



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

# Monitoraggio delle aree geotermiche toscane Anno 2012

*Controllo delle emissioni delle  
centrali geotermoelettriche  
e  
monitoraggio della qualità dell'aria  
nel territorio geotermico toscano*

ARPAT - AREA VASTA SUD  
Settore GEOTERMIA



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambien  
della Toscana

**Regione Toscana**



# **Relazione sull'attività di controllo delle centrali geotermoelettriche e sul monitoraggio della qualità dell'aria nelle aree geotermiche toscano**

## **Anno 2012**

**A cura di Ivano Gartner - ARPAT - Area Vasta Sud Settore Geotermia**

**Collaboratori:**

**Simone Magi - Settore Geotermia**

**Simonetta Castellani - Settore Geotermia**

**Riccardo Pellegrini - Settore Geotermia**

**Alessandro Bagnoli - Dipartimento di Piombino**

**Stefania Milani - Dipartimento di Piombino**

**Federico Ferri - Dipartimento di Siena**

**Fabrizio Franceschini - Dipartimento di Pisa**

**Raffaella Capozzi - Dipartimento di Grosseto**

**Hanno inoltre collaborato all'attività 2012:**

**- ARPAT UO Radioattività e Amianto (Dott.ssa Silvia Bucci);**

**- ARPAT Settore Modellistica (Dott. Antongiulio Barbaro)**

## SINTESI

In Toscana la produzione di energia elettrica tramite la coltivazione dei fluidi geotermici rappresenta un'importante fonte energetica alternativa che, con una produzione di circa 5 miliardi di chilovattora all'anno fornita dalle 34 centrali geotermoelettriche presenti, riesce a coprire oltre il 26% del fabbisogno elettrico regionale; il calore geotermico è inoltre utilizzato per usi plurimi, tra cui il teleriscaldamento.

La Regione Toscana dal 1996 ha affidato ad ARPAT l'incarico di verificare le pressioni e gli effetti esercitati sull'ambiente a seguito della coltivazione dei fluidi geotermici. Dal 2010 è stato affidato ad ARPAT anche il compito di svolgere approfondimenti tecnico-scientifici finalizzati a individuare ulteriori soluzioni che possano portare ad una riduzione delle emissioni delle centrali geotermiche. Nel 2012, in linea con gli indirizzi della Regione Toscana sopra indicati, le attività di ARPAT si sono incentrate su:

- il controllo delle emissioni delle centrali GTE;
- il monitoraggio della qualità dell'aria del territorio geotermico toscano focalizzando l'attenzione sugli inquinanti "Mercurio gassoso" e "Acido solfidrico", in quanto ritenuti essere rappresentativi delle pressioni esercitate dalle attività geotermiche antropiche e/o naturali;
- il monitoraggio delle acque sotterranee del monte Amiata;

Con riferimento al controllo alle emissioni delle centrali geotermoelettriche, ARPAT, nel **2012**, ha effettuato **16 interventi di controllo delle emissioni**, verificando 11 Centrali, con un significativo incremento, rispetto agli **8 controlli** effettuati nel **2011**.

Nelle sottostanti tabelle, per i due inquinanti più significativi, idrogeno solforato (H<sub>2</sub>S) [**in particolare questo inquinante è rilevante anche da un punto di vista di stato della qualità dell'aria e per la relativa percezione olfattiva**] e mercurio (Hg), sono riportati i controlli effettuati nel 2012 con il riferimento ai limiti emissivi della normativa nazionale e regionale e, in più, con l'indicazione del valore prescrittivo o indicativo di tali limiti, in funzione della tipologia della specifica autorizzazione.

### Acido solfidrico H<sub>2</sub>S

Denominazione centrale - data	Tipologia Torre/potenza	H <sub>2</sub> S Uscita AMIS (kg/h)	Limiti di emissione uscita AMIS DGRT n. 344/2010 (kg/h)	H <sub>2</sub> S uscita centrale (kg/h)	Limiti di emissione uscita centrale Dlgs 152/2006 (kg/h)	Limiti di emissione uscita centrale Decreti MICA (kg/h)	Limiti di emissione uscita centrale DGRT n. 344/2010 (kg/h)
Bagnore 3 (feb 2012)	Tiraggio indotto - 20 MW	0,3	3,0 (indicativo)	-	indicativo	90 (Prescrittivo)	30,0 (indicativo)
Bagnore 3 (mar 2012)	Tiraggio indotto - 20 MW	0,2	3,0 (indicativo)	11,0	indicativo	90 (Prescrittivo)	30,0 (indicativo)
Farinello (mar 2012)	Tiraggio indotto - 60 MW	Inferiore al limite di rilevabilità	3,0 (indicativo)	11,0	170,0 Prescrittivo (1)	Nessun limite previsto	80,0 (indicativo)
Vallesecolo Gruppo 1 (mag 2012)	Tiraggio indotto - 60 MW	0,2	3,0 (indicativo)	13,0	170,0 Prescrittivo (1)	Nessun limite previsto	80,0 (indicativo)
Vallesecolo Gruppo 2 (mag 2012)	Tiraggio indotto - 60 MW	0,2	3,0 (indicativo)	9,0	170,0 Prescrittivo (1)	Nessun limite previsto	80,0 (indicativo)
Chiusdino (lug 2012)	Tiraggio indotto - 20 MW	0,1	3,0 (Prescrittivo)	21,0	-	-	30,0 (indicativo)

Nuova Castelnuovo (ago 2012)	Tiraggio naturale 14,5 MW	Inferiore al limite di rilevabilità	3,0 (indicativo)	10,0	170,0 Prescrittivo (1)	Nessun limite previsto	10,0 (indicativo)
Nuova Lago (set 2012)	Tiraggio indotto - 10 MW	0,04	3,0 (indicativo)	nd (2) (Conc. = 14,7 (mg/Nm3))	170,0 Prescrittivo (1)	Nessun limite previsto	30,0 (indicativo)
Radicondoli Gruppo 1 (ott 2012)	Tiraggio indotto - 40 MW	2	3,0 (indicativo)	35,0	170,0 Prescrittivo (1)	Nessun limite previsto	80,0 (indicativo)
Radicondoli Gruppo 2 (ott 2012)	Tiraggio indotto - 20 MW	nd	3,0 (Prescrittivo)	30,0	-	-	30,0 (prescrittivo)
Nuova Larderello (nov 2012)	Tiraggio naturale - 20 MW	0,1	3,0 (indicativo)	21 ± 6,3	170,0 Prescrittivo (1)	Nessun limite previsto	10,0 (indicativo)
Nuova Gabbro (dic 2012)	Tiraggio naturale - 20 MW	0,1	3,0 (indicativo)	14 ± 4	170,0 Prescrittivo (1)	Nessun limite previsto	10,0 (indicativo)

(1) Come indicato nell'ARPATnews sulla normativa in materia di emissioni geotermiche , il limite previsto dal DLgs 152/2006 [70-100 mg/Nm3] è riferito ad una media oraria su base mensile che comporterebbe un monitoraggio in continuo, tecnicamente impossibile su un impianto geotermico. Peraltro, il limite del D.Lgs 152/2006, anche se tecnicamente non verificabile direttamente è stato indirettamente verificato ed è rispettato.

(2) si riporta il dato di concentrazione in quanto non è stato possibile effettuare le misure di portata e, quindi calcolare il Flusso di massa, poiché i punti di misura sono risultati non idonei.

## Mercurio

Denominazione centrale - data	Tipologia Torre / potenza	Valori rilevati dai controlli ARPAT nel 2012		Limite prescrittivo applicato uscita centrale (g/h)	Fonte normativa limite prescrittivo
		Hg Uscita AMIS (g/h)	Hg uscita centrale (g/h)		
Bagnore 3 (feb 2012)	Tiraggio indotto - 20 MW	1,0	nd (7)	0,8 (1) (6)	Decreti Mica
Bagnore 3 (mar 2012)	Tiraggio indotto - 20 MW	1,0	4,0 (2) - 0,04 (3)	0,8 (1) (6)	Decreti Mica
Farinello (mar 2012)	Tiraggio indotto - 60 MW	Linea A = 0,1; Linea B = 0,1	40,0 (2) - 0,4 (3)	1,0 (6)	DLgs 152/2006
Vallesecolo Gruppo 1 (mag 2012)	Tiraggio indotto - 60 MW	0,1	20± 6 (2) - 0,2 (3)	1,0 (6)	DLgs 152/2006
Vallesecolo Gruppo 2 (mag 2012)	Tiraggio indotto - 60 MW	0,3	8,0 (2) - 0,07 (3)	1,0 (6)	DLgs 152/2006
Chiusdino (lug 2012)	Tiraggio indotto - 20 MW	0,1	5,0	2,0 (uscita AMIS) - 10,0 (uscita centrale)	DGRT n. 344/2010
Nuova Castelnuovo (ago 2012)	Tiraggio naturale 14,5 MW	0,04	30,0 (2)	1,0 (6)	DLgs 152/2006
Nuova Lago (set 2012)	Tiraggio indotto - 10 MW	0,02	Conc. = 0,005 (mg/Nm <sup>3</sup> ) (4)	1,0 (6)	DLgs 152/2006
Radicondoli Gruppo 1 (ott 2012)	Tiraggio indotto - 40 MW	1,0	50,0 (2) (5) - 0,4 (3)	1,0 (6)	DLgs 152/2006
Radicondoli Gruppo 2 (ott 2012)	Tiraggio indotto - 20 MW	nd (8)	14± 4,2	2,0 (uscita AMIS) - 10,0 (uscita centrale)	DGRT n. 344/2010
Nuova Larderello (nov 2012)	Tiraggio naturale - 20 MW	0,02	10,0 (2) - 0,09 (3)	1,0 (6)	DLgs 152/2006
Nuova Gabbro (dic 2012)	Tiraggio naturale - 20 MW	3 ± 0,6	10,0 (2) - 0,06 (3)	1,0 (6)	DLgs 152/2006

(1) il limite è riferito ai sali disciolti nell'acqua trascinata, mentre il controllo (più cautelativo) si riferisce come totale del volume gassoso emesso e dei sali disciolti (vedi ARPATnews su normativa in materia di emissioni geotermiche).

(2) Hg totale in tutte le forme

(3) Stima flussi di massa della sola parte disciolta

(4) non è stato possibile effettuare la misurazione della portata

(5) Il dato elevato di Hg è stato causato del fatto che, per motivi tecnici, non è stato possibile effettuare separatamente i prelievi ai due AMIS dei due gruppi, per cui, l'uscita AMIS del gruppo 2 è stata fatta confluire nell'uscita AMIS del Gruppo 1.

(6) da confrontare con la stima dei flussi di massa della sola parte disciolta. Come indicato nell'ARPATnews sulla normativa in materia di emissioni geotermiche il limite massimo previsto dal DLgs 152/2006 per Hg [1 g/h come flusso di massa] è riferito ad una media oraria su base mensile che comporterebbe un monitoraggio in continuo, tecnicamente non praticabile.

(7) non determinato in quanto il controllo era finalizzato alla verifica dell'efficienza AMIS

(8) l'uscita AMIS è unica per il gruppo 1 ed il gruppo 2

I medesimi risultati sono dettagliati nel successivo capitolo 2.

L'attività di controllo prevede altresì la verifica dell'efficienza AMIS circa l'abbattimento dei due inquinanti più significativi, H<sub>2</sub>S e mercurio; Come si vede nella tabella che segue, gli abbattimenti degli inquinanti sono molto significativi (è stato rilevato un solo valore anomalo su Nuova Gabbro circa l'abbattimento del Mercurio la cui causa è da determinare)

#### Efficienza AMIS controlli 2012

Denominazione Centrale	Efficienza abbattimento AMIS - Idrogeno solforato (%)	Efficienza abbattimento AMIS - Mercurio gassoso (%)
Bagnore 3 (feb. 2012)	99,8	94,9
Bagnore 3 (mar. 2012)	99,8	80,6
Farinello (mar 2012)	98,8	95,3
Vallesecolo Gruppo 1 (mag 2012)	99,6	98,9
Vallesecolo Gruppo 2 (mag 2012)	99,5	97,8
Chiusdino (lug 2012)	99,9	93,3
Nuova Castelnuovo (ago 2012)	99,7	98,5
Nuova Lago (set 2012)	99,9	99,0
Radicondoli Gruppo 1 e 2 (ott 2012)	99,1	91,8
Nuova Larderello (nov 2012)	99,9	98,5
Nuova Gabbro (dic 2012)	100,0	73,5

Nei mesi di maggio e luglio 2012, è stata condotta una sperimentazione di un sistema di abbattimento dell'ammoniaca presente nelle condense circolanti, in modo da non renderla disponibile all'emissione i torre; i particolari dello studio sono riportati nel cap. 3.

