



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

Divisione Generazione ed Energy Management  
Unità di Business di Porto Empedocle

## DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

# CENTRALE DI PORTO EMPEDOCLE

## AMBIENTALIZZAZIONE CENTRALE MEDIANTE INSTALLAZIONE NUOVA TURBINA A GAS

### ALLEGATO D7

Identificazione e quantificazione degli effetti delle emissioni in acqua  
e confronto con SQA per la proposta impiantistica per la quale si  
richiede l'Autorizzazione



Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle  
D7  
A.I.A. - - Ambientalizzazione - TG



Relativamente agli scarichi idrici riferiti alle acque per il raffreddamento del PE1, verrà garantito il limite di temperatura dei 35°C allo scarico con misure in continuo nel punto assunto per i controlli, come imposto dal Decreto A.I.A. exDSA-DEC-2009-0001913 del 28/12/2009 nel rispetto del D.lgs. 152/2006 e s.m.i.. Inoltre, l'incremento termico sull'arco a 1000 m dal punto di scarico, non sarà superiore a 3°C rispetto ad un punto indisturbato come prescritto dal Decreto A.I.A. succitato. Le acque reflue saranno trattate in maniera adeguata dalle strutture d'impianto secondo le Procedure interne dell'impianto.

Nella fase di esercizio non verranno modificati gli attuali punti di scarico, inoltre rispetto alla configurazione ad olio combustibile denso i contributi saranno notevolmente ridotti grazie alla nuova configurazione del Progetto proposto.

Si allegano i Rapporti semestrali effettuati per il delta T a 1000m per gli anni 2011-2012-2013.



Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle  
D7  
A.I.A. - - Ambientalizzazione - TG





**Chimica**  
**Applicata**  
**Depurazione**  
**Acque s.n.c.**  
di Filippo Giglio & C.

- Autorizzazione Ministero Politiche Agricole e Forestali per analisi nel Settore Oleicolo D.M 4-11-2008
- Autorizzazione Ministero Politiche Agricole e Forestali per analisi nel Settore Vitivinicolo D.M. 14-01-2009
- Iscrizione nell'elenco Regionale n°01/LAB, dei Laboratori abilitati ad eseguire le attività di analisi nell'ambito dell'Autocontrollo Alimentare, di cui al D.A. n°478/2007
- Inserimento tra i "Tecnici Competenti" di cui al punto 7 art. n° 2 della Legge Quadro sull'inquinamento acustico per la redazione dei "Piani di Risanamento Acustico"
- Inserimento tra i laboratori atti al rilievo dei materiali e/o polveri contenenti amianto di cui al D.M. 07/07/1997
- Laboratorio Accreditato SINAL n° 0439 (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)

**MATRICI OGGETTO DELLE PROVE**

- \* Acque primarie e reflue
- \* Rifiuti solidi e liquidi
- \* Suoli Contaminati
- \* Emissioni gassose convogliate e diffuse
- \* Emissioni rumorose
- \* Alimenti

**PROGETTAZIONE - GESTIONE**

- \* Impianti trattamento reflui civili ed industriali
- \* Impianti di potabilizzazione
- \* Impianti abbattimento fumi
- \* Impianti trattamento rifiuti solidi e liquidi
- \* Studi di risanamento ambientale

**“ENEL Produzione S.p.A.”**  
**Centrale Porto Empedocle**  
**Via Gioeni,63**  
**Porto Empedocle (AG)**

**Oggetto: valutazione dell'incremento termico nel tratto di acqua di mare prospiciente lo scarico SF1 della Centrale ENEL di Porto Empedocle (AG).**

In data 05/07/2011, a partire dalle ore 8.00 e fino alle ore 12:00, personale C.A.D.A. snc ha effettuato una campagna di misure di parametri fisici delle acque di mare nel tratto prospiciente lo scarico SF1 della centrale ENEL di Porto Empedocle. Le misurazioni sono state condotte nel rispetto delle indicazioni previste dall'Appendice al metodo APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003 e mediante l'utilizzo di sonda multi parametrica modello Acteon 3000 precedentemente tarata con soluzioni standard preparate in laboratorio. Durante tutte le fasi di misurazione, l'unità di produzione 1 era in servizio con carico tra 36 e 43 MW lordi.



Sonda Multiparametrica Ponsel - Acteon 3000

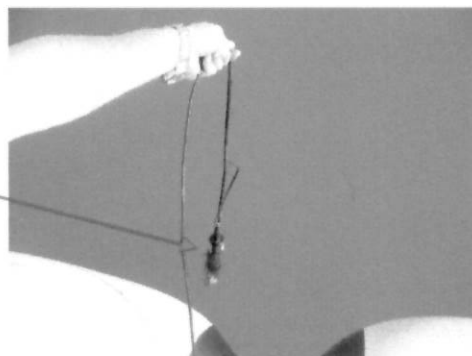
Tutte le misurazioni sono state effettuate ad una profondità di circa 0,10 m dalla superficie

Data logger sonda multiparametrica





Fase di misura



I punti di misura sono stati determinati nel rispetto delle indicazioni della già citata appendice al metodo APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003 e sono riportati nella planimetria allegata al presente elaborato. Per ciascuno dei punti sono state rilevate le coppie di coordinate nel sistema di coordinate metrico Italia-Gauss Boaga- *fuso EST*- ItalGeo 90- Roma 1940. I dati rilevati sono riportati nella tabella1.

Tabella 1. Riepilogo dei rilevamenti di temperatura e pH effettuati in data 05/07/2011

ID Punto	Est (m)	Nord (m)	pH	Temperatura °C
1	2387888,430	4128071,390	8.27	19.87
2	2387862,210	4127989,820	8.25	19.56
3	2387841,818	4127905,334	8.24	19.42
4	2387833,080	4127823,760	8.26	19.38
5	2387833,080	4127733,450	8.26	19.35
6	2387827,252	4127643,131	8.25	19.25
7	2387838,905	4127555,731	8.25	19.26
8	2387862,212	4127468,330	8.25	19.07
9	2387891,345	4127386,756	8.26	18.96
10	2387926,306	4127305,182	8.26	18.87
11	2387964,179	4127223,608	8.24	18.91
12	2388010,793	4127159,514	8.25	19.07
13	2388063,234	4127086,680	8.25	19.09
14	2388121,501	4127025,499	8.26	19.15
15	2388188,508	4126964,319	8.26	19.33
16	2388258,429	4126908,965	8.24	19.29
17	2388331,263	4126865,264	8.24	19.67
18	2388409,923	4126824,477	8.24	19.18
19	2388485,671	4126795,344	8.24	19.36
20	2388573,072	4126769,124	8.24	19.26
21	2388654,646	4126748,730	8.24	19.58
22	2388742,046	4126745,817	8.24	19.46
23	2388829,447	4126737,077	8.26	19.60





(...segue) ID Punto	Est (m)	Nord (m)	pH	Temperatura °C
24	2388922,675	4126737,077	8.24	19.93
25	2389001,335	4126751,643	8.25	19.56
26	2389088,736	4126774,950	8.26	19.47
27	2389173,224	4126795,344	8.25	19.70
1A	2387406,880	4128208,334	8.25	20.15
14A	2387692,996	4126761,391	8.25	20.25
27A	2389442,920	4126312,365	8.26	20.85

È stato calcolato il valore di temperatura media nei tre punti esterni all'arco di possibile influenza dello scarico 1A, 14A e 27A ed è risultata pari a 20,42 °C.

Al fine di rendere più significativa l'indagine si è deciso di assumere come temperatura di riferimento ( $T_R$ ) la media delle temperature ( $T_m$ ) espressa come valore medio di tre misure, dei tre punti più freddi registrati in tutto l'arco di circonferenza, aumentata del doppio della deviazione standard relativa ai tre punti.

$$T_R = T_m + 2s$$

$$s = \sqrt{\frac{(T_1 - T_m)^2 + (T_2 - T_m)^2 + (T_3 - T_m)^2}{2}}$$

dove

$T_R$	temperatura di riferimento
$s$	deviazione standard
$T_m$	temperatura media dei tre punti più freddi dell'arco
$T_1, T_2, T_3$	temperature superficiali (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua) dei tre punti più freddi all'arco

$$\Delta T_j = (T_j - 2s_1) - T_R$$

Dal calcolo è emerso che la temperatura di riferimento ( $T_R$ ) è pari a 19,003 °C, nella tabella seguente sono riportati i valori di  $\Delta T_j$  determinati per ciascun punto di monitoraggio:

ID Punto	$\Delta T_j$ (°C)
1	+0.33
2	+0.02
3	-0.12
4	-0.16
5	-0.19
6	-0.29



ID Punto	$\Delta T_i$ (°C)
7	-0.28
8	-0.47
9	-0.58
10	-0.67
11	-0.63
12	-0.47
13	-0.45
14	-0.39
15	-0.21
16	-0.25
17	+0.13
18	-0.36
19	-0.18
20	-0.28
21	+0.04
22	-0.08
23	+0.06
24	+0.39
25	+0.02
26	-0.07
27	+0.16

L'incremento massimo a 1000m dal punto di scarico rilevato in questa campagna di monitoraggio è risultato pari +0.39 °C, nella fattispecie, in corrispondenza del punto di misura 24.  
In conclusione per tutti i punti di misura, quindi, è stato rispettato il limite massimo di +3°C rispetto alla temperatura di riferimento ( $T_R$ ), come previsto dalla normativa vigente.

**Menfi, li 19/10/2011**

**Il Coordinatore**  
**Sezione di Monitoraggi Ambientali**  
**C.A.D.A. snc**  
*Dott. Filippo Gandolfo*



## DESIGN FEATURES

### ACTEON 3000 TERMINAL

- > Data storage 32,768 measurements each comprising 6 measurements (Standard version 1 MB)
- > Power 4 standard alkaline batteries (AA/RS)
- > Capacity 2000 hours
- > Communication protocol SDI 12/RS 232
- > Dimensions 145 mm / 245 mm / 110 mm
- > Output Public output
- > Weight 600 g
- > Operating temperature -5°C à +50°C
- > Degree of protection IP 67
- > Screen Wide LCD screen 6 lines x 21 columns

### AQUACLIP 100 PROBE

#### 1 SENSOR DESIGN FEATURES

Type of sensor	Range	Resolution	Accuracy
Temperature	-5°C à +50°C	0.01°C	± 0.1°C
Conductivity	0 to 200 mS/cm in 4 ranges	0.0001 mS/cm to 0.01	± 0.5% of the reading
pH	0 to 14 units	0.01	± 0.2
Redox	Platinum probe 99 mV to +999 mV	0.1 mV	± 2.0 mV
Dissolved oxygen	Polarographic membrane 0 to 20 mg/l	0.01 mg/l	± 0.2 mg/l
Depth	Pressure sensor 0 to 50 m	1 cm	± 1% of the complete scale

#### 2 MECHANICAL FEATURES OF THE PROBE

- > Dimensions L = 420 mm ø = 40 mm
- > Weight 500 g
- > Operating temperature -5°C à +40°C
- > Degree of protection IP 68 5 bars
- > Communication protocol SDI 12/RS 232

#### ACTEWIN SOFTWARE

- > Minimum hardware requirements PC II 400 MHz 64 MB RAM, 2 Gb
- > Environment Windows 98 NT 2000 XP
- > Format CD Rom 800 Mo with user manual in pdf file
- > Accessories Actwin RS 232/SDI 12 adapter with connection cables for Aquacip 100 sensor and Actwin 3000 terminal



APPROVED DISTRIBUTOR

Zone Industrielle des 5 chemins  
56 520 GUIJDEL - FRANCE  
Tel. +33 (0)2 97 02 43 45  
Fax +33 (0)2 97 65 00 20  
Site Internet : www.sisep-lem.com  
E-mail : hydrologie@sisep-lem.com



# ACTEON 3000 AQUACLIP 100

## Multiparameter instruments

## Water quality analysis

Temperature  
Conductivity  
pH Redox  
Dissolved oxygen  
Depth



Martec  
Ponselle



2003 REC/CON/AD/ENT-02 91 94 30 30. Printed in Germany with the highest quality paper. All trademarks are property



Data Rapporto di Taratura	13/12/2010	N. Rapporto	5501210
Data misurazioni	13/12/2010	Data scadenza	13/12/2011
Apparecchio/modello	Sonda Multiparametrica	N. inv.	550
Costruttore	Ponsel	N. di serie	03-2008-033
Collocazione	Stanza 09	Unità di digit (°C)	0,01

Operatore	Ferrara
-----------	---------


Note	
------	--


Campioni di riferimento utilizzati		
CR N.	Descrizione	Matricola
24/01 CR	Catena termometrica Dostmann Electronic 24/01 CR	Letture: 65008080303 Sonda: 080861
---	-----	-----
---	-----	-----
---	-----	-----
---	-----	-----

Scostamenti della linearità ed incertezza estesa				
Punto N.	Temperatura di riferimento (°C) (valore medio)	Temperatura indicata (°C) (media)	Scostamento medio (°C)	Incertezza estesa (°C)
1	10,17	10,2	0,03	0,08
2	20,23	20,3	0,07	0,07
3	30,29	30,3	0,00	0,08
4	40,34	40,3	-0,01	0,08
5				
6				
7				
8				

Incertezza d'uso	0,08	(Limite di tollerabilità °C)	0,1	°C
------------------	------	------------------------------	-----	----

**Giudizio di conformità: Sonda Multiparametrica risulta essere conforme**

L'operatore  


Il Responsabile di Qualità  






**Chimica  
Applicata  
Depurazione  
Acque s.n.c.**  
di Filippo Giglio & C.

- Autorizzazione Ministero Politiche Agricole e Forestali per analisi nel Settore Oleicolo D.M 4-11-2008
- Autorizzazione Ministero Politiche Agricole e Forestali per analisi nel Settore Vitivinicolo D.M. 14-01-2009
- Iscrizione nell'elenco Regionale n°01/LAB, dei Laboratori abilitati ad eseguire le attività di analisi nell'ambito dell'Autocontrollo Alimentare, di cui al D.A. n°478/2007
- Inserimento tra i "Tecnici Competenti" di cui al punto 7 art. n° 2 della Legge Quadro sull'inquinamento acustico per la redazione dei "Piani di Risanamento Acustico"
- Inserimento tra i laboratori atti al rilievo dei materiali e/o polveri contenenti amianto di cui al D.M. 07/07/1997
- Laboratorio Accreditato SINAL n° 0439 (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)

#### MATRICI OGGETTO DELLE PROVE

- \* Acque primarie e reflue
- \* Rifiuti solidi e liquidi
- \* Suoli Contaminati
- \* Emissioni gassose convogliate e diffuse
- \* Emissioni rumorose
- \* Alimenti

#### PROGETTAZIONE - GESTIONE

- \* Impianti trattamento reflui civili ed industriali
- \* Impianti di potabilizzazione
- \* Impianti abbattimento fumi
- \* Impianti trattamento rifiuti solidi e liquidi
- \* Studi di risanamento ambientale

**“ENEL Produzione S.p.A.”**  
**Centrale Porto Empedocle**  
**Via Gioeni,63**  
**Porto Empedocle (AG)**

**Oggetto: valutazione dell'incremento termico nel tratto di acqua di mare prospiciente lo scarico SF1 della Centrale ENEL di Porto Empedocle (AG) - Campagna di misura Dicembre 2011 -.**

In data 02/12/2011, a partire dalle ore 8.00 e fino alle ore 12:00, personale C.A.D.A. snc ha effettuato una campagna di misure di parametri fisici delle acque di mare nel tratto prospiciente lo scarico SF1 della centrale ENEL di Porto Empedocle. Le misurazioni sono state condotte nel rispetto delle indicazioni previste dall'Appendice al metodo APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003 e mediante l'utilizzo di sonda multi parametrica modello Acteon 3000 precedentemente tarata con soluzioni standard preparate in laboratorio. Durante tutte le fasi di misurazione, l'unità di produzione 1 era in servizio con carico tra 36 e 43 MW lordi.

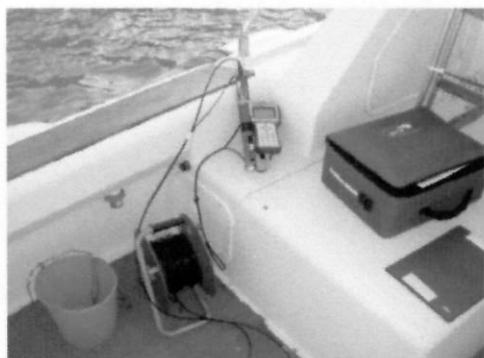


Figura 1. Sonda Multiparametrica Ponsel - Acteon 3000



Figura 2. Data logger sonda multiparametrica

Tutte le misurazioni sono state effettuate nella colonna d'acqua di profondità 3.0m, alle quote -0.10 m, -1.5 m e -3m.



Figura 3. Fase di misurazione dei parametri



Figura 4. Dettaglio dell'interfaccia strumentale in cui vengono indicati: *Profondità, pH, Temperatura*

I punti di misura sono stati determinati nel rispetto delle indicazioni della già citata appendice al metodo APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003 e sono riportati nella planimetria allegata al presente elaborato. Per ciascuno dei punti sono state rilevate le coppie di coordinate nel sistema di coordinate metrico Italia-Gauss Boaga- *fuso EST*- ItalGeo 90- Roma 1940. Per la misura degli incrementi termici sono state individuate 27 stazioni di campionamento sull'arco di circonferenza di raggio 1000m del punto di scarico della centrale ed equidistanti tra loro 5°. Alle stesse sono state aggiunte tre stazioni di campionamento in punti/porzioni di corpo idrico non influenzato dallo scarico stesso.

I dati rilevati sono riportati nella tabella 1.

Tabella 1. Riepilogo dei rilevamenti di temperatura e pH effettuati in data 21/12/2010

Punto	Est (m)	Nord (m)	-0.10 m		-1.50 m		-3.00 m	
			pH	Temperatura °C	pH	Temperatura °C	pH	Temperatura °C
1	2387888.430	4128071.390	8.25	19.22	8.25	18.78	8.25	18.91
2	2387862.210	4127989.820	8.24	19.28	8.24	19.22	8.24	19.16
3	2387841.818	4127905.334	8.26	19.30	8.26	19.24	8.26	19.15
4	2387833.080	4127823.760	8.25	19.37	8.25	19.36	8.25	19.34
5	2387833.080	4127733.450	8.26	19.39	8.26	19.36	8.26	19.35
6	2387827.252	4127643.131	8.28	19.37	8.28	19.36	8.28	19.34
7	2387838.905	4127555.731	8.26	19.44	8.26	19.4	8.26	19.40
8	2387862.212	4127468.330	8.25	19.50	8.25	19.49	8.25	19.44
9	2387891.345	4127386.756	8.27	19.52	8.27	19.52	8.27	19.51
10	2387926.306	4127305.182	8.27	19.48	8.27	19.5	8.27	19.49
11	2387964.179	4127223.608	8.27	19.49	8.27	19.48	8.27	19.49
12	2388010.793	4127159.514	8.25	19.47	8.25	19.47	8.25	19.46
13	2388063.234	4127086.680	8.25	19.40	8.25	19.43	8.25	19.42



14	2388121.501	4127025.499	8.25	19.40	8.25	19.41	8.25	19.40
15	2388188.508	4126964.319	8.25	19.41	8.25	19.43	8.25	19.43
16	2388258.429	4126908.965	8.24	19.55	8.24	19.54	8.24	19.47
17	2388331.263	4126865.264	8.25	19.57	8.25	19.58	8.25	19.57
18	2388409.923	4126824.477	8.27	19.60	8.27	19.6	8.27	19.6
19	2388485.671	4126795.344	8.25	19.62	8.25	19.63	8.25	19.63
20	2388573.072	4126769.124	8.25	19.60	8.25	19.6	8.25	19.62
21	2388654.646	4126748.730	8.27	19.57	8.27	19.61	8.27	19.6
22	2388742.046	4126745.817	8.27	19.59	8.27	19.61	8.27	19.62
23	2388829.447	4126737.077	8.27	19.56	8.27	19.59	8.27	19.59
24	2388922.675	4126737.077	8.26	19.53	8.26	19.55	8.26	19.55
25	2389001.335	4126751.643	8.25	19.51	8.25	19.53	8.25	19.54
26	2389088.736	4126774.950	8.24	19.45	8.24	19.48	8.24	19.49
27	2389173.224	4126795.344	8.25	19.28	8.25	19.37	8.25	19.39
1A	2387406.880	4128208.334	8.26	19.66	8.26	19.7	8.26	19.67
14A	2387692.996	4126761.391	8.25	19.22	8.25	18.78	8.25	18.71
27A	2389442.920	4126312.365	8.28	19.18	8.28	18.9	8.28	18.78

L'incremento termico ( $\Delta T_j$ ) è stato determinato come differenza tra i valori medi delle temperature registrate in ciascun punto di prelievo a 1000m dallo scarico e la temperatura di riferimento ( $T_R$ ). È stata assunta come temperatura di riferimento ( $T_R$ ) la media delle temperature ( $T_m$ ) espressa come valore medio di tre misure, alle quote di -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m, dei tre punti più freddi registrati in tutto l'arco di circonferenza, aumentata del doppio della deviazione standard relativa ai tre punti.

$$T_R = T_m + 2s$$

$$s = \sqrt{\frac{(T_1 - T_m)^2 + (T_2 - T_m)^2 + (T_3 - T_m)^2}{2}}$$

dove

$T_R$	temperatura di riferimento
$s$	deviazione standard
$T_m$	temperatura media dei tre punti più freddi dell'arco
$T_1, T_2, T_3$	temperature superficiali (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua) dei tre punti più freddi all'arco

$$\Delta T_j = (T_j - 2s_1) - T_R$$

Dal calcolo è emerso che la temperatura di riferimento ( $T_R$ ) è pari a 18,650 °C, nella tabella seguente sono riportati i valori di  $\Delta T_j$  determinati per ciascun punto di monitoraggio:



Tabella 2. Riepilogo dell'incremento termico registrato per ciascun punto di prelievo

Punto	Temperatura °C				
	-0.1	-1.5	-3	T media	$\Delta T_i$ (°C)
1	19.22	18.78	18.72	18.91	-0.51
2	19.28	19.22	18.98	19.16	-0.26
3	19.30	19.24	18.9	19.15	-0.27
4	19.37	19.36	19.3	19.34	-0.07
5	19.39	19.36	19.3	19.35	-0.07
6	19.37	19.36	19.3	19.34	-0.07
7	19.44	19.4	19.35	19.40	-0.02
8	19.50	19.49	19.32	19.44	+0.02
9	19.52	19.52	19.5	19.51	+0.10
10	19.48	19.5	19.49	19.49	+0.07
11	19.49	19.48	19.49	19.49	+0.07
12	19.47	19.47	19.44	19.46	+0.04
13	19.40	19.43	19.42	19.42	+0.00
14	19.40	19.41	19.40	19.40	-0.01
15	19.41	19.43	19.43	19.42	+0.01
16	19.55	19.54	19.47	19.52	+0.10
17	19.57	19.58	19.57	19.57	+0.16
18	19.60	19.6	19.6	19.60	+0.18
19	19.62	19.63	19.63	19.63	+0.21
20	19.60	19.6	19.62	19.61	+0.19
21	19.57	19.61	19.6	19.59	+0.18
22	19.59	19.61	19.62	19.61	+0.19
23	19.56	19.59	19.59	19.58	+0.16
24	19.53	19.55	19.55	19.54	+0.13
25	19.51	19.53	19.54	19.53	+0.11
26	19.45	19.48	19.49	19.47	+0.06
27	19.28	19.37	19.39	19.35	-0.07

L'incremento massimo a 1000m dal punto di scarico rilevato in questa campagna di monitoraggio è risultato pari +0.21 °C, nella fattispecie, in corrispondenza del punto di misura 19.

