

Centrale termoelettrica di Priolo Gargallo
BILANCIO IDRICO

TABELLA
2008

	Unità di misura	Metodologia raccolta dati	1° semestre	3° trimestre	4° trimestre	TOTALE
DATI INPUT						
Prelievi da pozzo	m ³	Misura	190 525	85 749	111 012	387 286
Apporto acque ERG petroli (nota 1)	m ³	Misura	2 800	0	0	2 800
Prelievo da mare	per acqua potabile	m ³	17 500	24 500	21 000	63 000
	per raffreddamento	m ³	226 105 600	113 598 600	63 447 400	403 151 600
	per evaporatori	m ³	0	0	0	0
	per impianto cloro	m ³	15 120	129 600	0	144 720
Apporto acque meteoriche	m ³	Stima	12 278	9 002	23 786	45 066
Riutilizzo acqua trattata	m ³	Stima	33 000	18000	21000	72 000
TOTALE DATI INPUT	m³	Stima	226 343 823	113 847 451	63 603 198	403 794 472
DATI OUTPUT						
Scarico acqua raffreddamento e impianto cloro	m ³	Stima	226 120 720	113 728 200	63 447 400	403 296 320
Scarico ITAR	m ³	Stima	86 009	39 297	80 878	206 184
Salamoia	Potabilizzatore	m ³	14 800	21 000	18 000	53 800
	Evaporatori	m ³	0	0	0	0
	Osmosi inversa demi	m ³	42 150	18 970	27 750	88 870
Totale scarico ITAR +salamoie	m³	Stima	142 959	79 267	126 628	348 854
Scarico in atmosfera	m ³	Misura	72 144	33 984	26 170	132 298
Giardinaggio	m ³	Stima	8 000	6 000	3000	17 000
TOTALE DATI OUTPUT	m³	Stima	226 343 823	113 847 451	63 603 198	403 794 472

Nota 1 Trattasi delle acque di spiazzamento oleodotto.

Descrizione del processo produttivo

La trasformazione del precedente impianto Termoelettrico è consistita nella costruzione di due sezioni a Ciclo Combinato (CC) attraverso l'installazione di due TurboGas (TG) con relativi Alternatori e Generatori di Vapore a Recupero (GVR) a monte della preesistente sala macchina nella quale vengono utilizzate le turbine a vapore e gli alternatori in uso già con l'impianto tradizionale ad olio combustibile. La trasformazione ha inoltre comportato la demolizione delle caldaie e della ciminiera utilizzate per la generazione ad olio.

Tecnicamente il processo di generazione dell'energia elettrica parte dalla stazione di decompressione del metano, rammodernata in occasione della trasformazione in CC dell'impianto, dove il metano proveniente dal distributore nazionale (SNAM rete gas) viene decompresso ed inviato alle valvole metano dei due TG che provvedono, secondo quanto richiesto dai sistemi di regolazione, ad alimentare le camere di combustione

I due TG utilizzati sono di fabbricazione Ansaldo, in particolare il modello è il V94.3a2 costituito da 15 stadi di compressione, una camera di combustione anulare alimentata da 24 bruciatori VELONOX, utili ad una minore emissione di NOx, e da 4 stadi di espansione in turbina. L'alimentazione di aria nel compressore avviene attraverso la camera filtri.

Calettato all'albero di ogni macchina, c'è un alternatore, di fabbricazione Siemens, della potenza di 288 MVA.

Il gas, prodotto della combustione del metano, escono dalla turbina ad una temperatura di circa 570°C, l'energia termica in essi contenuta viene utilizzata per la produzione di vapore che espanderà successivamente nelle turbine a vapore. Tale scambio avviene nel GVR, di fabbricazione Ansaldo Caldaie. Questo è uno scambiatore di calore a fasci tubieri costituito da tre livelli di pressione Alta (circa 13 MPa), Media (circa 2 MPa) e Bassa (circa 0,8 MPa), ciascuno dei quali servito da un corpo cilindrico per la separazione dell'acqua dal vapore. La pressione decresce secondo il percorso dei fumi: sarà massima in prossimità della uscita dalla turbina e minima in prossimità dei camini.

Il vapore prodotto nei GVR viene inviato alle Turbine a Vapore, di fabbricazione Tosi,.

Il vapore al termine dell'espansione in bassa pressione, ormai privo di energia utile, termina il ciclo condensando all'interno del condensatore sfruttando come liquido di raffreddamento acqua di mare. Il condensato, presente nel pozzo caldo, viene estratto dalle pompe estrazione e inviato al corpo cilindrico di Bassa Pressione dove da inizio nuovamente al ciclo acqua- vapore.

TRATTAMENTO DELLE ACQUE

CARATTERISTICHE DEI REFLUI PRESENTI IN CENTRALE – IMPIANTI DI TRATTAMENTO – MODALITA' PROCEDURALI PER LA SORVEGLIANZA E LA GESTIONE

Le acque reflue prodotte in centrale e restituite al corpo ricettore (mare) sono le seguenti:

- acque industriali provenienti dall'ITAR,
- acque condensatrici.

Per le acque meteoriche è previsto un doppio sistema fognario che discrimina le acque meteoriche non inquinabili da oli o da altri sversamenti accidentali, da quelle raccolte in aree potenzialmente inquinabili che vengono convogliate in fognatura acque oleose.

Le acque che confluiscono all'ITAR attraverso sistemi fognari o reti separate possono essere identificate e schematizzate in base alle loro caratteristiche:

- 1 - *Acque Acide alcaline inquinate da sostanze chimiche.*
- 2 - *Acque inquinate da oli.*
- 3 - *Acque sanitarie.*

Per ognuna di queste tipologie, vengono descritte:

- a – *Provenienza.*
- b – *Trattamento.*
- c – *Scarico.*
- d – *Sistema di controllo con strumentazione locale e analisi di laboratorio.*
- e – *Responsabilità della gestione e dei controlli.*

ACQUE ACIDE ALCALINE INQUINATE DA SOSTANZE CHIMICHE

PROVENIENZA

Normalmente questi tipi di acque provengono:

- dalla rigenerazione degli impianti di Demineralizzazione (max una volta a settimana pari a circa $500 \div 600 \text{ m}^3$ di reflui contenenti in gran parte sali disciolti);
- dagli spurghi dei due Generatori di Vapore a Recupero GVR (quantità variabile di acqua contenente max 100 ppb di ammoniaca);
- dalle piazzole di contenimento delle zone di scarico, stoccaggio e preparazione dei reagenti chimici;
- da uscita trattamento acque oleose[Vasca oleosa parco combustibili (spiazzamento oleodotto ERG) acque potenzialmente inquinabili da oli] ;
- da uscita trattamento acque sanitarie;
- dal laboratorio chimico.

Saltuariamente provengono da operazioni particolari di seguito elencate che comportano procedure di trattamento e di controllo specifici.

- **LAVAGGI CHIMICI DI PARTI DI IMPIANTO**

Saltuariamente possono essere eseguiti lavaggi chimici di parti dell'impianto (riscaldatori, refrigeranti ecc.). Prima del lavaggio il Rep. Chimico (PCH) impartirà le disposizioni circa l'assetto dell'impianto e il trattamento da effettuare in funzione delle caratteristiche e della qualità del refluo prodotto.

TRATTAMENTO

Il trattamento si basa sul principio chimico per cui portando l'acqua ad un pH superiore a 9,0 (con calce idrata) viene eliminata la quasi totalità dei metalli in essa disciolti come sali solubili in quanto precipitano sotto forma di idrati o sali insolubili e sul principio fisico per cui il precipitato sotto forma di fiocchi (viene dosato del polielettrolita per favorirne la formazione e renderli più pesanti) si separa dall'acqua per differenza di densità.

L'acqua così depurata è scaricata previa correzione del pH mentre il fango viene estratto e dopo parziale disidratazione tramite filtri sotto vuoto, viene conferito a discarica o al riutilizzo in cementeria e/o nell'industria laterizia.

Le acque inquinate da sostanze chimiche sono raccolte attraverso la fogna acida in una vasca interrata (vasca V3) dalla quale tramite tre

pompe della portata di circa 150 t/h ciascuna (normalmente 2 in servizio e 1 di riserva) vengono inviate ad uno dei 2 serbatoi da 2000 m³ (normalmente il serbatoio S4) di stoccaggio.

Il serbatoio funziona da polmone per l'alimentazione dell'impianto di trattamento chimico.

Questo impianto può trattare fino a 300 t/h di reflui, viene comunque normalmente esercito ad una portata di 100 – 200 t/h.

L'acqua da trattare attraverso una valvola regolatrice (LIC 6800 Va) posta sullo scarico dei serbatoi di stoccaggio, passa per gravità alla vasca V3 da dove con le pompe PAC (1, 2 e 3) viene prelevata ed inviata alla vasca di neutralizzazione primaria (V4) munita di agitatore dove avviene un primo trattamento con latte di calce; un misuratore di pH in linea ne controlla il dosaggio (il pH deve essere mantenuto, in esercizio normale, ad un valore di 9,0 – 9,3); l'acqua passa quindi per gravità ad una seconda vasca sempre munita di agitatore dove viene dosato ancora latte di calce (per raggiungere il pH impostato qualora il primo dosaggio non fosse stato sufficiente, un secondo misuratore di pH in linea ne controlla il dosaggio) cloruro ferrico (per favorire la formazione di fiocchi di idrato ferrico) e polielettrolita come coadiuvante della flocculazione.

Sempre per gravità l'acqua entra in un chiarificatore addensatore circolare dove, per differenza di densità, avviene la separazione del fango dall'acqua; il fango si raccoglie nella parte inferiore del chiarificatore da cui per mezzo di pompe viene estratto ed inviato a due filtri sotto vuoto per una parziale disidratazione e quindi conferito a discarica o al riutilizzo.

Il livello del fango nel chiarificatore deve essere mantenuto ad un'altezza di circa 2,0 ÷ 2,5 metri dal pelo dell'acqua, occorre evitare di abbassare troppo il livello del fango poiché il ripristino del letto comporta tempo con rischi di fuoriuscita di solidi in sospensione. I tempi di defangazione devono quindi essere subordinati al livello del fango nel chiarificatore.

Un ponte raschiatore mobile aiuta a convogliare nel punto di aspirazione delle pompe il fango sul fondo mentre in superficie schiuma le eventuali tracce di olio e altre sostanze galleggianti raccogliendole in una vaschetta da cui sono riprese ed inviate al serbatoio recupero olio.

L'acqua chiarificata sfiora in una canaletta lungo la circonferenza del chiarificatore il collettore dalla quale confluisce nella vasca di correzione finale (V6).

In questa vasca il pH basico viene riportato ai valori previsti dalle leggi sugli scarichi (pH compreso fra 5,5 ÷ 9,5) con un dosaggio di acido solforico; un misuratore di pH in linea con il set impostato a pH 7,0 ne regola la correzione in automatico.

Prima di essere scaricata, l'acqua perviene ad un'ultima vasca (vasca trappola V7) in cui è immerso un ulteriore misuratore in linea di pH; se il valore è entro i limiti di "soglia di attenzione" impostati (pH superiore a 6,0 e inferiore a 9,0) l'acqua defluisce al canale di scarico, in caso contrario viene automaticamente ricircolata al serbatoio di stoccaggio tramite due pompe da 150 t/h asservite al misuratore di pH.

SCARICO

Lo scarico viene convogliato verso il canale di restituzione delle acque condensatrici e costituisce apporto allo scarico autorizzato.

In ottemperanza a quanto richiesto dalla vigente autorizzazione allo scarico a mare, rilasciata dal Comune di Priolo, per verificare l'efficacia della depurazione dell'impianto ITAR, si effettua il controllo a valle dello stesso impianto nel punto denominato "C1" delle sostanze elencate nella tabella 3 dell'allegato 5 del D. Lgs. 152/06 s.m.i. (**Tipi e Frequenze dei controlli sugli scarichi e planimetria allegata**).

SISTEMA DI CONTROLLO IMPIANTO

Strumentazione in continuo installata sull'impianto:

N. 2 pHmetri per il controllo del processo;

N. 2 pHmetri per il controllo dello scarico.

Il valore del pH "Vasca di correzione finale" e "Vasca trappola" vengono acquisiti su SCP (Sistema di Controllo Processo) da dove è possibile estrarre i Trend ed i valori istantanei.

In caso di pH non idoneo sullo scarico (valori "soglia di attenzione" pH inferiore a 6,0 e superiore a 9,0) interviene un allarme acustico e visivo e

si avvia automaticamente la pompa di ricircolo al serbatoio di stoccaggio interrompendo lo scarico.

Il Reparto Chimico (PCH) esegue, durante il funzionamento normale, analisi routinarie settimanali e quindicinali di controllo sullo scarico, intensificando tali controlli a seconda delle necessità, comunica tempestivamente al Supporto eventuali superamenti dei valori di “soglia di attenzione” riscontrati dai controlli effettuati.

ACQUE INQUINATE DA OLIO

PROVENIENZA

Queste acque provengono dalle aree della centrale in cui possono venire inquinate da oli combustibili o lubrificanti (vasche di contenimento serb. Olio turbina, Pompa alimento, trasformatori ecc.; drenaggi vasche trappole recupero olio combustibile zone serbatoi di stoccaggio e riscaldatori).

Attraverso due fogne (la prima a quota + 1,5 la seconda a – 1,5) giungono nel primo settore della vasca di raccolta V1A; da qui per mezzo di due pompe Mohno PAA1/2, ciascuna con portata variabile manualmente da 30 a 100 m³/h vengono inviate alle vasche di disoleazione API.

Le valvole di scarico dei bacini di contenimento dei serbatoi di OCD K26 e di gasolio K25 sono esercite normalmente chiuse, al fine di contenere sempre all'interno dei bacini stessi le acque meteoriche ed eventuali sversamenti accidentali di combustibili. L'apertura di tali valvole è effettuata periodicamente, dopo controllo visivo dei bacini, dall'Operatore Logistica Secondaria Combustibili, inviando le acque verso la “vasca oleosa” (tale vasca rappresenta il bacino di confluenza di tutte le acque oleose provenienti dal parco combustibili, comprese quelle di spiazzamento oleodotto). Dalla vasca oleosa, in accordo con l'operatore esterno (di seguito **O.E.**), periodicamente e compatibilmente con la capacità ricettiva dell'Impianto di Trattamento, a cura dell'Operatore Logistica Combustibili le acque inquinate da oli vengono inviate all'impianto disoleatore.

TRATTAMENTO

Un primo trattamento di disoleazione viene effettuato nella vasca di raccolta V1A per mezzo di uno sfioratore inclinabile che schiuma gli oli trasferendoli in un contenitore riscaldato con vapore e da qui inviate al serbatoio di recupero.

L'acqua dalla vasca di raccolta V1A, tramite pompe di sollevamento (PAA), viene inviata a 2 separatori (vasche) API che lavorano in parallelo; in queste vasche, che vengono attraversate dall'acqua a bassissima velocità, le particelle oleose residue per la legge di Stokes (diversa viscosità rispetto all'acqua) tendono a salire verso l'alto separandosi dall'acqua stessa.

Un ponte raschiatore schiuma le particelle oleose in superficie convogliandole al sistema di recupero.

L'acqua così depurata dalle tracce di olio perviene alle vasche di raccolta finali da cui attraverso un sistema di valvole può essere scaricata all'impianto di trattamento chimico oppure direttamente alla vasca V9 e quindi alla fontana.

SCARICO

Lo scarico delle vasche API viene inviato normalmente al trattamento chimico.

Solo in casi eccezionali (fuori servizio impianto trattamento chimico) può essere scaricata direttamente alla vasca V9 e quindi alla fontana solo dopo che il reparto Chimico (PCH) avrà verificato con le analisi del caso che i parametri siano entro i limiti delle leggi vigenti sugli scarichi.

SISTEMI DI CONTROLLO IMPIANTO

Per quanto riguarda il controllo chimico – fisico dell'acqua, non esiste strumentazione in continuo.

Il controllo visivo viene effettuato sistematicamente dagli addetti ai servizi comuni i quali richiedono l'intervento del reparto Chimico (PCH) per controlli più accurati ogni volta ne riscontrino l'opportunità.

ACQUE SANITARIE ZONA CENTRALE

PROVENIENZA

Queste acque provengono dai servizi igienici, dalle docce e dalla mensa della zona di Centrale e della zona Cantiere; vengono raccolte in vasche dislocate entro il perimetro della centrale e da queste, tramite pompe di sollevamento, inviate all'impianto di trattamento biologico.

La quantità è stimata da 3 a 5 t/h.

TRATTAMENTO

Il trattamento consiste in una ossidazione biologica ottenuta in una vasca dove viene insufflata aria mediante un areatore sommerso temporizzato; per gravità l'acqua passa in una seconda vasca (chiarificatore addensatore) dove avviene la separazione del fango biologico dall'acqua. L'acqua separata e depurata, passa poi attraverso un impianto a raggi Ultravioletti dove viene abbattuta la quasi totalità della carica batterica.

SCARICO

Lo scarico avviene in testa all'impianto di trattamento chimico (V3).

SISTEMA DI CONTROLLO IMPIANTO

Non esiste strumentazione in continuo installata sull'impianto.

L'**O.E.** in turno deve controllare:

- che le pompe di sollevamento delle vasche di raccolta funzionino correttamente;
- che lo sgrigliatore in testa all'impianto sia efficiente;
- che il sistema di insufflazione di aria avvenga correttamente (distributori liberi);
- che non vi siano fanghi biologici galleggianti nell'ultima vasca;
- che l'impianto "U.V." sia in servizio;
- che lo scarico sia allineato all'impianto di Trattamento Chimico.

Il Reparto Chimico (PCH) deve controllare il buon funzionamento chimico dell'impianto (attività del fango biologico, efficienza dell'impianto "U.V.", qualità dell'acqua in uscita).