Il secondo ambito di interesse e competenza del settore ARPAT Geotermia, è il monitoraggio della qualità dell'aria nelle aree geotermiche sia tramite due mezzi mobili sia mediante una stazione fissa installata a Montecerboli. Inoltre, un mezzo mobile è utilizzato mediante affiancamento alle stazioni fisse della rete ENEL con l'esecuzione di campagne di misura in parallelo e successiva verifica delle due serie di dati. Sono stati inoltre elaborati i dati della rete di monitoraggio ENEL (cap. 4).

Dal mese di gennaio al mese marzo 2012, è stata effettuata una campagna di misura aggiuntiva di verifica della qualità dell'aria, mediante campionatori passivi, della concentrazione in aria di H<sub>2</sub>S nelle zone di Arcidosso, Santa Fiora e Bagnore; i risultati ottenuti sono analizzati nel cap. 5.

Il terzo ambito, rappresentato dal monitoraggio delle acque sotterranee, è stato oggetto per il 2012 di un report<sup>1</sup> specifico che ha rappresentato i risultati del monitoraggio dell'acquifero vulcanitico del Monte Amiata, condotto dal 2002 sulle 10 stazioni della Rete Regionale di Monitoraggio Ambientale per la Direttiva Quadro 2000/60, con elaborazioni statistiche per definire gli andamenti nel tempo di elementi, composti e parametri chimico-fisici di interesse quali arsenico, boro, conducibilità, pH, solfati, cloruri.

In tale report è ospitata una speciale sezione sulle Attività di verifica da parte di ARPAT del monitoraggio delle acque superficiali e di falda, svolto da ENEL Greenpower, come previsto dal Procedimento "Riassetto di Piancastagnaio" (DGRT n. 229:2011).

<sup>1</sup> Acquifero del Monte Amiata - Monitoraggio ARPAT anni 1998 - 2012: Valutazioni statistiche per i parametri maggiormente significativi

## INDICE

<b>1 - INTRODUZIONE</b>	<b>pag 8</b>
<b>2 - CONTROLLO DELLE EMISSIONI DELLE CENTRALI GEOTERMoeLETTRICHE (CGTE)</b>	<b>pag 8</b>
<b>2.1 - Normativa di riferimento</b>	<b>pag 10</b>
<b>2.2 - Metodi</b>	<b>pag 13</b>
<b>2.3 - Risultati ottenuti</b>	<b>pag 13</b>
<b>2.4 - Controllo efficienza AMIS</b>	<b>pag 16</b>
<b>2.5 - Autocontrolli ENEL</b>	<b>pag 17</b>
<b>2.6 - Parametri di esercizio (anno 2012)</b>	<b>pag 17</b>
<b>2.7 - Pozzi di produzione</b>	<b>pag 20</b>
<b>3 - SPERIMENTAZIONE ABBATTIMENTO NH<sub>3</sub> DI CENTRALE</b>	<b>pag 20</b>
<b>3.1 - Descrizione delle sperimentazione</b>	<b>pag 20</b>
<b>3.2 - Analisi dei risultati</b>	<b>pag 21</b>
<b>3.3 - Conclusioni</b>	<b>pag 21</b>
<b>4 - QUALITA' DELL'ARIA - MONITORAGGIO AREE GEOTERMICHE</b>	<b>pag 22</b>
<b>4.1 - Normativa e limiti di riferimento</b>	<b>pag 22</b>
<b>4.2 - Risultati ottenuti</b>	<b>pag 23</b>
<b>4.3 - Dati rete di monitoraggio ENEL - Inquinante H<sub>2</sub>S</b>	<b>pag 24</b>
<b>4.4 - Dati rete di monitoraggio ENEL - Inquinante Hg</b>	<b>pag 26</b>
<b>4.5 - Dati rete di monitoraggio ENEL - Inquinante Radon</b>	<b>pag 27</b>
<b>5 - CAMPAGNE DI MONITORAGGIO H<sub>2</sub>S CON CAMPIONATORI PASSIVI RADIELLO</b>	<b>pag 28</b>
<b>5.1 - Risultati ottenuti</b>	<b>pag 28</b>
<b>5.2 - Conclusioni</b>	<b>pag 29</b>

## 1. INTRODUZIONE

La risorsa geotermica è considerata un'importante fonte di energia, evidenziata anche dalla Regione Toscana in numerosi atti, ma il suo sfruttamento implica una chiara conoscenza degli effetti che provoca sull'ambiente e sulla salute, nonché l'individuazione di appropriate soluzioni tecnico-gestionali finalizzate a mitigarne gli impatti, ciò per uno sfruttamento sostenibile con le risorse ambientali e le altre caratteristiche peculiari del territorio. La Regione Toscana ha adottato il Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'Aria, che prevede il miglioramento delle prestazioni ambientali delle Centrali geotermoelettriche (Centrali GTE).

La Regione Toscana, dal 1996, ha affidato ad ARPAT lo svolgimento delle attività ritenute significative per valutare la sostenibilità e la compatibilità ambientale della coltivazione dei fluidi geotermici; dal 2012 tale attività è continuata ai sensi delle Delibere della Regione Toscana n. 2750:2003 e n. 344 del 2010.

La nuova organizzazione di ARPAT, confermando l'interesse per tale attività, ha previsto una specifica struttura, il Settore Geotermia con sede presso il Dipartimento di Grosseto.

Il presente documento riporta i risultati di queste attività svolte da ARPAT nell'anno 2012 ed è da ritenersi di aggiornamento e integrazione rispetto al resoconto del 2011.

La sezione sulle Attività di verifica da parte di ARPAT del monitoraggio delle acque superficiali e di falda, svolto da ENEL Greenpower, come previsto dal Procedimento "Riassetto di Piancastagnaio" (DGRT n. 229:2011) è inclusa quest'anno in un Report<sup>2</sup> specifico sul monitoraggio dell'acquifero vulcanico del Monte Amiata.

## 2. CONTROLLO DELLE EMISSIONI DELLE CENTRALI GEOTERMoeLETTTRICHE (CGTE)

Il controllo delle emissioni ha per finalità principale la verifica del rispetto dei VLE (valori limite di emissione) ai sensi della normativa vigente, e, contestualmente, di approfondire e caratterizzare le conoscenze rispetto allo scenario emissivo che contraddistingue le centrali GTE.

Le aree produttive della Toscana su cui è svolta l'attività di coltivazione dei fluidi geotermici per la produzione di energia, possono essere suddivise in due aree principali, territorialmente distinte:

- a) area del Monte Amiata, che comprendente gli impianti localizzati nei territori comunali di Piancastagnaio (SI), con 3 centrali GTE (per una potenza nominale complessiva di 60 MWe) tutte equipaggiate con impianto AMIS, e Santa Fiora (GR), dove, in località Bagnore, è in esercizio una centrale GTE, con una potenza nominale di 20 Mwe, equipaggiata con AMIS. Quindi, complessivamente, in quest'area, sono presenti quattro centrali GTE, con una potenza nominale di 80 MW e quattro impianti AMIS;
- b) area Tradizionale, comprendente gli impianti localizzati nei territori comunali di Pomarance, Castelnuovo di Val di Cecina e di Monteverdi Marittimo (PI), di Monterotondo Marittimo e Montieri (GR) e di Radicondoli e Chiusdino (SI);

Nell'area geotermica tradizionale si possono distinguere, con un maggior dettaglio, tre sub-aree:

- sub-area Larderello-Castelnuovo V.C.(Comuni di Pomarance e Castelnuovo V.C.);
- sub-area Lago e Val di Cornia (Comuni di Pomarance, Monterotondo Marittimo e Monteverdi Marittimo);

<sup>2</sup> Acquifero del Monte Amiata - MONITORAGGIO ARPAT ANNI 1998 – 2012: Valutazioni statistiche per i parametri maggiormente significativi

- sub-area Travale-Chiusdino (Comuni di Montieri, Radicondoli, Chiusdino).

In quest'area, nel 2012, erano in esercizio, complessivamente, 30 centrali, per una potenza nominale di circa 794,5 MW, delle quali 24 dotate di AMIS.

Nella sottostante tabella 1 sono riportate le centrali in esercizio al 31/01/2013.

**Tabella 1 - Elenco Centrali geotermoelettriche in esercizio al 31/01/2013**

	Area territoriale Geotermica	denominazione Centrale	Comune (PV)	Potenza nominale (MW)	Tipologia tiraggio torri di raffreddamento	data avviamento (anno)	Impianto AMIS
1	Larderello	SESTA 1	Radicondoli (SI)	20	Indotto	2002	Presente
2		FARINELLO	Pomarance (PI)	60	Indotto	1995	Presente
3		NUOVA GABBRO	Pomarance (PI)	20	Naturale	2002	Presente
4		NUOVA LARDERELLO	Pomarance (PI)	20	Naturale	2005	Presente
5		VALLE SECOLO 1	Pomarance (PI)	60	Indotto	1991	Presente
6		VALLE SECOLO 2	Pomarance (PI)	60	Indotto	1992	Presente
7		NUOVA CASTELNUOVO	Castelnuovo (PI)	14,5	Naturale	2000	Presente
8		NUOVA MOLINETTO	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	2002	Presente
9	Radicondoli	NUOVA RADICONDOLI 1	Radicondoli (SI)	40	Indotto	2002	Presente
10		NUOVA RADICONDOLI 2	Radicondoli (SI)	20	Indotto	2010	Presente
11		PIANACCE	Radicondoli (SI)	20	Indotto	1987	Presente
12		RANCIA 1	Radicondoli (SI)	20	Indotto	1986	Presente
13		RANCIA 2	Radicondoli (SI)	20	Indotto	1988	Presente
14		TRAVALE 3	Montieri (GR)	20	Indotto	2000	Presente
15		TRAVALE 4	Montieri (GR)	40	Indotto	2002	Presente
16		CHIUSDINO	Chiusdino (SI)	20	Indotto	2010	Presente
17	Lago	NUOVA LAGONI ROSSI	Pomarance (PI)	20	Indotto	1981	Presente
18		NUOVA SERRAZZANO	Pomarance (PI)	60	Naturale	2002	Presente
19		MONTEVERDI 1	Monteverdi (PI)	20	Indotto	1997	Assente
20		MONTEVERDI 2	Monteverdi (PI)	20	Indotto	1997	Assente
21		CARBOLI 1	Monterotondo (GR)	20	Indotto	1998	Assente
22		CARBOLI 2	Monterotondo (GR)	20	Indotto	1997	Assente
23		NUOVA LAGO	Monterotondo (GR)	10	Indotto	2002	Presente
24		NUOVA MONTEROTONDO	Monterotondo (GR)	10	Naturale	2002	Presente
25		NUOVA SAN MARTINO	Monterotondo (GR)	40	Indotto	2005	Presente
26		CORNIA 2	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1994	Assente
27		LE PRATA	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1996	Presente
28		NUOVA SASSO	Castelnuovo (PI)	20	Forzato	1996	Presente
29		SASSO 2	Castelnuovo (PI)	20	Naturale	2009	Presente
30		SELVA 1	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1999	Assente
31	Piancastagnaio	BAGNORE 3	Santa Fiora (GR)	20	Indotto	1998	Presente
32		PIANCASTAGNAIO 3	Piancastagnaio (SI)	20	Indotto	1990	Presente
33		PIANCASTAGNAIO 4	Piancastagnaio (SI)	20	Indotto	1991	Presente
34		PIANCASTAGNAIO 5	Piancastagnaio (SI)	20	Indotto	1996	Presente

Delle 34 centrali in esercizio, nel 2012, 11 sono state oggetto di controllo alle emissioni, ovvero circa il 32% del totale.