In conclusione per tutti i punti di misura, quindi, è stato rispettato il limite massimo di +3°C rispetto alla temperatura di riferimento ( $T_R$ ), come previsto dalla normativa vigente.

Menfi, li 20/04/2012

Il Coordinatore  
Sezione di Monitoraggi Ambientali  
C.A.D.A. snc  
Dott. Filippo Gandolfo



Pagina 4 di 4



**Centrale ENEL Porto Empedocle**  
**Valutazione dell'incremento termico**  
**acqua di mare**



500 m



## DESIGN FEATURES

### ACTEON 3000 TERMINAL

- > Data storage 32 768 measurements (each comprising 6 measurements) (Standard version 1 MB)
- > Power 4 standard alkaline batteries AA LR6
- > Capacity 2000 hours
- > Communication protocol SD 12/RS 232
- > Dimensions (L x l x d) 145 mm / 245 mm / 110 mm
- > Output Pulse output
- > Weight 600 g
- > Operating temperature -5°C à +50°C
- > Degree of protection IP 67
- > Screen Wide LCD screen 6 lines x 21 columns

### AQUACLIP 100 PROBE

#### 1 | SENSOR DESIGN FEATURES

Type of sensor	Range	Resolution	Accuracy
Temperature	-5°C à +50°C	0.01°C	± 0.1°C
Conductivity	0 to 200 mS/cm in 4 ranges	0.0001 mS/cm to 0.01	± 0.5% of the reading
pH	0 to 14 units	0.01	± 0.2
Redox	99 mV to +999 mV	0.1 mV	± 20 mV
Dissolved oxygen	0 to 20 mg/l	0.01 mg/l	± 0.2 mg/l
Depth	0 to 50 m	1 cm	± 1% of the complete scale

#### 2 | MECHANICAL FEATURES OF THE PROBE

- > Electronics L = 420 mm ø = 40 mm
- > Weight 500 g
- > Operating temperature -5°C à +40°C
- > Degree of protection IP 68 5 bars
- > Communication protocol SD 12/RS 232

#### ACTEWIN SOFTWARE

- > Minimum hardware requirements PC à 400 MHz 64 MB RAM 2 Gb
- > Environment Windows 98 NT 2000 XP
- > Format CD Rom 800 Mb with user manual in pdf file
- > Accessories Actewin RS 232/SD 12 adapter with connection cables for Aquaclip 100 sensor and Acteon 3000 terminal



Zone Industrielle des 5 chemins  
56 520 GUIDEL - FRANCE  
Tel. +33 (0)2 97 02 43 45  
Fax +33 (0)2 97 65 00 20  
Site internet : [www.wsp-pe-lem.com](http://www.wsp-pe-lem.com)  
E-mail : [hydroge@wsp-pe-lem.com](mailto:hydroge@wsp-pe-lem.com)

APPROVED DISTRIBUTOR

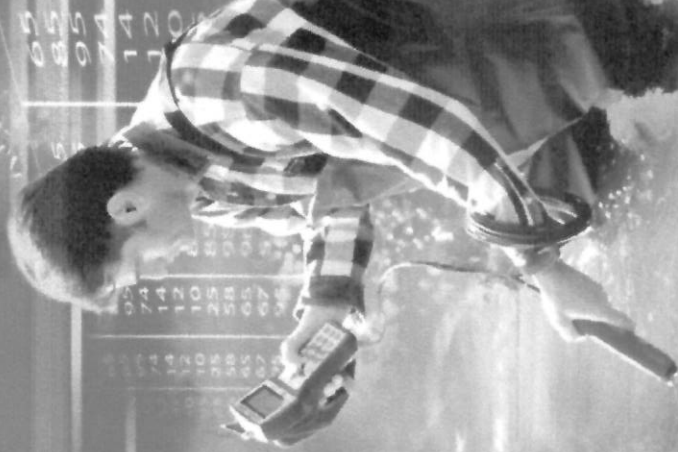
**Martec  
Ponselle**

# ACTEON 3000 AQUACLIP 100

## Multiparameter instruments

## Water quality analysis

Temperature  
Conductivity  
pH Redox  
Dissolved oxygen  
Depth



**Martec  
Ponselle**



www.acteon.com/terminal-32-97-64-98-99- Technical specifications and the right where noted are subject to change without notice



C.A.D.A.  
Chimica Applicata Depurazione Acque

Istruzione Operativa  
IO.18.04 Rev.7

Rapporto di taratura interno incubatori,  
bagni, stufe, muffole, sonde e termometri

DR.18.08 Rev.3

Data Rapporto di Taratura	13/12/2010	N. Rapporto	5501210
Data misurazioni	13/12/2010	Data scadenza	13/12/2011
Apparecchio/modello	Sonda Multiparametrica	N. inv.	550
Costruttore	Ponsel	N. di serie	03-2008-033
Collocazione	Stanza 09	Unità di digit (°C)	0,01

Operatore	Ferrara
-----------	---------

Note

Campioni di riferimento utilizzati		
CR N.	Descrizione	Matricola
24/01 CR	Catena termometrica Dostmann Electronic 24/01 CR	Letture: 65008080303 Sonda: 080861
----	-----	-----
----	-----	-----
----	-----	-----

Scostamenti della linearità ed incertezza estesa				
Punto N.	Temperatura di riferimento (°C) (valore medio)	Temperatura indicata (°C) (media)	Scostamento medio (°C)	Incertezza estesa (°C)
1	10,17	10,2	0,03	0,08
2	20,23	20,3	0,07	0,07
3	30,29	30,3	0,00	0,08
4	40,34	40,3	-0,01	0,08
5				
6				
7				
8				

Incertezza d'uso	0,08	(Limite di tollerabilità °C)	0,1	°C
------------------	------	------------------------------	-----	----

Giudizio di conformità:

Sonda Multiparametrica risulta essere conforme

L'operatore

Il Responsabile di Qualità

**Cliente** Enel Produzione SpA - GEM

**Oggetto** CENTRALE TERMOELETTTRICA DI PORTO EMPEDOCLE

Caratterizzazione della perturbazione termica indotta dallo scarico delle acque di raffreddamento.  
Primo semestre 2012

**Ordine** Accordo Quadro Enel Produzione n. 8400051749  
Attingimento N. 4000298436 del 18/11/2011

**Note** Rev.0 (AG11ESS209 – Lettera B2021788)

PAD B2018343 (1672302) - USO RISERVATO

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

**N. pagine** 20 **N. pagine fuori testo** -

**Data** 09/07/2012

**Elaborato** ESS - Pastori Sergio, ESS - Granata Tommaso  
B2018343 3812 AUT B2018343 3744 AUT

**Verificato** ESS - Sala Maurizio  
B2018343 3741 VER

**Approvato** ESS - Filippini Stefano (Project Manager)  
B2018343 554984 APP

## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA</b> .....	<b>3</b>
2.1	Prescrizione della misura semestrale dell'incremento di temperatura del corpo idrico ricettore.....	4
<b>3</b>	<b>APPROCCIO METODOLOGICO</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>ANALISI DELLA NORMATIVA</b> .....	<b>5</b>
4.1	Legislazione vigente.....	5
4.2	Metodo di calcolo dell'incremento termico massimo.....	5
<b>5</b>	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI RILIEVI</b> .....	<b>8</b>
5.1	Stazioni di misura sull'arco a 1000 m.....	8
5.2	Georeferenziazione dei punti di misura.....	10
5.2.1	Strumentazione satellitare differenziale.....	10
5.3	Registrazione degli andamenti temporali dei principali parametri di impianto..	10
<b>6</b>	<b>MISURE DI TEMPERATURA</b> .....	<b>11</b>
6.1	Verifica dell'incremento a 1000 m dal punto di scarico a mare.....	11
6.1.1	Stazioni di misura sull'arco a 1000 m.....	11
6.1.2	Definizione della temperatura di riferimento.....	11
6.1.3	Metodologia di misura.....	12
6.1.4	Determinazione dell'incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico.....	12
<b>7</b>	<b>MONITORAGGIO DELLA PERTURBAZIONE TERMICA IN OSSERVANZA DELLE PRESCRIZIONI DELL'A.I.A.</b> .....	<b>13</b>
7.1	Verifica dei limiti di legge.....	13
7.1.1	Incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico.....	13
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>14</b>
<b>9</b>	<b>ACCREDITAMENTO DEL SISTEMA DI QUALITÀ</b> .....	<b>14</b>
<b>10</b>	<b>APPENDICE</b> .....	<b>15</b>

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	09/07/2012	B2018343	Prima emissione

## 1 PREMESSA

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha autorizzato Enel S.p.A., con Decreto di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) del 28/12/2009, all'esercizio della Centrale Termoelettrica ubicata nel Comune di Porto Empedocle, alimentata ad olio combustibile con potenza elettrica complessiva pari a 140 MW<sub>e</sub>.

Enel Produzione ha pertanto incaricato CESI di effettuare il monitoraggio dell'incremento di temperatura del corpo idrico ricettore in osservanza alle prescrizioni indicate nella citata Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA).

Con riferimento a tale Decreto, nel presente Rapporto vengono riportati i risultati del monitoraggio dello scarico delle acque di raffreddamento dei condensatori effettuato nel primo semestre 2012.

Nel mese di aprile 2012 è stata effettuata la caratterizzazione prevista eseguendo misure di temperatura sull'arco a 1000 m dal punto di scarico dei reflui termici di impianto nel corpo idrico ricettore (tratto di mare antistante lo scarico della centrale) per la verifica del rispetto dei limiti di legge (152/06 e s.s.m.m.), acquisendo inoltre i principali parametri di riferimento per la definizione delle condizioni al contorno dei rilievi.

Nella presente relazione tecnica vengono riportati i risultati dettagliati dell'indagine e le valutazioni sul rispetto dei predetti limiti.

## 2 AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA

La Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle, costituita da 2 gruppi da 70 MW<sub>e</sub> ciascuno, per una potenza complessiva di 140 MW<sub>e</sub> è ubicata subito a Ovest rispetto il porto della città di Porto Empedocle. Il combustibile principale impiegato è l'olio.

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in data 28/12/2009 ha emesso il Decreto di Autorizzazione Ambientale DSA-DEC-2009-0001913 (AIA) che contiene il Parere Istruttorio (PI) e il Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC) con le prescrizioni relative al monitoraggio termico oggetto del presente documento.





Fig.1 - Ubicazione della Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle (fonte Google Earth).

## 2.1 Prescrizione della misura semestrale dell'incremento di temperatura del corpo idrico ricettore

Il parere istruttorio inserito nella AIA, nel capitolo relativo alle emissioni in acqua (IPCC par. 9.4), per lo scarico finale SF1 al quale afferiscono esclusivamente le acque di scarico delle unità di produzione in esercizio riporta la seguente prescrizione:

*Il gestore deve controllare ogni sei mesi che l'incremento termico a mille metri dal punto di immissione dello scarico della centrale sia conforme a: temperatura (sul recettore) < 3°C (differenza tra punto caldo e freddo su un arco distante 1000 metri dal punto di scarico).*

Nel Piano di Monitoraggio e Controllo al capitolo "emissioni in acqua" sono riportati i metodi di misura specifici che devono essere utilizzati ai fini della verifica del rispetto dei limiti prescritti.

Relativamente al parametro temperatura viene indicato quanto segue:

Parametro	Limite/prescrizione	Tipo di verifica	Monitoraggio/ Registrazione dei dati
Incremento temperatura acqua di mare a 1000 m dal punto di immissione	3°C	semestrale	Registrazione su file

### 3 APPROCCIO METODOLOGICO

La caratterizzazione della perturbazione termica indotta dallo scarico a mare delle acque di raffreddamento dei condensatori della centrale e la verifica del rispetto dei limiti della legge sugli incrementi termici massimi di scarico ha richiesto un approccio metodologico al problema articolato nei seguenti aspetti:

- analisi approfondita della normativa e della metodica di misura degli incrementi termici a mare,
- registrazione delle condizioni meteomarine di riferimento,
- esecuzione delle misure termiche a mare,
- elaborazione dati e calcolo degli incrementi termici massimi.
- verifica del rispetto dei limiti di legge.

### 4 ANALISI DELLA NORMATIVA

#### 4.1 Legislazione vigente

In materia di scarichi termici in mare è vigente il D.Lgs. 152/06, che nell'Allegato 5 (Limiti di emissione degli scarichi idrici), cap. 4 (Metodi di campionamento ed analisi), tabella 3 (Valori limite di emissione in acque superficiali e in fognatura), parametro 2 (Temperatura), nota 1, recita:

*"Per il mare e per le zone di foce di corsi d'acqua non significativi, la temperatura dello scarico non deve superare i 35°C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3°C oltre i mille metri di distanza dal punto di immissione".*

Inoltre, la legge 502/93, articolo 2, comma 2, sancisce che il Ministro dell'Ambiente, con proprio decreto, stabilisca *"i criteri di misurazione dell'incremento termico, sulla base delle metodologie definite dall'Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA)".*

Nel decreto del 16 aprile 1996, il Ministro dell'Ambiente, *"viste le metodologie di controllo definite dall'Istituto di ricerca sulle acque (IRSA) pubblicate sul notiziario IRSA "Metodi analitici per le acque" n. 4 di ottobre-dicembre 1993 e sul manuale dei metodi analitici per le acque, Quad. Ist. ric. acque n. 100, 1995", all'articolo 1, comma 1, stabilisce che "... la verifica del rispetto dei limiti di incremento di temperatura delle acque marine interessate da scarichi termici è effettuata dall'organo competente al controllo con le modalità determinate dall'IRSA, ..., eseguendo più misurazioni sull'ampiezza di un arco della circonferenza a 1000 m, centrato sul pennacchio termico, che rappresenta la porzione significativa del corpo idrico".*

Riassumendo, il controllo del rispetto dei limiti di legge sugli scarichi termici a mare si articola in due punti:

- verifica dell'incremento termico massimo di 3°C a 1000 m dal punto di scarico con la metodica individuata dall'Istituto di Ricerca sulle Acque per mezzo di determinazioni eseguite sull'arco a 1000 m dal punto di scarico, mediando le temperature misurate sullo strato di 3 m;
- verifica della temperatura massima nella sezione di scarico (limite di 35°C).

#### 4.2 Metodo di calcolo dell'incremento termico massimo

Come previsto dalle metodologie di controllo definite dall'Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA), pubblicate sul notiziario IRSA "Metodi analitici per le acque" (n.4, ottobre-dicembre 1993) e sul "Manuale dei metodi analitici per le acque" (Quad. Ist. Ric. Acq.

n.100, 1995), l'individuazione delle stazioni di misura per la determinazione dell'incremento termico avviene secondo il metodo di seguito riportato (Appendice B del metodo, art.3, c.6 del D.Lgs. 9 ottobre 1993, n.408).

*"L'incremento termico viene determinato come differenza tra i valori medi delle temperature a 1000 m dallo scarico nello strato superficiale di profondità pari a 3 m e il valor medio delle temperature misurate in un punto o in una porzione di corpo idrico non influenzato dallo scarico stesso.*

*Ai fini della verifica dell'incremento termico procedere nel modo seguente:*

*- definire la circonferenza (nel caso di scarichi attraverso condotte) o l'arco di circonferenza (nel caso di scarichi dalla costa) di raggio 1000 m e centro corrispondente alla sezione di scarico (punto di scarico);*

*- effettuare le misure di temperatura nello strato superficiale a intervalli regolari lungo la circonferenza o l'arco di circonferenza precedentemente definiti. Quanto minore è l'intervallo tra i punti, tanto più significativa è l'informazione che si ottiene; in generale è stato verificato che determinazioni effettuate a intervalli angolari di 5° (cui corrisponde una arco di lunghezza pari a circa 90 m) consentono di evidenziare il valore massimo di temperatura raggiunto dal corpo idrico ricevente a 1000 m dallo scarico termico. In ciascun punto la misura va effettuata sulla colonna d'acqua di profondità 3.0 m, alle quote -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m;*

*- definire un punto esterno all'arco e rappresentativo delle condizioni medie, non perturbate, del corpo ricettore. La scelta di tale punto va effettuata caso per caso, sulla base di dati raccolti prima dell'entrata in funzione dello scarico o a scarico non in esercizio.*

*Qualora non sia possibile definire un punto esterno all'arco e rappresentativo delle condizioni non perturbate, si può assumere come temperatura di riferimento ( $T_R$ ) la media delle temperature ( $T_m$ ), espressa come valore medio di tre misure, alle quote di -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m, dei tre punti più freddi del predetto arco aumentata del doppio della deviazione standard relativa ai suddetti tre punti secondo la relazione seguente:*

$$T_R = T_m + 2s$$

*La deviazione standard relativa alle misure dei tre punti più freddi, ragionevolmente considerabili non perturbati, può essere calcolata utilizzando la seguente formula*

$$s = \sqrt{\frac{(T_1 - T_m)^2 + (T_2 - T_m)^2 + (T_3 - T_m)^2}{2}}$$

dove

$s$  deviazione standard

$T_m$  temperatura media dei tre punti più freddi dell'arco

$T_1, T_2, T_3$  temperature (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua) dei tre punti più freddi dell'arco.

*- Effettuare serie ripetute di  $n$  misure di temperatura (almeno 10) ciascuna alle quote di -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m nell'intorno del punto della circonferenza o dell'arco di circonferenza caratterizzato dalla temperatura massima e nel punto di riferimento.*

*- Calcolare le relative deviazioni standard utilizzando le seguenti formule*

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - T_M)^2}{n-1}}$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{ri} - T_{rM})^2}{n-1}}$$

dove

- $s_1$  deviazione standard relativa alle repliche nel punto più caldo
- $T_i$  temperatura della singola replica nel punto più caldo (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua)
- $T_M$  valore medio di  $T_i$  relativo alle  $n$  repliche del punto più caldo
- $s_2$  deviazione standard relativa alle repliche nel punto di riferimento
- $T_{ri}$  temperatura della singola replica nel punto di riferimento (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua)
- $T_{rM}$  valore medio di  $T_{ri}$  relativo alle  $n$  repliche del punto di riferimento

- Determinare la differenza di temperatura tra ciascun punto dell'arco e il punto di riferimento nel modo seguente:

$$\Delta T_j = (T_j - 2s_1) - (T_{rM} + 2s_2)$$

dove

- $\Delta T_j$  incremento termico in ciascun punto
- $T_j$  temperatura misurata sulla circonferenza o sull'arco di circonferenza a 1000 m (valore medio di tre misure: -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m).

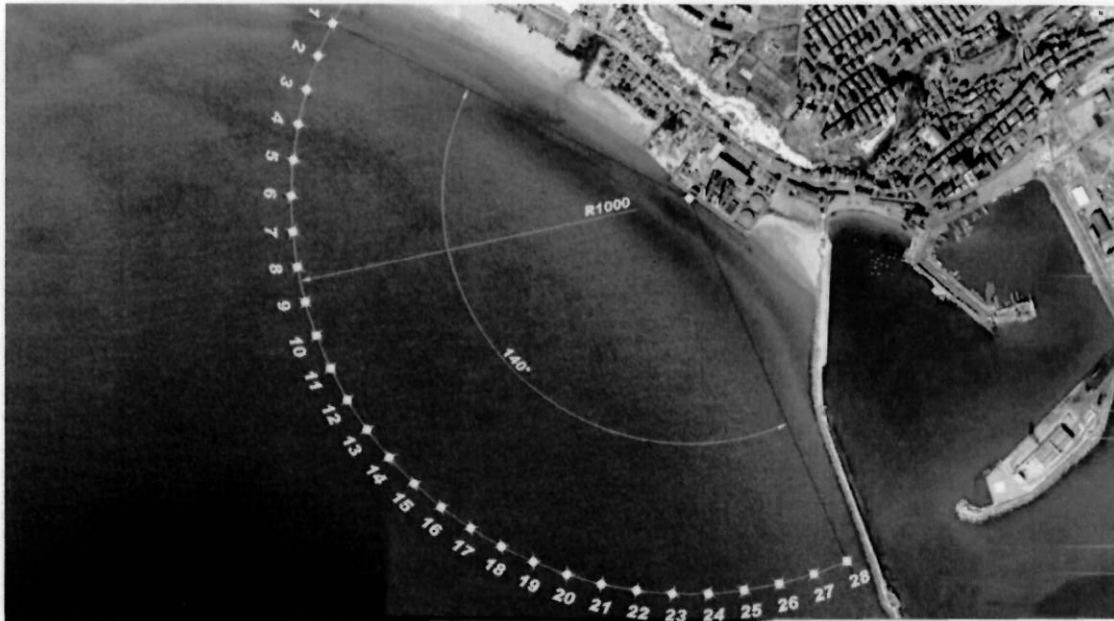
Nel caso in cui venga assunta come temperatura di riferimento la media delle temperature superficiali dei tre punti più freddi dell'arco, l'incremento termico relativo a ciascun punto si calcola nel modo seguente:

$$\Delta T_j = (T_j - 2s_1) - T_R$$

Qualora le misure effettuate verificano il superamento del limite di legge ( $\Delta T = 3^\circ\text{C}$ ), al fine di escludere possibili influenze negative dovute a situazioni meteomarine particolari, le stesse vengono ripetute cinque volte nei cinque giorni successivi, negli stessi punti e nelle stesse condizioni di funzionamento dell'impianto. In questo caso, come valore di incremento termico più elevato causato dallo scarico, si assume il  $\Delta T$  massimo riscontrato tra quelli rilevati nei cinque giorni."

