

**Cliente** ENEL Produzione – PSV/AAU

**Oggetto** Indagini sulla qualità delle acque di falda presso la Centrale Termoelettrica ENEL di Termini Imerese – Relazione Tecnica delle indagini svolte

**Ordine** E-mail 25-03-03

**Note** Attività 37238 P

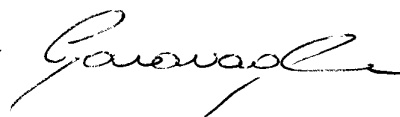
La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

**N. pagine** 12                      **N. pagine fuori testo** 12

**Data** 19/02/2004

**Elaborato** B.U. Ambiente – Territorio

R. Garavaglia



**Verificato** B.U. Ambiente – Territorio

R. Ferraroli



**Approvato** B.U. Ambiente – Territorio

R. Ferraroli

*Indice*

<b>1</b>	<b>RIASSUNTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SITO .....</b>	<b>4</b>
2.1	TIPOLOGIA DEL SITO .....	4
2.2	DESTINAZIONE D'USO PREVISTA DAGLI STRUMENTI URBANISTICI .....	5
2.3	OBIETTIVI DI RECUPERO DELL'AREA IN FUNZIONE DEI RIFERIMENTI NORMATIVI E DELLA DESTINAZIONE D'USO .....	5
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE.....</b>	<b>6</b>
3.1	UBICAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE .....	6
3.2	INSTALLAZIONE DI PIEZOMETRI .....	6
3.3	DEFINIZIONE DELLA SUPERFICIE FREATICA .....	7
3.4	SELEZIONE DEI PARAMETRI DA DETERMINARE .....	8
3.5	PRELIEVO DI CAMPIONI DI ACQUE DI FALDA .....	8
3.6	MISURE IN SITO DI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ACQUA.....	9
3.7	DETERMINAZIONI ANALITICHE .....	10
3.7.1	<i>Metalli</i> .....	10
3.7.2	<i>Idrocarburi Totali</i> .....	10
3.7.3	<i>Composti Policiclici Aromatici (IPA)</i> .....	10
3.7.4	<i>Ammoniaca</i> .....	11
3.7.5	<i>pH, Ossigeno disciolto, Conducibilità elettrica, Potenziale di ossidoriduzione e Temperatura</i> .....	11
<b>4</b>	<b>RISULTATI.....</b>	<b>12</b>

**ELENCO DELLE TAVOLE FUORI TESTO :**

**Tavola 1:** planimetria dell'impianto con ubicazione dei piezometri realizzati (scala 1:5.000).

**Tavola 2:** livello statico della falda, misura del giorno 28/10/2003 (scala 1:5.000).

**Tavola 3:** livello statico della falda, misura del giorno 02/12/2003 (scala 1:5.000).

**ALLEGATO 1** -FRD Prot. A4/005149 Determinazione di alcuni composti organici previsti dal DM 471/99 in campioni di acque sotterranee. (n. di pagg. 4).

**ALLEGATO 2** -FRD Prot. A4/042439 Determinazione di alcuni composti inorganici previsti dal DM 471/99 in campioni di acque sotterranee. (n. di pagg. 4).

**STORIA DELLE REVISIONI**

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	31/12/2003	A3/041972	Prima emissione
1	19/02/2004	A4/005386	Seconda emissione Rev. Allegato 1 – Prot. A4/002682 Sostituito con Prot. A4/005149

**1 RIASSUNTO**

Nella presente relazione vengono descritte alcune attività volte alla descrizione dello stato di qualità e delle acque di falda presso la Centrale di Termini Imerese, con particolare attenzione agli impianti e alle strutture presenti sul sito che potenzialmente potrebbero aver generato inquinamento nelle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

Gli obiettivi principali di queste indagini si possono così riassumere:

- fornire una rappresentazione delle condizioni di fondo (background) del sito;
- definire la qualità dell'acqua sotterranea;
- evidenziare l'eventuale contaminazione dell'acquifero più superficiale in corrispondenza del sito.

Nel periodo dal 7 al 11 aprile 2003, sono stati realizzati alcuni piezometri, in numero totale di 11, per permettere campionamenti delle acque della falda superficiale.

Le attività di campionamento sono state svolte nei giorni 2 e 3 dicembre 2003, sotto la supervisione dei tecnici ARPA Sicilia - DAP Palermo, che hanno provveduto a prelevare alcuni controcampioni di verifica.

Le determinazioni analitiche sono state condotte presso i laboratori CESI; i risultati non hanno mostrato alcun superamento delle Concentrazioni Massime Accettabili, così come specificate dal D.M. 471/99 relativamente alle aree a destinazione d'uso industriale.

## 2 DESCRIZIONE DEL SITO

### 2.1 Tipologia del sito

L'impianto termoelettrico di Termini Imerese è ubicato nel territorio del Comune di Termini Imerese (PA), località Zona Industriale contrada Tonnarella, e sorge lungo la strada consortile Termini Imerese – svincolo autostradale Agglomerato Industriale, a circa 6 km da Termini, su un'area di circa 300.000 m<sup>2</sup> compresa tra la costa e la linea ferroviaria Palermo - Messina.

L'impianto è costituito da sette unità termoelettriche, di diversa potenza, per complessivi 1210 MWe.

Le unità 1, 2 e 3, da 110 MWe di potenza, sono entrate in esercizio nel 1963 e nel 1964, mentre le unità a vapore 41 e 51, della potenza di 320 MW ciascuna, sono entrate in esercizio rispettivamente nel 1979 e nel 1980. A seguito del ripotenziamento delle unità da 320 MWe, nel 1995 e 1996 sono entrate in esercizio le unità turbogas 52 e 42 della potenza di 120 Mwe ciascuna.

Attualmente la prima e la seconda unità (alimentate ad olio combustibile) sono fuori servizio, in arresto concordato con il Gestore della Rete di Trasporto Nazionale (GRTN) dal novembre 1997.