Le centrali sottoposte controllo sono state:

- BAGNORE 3 (con gruppo da 20 MWe) + AMIS, nel Comune di Santa Fiora (GR);

- FARINELLO (con un gruppo da 60 MWe) + AMIS, nel Comune di Pomarance (PI);
- VALLESECOLO GRUPPO 1 (con un gruppo da 60 MWe) + AMIS, nel Comune di Pomarance (PI);
- VALLESECOLO GRUPPO 2 (con un gruppo da 60 MWe) + AMIS, nel Comune di Pomarance (PI);
- CHIUSDINO 1 (con un gruppo da 20 MWe) + AMIS, nel Comune di Chiusdino (SI);
- NUOVA CASTELNUOVO (con un gruppo da 14,5 MWe) + AMIS, nel Comune di Castelnuovo Val di Cecina (PI);
- NUOVA LAGO (con un gruppo da 10 MWe) + AMIS, nel Comune di Monterotondo marittimo (GR);
- NUOVA RADICONDOLI GRUPPO 1 (con un gruppo da 40 MWe) + AMIS, nel Comune di Radicondoli (SI);
- NUOVA RADICONDOLI GRUPPO 2 (con un gruppo da 60 MWe) + AMIS, nel Comune di Radicondoli (SI);
- NUOVA LARDERELLO (con un gruppo da 20 MWe) + AMIS, nel Comune di Pomarance (PI);
- NUOVA GABBRO (con un gruppo da 20 MWe) + AMIS, nel Comune di Pomarance (PI);

Su tutte le centrali, il controllo è stato di tipo completo, avendo interessato i seguenti settori di impianto: collettore (entrata gas-vapore in centrale), efficienza AMIS (con prelievi e misure in entrata e in uscita AMIS), valori di emissione della centrale (torre di raffreddamento + uscita AMIS).

La potenza nominale complessiva delle centrali sopra elencate, oggetto dei controlli, è stata di 344,5 MWe, ovvero circa il 40% rispetto a alla quota complessiva regionale di 874,5 MWe, fornita dalle 34 centrali in esercizio.

Nella sottostante tabella 2 sono riportati gli indicatori circa l'impegno di ARPAT negli anni dal 2003 al 2012.

**Tabella 2 - Attività ARPAT**

Anno	Attività				
	n° centrali	Potenza (MWe)	N° campioni	n° determinazioni	n° misure parametri fisici
<b>2002÷2003</b>	<b>12</b>	<b>248</b>	<b>790</b>	<b>4692</b>	<b>108</b>
<b>2004</b>	<b>9</b>	<b>200</b>	<b>336</b>	<b>1068</b>	<b>82</b>
<b>2005</b>	<b>10</b>	<b>370</b>	<b>356</b>	<b>1041</b>	<b>92</b>
<b>2006</b>	<b>5</b>	<b>114,5</b>	<b>224</b>	<b>846</b>	<b>81</b>
<b>2007</b>	<b>5</b>	<b>120</b>	<b>268</b>	<b>988</b>	<b>84</b>
<b>2008</b>	<b>6</b>	<b>108</b>	<b>249</b>	<b>2045</b>	<b>56</b>
<b>2009</b>	<b>8</b>	<b>180</b>	<b>403</b>	<b>2320</b>	<b>100</b>
<b>2010</b>	<b>7</b>	<b>130</b>	<b>525</b>	<b>3733</b>	<b>92</b>
<b>2011</b>	<b>8</b>	<b>260</b>	<b>451</b>	<b>2310</b>	<b>112</b>
<b>2012</b>	<b>11</b>	<b>344,5</b>	<b>446</b>	<b>2935</b>	<b>500</b>
<b>Totale</b>		<b>2075</b>	<b>4048</b>	<b>21978</b>	<b>1307</b>

## **2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I limiti alle emissioni in atmosfera sono fissati con norme nazionali. Purtroppo ad oggi, nel caso delle centrali geotermoelettriche, i parametri contemplati dalla normativa nazionale non sono rappresentativi dell'effettivo quadro emissivo delle centrali, in quanto non sono riferiti agli inquinanti emessi nelle forme più significative e, in più, con valori limite di emissione molto permissivi rispetto ai valori ottenibili con le attuali tecnologie.

Solo per le centrali di recente autorizzazione, la Regione Toscana ha potuto prevedere limiti alle emissioni (sia come valore assoluto sia come efficienza di abbattimento), che siano congrui con il quadro emissivo delle centrali e con lo stato attuale delle tecnologie.

Questa situazione, comunque, muterà nei prossimi anni, in quanto per la maggior parte delle centrali viene a scadenza l'autorizzazione alle emissioni in atmosfera, che dovrà essere nuovamente rilasciata con la possibilità, quindi, di inserire, adeguati limiti e prescrizioni gestionali (Tabella 3).

Per gran parte delle centrali, nelle autorizzazioni attualmente vigenti, i valori limite assegnati sono quelli definiti dal Dlgs 152/2006 per le centrali anteriori al 1988 e dalle Autorizzazioni del MICA (Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato) per le centrali costruite tra il 1988 e il 2006; i valori limite di emissione definiti dal Dlgs 152/2006 e dal MICA, sono riportati nelle sottostanti tabelle 4 e 5.

Di seguito si riportano le tabelle di riferimento con i limiti emissivi che possono essere indicativi o prescrittivi per ogni specifica Centrale in funzione del tipo di autorizzazione.

### Tabella 3 - Allegato A alla DGRT 344/2010

*Tabella 4.1 - Valori di emissione in flusso di massa*

Descrizione	H <sub>2</sub> S Kg/h	Hg g/h	SO <sub>2</sub> g/h
Uscita impianto AMIS	3 (*)	2	200
Uscita dalla centrale a tiraggio naturale fino a 20 MW	10	4	
Uscita dalla centrale a tiraggio naturale > 20 MW	20	8	
Uscita dalla centrale a tiraggio indotto fino a 20 MW	30	10	
Uscita dalla centrale a tiraggio indotto fino tra 20 e 60 MW	80	15	
Uscita dalla centrale a tiraggio indotto > 60 MW	100	20	

(\*) = In caso di superamento di tale valore, il limite si considera comunque rispettato se la percentuale di abbattimento dell'impianto AMIS, per H<sub>2</sub>S, è maggiore del 97%.

### Tabella 4 -. Valori limite di emissione ai sensi dal Dlgs n. 152/2006

H <sub>2</sub> S	70 - 100 mg/Nm <sup>3</sup> per un flusso di massa uguale o superiore a 170 kg/h
As (come sali disciolti nell'acqua trascinata)	1 - 1,5 mg/Nm <sup>3</sup> per un flusso di massa uguale o superiore a 5 g/h
Hg (come sali disciolti nell'acqua trascinata)	0,2 - 0,4 mg/Nm <sup>3</sup> per un flusso di massa uguale o superiore a 1 g/h

I valori sono intesi come media oraria su base mensile.

### Tabella 5 - Allegato 1, Decreti MICA (Ministero dell'Industria , del Commercio e dell'Artigianato)

Inquinante	Conc. mg/Nm <sup>3</sup>	Flusso di massa g/h
H <sub>2</sub> S	56,3	90 000
As	tracce	3,36
Hg	tracce	0,8

I valori di As e Hg, sono intesi come sali disciolti nell'acqua trascinata.

Nella seguente tabella 6 sono riportate le denominazioni delle centrali controllate nel 2012 con le relative autorizzazioni di riferimento:

**Tabella 6 - Elenco delle centrali controllate nel 2012 con le relative autorizzazioni**

<b>Denominazione centrale</b>	<b>Autorizzazione</b>	<b>Valori limite di emissione in uscita dalla centrale</b>
Bagnore 3	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 13/08/1996	- Portata torre: 4 800 000 Nm <sup>3</sup> /h - H <sub>2</sub> S : 90 000 g/h - 56,3 mg/Nm <sup>3</sup> - Hg come sale disciolto nel drift: 0.8 g/h - tracce mg/Nm <sup>3</sup> - As come sale disciolto nel drift: 3,36 g/h - tracce mg/Nm <sup>3</sup> - CO <sub>2</sub> : 8 800 000 g/h - 5 500 mg/Nm <sup>3</sup>
Farinello	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 06/02/1987	- H <sub>2</sub> S: 170 kg/h - 70 mg/Nm <sup>3</sup> - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm <sup>3</sup>
Vallesecolo Gruppo 1	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato MICA del 13/08/1987	- H <sub>2</sub> S: 170 kg/h - 70 mg/Nm <sup>3</sup> - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm <sup>3</sup>
Vallesecolo Gruppo 2	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato MICA del 13/08/1987	- H <sub>2</sub> S: 170 kg/h - 70 mg/Nm <sup>3</sup> - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm <sup>3</sup>
Chiusdino	Decreto Regione Toscana n. 3379 del 13/07/2009 (Limiti di cui alla tabella 4.1 della DGRT n. 344 della RT)	- H <sub>2</sub> S uscita torre: 30 kg/h - Hg totale: 10 g/h - H <sub>2</sub> S uscita AMIS: 3 kg/h (se superato il valore limite di emissione, il limite si considera rispettato se l'abbattimento è > 97%)
Nuova Castelnuovo	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 07/03/1994	- H <sub>2</sub> S: 170 kg/h - 70 mg/Nm <sup>3</sup> - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm <sup>3</sup>
Nuova Lago	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 28/02/2000	- H <sub>2</sub> S: 170 kg/h - 70 mg/Nm <sup>3</sup> - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm <sup>3</sup>
Radicondoli Gruppo 1	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 30/12/1994	- H <sub>2</sub> S: 170 kg/h - 70 mg/Nm <sup>3</sup> - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/N
Radicondoli Gruppo 2	Decreto Regione Toscana n. 3380 del 13/07/2009 (Limiti di cui alla tabella 4.1 della DGRT n. 344 della RT)	- H <sub>2</sub> S uscita torre: 30 kg/h - Hg totale: 10 g/h - H <sub>2</sub> S uscita AMIS: 3 kg/h (se superato il valore limite di emissione, il limite si considera rispettato se l'abbattimento è > 97%)
Nuova Larderello	Decreto RT n. 71 del 19/01/2005	- H <sub>2</sub> S: 170 kg/h - 70 mg/Nm <sup>3</sup> - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm <sup>3</sup>
Nuova Gabbro	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 07/03/1994	- H <sub>2</sub> S: 170 kg/h - 70 mg/Nm <sup>3</sup> - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm <sup>3</sup>

## 2.2 - METODI

Per i controlli è stata applicata la procedura tecnica specifica, adottata con decreto n° 2750 del 12 Maggio 2003 del Dirigente responsabile del Settore "Qualità dell'aria, rischi industriali, prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento" della Regione Toscana. La procedura stabilisce:

- le condizioni del controllo, definendone i criteri di assetto dell'impianto, perché un controllo sia ritenuto valido;
- l'emissione della centrale e le correnti di processo che vi concorrono;
- gli inquinanti da determinare, che comprendono tutti quelli a cui carico sono stabiliti VLE ed altre sostanze che non sono gravate dal vincolo dei VLE, nonché i relativi metodi di campionamento ed analisi e la valutazione dei risultati.

## 2.3 - RISULTATI OTTENUTI

Nella sottostante tabella 7, sono riportati i valori di concentrazione e di flusso di massa, degli inquinanti normati (H<sub>2</sub>S, Hg, As); i risultati ottenuti sono relativi ai controlli alle emissioni svolti nel 2012.