## 5 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI RILIEVI

Preliminarmente all'esecuzione dei rilievi, sono state definite con il Committente le modalità di esecuzione delle misure di caratterizzazione della perturbazione termica nel tratto di mare antistante lo scarico della centrale di Porto Empedocle (vedi planimetria del sito in fig.2).



*Figura 2 - Inquadramento della centrale termoelettrica di Porto Empedocle e arco a 1000 m con la numerazione delle stazioni di misura della temperatura (fonte Google Earth).*

I punti previsti inizialmente erano 28, ma in campo non è stato possibile misurare la temperatura sui punti 1 e 2 poiché la profondità è risultata essere minore di 3 metri.

Vista la necessità di eseguire una caratterizzazione termica del corpo idrico ricettore ai fini della verifica dei limiti di legge sugli scarichi termici, si è stabilito di effettuare i seguenti rilievi:

- misure per la verifica dell'incremento termico massimo sull'arco a 1000 m dal punto di scarico (verifica del limite di legge),
- georeferenziazione in coordinate assolute di tutti i punti di misura,
- registrazione temporale dei dati di impianto influenzanti i rilievi.

### 5.1 Stazioni di misura sull'arco a 1000 m

Le stazioni sull'arco a 1000 m dal punto di scarico delle acque di raffreddamento, in prossimità delle quali effettuare le previste misure di temperatura, sono state individuate con un arco centrato sullo scarico della centrale limitato a Est dal molo del porto (punto 28) mentre a Ovest dal punto 3 (i punti 1 e 2 avevano una profondità minore di 3 metri).

Per la misura degli incrementi termici è stato quindi utilizzato un arco di 129° dal quale sono state individuate 26 stazioni identificate secondo quanto indicato nella metodica di



riferimento (stazioni sull'arco con almeno 3 m di profondità e distanti tra loro 5°, riportate sulla planimetria del sito di fig. 2).

Nella tabella che segue sono riportate le coordinate dei punti in cui sono stati eseguiti i rilievi termici.

Punto di misura	North UTM	Est UTM
3	4128003.1	367853.96
4	4127915.22	367833.43
5	4127825.85	367820.9
6	4127735.71	367816.48
7	4127645.54	367820.21
8	4127556.08	367832.05
9	4127468.04	367851.91
10	4127382.16	367879.63
11	4127299.12	367914.97
12	4127219.61	367957.65
13	4127144.27	368007.34
14	4127073.72	368063.61
15	4127008.52	368126.01
16	4126949.22	368194.03
17	4126896.29	368267.13
18	4126850.17	368344.69
19	4126811.23	368426.1
20	4126779.78	368510.69
21	4126756.09	368597.77
22	4126740.35	368686.64
23	4126732.68	368776.55
24	4126733.15	368866.8
25	4126741.76	368956.63
26	4126758.42	369045.32
27	4126783.02	369132.15
28	4126815.34	369216.41

## 5.2 Georeferenziazione dei punti di misura

### 5.2.1 *Strumentazione satellitare differenziale*

Il sistema di posizionamento planimetrico utilizzato nel corso dei rilievi è di tipo satellitare differenziale (ricevitore DGPS Trimble SPS461 con dato di correzione differenziale DGPS acquisito dal satellite Omnistar) e consente di georeferenziare qualunque punto con un'incertezza relativa di  $\pm 20$  cm.

Tale sistema lavora con coordinate spaziali riferite all'ellissoide WGS84 che richiedono una rototraslazione per passare a una rappresentazione cartografica nel piano. La rappresentazione cartografica adottata è la proiezione universale inversa di Mercatore (U.T.M), che consente di ottenere per ciascun punto coordinate planari metriche.

La georeferenziazione assoluta dei punti di misura nel sistema U.T.M richiede la conoscenza di un elemento della rete geodetica nazionale predisposta dall'Istituto Geografico Militare (rete IGM95) che si trovi nelle vicinanze della zona dei rilievi. Le informazioni riportate sulla monografia relativa a tale punto consentono di collegarsi alla rete geodetica nazionale e di effettuare con precisione (grazie ai parametri sitospecifici di passaggio tra diversi sistemi di riferimento riportati nella monografia) la rototraslazione dal sistema WGS84 all'ellissoide Internazionale orientato a Monte Mario, riferimento del sistema U.T.M. Con tale elaborazione i punti rilevati vengono georeferenziati in tempo reale direttamente in coordinate U.T.M con una incertezza assoluta di  $\pm 20$  cm.

La georeferenziazione planimetrica dei punti di misura è stata utilizzata per ritrovare i diversi punti in cui eseguire i rilievi termici e per georeferenziare le altre stazioni di misura dei rilievi.

## 5.3 Registrazione degli andamenti temporali dei principali parametri di impianto

Per caratterizzare le condizioni al contorno dei rilievi sono stati acquisiti i principali parametri meteorologici e i dati di carico dei due gruppi della centrale.

Le condizioni meteorologiche generali del sito nel corso della campagna di rilievi sono state contraddistinte da tempo sereno. Nel corso del rilievo il vento è risultato debole da W, generando condizioni di mare calmo o quasi calmo durante tutto il periodo di misurazione.

Il carico della centrale il giorno 5 aprile 2012 è mostrato in figura 3. Le due linee verticali gialle indicano l'intervallo (16.30-17.45) durante il quale sono stati effettuati i rilievi.

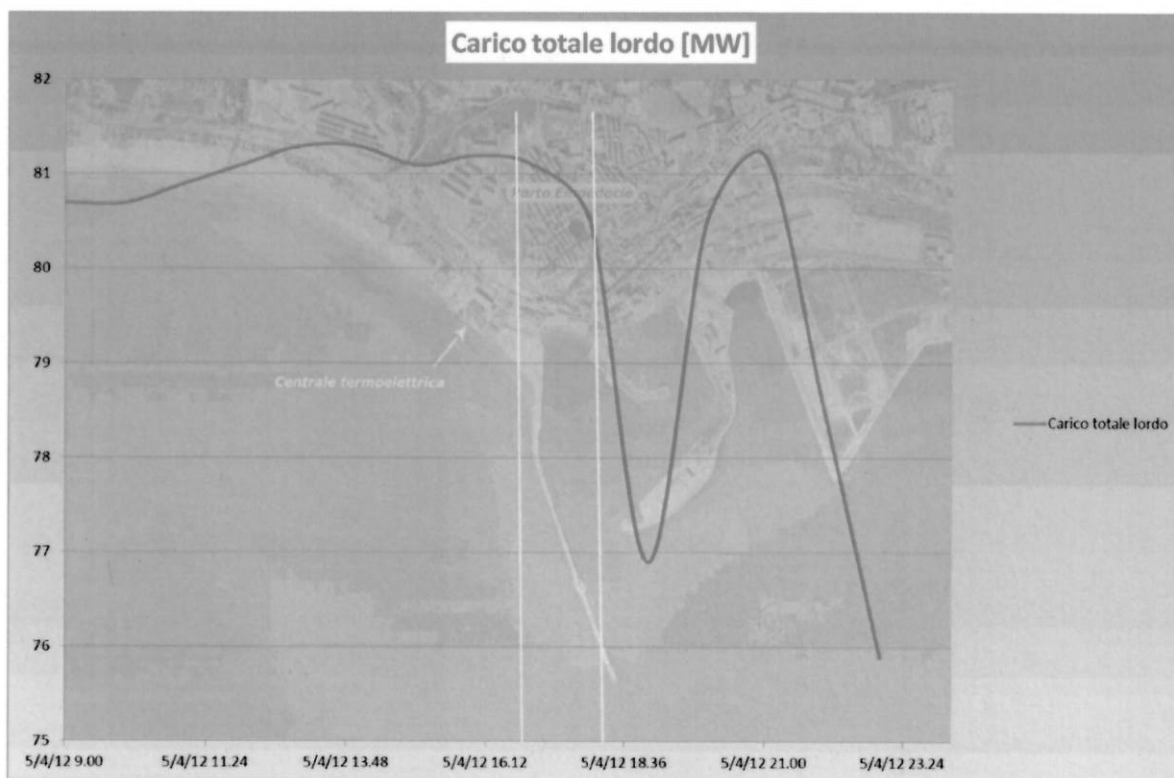


Figura 3 – Carico totale lordo della centrale di Porto Empedocle il giorno 5 aprile 2012 con indicato l'intervallo in cui è stato svolto il rilievo.

## 6 MISURE DI TEMPERATURA

### 6.1 Verifica dell'incremento a 1000 m dal punto di scarico a mare

#### 6.1.1 Stazioni di misura sull'arco a 1000 m

Le 26 stazioni sull'arco a 1000 m dal punto di scarico a mare delle acque di raffreddamento, in prossimità delle quali effettuare le misure di temperatura previste dalla metodica sopra descritta, sono state individuate come descritto nel precedente par. 4.2.

Le coordinate di ciascuna stazione sono state inserite come waypoint nel programma di navigazione del sistema di posizionamento satellitare utilizzato con il quale è stato possibile posizionarsi su ciascuna stazione con elevata precisione.

#### 6.1.2 Definizione della temperatura di riferimento

Come previsto dalla citata normativa IRSA, nei casi di difficile individuazione di un punto di riferimento rappresentativo delle condizioni imperturbate del corpo idrico ricettore,

quale temperatura di riferimento è stata assunta la media delle tre stazioni più fredde dell'arco.

### 6.1.3 Metodologia di misura

Le misure di temperatura alle profondità richieste, nelle stazioni sull'arco a 1000 m, sono state eseguite utilizzando una sonda Valeport Monitor CTD con incertezza di misura inferiore a 0.1°C<sup>1</sup> e dotata di certificato di taratura rilasciato da un centro SIT.

I dati dei rilievi termici eseguiti sono riportati nei fogli raccolta dati di campo allegati in appendice al presente Rapporto così come è riportato anche il certificato di taratura della sonda utilizzata per le misure.

### 6.1.4 Determinazione dell'incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico

Gli incrementi termici a 1000 m dallo scarico sono stati calcolati, come previsto dalla norma IRSA già citata, mediante le formula :

$$\Delta T_j = ( T_j - 2*s_1 ) - T_R,$$

in cui

- $T_j$  è il valore di temperatura sull'arco di circonferenza, medio delle tre misure alle profondità di -0.1, -1.5 e -3 m
- $s_1$  è la deviazione standard relativa alle repliche nel punto più caldo
- $T_R$  è la temperatura di riferimento.

Come specificamente previsto dalla citata normativa IRSA nei casi di difficile individuazione di un punto di riferimento rappresentativo delle condizioni imperturbate del corpo idrico ricettore, quale temperatura di riferimento è stata assunta la media delle tre stazioni più fredde dell'arco, applicando la seguente formula:

$$T_r = T_m + 2*s$$

in cui

- $T_m$  è la media delle tre temperature della verticale più fredda
- $s$  è la relativa deviazione standard come previsto dalla metodologia IRSA.

Tra i 26 valori di  $\Delta T_j$  calcolati con la formula sopra riportata è stato quindi individuato il massimo.

<sup>1</sup> Come indicato nel rapporto di taratura emesso da centro SIT, lo scostamento tra i valori rilevati dal termometro campione e i valori misurati dalla sonda CESI è compreso tra -0.015 e -0.025°C

## 7 MONITORAGGIO DELLA PERTURBAZIONE TERMICA IN OSSERVANZA DELLE PRESCRIZIONI DELL'A.I.A.

Sulla base delle prescrizioni contenute nell'AIA, la Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle ha provveduto a effettuare la campagna di caratterizzazione degli scarichi termici per il **primo semestre 2012**. Le misure di verifica dell'incremento termico sono state effettuate nel pomeriggio del giorno 5 aprile 2012 in condizioni di mare quasi calmo effettuando:

- 1 serie di misurazioni di temperatura in 26 stazioni sull'arco a 1000 m dal punto di scarico, alla profondità di 0.1, 1.5 e 3.0 m;
- 10 ripetizioni della misura di temperatura (alle quote di 0.1, 1.5 e 3.0 m) nell'intorno del punto sulla semicirconferenza caratterizzato dalla temperatura massima.

Per quanto concerne i dati di potenza lorda generata dei gruppi nel corso dei rilievi, l'andamento della produzione in MW<sub>e</sub> è riportato in figura 3.

### 7.1 Verifica dei limiti di legge

#### 7.1.1 Incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico

Nel prospetto seguente è riportato il valore massimo degli incrementi termici calcolati come descritto nel paragrafo 4.2.

Nello stesso prospetto sono riportati, oltre a data e ora a cui la determinazione si riferisce, il massimo valore di incremento termico e gli altri parametri utilizzati per il calcolo:

- temperatura media sulla stazione più calda,
- scarto quadratico medio associato alle ripetizioni nella stazione più calda,
- temperatura media delle tre stazioni più fredde dell'arco,
- scarto quadratico medio associato alla stazione più fredda.

Misurazione	Data	Orario	Temperatura media punto più caldo [°C]	Sqm punto più caldo [°C]	Temperatura media dei 3 punti più freddi [°C]	Sqm punti più freddi [°C]	Incremento termico massimo a 1000 m	Limite di legge [°C]
1	05/04/2012	16:30 ÷ 17.45	18.90	0.12	16.73	0.03	1.86	3.0

Si può notare che l'incremento massimo, pari a 1.86°, risulta inferiore al valore limite di 3°C previsto dalla normativa vigente.



## 8 CONCLUSIONI

CESI ha effettuato nel mese di aprile 2012 un'indagine termica nel tratto di mare antistante lo scarico delle acque di raffreddamento del condensatore della centrale termoelettrica Enel Produzione di Porto Empedocle, allo scopo di verificare il rispetto dei limiti previsti dalla legislazione vigente (D.Lgs. 152/06) e dalle prescrizioni AIA relativamente all'incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico a mare.

L'incremento massimo rilevato sull'arco a 1000 m dal punto di scarico è risultato essere pari a 1.86°C, ben al di sotto del previsto limite di 3°C indicato dalla normativa vigente.

## 9 ACCREDITAMENTO DEL SISTEMA DI QUALITÀ

CESI S.p.A. è in possesso delle seguenti certificazioni, rilasciate da SGS:

- Sistema di Gestione Integrato Qualità, Salute e Sicurezza, in conformità alle norme ISO 9001:2008 (IT11/0118) e alla BS OHSAS 18001:2007 (IT11/0120)
- Conformità Ambientale, in conformità alla norma ISO 14001:2004 (CH11/1604)

CESI, inoltre, è accreditato da ACCREDIA secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005 per molte delle prove che effettua. Copia del certificato e l'elenco delle prove accreditate sono visionabili sul nostro sito [www.cesi.it](http://www.cesi.it), percorso: "Chi siamo", "Accreditamenti" e sul sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it). Le prove per le quali CESI è accreditato sono oggetto di convenzione tra CESI e ACCREDIA. La convenzione e le limitazioni riguardanti l'uso del Rapporto di Prova e l'uso del logo ACCREDIA sono consultabili sul sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it).

## 10 APPENDICE

- fogli raccolta dati di campo con i valori delle temperature misurate sull'arco a 1000 m dal punto di scarico (fronte e retro) (2 pag.)
- certificato SIT di taratura della sonda utilizzata per le misure di temperatura (3 pag.)

MISURE TERMICHE A MARE														
CENTRALE DI MISURA N.		PORTO EMPEDOCLE				Potenza nominale [Mw e]				140				
1		05/04/2012				Potenza durante i rilievi [Mw e]				80				
STAZIONE	ore/min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	0.1 m			17:38	17:34	17:32	17:30	17:27	17:26	17:25	17:23	17:22	17:20	17:18
	1.5 m			17:60	17:50	17:20	17:10	17:00	16:80	16:80	16:80	16:80	16:80	16:80
	3.0 m			17:60	17:50	17:20	17:10	17:00	16:80	16:80	16:70	16:70	16:70	16:70
	temp. [C]			17:60	17:43	17:20	17:07	17:00	16:80	16:77	16:77	16:77	16:73	16:70
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	STAZIONE	ore/min	17:16	17:15	17:13	17:11	17:09	17:07	17:05	17:03	17:00	16:54	16:51	16:49
	0.1 m		16:80	16:80	16:80	16:80	16:80	16:90	16:90	16:90	16:90	17:00	17:10	19:10
	1.5 m		16:80	16:80	16:80	16:80	16:80	16:90	16:90	16:90	16:90	17:00	17:10	17:80
	3.0 m		16:70	16:80	16:80	16:80	16:80	16:80	16:90	16:90	16:90	17:00	17:10	17:30
	temp. [C]		16:77	16:80	16:80	16:77	16:80	16:87	16:90	16:90	16:90	17:00	17:10	18:07
		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	STAZIONE	ore/min	16:46	16:45										
	0.1 m		20:60	20:70										
	1.5 m		18:20	18:50										
	3.0 m		17:30	17:50										
	temp. [C]		18:70	18:90										

CONDIZIONI METEOROLOGICHE		CONDIZIONI DEL MARE		NOTE
<input checked="" type="checkbox"/> SERENO	TEMP. AMB. [C]	<input type="checkbox"/>	CALMO	
<input type="checkbox"/> VARIABILE	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	QUASICALMO	
<input type="checkbox"/> NUVOLOSO	PROVENIENZA [N]	<input type="checkbox"/>	LEGG. MOSSO	
<input type="checkbox"/> MOLTO NUVOLOSO	VELOCITA' [m/s]	<input type="checkbox"/>	MOSSO	
<input type="checkbox"/> PIOGGIA		<input type="checkbox"/>	AGITATO	

1° Foglio Raccolta Dati della misura di temperatura eseguita il 5 aprile 2012 (fronte)

**RIPETIZIONI DELLE MISURE TERMICHE A MARE SULLA STAZIONE PIU' CALDA**

STAZIONE PIU' CALDA											
		28									
REPLICA N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ore/min		17:52	17:53	17:54	17:55	17:56	17:57	17:58	17:59	18:00	18:01
0.1 m		20.7	20.7	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6
1.5 m		18.3	18.4	17.9	19.0	18.1	18.2	18.9	18.3	18.1	18.1
3.0 m		17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
<b>MEDIA</b>		<b>18.83</b>	<b>18.87</b>	<b>18.67</b>	<b>19.03</b>	<b>18.73</b>	<b>18.77</b>	<b>19.00</b>	<b>18.80</b>	<b>18.73</b>	<b>18.73</b>

temp. [°C]

1° Foglio Raccolta Dati della misura di temperatura eseguita il 5 aprile 2012 (retro)



Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche  
Via Nino Bixio 27/C - 29121 Piacenza  
Tel. 0523/329011 Fax. 0523/329010  
Email: centro.sit096@siet.it

Centro di Taratura LAT N° 096  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N° 096  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC.  
Signatory of EA, IAF and ILA Mutual  
Recognition Agreements

Pagina 1 di 1

Page 1 of 1

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 096 T0072 2012  
Certificate of Calibration

- Data di emissione  
date of issue  
2012-03-09

- cliente  
customer  
CESI SPA  
Via Rubattino, 54 - 20134 Milano (MI)

- destinatario  
receiver  
//

- richiesta  
application  
A.O. OM-122-12

- in data  
date  
2012-03-09

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 096 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

Si riferisce a

Referring to

- oggetto  
item  
Catena Termometrica

- costruttore  
manufacturer  
VALEPORT

- modello  
model  
MONITOR CTD

- matricola  
serial number  
056701

- data di ricevimento oggetto  
date of receipt of item  
2012-03-07

- data delle misure  
date of measurements  
2012-03-09

- registro di laboratorio  
laboratory reference  
S000015245

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 096 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre  
Vittorio Farnati





Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche  
Via Nino Bixio 27/C - 29121 Piacenza  
Tel. 0523/329011 Fax 0523/329010  
Email: centro.sit096@siet.it

Centro di Taratura LAT N° 096  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N° 096  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILA Mutual  
Recognition Agreements

Pagina 2 di 3

Page 2 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 096 T0072 2012  
Certificate of Calibration

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:  
*In the following, information is reported about:*

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessario);  
*- description of the item to be calibrated (if necessary);*

//

- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;  
*- technical procedures used for calibration performed;*  
00 585 PO 97 Rev.5

- gli strumenti/campioni che garantiscono la catena della riferibilità del Centro;  
*- instruments or measurements standards which guarantee the traceability chain of the Centre;*  
CPT003.

- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;  
*- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;*  
11-0811-01 I.N.R.I.M.,

- luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);  
*- site of calibration (if different from the Laboratory);*  
N.A.

- condizioni ambientali e di taratura;  
*- calibration and environmental conditions;*  
temperatura: ( 23 ± 1,5 ) °C  
umidità relativa: ( 50 ± 15 ) %U.R.

LA TARATURA VIENE ESEGUITA SECONDO IL SEGUENTE PROCEDIMENTO:

0 °C In vaso dewar con una miscela di ghiaccio ed acqua deionizzata satura d'aria.  
da 0 °C a 100 °C In bagno termostato ad acqua deionizzata.

Lo Sperimentatore  
P. Losi

Il Responsabile del Centro  
Vittorio Fortunati

Certificato SIT di taratura della sonda utilizzata per le misure di temperatura (pag. 2)



Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche  
Via Nino Bixio 27/C - 29121 Piacenza  
Tel. 0523/329011 Fax. 0523/329010  
Email: centro.sit096@siet.it

Centro di Taratura LAT N° 096

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N° 096  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILA Mutual Recognition Agreements

Pagina 3 di 1  
Page 3 of 1

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 096 T0072 2012**  
Certificate of Calibration

- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.  
- calibration results and their expanded uncertainty

Catena Termometrica

Costruttore : VALEPORT  
Modello : MONITOR CTD  
Matricola : 056701

Dati relativi alla sonda:

Costruttore: VALEPORT  
Modello: immersione  
Matricola: 34855

Codice tipo: 0  
Risoluzione: 0,001 °C

Canale dell'indicatore: --- Profondità di immersione: 60mm

Punto n°	Temperatura di Riferimento [°C]	Valore Indicato [°C]	Val. Indicato - Temp. Riferim. [°C]	Incertezza estesa [°C]
1	0,000	-0,003	-0,003	0,30
2	5,357	5,365	0,008	0,30
3	12,238	12,250	0,012	0,30
4	20,863	20,874	0,011	0,30
5	29,938	29,951	0,013	0,30
6	34,831	34,850	0,019	0,30
7	38,812	38,829	0,017	0,30
8	0,000	-0,002	-0,002	0,30

NOTE:

Le temperature sono espresse in gradi Celsius, secondo la scala ITS-90.