L'unità 3 è alimentata con olio combustibile denso (OCD), le unità 41 e 51 possono essere alimentate sia con olio combustibile sia con gas naturale (GN) e sia con mix di OCD e GN mentre le unità 42 e 52 sono alimentate solo a gas naturale.

L'approvvigionamento dei combustibili è assicurato via mare per l'olio combustibile, con il metanodotto per il gas naturale.

Le navi che trasportano OCD sono scaricate attraverso l'oleodotto che collega il punto di attracco con i serbatoi di stoccaggio. L'oleodotto è abilitato anche per il caricamento delle navi cisterne con prodotto, OCD e gasolio, dai serbatoi di centrale.

Il parco degli oli combustibili è costituito da serbatoi di stoccaggio e da serbatoi di servizio; si compone di n° 7 serbatoi di stoccaggio per una capacità complessiva pari a 285.000 m<sup>3</sup>.

Il gas naturale, che arriva in centrale tramite il metanodotto, è inviato alle unità attraverso le stazioni di riduzione pressione poste vicino al confine con lo stabilimento FIAT.

In centrale, il gasolio è adoperato sia per l'avviamento dei gruppi, in casi di emergenza, sia per la climatizzazione dei locali della mensa e degli spogliatoi.

L'impianto è costituito dalle seguenti strutture principali, identificabili nella Tavola 1:

- parco combustibili di Ponente;
- parco combustibili di Levante;
- opere di presa e restituzione acqua di raffreddamento dal Mare Tirreno e vasche di calme;
- generatori di vapore, sala macchine, elettrofiltri e ciminiera;
- n° 2 sottostazioni di trasformazione;
- impianto di trattamento acque inquinabili da oli;
- impianto trattamento acque acide e alcaline;
- impianto trattamento acque ammoniacali;
- impianto di demineralizzazione;
- edificio servizi, uffici, mensa, portineria e spogliatoi;
- arrivo oleodotto, cabina pompaggio combustibili, cabina schiumogeno ed elettrica;
- vasche raccolta ceneri e fanghi ITAR;
- area di stoccaggio soluzioni ammoniacali.

Nella presente relazione vengono descritte alcune attività volte alla descrizione dello stato di qualità e delle acque di falda presso la Centrale di Termini Imerese, con particolare attenzione agli impianti e alle strutture presenti sul sito che potenzialmente potrebbero aver generato inquinamento nelle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

Gli obiettivi principali di queste indagini si possono così riassumere:

- fornire una rappresentazione delle condizioni di fondo (background) del sito;

- definire la qualità dell'acqua sotterranea;
- evidenziare l'eventuale contaminazione dell'acquifero più superficiale in corrispondenza del sito.

## 2.2 Destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici

L'impianto termoelettrico di Termini Imerese si trova all'interno dell'Agglomerato Industriale omonimo. L'area occupata dall'impianto viene definita come area destinata ad insediamenti industriali.

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

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

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

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

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

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

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

Parametri e CLA (DM 471/99 – Colonna B)	UM	Parametri e CLA (DM 471/99 – Colonna B)	UM
<b>Metalli</b>		Benzo(k)fluorantene	0.05 µg/L
Arsenico	10 µg/L	Benzo(g, h, i,)perilene	0.01 µg/L
Cadmio	5 µg/L	Crisene	5 µg/L
Cromo totale	50 µg/L	Dibenzo(a,h)antracene	0.01 µg/L
Nichel	20 µg/L	Indenopirene	0.1 µg/L
Piombo	10 µg/L	Pirene	50 µg/L
Rame	1000 µg/L	<i>Sommatoria policiclici aromatici</i>	<i>0.1 µg/L</i>
Zinco	3000 µg/L	<i>(31,32,33, 36)</i>	
<b>Policiclici Aromatici</b>		<b>Altre Sostanze</b>	
Benzo(a)antracene	0.1 µg/L	Idrocarburi <sup>(1)</sup>	350 µg/L
Benzo(a)pirene	0.01 µg/L		
Benzo(b)fluorantene	0.1 µg/L		

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

(1) espressi come n-esano

### 3 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE

Le attività di cantiere per l'installazione dei piezometri sono state eseguite nel periodo dal 7 al 11 aprile 2003, e sono state supervisionate in campo direttamente da CESI - B.U. Ambiente.

Sono stati realizzati n° 11 piezometri nella falda superficiale, allo scopo di consentire:

- la misurazione della soggiacenza della falda;
- il prelievo di campioni di acqua di falda.

I piezometri hanno profondità di circa 7 metri; questa profondità viene ritenuta significativa, sulla base delle conoscenze che si hanno circa la stratigrafia del sito e la soggiacenza della falda superficiale.

Le attività di campionamento sono state svolte nei giorni 2 e 3 dicembre 2003, sotto la supervisione dei tecnici ARPA Sicilia - DAP Palermo, che hanno provveduto a prelevare alcuni controcampioni di verifica.

Le determinazioni analitiche sono state condotte presso i laboratori CESI.

#### 3.1 Ubicazione dei punti di indagine

L'ubicazione dei sondaggi risponde all'esigenza di indagare quelle aree potenzialmente soggette a inquinamento in funzione delle opere e delle infrastrutture presenti attualmente e/o in passato. In relazione a questo, sono stati realizzati:

- un piezometro nell'area dell'impianto ITAR (identificato con la sigla S7);
- quattro piezometri lungo il perimetro del Parco Nafta Ponente, l'adiacente impianto DO e i serbatoi di gasolio (S1, S2, S3, S5);
- quattro piezometri lungo il perimetro del Parco Nafta Levante (S8, S9, S10, S13);
- un piezometro nei pressi dell'impianto ITAA (S11);
- un piezometro nel quadrante di Sud-Est dell'area di impianto, allo scopo di integrare la maglia di indagine per la definizione del livello piezometrico e la valutazione dei livelli di fondo (S12).