PUNTI DI SCARICO

Vengono di seguito elencati i punti di scarico specificando per ognuno di esso, la caratteristica dello scarico, il tipo e la frequenza delle analisi mirate al controllo dei parametri significativi e i parametri monitorati in continuo con strumentazione fissa.

Il punti di scarico sono tutti indicati nella planimetria allegata alla presente dichiarazione e identificabili dalla relativa legenda. L'area di campionamento deve essere sempre accessibile e mantenuta sgombra e pulita. Nell'autorizzazione allo scarico rilasciata dal Comune di Priolo Gargallo sono stati aggiunti due nuovi punti di campionamento denominati "C1" e "C2", rispettivamente ubicati all'uscita dell'ITAR, prima della confluenza con le acque di raffreddamento, e all'uscita dell'impianto di conferimento acque meteoriche anche queste prima della confluenza con le suddette acque di raffreddamento.

PUNTI DI SCARICO E DI CAMPIONAMENTO

PUNTO 1 – SCARICO IMPIANTO ITAR PUNTO "C1"

<i>Tipo di Scarico:</i>	Scarico Parziale.
<i>Flusso di Scarico:</i>	Collettore principale scarico impianto ITAR.
<i>Corpo Ricettore:</i>	Mare (canale restituzione acqua condensatrice).
<i>Limite di Scarico:</i>	D.Lgs. 152/06 s.m.i. (tabella 3 dell'allegato 5).
<i>Frequenza Analisi:</i>	trimestrale (o al bisogno).
<i>Controlli analitici:</i>	pH, Mat.Sospens. , C.O.D., Ammoniaca, Oli minerali, Ferro, Rame, Piombo, Cromo tot. Mercurio, Zinco, Nichel, Cadmio, Arsenico, Selenio etc.

La frequenza delle analisi sopra descritte per uno o più parametri può essere intensificata durante il trattamento di reflui provenienti da operazioni particolari.

La frequenza delle analisi sopra citate può essere intensificata per parametri che si avvicinino o raggiungano il valore di “soglia di attenzione”.
Nota: il campione da analizzare, viene prelevato con l'utilizzo di idonea pompa di campionamento, di opportuna portata nell'arco di tempo stabilito dalla normativa vigente (tre ore).

PARAMETRI RILEVATI IN CONTINUO SULLO SCARICO CON STRUMENTAZIONE FISSA

<u>pH sullo scarico:</u>	indicato e registrato; segnale inserito nel sistema di supervisione impianto.
<u>Strumento:</u>	misuratore di pH.
<u>Frequenza taratura:</u>	trimestrale (o al bisogno).
<u>Responsabile Taratura:</u>	Reparto Regolazione

PUNTO 2 – SCARICO ACQUE METEORICHE PUNTO “C2”

<i>Tipo di Scarico:</i>	Scarico Parziale.
<i>Flusso di Scarico:</i>	Collettore principale raccolta acque meteoriche.
<i>Corpo Ricettore:</i>	Mare (canale restituzione acqua condensatrice).
<i>Limite di Scarico:</i>	D.Lgs. 152/06 s.m.i. (tabella 3 dell'allegato 5).
<i>Frequenza Analisi:</i>	Dipende dall'eventuale piovosità e dalla presenza di refluo allo scarico.
<i>Controlli analitici:</i>	pH, Mat. in Sospens., C.O.D., Ammoniaca, Oli minerali, Ferro, Rame, Piombo, Cromo tot. Mercurio, Zinco, Nichel, Cadmio, Arsenico, Selenio etc.

Nota: il campione da analizzare viene prelevato in manuale con aliquote da 1 lt nell'arco di tempo stabilito dalla normativa vigente (tre ore).

PUNTO 3 – SCARICO ACQUA CONDENSATRICE

<i>Tipo di Scarico:</i>	Primario continuo.
<i>Corpo ricettore:</i>	Mare.
<i>Limite di scarico:</i>	specificatamente su temperatura
<i>Punto di prelievo campione:</i>	Diffusore a mare zona strumenti.
<i>Frequenza Analisi:</i>	temperatura in continuo, analisi trimestrali (o quando necessario)
<i>Controlli analitici:</i>	pH, Mat.Sospens., C.O.D., Ammoniaca, Oli minerali, Ferro, Rame, Piombo, Cromo tot. Mercurio, Zinco, Nichel, Cadmio, Arsenico, Selenio, cloro etc.

Come richiesto dall'autorizzazione allo scarico in vigore, viene anche effettuato un controllo trimestrale della qualità delle acque di scarico prima dell'immissione a mare per i parametri indicati al punto 8 dell'autorizzazione citata.

Cliente	Enel Spa –Divisione Generazione e Energy Management Sviluppo Impianti - Ambiente ed Autorizzazioni
Oggetto	Integrazioni al Piano di Caratterizzazione della centrale Enel “Archimede” di Priolo Gargallo (SR) – Relazione Tecnica delle indagini svolte
Ordine	Contratto Quadro ENEL-CESI 2002-2006 Attivazione: Email di Cochis del 01/02/2005
Note	L324012V – EOQ-SUOLI - 50x50 - PRIOLO-05

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine	47	N. pagine fuori testo	2.826
Data	19/07/2006		
Elaborato	AMB – Linea GEI	M. Cambiaghi, R. Garavaglia, D. Lattuada,	
Verificato	AMB – Linea GEI	R. Vitali	
Approvato	AMB – Linea GEI	R. Vitali	

Indice

1	RIASSUNTO.....	4
2	PREMESSA	5
2.1	Documenti di riferimento	6
3	DESCRIZIONE E INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO	7
3.1	Tipologia del sito.....	7
3.2	Obiettivi di recupero dell'area in funzione dei riferimenti normativi e della destinazione d'uso..	7
4	CAMPAGNA DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE.....	11
4.1	Ubicazione dei punti di indagine.....	12
4.2	Modalità operative di esecuzione dei sondaggi e dei piezometri	18
4.3	Caratteristiche esecutive dei sondaggi e dei piezometri.....	20
4.4	Campionamento dei suoli.....	25
4.4.1	Prelievo di campioni di terreno mediante sondaggi a carotaggio continuo.....	25
4.4.2	Prelievo di campioni di terreno superficiale (top-soil) destinati alla determinazione di Diossine, Furani e Amianto.....	33
4.5	Misure freaticometriche e campionamento delle acque di falda.....	33
4.5.1	Misure di soggiacenza della falda e ricostruzione della superficie piezometrica.....	33
4.5.2	Prove di permeabilità tipo Lefranc	34
4.5.3	Misure in sito di parametri di qualità dell'acqua.....	35
4.5.4	Prelievo di campioni di acque di falda	36
4.5.5	Trattamento in campo dei campioni	37
4.6	Determinazioni analitiche.....	38
4.6.1	Parametri da determinare.....	38
4.6.2	Procedure di laboratorio	39
4.7	Assetto geologico e idrogeologico del sito.....	42
5	RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE ANALITICA E CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI.....	43
5.1	Caratterizzazione dei campioni di suolo e confronto con le CSC	43
5.2	Caratterizzazione dei campioni di acqua sotterranea e confronto con le CSC	44
6	CONCLUSIONI	47

ELENCO DELLE TAVOLE FUORI TESTO**Tot. pagg. 25****ELENCO ALLEGATI****Allegato 1** – prot. A5043881 Sistemi Industriali s.r.l. – Rapporto indagini dirette integrative.**Tot. pagg. 95****Allegato 2** – prot. A5023870 Arpa Sicilia - DAP Siracusa – Settore Bonifiche, Verbali di sopralluogo e di prelievo campioni.**Tot. pagg. 50****Allegato 3** – prot. A5034149 Rapporto di Prova CESI - C.le di Priolo - Determinazione di parametri organici su campioni di terreni ed acque sotterranee.**Tot. pagg. 7****Allegato 4** – prot. A5048660 Rapporto di Prova - Enel GEM - Produzione Geotermia Laboratori Centrale Priolo Gargallo - Caratterizzazione terreni e acque ai sensi del DM 25 ottobre 1999, n° 471.**Tot. pagg. 457****Allegato 5** – prot. A6010360 Sistemi Industriali s.r.l. – Rapporto indagini dirette integrative.**Tot. pagg. 341.****Allegato 6** – prot. A6007468 Arpa Sicilia - DAP Siracusa – Settore Bonifiche, Verbali di sopralluogo e di prelievo campioni.**Tot. pagg. 67****Allegato 7** – prot. A6008347 Rapporto di Prova CESI – Terreni da sondaggi e acque sotterranee prelevati presso la C.le di Priolo - Determinazione di parametri organici.**Tot. pagg. 14****Allegato 8** – prot. A6017688 Rapporto di Prova - Enel GEM - Produzione Geotermia Laboratori Centrale Priolo Gargallo - Caratterizzazione terreni e acque ai sensi del DM 25 ottobre 1999, n° 471.**Tot. pagg. 1771**

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	19/07/2006	A6011143	prima emissione

1 RIASSUNTO

L’Impianto Termoelettrico Enel Archimede di Priolo Gargallo (SR) è stato inserito 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.

Enel ha quindi presentato un Piano di Caratterizzazione per definire tipo, grado ed estensione di un eventuale inquinamento presente presso il sito. In seguito alla presentazione dei risultati del Piano di Caratterizzazione, la Conferenza di Servizi del 19/10/2004, con verbale 18032QdV/DI(B/p), esprimeva parere favorevole al documento e formalizzava una serie di prescrizioni, in particolare richiedeva di realizzare sondaggi e piezometri aggiuntivi.

Successivamente la Conferenza di Servizi del 28/02/2005 ha chiesto integrazioni fino al completamento di una maglia di indagine 50 x 50 metri.

Nella presente relazione tecnica vengono descritte le attività di indagine che sono state eseguite presso l’Impianto Termoelettrico Enel Archimede di Priolo Gargallo (SR), per la realizzazione delle Integrazioni al Piano della Caratterizzazione, così come richieste in sede di Conferenze di Servizi.

Le attività sono state svolte in due fasi successive:

- una prima fase nel periodo compreso tra il 28 febbraio e il 20 maggio 2005;
- una seconda fase nel periodo 17 ottobre 2005 – 03 marzo 2006.

L’indagine integrativa ha previsto complessivamente l’esecuzione di attività geognostiche, mediante trivellazioni meccaniche, e il prelievo di campioni di terreno, *top-soil* e di acque di falda. In particolare sono state condotte le seguenti attività:

- esecuzione di n° 175 sondaggi (34 nella prima fase e 139 nella seconda), con profondità variabile tra 3,5 e 16,5 m da p.c.;
- installazione di n° 38 piezometri (17 + 21);
- prelievo di n° 533 (104 + 429) campioni di terreno dai sondaggi e successive analisi chimiche di laboratorio;
- prelievo di n° 38 campioni di acque sotterranee dai piezometri realizzati, con successive analisi chimiche di laboratorio;
- prelievo di n° 18 (3 + 15) campioni di suolo superficiale (*top-soil*) destinati alla determinazione di PCDD e PCDF (Diossine e Furani) e Amianto.

Ciò in aggiunta alle indagini analoghe eseguite in sede di prima attività di caratterizzazione.

2 PREMESSA

L'Impianto Termoelettrico Enel Archimede di Priolo Gargallo è stato inserito nel programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati, soggetti ad interventi di interesse nazionale, mediante la Legge n° 426 del 09/12/1998.

Il settore delle bonifiche è stato normato per la prima volta in modo organico dall'articolo 17 del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997. Il regolamento tecnico richiesto da tale provvedimento normativo si esplicita con il Decreto Ministeriale del 25/10/1999, 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 e delle falde acquifere, il cui superamento obbliga ad effettuare interventi di bonifica.

A queste indicazioni normative si aggiunge l'articolo 1 della Legge n° 426 del 09/12/1998, "*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 Archimede 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 10/01/2000.

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 che definisce le procedure da attuare per la realizzazione del 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 20/01/2003, come da relativo verbale prot. 1445/RIBO/DI/B del 12/02/2003.

Gli esiti del Piano della Caratterizzazione dei suoli e delle acque sotterranee sono stati presentati nel Rapporto CESI A4/0002262 del 13/02/2004 *Piano di Caratterizzazione della centrale termoelettrica Enel Produzione di Priolo Gargallo (SR) - Relazione tecnica delle indagini svolte*, consegnato da Enel alle Autorità e acquisito al prot. 3103/QdV/DI del 04/03/2004.

Eseguito l'esame della Relazione Tecnica del Piano di Caratterizzazione, la Conferenza di Servizi del 19/10/2004, con verbale 18032QdV/DI(B/p), esprimeva parere favorevole al documento e formalizzava una serie di prescrizioni chiedendo, in particolare, di realizzare sondaggi e piezometri aggiuntivi.

In data 15/12/2004 si è svolta una riunione fra rappresentanti della centrale di Priolo Gargallo e del Dipartimento ARPA di Siracusa per concordare sul sito i punti e le tipologie dei sondaggi da eseguire.

In sintesi, questa prima prescrizione di indagini aggiuntive comporta l'esecuzione di n° 34 sondaggi a carotaggio continuo, di cui n° 6 sondaggi inclinati, l'installazione di n° 17 piezometri e il prelievo di n° 104 campioni di terreno, n° 17 campioni di acque sotterranee e n° 3 campioni di *top-soil*.

Queste attività sono state eseguite e completate nel periodo compreso tra il 28 febbraio e il 20 maggio 2005.

Successivamente, il 23/02/2005, presso la Direzione Qualità della Vita del Ministero Ambiente, si è svolta una Conferenza di Servizi nel corso della quale veniva chiesto all'ENEL di presentare gli esiti della Caratterizzazione integrativa secondo una maglia di indagine equivalente a 50 x 50 metri. Questa richiesta è stata formalizzata al punto 10 del verbale al prot. 4642/QdV/DI (VII/VII) della Conferenza di Servizi decisoria del 28/02/2005. A maggior precisazione delle integrazioni richieste, si è convenuto di differenziare l'area dell'impianto e già adibita ad uso industriale (area denominata "A" nel Piano di Caratterizzazione originale e di superficie pari a circa 40 ettari) dalla restante area (denominata "B" nel suddetto Piano ed estesa circa 66 ettari); nella prima area si è deciso di programmare il nuovo supplemento di indagini secondo una maglia regolare di 50x50 metri, nella restante area sarà applicata una maglia di 100x100 metri.

Il progetto di queste nuove attività integrative è stato definito nel documento "*Caratterizzazione integrativa della centrale Enel di Priolo Gargallo*", trasmesso da Enel e acquisito dal Ministero

dell'Ambiente al prot. 17814/QdV/DI del 07/09/2005, ed è stato discusso ed approvato con prescrizioni nella Conferenza di Servizi decisoria del 15/12/2005.

In ottemperanza a tali prescrizioni Enel ha dato puntuale risposta con la nota del 16/02/2006.

Si sottolinea che le nuove attività di caratterizzazione contenute nel progetto di infittimento della maglia di indagine sono state concordate nel corso di una riunione fra rappresentanti della centrale di Priolo Gargallo e di ARPA Sicilia - Dipartimento di Siracusa avvenuta in data 08/06/2005.

L'attività ha comportato l'esecuzione di 139 sondaggi, l'installazione di 21 piezometri e il prelievo di 14 top soil. Questa seconda fase di indagini integrative è stata eseguita e completata nel periodo compreso tra il 17 ottobre 2005 e il 03 marzo 2006

Complessivamente, nelle tre fasi di indagine, sono stati eseguiti in totale:

- n° 244 sondaggi, dei quali 160 all'interno della area A e 84 nell'area B;
- n° 55 piezometri, dei quali 33 all'interno della area A e 22 nell'area B;
- n° 24 campioni di top-soil, dei quali 10 all'interno della area A e 14 nell'area B.

2.1 Documenti di riferimento

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 – Direzione per la gestione dei rifiuti e le bonifiche, 12/02/2003. *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.*

CESI – Rapporto A4/0002262 del 13/02/2004. *Piano di Caratterizzazione della centrale termoelettrica Enel Produzione di Priolo Gargallo (SR) - Relazione tecnica delle indagini svolte. Prot. 3103/QdV/DI del 04/03/2004.*

Ministero per l'Ambiente e la Tutela del Territorio - Direzione per la Qualità della Vita. *Sito di bonifica di interesse nazionale di Priolo. Verbale della Conferenza di Servizi decisoria, ex art. 14, comma 2, della legge n. 241/90, del 19 ottobre 2004, prot. 18032QdV/DI(B/p).*

Ministero per l'Ambiente e la Tutela del Territorio - Direzione per la Qualità della Vita. *Sito di bonifica di interesse nazionale di Priolo. Verbale della Conferenza di Servizi decisoria, ex art. 14, comma 2, della legge n. 241/90, del 28 febbraio 2005, prot. 4642/QdV/DI (VII/VII).*

Ministero per l'Ambiente e la Tutela del Territorio - Direzione per la Qualità della Vita. *Sito di bonifica di interesse nazionale di Priolo. Verbale della Conferenza di Servizi decisoria, ex art. 14, comma 2, della legge n. 241/90, del 15 dicembre 2005, prot.26466/QdV/DI (VII/VII/IX).*

ENEL - *Sito di Interesse Nazionale di Priolo - Nota di risposta alle prescrizioni formulate per le aree della Centrale termoelettrica Enel di Priolo nella Conferenza dei Servizi “decisoria” del 15 dicembre 2005. - prot. EP/P2006000702 del 16 febbraio 2006.*

3 DESCRIZIONE E INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO

3.1 Tipologia del sito

Per quanto riguarda:

- la descrizione del sito,
- la sua tipologia,
- la storia dell'impianto,
- la tipologia dei processi,
- l'intero inquadramento ambientale,
- e i risultati della caratterizzazione preliminare

si rimanda al Rapporto CESI A4/0002262 del 13/02/2004 "*Piano di Caratterizzazione della Centrale Termoelettrica Enel Produzione di Priolo Gargallo (SR) - Relazione tecnica delle indagini svolte*", del quale il presente documento costituisce una estensione.