I punti di taratura sono stati eseguiti su specifica richiesta del cliente.

Lo Sperimentatore  
E. Desi

Il Responsabile del Centro  
Vittorio Fortunati

**Cliente** Enel Produzione SpA - GEM

**Oggetto** CENTRALE TERMOELETTRICA DI PORTO EMPEDOCLE (AG)

Centrale termoelettrica di Porto Empedocle- Monitoraggio termico dello scarico a mare (metodo CNR- IRSA 1993)- secondo semestre 2012

**Ordine** Accordo Quadro Enel Produzione n. 8400051749  
Attingimento N. 4000298436 del 18/11/2011

**Note** Rev.0 (AG11ESS209 – Lettera B3001986)

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

**N. pagine** 20 **N. pagine fuori testo** -

**Data** 23/01/2013

**Elaborato** ESS - Pastori Sergio, ESS - Granata Tommaso  
B3001695 3812 AUT B3001695 3744 AUT

**Verificato** ESS - Sala Maurizio  
B3001695 3741 VER

**Approvato** ESS - Filippini Stefano (Project Manager)  
B3001695 554984 APP

**CESI S.p.A.**

Via Rubattino 54  
I-20134 Milano - Italy  
Tel: +39 02 21251  
Fax: +39 02 21255440  
e-mail: info@cesi.it  
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato  
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150  
P.I. IT00793580150  
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2013 by CESI. All rights reserved

## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA.....</b>	<b>3</b>
2.1	Prescrizione della misura semestrale dell'incremento di temperatura del corpo idrico ricettore.....	4
2.2	Prescrizione relativa alle misure di pH.....	4
<b>3</b>	<b>APPROCCIO METODOLOGICO.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>ANALISI DELLA NORMATIVA.....</b>	<b>5</b>
4.1	Legislazione vigente.....	5
4.2	Metodo di calcolo dell'incremento termico massimo.....	5
<b>5</b>	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI RILIEVI.....</b>	<b>7</b>
5.1	Stazioni di misura sull'arco a 1000 m.....	8
5.2	Georeferenziazione dei punti di misura.....	10
5.3	Registrazione degli andamenti temporali dei principali parametri di impianto..	10
<b>6</b>	<b>VERIFICA DELL'INCREMENTO A 1000 M DAL PUNTO DI SCARICO A MARE.....</b>	<b>11</b>
6.1	Stazioni di misura sull'arco a 1000 m.....	11
6.2	Definizione della temperatura di riferimento.....	11
6.3	Metodologia di misura.....	12
6.4	Determinazione dell'incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico secondo il metodo CNR-IRSA (1993).....	12
<b>7</b>	<b>MONITORAGGIO DELLA PERTURBAZIONE TERMICA IN OSSERVANZA DELLE PRESCRIZIONI DELL'A.I.A.....</b>	<b>13</b>
7.1	Incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico.....	13
<b>8</b>	<b>MISURE DI pH.....</b>	<b>13</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>14</b>
<b>10</b>	<b>ACCREDITAMENTO DEL SISTEMA DI QUALITÀ.....</b>	<b>14</b>
<b>11</b>	<b>APPENDICE.....</b>	<b>15</b>

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	23/01/2013	B3001695	Prima emissione

## 1 PREMESSA

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha autorizzato Enel S.p.A., con Decreto di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) del 28/12/2009, all'esercizio della Centrale Termoelettrica ubicata nel Comune di Porto Empedocle, alimentata ad olio combustibile con potenza elettrica complessiva pari a 140 MW<sub>e</sub>.

Enel Produzione ha pertanto incaricato CESI di effettuare il monitoraggio dell'incremento di temperatura del corpo idrico ricettore e dei valori di pH in osservanza alle prescrizioni indicate nella citata Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA).

Con riferimento a tale Decreto, nel presente Rapporto vengono riportati i risultati del monitoraggio dello scarico delle acque di raffreddamento dei condensatori e delle determinazioni dei valori di pH effettuato nel secondo semestre 2012.

Nel mese di ottobre 2012 è stata effettuata la caratterizzazione prevista eseguendo misure di temperatura sull'arco a 1000 m dal punto di scarico dei reflui termici di impianto nel corpo idrico ricettore (tratto di mare antistante lo scarico della centrale) per la verifica del rispetto dei limiti di legge (152/06 e s.s.m.m.), acquisendo inoltre i principali parametri di riferimento per la definizione delle condizioni al contorno dei rilievi. In corrispondenza delle stesse stazioni di misura sono stati determinati anche i valori di pH.

Nella presente relazione tecnica vengono riportati i risultati dettagliati dell'indagine e le valutazioni sul rispetto dei predetti limiti.

## 2 AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA

La Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle, costituita da 2 gruppi da 70 MW<sub>e</sub> ciascuno, per una potenza complessiva di 140 MW<sub>e</sub> è ubicata subito a Ovest rispetto il porto della città di Porto Empedocle. Il combustibile principale impiegato è l'olio.

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in data 28/12/2009 ha emesso il Decreto di Autorizzazione Ambientale DSA-DEC-2009-0001913 (AIA) che contiene il Parere Istruttorio (PI) e il Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC) con le prescrizioni relative al monitoraggio termico oggetto del presente documento.





Fig.1 - Ubicazione della Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle (fonte Google Earth).

## 2.1 Prescrizione della misura semestrale dell'incremento di temperatura del corpo idrico ricettore

Il parere istruttorio inserito nella AIA, nel capitolo relativo alle emissioni in corpo idrico (IPCC par. 9.4 prescrizione f), per lo scarico finale SF1 al quale afferiscono esclusivamente le acque di scarico delle unità di produzione in esercizio riporta la seguente prescrizione:

*In corrispondenza dello scarico finale in mare la temperatura non deve superare i 35 °C e l'incremento della temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3 °C oltre i 1000 metri di distanza dallo stesso punto di immissione.*

## 2.2 Prescrizione relativa alle misure di pH

Il parere istruttorio inserito nella AIA, nel capitolo 9.6 "Suolo, sottosuolo e Acque sotterranee" riporta la seguente prescrizione:

*"Il Gestore deve tenere aggiornate le caratterizzazioni delle acque monitorando i valori della temperatura e pH, producendo periodicamente i certificati di caratterizzazione dei corpi idrici recettori antistante il sito dello stabilimento."*

A tale proposito Enel ha concordato con le autorità che, essendo il mare l'unico corpo idrico recettore, le determinazioni di pH vengano effettuate sull'arco a 1000 m in corrispondenza delle stazioni di misura della temperatura.

### 3 APPROCCIO METODOLOGICO

La caratterizzazione della perturbazione termica indotta dallo scarico a mare delle acque di raffreddamento dei condensatori della centrale e la verifica del rispetto dei limiti della legge sugli incrementi termici massimi di scarico ha richiesto un approccio metodologico al problema articolato nei seguenti aspetti:

- analisi approfondita della normativa e della metodica di misura degli incrementi termici a mare,
- registrazione delle condizioni meteomarine di riferimento,
- esecuzione delle misure termiche a mare,
- elaborazione dati e calcolo degli incrementi termici massimi.
- verifica del rispetto dei limiti di legge.

Per le misure di pH è stato applicato il metodo APAT IRSA-CNR 2060 (2003), utilizzando il pHmetro HACH HQ11d. Si tratta di una misura potenziometrica con elettrodo combinato e sonda per compensazione della temperatura.

### 4 ANALISI DELLA NORMATIVA

#### 4.1 Legislazione vigente

In materia di scarichi termici in mare è vigente il D.Lgs. 152/06, che nell'Allegato 5 (Limiti di emissione degli scarichi idrici), cap. 4 (Metodi di campionamento ed analisi), tabella 3 (Valori limite di emissione in acque superficiali e in fognatura), parametro 2 (Temperatura), nota 1, recita:

*"Per il mare e per le zone di foce di corsi d'acqua non significativi, la temperatura dello scarico non deve superare i 35°C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3°C oltre i mille metri di distanza dal punto di immissione".*

#### 4.2 Metodo di calcolo dell'incremento termico massimo

Come previsto dalle metodologie di controllo definite dall'Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA), pubblicate sul notiziario IRSA "Metodi analitici per le acque" (n.4, ottobre-dicembre 1993) e sul "Manuale dei metodi analitici per le acque" (Quad. Ist. Ric. Acq. n.100, 1995), l'individuazione delle stazioni di misura per la determinazione dell'incremento termico avviene secondo il metodo di seguito riportato (Appendice B del metodo, art.3, c.6 del D.Lgs. 9 ottobre 1993, n.408).

*"L'incremento termico viene determinato come differenza tra i valori medi delle temperature a 1000 m dallo scarico nello strato superficiale di profondità pari a 3 m e il valor medio delle temperature misurate in un punto o in una porzione di corpo idrico non influenzato dallo scarico stesso.*

*Ai fini della verifica dell'incremento termico procedere nel modo seguente:*

*- definire la circonferenza (nel caso di scarichi attraverso condotte) o l'arco di circonferenza (nel caso di scarichi dalla costa) di raggio 1000 m e centro corrispondente alla sezione di scarico (punto di scarico);*

- effettuare le misure di temperatura nello strato superficiale a intervalli regolari lungo la circonferenza o l'arco di circonferenza precedentemente definiti. Quanto minore è l'intervallo tra i punti, tanto più significativa è l'informazione che si ottiene; in generale è stato verificato che determinazioni effettuate a intervalli angolari di 5° (cui corrisponde una arco di lunghezza pari a circa 90 m) consentono di evidenziare il valore massimo di temperatura raggiunto dal corpo idrico ricevente a 1000 m dallo scarico termico. In ciascun punto la misura va effettuata sulla colonna d'acqua di profondità 3.0 m, alle quote -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m;

- definire un punto esterno all'arco e rappresentativo delle condizioni medie, non perturbate, del corpo ricettore. La scelta di tale punto va effettuata caso per caso, sulla base di dati raccolti prima dell'entrata in funzione dello scarico o a scarico non in esercizio.

Qualora non sia possibile definire un punto esterno all'arco e rappresentativo delle condizioni non perturbate, si può assumere come temperatura di riferimento ( $T_R$ ) la media delle temperature ( $T_m$ ), espressa come valore medio di tre misure, alle quote di -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m, dei tre punti più freddi del predetto arco aumentata del doppio della deviazione standard relativa ai suddetti tre punti secondo la relazione seguente:

$$T_R = T_m + 2s$$

La deviazione standard relativa alle misure dei tre punti più freddi, ragionevolmente considerabili non perturbati, può essere calcolata utilizzando la seguente formula:

$$s = \sqrt{\frac{(T_1 - T_m)^2 + (T_2 - T_m)^2 + (T_3 - T_m)^2}{2}}$$

dove

$s$  deviazione standard

$T_m$  temperatura media dei tre punti più freddi dell'arco

$T_1, T_2, T_3$  temperature superficiali (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua) dei tre punti più freddi dell'arco.

- Effettuare serie ripetute di  $n$  misure di temperatura (almeno 10) ciascuna alle quote di -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m nell'intorno del punto della circonferenza o dell'arco di circonferenza caratterizzato dalla temperatura massima e nel punto di riferimento.

- Calcolare le relative deviazioni standard utilizzando le seguenti formule

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - T_M)^2}{n - 1}}$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{ri} - T_{rM})^2}{n - 1}}$$

dove

$s_1$  deviazione standard relativa alle repliche nel punto più caldo

$T_i$  temperatura della singola replica nel punto più caldo (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua)

$T_M$      *valore medio di  $T_i$  relativo alle  $n$  repliche del punto più caldo*  
 $s_2$      *deviazione standard relativa alle repliche nel punto di riferimento*  
 $T_{ri}$     *temperatura della singola replica nel punto di riferimento (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua)*  
 $T_{rM}$     *valore medio di  $T_{ri}$  relativo alle  $n$  repliche del punto di riferimento*

- Determinare la differenza di temperatura tra ciascun punto dell'arco e il punto di riferimento nel modo seguente:

$$\Delta T_j = (T_j - 2s_1) - (T_{rM} + 2s_2)$$

dove

$\Delta T_j$     *incremento termico in ciascun punto*  
 $T_j$        *temperatura misurata sulla circonferenza o sull'arco di circonferenza a 1000 m (valore medio di tre misure: -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m).*

Nel caso in cui venga assunta come temperatura di riferimento la media delle temperature superficiali dei tre punti più freddi dell'arco, l'incremento termico relativo a ciascun punto si calcola nel modo seguente:

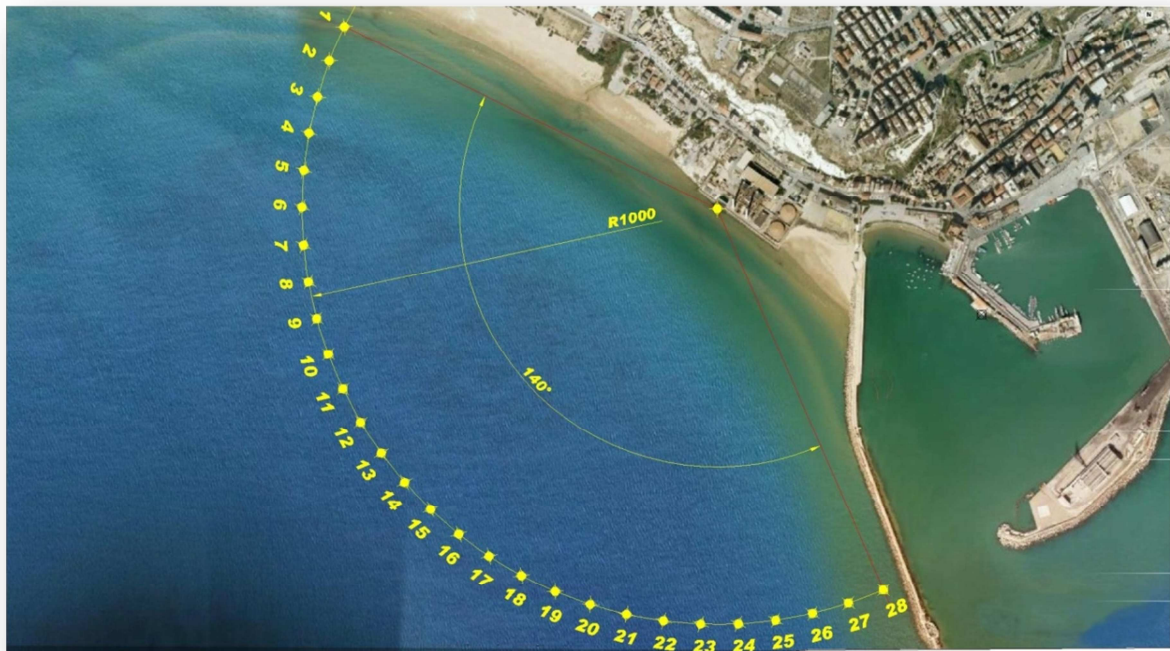
$$\Delta T_j = (T_j - 2s_1) - T_R$$

Qualora le misure effettuate verificano il superamento del limite di legge ( $\Delta T = 3^\circ\text{C}$ ), al fine di escludere possibili influenze negative dovute a situazioni meteomarine particolari, le stesse vengono ripetute cinque volte nei cinque giorni successivi, negli stessi punti e nelle stesse condizioni di funzionamento dell'impianto. In questo caso, come valore di incremento termico più elevato causato dallo scarico, si assume il  $\Delta T$  massimo riscontrato tra quelli rilevati nei cinque giorni. ”.

## 5 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI RILIEVI

Preliminarmente all'esecuzione dei rilievi, sono state definite con il Committente le modalità di esecuzione delle misure di caratterizzazione della perturbazione termica nel tratto di mare antistante lo scarico della centrale di Porto Empedocle (vedi planimetria del sito in fig.2).





*Figura 2 - Inquadramento della centrale termoelettrica di Porto Empedocle e arco a 1000 m con la numerazione delle stazioni di misura della temperatura (fonte Google Earth).*

Le stazioni individuate sull'arco risultano 28; alla verifica in campo in realtà le stazioni 1 e 2 sono risultate inaccessibili per la profondità limitata del fondale.

Vista la necessità di eseguire una caratterizzazione termica del corpo idrico ricettore ai fini della verifica dei limiti di legge sugli scarichi termici, si è stabilito di effettuare i seguenti rilievi:

- misure per la verifica dell'incremento termico massimo sull'arco a 1000 m dal punto di scarico (verifica del limite di legge),
- georeferenziazione in coordinate assolute di tutti i punti di misura,
- registrazione temporale dei dati di impianto influenzanti i rilievi.

### 5.1 Stazioni di misura sull'arco a 1000 m

Le stazioni sull'arco a 1000 m dal punto di scarico delle acque di raffreddamento, in prossimità delle quali effettuare le previste misure di temperatura, sono state individuate con un arco centrato sullo scarico della centrale limitato a Est dal molo del porto (punto 28) mentre a Ovest dal punto 3.

Per la misura degli incrementi termici è stato quindi utilizzato un arco di 129° dal quale sono state individuate 26 stazioni identificate secondo quanto indicato nella metodica di riferimento (stazioni sull'arco con almeno 3 m di profondità e distanti tra loro 5°, riportate sulla planimetria del sito di fig. 2).

Nella tabella che segue sono riportate le coordinate dei punti in cui sono stati eseguiti i rilievi termici.



Punto di misura	North UTM	Est UTM
3	4128003.1	367853.96
4	4127915.22	367833.43
5	4127825.85	367820.9
6	4127735.71	367816.48
7	4127645.54	367820.21
8	4127556.08	367832.05
9	4127468.04	367851.91
10	4127382.16	367879.63
11	4127299.12	367914.97
12	4127219.61	367957.65
13	4127144.27	368007.34
14	4127073.72	368063.61
15	4127008.52	368126.01
16	4126949.22	368194.03
17	4126896.29	368267.13
18	4126850.17	368344.69
19	4126811.23	368426.1
20	4126779.78	368510.69
21	4126756.09	368597.77
22	4126740.35	368686.64
23	4126732.68	368776.55
24	4126733.15	368866.8
25	4126741.76	368956.63
26	4126758.42	369045.32
27	4126783.02	369132.15
28	4126815.34	369216.41

## 5.2 Georeferenziazione dei punti di misura

Il sistema di posizionamento planimetrico utilizzato nel corso dei rilievi è di tipo satellitare differenziale (ricevitore DGPS Trimble SPS461 con dato di correzione differenziale DGPS acquisito dal satellite Omnistar) e consente di georeferenziare qualunque punto con un'incertezza relativa di  $\pm 20$  cm.

Tale sistema lavora con coordinate spaziali riferite all'ellissoide WGS84 che richiedono una rototraslazione per passare a una rappresentazione cartografica nel piano. La rappresentazione cartografica adottata è la proiezione universale inversa di Mercatore (U.T.M), che consente di ottenere per ciascun punto coordinate planari metriche.

La georeferenziazione assoluta dei punti di misura nel sistema U.T.M richiede la conoscenza di un elemento della rete geodetica nazionale predisposta dall'Istituto Geografico Militare (rete IGM95) che si trovi nelle vicinanze della zona dei rilievi. Le informazioni riportate sulla monografia relativa a tale punto consentono di collegarsi alla rete geodetica nazionale e di effettuare con precisione (grazie ai parametri sitospecifici di passaggio tra diversi sistemi di riferimento riportati nella monografia) la rototraslazione dal sistema WGS84 all'ellissoide Internazionale orientato a Monte Mario, riferimento del sistema U.T.M. Con tale elaborazione i punti rilevati vengono georeferenziati in tempo reale direttamente in coordinate U.T.M con una incertezza assoluta di  $\pm 20$  cm.

La georeferenziazione planimetrica dei punti di misura è stata utilizzata per ritrovare i diversi punti in cui eseguire i rilievi termici e per georeferenziare le altre stazioni di misura dei rilievi.

## 5.3 Registrazione degli andamenti temporali dei principali parametri di impianto

Per caratterizzare le condizioni al contorno dei rilievi sono stati acquisiti i principali parametri meteorologici e i dati di carico dei due gruppi della centrale.

Le condizioni meteorologiche generali del sito nel corso della campagna di rilievi sono state contraddistinte da pioggia molto intensa. Nel corso del rilievo il vento è risultato con intensità variabile da S-SE, generando condizioni di mare leggermente mosso durante tutto il periodo di misurazione.

Il carico della centrale il giorno 24 ottobre 2012 è mostrato in figura 3.

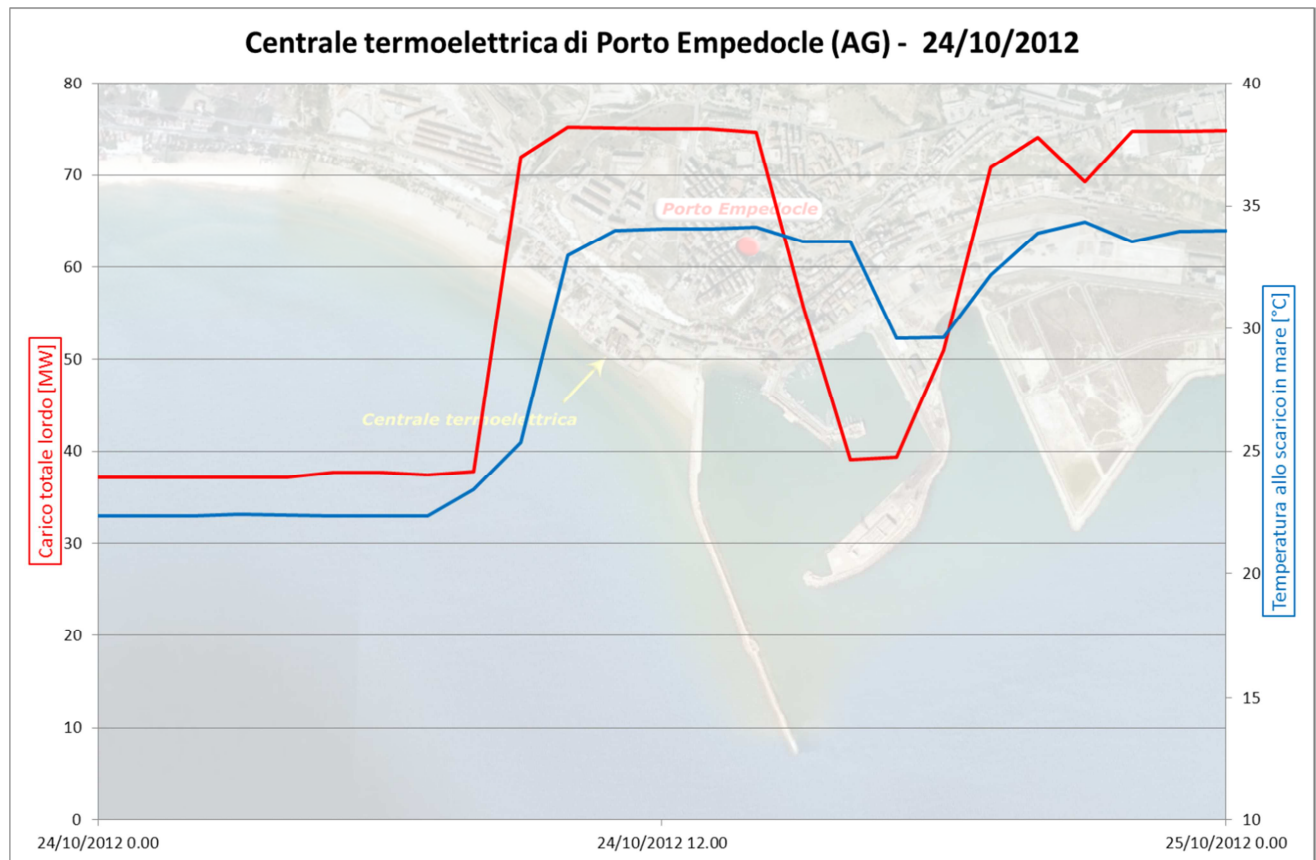


Figura 3 – Carico totale lordo della centrale di Porto Empedocle il giorno 24 ottobre 2012.