Inoltre, erano stati previsti altri due piezometri (identificati come S4 ed S6), la cui realizzazione è stata resa impossibile dalla estesa presenza di sottoservizi nell'area significativa per le indagini.

La localizzazione dei piezometri è riportata nella planimetria di Tavola 1.

#### 3.2 Installazione di piezometri

Per l'installazione dei piezometri è stata impiegata la tecnica Geoprobe, una macchina idraulica con sistema di avanzamento a percussione (direct-push).

La realizzazione dei piezometri è stata ottenuta mediante l'infissione, per percussione, di una tubazione di rivestimento in acciaio, dotata di punta di avanzamento a perdere in acciaio inossidabile, fino alla profondità prevista. La tubazione dei piezometri è stata quindi inserita all'interno del rivestimento; quest'ultimo è stato quindi gradualmente ritirato, per lasciare in posto la tubazione del piezometro.

La tubazione dei piezometri ha un diametro interno di 2" ed è stata finestrata, mediante microfessurazioni, da - 1.5 metri da p.c. fino a fondo foro, tranne alcuni casi particolari.

La tubazione è realizzata in materiale plastico inerte dal punto di vista chimico (PVC) ed è stata alloggiata in un pozzetto coperto da chiusino carrabile; i piezometri S8, S9 e S12 sono stati alloggiati in un pozzetto di protezione in metallo, con chiusura tramite lucchetto.

La quota relativa alla bocca tubo di ciascun piezometro è stata determinata mediante apposito rilievo plano-altimetrico. La quota, espressa in metri sul livello del mare, è stata riferita al capisaldo di riferimento presente nell'area di impianto, fatta pari a 3,615 mslm..

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

piezometro	profondità da p.c. (m)	intervallo di finestratura (m)	quota di bocca tubo (m slm)
S1	-7.5	1.5 - 7.5	3,16
S2	-7.5	1.5 - 7.5	3,19
S3	-7.5	1.5 - 7.5	3,15
S5	-7.5	1.5 - 7.5	3,15
S7	-6.0	1.5 - 6.0	3,10
S8	-7.0	0 - 7.5	2,88
S9	-7.0	0 - 7.5	2,95
S10	-7.2	1.5 - 7.2	2,47
S11	-7.5	1.5 - 7.5	2,64
S12	-7.0	1.5 - 7.0	3,45
S13	-7.5	1.5 - 7.5	2,28

*Tabella 2: caratteristiche dei piezometri installati*

### 3.3 Definizione della superficie freatica

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

Il livello statico dell'acqua all'interno di tutti i piezometri è stato misurato er mezzo di un freatimetro, nell'arco della stessa giornata, in due occasioni separate: il giorno 28/10/03 e il giorno 02/12/03.

Tutte le misure sono state 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.

piezometro	quota di bocca pozzo (m.s.l.m.)	soggiacenza il 28/10 (m da b.p.)	elevazione tavola d'acqua 28/10 (m.s.l.m.)	soggiacenza il 02/12 (m da b.p.)	elevazione tavola d'acqua 02/12 (m.s.l.m.)
S1	3,16	-2,60	0,56	-2,63	0,53
S2	3,19	-2,60	0,59	-2,83	0,36
S3	3,15	-2,54	0,61	-2,54	0,61
S5	3,15	-2,52	0,63	-2,47	0,68
S7	3,10	-2,46	0,64	-2,41	0,69
S8	2,88	-2,30	0,58	-2,34	0,54
S9	2,95	-2,38	0,57	-2,49	0,46
S10	2,47	-1,62	0,85	-1,65	0,82
S11	2,64	-1,51	1,13	-1,49	1,15
S12	3,45	-2,04	1,41	-2,00	1,45
S13	2,28	-1,42	0,86	-1,41	0,87
S103	5,69	-5,07	0,62	-5,11	0,58

*Tabella 3: misure di soggiacenza della falda*

Sulla base delle misure effettuate, è stata eseguita una ricostruzione del livello statico della falda; per tale ricostruzione è stato impiegato un programma di calcolo geostatistico basato sul metodo di Kriging.

Le Tavole II e III illustrano il risultato dell'interpolazione dell'andamento del livello statico della falda semiconfinata.

### 3.4 Selezione dei parametri da determinare

I campioni di acqua sono stati prelevati con l'intento di condurre le determinazioni quantitative dei seguenti parametri:

- pH;
- Conducibilità Elettrica;
- Potenziale di Ossidoriduzione;
- Ossigeno Disciolto;
- Temperatura;
- Metalli (Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio, Zinco);
- Idrocarburi Totali (suddivisi in <C12, compresi tra C12 e C25 e > C25);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici;
- Ammoniaca.

### 3.5 Prelievo di campioni di acque di falda

Prima del prelievo di acqua sotterranea, i piezometri sono stati adeguatamente spurgati mediante una pompa centrifuga sommersa, avendo cura di rimuovere un volume di acqua pari almeno ad almeno 4-6 volte il volume del piezometro.

A seguito di precisa richiesta da parte di ARPA Sicilia – DAP Palermo, si è proceduto allo spurgo di tutti i piezometri nella giornata del 02/12/2003, in modo da poter eseguire il campionamento di tutti i piezometri nella sola giornata del 03/12/2003.

Tutte le attività di prelievo sono state supervisionate in sito da tecnici di ARPA Sicilia – DAP Palermo, che hanno provveduto a prelevare campioni di riscontro per le controanalisi di verifica.

Per l'esecuzione dei prelievi, si è optato per il prelievo statico, mediante dispositivi di prelievo (bailer) monouso e corde di manovra monouso, costituite da cavo in Nylon monofilo..