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

L'Impianto Termoelettrico Archimede di Priolo Gargallo è stato inserito nel programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati, soggetti ad interventi di interesse nazionale, mediante la Legge n° 426 del 09/12/1998, 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 10/01/2000.

La normativa di riferimento per la bonifica dei terreni contaminati a livello nazionale, precedentemente costituita dal D. Lgs. n°22 del 5 febbraio 1997 (Decreto Ronchi) e dal relativo Regolamento attuativo DM n° 471 del 25 ottobre 1999, è stata sostituita dai disposti della parte IV del D.lgs.152/2006.

Tale Decreto definisce, in relazione alla specifica destinazione d'uso del sito, due livelli di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) per gli inquinanti organici ed inorganici nel terreno, il cui superamento richiede un'analisi di rischio sito-specifica. I valori di CSC per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo si differenziano in base alla destinazione d'uso e sono indicati nell'allegato 5 tabella 1 allo stesso d.lgs.152/2006 e sono analoghi alle concentrazioni limite precedentemente indicate dal Decreto 471/99:

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

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.

N. ord.	Parametro	Tab.1 colonna B	
		C.S.C.	Unità di misura
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	1.000	mg/kg
11	Rame	600	mg/kg
12	Selenio	15	mg/kg
14	Tallio	10	mg/kg
15	Vanadio	250	mg/kg
16	Zinco	1.500	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			
93	Amianto (fibre libere)	1.000	mg/kg

Tabella 1 – Concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo all'uso industriale e commerciale dei siti (colonna B Tab.1 Allegato 5 D.lgs.152/06)

La sopracitata normativa fissa le concentrazioni soglia di contaminazione per le acque sotterranee, analoghe alle concentrazioni limite precedentemente indicate dal decreto 471/99.

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

N. ord.	Parametro	Tabella 2	
		C.S.C.	Unità di misura
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	1.000	µg/L
15	Selenio	10	µg/L
16	Manganese	50	µg/L
17	Tallio	2	µg/L
18	Zinco	3.000	µg/L
Inquinanti Inorganici			
19	Boro	1.000	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
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

		Tabella 2	
N. ord.	Parametro	C.S.C.	Unità di misura
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 (bromofornio)	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		
90	Idrocarburi (espressi come n-esano)	350	µg/L

Tabella 2 – Concentrazione soglia di contaminazione per le acque sotterranee
(Allegato 5 D.lgs.152/06)

4 CAMPAGNA DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

Le attività in campo sono state eseguite in due fasi separate e successive.

La **prima fase** è stata eseguita e completata nel periodo dal 28 febbraio al 20 maggio 2005; nel dettaglio ha comportato l'esecuzione di:

- n° 2 sondaggi aggiuntivi da attrezzare a piezometro in prossimità del sondaggio S001 (area stoccaggio combustibili) e del sondaggio S054 (presso l'oleodotto interrato);
- n° 20 sondaggi aggiuntivi, di cui n° 8 da attrezzare a piezometro, nelle aree esterne alla zona impianto e rispettivamente suddivisi in:
 - n° 4 sondaggi (di cui n° 2 piezometri) nell'area situata a Nord-Est rispetto all'area impianti,
 - n° 6 sondaggi (di cui n° 4 piezometri) nell'area situata a Sud rispetto all'area impianti;
 - n° 10 sondaggi (di cui n° 2 piezometri) nell'area situata ad Ovest rispetto all'area impianti;
- n° 8 sondaggi aggiuntivi (di cui n° 3 da attrezzare a piezometro) in prossimità delle vasche ceneri, della vasca fanghi, dell'edificio dedicato allo stoccaggio dei rifiuti pericolosi e dell'edificio dedicato allo stoccaggio dei rifiuti non pericolosi, così suddivisi:
 - n° 2 sondaggi inclinati in accosto alla vasche ceneri e n° 1 sondaggio al centro dell'argine che suddivide le due vasche stesse;
 - n° 2 sondaggi inclinati in accosto alla vasca fanghi;
 - n° 1 sondaggio inclinato e n° 1 piezometro in all'edificio dedicato allo stoccaggio dei rifiuti pericolosi;
 - n° 1 sondaggio inclinato e n° 1 piezometro all'edificio dedicato allo stoccaggio dei rifiuti non pericolosi;
 - n° 1 sondaggio aggiuntivo da attrezzare a piezometro a circa 100 m in direzione Ovest rispetto alla posizione delle vasche ceneri.
- n° 4 sondaggi attrezzati a piezometro all'interno dell'area di impianto;
- prelievo di n° 104 campioni di terreno dai sondaggi e successive analisi chimiche di laboratorio;
- prelievo di n° 17 campioni di acque sotterranee dai piezometri realizzati con successive analisi chimiche di laboratorio;
- prelievo di n° 3 campioni di suolo superficiale (*top-soil*) destinati alla determinazione di PCDD e PCDF (Diossine e Furani) e Amianto.

La **seconda fase** delle indagini integrative è stata eseguita e completata nel periodo compreso tra il 17 ottobre 2005 e il 03 marzo 2006 e ha comportato:

- l'esecuzione di n° 139 sondaggi aggiuntivi;
- l'installazione di n° 21 nuovi piezometri aggiuntivi;
- prelievo di n° 429 campioni di terreno;
- prelievo di n° 21 campioni di acque sotterranee;
- il prelievo di n° 15 nuovi campioni di *top soil*.

Tutte le attività sono state condotte con la supervisione in campo dei tecnici CESI, che hanno provveduto ad eseguire direttamente il prelievo di tutti i campioni.

I campioni prelevati sono stati consegnati da CESI agli incaricati Enel presso l'Impianto Termoelettrico; Enel ha provveduto a fare eseguire le determinazioni analitiche a cura di:

Enel - Divisione GEM - Laboratori Produzione Geotermica

P.za Leopolda, 1
56044 Larderello (PI)

ad eccezione delle analisi sui Composti Organici Volatili (BTEX+Stirene e Idrocarburi Totali con C<12) per i campioni di terreno e delle analisi sui Composti Organici Volatili (BTEX+Stirene, Idrocarburi Clorurati Cancerogeni e non Cancerogeni e MTBE) per i campioni di acque sotterranee che sono state eseguite da:

CESI - B.U. Ambiente presso i laboratori della sede di Piacenza.

Le attività di indagine in campo sono state condotte sulla base di quanto delineato nel documento CESI A0/039668 del 04/12/2000 dal titolo “*Centrale Termoelettrica Enel di Priolo Gargallo – Piano della Caratterizzazione*” e dalle successive integrazioni riportate nel Rapporto CESI A1/039503 “*Iter autorizzativo dei Piani della Caratterizzazione di alcune centrali termoelettriche*” e tenendo conto delle richieste espresse da ARPA Sicilia.

L’indagine di caratterizzazione oggetto della presente relazione è stata articolata in due fasi successive e separate, come specificato nel paragrafo precedente.

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti e la relativa documentazione fotografica sono riportati negli Allegati 1 e 5, rispettivamente per quanto riguarda la prima e la seconda fase delle indagini integrative.

4.1 Ubicazione dei punti di indagine

L’ubicazione dei punti di sondaggio è stata decisa negli incontri tra i rappresentanti dell’Impianto Termoelettrico di Priolo Gargallo e di ARPA Sicilia – DAP Siracusa tenuti nelle date del 15/12/2004 e del 08/06/2005 e quindi è stata comunicata ai tecnici CESI.

I sondaggi sono stati identificati seguendo la denominazione già esistente e hanno numerazione compresa tra 73 e 243. I punti di sovrapposizione con il precedente piano di indagine hanno conservato la medesima denominazione (S001 e S054).

In sede di cantiere, la posizione di alcuni punti di sondaggio ha subito una variazione rispetto alla posizione prevista, in relazione alle situazioni logistiche riscontrate sul campo (reale accessibilità per i mezzi di trivellazione e ausiliari, conformazione del terreno, forte sviluppo della vegetazione, presenza di ingombri, di sottoservizi, di linee aeree in tensione, ecc.).

In particolare, un congruo numero di punti di indagine ha subito uno spostamento, anche cospicuo, rispetto alla posizione di progetto a causa della natura dei terreni che non offrivano la portanza necessaria a garantire il movimento o lo stazionamento dei macchinari in condizioni di sicurezza, oppure si trovavano in aree paludose inondate. Lo spostamento di questi punti di indagine e la loro nuova ubicazione è stata concordata con ARPA Sicilia – DAP Siracusa, come risulta dai Verbali di Sopralluogo del 27/10/2005 e del 19/01/2006, riportati nell’Allegato 6.

Sigla sondaggio	Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est Roma40		Coordinate UTM WGS84 Fuso 33	
	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]
S001	2.539.149	4.110.805	519.146	4.110.807
S054	2.539.287	4.110.759	519.284	4.110.761
S073	2.538.684	4.110.898	518.681	4.110.900
S074	2.538.768	4.110.942	518.765	4.110.944
S075	2.538.496	4.110.796	518.493	4.110.798
S076	2.539.193	4.110.799	519.190	4.110.801
S077	2.538.988	4.110.786	518.985	4.110.788
S078	2.539.182	4.110.647	519.179	4.110.649
S079	2.539.277	4.110.598	519.274	4.110.600
S080	2.538.664	4.110.594	518.661	4.110.596
S081	2.539.006	4.110.620	519.003	4.110.622
S082	2.539.429	4.110.568	519.426	4.110.570
S083	2.538.739	4.110.490	518.736	4.110.492
S084	2.538.601	4.110.348	518.598	4.110.350
S085	2.538.786	4.110.290	518.783	4.110.292
S086	2.538.738	4.110.079	518.735	4.110.081

Sigla sondaggio	Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est Roma40		Coordinate UTM WGS84 Fuso 33	
	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]
S087	2.539.121	4.109.824	519.118	4.109.826
S088	2.539.309	4.109.795	519.306	4.109.797
S089	2.538.935	4.109.721	518.932	4.109.723
S090	2.539.377	4.109.508	519.374	4.109.510
S091	2.539.288	4.109.665	519.285	4.109.667
S092	2.539.176	4.109.593	519.173	4.109.595
S093	2.538.863	4.110.049	518.860	4.110.051
S094	2.538.974	4.110.107	518.971	4.110.109
S095	2.538.973	4.110.037	518.970	4.110.039
S096	2.538.994	4.109.978	518.991	4.109.980
S097	2.539.078	4.110.102	519.075	4.110.104
S098	2.539.077	4.110.012	519.074	4.110.014
S099	2.539.159	4.110.051	519.156	4.110.053
S100	2.539.334	4.110.104	519.331	4.110.106
S101	2.539.395	4.110.333	519.392	4.110.335
S102	2.539.282	4.110.441	519.279	4.110.443
S103	2.539.166	4.110.517	519.163	4.110.519
S104	2.539.212	4.110.518	519.209	4.110.520
S105	2.538.395	4.110.873	518.392	4.110.875
S106	2.538.896	4.110.909	518.893	4.110.911
S107	2.539.033	4.110.881	519.030	4.110.883
S108	2.539.001	4.110.832	518.998	4.110.834
S109	2.539.176	4.110.812	519.173	4.110.814
S110	2.538.392	4.110.771	518.389	4.110.773
S111	2.538.568	4.110.764	518.565	4.110.766
S112	2.538.694	4.110.815	518.691	4.110.817
S113	2.539.001	4.110.756	518.998	4.110.758
S114	2.538.490	4.110.714	518.487	4.110.716
S115	2.538.696	4.110.703	518.693	4.110.705
S116	2.538.695	4.110.659	518.692	4.110.661
S117	2.539.004	4.110.649	519.001	4.110.651
S118	2.539.430	4.110.685	519.427	4.110.687
S119	2.539.227	4.110.619	519.224	4.110.621
S120	2.539.436	4.110.658	519.433	4.110.660
S121	2.538.646	4.110.601	518.643	4.110.603
S122	2.538.687	4.110.609	518.684	4.110.611
S123	2.539.004	4.110.590	519.001	4.110.592
S124	2.539.430	4.110.601	519.427	4.110.603
S125	2.539.294	4.110.537	519.291	4.110.539
S126	2.539.340	4.110.532	519.337	4.110.534
S127	2.538.839	4.110.401	518.836	4.110.403
S128	2.539.042	4.110.490	519.039	4.110.492
S129	2.538.996	4.110.435	518.993	4.110.437
S130	2.539.042	4.110.439	519.039	4.110.441
S131	2.539.088	4.110.441	519.085	4.110.443
S132	2.539.136	4.110.450	519.133	4.110.452

Sigla sondaggio	Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est Roma40		Coordinate UTM WGS84 Fuso 33	
	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]
S133	2.539.204	4.110.450	519.201	4.110.452
S134	2.539.314	4.110.450	519.311	4.110.452
S135	2.539.451	4.110.450	519.448	4.110.452
S136	2.538.636	4.110.417	518.633	4.110.419
S137	2.538.736	4.110.347	518.733	4.110.349
S138	2.538.950	4.110.403	518.947	4.110.405
S139	2.539.043	4.110.396	519.040	4.110.398
S140	2.539.136	4.110.410	519.133	4.110.412
S141	2.539.202	4.110.404	519.199	4.110.406
S142	2.538.900	4.110.350	518.897	4.110.352
S143	2.538.950	4.110.350	518.947	4.110.352
S144	2.539.004	4.110.343	519.001	4.110.345
S145	2.539.041	4.110.375	519.038	4.110.377
S146	2.539.078	4.110.357	519.075	4.110.359
S147	2.539.300	4.110.350	519.297	4.110.352
S148	2.539.354	4.110.328	519.351	4.110.330
S149	2.539.437	4.110.342	519.434	4.110.344
S150	2.538.630	4.110.322	518.627	4.110.324
S151	2.538.932	4.110.300	518.929	4.110.302
S152	2.539.008	4.110.317	519.005	4.110.319
S153	2.539.086	4.110.301	519.083	4.110.303
S154	2.539.331	4.110.298	519.328	4.110.300
S155	2.538.890	4.110.240	518.887	4.110.242
S156	2.538.968	4.110.235	518.965	4.110.237
S157	2.539.001	4.110.236	518.998	4.110.238
S158	2.539.050	4.110.250	519.047	4.110.252
S159	2.539.100	4.110.250	519.097	4.110.252
S160	2.539.139	4.110.255	519.136	4.110.257
S161	2.539.192	4.110.254	519.189	4.110.256
S162	2.539.236	4.110.243	519.233	4.110.245
S163	2.539.283	4.110.256	519.280	4.110.258
S164	2.539.350	4.110.250	519.347	4.110.252
S165	2.539.400	4.110.250	519.397	4.110.252
S166	2.539.450	4.110.250	519.447	4.110.252
S167	2.538.679	4.110.234	518.676	4.110.236
S168	2.538.936	4.110.198	518.933	4.110.200
S169	2.539.166	4.110.197	519.163	4.110.199
S170	2.539.228	4.110.194	519.225	4.110.196
S171	2.539.350	4.110.200	519.347	4.110.202
S172	2.539.414	4.110.200	519.411	4.110.202
S173	2.538.878	4.110.141	518.875	4.110.143
S174	2.538.943	4.110.131	518.940	4.110.133
S175	2.538.998	4.110.132	518.995	4.110.134
S176	2.539.029	4.110.147	519.026	4.110.149
S177	2.539.090	4.110.142	519.087	4.110.144
S178	2.539.141	4.110.140	519.138	4.110.142

Sigla sondaggio	Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est Roma40		Coordinate UTM WGS84 Fuso 33	
	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]
S179	2.539.185	4.110.143	519.182	4.110.145
S180	2.539.238	4.110.146	519.235	4.110.148
S181	2.539.292	4.110.141	519.289	4.110.143
S182	2.539.339	4.110.143	519.336	4.110.145
S183	2.539.390	4.110.122	519.387	4.110.124
S184	2.539.440	4.110.119	519.437	4.110.121
S185	2.538.944	4.110.110	518.941	4.110.112
S186	2.539.140	4.110.103	519.137	4.110.105
S187	2.539.239	4.110.106	519.236	4.110.108
S188	2.539.340	4.110.104	519.337	4.110.106
S189	2.539.439	4.110.084	519.436	4.110.086
S190	2.538.859	4.110.033	518.856	4.110.035
S191	2.539.234	4.110.054	519.231	4.110.056
S192	2.539.392	4.110.050	519.389	4.110.052
S193	2.539.439	4.110.053	519.436	4.110.055
S194	2.538.938	4.110.000	518.935	4.110.002
S195	2.539.141	4.110.004	519.138	4.110.006
S196	2.539.240	4.110.009	519.237	4.110.011
S197	2.539.338	4.110.004	519.335	4.110.006
S198	2.539.446	4.110.003	519.443	4.110.005
S199	2.538.840	4.109.954	518.837	4.109.956
S200	2.538.889	4.109.924	518.886	4.109.926
S201	2.538.936	4.109.924	518.933	4.109.926
S202	2.539.008	4.109.940	519.005	4.109.942
S203	2.539.076	4.109.981	519.073	4.109.983
S204	2.539.098	4.109.976	519.095	4.109.978
S205	2.539.137	4.109.975	519.134	4.109.977
S206	2.539.188	4.109.974	519.185	4.109.976
S207	2.539.241	4.109.973	519.238	4.109.975
S208	2.539.298	4.109.970	519.295	4.109.972
S209	2.539.347	4.109.974	519.344	4.109.976
S210	2.539.390	4.109.967	519.387	4.109.969
S211	2.539.443	4.109.967	519.440	4.109.969
S212	2.538.889	4.109.889	518.886	4.109.891
S213	2.539.193	4.109.911	519.190	4.109.913
S214	2.539.230	4.109.843	519.227	4.109.845
S215	2.539.410	4.109.898	519.407	4.109.900
S216	2.539.454	4.109.916	519.451	4.109.918
S217	2.538.884	4.109.811	518.881	4.109.813
S218	2.539.013	4.109.817	519.010	4.109.819
S219	2.539.142	4.109.792	519.139	4.109.794
S220	2.539.483	4.109.806	519.480	4.109.808
S221	2.539.108	4.109.749	519.105	4.109.751
S222	2.539.014	4.109.709	519.011	4.109.711
S223	2.539.391	4.109.732	519.388	4.109.734
S224	2.539.493	4.109.705	519.490	4.109.707