**Tabella 7 - Valori di emissione dei parametri normati in uscita dalla centrale**

Centrale	data	EMISSIONE TOTALE DELLA CENTRALE - PARAMETRI NORMATI (ai sensi del Dlgs 152:2006 e della DGRT n. 344:2010)					
		H <sub>2</sub> S (mg/Nm <sup>3</sup> )	H <sub>2</sub> S (kg/h)	Hg totale (mg/Nm <sup>3</sup> )	Hg totale (g/h)	As totale (mg/Nm <sup>3</sup> )	As totale (g/h)
Bagnore 3 (20 MW) Tiraggio indotto	06/03/12	2,6	11	0,001	4	0,0002	1
Farinello (60 MW) Tiraggio indotto	20/03/12	1,5	11	0,01	40 (1)	0,0001	1
Vallesecolo gruppo 1 (60 MW) Tiraggio indotto	17/04/12	1,2	13	0,002	20 (± 6)	< 0,0003	< 3
Vallesecolo gruppo 2 (60 MW) Tiraggio indotto	17/04/12	1,2	9	0,001	8	0,0002	2
Chiusdino 1 (20 MW) Tiraggio indotto	10/07/12	4,1	21	0,001	5	0,0002	1
Nuova Castelnuovo (14,5 MW) tiraggio naturale	29/08/12	2,7	10	0,007	30	nd	nd
Nuova Lago (10 MW) tiraggio indotto	18/09/12	14,7	nd (2)	0,005	nd (2)	0,0001	1
Radicondoli gruppo 1 (40 MW) Tiraggio indotto	23/10/12	3,7	35	0,005	50 (3)	< 0,0004	< 3
Radicondoli gruppo 2 (20 MW) Tiraggio indotto	23/10/12	5,8	30	0,003	14 (± 4,2)	< 0,0003	< 2
Nuova Larderello (20 MW) Tiraggio naturale	21/11/12	4,5	21	0,002	10	< 0,0003	< 1
Nuova Gabbro	04/12/12	2,0	14 (± 4,2)	0,002	10	< 0,0006	nd

Nuova Castelnuovo (14,5 MW) tiraggio naturale	29/08/12	2,7	10	0,007	30	nd	nd
(20 MW) Tiraggio naturale							

(1) = Valore non rappresentativo dell'emissione della centrale a normale regime (il dato elevato di Hg in uscita dalla centrale, è stato causato da un disservizio dell'impianto AMIS a seguito del quale una parte di gas non era sottoposta a trattamento).

(2) = Misure di portata non eseguite per punto di misura non idoneo .

(3) = Valore non rappresentativo dell'emissione della centrale a normale regime (dato elevato di Hg è stato causato del fatto che, per motivi tecnici, non è stato possibile effettuare separatamente i prelievi ai due AMIS dei due gruppi, per cui, l'uscita AMIS del gruppo 2 è stata fatta confluire nell'uscita AMIS del Gruppo 1).

Per Bagnore 3 del 06/03/2012, si riportano, di seguito, fuori tabella, i valori di portata della torre e il valore di emissione del Biossido di carbonio, in quanto, solo per questo impianto, inseriti come prescrizione nell'autorizzazione all'esercizio (Decreto MICA del 13/08/1996, allegato 1).

Valori registrati:

- Portata torre: 4 327 750,6 Nm<sup>3</sup>/h (valore limite = 4 800 000 Nm<sup>3</sup>/h)
- Biossido di carbonio emesso: 11 451 kg/h - 2646 mg/Nm<sup>3</sup> (valore limite = 8 800 000 g/h - 5 500 mg/Nm<sup>3</sup>)

Tenuto presente che i valori limite di emissione stabiliti dal Dlgs 152:2006, per gli inquinanti As e Hg, sono riferiti alla parte disciolta nell'acqua trascinata e che essa corrisponde a circa l'1% del valore totale dell'inquinante (gassoso + disciolto), i risultati ottenuti dimostrano il rispetto dei limiti di cui al Dlgs 152:2006.

Le centrali GTE denominate "Chiusdino" e "Radicondoli 2", devono rispettare i valori limite stabilite dal DGRT n. 344:2010, allegato A.

I valori emissivi registrati presso la centrale di "Chiusdino", sono abbondantemente al di sotto dei valori limite di emissione di cui al DGRT 344:2010, allegato A. Mentre, presso la centrale "Radicondoli gruppo2", il valore registrato per l'H<sub>2</sub>S, come flusso di massa, è sul limite senza superamento del medesimo, mentre il valore del Hg (g/h) rispetta il limite tenendo conto dell'incertezza di misura e campionamento (stimata al 30%), per cui il valore vero è compreso nell'intervallo 9,8 - 18,2 (con una probabilità del 95%).

Se sono confrontati i valori emissivi registrati contro i valori limite della DGRT 344:2010 (tab. 4.1 dell'allegato A) tenendo ben presente che non sono limiti prescrittivi (eccetto le CGTE Chiusdino e Radicondoli 2, sopra menzionate), si evidenziano i seguenti risultati:

Per l'H<sub>2</sub>S, valore superiore al limite da parte della CGTE Nuova Larderello.

Per il Hg totale, valore superiore al limite da parte della CGTE Nuova Larderello, Nuova Gabbro e Nuova Castelnuovo.

I valori di emissione dell'Arsenico, sono tutti entro i limiti di legge.

Nella sottostante tabella 8, sono riportati i valori degli inquinanti normati ai sensi della DGRT n. 344:2010 allegato A tab. 4.1 (tab.3) , in uscita dall'AMIS.

**Tabella 8 - Valori di emissione dei parametri normati in uscita dall'AMIS**

		USCITA AMIS - PARAMETRI NORMATI (ai sensi del DGRT n.344:2010, tab 4.1 allegato A)		
Centrale	data	H <sub>2</sub> S kg/h	Hg g/h	SO <sub>2</sub> g/h
Bagnore 3	23/02/12	0,3	1	12,2
Bagnore 3	06/03/12	0,2	1	< al limite di sensibilità strumentale
Farinello	20/03/12	ND (linea A) (conc. < 0,004% v/v)	0,1 (linea A)	-
		ND (linea B) (conc. < 0,004% v/v)	0,1 (linea B)	-

Vallesecolo GR 1	17/04/12	0,2	0,1	-
Vallesecolo GR 2	17/04/12	0,2	0,3	-
Chiusdino 1	10/07/12	0,1	0,1	-
Nuova Castelnuovo	29/08/12	nd (conc. < 0,004% v/v)	0,04	-
Nuova Lago	18/09/12	0,04	0,02	-
Radicondoli GR1	23/10/12	2,3 (GR 1 + GR2)	1 (GR 1 + GR2)	-
Radicondoli GR2	23/10/12	nd (vedi sopra)	nd (vedi sopra)	-
Nuova Larderello	21/11/12	0,1	0,02	-
Nuova Gabbro	04/12/12	0,1	3	

Tenuto presente che tali limiti sono prescrittivi solo le centrali denominate "Chiusdino" e "Radicondoli 2", i risultati dimostrano, da parte di tutti gli impianti, il rispetto dei valori limite di riferimento, eccetto per Nuova Gabbro nella quale è stato registrato, in uscita AMIS, un valore di mercurio leggermente superiore al limite di riferimento (considerando un valore di incertezza pari al 30%, il valore vero risulta compreso tra un valore minimo di 2 g/h e un valore massimo di 4 g/h).

Sulla base dei risultati relativi alla determinazione del Hg in uscita dalle centrali, si esprimono le seguenti considerazioni. I dati ARPAT relativi alle emissioni di Hg in uscita dall'impianto AMIS sono di norma congruenti con i corrispondenti valori rilevati da ENEL GP. In molti casi ARPAT misura invece flussi di massa di Hg in uscita delle torri di raffreddamento maggiori di quelli rilevati da ENEL GP.

Ciò può dipendere da differenze nelle modalità di campionamento e/o dalle particolari condizioni esistenti in fase di campionamento presso le torri di raffreddamento, condizioni caratterizzate da valori di portata molto elevati e da concentrazioni di Hg estremamente basse. Negli anni 2011 e 2012 si sono introdotti significativi miglioramenti nella misurazione della portata dalle torri di raffreddamento. Nel 2013 è in corso una approfondita verifica delle modalità di campionamento e analisi utilizzate da ARPAT e da ENEL GP, con l'obiettivo di definire le condizioni operative più idonee e maggiormente rappresentative per il controllo delle centrali geotermoelettriche."

Ai fini di una migliore rappresentazione dell'impatto legato all'attività emissiva, si riportano, in tabella 9, i fattori di emissione calcolati come rapporto dei flussi di massa (kg/h), per gli inquinanti H<sub>2</sub>S e Hg, sul carico medio della centrale, in MWe/h, registrato durante l'attività di controllo.

**Tabella 9 - Fattori di emissione**

Centrale	Data	Fattore emissione H <sub>2</sub> S (kg/MWe)	Fattore emissione Hg (kg/MWe)	Fattore emissione NH <sub>3</sub> (kg/MWe)
Bagnore 3	06/03/12	0,6	0,0002	3,7
Farinello	20/03/12	0,2	0,0008	0,3
Vallesecolo GR 1	17/04/12	0,2	0,0004	0,5
Vallesecolo GR 2	17/04/12	0,2	0,0001	1,1
Chiusdino 1	10/07/12	1,2	0,0003	0,7
Nuova Castelnuovo	29/08/12	0,7	0,002	0,2
Nuova Lago	18/09/12	nd	nd	nd
Radicondoli GR1	23/10/12	1,0	0,001	0,5
Radicondoli GR2	23/10/12	1,6	0,0007	0,9
Nuova Larderello	21/11/12	1,4	0,0006	0,4
Nuova Gabbro	04/12/12	0,8	0,0006	0,3

In tabella 10 sono riportati i valori emissivi degli inquinanti non normati (eccetto il dato del Biossido di carbonio per la centrale Bagnore 3 che è, per questa centrale, normato).

**Tabella 10 - Valori di emissione dei parametri non normati**

EMISSIONE TOTALE DELLA CENTRALE - PARAMETRI NON NORMATI													
Centrale	data	CO <sub>2</sub> mg/Nm <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub> kg/h	CO mg/Nm <sup>3</sup>	CO kg/h	Se totale mg/Nm <sup>3</sup>	Se totale g/h	Sb totale mg/Nm <sup>3</sup>	Sb totale g/h	NH <sub>3</sub> mg/Nm <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub> kg/h	CH <sub>4</sub> mg/Nm <sup>3</sup>	CH <sub>4</sub> kg/h
Bagnore 3	06/03/12	2646	11451	0,2	1,	0,0001	1	0,0001	10	16,8	72	29588,5	306
Farinello	20/03/12	728,8	5584	0,1	0,4	nd	nd	0,0002	1	2,2	17	nd	61 (linea A + Linea B)
Vallesecolo Gruppo 1	17/04/12	954,2	10786	0,1	1	< 0,0003	< 3	<0,0002	< 3	2,6	29	2403,8	18
Vallesecolo Gruppo 2	17/04/12	1125,5	8764	0,1	0,9	0,0004	3	<0,0003	< 3	7,8	60	2462,6	16
Chiusdino 1	10/07/12	604,3	3098	0,1	0,3	0,0002	1	0,0002	1	2,6	13	23917	51
Nuova Castelnuovo	29/08/12	1117,5	4480	0,1	0,3	nd	nd	nd	nd	0,9	3	2443,3	8
Nuova Lago	18/09/12	354,2	1787	0,1	0,5	< 0,0001	< 3	<0,0001	< 3	1,0	5	5699,8	8
Radicondoli Gruppo 1	23/10/12	2074,2 (GR1 + GR2)	19907	0,2	1	< 0,0004	< 3	<0,0004	< 3	1,7	16	11710 (gr1+gr2)	161
Radicondoli Gruppo 2	23/10/12	nd (vedi sopra)	nd	nd	nd	< 0,0003	< 2	<0,0002	< 2	3,5	18	nd	nd
Nuova Larderello	21/11/12	434,9	2055	0,01	0,1	0,0006	3	<0,0003	< 1	1,4	6	3374	6
Nuova Gabbro	04/12/12	223,7	1526	0,01	0,1	< 0,0006	nd	<0,0006	nd	0,7	4	552,8	5

## 2.4 - Controllo efficienza AMIS.

Il sistema AMIS (Abbattitore di Mercurio e Idrogeno Solforato) permette di abbattere, in modo significativo, la concentrazione di questi due inquinanti in uscita dall'estrattore gas. La maggior parte di questi inquinanti, sono presenti nella parte di gas che non condensa nel condensatore e, quindi, non sono inviati alla reiniezione; senza l'AMIS, sarebbero emessi tal quali con l'aeriforme dalla torre di raffreddamento.

Ad oggi, solo 6 Centrali su 34 non hanno ancora l'AMIS (Selva 1, Cornia 2, Carboli 1 e 2, Monteverdi 1 e 2).