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

<b>Piezometro</b>	<b>Data prelievo</b>	<b>Ora</b>
<b>S1</b>	03/12/2003	16.20
<b>S2</b>	03/12/2003	17.10
<b>S3</b>	03/12/2003	16.50
<b>S5</b>	03/12/2003	15.50
<b>S7</b>	03/12/2003	13.30
<b>S8</b>	03/12/2003	12.40
<b>S9</b>	03/12/2003	12.10
<b>S10</b>	03/12/2003	11.30
<b>S11</b>	03/12/2003	11.00
<b>S12</b>	03/12/2003	10.40
<b>S13</b>	03/12/2003	13.00

*Tabella 4: data di prelievo dei campioni di acque*



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

Ogni campione prelevato è stato suddiviso nelle seguenti aliquote:

sigla aliquota	parametri	Trattamento	contenitore	conservazione
A	Metalli (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn)	decantazione per 2 ore	bottiglia in HDPE da 100 ml	4°C
D	Ammoniaca	nessuno	bottiglia in HDPE da 250 ml	-20°C
F	Idrocarburi C<12	HCl 1:1 500 µl	3 fiale in vetro da 40 ml con sottotappo in Teflon sigillate senza bolle d'aria all'interno	4°C mantenere le fiale capovolte
L	Idrocarburi C>12	HCl 1:1 5 ml/l	bottiglia in vetro scuro da 1 l. con sottotappo in Teflon	4°C
O	Idrocarburi Policiclici Aromatici	nessuno	bottiglia in vetro scuro da 1 l. con sottotappo in Teflon	4°C

*Tabella 5: suddivisione in aliquote dei campioni e trattamenti di conservazione*

Le aliquote ottenute sono state immediatamente poste in refrigeratore alla temperatura di 4°C (o di -20°C) e così mantenute durante tutto il periodo di trasporto e conservazione, fino al momento dell'analisi di laboratorio.

Il prelievo degli incrementi di acque sotterranee e ogni altra operazione ausiliaria (filtrazione, aggiunta di reattivi, conservazione, ecc.) verranno 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.

### 3.6 Misure in sito di parametri di qualità dell'acqua

Al momento del prelievo, i campioni di acqua sono stati sottoposti a misura dei principali parametri di qualità (pH, Conducibilità Elettrica, ossigeno Disciolto, Potenziale di Ossidoriduzione, Temperatura). Le misurazioni sono state effettuate direttamente in campo, utilizzando tecniche elettrometriche, mediante misura effettuata su di un'aliquota del campione, eseguita al momento di inizio del prelievo.

I risultati delle misure eseguite sono riportati nella Tabella seguente.

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

Piezometro	pH	Cond. Elettr. a 25°C μS/cm	Ossigeno Disciolto mg/l	Pot. Redox mV	Temperatura °C
S1	6.83	4050	1.11	176	22.7
S2	7.28	3940	0.95	142	23.9
S3	7.11	2240	1.12	102	21.3
S5	6.94	1324	1.15	288	24.2
S7	7.21	6230	1.61	333	23.5
S8	7.31	2840	1.04	267	26.4
S9	7.11	2930	1.26	119	23.0
S10	7.30	1344	4.32	436	21.5
S11	7.14	3440	1.25	366	22.1
S12	7.39	670	1.55	406	21.5
S13	7.43	1600	1.34	349	24.3

*Tabella 6: principali parametri di qualità misurati in sito.*

### 3.7 Determinazioni analitiche

#### 3.7.1 Metalli

*Elementi di interesse:*

As, Cd, Cr totale, Cu, Ni, Pb, V, Zn;

*Sintesi del metodo analitico:*

I metalli vengono analizzati direttamente nei campioni acidificati utilizzando uno strumento per spettrometria al plasma con rivelatore di massa (ICP-MS). Solo As e Se a livelli molto bassi di concentrazione vengono analizzati mediante assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica dotato di correzione del fondo per effetto Zeeman.

Nel caso di acque moto saline si procede ad una separazione della matrice mediante resina scambiatrice.

#### 3.7.2 Idrocarburi Totali

*Composti di interesse*

- Idrocarburi <C<sub>12</sub>
- Idrocarburi compresi tra C<sub>12</sub> e C<sub>25</sub>
- Idrocarburi > C<sub>25</sub>

*Sintesi del metodo analitico*

- Idrocarburi <C<sub>12</sub> : estrazione mediante tecnica di purge-and-trap, in accordo con metodo EPA-SW 846 n° 5030 e analisi mediante gascromatografia ad alta risoluzione con rivelatore FID (metodo EPA-SW 846 n° 8015);
- Idrocarburi >C<sub>12</sub> : estrazione liquido-liquido con solvente (metodo EPA-SW 846 n° 3510), purificazione dei campioni su colonna di gel di silice (metodo EPA-SW 846 n° 3630) analisi mediante gascromatografia ad alta risoluzione con rivelatore FID (metodo EPA-SW 846 n° 8015).

#### 3.7.3 Composti Policiclici Aromatici (IPA)

*Composti di interesse*

- Benzo(a)antracene
- Benzo(a)pirene
- Benzo(b)fluorantene
- Benzo(k)fluorantene

- Benzo(g,h,i)perilene
- Crisene
- Dibenzo(a)pirene<sup>1</sup>
- Dibenzo(a,h)antracene
- Indeno(1,2,3-c,d)pirene
- Pirene

#### *Sintesi del metodo analitico*

estrazione liquido-liquido con solvente (metodo EPA-SW 846 n° 3510), purificazione dei campioni su colonna di gel di silice (metodo EPA-SW 846 n° 3630) ed analisi mediante gascromatografia ad alta risoluzione accoppiata a spettrometria di massa (HRGC/MS), in accordo con il metodo EPA-SW 846 n° 8270, adattato per la determinazione degli IPA pesanti più tossici.