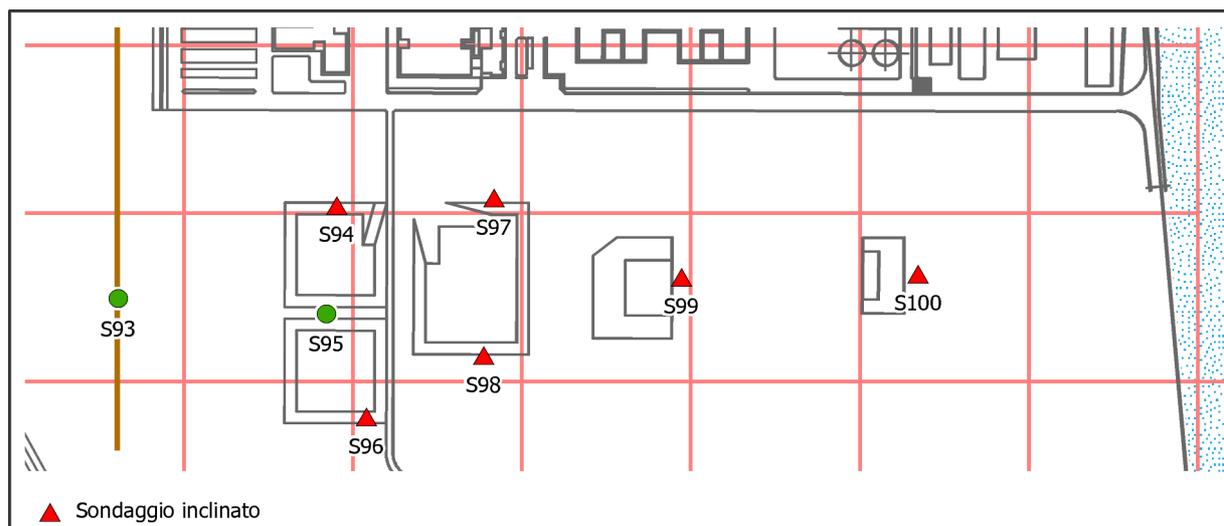
Sigla sondaggio	Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est Roma40		Coordinate UTM WGS84 Fuso 33	
	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]
S225	2.539.002	4.109.602	518.999	4.109.604
S226	2.539.089	4.109.594	519.086	4.109.596
S227	2.539.242	4.109.642	519.239	4.109.644
S228	2.539.433	4.109.550	519.430	4.109.552
S229	2.539.486	4.109.606	519.483	4.109.608
S230	2.539.084	4.109.507	519.081	4.109.509
S231	2.539.230	4.109.519	519.227	4.109.521
S232	2.539.288	4.109.468	519.285	4.109.470
S233	2.539.493	4.109.558	519.490	4.109.560
S234	2.539.189	4.109.409	519.186	4.109.411
S235	2.539.246	4.110.605	519.243	4.110.607
S236	2.539.235	4.110.613	519.232	4.110.615
S237	2.539.217	4.110.624	519.214	4.110.626
S238	2.539.227	4.110.604	519.224	4.110.606
S239	2.539.221	4.110.609	519.218	4.110.611
S240	2.539.212	4.110.614	519.209	4.110.616
S241	2.539.237	4.110.601	519.234	4.110.603
S242	2.539.244	4.110.596	519.241	4.110.598
S243	2.539.266	4.110.612	519.263	4.110.614

Tabella 3 – Coordinate dei punti di sondaggio

La localizzazione di tutti i punti di sondaggio realizzati nel corso delle due campagne di indagini è riportata nella planimetria di Tavola 1.

Alcuni sondaggi, elencati nella Tabella 5, sono stati attrezzati a piezometro e la loro posizione è riportata nella planimetria di Tavola 3, insieme a quelli realizzati nel corso della precedente campagna di indagine.

La Figura seguente riporta la posizione dei sondaggi inclinati realizzati in accosto alle vasche ceneri, alla vasca fanghi, all'edificio dedicato allo stoccaggio dei rifiuti pericolosi e all'edificio dedicato allo stoccaggio dei rifiuti non pericolosi. La posizione di tali punti di indagine, identificati con le sigle S94 e da S96 a S100, è stata determinata tenendo conto anche dell'ingombro delle apparecchiature e delle attrezzature impiegate per eseguire sondaggi inclinati con angolo di 45° rispetto al piano campagna o al coronamento delle vasche.


Figura 1 – Ubicazione dei sondaggi inclinati

In aggiunta ai sondaggi, sono stati eseguiti n° 18 campionamenti di suolo superficiale (*top-soil*) destinati alle determinazioni di PCDD/PCDF (Diossine e Furani) e di Amianto. Questi punti di indagine sono stati identificati, seguendo la denominazione già esistente, con le sigle da D07 a D24. La localizzazione dei punti è stata concordata con le Autorità Locali e le coordinate piane sono riportate nella tabella seguente.

Sigla sondaggio	Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est oma40		Coordinate UTM WGS84 Fuso 33	
	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]
D07	2.538.748	4.110.535	518.745	4.110.537
D08	2.539.256	4.110.129	519.253	4.110.132
D09	2.539.467	4.109.598	519.464	4.109.601
D10	2.539.002	4.110.832	518.999	4.110.834
D11	2.539.177	4.110.811	519.174	4.110.814
D12	2.538.900	4.110.700	518.897	4.110.702
D13	2.539.227	4.110.619	519.224	4.110.622
D14	2.538.490	4.110.715	518.487	4.110.718
D15	2.539.451	4.110.450	519.449	4.110.452
D16	2.538.631	4.110.321	518.628	4.110.324
D17	2.539.442	4.110.117	519.440	4.110.120
D18	2.538.840	4.109.953	518.837	4.109.956
D19	2.539.046	4.109.926	519.043	4.109.929
D20	2.539.299	4.109.969	519.296	4.109.971
D21	2.539.212	4.109.800	519.209	4.109.802
D22	2.539.484	4.109.806	519.481	4.109.808
D23	2.539.085	4.109.506	519.083	4.109.508
D24	2.539.305	4.110.453	519.302	4.110.455

Tabella 4 – Ubicazione dei punti di indagine – *Top-soil*

I punti di prelievo dei *top-soil* sono riportati nella planimetria di Tavola 2, insieme a quelli realizzati nel corso della precedente campagna di indagine.

Le coordinate piane e le quote del piano di campagna di tutti i punti di indagine sono state rilevate tramite l'utilizzo di un sistema GPS (Global Positioning System) geodetico a doppia frequenza mediante tecnica RTK (Real Time Kinematic).

Il sistema di rilevamento di tipo RTK prevede una coppia di ricevitori GPS collegati mediante radio modem. Uno dei due (master) viene installato in posizione fissa su un punto base di coordinate note, il secondo (rover) viene utilizzato dinamicamente. Il calcolo in tempo reale della posizione relativa del rover rispetto al master, richiede che i dati acquisiti dal master vengano trasmessi al rover in tempo reale. Il link è generalmente costituito da radio/modem. Il punto noto deve essere a distanza tale da consentire il collegamento via radio.

Le misure sono state eseguite in applicazione della procedura tecnica interna n° 700QT00438 (*“Tracciamento di base line con sistema satellitare Trimble”*). I rilievi sono stati eseguiti utilizzando i sistemi satellitari Trimble 4700 e Trimble 5700, che hanno consentito di georeferenziare le teste dei pozzi con una precisione planimetrica di ± 1 cm e altimetrica di ± 2 cm (con un fattore di copertura $k=2$).

La conversione delle coordinate piane di riferimento dal sistema nazionale Gauss-Boaga (Fuso Est - Datum: Roma40) al sistema internazionale europeo (sistema UTM - *Universal Traverse Mercator* Datum: WGS84 (*Word Geodetic System 84*)) è stata ottenuta utilizzando il programma VERTO2 sviluppato dall'IGM (Istituto Geografico Militare) associato al Foglio n° 646 in scala 1:50.000, riferito all'area di Priolo Gargallo (SR).

4.2 Modalità operative di esecuzione dei sondaggi e dei piezometri

Le caratteristiche tecniche delle attrezzature di perforazione impiegate sono descritte negli Allegati 1 e 4.

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:

- le perforazioni sono state condotte in modo da garantire il campionamento in continuo di tutti i litotipi, garantendo il minimo disturbo del suolo e del sottosuolo;
- durante le operazioni di perforazione, l'utilizzo delle attrezzature e delle sostanze impiegate, la velocità di rotazione e quindi di avanzamento delle aste e la loro pressione sul terreno è stato tale da evitare fenomeni di attrito e di surriscaldamento, il dilavamento, la contaminazione e quindi l'alterazione della composizione chimica e biologica del materiale prelevato;
- la ricostruzione stratigrafica e 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 per ridurre al minimo ogni possibile alterazione;
- nell'esecuzione dei sondaggi, è stata adottata ogni cautela al fine di non provocare la diffusione di inquinanti a seguito di eventi accidentali ed 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).

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 (evidenze organolettiche).

I carotaggi sono stati eseguiti a secco, evitando l'utilizzo di fluidi e quindi l'alterazione delle caratteristiche chimiche dei materiali da campionare. Solo in casi di assoluta necessità, consistenza dei terreni in grado di impedire 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.

Al fine di evitare il trascinarsi 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 127 mm e di 178 mm, è stata infissa dopo ogni manovra fino alla profondità ritenuta necessaria per evitare franamenti. 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.

Prima e durante ogni operazione 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 tutte 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. Tutti i campioni estratti sono stati sistemati, nell'ordine di estrazione, in adatte cassette catalogatrici distinte per ciascun sondaggio, nelle quali sono stati riportati 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.

Ciascuna cassetta catalogatrice è stata fotografata, completa delle relative indicazioni grafiche di identificazione. Le foto sono state eseguite prima che la perdita di umidità alterasse il colore dei campioni estratti.

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

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

Al termine delle operazioni i perfori dei sondaggi da non attrezzare a piezometro sono stati chiusi in sicurezza 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.

La quota di piano campagna dei sondaggi è stata rilevata mediante Sistema GPS in modalità RTK (*Real Time Kinematic*) modello Trimble 5700. Le quote di piano campagna dei punti di sondaggio sono riportati nella Tabella 5.

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti e la relativa documentazione fotografica sono riportate negli Allegati 1 e 5.

Presso punti di indagine destinati a venire attrezzati con piezometro, le perforazioni sono state spinte fino al letto dell'acquifero interessato, oppure fino alla profondità massima di 15 metri da p.c., tale da garantire comunque di intercettare uno spessore significativo dell'acquifero.

Per l'installazione dei piezometri nei punti di indagine in cui è stato eseguito il sondaggio inclinato si è proceduto effettuando un sondaggio a distruzione di nucleo e successivo inserimento nel perforo del piezometro secondo le modalità descritte nel paragrafo successivo.

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 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 realizzazione del filtro a ridosso della zona finestrata del tubo è stato utilizzato ghiaietto siliceo, con granulometria uniforme e forme arrotondate. Non sono stati impiegati filtri artificiali (geotessile).

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

Dove possibile, l'estremità del tubo cieco fuoriesce dal piano di campagna di almeno 15 cm ed è stato installato un pozzetto di protezione in metallo verniciato, munito di chiusura tramite lucchetto. Dove sia stato 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 questo caso, l'estremità della tubazione è stata munita di tappo di chiusura munito di lucchetto.

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 (Allegato 1).

Ad installazione ultimata, è stata determinata la quota relativa alla bocca tubo di ciascun piezometro, per mezzo di livellazioni plano-altimetriche eseguite con teodolite elettronico Geotronics mod. GEODIMETER 422 e sulla base di una rete di riferimenti quotati esistenti all'interno del sito e utilizzati nella precedente campagna di indagine. Le quote di bocca tubo dei punti di sondaggio attrezzati a piezometro sono riportati nella Tabella 5.

4.3 Caratteristiche esecutive dei sondaggi e dei piezometri

Come previsto dalle note di integrazione al Piano della Caratterizzazione e a seguito delle prescrizioni della Conferenza di Servizi, l'esecuzione dei sondaggi per la caratterizzazione ambientale è stata articolata come di seguito specificato.

Prima fase:

- esecuzione di n° 28 sondaggi verticali a carotaggio continuo, con profondità compresa tra 5,0 e 16,5 m da p.c.;
- esecuzione di n° 6 sondaggi inclinati a carotaggio continuo, con profondità compresa tra 10 e 14 m da p.c.;
- esecuzione di n° 2 sondaggi a distruzione, per l'installazione del piezometro di monitoraggio, con profondità compresa tra 10,6 e 13,1 m da p.c.
- installazione di n° 17 piezometri in alcuni dei sondaggi realizzati.

Seconda fase:

- esecuzione di n° 139 sondaggi verticali a carotaggio continuo, con profondità compresa tra 3,5 e 14,5 m da p.c.;
- installazione di n° 21 piezometri in alcuni dei sondaggi realizzati.

La profondità dei sondaggi varia in relazione alle caratteristiche del sottosuolo e della tipologia di indagine che si intende eseguire nello specifico punto di campionamento. In particolare, le indagini previste dal Piano di Caratterizzazione prevedevano:

- la necessità di identificare l'acquifero presente e di predisporre una serie di piezometri che potessero intercettare la falda superficiale;
- la necessità di campionare i terreni alle diverse profondità fino al letto della falda superficiale (difficilmente le contaminazioni del suolo si potrebbero trovare a profondità superiore);
- la necessità di identificare i diversi tipi di contaminati in funzione della potenziale fonte di inquinamento; le sostanze indicatrici hanno comportamenti diversi in funzione della loro natura chimico-fisica e quindi possono interessare profondità differenti.

Alla luce di queste considerazioni, la profondità prevista per i punti di indagine ha raggiunto le lenti di materiale meno permeabile, argille giallastre o argille grigio-azzurre, che sono estesamente presenti nell'area di indagine e che, generalmente, si rinvencono tra i 5 e i 15 m di profondità da p.c..

Poiché questo orizzonte non può però considerarsi continuo al di sotto del sito di centrale, nei punti di indagine presso i quali esso non è stato rinvenuto, la profondità massima del sondaggio è stata interrotta alla quota di 15 metri da p.c.

Nei casi in cui i livelli che costituiscono il primo strato impermeabile naturale in posto siano stati raggiunti prima della profondità massima prevista, i sondaggi sono stati interrotti entro i primi 50 cm di tale strato, al fine di non interromperne la continuità.

Nel corso delle attività di sondaggio si è provveduto ad attrezzare a piezometro i punti di sondaggio S112 e S167 in sostituzione dei punti di sondaggio S105 e S150, per le caratteristiche di bassa permeabilità degli strati litostratigrafici riscontrati in fase di perforazione, che non avrebbero dato luogo ad alcuna venuta d'acqua. Questa sostituzione è stata concordata con i tecnici di ARPA Sicilia – DAP Siracusa, come risulta dal Verbale di Sopralluogo del 03/11/2005 e dal Modulo di Sopralluogo del 16/12/2005, riportati nell'Allegato 6.

Le caratteristiche esecutive dei 173 sondaggi e dei 38 sondaggi attrezzati a piezometro sono riassunte nelle Tabelle seguenti.

