 1:1.000) <i>fonte: Progetto per la caratterizzazione dello stato qualitativo dell'area della centrale termoelettrica ENEL di Priolo Gargallo (SR) – ENEL/PIN/AMB, 1999</i>
TAVOLA VI:	sezione stratigrafica (scala orizzontale 1:4.000; scala verticale 1:1.000) <i>fonte: Progetto per la caratterizzazione dello stato qualitativo dell'area della centrale termoelettrica ENEL di Priolo Gargallo (SR) – ENEL/PIN/AMB, 1999</i>
TAVOLA VII:	sezione stratigrafica (scala orizzontale 1:4.000; scala verticale 1:1.000) <i>fonte: Progetto per la caratterizzazione dello stato qualitativo dell'area della centrale termoelettrica ENEL di Priolo Gargallo (SR) – ENEL/PIN/AMB, 1999</i>
TAVOLA VIII:	ubicazione dei pozzi di approvvigionamento idrico della centrale (scala 1:4.000)
TAVOLA IX:	ubicazione dei punti di sondaggio (scala 1:4.000)
TAVOLA X:	ubicazione dei punti di prelievo per la determinazione di PCDD/PCDF (scala 1:4.000)
TAVOLA XI:	ubicazione delle sezioni idrogeologiche (scala 1:4.000)
TAVOLA XII:	ricostruzione delle sezioni idrogeologiche
TAVOLA XIII:	livello statico della falda semiconfinata, misura del giorno 22/10/2003 (scala 1:4.000)
TAVOLA XIV:	punti di sondaggio che hanno evidenziato superamento dei limiti per gli Idrocarburi C>12 (scala 1:4.000)
TAVOLA XV:	piezometri nei quali si è evidenziato superamento dei limiti per gli Idrocarburi (scala 1:4.000)
TAVOLA XVI:	piezometri/pozzi nei quali si è evidenziato superamento dei limiti per l'Alluminio e ricostruzione delle linee di isoconcentrazione del contaminante nell'acquifero (scala 1:4.000)
TAVOLA XVII:	piezometri/pozzi nei quali si è evidenziato superamento dei limiti per il Boro e ricostruzione delle linee di isoconcentrazione del contaminante nell'acquifero (scala 1:4.000)
TAVOLA XVIII:	piezometri/pozzi nei quali si è evidenziato superamento dei limiti per il Ferro e ricostruzione delle linee di isoconcentrazione del contaminante nell'acquifero (scala 1:4.000)
TAVOLA XIX:	piezometri/pozzi nei quali si è evidenziato superamento dei limiti per il Manganese e ricostruzione delle linee di isoconcentrazione del contaminante nell'acquifero (scala 1:4.000)
TAVOLA XX:	piezometri/pozzi nei quali si è evidenziato superamento dei limiti per il Piombo (scala 1:4.000)
TAVOLA XXI:	falda semiconfinata - profondità del tetto dell'acquifero (scala 1:4.000)

TAVOLA XXII: falda semiconfinata - spessore dell'acquifero (scala 1:4.000)
TAVOLA XXIII: ricostruzione del profilo litostratigrafico di dettaglio in corrispondenza dell'area in oggetto

ALLEGATO 2

Rapporti di Prova
delle determinazioni analitiche quantitative

Tot. pagg. 898