#### **3.7.4 Ammoniaca**

##### *Sintesi del metodo analitico*

Metodo colorimetrico automatico al salicilato/nitroprussiato, secondo la procedura interna CESI A0/027610 (2000), con determinazione spettrofotometrica mediante Flow Injection Analysis.

#### **3.7.5 pH, Ossigeno disciolto, Conducibilità elettrica, Potenziale di ossidoriduzione e Temperatura**

##### *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.

---

<sup>1</sup> La dizione dibenzo(a)pirene non è corretta chimicamente. In realtà si tratta di quattro composti: dibenzo(a,h)pirene; dibenzo(a,i)pirene; dibenzo(a,l)pirene; dibenzo(a,e)pirene

#### **4 RISULTATI**

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sui campioni di acque sotterranee sono riportati nel Rapporto di Prova dell'Allegato 1 a confronto con i limiti di riferimento previsti dal D.M. 471/99 per le acque sotterranee.

Non è stato riscontrato alcun superamento dei limiti normativi per i parametri indagati.

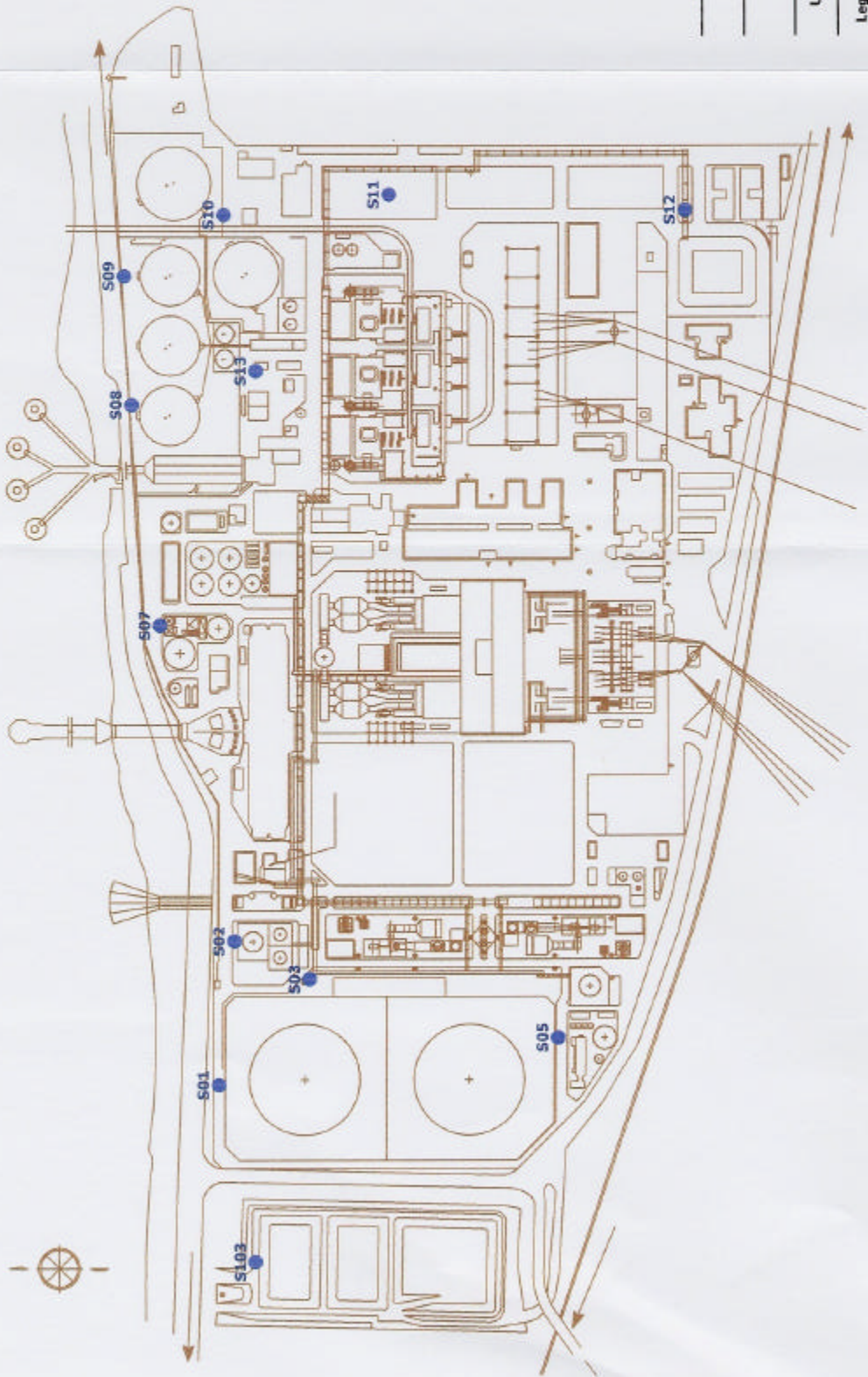
---

## **ELENCO DELLE TAVOLE FUORI TESTO**

**Tavola 1:** planimetria dell'impianto con ubicazione dei piezometri realizzati (scala 1:5.000).

**Tavola 2:** livello statico della falda, misura del giorno 28/10/2003 (scala 1:5.000).

**Tavola 3:** livello statico della falda, misura del giorno 02/12/2003 (scala 1:5.000).



**CESI**

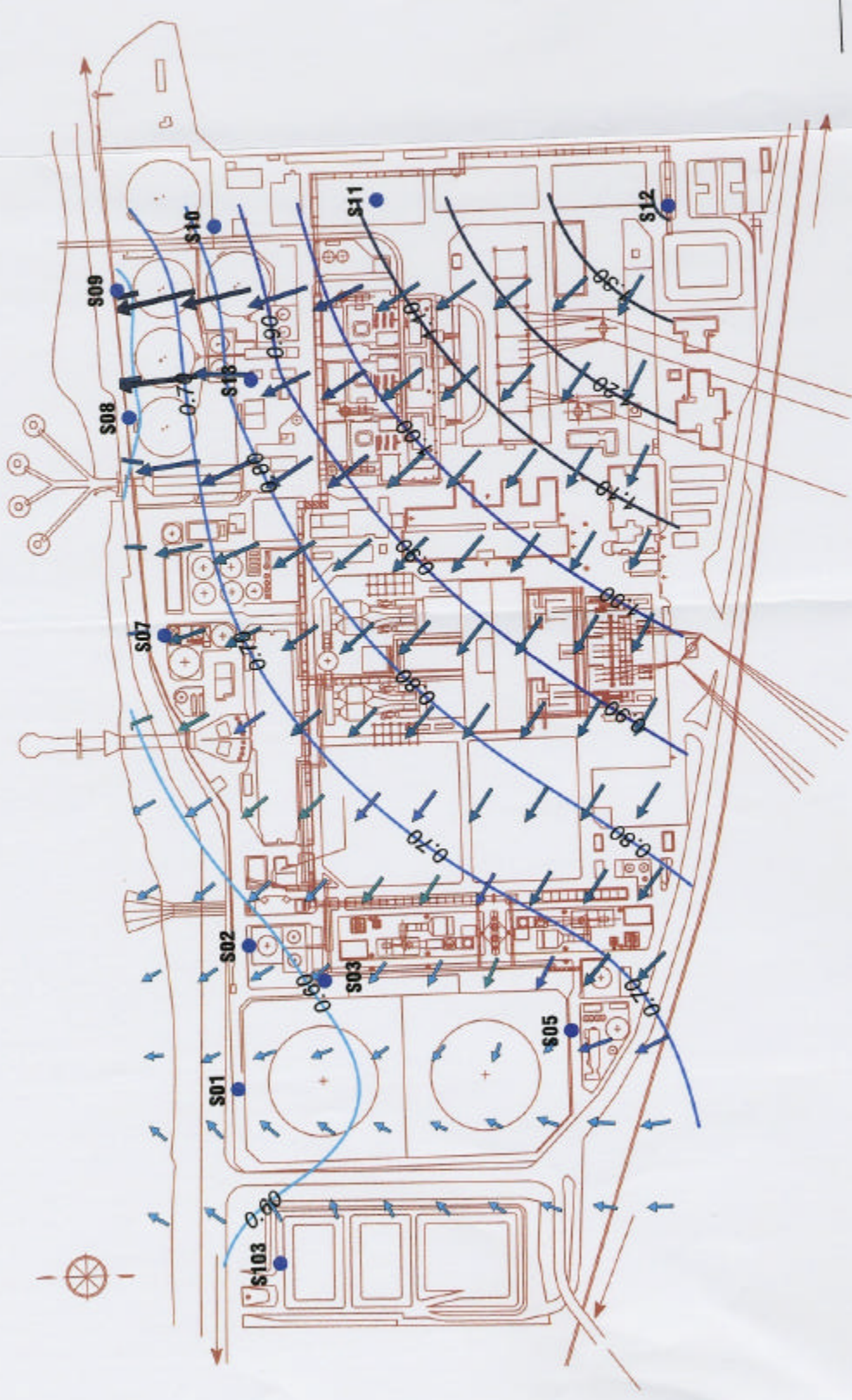
Enel Produzione  
C.le Termini Imerese

Ubicazione dei punti di indagine

**Legenda**

● Sondaggio attrezzato a piezometro





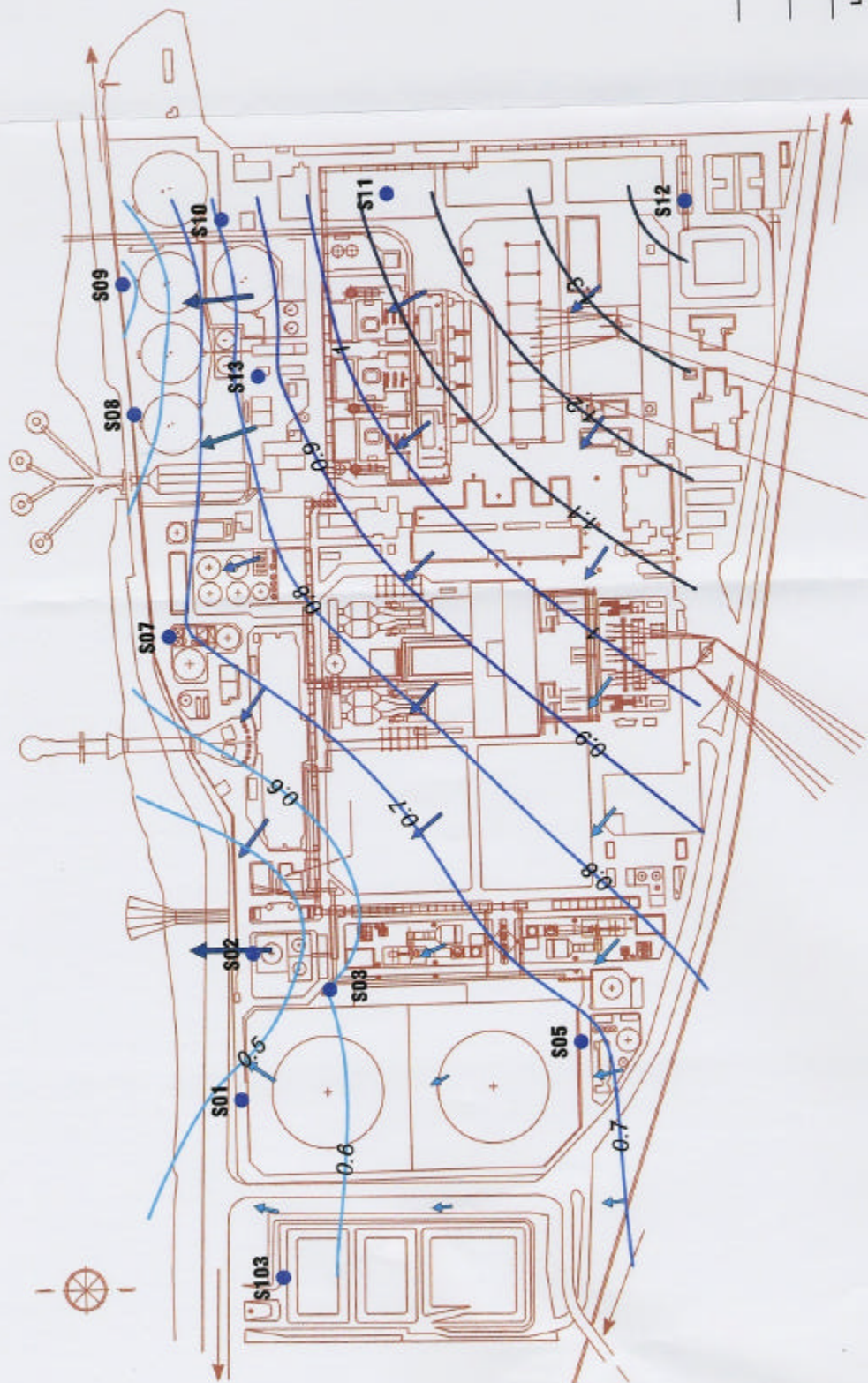
# CESI

Enel Produzione  
Cte Termini Imerese

Piezometria (28 ott 2003)

## Legenda

- Sondaggio attrezzato a piezometro
- Livello piezometrico [m slm]



# CESI

Enel Produzione  
Cta Termini Imerese

Piezometria (02 dic 2003)

## Legenda

● Sondaggio attrezzato a piezometro

— Livello piezometrico (m s.l.m.)