Sigla sondaggio	Profondità da p.c. [m]	Data di esecuzione	Quota piano campagna [m s.l.m.]
S073	7,5	04/03/2005	3,1
S075	5,0	07/03/2005	4,0
S076	16,5	02/03/2005	3,1
S077	12,0	03/03/2005	2,9
S079	16,5	03/03/2005	2,8
S080	6,5	07/03/2005	3,7
S081	12,0	04/03/2005	2,9
S084	6,0	08/03/2005	4,0
S085	8,5	09/03/2005	3,6
S086	15,0	09/03/2005	3,7
S087	12,0	29/03/2005	2,1
S091	12,0	24/03/2005	2,2
S094	11,2	21/03/2005	4,8
S095	11,0	14/03/2005	4,8
S096	14,0	21/03/2005	4,8
S097	10,2	17/03/2005	2,9
S098	9,8	18/03/2005	4,8
S105	15,0	03/11/2005	4,9
S106	11,0	26/10/2005	3,2
S107	11,6	21/10/2005	3,0
S108	11,5	26/10/2005	2,8
S109	14,0	24/10/2005	2,9
S110	7,0	03/11/2005	6,0
S111	10,0	02/11/2005	2,5
S113	11,0	26/10/2005	2,6
S114	7,0	03/11/2005	3,5
S115	8,5	27/10/2005	3,0
S116	8,5	27/10/2005	3,0
S117	11,7	27/10/2005	2,8

Sigla sondaggio	Profondità da p.c. [m]	Data di esecuzione	Quota piano campagna [m s.l.m.]
S118	12,5	24/10/2005	2,5
S120	10,0	24/10/2005	2,3
S121	6,0	04/11/2005	2,6
S123	10,0	27/10/2005	2,9
S124	13,5	25/10/2005	1,6
S125	14,5	26/10/2005	2,9
S126	12,5	25/10/2005	2,3
S127	10,0	28/10/2005	3,2
S128	12,0	06/12/2005	3,0
S129	12,0	06/12/2005	3,4
S131	12,0	07/12/2005	3,0
S132	13,3	16/12/2005	2,9
S133	13,0	19/12/2005	3,0
S134	15,0	28/12/2005	2,3
S135	14,0	28/12/2005	2,3
S136	9,0	11/11/2005	5,3
S137	9,0	09/11/2005	4,4
S139	10,0	12/12/2005	3,0
S140	13,0	16/12/2005	3,0
S141	13,0	19/12/2005	2,9
S142	10,0	22/12/2005	3,3
S143	10,0	22/12/2005	3,0
S144	10,0	15/12/2005	2,9
S145	10,0	12/12/2005	3,0
S147	13,0	05/01/2006	2,7
S148	13,0	29/12/2005	2,3
S149	13,0	29/12/2005	2,4
S152	10,0	15/12/2005	2,9
S153	10,0	21/12/2005	2,9
S154	13,0	04/01/2006	2,6
S155	7,0	11/01/2006	2,9
S156	7,0	12/01/2006	2,8
S157	8,0	13/01/2006	2,9
S158	10,0	21/12/2005	2,9
S159	10,0	21/12/2005	2,9
S160	13,0	12/01/2006	2,9
S161	12,0	12/01/2006	2,9
S163	13,0	11/01/2006	2,8
S164	13,0	03/01/2006	2,4
S165	14,0	03/01/2006	2,4
S166	13,0	30/12/2005	2,4
S168	7,0	12/01/2006	2,9
S169	12,0	13/01/2006	2,9
S170	13,0	11/01/2006	2,9
S171	13,0	10/01/2006	2,3
S172	14,0	05/01/2006	2,4
S173	8,2	28/10/2005	2,9

Sigla sondaggio	Profondità da p.c. [m]	Data di esecuzione	Quota piano campagna [m s.l.m.]
S174	8,0	31/10/2005	2,6
S175	10,0	31/10/2005	2,6
S176	8,0	19/01/2006	2,9
S177	9,0	13/01/2006	2,9
S178	8,5	18/01/2006	2,9
S179	11,8	03/11/2005	3,0
S181	13,5	03/11/2005	2,9
S182	14,0	03/11/2005	2,7
S183	13,7	04/11/2005	2,6
S184	13,5	07/11/2005	2,6
S186	11,0	17/11/2005	2,8
S187	12,0	16/11/2005	2,8
S188	13,0	04/11/2005	3,0
S190	13,0	21/11/2005	3,7
S191	12,0	16/11/2005	2,9
S192	14,0	09/11/2005	2,6
S193	13,0	09/11/2005	2,6
S194	12,0	19/01/2006	4,8
S195	12,0	17/11/2005	2,9
S196	12,0	15/11/2005	2,9
S197	13,0	11/11/2005	2,9
S198	14,0	09/11/2005	2,7
S199	15,0	15/11/2005	3,5
S200	15,0	16/11/2005	3,3
S201	12,0	16/11/2005	3,3
S202	11,0	15/12/2005	4,1
S204	9,0	18/11/2005	2,7
S205	9,0	18/11/2005	2,6
S206	12,0	17/11/2005	2,8
S207	13,0	15/11/2005	2,8
S208	14,0	14/11/2005	2,6
S209	13,0	14/11/2005	2,7
S210	13,5	11/11/2005	2,5
S211	13,5	11/11/2005	2,3
S214	10,0	20/01/2006	2,3
S216	11,0	20/01/2006	1,1
S217	10,0	21/11/2005	3,6
S218	11,5	23/11/2005	3,8
S219	11,0	24/11/2005	2,1
S220	12,0	07/12/2005	2,1
S221	13,0	24/11/2005	2,9
S224	12,0	07/12/2005	1,9
S225	11,0	22/11/2005	5,1
S226	13,0	28/11/2005	5,2
S227	10,0	18/01/2006	3,0
S228	12,0	05/12/2005	1,3
S229	12,0	07/12/2005	1,7

Sigla sondaggio	Profondità da p.c. [m]	Data di esecuzione	Quota piano campagna [m s.l.m.]
S230	13,0	28/11/2005	4,8
S231	13,0	02/12/2005	3,4
S232	12,0	02/12/2005	2,3
S233	12,0	05/12/2005	1,7
S235	4,5	25/10/2005	2,7
S236	5,0	25/10/2005	2,7
S237	4,2	26/10/2005	2,8
S238	5,0	01/12/2005	2,9
S239	5,0	01/12/2005	3,0
S240	5,0	01/12/2005	2,9
S241	8,0	02/12/2005	2,9
S242	5,0	02/12/2005	3,1

Tabella 5 – Caratteristiche dei sondaggi

Sigla Piezometro	Profondità da p.c. [m]	Data di esecuzione	Quota piano campagna [m s.l.m.]	Quota bocca pozzo [m s.l.m.]	Intervallo di finestratura [m da p.c.]
S001	15,0	06/04/2005	3,0	3,33	4,0 – 15,0
S054	15,0	30/03/2005	2,8	3,53	4,0 – 15,0
S074	10,0	29/03/2005	3,1	3,40	3,0 – 10,0
S078	14,0	01/04/2005	2,8	3,23	5,0 – 14,0
S082	14,0	31/03/2005	1,6	1,91	5,0 – 14,0
S083	7,0	08/03/2005	2,6	3,08	1,0 – 7,0
S088	12,0	23/03/2005	2,2	2,58	4,0 – 12,0
S089	15,0	22/03/2005	4,1	4,50	3,0 – 15,0
S090	10,5	23/03/2005	1,7	2,08	2,5 – 10,5
S092	15,0	25/03/2005	4,4	4,78	4,0 – 15,0
S093	11,0	09/03/2005	3,6	3,89	1,0 – 11,0
S099	10,5	15/03/2005	2,8	3,12	5,6 – 10,6
S100	13,0	16/03/2005	3,0	2,87	6,1 – 13,1
S101	15,0	11/04/2005	2,2	2,16	5,0 – 15,0
S102	15,0	07/04/2005	2,9	3,23	8,0 – 15,0
S103	15,0	13/04/2005	3,0	2,76	6,0 – 15,0
S104	15,0	12/04/2005	2,9	2,71	6,0 – 15,0
S112	10,0	08/11/2005	4,9	2,50	2,7 – 9,7
S119	14,5	24/10/2005	2,7	2,86	3,8 – 13,8
S122	7,0	28/10/2005	2,9	3,02	3,0 – 6,0
S130	10,0	07/12/2005	2,7	2,67	3,5 – 9,5
S138	9,0	23/12/2005	3,2	3,09	3,0 – 9,0
S146	10,0	20/12/2005	3,0	2,80	5,0 – 10,0
S151	9,0	18/01/2006	2,9	2,78	4,0 – 8,0
S162	13,0	13/01/2006	2,9	2,71	8,0 – 12,0
S166	13,0	30/12/2005	2,4	2,76	2,5 – 12,5
S167	7,6	11/11/2005	5,2	5,83	2,5 – 7,5
S180	13,2	02/11/2005	2,9	3,27	3,0 – 13,0
S185	8,0	26/01/2006	2,6	3,02	3,5 – 7,5

Sigla Piezometro	Profondità da p.c. [m]	Data di esecuzione	Quota piano campagna [m s.l.m.]	Quota bocca pozzo [m s.l.m.]	Intervallo di finestratura [m da p.c.]
S189	14,0	08/11/2005	2,8	3,15	2,7 – 12,7
S203	10,0	27/01/2006	2,8	2,98	4,5 – 8,5
S212	20,0	18/11/2005	2,5	2,83	4,0 – 20,0
S213	10,0	20/01/2006	2,4	2,94	4,5 – 9,5
S215	11,0	19/01/2006	1,8	1,65	5,5 – 10,5
S222	16,0	23/11/2005	4,0	4,39	2,5 – 12,5
S223	12,0	12/12/2005	2,1	2,35	5,5 – 10,5
S234	17,0	29/11/2005	3,7	4,15	3,5 – 16,5
S243	15,0	05/12/2005	2,8	3,13	5,5 – 14,5

Tabella 6 – Caratteristiche dei piezometri

Nella Tabella 6 sono riportate le effettive lunghezze complessive delle carote ottenute dai sondaggi inclinati, che sono stati realizzati con un angolo di 45° rispetto alla verticale.

Sigla sondaggio	Lunghezza effettiva della carota ⁽¹⁾ [m]
S094	16,0
S096	20,0
S097	14,5
S098	14,0
S099	15,0
S100	18,5

Tabella 7 – Lunghezza effettiva delle carote ottenute dai sondaggi inclinati

4.4 Campionamento dei suoli

Le attività di campionamento dei suoli si suddividono in:

- prelievo di campioni di terreno mediante sondaggi a carotaggio continuo;
- prelievo di campioni di terreno superficiale (*top-soil*) destinati alla determinazione di Diossine, Furani e di Amianto.

4.4.1 Prelievo di campioni di terreno mediante sondaggi a carotaggio continuo

La frequenza di prelievo dei campioni di terreno in corrispondenza di ogni sondaggio, in senso verticale, è stata determinata 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.

Per ogni posizione di prelievo, prima di definire le precise profondità di prelievo, è stato preventivamente esaminato il rilievo stratigrafico di massima, allo scopo di evidenziare le variazioni fra gli strati della sezione da campionare. Si è posta cura a che ogni campione fosse rappresentativo di una e una sola unità litologica, evitando di mescolare nello stesso campione materiale proveniente da strati di natura diversa. 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 prelevati 104 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	0,5	1,0
	S01-2	5,5	6,0
	S01-3	13,0	13,5
S54	S54-1	0,2	1,0
	S54-2	6,0	7,0
	S54-3	13,8	14,4
S73	S73-1	0,2	1,0
	S73-2	3,5	4,0
	S73-3	5,0	5,6
S74	S74-1	0,2	1,0
	S74-2	5,2	5,7
	S74-3	7,4	7,9
S75	S75-1	0,5	1,0
	S75-2	1,8	2,2
	S75-3	30,	3,5
S76	S76-1	0,1	1,0
	S76-2	4,5	5,0
	S76-3	13,2	13,9
S77	S77-1	0,2	1,0
	S77-2	3,3	3,8
	S77-3	10,5	11,1
S78	S78-1	0,5	1,0
	S78-2	5,8	6,5
	S78-3	12,0	12,9
S79	S79-1	0,2	1,0
	S79-2	5,7	6,2
	S79-3	14,3	14,8
S80	S80-1	0,2	1,0
	S80-2	1,5	2,2
	S80-3	4,5	5,2
S81	S81-1	0,1	1,0
	S81-2	3,7	4,2
	S81-3	9,8	10,3
S82	S82-1	0,2	1,0
	S82-2	7,2	8,0
	S82-3	12,8	13,6
S83	S83-1	0,1	0,6
	S83-2	1,8	2,3
	S83-3	4,5	5,1
S84	S84-1	0,2	1,0
	S84-2	2,8	3,5
	S84-3	4,6	5,1
S85	S85-1	0,2	1,0

Sondaggio	Campione	Profondità di prelievo [m da p.c.]	
		da	a
	S85-2	3,0	3,5
	S85-3	6,3	6,8
	S86	S86-1	0,2
	S86-2	3,7	4,2
	S86-3	14,3	15,0
	S87	S87-1	0,5
S87-2		4,3	5,0
S87-3		8,0	9,0
S88	S88-1	0,6	1,0
	S88-2	5,3	6,0
	S88-3	9,5	10,0
S89	S89-1	0,5	1,0
	S89-2	4,0	5,0
	S89-3	14,0	15,0
S90	S90-1	0,5	1,0
	S90-2	4,2	5,0
	S90-3	9,8	10,2
S91	S91-1	0,5	1,0
	S91-2	6,0	6,5
	S91-3	10,0	10,5
S92	S92-1	0,2	0,8
	S92-2	6,3	7,0
	S92-3	14,0	15,0
S93	S93-1	0,5	1,0
	S93-2	4,6	5,2
	S93-3	9,5	10,3
S94	S94-1	0,5	1,0
	S94-2	10,2	11,0
	S94-3	13,5	14,4
S95	S95-1	0,2	1,0
	S95-2	6,9	7,5
	S95-3	9,8	10,3
S96	S96-1	0,6	1,0
	S96-2	12,5	13,2
	S96-3	17,2	17,8
S97	S97-1	0,5	1,0
	S97-2	9,3	10,0
	S97-3	11,5	12,2
S98	S98-1	0,5	1,0
	S98-2	9,5	10,0
	S98-3	11,8	12,7
S99	S99-1	0,2	1,0
	S99-2	9,5	10,0

Sondaggio	Campione	Profondità di prelievo [m da p.c.]	
		da	a
	S99-3	13,8	14,3
S100	S100-1	0,2	1,0
	S100-2	11,7	12,5
	S100-3	17,0	17,8
S101	S101-1	0,5	1,0
	S101-2	8,8	9,5
	S101-3	13,0	13,7
S102	S102-1	0,5	1,0
	S102-2	9,0	9,5
	S102-3	13,5	14,0
S103	S103-1	0,5	1,0
	S103-2	3,0	3,4
	S103-3	6,0	6,5
	S103-4	12,5	13,0
S104	S104-1	0,7	1,5
	S104-2	2,7	3,2
	S104-3	5,2	6,0
	S104-4	13,0	13,5
S105	S105-1	0,1	0,5
	S105-2	0,8	1,2
S106	S106-1	0,1	1,0
	S106-2	6,0	7,0
	S106-3	8,7	9,8
S107	S107-1	0,1	1,0
	S107-2	5,5	6,0
	S107-3	11,0	11,5
S108	S108-1	0,1	1,0
	S108-2	6,4	7,2
	S108-3	9,5	10,5
S109	S109-1	0,1	1,0
	S109-2	5,2	5,8
	S109-3	11,0	13,0
S110	S110-1	0,1	0,5
	S110-2	0,8	1,2
S111	S111-1	0,1	1,0
	S111-2	2,9	3,3
	S111-3	6,5	7,0
S112	S112-1	0,3	0,8
	S112-2	2,7	3,2
	S112-3	6,5	7,0
S113	S113-1	0,1	1,0
	S113-2	3,0	4,0
	S113-3	9,0	10,0
S114	S114-1	0,1	1,0
	S114-2	1,0	1,3
	S114-3	1,6	2,0
S115	S115-1	0,1	1,0
	S115-2	2,5	3,5

Sondaggio	Campione	Profondità di prelievo [m da p.c.]	
		da	a
	S115-3	5,0	6,0
S116	S116-1	0,1	1,0
	S116-2	4,2	5,0
	S116-3	6,0	7,0
S117	S117-1	0,1	1,0
	S117-2	4,5	6,0
	S117-3	9,3	10,5
S118	S118-1	0,1	1,0
	S118-2	6,2	6,9
	S118-3	11,0	12,0
S119	S119-1	0,2	1,0
	S119-2	2,4	3,2
	S119-3	13,5	14,0
S120	S120-1	0,2	1,0
	S120-2	6,0	6,5
	S120-3	9,5	10,0
S121	S121-1	0,1	1,0
	S121-2	2,5	3,0
	S121-3	5,0	5,5
S122	S122-1	0,1	1,0
	S122-2	2,8	3,8
	S122-3	4,0	4,6
S123	S123-1	0,1	1,0
	S123-2	4,5	6,0
	S123-3	8,5	9,5
S124	S124-1	0,1	1,0
	S124-2	2,4	3,0
	S124-3	12,0	12,5
S125	S125-1	0,1	1,0
	S125-2	2,5	3,0
	S125-3	12,0	13,0
S126	S126-1	0,1	1,0
	S126-2	2,0	2,5
	S126-3	8,0	9,0
S127	S127-1	0,1	1,0
	S127-2	3,2	4,0
	S127-3	8,1	8,9
S128	S128-1	0,1	1,0
	S128-2	5,0	5,5
	S128-3	10,0	10,5
S129	S129-1	0,1	1,0
	S129-2	5,5	6,0
	S129-3	9,2	9,7
S130	S130-1	0,1	1,0
	S130-2	5,0	5,5
	S130-3	8,5	9,0
S131	S131-1	0,1	1,0
	S131-2	2,5	3,0

Sondaggio	Campione	Profondità di prelievo [m da p.c.]	
		da	a
	S131-3	11,0	11,5
S132	S132-1	0,1	0,7
	S132-2	5,2	6,0
	S132-3	10,5	11,5
S133	S133-1	0,1	1,0
	S133-2	2,0	2,5
	S133-3	11,5	12,0
S134	S134-1	0,1	0,5
	S134-2	1,6	2,1
	S134-3	9,4	10,0
	S134-4	13,0	13,8
S135	S135-1	0,3	1,0
	S135-2	2,0	2,7
	S135-3	12,9	13,5
S136	S136-1	0,1	1,0
	S136-2	2,0	2,5
	S136-3	4,5	5,0
S137	S137-1	0,5	1,0
	S137-2	3,3	3,8
	S137-3	7,2	7,8
S138	S138-1	0,1	1,0
	S138-2	3,5	4,0
	S138-3	7,6	8,2
S139	S139-1	0,1	1,0
	S139-2	5,0	5,7
	S139-3	8,1	9,0
S140	S140-2	6,1	6,7
	S140-3	11,5	12,5
S141	S141-1	0,1	1,0
	S141-2	2,0	2,5
	S141-3	6,7	7,2
	S141-4	10,8	11,8
S142	S142-1	0,1	1,0
	S142-2	4,0	4,5
	S142-3	7,6	8,2
S143	S143-1	0,1	1,0
	S143-2	2,8	3,5
	S143-3	7,4	7,9
S144	S144-1	0,1	0,7
	S144-2	4,5	5,2
	S144-3	8,0	8,7
S145	S145-1	0,1	1,0
	S145-2	6,0	6,5
	S145-3	8,5	9,0
S146	S146-1	0,1	1,0
	S146-2	5,0	5,5
	S146-3	9,0	9,7
S147	S147-1	0,4	1,0