Il grado di abbattimento dell'AMIS è molto elevato, con efficienze di riduzione comprese fra il 90 e il 100% per l'H<sub>2</sub>S, circa 80 - 99 % per il Hg. Attualmente, il limite di abbattimento normato è solo quello riportato in tabella 3 (tab. 4.1 del DGRT 344/2010), da utilizzare solo per il H<sub>2</sub>S e solo nel caso sia superato il limite in flusso di massa di 3 kg/h (Tab. 1 - Tab. 4.1 DGRT 344/2010 [asterisco]); in questo caso, se l'abbattimento è maggiore del 97%, il limite si considera rispettato.

Nella seguente tabella 11, sono riportati i valori registrati nell'attività di controllo anno 2012.

**Tabella 11 - Efficienza AMIS controlli 2012**

denominazione Centrale	Efficienza abbattimento AMIS - Idrogeno solforato (%)	Efficienza abbattimento AMIS - Mercurio gassoso (%)
Bagnore 3 (feb. 2012)	99,8	94,9
Bagnore 3 (mar. 2012)	99,8	80,6
Farinello (mar 2012)	98,8	95,3
Vallesecolo Gruppo 1 (mag 2012)	99,6	98,9
Vallesecolo Gruppo 2 (mag 2012)	99,5	97,8
Chiusdino (lug 2012)	99,9	93,3
Nuova Castelnuovo (ago 2012)	99,7	98,5

Nuova Lago (set 2012)	99,9	99,0
Radicondoli Gruppo 1 e 2 (ott 2012)	99,1	91,8
Nuova Larderello (nov 2012)	99,9	98,5
Nuova Gabbro (dic 2012)	100,0	73,5

Come si vede, gli abbattimenti degli inquinanti sono molto significativi (è stato rilevato un solo valore anomalo su Nuova Gabbro circa l'abbattimento del Mercurio la cui causa è da determinare).

## 2.5 - AUTOCONTROLLI ENEL

Dalle verifiche sui risultati degli autocontrolli ENEL svolti nel 2012, non sono registrati superamenti dei valori limite di emissione. Inoltre, è stato verificato che tutte le centrali, nel 2012, sono state oggetto di auto-controllo da parte di ENEL Green power.

## 2.6 PARAMETRI DI ESERCIZIO (anno 2012)

Tenuto presente la particolarità delle centrali geotermiche, rispetto alla centrali termoelettriche, di non poter fermare l'emissione in caso di guasto o di fermo programmato, risulta importante ridurre il più possibile il n. dei blocchi centrale e di fermo impianto AMIS. Per questo, la Regione toscana, ha definito i requisiti minimi di esercizio entro i cui valori le centrali devono funzionare. Essi, attualmente sono prescrittivi solo per le centrali di Chiusdino e Radicondoli gruppo 2, mentre, per le altre centrali saranno adottati in occasione dei prossimi rinnovi autorizzativi; in tabella 12 (tab. 4.2 dell'allegato A della DGRT 344/2010) sono riportati i suddetti limiti.

**Tabella 12 - Requisiti minimi di esercizio**

Descrizione	Requisito minimo (%)
Per le centrali: ore di NON funzionamento <sup>1</sup> x 100/8760	< 5
Per gli AMIS: ore di funzionamento AMIS X 100/ore di funzionamento centrale	≥ 90

Nota 1 : per ore di non funzionamento della centrale, si intende quando questa non è attiva e si ha, contemporaneamente, uno sfioro diretto in atmosfera. Sono quindi escluse da questo computo, le ore di non funzionamento durante le quali non si ha emissione diretta del fluido geotermico (sfioro).

In tabella 13 (dati ENEL), sono riportati i dati di esercizio relativi al 2012, in particolare, per ogni centrale sono riportate le ore di funzionamento, le ore di fuori servizio e le ore di fuori servizio AMIS. Con questi dati sono stati calcolati i rapporti percentuali per essere confrontati con i requisiti minimi di esercizio di cui all'allegato A del DGRT n. 344.2010 (tab. 4.2 dell'allegato A). I risultati sono riepilogati nella seguente tabella 14. In più, a titolo indicativo, sono riportati i dati relativi agli sfiori (durata e fluido sfiorato).

**Tabella 13 - Parametri di esercizio anno 2012**

	denominazione Centrale	funzionamento centrale (ore)	fuori servizio centrale (ore)	fuori servizio AMIS (ore)	Durata sfiori (ore)	fluido sfiorato (t)
1	SESTA 1	8 741	42	763	38	2 190
2	FARINELLO	8 708	76	2 980	0	0
3	NUOVA GABBRO	8 414	369	1 273	350	48 995
4	NUOVA LARDERELLO	8 291	493	400	17	2 018
5	VALLE SECOLO 1	8 723	60	2 519	0	0
6	VALLE SECOLO 2	8 260	523	1 371	0	0
7	NUOVA CASTELNUOVO	8 720	60	318	2	275
8	NUOVA MOLINETTO	8 681	102	567	10	1 113
9	NUOVA RADICONDOLI 1	8 696	87	1 648	89	12 787
10	NUOVA RADICONDOLI 2	8 617	166	1 581	162	17 248
11	PIANACCE	6 579	2 204	266	221	20 405
12	RANCIA 1	5 608	3 175	nd	3 086	385 022
13	RANCIA 2	5 329	3 454	2 390 (da agosto)	71	6 792
14	TRAVALE 3	482	8 301	215	2	245

15	TRAVALE 4	8 844	339	905	216	36 148
16	CHIUSDINO	8 633	150	1 226	99	11 638
17	NUOVA LAGONI ROSSI	8 454	329	480	17	1 908
18	NUOVA SERRAZZANO	8 213	570	1 739	572	131 866
19	MONTEVERDI 1	8 755	28	ASSENTE	34	4 183
20	MONTEVERDI 2	8 682	101	ASSENTE	75	6 774
21	CARBOLI 1	7 958 (manca dato di dic.12)	81 (manca dato di dic.12)	ASSENTE	9 (manca dato di dic.12)	822 (manca dato di dic.12)
22	CARBOLI 2	8 635	149	ASSENTE	21	1 845
23	NUOVA LAGO	8 348	436	366	426	42 600
24	NUOVA MONTEROTONDO	8 000	784	4 546	198	13 479
25	NUOVA SAN MARTINO	8 719	64	2 208	60	15 126
26	CORNIA 2	8 754	30	ASSENTE	16	1 104
27	LE PRATA	6 419	2 364	1 398 (nov - dic)	57	7 311
28	NUOVA SASSO	8 705	78	2 585	28	2 791
29	SASSO 2	8 189	594	2 051	26	3 308
30	SELVA 1	7 572	1 211	ASSENTE	131	13 121
31	BAGNORE 3	8 722	62	188	58	7 094

	<b>denominazione Centrale</b>	<b>funzionamento centrale (ore)</b>	<b>fuori servizio centrale (ore)</b>	<b>fuori servizio AMIS (ore)</b>	<b>Durata sfiori (ore)</b>	<b>fluido sfiorato (t)</b>
32	PIANCASTAGNAIO 3	8 701	83	92	70	7
33	PIANCASTAGNAIO 4	8 777	6	231	6	650
34	PIANCASTAGNAIO 5	7 715	1068	557	35	3 762

Con riferimento alla DRGT n. 344:2010 allegato A tab. 4.2 "Requisiti minimi di esercizio", nella sottostante tabella 14, sono riportati i parametri di esercizio relativi al funzionamento delle centrali e dei relativi sistemi AMIS, anno 2012.

**Tabella 14 - Requisiti di esercizio anno 2012**

	<b>Denominazione Centrale</b>	<b>Per le centrali: ore di NON funzionamento x 100/8760 (%)</b> <b>(Requisito minimo &lt; 5%)</b>	<b>Per gli AMIS: ore di funzionamento AMIS X 100/ore di funzionamento centrale (%)</b> <b>(Requisito minimo ≥ 90%)</b>	<b>NOTE</b>
1	SESTA 1	0,5	91	-
2	FARINELLO	nessun sfioro	nessun sfioro	-
3	NUOVA GABBRO	4	85	-
4	NUOVA LARDERELLO	5	95	-
5	VALLE SECOLO 1	nessun sfioro	nessun sfioro	-
6	VALLE SECOLO 2	nessun sfioro	nessun sfioro	-
7	NUOVA CASTELNUOVO	0,7	96	-
8	NUOVA MOLINETTO	1	93	-
9	NUOVA RADICONDOLI 1	1	81	-
10	NUOVA RADICONDOLI 2	2	81	-
11	PIANACCE	25	96	Gruppo fermo in riserva calda dal 27/11/2012 - Smistamento vapore su Rancia 2
12	RANCIA 1	36	nd	AMIS assente nel 2012
13	RANCIA 2	39	nd	AMIS installato nel mese di agosto 2012
14	TRAVALE 3	94	55	-
15	TRAVALE 4	4	90	-
16	CHIUSDINO	2	86	-
17	NUOVA LAGONI ROSSI	4	94	-
18	NUOVA SERRAZZANO	6	79	-
19	MONTEVERDI 1	0,3	nd	AMIS assente
20	MONTEVERDI 2	1	nd	AMIS assente
21	CARBOLI 1	12	AMIS assente	Manca dato di dicembre 2012
22	CARBOLI 2	2	AMIS assente	-
23	NUOVA LAGO	5	96	-
24	NUOVA MONTEROTONDO	9	43	-
25	NUOVA SAN MARTINO	1	75	-
26	CORNIA 2	0,3	nd	AMIS assente
27	LE PRATA	27	nd	AMIS installato da novembre 2012
28	NUOVA SASSO	1	70	-
29	SASSO 2	7	75	-
30	SELVA 1	14	nd	AMIS assente
31	BAGNORE 3	1	98	-
32	PIANCASTAGNAIO 3	1	99	-
33	PIANCASTAGNAIO 4	0,07	97	-
34	PIANCASTAGNAIO 5	12	93	-

Tenuto ben presente che i suddetti valori limite relativi ai requisiti minimi di esercizio non hanno carattere prescrittivo, eccetto per le centrali di Chiusdino e Radicondoli 2, dai dati emerge una situazione di scarso allineamento a quanto richiesto dalla DGRT n. 344:2010 allegato A, tab. 4.2 (tabella 12 della presente relazione). Sul totale delle 34 centrali, 15 non rientrano nei requisiti minimi di esercizio stabiliti dalla succitata Delibera regionale.

Con riferimento alle centrali di Chiusdino e Radicondoli Gruppo 2, tali limiti hanno invece carattere prescrittivo e, quindi, si evidenzia un non rispetto del requisito minimo di esercizio di funzionamento degli AMIS (rapporto percentuale delle ore di funzionamento AMIS sulle ore di funzionamento della centrale).

- valore limite  $\geq 90\%$
- valore rilevato CGTE "Chiusdino" = 86%
- valore rilevato CGTE "Radicondoli Gruppo 2" = 81%

## **2.7 Pozzi di produzione**

Nel 2012, gli sfiori determinati a seguito delle manovre svolte sui pozzi di produzione, è stato pari a 508 031 tonnellate di fluido geotermico direttamente emesso in atmosfera.

Il valore del dato della massa di fluido sfiorato in atmosfera, dimostra che tale fonte emissiva costituisce un contributo significativo all'emissione totale in atmosfera, sebbene inferiore alla massa di fluido sfiorato a seguito dei blocchi delle centrali.

Sarà uno degli obiettivi futuri del Settore Geotermia, monitorare tale aspetto emissivo.

## **3 - SPERIMENTAZIONE ABBATTIMENTO NH<sub>3</sub> DI CENTRALE**

Nel periodo compreso fra maggio e luglio del 2012, presso la centrale Bagnore 3, è stata effettuata una sperimentazione, progettata da ENEL, circa un sistema di abbattimento dell'NH<sub>3</sub> in entrata al collettore di centrale, inquinante la cui elevata concentrazione costituisce caratteristica del fluido geotermico della zona del Monte Amiata.

L'istallazione del sistema di abbattimento in questione, fra l'altro, costituisce prescrizione sia per Bagnore 3 sia per la futura centrale Bagnore 4 in ambito di autorizzazione unica la costruzione ed esercizio della centrale Bagnore 4.

Lo studio in questione, costituisce aggiornamento dell'esperimento già condotto nel 2010 sempre presso la CGTE Bagnore 3.

### **3.1 Descrizione delle sperimentazione**

Il principio è basato sulla salificazione dell'ammoniaca a solfato d'ammonio mediante l'acidificazione delle condense circolanti, soprattutto la condensa in ingresso torre proveniente dal condensatore rendendo, così, l'ammoniaca indisponibile ad essere emessa con l'aeriforme.