**Cliente** ENEL PRODUZIONE - PSV/AAU

**Cliente interno** BU AMB - Territorio

**Attività ACH** 37239A

**Oggetto** Determinazione di alcuni composti organici previsti dal DM 471/99 in campioni di acque sotterranee

**Data Compilazione** 28 gennaio 2004

**Verificato** BU - AMBIENTE - ANALISI CHIMICHE *M. Maspero*  
*A. Lucchi*

**Personale di prova** *Arpini M., Cogliati N., Tulli F., Chiarini R., Medici R., Moretti A., Roberti S.*

**Descrizione campioni** Acque sotterranee

**Ricevimento campioni** 9 dicembre 2003

**Inizio prove** 9 dicembre 2003

**Fine prove** 22 gennaio 2004

**Risultati** Da pag. 2

**Documentazione analitica** La documentazione analitica è conservata nella cartella 101 CAO 03 presso il laboratorio ACH della sede di Piacenza, Via N. Bixio 39

**Procedure analitiche di riferimento (adattamento CESI)**

Aromatici Policiclici	EPA 3510 (estraz. liquido/liquido) e EPA 8270 (analisi GC/MS)
Idrocarburi C<12	EPA 5030 (Purge&Trap) accoppiato a EPA 8015 (GC/FID)
Idrocarburi 12<C<25	EPA 3510 (estraz. liquido/liquido) e EPA 8015 (GC/FID)
Idrocarburi C>25	

**Informazioni aggiuntive** C.le di Termini Imerese  
**Attività TER** 37238P



Campione	S1	S2	S3	S5	S7
Sigla CESI	7738	7739	7740	7741	7742
	D.M. 471/99				

## Aromatici Policiclici

29	Benzo(a)antracene	[µg/L]	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
30	Benzo(a)pirene	[µg/L]	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
31	Benzo(b)fluorantene	[µg/L]	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
32	Benzo(k)fluorantene	[µg/L]	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
33	Benzo(g, h, i)perilene	[µg/L]	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
34	Crisene	[µg/L]	5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
35	Dibenzo(a,h)antracene	[µg/L]	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
36	Indenopirene	[µg/L]	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
37	Pirene	[µg/L]	50	< 0,005	0,035	0,009	< 0,005	< 0,005