Sondaggio	Campione	Profondità di prelievo [m da p.c.]	
		da	a
	S147-2	1,9	2,6
	S147-3	10,2	10,8
	S147-4	12,3	12,9
S148	S148-1	0,2	1,0
	S148-2	2,0	3,0
	S148-3	12,0	13,0
S149	S149-1	0,1	0,8
	S149-2	2,0	2,8
	S149-3	8,8	9,7
	S149-4	11,8	13,0
S150	S150-1	0,1	1,0
	S150-2	3,0	3,9
S151	S151-1	0,3	1,0
	S151-2	4,4	5,0
	S151-3	7,0	7,5
S152	S152-1	0,1	0,6
	S152-2	5,0	5,5
	S152-3	8,0	8,5
S153	S153-1	0,1	1,0
	S153-2	5,7	6,2
	S153-3	9,0	9,5
S154	S154-1	0,1	0,8
	S154-2	1,8	2,5
	S154-3	6,4	7,0
	S154-4	12,5	13,0
S155	S155-1	0,7	1,2
	S155-2	4,0	4,7
	S155-3	5,2	6,7
S156	S156-1	0,4	1,0
	S156-2	3,5	4,1
	S156-3	5,9	6,3
S157	S157-1	0,3	0,9
	S157-2	4,4	5,6
	S157-3	6,0	7,0
S158	S158-1	0,1	1,0
	S158-2	5,0	5,5
	S158-3	8,5	9,3
S159	S159-1	0,1	1,0
	S159-2	4,6	5,2
	S159-3	8,0	8,5
S160	S160-1	0,1	0,8
	S160-2	7,3	8,5
	S160-3	9,5	10,0
S161	S161-1	0,1	0,8
	S161-2	1,8	2,3
	S161-3	8,4	8,9
	S161-4	10,5	11,2
S162	S162-1	0,2	0,8

Sondaggio	Campione	Profondità di prelievo [m da p.c.]	
		da	a
	S162-2	1,6	2,2
	S162-3	8,8	9,5
	S162-4	10,8	11,3
S163	S163-1	0,3	1,0
	S163-2	2,5	3,2
	S163-3	7,4	8,0
	S163-4	11,0	11,8
S164	S164-1	0,1	0,5
	S164-2	1,7	2,4
	S164-3	7,0	7,8
	S164-4	11,0	12,0
S165	S165-1	0,1	1,0
	S165-2	2,0	2,5
	S165-3	6,7	7,2
	S165-4	12,0	12,5
S166	S166-1	0,4	1,0
	S166-2	2,0	2,4
	S166-3	7,5	8,3
	S166-4	12,0	12,5
S167	S167-1	0,1	1,0
	S167-2	4,0	4,5
	S167-3	7,0	7,2
S168	S168-1	0,1	0,8
	S168-2	4,5	5,0
	S168-3	5,7	6,3
S169	S169-1	0,1	0,8
	S169-2	5,6	6,2
	S169-3	9,8	10,5
S170	S170-1	0,1	0,8
	S170-2	1,5	2,3
	S170-3	6,7	7,5
	S170-4	10,5	11,2
S171	S171-1	0,1	0,8
	S171-2	1,5	2,2
	S171-3	6,7	7,4
	S171-4	10,8	11,6
S172	S172-1	0,2	1,2
	S172-2	1,8	2,4
	S172-3	7,2	8,0
	S172-4	12,2	13,0
S173	S173-1	0,1	1,0
	S173-2	3,2	3,7
	S173-3	5,7	6,7
S174	S174-1	0,1	1,0
	S174-2	4,5	5,0
	S174-3	6,5	7,0
S175	S175-1	0,1	1,0
	S175-2	4,6	5,0

Sondaggio	Campione	Profondità di prelievo [m da p.c.]	
		da	a
	S175-3	6,3	6,8
S176	S176-1	0,7	1,3
	S176-2	5,0	6,0
	S176-3	7,0	7,5
S177	S177-1	0,3	1,0
	S177-2	5,6	6,5
	S177-3	7,5	8,2
S178	S178-1	0,5	1,0
	S178-2	1,6	2,4
	S178-3	5,8	6,3
	S178-4	7,0	7,7
S179	S179-1	0,1	1,0
	S179-2	3,5	4,0
	S179-3	9,5	10,3
S180	S180-1	0,1	1,0
	S180-2	2,5	3,3
	S180-3	10,5	11,0
S181	S181-1	0,1	1,0
	S181-2	6,5	7,0
	S181-3	10,8	11,3
S182	S182-1	0,1	1,0
	S182-2	5,6	6,2
	S182-3	10,8	11,2
S183	S183-1	0,2	0,7
	S183-2	7,0	7,5
	S183-3	10,5	11,0
S184	S184-1	0,1	1,0
	S184-2	3,5	4,0
	S184-3	11,0	11,5
S185	S185-1	0,2	1,0
	S185-2	4,0	5,0
	S185-3	6,0	7,0
S186	S186-1	0,1	1,0
	S186-2	5,5	6,0
	S186-3	8,5	9,5
S187	S187-1	0,1	1,0
	S187-2	2,2	2,7
	S187-3	9,5	10,0
S188	S188-1	0,1	1,0
	S188-2	7,5	8,0
	S188-3	11,0	11,4
S189	S189-1	0,1	1,0
	S189-2	2,0	2,7
	S189-3	11,7	12,2
S190	S190-1	0,1	1,0
	S190-2	4,5	5,0
	S190-3	12,5	13,0
S191	S191-1	0,1	1,0

Sondaggio	Campione	Profondità di prelievo [m da p.c.]	
		da	a
	S191-2	6,5	7,0
	S191-3	11,0	11,5
S192	S192-1	0,5	1,0
	S192-2	8,0	8,5
	S192-3	11,0	11,5
S193	S193-1	0,5	1,0
	S193-2	2,5	3,0
	S193-3	10,5	11,0
S194	S194-1	0,5	1,0
	S194-2	3,0	3,5
	S194-3	6,5	7,0
	S194-4	9,5	10,0
S195	S195-1	0,1	1,0
	S195-2	5,5	6,0
	S195-3	7,8	8,3
S196	S196-1	0,1	1,0
	S196-2	3,0	3,5
	S196-3	10,0	10,5
S197	S197-1	0,1	1,0
	S197-2	2,5	3,0
	S197-3	10,0	10,9
S198	S198-1	0,5	1,0
	S198-2	2,2	2,7
	S198-3	11,3	11,8
S199	S199-1	0,1	1,0
	S199-2	3,0	3,5
	S199-3	13,8	15,0
S200	S200-1	0,1	1,0
	S200-2	5,5	6,5
	S200-3	14,0	15,0
S201	S201-1	0,1	0,8
	S201-2	4,5	5,0
	S201-3	11,5	12,0
S202	S202-1	0,1	1,0
	S202-2	5,7	6,3
	S202-3	9,5	10,1
S203	S203-1	0,3	1,0
	S203-2	4,8	5,8
	S203-3	8,0	8,6
S204	S204-1	0,0	1,0
	S204-2	4,0	4,5
	S204-3	7,0	7,5
S205	S205-1	0,1	1,0
	S205-2	5,0	5,5
	S205-3	7,5	8,1
S206	S206-1	0,1	1,0
	S206-2	5,3	6,0
	S206-3	7,8	8,5

Sondaggio	Campione	Profondità di prelievo [m da p.c.]	
		da	a
S207	S207-1	0,1	1,0
	S207-2	4,5	5,5
	S207-3	10,0	11,0
S208	S208-1	0,1	1,0
	S208-2	8,0	8,5
	S208-3	10,0	10,5
S209	S209-1	0,1	1,0
	S209-2	4,5	5,0
	S209-3	10,0	10,5
S210	S210-1	0,1	1,0
	S210-2	6,0	6,5
	S210-3	10,0	10,5
S211	S211-1	0,1	1,0
	S211-2	2,3	2,8
	S211-3	12,0	12,5
S212	S212-1	0,1	1,0
	S212-2	2,7	3,0
	S212-3	17,0	18,0
S213	S213-1	0,1	0,5
	S213-2	2,0	2,8
	S213-3	5,0	5,8
	S213-4	8,0	8,5
S214	S214-1	0,5	1,0
	S214-2	4,0	4,5
	S214-3	8,0	9,0
S215	S215-1	0,5	1,0
	S215-2	1,5	2,0
	S215-3	5,5	6,5
	S215-4	9,5	10,2
S216	S216-1	0,2	1,0
	S216-2	2,6	3,2
	S216-3	5,4	6,0
	S216-4	9,0	10,0
S217	S217-1	0,1	1,0
	S217-2	3,0	3,5
	S217-3	10,0	10,5
S218	S218-1	0,1	1,0
	S218-2	4,0	4,5
	S218-3	11,0	11,5
S219	S219-1	0,1	1,0
	S219-2	4,5	5,0
	S219-3	8,7	9,3
S220	S220-1	0,1	1,0
	S220-2	7,0	7,5
	S220-3	10,5	11,0
S221	S221-1	0,1	1,0
	S221-2	4,0	4,5
	S221-3	12,0	13,0

Sondaggio	Campione	Profondità di prelievo [m da p.c.]	
		da	a
S222	S222-1	0,0	0,7
	S222-2	3,0	3,5
	S222-3	15,5	16,0
S223	S223-1	0,1	1,0
	S223-2	6,5	7,0
	S223-3	9,3	9,7
S224	S224-1	0,1	1,0
	S224-2	7,0	7,5
	S224-3	10,0	10,5
S225	S225-1	0,1	1,0
	S225-2	4,5	5,0
	S225-3	10,0	11,0
S226	S226-1	0,1	1,0
	S226-2	5,0	5,5
	S226-3	12,0	13,0
S227	S227-1	0,1	1,0
	S227-2	4,5	5,0
	S227-3	9,0	9,5
S228	S228-1	0,1	1,0
	S228-2	5,0	5,5
	S228-3	9,0	9,5
S229	S229-1	0,1	1,0
	S229-2	6,5	7,0
	S229-3	10,0	10,5
S230	S230-1	0,1	1,0
	S230-2	4,5	5,0
	S230-3	12,5	13,0
S231	S231-1	0,1	1,0
	S231-2	4,0	4,5
	S231-3	12,5	13,0
S232	S232-1	0,1	1,0
	S232-2	4,3	4,8
	S232-3	12,5	13,0

Sondaggio	Campione	Profondità di prelievo [m da p.c.]	
		da	a
S233	S233-1	0,1	1,0
	S233-2	7,0	7,5
	S233-3	11,5	12,0
S234	S234-1	0,1	1,0
	S234-2	4,5	5,0
	S234-3	16,5	17,0
S235	S235-1	0,1	1,0
	S235-2	3,0	4,0
S236	S236-1	0,1	1,0
	S236-2	2,5	3,0
S237	S237-1	0,1	1,0
	S237-2	2,0	2,8
S238	S238-1	0,1	1,0
	S238-2	2,0	2,5
	S238-3	4,3	4,8
S239	S239-1	0,1	1,0
	S239-2	1,8	2,3
	S239-3	4,5	5,0
S240	S240-1	0,1	1,0
	S240-2	3,5	4,0
	S240-3	4,5	5,0
S241	S241-1	0,1	1,0
	S241-2	2,5	3,0
	S241-3	7,5	8,0
S242	S242-1	0,1	1,0
	S242-2	3,5	4,0
	S242-3	4,5	5,0
S243	S243-1	0,1	1,0
	S243-2	3,5	4,0
	S243-3	13,5	14,0

Tabella 8 – Profondità di campionamento del suolo e sottosuolo

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, opportunamente trattati, 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* 99 e con il *Protocollo generale per l'esecuzione degli interventi di caratterizzazione nelle aree del sito di interesse nazionale di Priolo Gargallo – Siracusa* dell'ARPA Sicilia.

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 5035A *Closed-System Purge-and-Trap and Extraction for Volatile Organics in Soil and Waste Samples*.

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 superiore a circa 3 cm, quindi sottoponendo il materiale a quartatura/omogeneizzazione e suddividendolo infine in tre replicati, delle quali:

- 1) una destinata alle determinazioni quantitative eseguite dal **laboratorio CESI** e da **Enel - Divisione GEM - Laboratori Produzione Geotermica**;
- 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 con l'appoggio delle strutture del laboratorio chimico di Centrale, dove è stato predisposto un adeguato spazio per la conservazione temporanea dei campioni in appositi frigoriferi.

L'aliquota A, destinata a Enel - Divisione GEM - Laboratori Produzione Geotermica è stata immediatamente posta nel frigorifero alla temperatura di 4°C a disposizione del personale Enel di centrale.

L'aliquota B, destinata al laboratorio CESI, è stata immediatamente posta nel frigorifero alla temperatura di 4°C e così mantenuta durante tutto il periodo di trasporto e conservazione, fino al momento dell'analisi di laboratorio.

I tecnici dell'ARPA Sicilia, come risulta dai verbali negli Allegati 2 e 6, hanno assistito al prelievo dei campioni ed hanno prelevato un numero di campioni pari al 10% dei campioni totali, per la validazione della campagna d'indagine.

Di seguito viene riportata la tabella con la suddivisione delle diverse aliquote per il campionamento dei terreni.

Aliquota	Parametri	Trattamento	Contenitore	Conservazione
A	Metalli (As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V, Zn) IPA Fenoli clorurati e non clorurati PCB ⁽¹⁾ PCDD/PCDF ⁽²⁾ Dibenzotiofene e Tiofeni Condensati Amianto ⁽²⁾ Idrocarburi totali con C>12 Contenuto di acqua	nessuno	sacchetto in PE termosaldato	4°C
B	BTEX+Stirene Idrocarburi Totali con C<12	nessuno	4 fiale in vetro da 40 ml con sottotappo in Teflon	4°C

Note
 (1) Solo sui campioni superficiali (carotaggi entro il primo metro di profondità)
 (2) Solo sui 3 campioni di *top-soil*

Tabella 9 – Tabella delle aliquote per il campionamento dei suoli

4.4.2 *Prelievo di campioni di terreno superficiale (top-soil) destinati alla determinazione di Diossine, Furani e Amianto*

Il prelievo dei campioni di terreno destinati alla determinazione delle Diossine e Furani e di Amianto, è stato eseguito per mezzo di saggi, della profondità massima di 10 cm circa, eseguiti per mezzo di una trivella azionata manualmente. Per ogni punto di indagine, sono stati operati n° 5 sondaggi, disposti ai vertici ed al centro di un'area quadrata di circa 1 metro di lato.

Dalle carote ottenute, della lunghezza massima di 10 cm, è stata eliminata la cotica erbosa e il materiale risultante dalle 5 carote per ognuno dei punti di indagine è stato omogeneizzato e suddiviso mediante le usuali tecniche di quartatura/omogeneizzazione e suddividendolo infine in tre replicati come descritto nel paragrafo precedente.

In totale, sono stati eseguiti n° 3 prelievi; i campioni sono stati immediatamente posti nel frigorifero alla temperatura di 4°C e consegnati direttamente al personale Enel di centrale per la consegna ad Enel - Divisione GEM - Laboratori Produzione Geotermica.

I tecnici dell'ARPA Sicilia, come risulta dai verbali negli Allegati 2 e 6, hanno assistito al prelievo dei campioni.

4.5 **Misure freaticometriche e campionamento delle acque di falda**

Le misure del livello statico della falda sono state eseguite all'inizio della campagna di indagine per il campionamento delle acque sotterranee che si è svolta nel Maggio 2005 (prima fase) e successivamente nel Febbraio 2006 (seconda fase).

4.5.1 *Misure di soggiacenza della falda e ricostruzione della superficie piezometrica*

Per definire la superficie piezometrica della falda oggetto delle indagini, si è proceduto a misurare il livello statico dell'acqua all'interno dei piezometri realizzati nel corso di tutte le attività di caratterizzazione. Le misure sono state precedute dalla verifica di un'eventuale fase organica surnatante al di sopra del livello dell'acqua; tali 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, con precisione di almeno 1 cm, sono state ottenute per mezzo di un freaticometro, nell'arco della stessa giornata del 20/02/2006 e riferite alla bocca del tubo piezometrico, della quale è stata appositamente rilevata la quota sul livello del mare.

Le misure di soggiacenza della falda ottenute sono riportate nella Tabella seguente.

Sigla piezometro	Soggiacenza da bocca pozzo [m da b.p.]	Quota assoluta della bocca pozzo [m s.l.m.]	Livello statico della falda [m s.l.m.]
S001	2,33	3,33	1,00
S002	2,52	3,56	1,04
S004	2,39	2,84	0,45
S013	2,75	3,01	0,26
S015	2,23	2,89	0,66
S027	1,51	2,15	0,64
S039	1,38	2,22	0,84
S040	1,85	3,00	1,15
S041	1,12	2,99	1,87
S042	2,27	4,34	2,07
S046	2,93	4,77	1,84
S047	1,87	3,64	1,77
S048	1,92	3,42	1,50
S052	1,72	3,23	1,51
S053	1,96	3,96	2,00
S054	2,48	3,53	1,05

Sigla piezometro	Soggiacenza da bocca pozzo [m da b.p.]	Quota assoluta della bocca pozzo [m s.l.m.]	Livello statico della falda [m s.l.m.]
S068	1,89	2,86	0,97
S070	1,89	2,93	1,04
S071	2,37	3,32	0,95
S074	2,24	3,40	1,16
S078	2,23	3,23	1,00
S082	1,2	1,91	0,71
S083	1,14	3,08	1,94
S088	1,53	2,58	1,05
S089	2,65	4,50	1,85
S090	0,97	2,08	1,11
S092	3,44	4,78	1,34
S093	1,94	3,89	1,95
S099	1,72	3,12	1,40
S100	2,28	2,87	0,59
S101	1,68	2,16	0,48
S102	2,5	3,23	0,73
S103	2,05	2,76	0,71
S104	1,97	2,71	0,74
S112	1,15	2,69	1,54
S119	1,9	2,86	0,96
S122	1,15	3,02	1,87
S130	1,73	2,67	0,94
S138	1,49	3,09	1,60
S146	1,99	2,80	0,81
S151	1,15	2,78	1,63
S162	1,93	2,71	0,78
S166	2,42	2,76	0,34
S167	3,55	5,83	2,28
S180	2,39	3,27	0,88
S185	1,17	3,02	1,85
S189	2,86	3,15	0,29
S203	1,33	2,98	1,65
S212	0,94	2,83	1,89
S213	1,59	2,94	1,35
S215	0,8	1,65	0,85
S222	2,77	4,39	1,62
S223	1,46	2,35	0,89
S234	2,77	4,15	1,38
S243	2,21	3,13	0,92

Tabella 10 – Misure di soggiacenza della falda registrate in data 20/02/2006

Nella Tavola 4 è rappresentata la ricostruzione della superficie piezometrica dalle misure effettuate in data 20 febbraio 2005. La direzione di scorrimento prevalente, nell'ambito della centrale, è da Ovest verso Est, tipicamente dall'entroterra verso il mare.