## 6 VERIFICA DELL'INCREMENTO A 1000 M DAL PUNTO DI SCARICO A MARE

### 6.1 Stazioni di misura sull'arco a 1000 m

Le 26 stazioni sull'arco a 1000 m dal punto di scarico a mare delle acque di raffreddamento, in prossimità delle quali effettuare le misure di temperatura previste dalla metodica sopra descritta, sono state individuate come descritto nel precedente par. 4.2.

Le coordinate di ciascuna stazione sono state inserite come waypoint nel programma di navigazione del sistema di posizionamento satellitare utilizzato con il quale è stato possibile posizionarsi su ciascuna stazione con elevata precisione.

### 6.2 Definizione della temperatura di riferimento

Come previsto dalla citata normativa IRSA, nei casi di difficile individuazione di un punto di riferimento rappresentativo delle condizioni imperturbate del corpo idrico ricettore, quale temperatura di riferimento è stata assunta la media delle tre stazioni più fredde dell'arco.

### 6.3 Metodologia di misura

Le misure di temperatura alle profondità richieste, nelle stazioni sull'arco a 1000 m, sono state eseguite utilizzando una sonda Valeport Monitor CTD con incertezza di misura inferiore a  $0.1^{\circ}\text{C}^1$  e dotata di certificato di taratura rilasciato da un centro SIT.

I dati dei rilievi termici eseguiti sono riportati nei fogli raccolta dati di campo allegati in appendice al presente Rapporto così come è riportato anche il certificato di taratura della sonda utilizzata per le misure.

### 6.4 Determinazione dell'incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico secondo il metodo CNR-IRSA (1993)

Gli incrementi termici a 1000 m dallo scarico sono stati calcolati, come previsto al cap. 4 del Notiziario IRSA già citato, mediante le formula :

$$\Delta T_j = ( T_j - 2*s_1 ) - T_R,$$

in cui

- $T_j$  è il valore di temperatura sull'arco di circonferenza, medio delle tre misure a -0.1, -1.5 e -3 m ,
- $s_1$  è la deviazione standard relativa alle repliche nel punto più caldo
- $T_R$  è la temperatura di riferimento.

Come specificamente previsto dalla citata normativa IRSA nei casi di difficile individuazione di un punto di riferimento rappresentativo delle condizioni imperturbate del corpo idrico ricettore, quale temperatura di riferimento è stata assunta la media delle tre stazioni più fredde dell'arco, applicando la seguente formula:

$$T_r = T_m + 2*s$$

in cui

- $T_m$  è la media delle tre temperature più fredde
- $s$  è la relativa deviazione standard come previsto dalla metodologia IRSA.

Tra i 26 valori di  $\Delta T_j$  calcolati con la formula sopra riportata è stato quindi individuato il massimo.

---

<sup>1</sup> Come indicato nel rapporto di taratura emesso da centro SIT, lo scostamento tra i valori rilevati dal termometro campione e i valori misurati dalla sonda CESI è compreso tra  $-0.015$  e  $-0.025^{\circ}\text{C}$

## 7 MONITORAGGIO DELLA PERTURBAZIONE TERMICA IN OSSERVANZA DELLE PRESCRIZIONI DELL'A.I.A.

Sulla base delle prescrizioni contenute nell'AIA, la Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle ha provveduto a effettuare la campagna di caratterizzazione degli scarichi termici per il **secondo semestre 2012**. Le misure di verifica dell'incremento termico sono state effettuate nel pomeriggio del giorno 24 ottobre 2012 in condizioni di mare leggermente mosso effettuando:

- 1 serie di misurazioni di temperatura in 26 stazioni sull'arco a 1000 m dal punto di scarico, alla profondità di 0.1, 1.5 e 3.0 m;
- 10 ripetizioni della misura di temperatura (alle quote di 0.1, 1.5 e 3.0 m) nell'intorno del punto sulla semicirconferenza caratterizzato dalla temperatura massima.

Per quanto concerne i dati di potenza lorda generata dei gruppi nel corso dei rilievi, l'andamento della produzione in MW<sub>e</sub> è riportato in figura 3.

### 7.1 Incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico

Nel prospetto seguente è riportato il valore massimo degli incrementi termici calcolati come descritto nel paragrafo 4.2.

Nello stesso prospetto sono riportati, oltre a data e ora a cui la determinazione si riferisce, il massimo valore di incremento termico e gli altri parametri utilizzati per il calcolo:

- temperatura media sulla stazione più calda,
- scarto quadratico medio associato alle ripetizioni nella stazione più calda,
- temperatura media delle tre stazioni più fredde dell'arco,
- scarto quadratico medio associato alla stazione più fredda.

*Tabella 1 – Risultati della misure effettuate il giorno 24 ottobre 2012*

Metodologia	Data	Orario	Temperatura media punto più caldo [°C]	Sqm punto più caldo [°C]	Temperatura media dei 3 punti più freddi [°C]	Sqm punti più freddi [°C]	Incremento termico massimo a 1000 m	Limite di legge [°C]
CNR-IRSA 1993	24/10/2012	12.59 : 14.38	23.83	0.04	23.04	0.04	<b>0.64</b>	<b>3.0</b>

I valori di incremento massimo ottenuti con la metodologia CNR-IRSA (1993) risulta essere pari a 0.64 °C. I valori di incremento massimo risultano quindi minori rispetto al limite di legge pari a 3 °C.

## 8 MISURE DI pH

Contemporaneamente ai rilievi termici, è stato determinato, nell'acqua di mare, anche il valore di pH, sull'arco a 1000 m in corrispondenza delle stazioni di misura della temperatura (figura 2).

I valori di pH sono stabili in tutte le stazioni alle tre profondità indagate e sono compresi tra 8.1 e 8.2.

I risultati dettagliati sono riportati nel Foglio Raccolta Dati in Appendice.

## 9 CONCLUSIONI

CESI ha effettuato nel mese di ottobre 2012 un'indagine termica nel tratto di mare antistante lo scarico delle acque di raffreddamento del condensatore della centrale termoelettrica Enel Produzione di Porto Empedocle, allo scopo di verificare il rispetto dei limiti previsti dalla legislazione vigente (D.Lgs. 152/06) e dalle prescrizioni AIA relativamente all'incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico a mare.

Gli incrementi massimi rilevati sull'arco a 1000 m dal punto di scarico sono risultati essere pari a 0.64 °C, ben al di sotto del previsto limite di 3°C indicato dalla normativa vigente.

Le determinazioni del pH indicano che i valori sono stabili in tutte le stazioni alle tre profondità indagate e sono compresi tra 8.1 e 8.2.

## 10 ACCREDITAMENTO DEL SISTEMA DI QUALITÀ

CESI S.p.A. è in possesso delle seguenti certificazioni, rilasciate da SGS:

- Sistema di Gestione Integrato Qualità, Salute e Sicurezza, in conformità alle norme ISO 9001:2008 (IT11/0118) e alla BS OHSAS 18001:2007 (IT11/0120)
- Conformità Ambientale, in conformità alla norma ISO 14001:2004 (CH11/1604)

CESI, inoltre, è accreditato da ACCREDIA secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005 per molte delle prove che effettua. Copia del certificato e l'elenco delle prove accreditate sono visionabili sul nostro sito [www.cesi.it](http://www.cesi.it), percorso: "Chi siamo", "Accreditamenti" e sul sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it). Le prove per le quali CESI è accreditato sono oggetto di convenzione tra CESI e ACCREDIA. La convenzione e le limitazioni riguardanti l'uso del Rapporto di Prova e l'uso del logo ACCREDIA sono consultabili sul sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it).



## 11 APPENDICE

- fogli raccolta dati di campo con i valori delle temperature e pH misurati sull'arco a 1000 m dal punto di scarico (fronte e retro) (2 pag.)
- certificato SIT di taratura della sonda utilizzata per le misure di temperatura (3 pag.)

CESI SpA			
MISURA DI TEMPERATURA IN PUNTI DEFINITI DI UN CORPO IDRICO SUPERFICIALE			
N°commessa	AG11ESS209	N°prova	1
Località di esecuzione		tratto di mare antist centr P. Empedocle	
Ubicazione dei punti di misura		sull'arco a 1000 m dal diffusore di scarico delle acque di raffreddamento della centrale	

MISURA DI TEMPERATURA IN PUNTI DEFINITI DI UN CORPO IDRICO SUPERFICIALE												
CENTRALE DI		Porto Empedocle (AG)		Potenza nominale [Mw e]		140		Portata nomin. acqua di raffredd. [mc/s]		ND		
MISURA N.		DATA		Potenza durante i rilievi [Mw e]		74.9		Portata acq. di raffr. [mc/s] durante dei rilievi		ND		
stazione	1	2	3	4	5	6	7					
ore/min			14.24		14.17		14.16		14.14			
0.1 m	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH
1.5 m			24	8.2	23.7	8.2	23.6	8.2	23.4	8.2	23.2	8.1
3.0 m			23.9	8.2	23.7	8.2	23.6	8.2	23.5	8.2	23.3	8.1
			23.6	8.2	23.7	8.2	23.7	8.2	23.6	8.2	23.5	8.1
	8	9	10	11	12	13	14					
ore/min	14.11		14.07		14.03		13.59		13.57			
0.1 m	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH
1.5 m			22.9	8.2	23	8.2	23	8.2	23	8.2	22.8	8.2
3.0 m			23.2	8.2	23.1	8.2	23.2	8.2	23	8.2	23	8.2
			23.3	8.2	23.2	8.2	23.5	8.2	23.4	8.2	23.2	8.2
	15	16	17	18	19	20	21					
ore/min	13.55		13.52		13.45		13.43		13.22			
0.1 m	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH
1.5 m			22.8	8.1	22.9	8.2	22.8	8.1	22.9	8.1	22.5	8.1
3.0 m			23	8.1	23	8.2	23	8.1	23.2	8.1	23.2	8.1
			23.4	8.1	23.4	8.2	23.4	8.1	23.4	8.1	23.5	8.1
	22	23	24	25	26	27	28					
ore/min	13.17		13.13		13.11		13.06		12.59			
0.1 m	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH
1.5 m			22.9	8.2	23.1	8.2	22.9	8.1	23	8.1	23.1	8.1
3.0 m			23.3	8.2	23.4	8.2	23.5	8.2	23.6	8.1	23.5	8.1
			23.5	8.2	23.5	8.2	23.6	8.1	23.6	8.1	23.6	8.1

Foglio Raccolta Dati della misura di temperatura eseguita il 24 ottobre 2012 (fronte)

RIPETIZIONI DELLE MISURE TERMICHE A MARE SULLA STAZIONE CON LA MEDIA PIU' CALDA SULLA VERTICALE										
STAZIONE PIU' CALDA		3								
REPLICA N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ore/min	14.26	14.3	14.31	14.32	14.33	14.34	14.35	14.36	14.37	14.38
0.1 m	24.2	24.3	24.3	24.2	24.2	24.3	24.3	24.3	24.4	24.4
1.5 m	23.9	23.9	23.8	23.7	23.8	23.9	23.8	23.8	23.8	23.8
3.0 m	23.6	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7
temp. [C]										

Foglio Raccolta Dati della misura di temperatura eseguita il 24 ottobre 2012 (retro)



Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche  
Via Nino Bixio 27/C - 29121 Piacenza  
Tel. 0523/329011 Fax. 0523/329010  
Email: centro.sit096@siet.it

Centro di Taratura LAT N° 096  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N° 096  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILA Mutual  
Recognition Agreements

Pagina 1 di 1

Page 1 of 1

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 096 T0072 2012  
Certificate of Calibration

- Data di emissione <i>date of issue</i>	2012-03-09
- cliente <i>customer</i>	CESI SPA Via Rubattino, 54 - 20134 Milano (MI)
- destinatario <i>receiver</i>	//
- richiesta <i>application</i>	A.O. OM-122-12
- in data <i>date</i>	2012-03-09
<u>Si riferisce a</u> <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Catena Termometrica
- costruttore <i>manufacturer</i>	VALEPORT
- modello <i>model</i>	MONITOR CTD
- matricola <i>serial number</i>	056701
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2012-03-07
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2012-03-09
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	S000015245

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 096 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 096 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre  
Vittorio Fortunati

Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche  
Via Nino Bixio 27/C - 29121 Piacenza  
Tel. 0523/329011 Fax. 0523/329010  
Email: centro.sit096@siet.it

Centro di Taratura LAT N° 096  
*Calibration Centre*  
Laboratorio Accreditato di Taratura

LAT N° 096  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILA Mutual  
Recognition Agreements

Pagina 2 di 3  
Page 2 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 096 T0072 2012  
*Certificate of Calibration*

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:  
*In the following, information is reported about:*

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessario);  
*- description of the item to be calibrated (if necessary);*  
//
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;  
*- technical procedures used for calibration performed;*  
00 585 PO 97 Rev.5
- gli strumenti/campioni che garantiscono la catena della riferibilità del Centro;  
*- instruments or measurements standards which guarantee the traceability chain of the Centre;*  
CPT003,
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;  
*- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;*  
11-0811-01 I.N.R.I.M.,
- luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);  
*- site of calibration (if different from the Laboratory);*  
N.A.
- condizioni ambientali e di taratura;  
*- calibration and environmental conditions;*  
temperatura: ( 23 ± 1,5 ) °C  
umidità relativa: ( 50 ± 15 ) %U.R.

LA TARATURA VIENE ESEGUITA SECONDO IL SEGUENTE PROCEDIMENTO:

0 °C	In vaso dewar con una miscela di ghiaccio ed acqua deionizzata satura d'aria.
da 0 °C a 100 °C	In bagno termostato ad acqua deionizzata.

Lo Sperimentatore  
P. Losi

Il Responsabile del Centro  
Vittorio Fottunati

Certificato SIT di taratura della sonda utilizzata per le misure di temperatura (pag. 2)



Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche  
Via Nino Bixio 27/C - 29121 Piacenza  
Tel. 0523/329011 Fax. 0523/329010  
Email: centro.sit096@siet.it

Centro di Taratura LAT N° 096  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N° 096

Membro degli Accordi di Mutuo  
Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILA Mutual  
Recognition Agreements

Pagina 3 di 1

Page 3 of 1

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 096 T0072 2012  
Certificate of Calibration

- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

- calibration results and their expanded uncertainty.

Catena Termometrica

Costruttore : VALEPORT  
Modello : MONITOR CTD  
Matricola : 056701

Dati relativi alla sonda:

Costruttore:	VALEPORT	Codice tipo:	0
Modello:	immersione	Risoluzione:	0,001 °C
Matricola:	34855		
Canale dell'indicatore:	----	Profondità di immersione:	60mm

Punto n°	Temperatura di Riferimento [°C]	Valore Indicato [°C]	Val. Indicato - Temp. Riferim. [°C]	Incertezza estesa [°C]
1	0,000	-0,003	-0,003	0,30
2	5,357	5,365	0,008	0,30
3	12,238	12,250	0,012	0,30
4	20,863	20,874	0,011	0,30
5	29,938	29,951	0,013	0,30
6	34,831	34,850	0,019	0,30
7	38,812	38,829	0,017	0,30
8	0,000	-0,002	-0,002	0,30

NOTE:

Le temperature sono espresse in gradi Celsius, secondo la scala ITS-90.

I punti di taratura sono stati eseguiti su specifica richiesta del cliente.

Lo Sperimentatore  
P. Cesi

Il Responsabile del Centro  
Vittorio Fortunati



**Cliente** Enel Produzione SpA - GEM

**Oggetto** Centrale termoelettrica di Porto Empedocle- Monitoraggio termico dello scarico a mare (metodo CNR- IRSA 1993)- Primo semestre 2013

**Ordine** Accordo Quadro Enel Produzione n. 8400056879  
Attingimento N. 4000338534 del 19/03/2013

**Note** Rev.0 (AG13ESS031- Lettera B3019965)

PAD B3008166 (1830851) - USO RISERVATO

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

**N. pagine** 20 **N. pagine fuori testo** -

**Data** 22/07/2013

**Elaborato** ESS - Meloni Maria Laura, ESS - Marengoni Fabio  
B3008166 3353 AUT B3008166 3719 AUT

**Verificato** ESS - Sala Maurizio

**Approvato** ESS - Granata Tommaso (Project Manager)  
B3008166 3744 APP

Mod. RAPP v. 7

## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA</b> .....	<b>3</b>
2.1	Prescrizione della misura semestrale dell'incremento di temperatura del corpo idrico ricettore.....	4
2.2	Prescrizione relativa alle misure di pH.....	4
<b>3</b>	<b>APPROCCIO METODOLOGICO</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>ANALISI DELLA NORMATIVA</b> .....	<b>5</b>
4.1	Legislazione vigente.....	5
4.2	Metodo di calcolo dell'incremento termico massimo.....	5
<b>5</b>	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI RILIEVI</b> .....	<b>7</b>
5.1	Stazioni di misura sull'arco a 1000 m.....	8
5.2	Georeferenziazione dei punti di misura.....	10
5.3	Registrazione degli andamenti temporali dei principali parametri di impianto..	10
<b>6</b>	<b>VERIFICA DELL'INCREMENTO A 1000 M DAL PUNTO DI SCARICO A MARE</b> .....	<b>11</b>
6.1	Stazioni di misura sull'arco a 1000 m.....	11
6.2	Definizione della temperatura di riferimento.....	11
6.3	Metodologia di misura.....	12
6.4	Determinazione dell'incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico secondo il metodo CNR-IRSA (1993).....	12
<b>7</b>	<b>MONITORAGGIO DELLA PERTURBAZIONE TERMICA IN OSSERVANZA DELLE PRESCRIZIONI DELL'A.I.A.</b> .....	<b>13</b>
7.1	Incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico.....	13
<b>8</b>	<b>MISURE DI pH</b> .....	<b>13</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>14</b>
<b>10</b>	<b>ACCREDITAMENTO DEL SISTEMA DI QUALITÀ</b> .....	<b>14</b>
<b>11</b>	<b>APPENDICE</b> .....	<b>15</b>

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	22/07/2013	B3008166	Prima emissione

## 1 PREMESSA

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha autorizzato Enel S.p.A., con Decreto di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) del 28/12/2009, all'esercizio della Centrale Termoelettrica ubicata nel Comune di Porto Empedocle, alimentata ad olio combustibile con potenza elettrica complessiva pari a 140 MW<sub>e</sub>.

Enel Produzione ha pertanto incaricato CESI di effettuare il monitoraggio dell'incremento di temperatura del corpo idrico ricettore e dei valori di pH in osservanza alle prescrizioni indicate nella citata Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA).

Con riferimento a tale Decreto, nel presente Rapporto vengono riportati i risultati del monitoraggio dello scarico delle acque di raffreddamento dei condensatori e delle determinazioni dei valori di pH effettuato nel primo semestre 2013.

Nel mese di maggio 2013 è stata effettuata la caratterizzazione prevista eseguendo misure di temperatura sull'arco a 1000 m dal punto di scarico dei reflui termici di impianto nel corpo idrico ricettore (tratto di mare antistante lo scarico della centrale) per la verifica del rispetto dei limiti di legge (152/06 e s.s.m.m.), acquisendo inoltre i principali parametri di riferimento per la definizione delle condizioni al contorno dei rilievi. In corrispondenza delle stesse stazioni di misura sono stati determinati anche i valori di pH.

Nella presente relazione tecnica vengono riportati i risultati dettagliati dell'indagine e le valutazioni sul rispetto dei predetti limiti.

## 2 AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA

La Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle, costituita da 2 gruppi da 70 MW<sub>e</sub> ciascuno, per una potenza complessiva di 140 MW<sub>e</sub> è ubicata subito a Ovest rispetto il porto della città di Porto Empedocle. Il combustibile principale impiegato è l'olio.

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in data 28/12/2009 ha emesso il Decreto di Autorizzazione Ambientale DSA-DEC-2009-0001913 (AIA) che contiene il Parere Istruttorio (PI) e il Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC) con le prescrizioni relative al monitoraggio termico oggetto del presente documento.



Fig.1 - Ubicazione della Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle (fonte Google Earth).

## 2.1 Prescrizione della misura semestrale dell'incremento di temperatura del corpo idrico ricettore

Il parere istruttorio inserito nella AIA, nel capitolo relativo alle emissioni in corpo idrico (IPCC par. 9.4 prescrizione f), per lo scarico finale SF1 al quale afferiscono esclusivamente le acque di scarico delle unità di produzione in esercizio riporta la seguente prescrizione:

*In corrispondenza dello scarico finale in mare la temperatura non deve superare i 35 °C e l'incremento della temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3 °C oltre i 1000 metri di distanza dallo stesso punto di immissione.*

## 2.2 Prescrizione relativa alle misure di pH

Il parere istruttorio inserito nella AIA, nel capitolo 9.6 "Suolo, sottosuolo e Acque sotterranee" riporta la seguente prescrizione:

*"Il Gestore deve tenere aggiornate le caratterizzazioni delle acque monitorando i valori della temperatura e pH, producendo periodicamente i certificati di caratterizzazione dei corpi idrici recettori antistante il sito dello stabilimento."*

A tale proposito Enel ha concordato con le autorità che, essendo il mare l'unico corpo idrico recettore, le determinazioni di pH vengano effettuate sull'arco a 1000 m in corrispondenza delle stazioni di misura della temperatura.