38	Sommatoria policiclici aromatici (31,32,33, 36) <sup>(1)</sup>	[µg/L]	0,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

## Altre sostanze non previste dal DM 471/99

## Idrocarburi

	Idrocarburi C< 12	[µg/L]	350 <sup>(2)</sup>	< 10	65	205	< 10	< 10
	Idrocarburi 12<C<25	[µg/L]		< 10	31	76	< 10	< 10
	Idrocarburi C>25	[µg/L]		< 10	24	29	< 10	< 10



(1) - Solo dei composti superiori al limite di rilevabilità (LDR). Non determinabile (n.d.) se tutti i composti sono inferiori a LDR.

(2) - Il limite normativo si riferisce a quello del n-esano

Campione	S8	S9	S10	S11	S12
Sigla CESI	7743	7744	7745	7746	7747

D.M.  
471/99

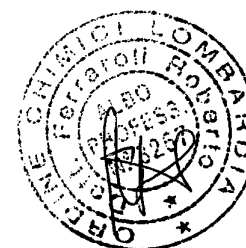
## Aromatici Policiclici

29	Benzo(a)antracene	[µg/L]	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
30	Benzo(a)pirene	[µg/L]	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
31	Benzo(b)fluorantene	[µg/L]	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
32	Benzo(k)fluorantene	[µg/L]	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
33	Benzo(g, h, i)perilene	[µg/L]	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
34	Crisene	[µg/L]	5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
35	Dibenzo(a,h)antracene	[µg/L]	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
36	Indenopirene	[µg/L]	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
37	Pirene	[µg/L]	50	< 0,005	0,021	< 0,005	< 0,005	< 0,005
38	Sommatoria policiclici aromatici (31,32,33, 36) <sup>(1)</sup>	[µg/L]	0,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

## Altre sostanze non previste dal DM 471/99

## Idrocarburi

Idrocarburi C<12	[µg/L]		< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Idrocarburi 12<C<25	[µg/L]	350 <sup>(2)</sup>	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Idrocarburi C>25	[µg/L]		< 10	< 10	< 10	< 10	< 10



(1) - Solo dei composti superiori al limite di rilevabilità (LDR). Non determinabile (n.d.) se tutti i composti sono inferiori a LDR.