4.5.2 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.

Le prove sono state eseguite in avanzamento, entro fori di sondaggio rivestiti fino alla sommità della sezione di prova, impiegando il metodo a carico variabile. 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
S112	5,5 – 6,0	1,85 E-05	carico variabile	calcareniti organogene e sabbie
S120	9,5 – 10,0	1,42 E-04	carico variabile	calcareniti organogene e sabbie giallastre
S122	4,0 – 4,5	4,36 E-06	carico variabile	calcareniti organogene e sabbie limose
S150	3,6 – 4,1	1,91 E-06	carico variabile	calcareniti organogene e sabbie limose
S166	4,0 – 4,5	2,55 E-05	carico variabile	sabbie localmente addensate
S189	9,5 – 10,0	9,79 E-06	carico variabile	calcareniti organogene e sabbie
S222	8,1 – 8,6	1,30 E-05	carico variabile	calcareniti organogene e sabbie
S223	7,0 – 7,5	2,41 E-05	carico variabile	sabbie limose e calcareniti
S229	9,1 – 9,6	2,21 E-05	carico variabile	sabbie grossolane e calcareniti
S233	10,1 – 10,6	5,60 E-05	carico variabile	sabbie e calcareniti
S234	8,6 – 9,1	4,09 E-06	carico variabile	calcareniti organogene e sabbie

Tabella 11 – Risultati delle prove Lefranc

4.5.3 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 state effettuate direttamente in linea durante lo spurgo dei piezometri, con elettrodi alloggiati in una cella di flusso. I risultati delle misure eseguite sono riportate 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.

Sigla piezometro	pH	Conducibilità ⁽¹⁾ [μS/cm]	Ossigeno disciolto ⁽²⁾ [mg/l]	Potenziale redox [mV]	Temperatura [°C]
S01	6,98	10.850	0,0	+ 250	24,1
S54	7,28	12.340	0,1	- 27	19,7
S74	7,70	7.850	2,4	+ 157	20,1
S78	7,07	7.100	0,0	+ 122	24,1
S82	7,09	28.800	0,0	+ 32	20,2
S83	6,87	1.655	3,2	+ 335	20,3
S88	7,05	2.180	2,4	+ 312	20,0
S89	7,01	4.440	6,7	+ 321	20,1
S90	6,81	13.350	4,3	+ 313	20,7
S92	6,99	7.130	5,2	+ 312	21,5
S93	6,99	2.830	0,0	+ 150	20,3
S99	6,79	2.880	0,1	+ 296	21,6
S100	7,03	4.520	0,0	+ 115	21,4
S101	7,44	9.620	0,0	+ 255	22,3
S102	7,39	8.650	0,0	+ 211	22,7
S103	7,23	10.890	0,0	+ 176	22,9
S104	7,40	8.000	0,0	+ 206	22,6
S112	6,76	2.920	0,18	+ 141	18,5

Sigla piezometro	pH	Conducibilità ⁽¹⁾ [μS/cm]	Ossigeno disciolto ⁽²⁾ [mg/l]	Potenziale redox [mV]	Temperatura [°C]
S119	7,18	13.540	0,09	+ 1	23,7
S122	7,15	1.074	4,45	+ 323	17,7
S130	6,98	2.220	1,30	+ 244	20,2
S138	6,88	1.789	0,98	+ 156	19,7
S146	7,11	2.870	0,46	+ 228	21,3
S151	7,00	1.519	2,56	+ 119	20,9
S162	7,07	4.790	2,04	+ 312	21,3
S166	7,18	8.290	1,26	+ 232	22,0
S167	6,87	1.427	4,08	+ 332	20,3
S180	7,18	3.120	2,18	+ 67	18,9
S185	6,88	2.070	1,28	+ 243	19,5
S189	6,88	9.470	0,14	- 93	20,5
S203	6,85	2.430	0,12	+ 325	20,9
S212	7,02	1.349	6,33	+ 323	21,5
S213	7,00	2.230	0,12	+ 323	19,5
S215	7,16	3.660	0,15	+ 310	19,3
S222	7,00	4.010	7,12	+ 326	20,8
S223	7,01	3.200	4,15	+ 315	19,4
S234	6,90	13.600	4,85	+ 316	20,9
S243	7,09	15.170	0,09	+ 20	21,6

Note:

- (1) I valori di conducibilità elettrica sono riportati alla temperatura di 25°C.
(2) I valori del potenziale di ossidoriduzione sono riferiti all'elettrodo standard ad idrogeno.

Tabella 12 – Misure dei parametri chimico - fisici**4.5.4 Prelievo di campioni di acque di falda**

Il prelievo delle 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 e con il *Protocollo generale per l'esecuzione degli interventi di caratterizzazione nelle aree del sito di interesse nazionale di Priolo Gargallo – Siracusa* dell'ARPA Sicilia.

Prima di procedere al campionamento delle acque di falda, i piezometri sono stati adeguatamente spurgati mediante una pompa centrifuga sommersa, per pompaggio continuo e portata variabile tra 10 e 16 L/min, 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 precedente – Tabella 9).

Il prelievo è sempre avvenuto immediatamente dopo l'operazione di spurgo direttamente, mediante prelievo dinamico, mantenendo un flusso inferiore a quello utilizzato per lo spurgo.

Sigla piezometro	Data di prelievo	Ora	Modalità di prelievo
S01	19/05/2005	12.10	Prelievo dinamico
S54	17/05/2005	12.20	« «
S74	17/05/2005	17.30	« «
S78	17/05/2005	16.00	« «
S82	17/05/2005	15.05	« «
S83	19/05/2005	09.20	« «
S88	18/05/2005	16.20	« «
S89	18/05/2005	15.40	« «
S90	18/05/2005	12.20	« «
S92	18/05/2005	14.50	« «
S93	18/05/2005	17.00	« «
S99	18/05/2005	10.20	« «
S100	18/05/2005	09.35	« «
S101	19/05/2005	10.15	« «
S102	19/05/2005	15.36	« «
S103	19/05/2005	16.20	« «
S104	19/05/2005	14.55	« «
S112	22/02/2006	11.10	« «
S119	23/02/2006	11.40	« «
S122	21/02/2006	17.25	« «
S130	22/02/2006	15.20	« «
S138	22/02/2006	11.50	« «
S146	22/02/2006	14.45	« «
S151	22/02/2006	10.20	« «
S162	23/02/2006	09.15	« «
S166	22/02/2006	15.45	« «
S167	21/02/2006	17.00	« «
S180	22/02/2006	09.55	« «
S185	22/02/2006	14.20	« «
S189	22/02/2006	09.20	« «
S203	21/02/2006	12.10	« «
S212	21/02/2006	10.30	« «
S213	21/02/2006	16.00	« «
S215	21/02/2006	15.25	« «
S222	21/02/2006	11.20	« «
S223	21/02/2006	15.00	« «
S234	21/02/2006	09.40	« «
S243	23/02/2006	10.30	« «

Tabella 13 – Data e modalità di prelievo dei campioni di acque sotterranee

I tecnici dell'ARPA Sicilia, come risulta dai verbali negli Allegati 2 e 5, hanno assistito al prelievo dei campioni ed hanno prelevato il 10% dei campioni totali, per la validazione della campagna d'indagine.

4.5.5 *Trattamento in campo dei campioni*

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

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 sui campioni di acqua dopo decantazione. Ogni campione prelevato è stato suddiviso nelle aliquote riportate nella seguente tabella.

Aliquota	Parametri	Trattamento	Contenitore	Conservazione
A	Metalli (Al, As, B, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V, Zn)	decantazione per 2 ore e determinazioni effettuate sul surnatante	bottiglia in HDPE da 100 ml	4°C
B	Cromo esavalente e Cianuri	NaOH 10 M 1 ml/L	bottiglia in HDPE da 50 ml o 100 ml	4°C
C	Mercurio	decantazione e HNO ₃ conc. 1 ml/L	bottiglia in vetro da 50 ml o fiala da 40 ml	4°C
F	BTEX+Stirene Idrocarburi Clorurati Cancerogeni e non Cancerogeni MTBE	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
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
X	Scorta	HCl 1:1 5 ml/L	bottiglia in vetro scuro da 1 l. con sottotappo in Teflon	4°C

Tabella 11 – Tabella delle aliquote per il campionamento delle acque sotterranee

I campioni di acque sono stati suddivisi nelle diverse aliquote e ciascuna aliquota in tre replicati, secondo quanto descritto per il campionamento dei terreni.

Tutte le operazioni di preparazione e trattamento sono state effettuate con l'appoggio delle strutture del laboratorio chimico di Centrale, dove è stato predisposto un adeguato spazio per la conservazione temporanea dei campioni in appositi frigoriferi.

L'aliquota F, destinata al laboratori CESI, è stata immediatamente posta nel frigorifero alla temperatura di 4°C e così mantenuta durante tutto il periodo di trasporto e conservazione, fino al momento dell'analisi di laboratorio.

Le altre aliquote, destinate a Enel - Divisione GEM - Laboratori Produzione Geotermica sono state immediatamente poste nel frigorifero alla temperatura di 4°C e consegnate direttamente al personale Enel di centrale.

4.6 Determinazioni analitiche

4.6.1 Parametri da determinare

Il set di parametri da determinare è stato definito nel Piano di Caratterizzazione ed integrato secondo le prescrizioni della Conferenza di Servizi.

L'elenco dei parametri analitici è il seguente:

Per i terreni:

- As, Be, Cd, Co, Cr totale, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V, Zn;
- Composti Organici Aromatici (BTEX+Stirene)
- Idrocarburi Policiclici Aromatici; (IPA)

- Fenoli clorurati e non clorurati;
- Dibenzotiofeni e Tiofeni condensati;
- Diossine e Furani (solo sui campioni di *top-soil*);
- PCB (solo sui campioni entro il primo metro del riporto)
- Idrocarburi Totali C<12, C compreso tra 12 e 25, e C>25;
- Amianto (solo sui campioni di *top-soil*);
- Contenuto di acqua.

Per le acque:

- Al, As, B, Be, Cd, Co, Cr totale, Cr VI, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V, Zn;
- Cianuri
- Composti Organici Aromatici (BTEX+Stirene)
- Alifatici Clorurati Cancerogeni
- Alifatici Clorurati non Cancerogeni
- Alifatici Alogenati Cancerogeni
- Metil terbutil etere (MTBE)
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
- Fenoli clorurati e non clorurati;
- Idrocarburi totali (espressi come n-esano);
- pH
- Conducibilità Elettrica
- Ossigeno Disciolto
- Potenziale di Ossidoriduzione
- Temperatura

4.6.2 Procedure di laboratorio

Vengono qui di seguito sintetizzati i parametri analizzati, le tecniche analitiche impiegate e i Metodi Standard di riferimento.

4.6.2.1 Metalli

Campioni di terreno: vengono solubilizzati secondo la procedura riportata nel decreto 13-9-1999 (GU 21-10-1999, punto XI) e poi analizzati come segue:

As, Sb, Be, Cd, Co, Cr totale, Cu, Ni, Pb, Se, Tl, V, Zn: spettrometria di emissione al plasma (metodo EPA 200.7 - 1994)

Hg: spettroscopia di assorbimento atomico, metodo dei vapori freddi (metodo IRSA 3130 - 1994)

Campioni di acqua: vengono analizzati come segue

Al, B, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Tl, V, Zn: spettrometria di emissione al plasma (metodo EPA 200.7 - 1994)

As: Analisi mediante spettrometria di assorbimento atomico con fornetto di grafite (metodo EPA 206.2)

Sb: Analisi mediante spettrometria di assorbimento atomico con fornetto di grafite (metodo EPA 7041)

Cd: Analisi mediante spettrometria di assorbimento atomico con fornetto di grafite (metodo EPA 7131)

Pb: Analisi secondo UNI-EN 10553 1994

Se: Analisi mediante spettrometria di assorbimento atomico con fornetto di grafite (metodo EPA 7740)

Tl: Analisi mediante spettrometria di assorbimento atomico con fornetto di grafite (metodo EPA 7841)

Hg: spettroscopia di assorbimento atomico, metodo dei vapori freddi (metodo IRSA 3130 - 1994)

Cromo esavalente: determinazione spettrofotometrica utilizzando il metodo alla difenilcarbazide (metodo IRSA 3080 B1).

4.6.2.2 Cianuri

Sintesi del metodo analitico

Campioni di terreno: determinazione spettrofotometrica secondo il metodo ISO 6703/2 1984, che prevede la reazione con clorammina T e acido barbiturico in presenza di piridina, dopo distillazione.

4.6.2.3 Composti Organici Aromatici (BTEX+Stirene)

Composti di interesse

- Benzene
- Xilene (o-, m-, p-),
- Toluene
- Etilbenzene
- Stirene

Sintesi del metodo analitico

Campioni di terreno: i campioni ritenuti di basso livello vengono addizionati di acqua e gli analiti estratti mediante tecnica di purge-and-trap, in accordo con metodo EPA-SW 846 n° 5030 e analizzati mediante gascromatografia ad alta risoluzione accoppiata a spettrometria di massa, in accordo con il metodo EPA-SW 846 n° 8260. I campioni che dalla analisi secondo EPA 5030 risultassero con elevate concentrazioni di analiti sono successivamente estratti con metanolo in ultrasuoni, secondo il metodo EPA-SW 846 n° 5035. Una aliquota della soluzione metanolica viene diluita in acqua e analizzata come i campioni a bassa concentrazione.

Campioni di acqua: estrazione degli analiti mediante tecnica di purge-and-trap, in accordo con metodo EPA - SW 846 n° 5030 e analisi per gascromatografia ad alta risoluzione accoppiata a spettrometria di massa, in accordo con il metodo EPA-SW 846 n° 8260.

4.6.2.4 Alifatici Clorurati cancerogeni e non cancerogeni e Alifatici Alogenati

Composti di interesse

- Clorometano
- Diclorometano
- Triclorometano
- Cloruro di Vinile
- 1,2-Dicloroetano
- 1,1-Dicloroetilene
- 1,2-Dicloropropano
- 1,1,2-Tricloroetano
- Tricloroetilene
- 1,2,3-Tricloropropano
- 1,1,2,2-Tetracloroetano
- Tetracloroetilene (PCE)
- 1,2-Dicloroetano
- 1,1-Dicloroetilene
- 1,1,1-Tricloroetano
- Tribromometano (Bromoformio)
- 1,2-Dibromoetano
- Dibromoclorometano
- Bromodiclorometano

Sintesi del metodo analitico

Campioni di acqua: estrazione degli analiti mediante tecnica di purge-and-trap, in accordo con metodo EPA - SW 846 n° 5030 e analisi per gascromatografia ad alta risoluzione accoppiata a spettrometria di massa, in accordo con il metodo EPA-SW 846 n° 8260.

4.6.2.5 Metil terbutil etere (MTBE)

Sintesi del metodo analitico

Campioni di acqua: estrazione del MTBE mediante tecnica di purge-and-trap, in accordo con metodo EPA - SW 846 n° 5030 e analisi per gascromatografia ad alta risoluzione accoppiata a spettrometria di massa, in accordo con il metodo EPA-SW 846 n° 8260.

4.6.2.6 Composti Policiclici Aromatici (IPA)

Sintesi del metodo analitico

Campioni di terreno: vengono trattati mediante estrazione solido-liquido in Soxhlet (metodo EPA 3540C/96), purificazione dell'estratto su gel di silice (EPA 3630C/96) ed analisi GC-ITMS in modalità MS-MS (metodo EPA 8270D/98).

Campioni di acqua: vengono estratti utilizzando la metodica EPA 3510C/96 con eventuale purificazione dell'estratto su gel di silice ed analizzati tramite GC-ITMS in modalità MS-MS.

4.6.2.7 Fenoli e clorofenoli

Sintesi del metodo analitico

Campioni di terreno: vengono trattati effettuando una estrazione liquido-solido in Soxhlet, purificando l'estratto tramite estrazione acido-base secondo i metodi EPA 3540C/96 e EPA 3650B/96. L'analisi viene effettuata tramite GC-ITMS in modalità MS-MS (metodo EPA 8270D/98).

Campioni di acqua: vengono preparati mediante estrazione liquido-liquido ed eventuale purificazione dell'estratto acido-base (metodo EPA 3510/C e EPA 3650B/96) ed analizzati utilizzando GC-ITMS in modalità MS-MS (metodo EPA 8270/98) oppure con metodo EPA 8041A/00.

4.6.2.8 Dibenzotiofeni e Tiofeni condensati

Sintesi del metodo analitico

Campioni di terreno: vengono trattati effettuando una estrazione liquido-solido in Soxhlet, purificando l'estratto su gel di silice secondo i metodi EPA 3540C/96 e EPA 3630C/96. L'analisi viene effettuata tramite GC-ITMS in modalità MS-MS (metodo EPA 8270C/98).

4.6.2.9 Diossine (PCDD+PCDF)

Sintesi del metodo analitico

Campioni di terreno: vengono trattati effettuando una estrazione liquido-solido in Soxhlet, purificando l'estratto su gel di silice secondo i metodi EPA 3540C/96 e EPA 3630C/96. L'analisi viene effettuata tramite GC-ITMS in modalità MS-MS (metodo EPA 8280B/98) oppure secondo EPA 1613B/94.