Inoltre, la diminuzione del pH della condensa dovrebbe influenzare positivamente anche l'emissione di H<sub>2</sub>S, in quanto, con la diminuzione del pH, è favorita la ripartizione dell'inquinante, all'interno del condensatore, verso la fase aeriforme e, quindi, disponibile al trattamento di abbattimento da parte dell'AMIS.

Allo scopo, è stata predisposto un impianto provvisorio costituito da due vasche di stoccaggio di acido solforico poggiate su un basamento di calcestruzzo con sabbia di livellamento. Il sistema di dosaggio era costituito da una pompa a membrana munita di un dispositivo di regolazione di flusso; il monitoraggio dell'andamento del valore di pH è stato fatto in modo continuo.

Le prove di emissione sono state svolte in parallelo ARPAT-ENEL.

La sperimentazione è stata articolata su tre fasi. In una prima prima fase, svolta in data 08/05/12, sono state effettuate, in torre, misure di portata e il prelievo per la determinazione di NH<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>S in condizioni senza l'impianto di abbattimento funzionante; i risultati sono stati considerati, poi, come riferimento (bianchi) per determinare l'efficienza di abbattimento del sistema. Il pH registrato della condensa in entrata alla torre, è stato 7,4 unitàpH.

Nella seconda fase, svolta il 30/05/13, è stato fatto un controllo con l'impianto di abbattimento in funzione, regolato in modo da mantenere le condense a un valore di 6,5 unitàpH. Successivamente, il controllo è stato svolto, in data 20/06/13, con il sistema attivo regolato a un valore di 6,8 unitàpH.

Allo scopo di studiare l'effetto di evaporazione delle condense determinato dal caldo estivo, è stata pianificata una terza fase con tre controlli consecutivi nei giorni 23, 24 e 25 luglio, per tutti e tre i giorni con il pH delle condense regolato al valore di 6,6 unitàpH.

Nella sottostante tabella 15 sono riepilogati i risultati, in emissione dalla torre di raffreddamento, ottenuti dallo scrivente Settore ARPAT e, in tabella 2, i dati ENEL.

**Tabella 15 - Sperimentazione abbattimento NH<sub>3</sub>**

Data	Risultati ARPAT				Risultati ENEL			
	NH <sub>3</sub> (kg/h)	NH <sub>3</sub> – abbattimento (%)	H <sub>2</sub> S (kg/h)	H <sub>2</sub> S – abbattimento (%)	NH <sub>3</sub> (kg/h)	NH <sub>3</sub> – abbattimento (%)	H <sub>2</sub> S (kg/h)	H <sub>2</sub> S – abbattimento (%)
08/05/12 (Bianco pH 7,4)	127,8	-	14,4	-	99,0	-	14,1	-
30/05/12 (pH 6,5)	29,3	77,1	29,7	incremento 106 %	22,9	76,9	4,8	65,9
20/06/12 (pH 6,8)	101,0	21,0	0,7	95,1	81,9	17,3	6,3	55,3
24/07/12 (pH 6,6)	16,1	87,4	5,8	59,7	44,4 Media dei tre giorni	55,1 Media dei tre giorni	6,8 Media dei tre giorni	51,8 Media dei tre giorni
25/07/12 (pH 6,6)	63,7	50,1	9,2	36,1				
26/07/12 (pH 6,6)	58,1	54,5	8,9	38,2				

Per l'**Ammoniaca**, I risultati dimostrano valori di ARPAT costantemente più alti rispetto ai valori di ENEL, indicativamente del 20%.

Riguardo l'**Acido solfidrico**, il risultato del controllo del 08/05/12 ha dimostrato un'accettabile sovrapposizione dei risultati (differenza del 2%), mentre sono stati registrati, da parte di ARPAT, due dati anomali relativi ai prelievi del 30/05/12 e del 20/06/12; i valori in questione sono diametralmente opposti con una probabile eccessiva sovrastima del dato del 30/05 e un altrettanto probabile eccessiva sottostima per il dato del 20/06 (probabile errore in fase di campionamento).

Le differenze registrate tra i due laboratori, per entrambi gli inquinanti, in termini di flusso di massa, tenuto presente la particolare complessità dell'attività di prelievo, si possono ragionevolmente attribuire all'incertezza della prova.

Le percentuali di abbattimento sia di H<sub>2</sub>S sia di NH<sub>3</sub> registrano, invece, lo stesso andamento per entrambi i Laboratori con differenze di pochi punti percentuali (sempre escludendo i due dati anomali per H<sub>2</sub>S registrati da ARPAT).

### 3.2 - Analisi dei risultati

In conclusione, con riferimento all'obiettivo dello studio, è stato verificato un effetto positivo del sistema di acidificazione delle condense di centrale circa la riduzione dell'inquinante "Ammoniaca" emesso con l'aeriforme della torre di raffreddamento. Nel merito, è stata evidenziata una maggiore efficienza di abbattimento quando le condense sono state acidificate a valori di 6,5 – 6,6 UnitàpH, mentre il controllo svolto con il sistema di abbattimento settato a 6,8 UnitàpH, ha dimostrato scarsa capacità di abbattimento

Anche per l'inquinante "Acido solfidrico" scartando i due dati anomali summenzionati, è stato registrato un abbattimento significativo di questo inquinante.

### 3.3 - Conclusioni

Sebbene i risultati abbiano dimostrato la bontà del progetto con la possibilità di raggiungere una efficienza di abbattimento della NH<sub>3</sub>, su base annua, del 75%, è da tenere presente che la sperimentazione ha riguardato un breve periodo di tempo e sono ancora da acquisire conoscenze sul funzionamento a regime di questo impianto (resistenza dei materiali che sono in contatto con la condensa acida, fattori stagionali che possono influenzare il sistema, come ad es. il grado di evaporazione della condensa, gestione e tenuta sotto controllo del sistema di dosaggio dell'acido solfidrico).

#### 4 - QUALITA' DELL'ARIA - MONITORAGGIO AREE GEOTERMICHE

Il monitoraggio della qualità dell'aria nelle aree geotermiche regionali, avviato dal 1997, ha per finalità il continuo aggiornamento delle condizioni dello stato di qualità dell'aria circa l'andamento temporale dei livelli di concentrazione delle due sostanze scelte come indicatori, Acido solfidrico e Mercurio gassoso, in quanto ritenuti capaci di rappresentare coerentemente le pressioni esercitate dalle attività geotermiche antropiche e/o naturali che caratterizzano i territori indagati.

##### 4.1 - Normativa e limiti di riferimento

La normativa europea e quella nazionale non stabiliscono valori limite, soglie di allarme e/o valori obiettivo di qualità dell'aria per l'acido solfidrico e per il mercurio, nonostante l'attenzione rivolta dalla Comunità Europea ai rischi connessi all'esposizione di quest'ultima sostanza (riferimento al recente D. Lgs. 152/2007). In mancanza di tali riferimenti, seguendo una prassi consolidata, per la valutazione della qualità dell'aria si ricorre convenzionalmente ai valori guida suggeriti dalla OMS-WHO che sono:

- per il *mercurio gassoso*, 1000 ng/m<sup>3</sup> come media annuale;
- per l'*acido solfidrico*, 150 µg/m<sup>3</sup> come media giornaliera.

A seguito di approfondimenti sul tema susseguitisi negli anni, basati sullo studio di pubblicazioni scientifiche da fonti istituzionali (OMS, ICPS CICAD e EHC, IRIS-EPA, ATSDR) e collaborazioni con la Provincia di Pisa, USL n. 5 di Pisa e l'Agenzia Regionale Sanitaria, sono stati condivisi e individuati i valori di riferimento, intesi come tutela sanitaria, per poter valutare oggettivamente i dati relativi alla qualità dell'aria; i valori limite sono riportati nella sottostante tabella 16.

**Tabella 16 - Qualità dell'aria. Valori di riferimento per l'Acido solfidrico e il mercurio gassoso**

Parametro	Concentrazione	Riferimento individuato
<b>Idrogeno solforato (H<sub>2</sub>S)</b>	150 µg/m <sup>3</sup>	WHO-OMS (Guidelines ed. 2000) – <u>media 24 ore</u>
	100 µg/m <sup>3</sup>	WHO-IPCS - <u>&gt;1-14 giorni</u>
	20 µg/m <sup>3</sup>	WHO-IPCS - <u>fino a 90 giorni</u>
<b>Mercurio (Hg)</b>	200 ng/m <sup>3</sup>	MRLs Minimal Risk level - Livelli guida significativi per la salute elaborati dalla Agenzia governativa USA ATSDR, in analogia ai valori soglia EPA, per effetti non cancerogeni delle sostanze chimiche nell'ambiente ad uso della stessa ATSDR per valutare i siti contaminati – <u>media annuale</u>

L'acido solfidrico è una sostanza dotata di odore. Relativamente alla soglia di percezione umana dell'odore dell'acido solfidrico, la vasta letteratura evidenzia il ruolo fondamentale assunto dalla "variabilità individuale" che ha portato a proporre, di volta in volta, campi di valori molto diversificati fra loro. Recenti studi sull'esposizione ad odori distinguono una "Soglia di rivelazione", che è la minima concentrazione che suscita una risposta sensoriale, una "Soglia di riconoscimento", che è la minima concentrazione di identificazione del tipo di odore e una "Soglia del disturbo o fastidio" proponendo anche criteri per relazionare fra loro queste soglie. Nella realtà le soglie non corrispondono a valori definiti e costanti, ma piuttosto sono degli intervalli di concentrazione dell'inquinante, generalmente, abbastanza ampi che dipendono anche del metodo utilizzato per la loro individuazione. Per il fatto che l'ampio materiale relativo a tali studi, reperibile in letteratura, non fornisce un'indicazione univoca sul valore delle soglie di questo inquinante, nella relazione è utilizzato, come soglia di percezione odorigena, il valore di concentrazione di 7 µg/m<sup>3</sup>.

La rete di rilevamento della Qualità dell'aria nelle aree geotermiche del territorio toscano si compone di:

- a) una stazione fissa, di proprietà della Provincia di Pisa, facente parte della rete pubblica di monitoraggio della Qualità dell'Aria gestita da ARPAT tramite il Dipartimento provinciale di Pisa. La stazione, dotata di strumento per la misura in continuo dell'acido solfidrico e altri strumenti per il rilevamento di ulteriori parametri, è situata in via Manzoni, Loc. Montecerboli - Pomarance (PI), a circa 353 metri slm.

- b) un laboratorio mobile, denominato GEO 1, di proprietà di ARPAT e gestito dal Settore ARPAT Geotermia. L'unità mobile è attrezzata con strumentazione per la misura dell'acido solfidrico e del mercurio gassoso. Dispone anche di sensori per la rilevazione dei parametri meteorologici: velocità vento (VV), direzione vento (DV), temperatura (T), umidità relativa (UR) radiazione solare totale (RADST) e pressione barometrica (P). E' utilizzato per l'effettuazione di campagne di misura periodiche in postazioni situate nel territorio regionale.
- c) Un laboratorio mobile, denominato GEO 2, di proprietà di ARPAT e gestito dal Settore ARPAT Geotermia. L'unità mobile è attrezzata, nel 2012, con strumentazione per la misure dell'acido solfidrico.

Il mezzo mobile di cui alla lett. b), per tutto il 2012, è stato posizionato presso il Parco dello Scoiattolo ad Arcidosso (GR), al fine di verificare sia l'impatto delle emissioni della Centrale Bagnore 3 sia di effettuare il confronto con i dati di qualità dell'aria rilevati dalla stazione QA di ENEL Greenpower di Arcidosso.

Il mezzo di cui alla lett. c), è stato utilizzato per una campagna di monitoraggio in parallelo con la Stazione QA di ENEL Green Power, al fine di verificare eventuali scostamenti fra i due rilevatori; la campagna ha avuto una durata di 48 giorni.

Operativamente, il mezzo ARPAT è stato posizionato in zona immediatamente adiacente alla Stazione QA ENEL oggetto della verifica in modo che le misure dei due mezzi siano ragionevolmente effettuate su campioni di aria omogenei.