(2) - Il limite normativo si riferisce a quello del n-esano

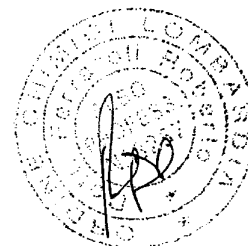
<b>Campione</b>	<b>S13</b>
Sigla CESI	7748
	D.M. 471/99

**Aromatici Policiclici**

29	Benzo(a)antracene	[µg/L]	0,1	< 0,005
30	Benzo(a)pirene	[µg/L]	0,01	< 0,005
31	Benzo(b)fluorantene	[µg/L]	0,1	< 0,005
32	Benzo(k)fluorantene	[µg/L]	0,05	< 0,005
33	Benzo(g, h, i)perilene	[µg/L]	0,01	< 0,005
34	Crisene	[µg/L]	5	< 0,005
35	Dibenzo(a,h)antracene	[µg/L]	0,01	< 0,005
36	Indenopirene	[µg/L]	0,1	< 0,005
37	Pirene	[µg/L]	50	< 0,005
38	Sommatoria policiclici aromatici (31,32,33, 36) <sup>(1)</sup>	[µg/L]	0,1	n.d.

**Altre sostanze non previste dal DM 471/99****Idrocarburi**

Idrocarburi C<12	[µg/L]		< 10
Idrocarburi 12<C<25	[µg/L]	350 <sup>(2)</sup>	< 10
Idrocarburi C>25	[µg/L]		< 10



(1) - Solo dei composti superiori al limite di rilevabilità (LDR). Non determinabile (n.d.) se tutti i composti sono inferiori a LDR.

(2) - Il limite normativo si riferisce a quello del n-esano

**Cliente** ENEL PRODUZIONE S.p.A.

**Cliente interno** BU AMB - Territorio

**Attività ACH** 37239A

**Oggetto** Determinazione di alcuni composti inorganici previsti dal DM 471/99 in campioni di acque sotterranee

**Data Compilazione** 12 dicembre 2003

**Verificato** BU - AMBIENTE - ANALISI CHIMICHE *M. Achilli*

**Personale di prova** TerniC., Achilli M.

**Descrizione campioni** Acqua sotterranea

**Ricevimento campioni** 9 dicembre 2003

**Inizio prove** 9 dicembre 2003

**Fine prove** 11 dicembre 2003

**Risultati** v. pag. 2

**Documentazione analitica** La documentazione analitica è conservata nella cartella 141CAI03

**Procedure analitiche di riferimento (adattamento CESI)**

Ammoniaca	ISO 7150
Metalli	ASTM D 5673-02

*Informazioni aggiuntive*

**Attività TER** 37238P  
 Termini Imerese



Campione			S1	S2	S3	S5	S7	
Sigla CESI			7738	7739	7740	7741	7742	
			7738/1	7739/1	7740/1	7741/1	7742/1	
			D.M. 471/00					
Metalli			[µg/L]					
4	Arsenico	[µg/L]	10	0,7	5,4	1,1	0,8	1,0
6	Cadmio	[µg/L]	5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
8	Cromo totale	[µg/L]	50	1,9	1,9	2,6	2,3	1,9
12	Nichel	[µg/L]	20	3,6	1,3	3,1	2,5	3,2
13	Piombo	[µg/L]	10	3,3	1,3	0,4	0,4	1,3
14	Rame	[µg/L]	1000	<0.1	<0.1	<0.1	0,1	0,2
	Vanadio	[µg/L]	--	2,9	3,3	2,0	1,5	7,2
18	Zinco	[µg/L]	3000	<0.1	<0.1	<0.1	0,5	<0.1
Inquinanti Inorganici								
	Ammoniaca	[mg/L]		2,6	1,4	1,7	1,2	2,3



Campione			S8	S9	S10	S11	
Sigla CESI			7743	7744	7745	7746	
			7743/1	7744/1	7745/1	7746/1	
			D.M. 471/00				
<b>Metalli</b>		[µg/L]					
4	Arsenico	[µg/L]	10	1,4	1,4	<0.2	0,6
6	Cadmio	[µg/L]	5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
8	Cromo totale	[µg/L]	50	1,5	1,2	1,6	1,7
12	Nichel	[µg/L]	20	1	4,0	2,9	2,0
13	Piombo	[µg/L]	10	0,3	0,3	0,30	0,20
14	Rame	[µg/L]	1000	0,1	<0.1	0,2	0,1
	Vanadio	[µg/L]	--	2,6	1,2	3,2	3,3
18	Zinco	[µg/L]	3000	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
<b>Inquinanti Inorganici</b>							
	Ammoniaca	[mg/L]		0,84	2,4	2	1,2



Campione			S12	S13
Sigla CESI			7747	7748
			7747/1	7748/1
			D.M. 471/00	
Metalli		[µg/L]		
4	Arsenico	[µg/L] 10	0,3	0,7
6	Cadmio	[µg/L] 5	<0.1	<0.1
8	Cromo totale	[µg/L] 50	1,7	1,1
12	Nichel	[µg/L] 20	0,9	1,1
13	Piombo	[µg/L] 10	<0.1	<0.1
14	Rame	[µg/L] 1000	0,1	<0.1
	Vanadio	[µg/L] --	2,2	2,4
18	Zinco	[µg/L] 3000	<0.1	<0.1
Inquinanti Inorganici				
	Ammoniaca	[mg/L]	0,33	0,36