### 3 APPROCCIO METODOLOGICO

La caratterizzazione della perturbazione termica indotta dallo scarico a mare delle acque di raffreddamento dei condensatori della centrale e la verifica del rispetto dei limiti della legge sugli incrementi termici massimi di scarico ha richiesto un approccio metodologico al problema articolato nei seguenti aspetti:

- analisi approfondita della normativa e della metodica di misura degli incrementi termici a mare,
- registrazione delle condizioni meteomarine di riferimento,
- esecuzione delle misure termiche a mare,
- elaborazione dati e calcolo degli incrementi termici massimi.
- verifica del rispetto dei limiti di legge.

Per le misure di pH è stato applicato il metodo APAT IRSA-CNR 2060 (2003), utilizzando il pHmetro HACH HQ11d. Si tratta di una misura potenziometrica con elettrodo combinato e sonda per compensazione della temperatura.

### 4 ANALISI DELLA NORMATIVA

#### 4.1 Legislazione vigente

In materia di scarichi termici in mare è vigente il D.Lgs. 152/06, che nell'Allegato 5 (Limiti di emissione degli scarichi idrici), cap. 4 (Metodi di campionamento ed analisi), tabella 3 (Valori limite di emissione in acque superficiali e in fognatura), parametro 2 (Temperatura), nota 1, recita:

*“Per il mare e per le zone di foce di corsi d'acqua non significativi, la temperatura dello scarico non deve superare i 35°C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3°C oltre i mille metri di distanza dal punto di immissione”.*

#### 4.2 Metodo di calcolo dell'incremento termico massimo

Come previsto dalle metodologie di controllo definite dall'Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA), pubblicate sul notiziario IRSA “Metodi analitici per le acque” (n.4, ottobre-dicembre 1993) e sul “Manuale dei metodi analitici per le acque” (Quad. Ist. Ric. Acq. n.100, 1995), l'individuazione delle stazioni di misura per la determinazione dell'incremento termico avviene secondo il metodo di seguito riportato (Appendice B del metodo, art.3, c.6 del D.Lgs. 9 ottobre 1993, n.408).

*“L'incremento termico viene determinato come differenza tra i valori medi delle temperature a 1000 m dallo scarico nello strato superficiale di profondità pari a 3 m e il valor medio delle temperature misurate in un punto o in una porzione di corpo idrico non influenzato dallo scarico stesso.*

*Ai fini della verifica dell'incremento termico procedere nel modo seguente:*

*- definire la circonferenza (nel caso di scarichi attraverso condotte) o l'arco di circonferenza (nel caso di scarichi dalla costa) di raggio 1000 m e centro corrispondente alla sezione di scarico (punto di scarico);*

- effettuare le misure di temperatura nello strato superficiale a intervalli regolari lungo la circonferenza o l'arco di circonferenza precedentemente definiti. Quanto minore è l'intervallo tra i punti, tanto più significativa è l'informazione che si ottiene; in generale è stato verificato che determinazioni effettuate a intervalli angolari di 5° (cui corrisponde una arco di lunghezza pari a circa 90 m) consentono di evidenziare il valore massimo di temperatura raggiunto dal corpo idrico ricevente a 1000 m dallo scarico termico. In ciascun punto la misura va effettuata sulla colonna d'acqua di profondità 3.0 m, alle quote -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m;

- definire un punto esterno all'arco e rappresentativo delle condizioni medie, non perturbate, del corpo ricettore. La scelta di tale punto va effettuata caso per caso, sulla base di dati raccolti prima dell'entrata in funzione dello scarico o a scarico non in esercizio.

Qualora non sia possibile definire un punto esterno all'arco e rappresentativo delle condizioni non perturbate, si può assumere come temperatura di riferimento ( $T_R$ ) la media delle temperature ( $T_m$ ), espressa come valore medio di tre misure, alle quote di -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m, dei tre punti più freddi del predetto arco aumentata del doppio della deviazione standard relativa ai suddetti tre punti secondo la relazione seguente:

$$T_R = T_m + 2s$$

La deviazione standard relativa alle misure dei tre punti più freddi, ragionevolmente considerabili non perturbati, può essere calcolata utilizzando la seguente formula:

$$s = \sqrt{\frac{(T_1 - T_m)^2 + (T_2 - T_m)^2 + (T_3 - T_m)^2}{2}}$$

dove

$s$  deviazione standard

$T_m$  temperatura media dei tre punti più freddi dell'arco

$T_1, T_2, T_3$  temperature superficiali (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua) dei tre punti più freddi dell'arco.

- Effettuare serie ripetute di  $n$  misure di temperatura (almeno 10) ciascuna alle quote di -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m nell'intorno del punto della circonferenza o dell'arco di circonferenza caratterizzato dalla temperatura massima e nel punto di riferimento.

- Calcolare le relative deviazioni standard utilizzando le seguenti formule

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - T_M)^2}{n-1}}$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{ri} - T_{rM})^2}{n-1}}$$

dove

$s_1$  deviazione standard relativa alle repliche nel punto più caldo

$T_i$  temperatura della singola replica nel punto più caldo (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua)



$T_M$      *valore medio di  $T_i$  relativo alle  $n$  repliche del punto più caldo*  
 $s_2$      *deviazione standard relativa alle repliche nel punto di riferimento*  
 $T_{ri}$     *temperatura della singola replica nel punto di riferimento (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua)*  
 $T_{rM}$     *valore medio di  $T_{ri}$  relativo alle  $n$  repliche del punto di riferimento*

- *Determinare la differenza di temperatura tra ciascun punto dell'arco e il punto di riferimento nel modo seguente:*

$$\Delta T_j = (T_j - 2s_1) - (T_{rM} + 2s_2)$$

dove

$\Delta T_j$     *incremento termico in ciascun punto*  
 $T_j$        *temperatura misurata sulla circonferenza o sull'arco di circonferenza a 1000 m (valore medio di tre misure: -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m).*

*Nel caso in cui venga assunta come temperatura di riferimento la media delle temperature superficiali dei tre punti più freddi dell'arco, l'incremento termico relativo a ciascun punto si calcola nel modo seguente:*

$$\Delta T_j = (T_j - 2s_1) - T_R$$

*Qualora le misure effettuate verificano il superamento del limite di legge ( $\Delta T = 3^\circ\text{C}$ ), al fine di escludere possibili influenze negative dovute a situazioni meteomarine particolari, le stesse vengono ripetute cinque volte nei cinque giorni successivi, negli stessi punti e nelle stesse condizioni di funzionamento dell'impianto. In questo caso, come valore di incremento termico più elevato causato dallo scarico, si assume il  $\Delta T$  massimo riscontrato tra quelli rilevati nei cinque giorni."*

## 5 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI RILIEVI

Preliminarmente all'esecuzione dei rilievi, sono state definite con il Committente le modalità di esecuzione delle misure di caratterizzazione della perturbazione termica nel tratto di mare antistante lo scarico della centrale di Porto Empedocle (vedi planimetria del sito in fig.2).



*Figura 2 - Inquadramento della centrale termoelettrica di Porto Empedocle e arco a 1000 m con la numerazione delle stazioni di misura della temperatura (fonte Google Earth).*

Le stazioni individuate sull'arco risultano 28; alla verifica in campo in realtà sono risultate inaccessibili le stazioni 1 e 2 per la profondità limitata del fondale e la stazione 28 per la presenza di una forte risacca verso la scogliera.

Vista la necessità di eseguire una caratterizzazione termica del corpo idrico ricettore ai fini della verifica dei limiti di legge sugli scarichi termici, si è stabilito di effettuare i seguenti rilievi:

- misure per la verifica dell'incremento termico massimo sull'arco a 1000 m dal punto di scarico (verifica del limite di legge),
- georeferenziazione in coordinate assolute di tutti i punti di misura,
- registrazione temporale dei dati di impianto influenzanti i rilievi.

## 5.1 Stazioni di misura sull'arco a 1000 m

Le stazioni sull'arco a 1000 m dal punto di scarico delle acque di raffreddamento, in prossimità delle quali effettuare le previste misure di temperatura, sono state individuate con un arco centrato sullo scarico della centrale limitato a Est dal molo del porto (punto 28) mentre a Ovest dal punto 3.

Per la misura degli incrementi termici è stato quindi utilizzato un arco di 129° dal quale sono state individuate 25 stazioni identificate secondo quanto indicato nella metodica di riferimento (stazioni sull'arco con almeno 3 m di profondità e distanti tra loro 5°, riportate sulla planimetria del sito di fig. 2).

Nella tabella che segue sono riportate le coordinate dei punti in cui sono stati eseguiti i rilievi termici.

Punto di misura	North UTM	Est UTM
3	4128003.1	367853.96
4	4127915.22	367833.43
5	4127825.85	367820.9
6	4127735.71	367816.48
7	4127645.54	367820.21
8	4127556.08	367832.05
9	4127468.04	367851.91
10	4127382.16	367879.63
11	4127299.12	367914.97
12	4127219.61	367957.65
13	4127144.27	368007.34
14	4127073.72	368063.61
15	4127008.52	368126.01
16	4126949.22	368194.03
17	4126896.29	368267.13
18	4126850.17	368344.69
19	4126811.23	368426.1
20	4126779.78	368510.69
21	4126756.09	368597.77
22	4126740.35	368686.64
23	4126732.68	368776.55
24	4126733.15	368866.8
25	4126741.76	368956.63
26	4126758.42	369045.32
27	4126783.02	369132.15

## 5.2 Georeferenziazione dei punti di misura

Il sistema di posizionamento planimetrico utilizzato nel corso dei rilievi è di tipo satellitare differenziale (ricevitore DGPS Trimble SPS461 con dato di correzione differenziale DGPS acquisito dal satellite Omnistar) e consente di georeferenziare qualunque punto con un'incertezza relativa di  $\pm 20$  cm.

Tale sistema lavora con coordinate spaziali riferite all'ellissoide WGS84 che richiedono una rototraslazione per passare a una rappresentazione cartografica nel piano. La rappresentazione cartografica adottata è la proiezione universale inversa di Mercatore (U.T.M), che consente di ottenere per ciascun punto coordinate planari metriche.

La georeferenziazione assoluta dei punti di misura nel sistema U.T.M richiede la conoscenza di un elemento della rete geodetica nazionale predisposta dall'Istituto Geografico Militare (rete IGM95) che si trovi nelle vicinanze della zona dei rilievi. Le informazioni riportate sulla monografia relativa a tale punto consentono di collegarsi alla rete geodetica nazionale e di effettuare con precisione (grazie ai parametri sitospecifici di passaggio tra diversi sistemi di riferimento riportati nella monografia) la rototraslazione dal sistema WGS84 all'ellissoide Internazionale orientato a Monte Mario, riferimento del sistema U.T.M. Con tale elaborazione i punti rilevati vengono georeferenziati in tempo reale direttamente in coordinate U.T.M con una incertezza assoluta di  $\pm 20$  cm.

La georeferenziazione planimetrica dei punti di misura è stata utilizzata per ritrovare i diversi punti in cui eseguire i rilievi termici e per georeferenziare le altre stazioni di misura dei rilievi.

## 5.3 Registrazione degli andamenti temporali dei principali parametri di impianto

Per caratterizzare le condizioni al contorno dei rilievi sono stati acquisiti i principali parametri meteorologici e i dati di carico dei due gruppi della centrale.

Le condizioni meteorologiche generali del sito nel corso della campagna di rilievi sono state contraddistinte da cielo sereno. Nel corso del rilievo il vento è risultato con intensità variabile da ovest, generando condizioni di mare leggermente mosso/mosso durante il periodo di misurazione.

Il carico della centrale il giorno 29 maggio 2013 è mostrato in figura 3.

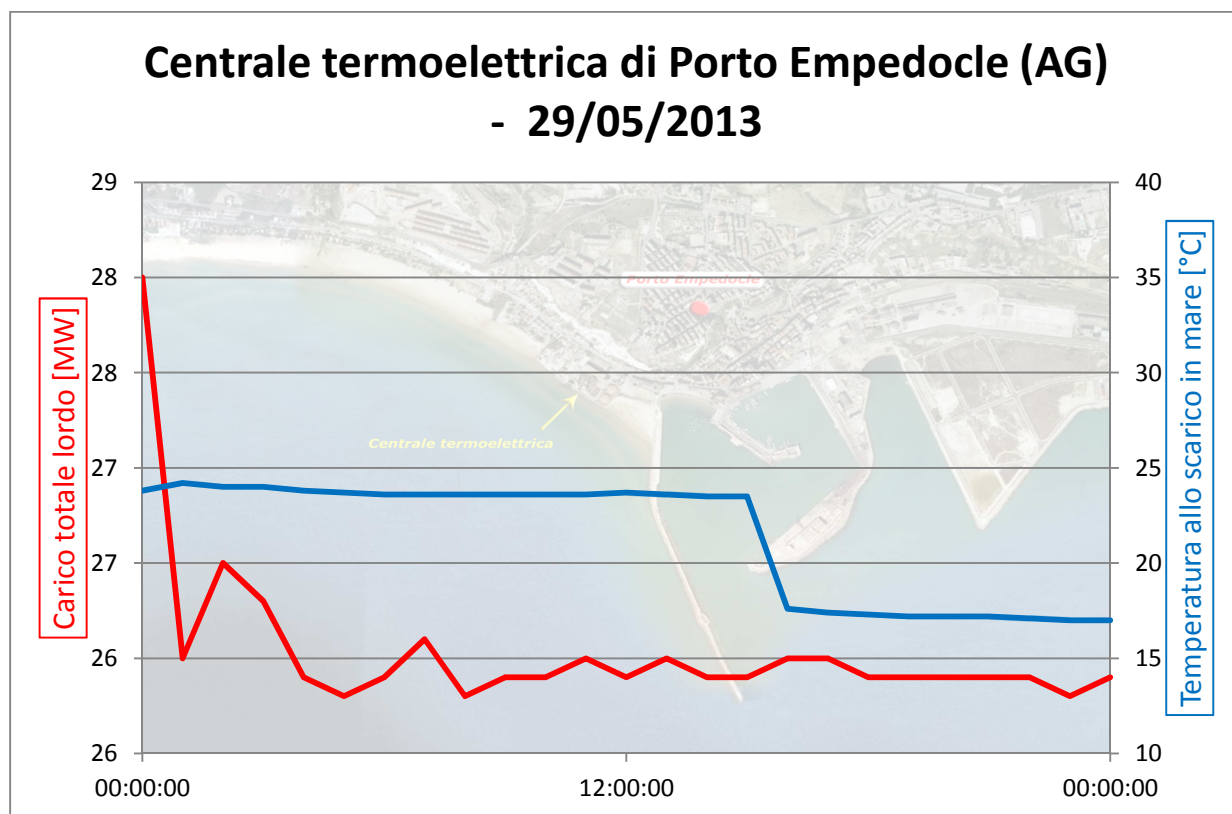


Figura 3 – Carico totale lordo della centrale di Porto Empedocle il giorno 29 maggio 2013.

## 6 VERIFICA DELL'INCREMENTO A 1000 M DAL PUNTO DI SCARICO A MARE

### 6.1 Stazioni di misura sull'arco a 1000 m

Le 25 stazioni sull'arco a 1000 m dal punto di scarico a mare delle acque di raffreddamento, in prossimità delle quali effettuare le misure di temperatura previste dalla metodica sopra descritta, sono state individuate come descritto nel precedente par. 4.2.

Le coordinate di ciascuna stazione sono state inserite come waypoint nel programma di navigazione del sistema di posizionamento satellitare utilizzato con il quale è stato possibile posizionarsi su ciascuna stazione con elevata precisione.

### 6.2 Definizione della temperatura di riferimento

Come previsto dalla citata normativa IRSA, nei casi di difficile individuazione di un punto di riferimento rappresentativo delle condizioni imperturbate del corpo idrico ricettore, quale temperatura di riferimento è stata assunta la media delle tre stazioni più fredde dell'arco.

## 6.3 Metodologia di misura

Le misure di temperatura alle profondità richieste, nelle stazioni sull'arco a 1000 m, sono state eseguite utilizzando una sonda Valeport Monitor CTD con incertezza di misura inferiore a  $0.1^{\circ}\text{C}^1$  e dotata di certificato di taratura rilasciato da un centro SIT.

I dati dei rilievi termici eseguiti sono riportati nei fogli raccolta dati di campo allegati in appendice al presente Rapporto così come è riportato anche il certificato di taratura della sonda utilizzata per le misure.

## 6.4 Determinazione dell'incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico secondo il metodo CNR-IRSA (1993)

Gli incrementi termici a 1000 m dallo scarico sono stati calcolati, come previsto al cap. 4 del Notiziario IRSA già citato, mediante le formula :

$$\Delta T_j = ( T_j - 2*s_1 ) - T_R,$$

in cui

- $T_j$  è il valore di temperatura sull'arco di circonferenza, medio delle tre misure a -0.1, -1.5 e -3 m ,
- $s_1$  è la deviazione standard relativa alle repliche nel punto più caldo
- $T_R$  è la temperatura di riferimento.

Come specificamente previsto dalla citata normativa IRSA nei casi di difficile individuazione di un punto di riferimento rappresentativo delle condizioni imperturbate del corpo idrico ricettore, quale temperatura di riferimento è stata assunta la media delle tre stazioni più fredde dell'arco, applicando la seguente formula:

$$T_r = T_m + 2*s$$

in cui

- $T_m$  è la media delle tre temperature più fredde
- $s$  è la relativa deviazione standard come previsto dalla metodologia IRSA.

Tra i 25 valori di  $\Delta T_j$  calcolati con la formula sopra riportata è stato quindi individuato il massimo.

---

<sup>1</sup> Come indicato nel rapporto di taratura emesso da centro SIT, lo scostamento tra i valori rilevati dal termometro campione e i valori misurati dalla sonda CESI è compreso tra -0.015 e -0.025°C



## 7 MONITORAGGIO DELLA PERTURBAZIONE TERMICA IN OSSERVANZA DELLE PRESCRIZIONI DELL'A.I.A.

Sulla base delle prescrizioni contenute nell'AIA, la Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle ha provveduto a effettuare la campagna di caratterizzazione degli scarichi termici per il **primo semestre 2013**. Le misure di verifica dell'incremento termico sono state effettuate nel pomeriggio del giorno 29 maggio 2013 in condizioni di mare leggermente mosso/mosso effettuando:

- 1 serie di misurazioni di temperatura in 25 stazioni sull'arco a 1000 m dal punto di scarico, alla profondità di 0.1, 1.5 e 3.0 m;
- 10 ripetizioni della misura di temperatura (alle quote di 0.1, 1.5 e 3.0 m) nell'intorno del punto sulla semicirconferenza caratterizzato dalla temperatura massima.

Per quanto concerne i dati di potenza lorda generata dei gruppi nel corso dei rilievi, l'andamento della produzione in MW<sub>e</sub> è riportato in figura 3.

### 7.1 Incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico

Nel prospetto seguente è riportato il valore massimo degli incrementi termici calcolati come descritto nel paragrafo 4.2.

Nello stesso prospetto sono riportati, oltre a data e ora a cui la determinazione si riferisce, il massimo valore di incremento termico e gli altri parametri utilizzati per il calcolo:

- temperatura media sulla stazione più calda,
- scarto quadratico medio associato alle ripetizioni nella stazione più calda,
- temperatura media delle tre stazioni più fredde dell'arco,
- scarto quadratico medio associato alla stazione più fredda.

*Tabella 1 – Risultati della misure effettuate il giorno 29 maggio 2013*

Metodologia	Data	Stazione più calda	Temperatura media punto più caldo [°C]	Sqm punto più caldo [°C]	Temperatura media dei 3 punti più freddi [°C]	Sqm punti più freddi [°C]	Incremento termico massimo a 1000 m	Limite di legge [°C]
CNR-IRSA (1993)	29/05/13	27	16.67	0.10	16.06	0.02	<b>0.37</b>	<b>3.0</b>

Il valore di incremento massimo ottenuto risulta essere pari a 0.37 °C e risulta quindi minori rispetto al limite di legge pari a 3 °C.

## 8 MISURE DI pH

Contemporaneamente ai rilievi termici, è stato determinato, nell'acqua di mare, anche il valore di pH, sull'arco a 1000 m in corrispondenza delle stazioni di misura della temperatura (figura 2).

I valori di pH sono stabili in tutte le stazioni alle tre profondità indagate e sono compresi tra 7.8 e 8.2.

I risultati dettagliati sono riportati nel Foglio Raccolta Dati in Appendice.

## 9 CONCLUSIONI

CESI ha effettuato nel mese di maggio 2013 un'indagine termica nel tratto di mare antistante lo scarico delle acque di raffreddamento del condensatore della centrale termoelettrica Enel Produzione di Porto Empedocle, allo scopo di verificare il rispetto dei limiti previsti dalla legislazione vigente (D.Lgs. 152/06) e dalle prescrizioni AIA relativamente all'incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico a mare.

Gli incrementi massimi rilevati sull'arco a 1000 m dal punto di scarico sono risultati essere pari a 0.37 °C, ben al di sotto del previsto limite di 3°C indicato dalla normativa vigente.

Le determinazioni del pH indicano che i valori sono stabili in tutte le stazioni alle tre profondità indagate e sono compresi tra 7.8 e 8.2.

## 10 ACCREDITAMENTO DEL SISTEMA DI QUALITÀ

CESI S.p.A. è in possesso delle seguenti certificazioni, rilasciate da SGS:

- Sistema di Gestione Integrato Qualità, Salute e Sicurezza, in conformità alle norme ISO 9001:2008 (IT11/0118) e alla BS OHSAS 18001:2007 (IT11/0120)
- Conformità Ambientale, in conformità alla norma ISO 14001:2004 (CH11/1604)

CESI, inoltre, è accreditato da ACCREDIA secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005 per molte delle prove che effettua. Copia del certificato e l'elenco delle prove accreditate sono visionabili sul nostro sito [www.cesi.it](http://www.cesi.it), percorso: "Chi siamo", "Accreditamenti" e sul sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it). Le prove per le quali CESI è accreditato sono oggetto di convenzione tra CESI e ACCREDIA. La convenzione e le limitazioni riguardanti l'uso del Rapporto di Prova e l'uso del logo ACCREDIA sono consultabili sul sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it).

## 11 APPENDICE

- fogli raccolta dati di campo con i valori delle temperature e pH misurati sull'arco a 1000 m dal punto di scarico (fronte e retro) (2 pag.)
- certificato SIT di taratura della sonda utilizzata per le misure di temperatura (3 pag.)