4.6.2.10 Policlorobifenili (PCB)

Sintesi del metodo analitico

I campioni di suolo (frazione passante al vaglio 2 mm) vengono trattati mediante estrazione solido liquido in Soxhlet (metodo EPA 3540C/96), purificazione dell'estratto su gel di silice (EPA 3630C/96) ed analisi GC-ITMS in modalità MS-MS.(metodo EPA 8270D/98).

4.6.2.11 Idrocarburi C<12

Composti di interesse: Idrocarburi <C₁₂

Sintesi del metodo analitico

Campioni di terreno: i campioni ritenuti di basso livello vengono addizionati di acqua e gli analiti estratti mediante tecnica di purge-and-trap, in accordo con metodo EPA-SW 846 n° 5030 e analizzati mediante gascromatografia ad alta risoluzione con rivelatore FID (metodo EPA-SW 846 n° 8015). I campioni che dalla analisi secondo EPA 5030 e 8015 risultassero con elevate concentrazioni di analiti sono successivamente estratti con metanolo in ultrasuoni, secondo il metodo EPA-SW 846 n° 5035. Una aliquota della soluzione metanolica viene diluita in acqua e analizzata come i campioni a bassa concentrazione.

4.6.2.12 Idrocarburi C>12

Sintesi del metodo analitico

Campioni di terreno: vengono trattati mediante estrazione solido liquido (EPA 3540C/96) in Soxhlet, purificazione dell'estratto su gel di silice (metodo EPA 3630C/96) ed analisi GC-FID (metodo EPA 8015C/00 oppure EPA 8015D/03).

4.6.2.13 Idrocarburi Totali

Campioni di acqua: vengono preparati mediante la metodica EPA 3510C/96 e EPA 3630/96 con eventuale purificazione dell'estratto su gel di silice e successivamente analizzati tramite GC-FID (metodo EPA 8015/C oppure EPA 8015D/03).

4.6.2.14 Amianto

Campioni di terreno: Diffrazione di Raggi X (XRD) secondo le linee indicate dal D.M. 6/9/1994.

4.6.2.15 Residuo secco a 105°C

Determinazione tramite metodica CNR-IRSA 2 Q64 volume 2-03/84.

4.6.2.16 pH, Conduttività elettrica, Ossigeno disciolto, Potenziale di ossidoriduzione e Temperatura (campioni di acqua)

Sintesi del metodo analitico

Le misurazioni dei campioni di acqua sono effettuate direttamente in campo, utilizzando tecniche elettrometriche; a seconda delle possibilità pratiche, la determinazione viene effettuata secondo uno dei tre seguenti metodi:

- misura in linea durante lo spurgo dei piezometri, con elettrodi alloggiati in una cella di flusso;
- misura in sito con sonda multiparametrica, eseguita nel piezometro immediatamente dopo lo spurgo e il prelievo del campione;
- misura effettuata su di un'aliquota del campione, eseguita immediatamente dopo il prelievo.

4.7 Assetto geologico e idrogeologico del sito

In seguito alla maggiore densità dei punti di indagine, conseguita con la realizzazione delle presenti integrazioni al Piano di caratterizzazione del sito, si sono rese possibili alcune ricostruzioni dettagliate dell'assetto lito-stratigrafico del sito.

Nell'intento quindi di fornire una descrizione più completa e ad integrazione delle elaborazioni presentate nella Relazione Tecnica relativa alla prima fase delle indagini, è stata eseguita una nuova elaborazione relativa alla ricostruzione dello spessore dell'acquifero semiconfinato e dello spessore dell'acquicludo ad esso soprastante. Il risultato di tale elaborazione è riportato nella Tavole 6 e 7.

Inoltre, nell'ipotesi della richiesta di realizzazione di un barrieramento fisico sul lato a valle del sito (nel senso del gradiente idraulico), si è ritenuto utile fornire una ricostruzione della sezione lito-stratigrafica lungo un transetto parallelo alla linea di costa. (Tavola 5A e 5B).

5 RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE ANALITICA E CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI

Vengono in seguito sintetizzati i risultati della caratterizzazione condotta sui campioni prelevati nel corso delle indagini complessivamente effettuate. Per il dettaglio dei singoli analiti determinati, si rimanda ai certificati analitici riportati negli Allegati 3 e 4 (prima fase) e negli Allegati 3, 4, 7 e 8 (seconda fase).

5.1 Caratterizzazione dei campioni di suolo e confronto con le CSC

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sui campioni di terreno, espressi come sostanza secca sulla frazione inferiore a 2 mm, sono riportati nei Rapporti di Prova degli Allegati 3, 4, 7 e 8, a confronto con i valori di Concentrazione Soglia di Contaminazione. 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.

Sono stati misurati superamenti delle CSC per i parametri:

- Arsenico in n° 4 campioni,
- Vanadio in n° 1 campione,
- Idrocarburi C<12 in n° 3 campioni,
- Idrocarburi C>12 in n° 8 campioni.

In totale, i superamenti delle CSC si riferiscono a 13 campioni diversi, prelevati da 13 diversi punti di sondaggio. Tutti i rimanenti campioni sono risultati conformi alle CSC per i suoli a destinazione d'uso industriale.

La tabella seguente riepiloga i punti di indagine dove si è verificato almeno un superamento delle CSC per i suoli e mette in evidenza i parametri per i quali si sono registrati tali superamenti.

Terreni						
Sondaggio	Campione	Profondità [m da p.c.]	Idrocarburi leggeri C<12	Idrocarburi pesanti C>12	Arsenico	Vanadio
	CSC [mg/kg]		250	750	50	250
S103	S103-2	3,0 - 3,4	1.324	2.096,2		
S104	S104-2	2,7 - 3,2		1.266,2		
S110	S110-2	0,8 - 1,2			59,5	
S113	S113-1	0,1 - 1,0				471
S119	S119-2	2,4 - 3,2		905,5		
S167	S167-3	7,0 - 7,2			61,6	
S173	S173-3	5,7 - 6,7			55,8	
S188	S188-2	7,5 - 8,0			66,3	
S235	S235-2	3,0 - 4,0		12.945,0		
S238	S238-2	2,0 - 2,5	828	21.035,0		
S239	S239-2	1,8 - 2,3		1.346,0		
S240	S240-2	3,5 - 4,0		173,61		
S241	S241-2	2,5 - 3,0	356	929,82		

Tabella 23: sintesi delle concentrazioni misurate nei campioni che hanno evidenziato un superamento delle CSC

Nella tabella seguente sono riportati i **fattori di superamento** delle CSC, ottenuti dividendo la concentrazione misurata per la CSC stessa.

Terreni						
Sondaggio	Campione	Profondità [m da p.c.]	Idrocarburi leggeri C<12	Idrocarburi pesanti C>12	Arsenico	Vanadio
S103	S103-2	3,0 - 3,4	5,3	2,8		
S104	S104-2	2,7 - 3,2		1,7		
S110	S110-2	0,8 - 1,2			1,2	
S113	S113-1	0,1 - 1,0				1,9
S119	S119-2	2,4 - 3,2		1,2		
S167	S167-3	7,0 - 7,2			1,2	
S173	S173-3	5,7 - 6,7			1,1	
S188	S188-2	7,5 - 8,0			1,3	
S235	S235-2	3,0 - 4,0		17,3		
S238	S238-2	2,0 - 2,5	3,3	28,0		
S239	S239-2	1,8 - 2,3		1,8		
S240	S240-2	3,5 - 4,0		0,2		
S241	S241-2	2,5 - 3,0	1,4	1,2		

Tabella 24: sintesi dei fattori di superamento delle CSC nei campioni che hanno evidenziato un superamento delle CSC

Nelle Tavole dalla n. 8 alla n. 11 vengono illustrate la distribuzione dei punti di sondaggio che hanno evidenziato il superamento dei limiti per gli Idrocarburi C<12, C>12, per l'Arsenico e per il Vanadio.

Nella Tavola 12 viene illustrata la distribuzione dei punti di sondaggio che hanno evidenziato *almeno un superamento* dei limiti delle CLA del D.M. 471/99, con indicato anche il fattore di superamento, cioè il rapporto tra la concentrazione misurata e la CSC.

5.2 Caratterizzazione dei campioni di acqua sotterranea e confronto con le CSC

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sui campioni di acque della falda superficiale sono riportati nei Rapporti di Prova degli Allegati 3, 4, 7 e 8, posti a confronto con i limiti di riferimento per le acque sotterranee.

Sono stati misurati superamenti delle CSC per i parametri:

- Arsenico in n° 1 campione,
- Manganese in n° 16 campioni,
- Boro in n° 5 campioni,
- Benzene in n° 1 campione,
- Cloruro di Vinile in n° 5 campioni,
- 1,1 Dicloroetilene in n° 4 campioni,
- Tricloroetilene in n° 4 campioni,
- Sommatoria degli Organoalogenati in n° 4 campioni,
- 1,2 Dicloroetilene in n° 3 campioni,
- MTBE in n° 2 campioni.

In totale, i superamenti delle CSC si riferiscono a 18 piezometri dei 38 campionati. Tutti i rimanenti piezometri sono risultati conformi alle CSC per le acque sotterranee.

La tabella seguente riepiloga i piezometri nei quali si è verificato almeno un superamento delle CSC per le acque sotterranee.

Acque

Composto	Arsenico	Boro	Manganese	Benzene	Cloruro di Vinile	1,1-Dicloroetilene	Tricloroetilene	Sommatoria organoalogenati	1,2-Dicloroetilene	MTBE
CSC [µg/L]	10	1000	50	1	0,5	0,05	1,5	10	60	10 ⁽¹⁾
S001			260							
S054		1.130	120							
S074			84							
S078			260		0,9	0,44	19,5	20,8	145	
S082		1.750	630							
S093	52			10,6	1,6					87,1
S100			130							
S101			79							
S102			340							
S103			340		2,9	0,24	16,5	19,6	103	
S104			53							
S119			251		21	0,08	15	36		
S138			138							
S180			102							
S189			336							
S215										20
S223			53							
S243			231		58	2,2	26	86	326	

Note:

(1) Limite proposto da ISS secondo parere prot. N. 57058 IA del 06/02/01

Tabella 26: sintesi delle concentrazioni misurate nei piezometri che hanno evidenziato un superamento delle CSC

Nella tabella seguente sono riportati i **fattori di superamento** delle CSC, ottenuti dividendo la concentrazione misurata per la CSC stessa.

Acque

Composto	Arsenico	Boro	Manganese	Benzene	Cloruro di Vinile	1,1-Dicloroetilene	Tricloroetilene	Sommatoria organoalogenati	1,2-Dicloroetilene	MTBE
S001			5,2							
S054		1,1	2,4							
S074			1,7							
S078			5,2		1,8	8,8	13,0	2,1	2,4	
S082		1,8	12,6							
S093	5,2			10,6	3,2					8,7
S100			2,6							
S101			1,6							
S102			6,8							
S103			6,8		5,8	4,8	11,0	2,0	1,7	
S104			1,1							
S119			5,0		42,0	1,6	10,0	3,6		
S138			2,8							
S180			2,0							
S189			6,7							
S215										2,0
S223			1,1							
S243			4,6		116,0	44,0	17,3	8,6	5,4	

Tabella 27: sintesi dei fattori di superamento delle CLA nei piezometri che hanno evidenziato un superamento delle CLA

Nelle Tavole dalla n. 13 alla n. 22 vengono illustrate la distribuzioni dei piezometri che hanno evidenziato almeno un superamento dei limiti per i seguenti composti: Arsenico, Boro, Manganese, Benzene, Cloruro di Vinile, 1,1-Dicloroetilene, Tricloroetilene, Sommatoria Organoalogenati e 1,2-Dicloroetilene.

Nella Tavola 23 viene illustrata la distribuzione dei piezometri che hanno evidenziato *almeno un superamento* dei limiti delle CLA del D.M. 471/99, con indicato anche il fattore di superamento, cioè il rapporto tra la concentrazione misurata e la CSC.

6 CONCLUSIONI

I risultati analitici evidenziano per **i suoli** il superamento delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione per gli Idrocarburi leggeri C<12 e pesanti C>12 in alcuni sondaggi posti in due aree diverse del sito:

- in corrispondenza dei serbatoi di stoccaggio del gasolio (K25/1) e acque reflue oleose (K25/2);
- a lato della vasca di raccolta delle acque reflue inquinate da oli.

In entrambi i casi, la contaminazione del terreno interessa un'area ristretta, limitata al solo immediato intorno dei manufatti e presenta uno spessore limitato; i livelli strati contaminati sono generalmente compresi tra 2 e 4 metri circa da p.c.. Le acque di falda, nei piezometri posti immediatamente a valle di queste due aree non hanno evidenziato contaminazione da parte di idrocarburi.

Inoltre, sono stati evidenziati limitati e sporadici superamenti della CSC per l'Arsenico (quattro campioni) e, in un solo campione, anche per il Vanadio; in tutti i casi, le concentrazioni misurate dei due metalli sono dello stesso ordine di grandezza della CSC.

Lo stato qualitativo **delle acque di falda** presenta una situazione più complessa; il Manganese (assente solo nell'area esterna e posta a Sud rispetto all'impianto) è diffusamente presente in concentrazioni superiori alle CSC, anche nei piezometri posti a monte, nel senso del gradiente idraulico che ha direzione di scorrimento orientata in senso Ovest-Est.

Inoltre sono stati registrati anche singoli superamenti delle CSC per Arsenico e Boro.

Sono stati inoltre evidenziati superamenti anche per il Benzene e alcuni Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni (Cloruro di Vinile, Triclorometano, 1,1 Dicloroetilene, Sommatoria organoalogenati e 1,2-Dicloroetilene) che interessano piezometri posti nell'area Nord dell'impianto e un piezometro a monte, nel senso del gradiente idraulico. Presso questo piezometro è stata evidenziata anche la presenza di MTBE, così come presso il piezometro S215, situato anch'esso ben all'esterno dell'area di impianto.

ELENCO DELLE TAVOLE FUORI TESTO

Tavola N.	Descrizione
------------------	--------------------

Tavola 01	Ubicazione dei punti di indagine – Sondaggi
Tavola 02	Ubicazione dei punti di indagine – Top-soil
Tavola 03	Rete dei piezometri di monitoraggio
Tavola 04	Ricostruzione della superficie piezometrica (Misure del 20 febbraio 2006)
Tavola 05-A	Ubicazione della sezione litostratigrafica
Tavola 05-B	Sezione litostratigrafica
Tavola 06	Ricostruzione dello spessore dell'acquifero
Tavola 07	Ricostruzione dello spessore dell'acquicludo
Tavola 08	Suoli – Sondaggi dove si è evidenziato il superamento della CSC per l'Arsenico
Tavola 09	Suoli – Sondaggi dove si è evidenziato il superamento della CSC per il Vanadio
Tavola 10	Suoli – Sondaggi dove si è evidenziato il superamento della CSC per gli Idrocarburi leggeri C<12
Tavola 11	Suoli – Sondaggi dove si è evidenziato il superamento della CSC per gli Idrocarburi pesanti C>12
Tavola 12	Suoli – Sondaggi dove si è verificato almeno un superamento delle CSC
Tavola 13	Acque – Piezometri dove si è evidenziato il superamento della CSC per l'Arsenico
Tavola 14	Acque – Piezometri dove si è evidenziato il superamento della CSC per il Manganese
Tavola 15	Acque – Piezometri dove si è evidenziato il superamento della CSC per il Boro
Tavola 16	Acque – Piezometri dove si è evidenziato il superamento della CSC per il Benzene
Tavola 17	Acque – Piezometri dove si è evidenziato il superamento della CSC per il Cloruro di Vinile
Tavola 18	Acque – Piezometri dove si è evidenziato il superamento della CSC per il 1,1-Dicloroetilene
Tavola 19	Acque – Piezometri dove si è evidenziato il superamento della CSC per il Tricloroetilene

- Tavola 20** Acque – Piezometri dove si è evidenziato il superamento della CSC per la Sommatoria Organo Alogenati
- Tavola 21** Acque – Piezometri dove si è evidenziato il superamento della CSC per il 1,2-Dicloroetilene
- Tavola 22** Acque – Piezometri dove si è evidenziato il superamento della CSC per il MTBE
- Tavola 23** Acque – Piezometri dove si è verificato almeno un superamento delle CSC

ALLEGATO 1

prot. A5043881

Sistemi Industriali s.r.l.– Rapporto indagini dirette integrative.

Tot. pagg 95

ALLEGATO 2

prot. A5023870

Arpa Sicilia - DAP Siracusa – Settore Bonifiche
Verbali di sopralluogo e di prelievo campioni

Tot. pagg 50

ALLEGATO 3

prot. A5034149

Rapporto di Prova
CESI

C.le di Priolo - Determinazione di parametri organici su campioni di terreni ed acque sotterranee

Tot. pagg 7

ALLEGATO 4

prot. A5048660

Rapporto di Prova

Enel GEM – Produzione Geotermia Laboratori

Centrale di Priolo Gargallo - Caratterizzazione terreni e acque ai sensi del DM 25 ottobre 1999, n° 471

Tot. pagg 457

ALLEGATO 5

prot. A6010360

Sistemi Industriali srl– Rapporto indagini dirette integrative.

Tot. pagg 341

ALLEGATO 6

prot. A6007468

Arpa Sicilia - DAP Siracusa – Settore Bonifiche
Verbali di sopralluogo e di prelievo campioni

Tot. pagg 67

ALLEGATO 7

prot. A6008347

Rapporto di Prova
CESI

Terreni da sondaggi e acque sotterranee prelevati presso la C.le di Priolo
Determinazione di parametri organici

Tot. pagg 14

ALLEGATO 8

prot. A6017688

Rapporto di Prova

Enel GEM – Produzione Geotermia Laboratori

Centrale di Priolo Gargallo - Caratterizzazione terreni e acque ai sensi del DM 25 ottobre 1999, n° 471

Tot. pagg 1771