Nel 2012, dopo la campagna di cui sopra, il mezzo è stato utilizzato, in altro ambito, dal CRTQA di Livorno.

Il mezzo è stato poi ri-acquisito, a fine anno, dal Settore Geotermia è sarà utilizzato, per tutto il 2013, per campagne di monitoraggio in parallelo con le stazioni QA di ENEL per effettuare una sorta di validazione dei dati ENEL.

#### 4.2 - Risultati ottenuti

Nelle sottostanti tabelle, sono riportati i risultati registrati nelle campagne di misura relative al 2012 .

**Tabella 17 - Stazione QA ARPAT di Montecerboli. Dati anno 2012**

Anno	n. dati_H <sub>2</sub> S	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Valore Massimo registrato nel giorno (µg/m <sup>3</sup> )	n. h > 7µg/m <sup>3</sup> (ore)	n. h >20 µg/m <sup>3</sup> (ore)	n. h >50 µg/m <sup>3</sup> (ore)	ore >7µg/m <sup>3</sup> (%)	ore >20 µg/m <sup>3</sup> (%)	ore >50 µg/m <sup>3</sup> (%)
2012	7766	5,73	26,25	2058	570	45	26,5	7,3	0,6

**Tabella 18 - Stazione mobile QA ARPAT GEO 1. Dati anno 2012**

Mezzo ARPAT GEO1 c/o Parco pubblico "Scoiattolo" (Arcidosso, GR)			
Periodo		01/01/2012 - 31/12/2012	
H <sub>2</sub> S	Durata monitoraggio	die validi	329
		ore valide	7695
	Max concentrazione media di 24 h [µg/m <sup>3</sup> ]		24,90
	Max concentrazione media giornaliera [µg/m <sup>3</sup> ]		20,08
	n° superamenti del riferimento OMS		0
	Concentrazione media del periodo [µg/m <sup>3</sup> ]		1,07
	Max concentrazione oraria [µg/m <sup>3</sup> ]		102,29
	n° die del periodo con concentrazione media > 7 µg/m <sup>3</sup>		3 (0,9%)
	n° ore del periodo con concentrazione > 7 µg/m <sup>3</sup>		102 (=1,3%)
	n° ore del periodo con concentrazione > 20 µg/m <sup>3</sup>		29 (=0,3%)
Hg	Durata monitoraggio	die validi	310
		ore valide	7436
	Concentrazione media del periodo (ng/m <sup>3</sup> )		0,16
	Max concentrazione media di 24 h (ng/m <sup>3</sup> )		1,72
	Max concentrazione media giornaliera (ng/m <sup>3</sup> )		1,72
Max concentrazione oraria (ng/m <sup>3</sup> )		16,63	

**Tabella 19 - Stazione mobile QA ARPAT GEO 2 e Stazione fissa QA ENEL n. 06 (Arcidosso). Dati anno 2012**

Postazioni		Mezzo ARPAT GEO-2 accanto SQA ENEL (arcidosso, GR)	SQA ENEL 06_Arcidosso, GR (dati ENEL G.P.)	
Periodo		14/03/2012 - 01/05/2012	14/03/2012 - 01/05/2012	
H <sub>2</sub> S	Durata monitoraggio	die validi	48	
		ore valide	1149	
	Max concentrazione media di 24 h [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		2,79	2,94
	Max concentrazione media giornaliera [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		2,72	2,06
	n° superamenti del riferimento OMS		0	0
	Concentrazione media del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		1,43	1,07
	Max concentrazione oraria [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		6,96	6,02
	n° die del periodo con concentrazione media > 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0 (0,0%)	0 (0,0%)
	n° ore del periodo con concentrazione > 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0 (0,0%)	0 (0,0%)
	n° ore del periodo con concentrazione > 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0 (0,0%)	0 (0,0%)
Hg	Durata monitoraggio	die validi	N.D.	
		ore valide	N.D.	
	Concentrazione media del periodo ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )		N.D.	N.D.
	Max concentrazione media di 24 h ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )		N.D.	N.D.
	Max concentrazione media giornaliera ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )		N.D.	N.D.
Max concentrazione oraria ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )		N.D.	N.D.	

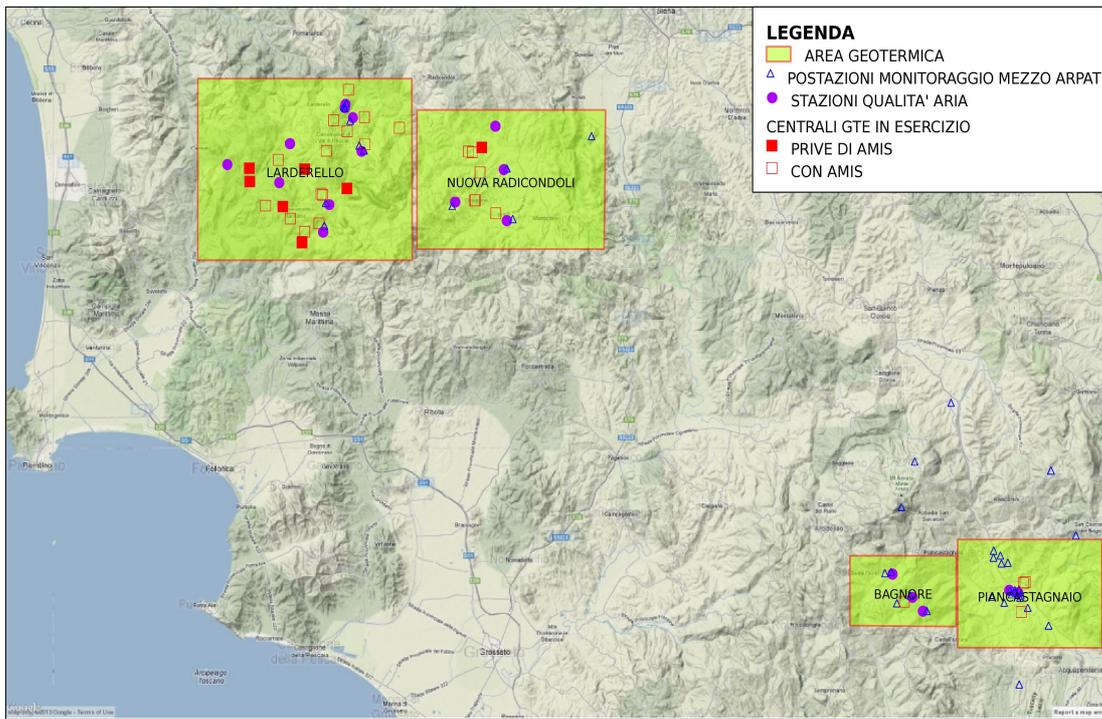
Riguardo ai dati registrati dalla stazione mobile ARPAT Geo 1 (tabella 18), tutti i valori degli inquinanti monitorati sono abbondantemente al di sotto dei valori limite di riferimento di cui alla tabella 16.

Anche riguardo alla campagna di monitoraggio in parallelo fra il mezzo mobile ARPAT GEO 2 e Stazione QA ENEL di Arcidosso, è evidenziato che i dati di entrambe le serie sono abbondantemente al di sotto dei limiti di riferimento di cautela sanitaria. Questo raffronto, ha permesso di individuare, nel mese di gennaio 2012, un malfunzionamento della centralina ENEL che ha determinato l'invalidazione di una serie di dati compresi tra l'11 e il 16 gennaio.

#### **4.3 - Dati rete di monitoraggio ENEL - Inquinante H<sub>2</sub>S**

Al monitoraggio ARPAT sopra esposto, si affianca quello effettuato da ENEL, la cui rete di qualità dell'aria (QA) è ampia essendo composta da 17 centraline che monitorano il parametro H<sub>2</sub>S. Questa rete fornisce una grande quantità di informazioni e copre praticamente tutti i centri abitati interessati dalle emissioni delle centrali geotermoelettriche. nella sottostante immagine sono riportate le localizzazioni delle stazioni di ENEL, ARPAT, le Centrali geotermoelettriche (quelle con e senza AMIS).

Nella sottostante immagine, è riportata la rete QA di ENEL .



I dati del monitoraggio sono validati da ENEL sulla base di procedure verificate e autorizzate da ARPAT, nel rispetto del DLGS 155/2010

Nella sottostante tabella 20, sono riepilogati i risultati 2012 registrati dalla rete di monitoraggio di ENEL riguardo l'inquinante H<sub>2</sub>S

**Tabella 20 - Riepilogo dati H<sub>2</sub>S anno 2012 - Rete di monitoraggio ENEL**

anno	stazione	max_media_giornaliera	media_annuale	max_media_14d	max_media_90d
	<b>valori di riferimento</b>	<b>150</b>		<b>100</b>	<b>20</b>
2011	6_arcidosso	13,41	2,12	5,5	3,29
2012	6_arcidosso	11,72	1,19	3,05	1,59
2011	7_santa_fiora	11,38	1,87	4,34	2,58
2012	7_santa_fiora	5,36	1,23	2,55	1,99
2011	8_bagnore	9,98	1,98	4,12	2,73
2012	8_bagnore	11,68	0,95	2,91	1,5
2011	10_canneto	59,89	5,08	24,83	8,39
2012	10_canneto	30,03	4,46	14,35	6,56
2011	11_lustignano	56,8	13,89	26,76	17,88
2012	11_lustignano	56,19	10,99	27,88	15,68
2011	12_serrazzano	61,61	8,43	20,1	13,3
2012	12_serrazzano	53,55	6,46	13,7	9,7
2011	13_sasso_pisano	54,76	10,39	21,67	13,21
2012	13_sasso_pisano	40,76	7,93	18,92	9,9
2011	14_monterotondo	57,73	10,32	26,18	15,18
2012	14_monterotondo	31,38	6,75	18,14	9,88
2011	15_montecerboli	<b>272,61</b>	<b>39,16</b>	<b>150,58</b>	<b>68,91</b>
2012	15_montecerboli	135,33	18,51	<b>105,53</b>	<b>50,71</b>
2011	Montecerboli_ARPAT	45,9	5,28	18,1	10,62
2012	Montecerboli_ARPAT	26,25	5,71	12,35	9,28
2011	16_castelnuovo	40,51	8,96	17,55	12,64
2012	16_castelnuovo	28,5	7,29	12,42	9,36
2011	17_larderello	46,2	10,43	22,27	18,39
2012	17_larderello	42,27	9,18	15,74	12,44
2011	18_belforte	34,05	3,84	11,17	6,8
2012	18_belforte	15,52	2,5	9,33	3,11
2011	19_montalcinello	26,52	4,62	17,34	8,49
2012	19_montalcinello	16,51	3,92	9,5	6,4
2011	20_travale	30,07	4,35	13,14	6,05
2012	20_travale	14,69	3,63	7,6	4,92
2012	21_chiusdino	38,7	6,78	29,45	11,05
2011	9_piancastagnaio	117,03	13,83	38,47	17,85
2012	9_piancastagnaio	47,82	4,81	14,37	13,46
2011	22_piancastagnaio2	12,43	5,36	8,39	8,39
2012	22_piancastagnaio2	18,29	3,29	10,04	6,62

Nota 1 La stazione ENEL GP di Montecerboli è stata rilocata nell'anno 2012, in quanto non rappresentativa della qualità dell'aria dell'abitato, perchè influenzata direttamente dal degassatore della rete di teleriscaldamento. A Montecerboli è attiva la stazione di qualità dell'aria della rete regionale, gestita da ARPAT. I valori registrati da tale stazione sono rappresentativi della qualità dell'aria nell'abitato di Montecerboli

Nota 2 Tutti i valori sono espressi in µg/m3

Come specificato nella nota 1 della tabella 20, la centralina ENEL di Montecerboli era influenzata in modo significativo dal fatto di essere posta in vicinanza dell'emissione dell'impianto di degassazione della rete del teleriscaldamento; per questo, è stata spostata e posizionata in luogo maggiormente rappresentativo della qualità dell'aria.

Tenuti presenti il valori delle linee Guida di cui alla tabella 16, tutti i parametri monitorati negli anni 2011 e 2012, sono al disotto dei valori limite, escluso Montecerboli per i problemi sopraesposti circa l'errato posizionamento della centralina stessa. Su questa punto di monitoraggio, la misura rappresentativa è quella della stazione ARPAT, che ha registrato risultati inferiori a valori limite della Linea Guida.