Foglio Raccolta Dati della misura di temperatura eseguita il 29 maggio 2013 (fronte)

CESI SpA												
MISURA DI TEMPERATURA IN PUNTI DEFINITI DI UN CORPO IDRICO SUPERFICIALE												
N° commessa		AG13ESS031		N° prova		1		Località di esecuzione		tratto di mare antist centr P. Empedocle		
Ubicazione dei punti di misura				sull'arco a 1000 m dal diffusore di scarico delle acque di raffreddamento della centrale								
MISURA DI TEMPERATURA IN PUNTI DEFINITI DI UN CORPO IDRICO SUPERFICIALE												
CENTRALE DI MISURA N	1	Porto Empedocle (AG)		Potenza nominale [Mw e]		140		Portata nomin. acqua di raffredd. [mc/s]		140		
		DATA	29/05/2013	Potenza durante i rilievi [Mw e]	26	Portata acq. di raffr. [mc/s] durante dei rilievi	26					
stazione	1	2		3		4		5		6		7
		ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min		
		temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	
0.1 m			16.5	7.8	16.5	8.0	16.5	8.1	16.4	8.1	16.4	8.1
1.5 m			16.5	7.9	16.4	8.0	16.5	8.1	16.4	8.1	16.4	8.1
3.0 m			16.3	7.9	16.1	8.0	16.0	8.1	15.8	8.1	15.9	8.1
ore/min	8	9		10		11		12		13		14
		ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min		
		temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	
			9.12		9.17		9.19		9.22		9.24	
0.1 m			16.4	8.2	16.3	8.2	16.3	8.2	16.3	8.2	16.3	8.2
1.5 m			16.4	8.2	16.3	8.2	16.2	8.2	16.3	8.2	16.3	8.2
3.0 m			16.3	8.2	16.0	8.2	15.6	8.2	15.6	8.2	15.8	8.2
ore/min	15	16		17		18		19		20		21
		ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min			
		temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH			
			9.27		9.30		9.32		9.33		9.35	
0.1 m			16.2	8.2	16.2	8.2	16.2	8.2	16.2	8.2	16.2	8.2
1.5 m			16.2	8.2	16.2	8.2	16.2	8.2	16.2	8.2	16.2	8.2
3.0 m			16.1	8.2	16.0	8.2	15.9	8.2	15.9	8.2	16.0	8.2
ore/min	22	23		24		25		26		27		28
		ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min	ore/min			
		temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH			
			9.38		9.42		9.43		9.45		9.47	
0.1 m			16.2	8.2	16.2	8.2	16.3	8.2	16.5	8.2	16.7	8.2
1.5 m			16.2	8.2	16.2	8.2	16.3	8.2	16.5	8.2	16.7	8.2
3.0 m			16.0	8.2	16.1	8.2	16.2	8.2	16.4	8.2	16.6	8.2

Foglio Raccolta Dati della misura di temperatura eseguita il 29 maggio 2013(retro)

RIPETIZIONI DELLE MISURE TERMICHE A MARE SULLA STAZIONE CON LA MEDIA PIU' CALDA SULLA VERTICALE										
STAZIONE PIU' CALDA	27									
REPLICA N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ore/min										
0.1 m	16,7	16,8	16,7	16,7	16,9	16,7	16,9	17	16,7	16,6
1.5 m	16,7	16,8	16,7	16,7	16,9	16,7	16,9	17	16,6	16,7
3.0 m	16,7	16,7	16,6	16,7	16,8	16,7	16,8	16,8	16,6	16,7
temp. [°C]										

## Certificato SIT di taratura della sonda utilizzata per le misure di temperatura (pag. 1)



Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche  
Via Nino Bixio 27/C - 29121 Piacenza  
Tel. 0523/329011 Fax. 0523/329010  
Email: centro.sit096@siet.it

Centro di Taratura LAT N° 096  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N° 096  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILA Mutual  
Recognition Agreements

Pagina 1 di 3

Page 1 of 3

### CERTIFICATO DI TARATURA LAT 096 T0276 2013 Certificate of Calibration

- Data di emissione  
*date of issue* 2013-04-04

- cliente  
*customer* CESI SPA  
Via Rubattino, 54 - 20134 Milano (MI)

- destinatario  
*receiver* //

- richiesta  
*application* A.O. OM-135-13

- in data  
*date* 2013-03-28

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 096 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

#### Si riferisce a

*Referring to*

- oggetto  
*item* Catena Termometrica

- costruttore  
*manufacturer* VALEPORT

- modello  
*model* MONITOR CTD

- matricola  
*serial number* 056701

- data di ricevimento oggetto  
*date of receipt of item* 2013-03-28

- data delle misure  
*date of measurements* 2013-04-04

- registro di laboratorio  
*laboratory reference* S000015245

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 096 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre  
Vittorio Fortunati



Certificato SIT di taratura della sonda utilizzata per le misure di temperatura (pag. 2)



Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche  
Via Nino Bixio 27/C - 29121 Piacenza  
Tel. 0523/329011 Fax. 0523/329010  
Email: centro.sit096@siet.it

Centro di Taratura LAT N° 096  
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N° 096  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILA Mutual  
Recognition Agreements

Pagina 2 di 3

Page 2 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 096 T0276 2013  
Certificate of Calibration

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:  
*In the following, information is reported about:*

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessario);  
*- description of the item to be calibrated (if necessary);*

//

- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;  
*- technical procedures used for calibration performed;*

00 585 PO 97 Rev.5

- gli strumenti/campioni che garantiscono la catena della riferibilità del Centro;  
*- instruments or measurements standards which guarantee the traceability chain of the Centre;*

CPT006,

- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;  
*- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;*

12-0824-01 I.N.R.I.M.,

- luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);  
*- site of calibration (if different from the Laboratory);*

N.A.

- condizioni ambientali e di taratura;  
*- calibration and environmental conditions;*

temperatura: ( 23 ± 1,5 ) °C

umidità relativa: ( 50 ± 15 ) %U.R.

LA TARATURA VIENE ESEGUITA SECONDO IL SEGUENTE PROCEDIMENTO:

0 °C In vaso dewar con una miscela di ghiaccio ed acqua deionizzata satura d'aria.

da 0 °C a 100 °C In bagno termostato ad acqua deionizzata.

Lo Sperimentatore  
P. Losi

Il Responsabile del Centro  
Vittorio Fortunati

## Certificato SIT di taratura della sonda utilizzata per le misure di temperatura (pag. 3)



Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche  
Via Nino Bixio 27/C - 29121 Piacenza  
Tel. 0523/329011 Fax: 0523/329010  
Email: centro.sit096@siet.it

Centro di Taratura LAT N° 096  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N° 096  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILA Mutual Recognition Agreements

Pagina 3 di 3

Page 3 of 3

### CERTIFICATO DI TARATURA LAT 096 T0276 2013 Certificate of Calibration

- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.  
- calibration results and their expanded uncertainty.

Catena Termometrica

Costruttore : VALEPORT  
Modello : MONITOR CTD  
Matricola : 056701

Dati relativi alla sonda:

Costruttore: VALEPORT  
Modello: immersione  
Matricola: 34855

Codice tipo: 0  
Risoluzione: 0,001 °C

Profondità di immersione: 60 mm

Punto n°	Temperatura di Riferimento [°C]	Valore Indicato [°C]	Val. Indicato - Temp. Riferim. [°C]	Incertezza estesa [°C]
1	0,000	-0,002	-0,002	0,30
2	4,554	4,555	0,001	0,30
3	14,498	14,483	-0,015	0,30
4	21,111	21,093	-0,018	0,30
5	30,876	30,850	-0,026	0,30
6	35,843	35,826	-0,017	0,30
7	40,807	40,779	-0,028	0,30
8	0,000	-0,001	-0,001	0,30

**NOTE:**

Le temperature sono espresse in gradi Celsius, secondo la scala ITS-90.

I punti di taratura sono stati eseguiti su specifica richiesta del cliente.

Lo Sperimentatore  
P. Losi

Il Responsabile del Centro  
Vittorio Fortunati

**Cliente** Enel Produzione SpA

**Oggetto** Centrale termoelettrica di Porto Empedocle- Monitoraggio termico dello scarico a mare (metodo CNR- IRSA 1993)- Secondo semestre 2013

**Ordine** Accordo Quadro Enel Produzione n. 8400056879  
Attingimento N. 4000338534 del 19/03/2013

**Note** Rev.0 (AG13ESS031- Lettera B4002560 )

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

**N. pagine** 20 **N. pagine fuori testo** -

**Data** 28/01/2013

**Elaborato** ESS - Meloni Maria Laura  
B3008167 3353 AUT

**Verificato** ESS - Sala Maurizio  
B3008167 3741 VER

**Approvato** ESS - Granata Tommaso (Project Manager)  
B3008167 3744 APP

**CESI S.p.A.**

Via Rubattino 54  
I-20134 Milano - Italy  
Tel: +39 02 21251  
Fax: +39 02 21255440  
e-mail: info@cesi.it  
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato  
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150  
P.I. IT00793580150  
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2013 by CESI. All rights reserved

## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA</b> .....	<b>3</b>
2.1	Prescrizione della misura semestrale dell'incremento di temperatura del corpo idrico ricettore.....	4
2.2	Prescrizione relativa alle misure di pH.....	4
<b>3</b>	<b>APPROCCIO METODOLOGICO</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>ANALISI DELLA NORMATIVA</b> .....	<b>5</b>
4.1	Legislazione vigente.....	5
4.2	Metodo di calcolo dell'incremento termico massimo.....	5
<b>5</b>	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI RILIEVI</b> .....	<b>7</b>
5.1	Stazioni di misura sull'arco a 1000 m.....	8
5.2	Georeferenziazione dei punti di misura.....	10
5.3	Registrazione degli andamenti temporali dei principali parametri di impianto..	10
<b>6</b>	<b>VERIFICA DELL'INCREMENTO A 1000 M DAL PUNTO DI SCARICO A MARE</b> .....	<b>11</b>
6.1	Stazioni di misura sull'arco a 1000 m.....	11
6.2	Definizione della temperatura di riferimento.....	11
6.3	Metodologia di misura.....	12
6.4	Determinazione dell'incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico secondo il metodo CNR-IRSA (1993).....	12
<b>7</b>	<b>MONITORAGGIO DELLA PERTURBAZIONE TERMICA IN OSSERVANZA DELLE PRESCRIZIONI DELL'A.I.A.</b> .....	<b>13</b>
7.1	Incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico.....	13
<b>8</b>	<b>MISURE DI pH</b> .....	<b>13</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>14</b>
<b>10</b>	<b>ACCREDITAMENTO DEL SISTEMA DI QUALITÀ</b> .....	<b>14</b>
<b>11</b>	<b>APPENDICE</b> .....	<b>15</b>

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	28/01/2014	B3008167	Prima emissione

## 1 PREMESSA

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha autorizzato Enel S.p.A., con Decreto di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) del 28/12/2009, all'esercizio della Centrale Termoelettrica ubicata nel Comune di Porto Empedocle, alimentata ad olio combustibile con potenza elettrica complessiva pari a 140 MW<sub>e</sub>.

Enel Produzione ha pertanto incaricato CESI di effettuare il monitoraggio dell'incremento di temperatura del corpo idrico ricettore e dei valori di pH in osservanza alle prescrizioni indicate nella citata Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA).

Con riferimento a tale Decreto, nel presente Rapporto vengono riportati i risultati del monitoraggio dello scarico delle acque di raffreddamento dei condensatori e delle determinazioni dei valori di pH effettuato nel secondo semestre 2013.

Nel mese di dicembre 2013 è stata effettuata la caratterizzazione prevista eseguendo misure di temperatura sull'arco a 1000 m dal punto di scarico dei reflui termici di impianto nel corpo idrico ricettore (tratto di mare antistante lo scarico della centrale) per la verifica del rispetto dei limiti di legge (152/06 e s.s.m.m.), acquisendo inoltre i principali parametri di riferimento per la definizione delle condizioni al contorno dei rilievi. In corrispondenza delle stesse stazioni di misura sono stati determinati anche i valori di pH.

Nella presente relazione tecnica vengono riportati i risultati dettagliati dell'indagine e le valutazioni sul rispetto dei predetti limiti.

## 2 AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA

La Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle, costituita da 2 gruppi da 70 MW<sub>e</sub> ciascuno, per una potenza complessiva di 140 MW<sub>e</sub> è ubicata subito a Ovest rispetto il porto della città di Porto Empedocle. Il combustibile principale impiegato è l'olio.

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in data 28/12/2009 ha emesso il Decreto di Autorizzazione Ambientale DSA-DEC-2009-0001913 (AIA) che contiene il Parere Istruttorio (PI) e il Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC) con le prescrizioni relative al monitoraggio termico oggetto del presente documento.



Fig.1 - Ubicazione della Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle (fonte Google Earth).

## 2.1 Prescrizione della misura semestrale dell'incremento di temperatura del corpo idrico ricettore

Il parere istruttorio inserito nella AIA, nel capitolo relativo alle emissioni in corpo idrico (IPCC par. 9.4 prescrizione f), per lo scarico finale SF1 al quale afferiscono esclusivamente le acque di scarico delle unità di produzione in esercizio riporta la seguente prescrizione:

*In corrispondenza dello scarico finale in mare la temperatura non deve superare i 35 °C e l'incremento della temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3 °C oltre i 1000 metri di distanza dallo stesso punto di immissione.*

## 2.2 Prescrizione relativa alle misure di pH

Il parere istruttorio inserito nella AIA, nel capitolo 9.6 "Suolo, sottosuolo e Acque sotterranee" riporta la seguente prescrizione:

*"Il Gestore deve tenere aggiornate le caratterizzazioni delle acque monitorando i valori della temperatura e pH, producendo periodicamente i certificati di caratterizzazione dei corpi idrici recettori antistante il sito dello stabilimento."*

A tale proposito Enel ha concordato con le autorità che, essendo il mare l'unico corpo idrico recettore, le determinazioni di pH vengano effettuate sull'arco a 1000 m in corrispondenza delle stazioni di misura della temperatura.



### 3 APPROCCIO METODOLOGICO

La caratterizzazione della perturbazione termica indotta dallo scarico a mare delle acque di raffreddamento dei condensatori della centrale e la verifica del rispetto dei limiti della legge sugli incrementi termici massimi di scarico ha richiesto un approccio metodologico al problema articolato nei seguenti aspetti:

- analisi approfondita della normativa e della metodica di misura degli incrementi termici a mare,
- registrazione delle condizioni meteomarine di riferimento,
- esecuzione delle misure termiche a mare,
- elaborazione dati e calcolo degli incrementi termici massimi.
- verifica del rispetto dei limiti di legge.

Per le misure di pH è stato applicato il metodo APAT IRSA-CNR 2060 (2003), utilizzando il pHmetro HACH HQ11d. Si tratta di una misura potenziometrica con elettrodo combinato e sonda per compensazione della temperatura.

### 4 ANALISI DELLA NORMATIVA

#### 4.1 Legislazione vigente

In materia di scarichi termici in mare è vigente il D.Lgs. 152/06, che nell'Allegato 5 (Limiti di emissione degli scarichi idrici), cap. 4 (Metodi di campionamento ed analisi), tabella 3 (Valori limite di emissione in acque superficiali e in fognatura), parametro 2 (Temperatura), nota 1, recita:

*"Per il mare e per le zone di foce di corsi d'acqua non significativi, la temperatura dello scarico non deve superare i 35°C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3°C oltre i mille metri di distanza dal punto di immissione".*

#### 4.2 Metodo di calcolo dell'incremento termico massimo

Come previsto dalle metodologie di controllo definite dall'Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA), pubblicate sul notiziario IRSA "Metodi analitici per le acque" (n.4, ottobre-dicembre 1993) e sul "Manuale dei metodi analitici per le acque" (Quad. Ist. Ric. Acq. n.100, 1995), l'individuazione delle stazioni di misura per la determinazione dell'incremento termico avviene secondo il metodo di seguito riportato (Appendice B del metodo, art.3, c.6 del D.Lgs. 9 ottobre 1993, n.408).

*"L'incremento termico viene determinato come differenza tra i valori medi delle temperature a 1000 m dallo scarico nello strato superficiale di profondità pari a 3 m e il valor medio delle temperature misurate in un punto o in una porzione di corpo idrico non influenzato dallo scarico stesso.*

*Ai fini della verifica dell'incremento termico procedere nel modo seguente:*

*- definire la circonferenza (nel caso di scarichi attraverso condotte) o l'arco di circonferenza (nel caso di scarichi dalla costa) di raggio 1000 m e centro corrispondente alla sezione di scarico (punto di scarico);*

- effettuare le misure di temperatura nello strato superficiale a intervalli regolari lungo la circonferenza o l'arco di circonferenza precedentemente definiti. Quanto minore è l'intervallo tra i punti, tanto più significativa è l'informazione che si ottiene; in generale è stato verificato che determinazioni effettuate a intervalli angolari di 5° (cui corrisponde una arco di lunghezza pari a circa 90 m) consentono di evidenziare il valore massimo di temperatura raggiunto dal corpo idrico ricevente a 1000 m dallo scarico termico. In ciascun punto la misura va effettuata sulla colonna d'acqua di profondità 3.0 m, alle quote -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m;

- definire un punto esterno all'arco e rappresentativo delle condizioni medie, non perturbate, del corpo ricettore. La scelta di tale punto va effettuata caso per caso, sulla base di dati raccolti prima dell'entrata in funzione dello scarico o a scarico non in esercizio.

Qualora non sia possibile definire un punto esterno all'arco e rappresentativo delle condizioni non perturbate, si può assumere come temperatura di riferimento ( $T_R$ ) la media delle temperature ( $T_m$ ), espressa come valore medio di tre misure, alle quote di -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m, dei tre punti più freddi del predetto arco aumentata del doppio della deviazione standard relativa ai suddetti tre punti secondo la relazione seguente:

$$T_R = T_m + 2s$$

La deviazione standard relativa alle misure dei tre punti più freddi, ragionevolmente considerabili non perturbati, può essere calcolata utilizzando la seguente formula:

$$s = \sqrt{\frac{(T_1 - T_m)^2 + (T_2 - T_m)^2 + (T_3 - T_m)^2}{2}}$$

dove

$s$  deviazione standard

$T_m$  temperatura media dei tre punti più freddi dell'arco

$T_1, T_2, T_3$  temperature superficiali (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua) dei tre punti più freddi dell'arco.

- Effettuare serie ripetute di  $n$  misure di temperatura (almeno 10) ciascuna alle quote di -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m nell'intorno del punto della circonferenza o dell'arco di circonferenza caratterizzato dalla temperatura massima e nel punto di riferimento.

- Calcolare le relative deviazioni standard utilizzando le seguenti formule

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - T_M)^2}{n - 1}}$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{ri} - T_{rM})^2}{n - 1}}$$

dove

$s_1$  deviazione standard relativa alle repliche nel punto più caldo

$T_i$  temperatura della singola replica nel punto più caldo (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua)

$T_M$      valore medio di  $T_i$  relativo alle  $n$  repliche del punto più caldo  
 $s_2$      deviazione standard relativa alle repliche nel punto di riferimento  
 $T_{ri}$      temperatura della singola replica nel punto di riferimento (media delle tre determinazioni lungo la colonna d'acqua)  
 $T_{rM}$      valore medio di  $T_{ri}$  relativo alle  $n$  repliche del punto di riferimento

- Determinare la differenza di temperatura tra ciascun punto dell'arco e il punto di riferimento nel modo seguente:

$$\Delta T_j = (T_j - 2s_1) - (T_{rM} + 2s_2)$$

dove

$\Delta T_j$      incremento termico in ciascun punto  
 $T_j$      temperatura misurata sulla circonferenza o sull'arco di circonferenza a 1000 m (valore medio di tre misure: -0.1 m, -1.5 m e -3.0 m).

Nel caso in cui venga assunta come temperatura di riferimento la media delle temperature superficiali dei tre punti più freddi dell'arco, l'incremento termico relativo a ciascun punto si calcola nel modo seguente:

$$\Delta T_j = (T_j - 2s_1) - T_R$$

Qualora le misure effettuate verificano il superamento del limite di legge ( $\Delta T = 3^\circ\text{C}$ ), al fine di escludere possibili influenze negative dovute a situazioni meteomarine particolari, le stesse vengono ripetute cinque volte nei cinque giorni successivi, negli stessi punti e nelle stesse condizioni di funzionamento dell'impianto. In questo caso, come valore di incremento termico più elevato causato dallo scarico, si assume il  $\Delta T$  massimo riscontrato tra quelli rilevati nei cinque giorni.”.

## 5 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI RILIEVI

Preliminarmente all'esecuzione dei rilievi, sono state definite con il Committente le modalità di esecuzione delle misure di caratterizzazione della perturbazione termica nel tratto di mare antistante lo scarico della centrale di Porto Empedocle (vedi planimetria del sito in fig.2).



*Figura 2 - Inquadramento della centrale termoelettrica di Porto Empedocle e arco a 1000 m con la numerazione delle stazioni di misura della temperatura (fonte Google Earth).*

Le stazioni individuate sull'arco risultano 28; alla verifica in campo in realtà sono risultate inaccessibili le stazioni 1 e 2 per la profondità limitata del fondale.

Vista la necessità di eseguire una caratterizzazione termica del corpo idrico ricettore ai fini della verifica dei limiti di legge sugli scarichi termici, si è stabilito di effettuare i seguenti rilievi:

- misure per la verifica dell'incremento termico massimo sull'arco a 1000 m dal punto di scarico (verifica del limite di legge),
- georeferenziazione in coordinate assolute di tutti i punti di misura,
- registrazione temporale dei dati di impianto influenzanti i rilievi.

## 5.1 Stazioni di misura sull'arco a 1000 m

Le stazioni sull'arco a 1000 m dal punto di scarico delle acque di raffreddamento, in prossimità delle quali effettuare le previste misure di temperatura, sono state individuate con un arco centrato sullo scarico della centrale limitato a Est dal molo del porto (punto 28) mentre a Ovest dal punto 3.

Per la misura degli incrementi termici è stato quindi utilizzato un arco di 129° dal quale sono state individuate 25 stazioni identificate secondo quanto indicato nella metodica di riferimento (stazioni sull'arco con almeno 3 m di profondità e distanti tra loro 5°, riportate sulla planimetria del sito di fig. 2).

Nella tabella che segue sono riportate le coordinate dei punti in cui sono stati eseguiti i rilievi termici.

Punto di misura	North UTM	Est UTM
3	4128003.1	367853.96
4	4127915.22	367833.43
5	4127825.85	367820.9
6	4127735.71	367816.48
7	4127645.54	367820.21
8	4127556.08	367832.05
9	4127468.04	367851.91
10	4127382.16	367879.63
11	4127299.12	367914.97
12	4127219.61	367957.65
13	4127144.27	368007.34
14	4127073.72	368063.61
15	4127008.52	368126.01
16	4126949.22	368194.03
17	4126896.29	368267.13
18	4126850.17	368344.69
19	4126811.23	368426.1
20	4126779.78	368510.69
21	4126756.09	368597.77
22	4126740.35	368686.64
23	4126732.68	368776.55
24	4126733.15	368866.8
25	4126741.76	368956.63
26	4126758.42	369045.32
27	4126783.02	369132.15
28	4126815.34	369216.41

## 5.2 Georeferenziazione dei punti di misura

Il sistema di posizionamento planimetrico utilizzato nel corso dei rilievi è di tipo satellitare differenziale (ricevitore DGPS Trimble SPS461 con dato di correzione differenziale DGPS acquisito dal satellite Omnistar) e consente di georeferenziare qualunque punto con un'incertezza relativa di  $\pm 20$  cm.

Tale sistema lavora con coordinate spaziali riferite all'ellissoide WGS84 che richiedono una rototraslazione per passare a una rappresentazione cartografica nel piano. La rappresentazione cartografica adottata è la proiezione universale inversa di Mercatore (U.T.M), che consente di ottenere per ciascun punto coordinate planari metriche.

La georeferenziazione assoluta dei punti di misura nel sistema U.T.M richiede la conoscenza di un elemento della rete geodetica nazionale predisposta dall'Istituto Geografico Militare (rete IGM95) che si trovi nelle vicinanze della zona dei rilievi. Le informazioni riportate sulla monografia relativa a tale punto consentono di collegarsi alla rete geodetica nazionale e di effettuare con precisione (grazie ai parametri sitospecifici di passaggio tra diversi sistemi di riferimento riportati nella monografia) la rototraslazione dal sistema WGS84 all'ellissoide Internazionale orientato a Monte Mario, riferimento del sistema U.T.M. Con tale elaborazione i punti rilevati vengono georeferenziati in tempo reale direttamente in coordinate U.T.M con una incertezza assoluta di  $\pm 20$  cm.

La georeferenziazione planimetrica dei punti di misura è stata utilizzata per ritrovare i diversi punti in cui eseguire i rilievi termici e per georeferenziare le altre stazioni di misura dei rilievi.

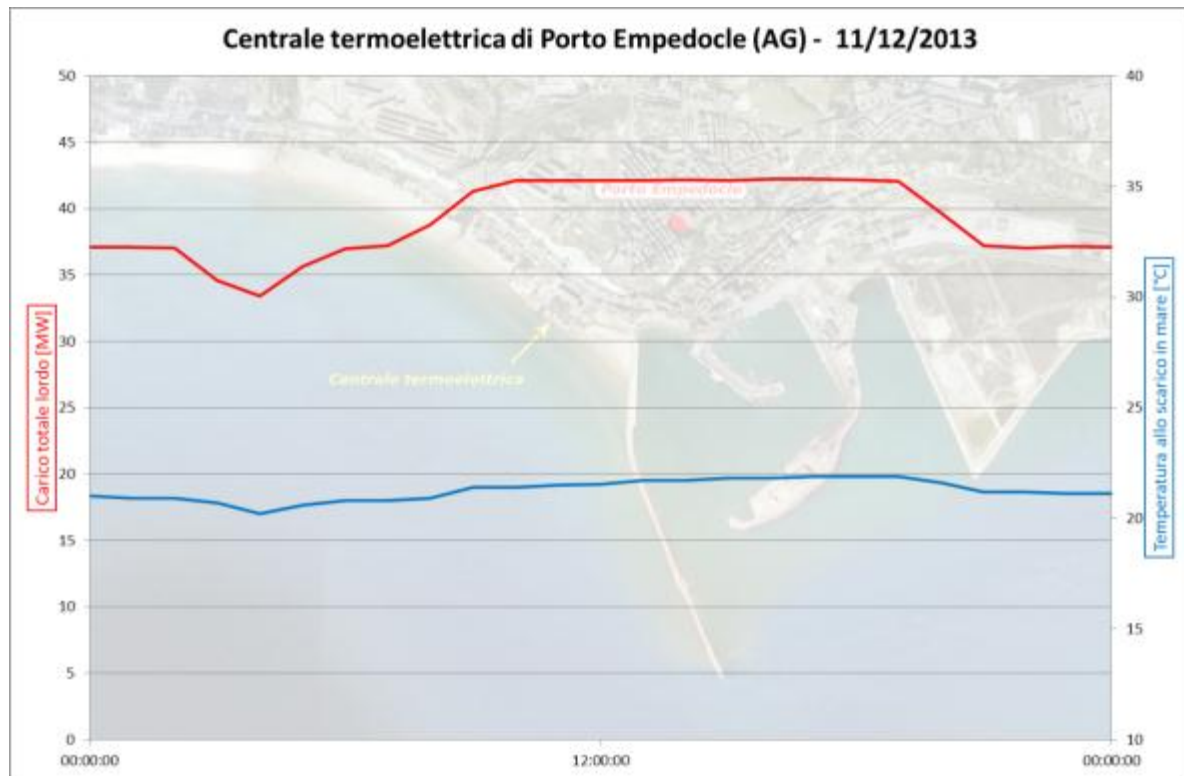
## 5.3 Registrazione degli andamenti temporali dei principali parametri di impianto

Per caratterizzare le condizioni al contorno dei rilievi sono stati acquisiti i principali parametri meteorologici e i dati di carico dei due gruppi della centrale.

Le condizioni meteorologiche generali del sito nel corso della campagna di rilievi sono state contraddistinte da cielo sereno. Nel corso del rilievo il vento è risultato con intensità variabile da ovest, generando condizioni di mare calmo durante il periodo di misurazione.

Il carico della centrale il giorno 11 dicembre 2013 è mostrato in figura 3.





*Figura 3 – Carico totale lordo e temperatura allo scarico delle acque di raffreddamento della centrale di Porto Empedocle il giorno 11 dicembre 2013*

## 6 VERIFICA DELL'INCREMENTO A 1000 M DAL PUNTO DI SCARICO A MARE

### 6.1 Stazioni di misura sull'arco a 1000 m

Le 26 stazioni sull'arco a 1000 m dal punto di scarico a mare delle acque di raffreddamento, in prossimità delle quali effettuare le misure di temperatura previste dalla metodica sopra descritta, sono state individuate come descritto nel precedente par. 4.2.

Le coordinate di ciascuna stazione sono state inserite come waypoint nel programma di navigazione del sistema di posizionamento satellitare utilizzato con il quale è stato possibile posizionarsi su ciascuna stazione con elevata precisione.

### 6.2 Definizione della temperatura di riferimento

Come previsto dalla citata normativa IRSA, nei casi di difficile individuazione di un punto di riferimento rappresentativo delle condizioni imperturbate del corpo idrico ricettore, quale temperatura di riferimento è stata assunta la media delle tre stazioni più fredde dell'arco.

### 6.3 Metodologia di misura

Le misure di temperatura alle profondità richieste, nelle stazioni sull'arco a 1000 m, sono state eseguite utilizzando una sonda Valeport Monitor CTD con incertezza di misura inferiore a  $0.1^{\circ}\text{C}^1$  e dotata di certificato di taratura rilasciato da un centro SIT.

I dati dei rilievi termici eseguiti sono riportati nei fogli raccolta dati di campo allegati in appendice al presente Rapporto così come è riportato anche il certificato di taratura della sonda utilizzata per le misure.

### 6.4 Determinazione dell'incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico secondo il metodo CNR-IRSA (1993)

Gli incrementi termici a 1000 m dallo scarico sono stati calcolati, come previsto al cap. 4 del Notiziario IRSA già citato, mediante le formula :

$$\Delta T_j = ( T_j - 2*s_1 ) - T_R,$$

in cui

- $T_j$  è il valore di temperatura sull'arco di circonferenza, medio delle tre misure a -0.1, -1.5 e -3 m ,
- $s_1$  è la deviazione standard relativa alle repliche nel punto più caldo
- $T_R$  è la temperatura di riferimento.

Come specificamente previsto dalla citata normativa IRSA nei casi di difficile individuazione di un punto di riferimento rappresentativo delle condizioni imperturbate del corpo idrico ricettore, quale temperatura di riferimento è stata assunta la media delle tre stazioni più fredde dell'arco, applicando la seguente formula:

$$T_r = T_m + 2*s$$

in cui

- $T_m$  è la media delle tre temperature più fredde
- $s$  è la relativa deviazione standard come previsto dalla metodologia IRSA.

Tra i 26 valori di  $\Delta T_j$  calcolati con la formula sopra riportata è stato quindi individuato il massimo.

---

<sup>1</sup> Come indicato nel rapporto di taratura emesso da centro SIT, lo scostamento tra i valori rilevati dal termometro campione e i valori misurati dalla sonda CESI è compreso tra  $-0.015$  e  $-0.025^{\circ}\text{C}$

## 7 MONITORAGGIO DELLA PERTURBAZIONE TERMICA IN OSSERVANZA DELLE PRESCRIZIONI DELL'A.I.A.

Sulla base delle prescrizioni contenute nell'AIA, la Centrale Termoelettrica di Porto Empedocle ha provveduto a effettuare la campagna di caratterizzazione degli scarichi termici per il **secondo semestre 2013**. Le misure di verifica dell'incremento termico sono state effettuate il mattino del giorno 11 dicembre 2013 in condizioni di mare calmo effettuando:

- 1 serie di misurazioni di temperatura in 26 stazioni sull'arco a 1000 m dal punto di scarico, alla profondità di 0.1, 1.5 e 3.0 m;
- 10 ripetizioni della misura di temperatura (alle quote di 0.1, 1.5 e 3.0 m) nell'intorno del punto sulla semicirconferenza caratterizzato dalla temperatura massima.

Per quanto concerne i dati di potenza lorda generata dei gruppi nel corso dei rilievi, l'andamento della produzione in MW<sub>e</sub> è riportato in figura 3.

### 7.1 Incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico

Nel prospetto seguente è riportato il valore massimo degli incrementi termici calcolati come descritto nel paragrafo 4.2.

Nello stesso prospetto sono riportati, oltre a data e ora a cui la determinazione si riferisce, il massimo valore di incremento termico e gli altri parametri utilizzati per il calcolo:

- temperatura media sulla stazione più calda,
- scarto quadratico medio associato alle ripetizioni nella stazione più calda,
- temperatura media delle tre stazioni più fredde dell'arco,
- scarto quadratico medio associato alla stazione più fredda.

*Tabella 1 – Risultati della misure effettuate il giorno 11 dicembre 2013*

Metodologia	Data	Temperatura media punto più caldo [°C]	Sqm punto più caldo [°C]	Temperatura media dei 3 punti più freddi [°C]	Sqm punti più freddi [°C]	Incremento termico massimo a 1000 m	Limite di legge [°C]
CNR-IRSA (1993)	11/12/13	15.87	0.02	15.33	0.00	<b>0.44</b>	<b>3.0</b>

Il valore di incremento massimo ottenuto risulta essere pari a 0.44 °C e risulta quindi minori rispetto al limite di legge pari a 3 °C.

## 8 MISURE DI pH

Contemporaneamente ai rilievi termici, è stato determinato, nell'acqua di mare, anche il valore di pH, sull'arco a 1000 m in corrispondenza delle stazioni di misura della temperatura (figura 2).

I valori di pH sono stabili in tutte le stazioni alle tre profondità indagate e sono compresi tra 8.0 e 8.2.

I risultati dettagliati sono riportati nel Foglio Raccolta Dati in Appendice.

## 9 CONCLUSIONI

CESI ha effettuato nel mese di dicembre 2013 un'indagine termica nel tratto di mare antistante lo scarico delle acque di raffreddamento del condensatore della centrale termoelettrica Enel Produzione di Porto Empedocle, allo scopo di verificare il rispetto dei limiti previsti dalla legislazione vigente (D.Lgs. 152/06) e dalle prescrizioni AIA relativamente all'incremento termico massimo a 1000 m dal punto di scarico a mare.

Gli incrementi massimi rilevati sull'arco a 1000 m dal punto di scarico sono risultati essere pari a 0.44 °C, ben al di sotto del previsto limite di 3°C indicato dalla normativa vigente.

Le determinazioni del pH indicano che i valori sono stabili in tutte le stazioni alle tre profondità indagate e sono compresi tra 8.1 e 8.2.

## 10 ACCREDITAMENTO DEL SISTEMA DI QUALITÀ

CESI S.p.A. è in possesso delle seguenti certificazioni, rilasciate da SGS:

- Sistema di Gestione Integrato Qualità, Salute e Sicurezza, in conformità alle norme ISO 9001:2008 (IT11/0118) e alla BS OHSAS 18001:2007 (IT11/0120)
- Conformità Ambientale, in conformità alla norma ISO 14001:2004 (CH11/1604)

CESI, inoltre, è accreditato da ACCREDIA secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005 per molte delle prove che effettua. Copia del certificato e l'elenco delle prove accreditate sono visionabili sul nostro sito [www.cesi.it](http://www.cesi.it), percorso: "Chi siamo", "Accreditamenti" e sul sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it). Le prove per le quali CESI è accreditato sono oggetto di convenzione tra CESI e ACCREDIA. La convenzione e le limitazioni riguardanti l'uso del Rapporto di Prova e l'uso del logo ACCREDIA sono consultabili sul sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it).

## 11 APPENDICE

- fogli raccolta dati di campo con i valori delle temperature e pH misurati sull'arco a 1000 m dal punto di scarico (fronte e retro) (2 pag.)
- certificato SIT di taratura della sonda utilizzata per le misure di temperatura (3 pag.)

Foglio Raccolta Dati della misura di temperatura eseguita l'11 dicembre 2013 (fronte)

<b>CESI SpA</b>			
<b>MISURA DI TEMPERATURA IN PUNTI DEFINITI DI UN CORPO IDRICO SUPERFICIALE</b>			
N° commessa	AG13ESS031	N° prova	1
Località di esecuzione		tratto di mare antist centr P. Empedocle	
Ubicazione dei punti di misura		sull'arco a 1000 m dal diffusore di scarico delle acque di raffreddamento della centrale	

MISURA DI TEMPERATURA IN PUNTI DEFINITI DI UN CORPO IDRICO SUPERFICIALE													
CENTRALI		Porto Empedocle (AG)		Potenza nominale [Mw e]		140							
MISURA N.		DATA		11/12/2013		42							
stazione	1	2		3		4		5		6		7	
ore/min		9.28		9.30		9.35		9.40		9.42			
		temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH
0.1 m		15.4	8.1	15.4	8.1	15.5	8.1	15.5	8.1	15.6	8.1	15.6	8.1
1.5 m		15.4	8.1	15.4	8.0	15.4	8.1	15.5	8.1	15.6	8.2	15.6	8.2
3.0 m		15.4	8.0	15.3	8.0	15.4	8.1	15.4	8.1	15.6	8.2	15.6	8.2
	<b>8</b>	<b>9</b>		<b>10</b>		<b>11</b>		<b>12</b>		<b>13</b>		<b>14</b>	
ore/min		9.46		9.48		9.50		9.52		9.53		9.55	
		temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH
0.1 m		15.6	8.2	15.7	8.2	15.8	8.2	15.8	8.2	15.8	8.1	15.8	8.1
1.5 m		15.6	8.2	15.7	8.2	15.8	8.2	15.8	8.2	15.8	8.1	15.8	8.1
3.0 m		15.6	8.2	15.7	8.1	15.8	8.2	15.8	8.1	15.8	8.1	15.8	8.1
	<b>15</b>	<b>16</b>		<b>17</b>		<b>18</b>		<b>19</b>		<b>20</b>		<b>21</b>	
ore/min		9.56		9.58		10.01		10.03		10.06		10.09	
		temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH
0.1 m		15.8	8.2	15.8	8.1	15.8	8.2	15.8	8.2	15.9	8.2	15.9	8.2
1.5 m		15.8	8.2	15.8	8.2	15.8	8.2	15.8	8.2	15.8	8.2	15.9	8.2
3.0 m		15.8	8.1	15.8	8.2	15.8	8.2	15.8	8.2	15.8	8.2	15.8	8.2
	<b>22</b>	<b>23</b>		<b>24</b>		<b>25</b>		<b>26</b>		<b>27</b>		<b>28</b>	
ore/min		10.11		10.13		10.16		10.17		10.19		10.21	
		temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH	temperatura	pH
0.1 m		15.9	8.2	15.8	8.2	15.8	8.2	15.5	8.2	15.4	8.2	15.4	8.2
1.5 m		15.8	8.2	15.8	8.2	15.7	8.2	15.4	8.2	15.4	8.2	15.3	8.2
3.0 m		15.8	8.2	15.8	8.2	15.6	8.2	15.4	8.2	15.3	8.2	15.2	8.2

CONDIZIONI DEL MARE			NOTE		
<input checked="" type="checkbox"/> SERENO	TEMP. AMB. [°C]	6.4	<input checked="" type="checkbox"/> CALMO		
<input type="checkbox"/> VARIABILE	VENTO		<input type="checkbox"/> QUASICALMO		
<input type="checkbox"/> NUVOLOSO	PROVENIENZA	W	<input type="checkbox"/> LEGG. MOSSO		
<input type="checkbox"/> MOLTO NUVOLOSO	VELOCITÀ [m/s]	1	<input type="checkbox"/> MOSSO		
<input type="checkbox"/> PIOGGIA			<input type="checkbox"/> AGITATO		



Foglio Raccolta Dati della misura di temperatura eseguita l'11 dicembre 2013 (retro)

RIPETIZIONI DELLE MISURE TERMICHE A MARE SULLA STAZIONE CON LA MEDIA PIU' CALDA SULLA VERTICALE										
STAZIONE PIU' CALDA		21								
REFLICA N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ore/min	10.34	10.35	10.36	10.37	10.38	10.39	10.40	10.41	10.42	10.43
0.1 m	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9
1.5 m	15.9	15.8	15.9	15.9	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.9
3.0 m	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8
temp. [°C]										

## Certificato SIT di taratura della sonda utilizzata per le misure di temperatura (pag. 1)



Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche  
Via Nino Bixio 27/C - 29121 Piacenza  
Tel. 0523/329011 Fax. 0523/329010  
Email: centro.sit096@siet.it

Centro di Taratura LAT N° 096  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N° 096  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILA Mutual  
Recognition Agreements

Pagina 1 di 3

Page 1 of 3

### CERTIFICATO DI TARATURA LAT 096 T0276 2013 Certificate of Calibration

- Data di emissione <i>date of issue</i>	2013-04-04
- cliente <i>customer</i>	CESI SPA Via Rubattino, 54 - 20134 Milano (MI)
- destinatario <i>receiver</i>	//
- richiesta <i>application</i>	A.O. OM-135-13
- in data <i>date</i>	2013-03-28
<b>Si riferisce a</b> <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Catena Termometrica
- costruttore <i>manufacturer</i>	VALEPORT
- modello <i>model</i>	MONITOR CTD
- matricola <i>serial number</i>	056701
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2013-03-28
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2013-04-04
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	S000015245

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 096 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 096 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre  
Vittorio Fortunati

Certificato SIT di taratura della sonda utilizzata per le misure di temperatura (pag. 2)



Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche  
Via Nino Bixio 27/C - 29121 Piacenza  
Tel. 0523/329011 Fax. 0523/329010  
Email: centro.sit096@siet.it

Centro di Taratura LAT N° 096

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N° 096

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILA Mutual  
Recognition Agreements

Pagina 2 di 3

Page 2 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 096 T0276 2013

Certificate of Calibration

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:  
*In the following, information is reported about:*

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessario);  
*- description of the item to be calibrated (if necessary);*

//

- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;  
*- technical procedures used for calibration performed;*  
00 585 PO 97 Rev.5

- gli strumenti/campioni che garantiscono la catena della riferibilità del Centro;  
*- instruments or measurements standards which guarantee the traceability chain of the Centre;*  
CPT006,

- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;  
*- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;*  
12-0824-01 I.N.R.I.M.,

- luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);  
*- site of calibration (if different from the Laboratory);*  
N.A.

- condizioni ambientali e di taratura;  
*- calibration and environmental conditions;*  
temperatura: ( 23 ± 1,5 ) °C  
umidità relativa: ( 50 ± 15 ) %U.R.

LA TARATURA VIENE ESEGUITA SECONDO IL SEGUENTE PROCEDIMENTO:

0 °C In vaso dewar con una miscela di ghiaccio ed acqua deionizzata satura d'aria.  
da 0 °C a 100 °C In bagno termostato ad acqua deionizzata.

Lo Sperimentatore  
P. Losi

Il Responsabile del Centro  
Vittorio Fortunati

Certificato SIT di taratura della sonda utilizzata per le misure di temperatura (pag. 3)



Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche  
Via Nino Bixio 27/C - 29121 Piacenza  
Tel. 0523/329011 Fax. 0523/329010  
Email: centro.sit096@siet.it

Centro di Taratura LAT N° 096  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di Taratura



LAT N° 096  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILA Mutual Recognition Agreements

Pagina 3 di 3  
Page 3 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 096 T0276 2013  
Certificate of Calibration

- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.  
- calibration results and their expanded uncertainty.

Catena Termometrica

Costruttore : VALEPORT  
Modello : MONITOR CTD  
Matricola : 056701

Dati relativi alla sonda:

Costruttore: VALEPORT  
Modello: immersione  
Matricola: 34855

Codice tipo: 0  
Risoluzione: 0,001 °C

Profondità di immersione: 60 mm

Punto n°	Temperatura di Riferimento [°C]	Valore Indicato [°C]	Val. Indicato - Temp. Riferim. [°C]	Incertezza estesa [°C]
1	0,000	-0,002	-0,002	0,30
2	4,554	4,555	0,001	0,30
3	14,498	14,483	-0,015	0,30
4	21,111	21,093	-0,018	0,30
5	30,876	30,850	-0,026	0,30
6	35,843	35,826	-0,017	0,30
7	40,807	40,779	-0,028	0,30
8	0,000	-0,001	-0,001	0,30

NOTE:

Le temperature sono espresse in gradi Celsius, secondo la scala ITS-90.

I punti di taratura sono stati eseguiti su specifica richiesta del cliente.

Lo Sperimentatore  
P. Losi

Il Responsabile del Centro  
Vittorio Fortunati