Nella sottostante tabella 21, con riferimento alla tab. 20, sono riportati i dati registrati su base annua (medie annue di concentrazione di H<sub>2</sub>S in aria).

**Tabella 21 - Medie annuali H<sub>2</sub>S in aria**

Area Geotermica	Anno	Media annuale H <sub>2</sub> S (µg/m <sup>3</sup> )
Larderello	2011	8,73
	2012	7,50
Lago	2011	9,71
	2012	7,05
Radicondoli	2011	4,27
	2012	4,2
Piancastagnaio (Amiata senese)	2011	9,59 (1)
	2012	4,05
Piancastagnaio (Amiata grossetana)	2011	1,99
	2012	1,12

(1)= Media dei dati 2011 relativi a tutto il 2011 per la stazione n. 9 (Piancastagnaio) e del solo mese di dicembre 2011 per la stazione n. 22 (Piancastagnaio2) essendo non disponibili i dati precedenti.

I dati sopra riportati, dimostrano un generale miglioramento, più o meno significativo, per tutte le aree geotermiche circa la presenza di questo inquinante in aria. Tale miglioramento può essere dipeso sia da fattori meteorologici sia da fattori legati al miglioramento delle tecnologie applicate alle centrali, ad es., riduzione delle emissioni a seguito di installazione dell'impianto AMIS su centrali che ne erano prive. Da sottolineare il netto miglioramento della situazione nell'Area dell'Amiata senese, in cui è registrata una diminuzione di H<sub>2</sub>S, nel 2012, del 57,7% rispetto al 2011. Tale effetto positivo, è da attribuire alla chiusura, nel luglio 2011, della centrale PC2, che era situata in zona troppo vicina all'abitato di Piancastagnaio e, in più, non era dotata di impianto AMIS. Da considerare, inoltre, che dalla fine del 2011 fino al mese di aprile 2012, ENEL ha effettuato manovre per l'attivazione di un nuovo pozzo di produzione (PC35A), che hanno causato problemi di extra-emissioni in aria; a partire dal mese di maggio 2012, la situazione è ulteriormente migliorata (a partire dal mese di maggio 2012, sono registrati valori di H<sub>2</sub>S attestati su circa 2 µg/m<sup>3</sup>).

Sulla base della valutazione dei dati ENEL da parte di ARPAT e altresì sulla base dell'esito delle verifiche, effettuate presso il centro di teleconduzione di Larderello, delle procedure applicate da ENEL circa le modalità di gestione del monitoraggio QA, è ritenuto ragionevole considerare, nel complesso, che i dati ENEL siano rappresentativi della qualità dell'aria nelle aree geotermiche.

#### **4.4 - Dati rete di monitoraggio ENEL - Inquinante Hg**

Riguardo questo inquinante, ENEL svolge campagne specifiche mediante una propria stazione mobile. I dati relativi alle campagne effettuate nel 2012, non ancora stati trasmessi ad ARPAT. Nel 2011 ENEL ha svolto tre campagne di misura della concentrazione di HG gassoso (due presso la centrale di Serrazzano e una presso la centrale di Nova Sasso); i risultati ottenuti sono molto al di sotto del valore di riferimento (200 ng/m<sup>3</sup>) essendo compresi tra 1 e 4 ng/m<sup>3</sup>.

#### 4.5 - Dati rete di monitoraggio ENEL - Inquinante Radon

Il monitoraggio di questo inquinante, è svolto da ENEL mediante analizzatore installato in cinque stazioni fisse: Arcidosso, Lustignano, Montecerboli, Monterotondo e Montalcinello. Nella sottostante tabella 22 sono riportati i dati (fonte ENEL) registrati nel 2011 e 2012.

**Tabella 22 - Monitoraggio Radon rete ENEL (in Bq/m<sup>3</sup>)**

Periodo di riferimento	Arcidosso	Lustignano	Montalcinello	Montecerboli	Monterotondo
Anno 2011	6,28	3,98	9,81	4,19	4,82
Anno 2012	5,22	3,67	8,06	6,15	5,10
2011-2012	5,92	3,86	9,07	5,03	4,94

Tenuto presente che i valori outdoor di riferimento riportati nelle pubblicazioni internazionali, indicano come normale valore di fondo naturale una concentrazione di Ra compresa tra 4 e 20 Bq/m<sup>3</sup>, i valori registrati dalla rete ENEL sono in linea con quanto sopra indicato. Sempre fonte ENEL, è ritenuto che l'esercizio delle centrali geotermiche produca un incremento di Ra minore di 0,1 mBq/m<sup>3</sup> (nella zona grossetana dell'Amiata, con l'esercizio della nuova centrale di Bagnore 4, si arriverà a un incremento di circa 0,25 mBq/m<sup>3</sup>).

Da indagini svolte da ARPAT, è emerso che il rischio di esposizione a livelli significativi di Radon è maggiore all'interno delle abitazioni; nell'area del Monte Amiata è stata registrata una concentrazione media di Radon pari 143 Bq/m<sup>3</sup>.

#### 5 - CAMPAGNE DI MONITORAGGIO H<sub>2</sub>S CON CAMPIONATORI PASSIVI RADIELLO

In ambito di procedimento di VIA per la costruzione ed esercizio della Centrale Bagnore 4, allo scopo di acquisire elementi aggiuntivi sullo stato della qualità dell'aria nella zona circostante la centrale di Bagnore 3 e della futura centrale Bagnore 4 sia in termini di caratterizzazione della situazione prima della costruzione della centrale di Bagnore 4 sia per verificare il contributo di eventuali fonti naturali circa i livelli di H<sub>2</sub>S in aria, ARPAT ha progettato e attuato, nel 2012, una serie di campagne di rilevamento del suddetto inquinante tramite campionatori passivi Radiello.

Nella sottostante tabella 23, sono riportati i periodi di svolgimento delle 5 campagne programmate.

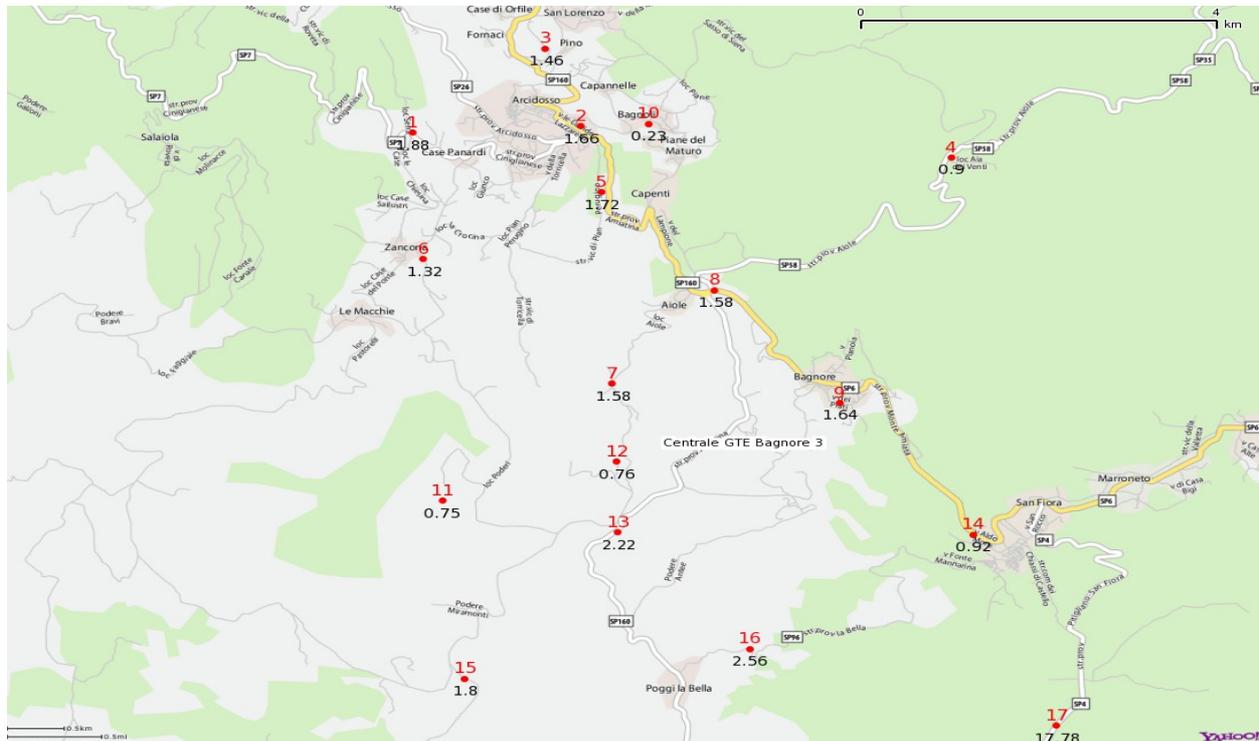
**Tabella 23 - Durata campagne di prelievo**

Campagna	Data inizio	Data fine
1	13/01/12	26/01/12
2	26/01/12	17/02/12
3	17/02/12	01/03/12
4	01/03/12	15/03/12
5	15/03/12	30/03/12

Sono state individuati 17 stazioni di prelievo con successivo posizionamento dei campionatori passivi; ogni campagna ha avuto una durata di 15 giorni. In totale, sono state effettuate 5 campagne nell'arco di tempo compreso dal 13-16 gennaio 2012 al 30 marzo 2012.

Nella sottostante cartografia, si riportano le stazioni oggetto delle campagne con i risultati espressi come media delle 5 campagne in µg/m<sup>3</sup>.

## Localizzazione punti di prelievo



Postazione dei campionatori passivi Radiello (in rosso) e valore medio riscontrato (nero)

Dei 17 campionatori, 4 sono stati posizionati in punti adiacenti alle 3 stazioni ENEL di monitoraggio della qualità dell'aria (QA) di Arcidosso, Bagnore e S. Fiora e, i più, uno vicino al mezzo mobile ARPAT posizionato ad Arcidosso nel parco Scoiattolo. Gli altri 13 campionatori passivi, sono stati posizionati, per quanto possibile, in modo tale da coprire una maglia di quadrato con lato di circa 5 km, centrato sulla centrale geotermoelettrica "Bagnore 3".

### 5.1 - Risultati ottenuti

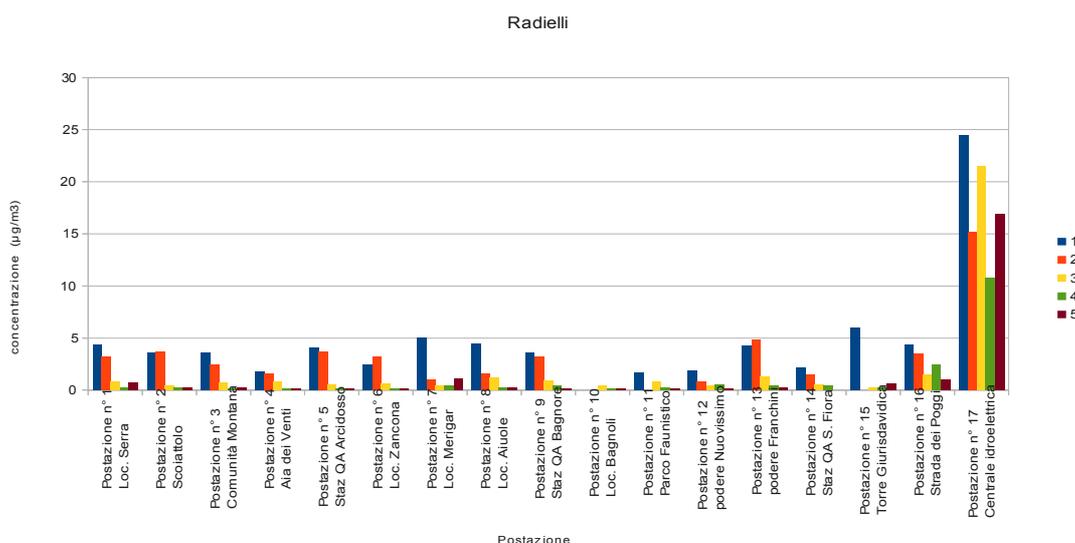
Si riportano, nella sottostante tabella 24, i valori ottenuti di H<sub>2</sub>S, in µg/m<sup>3</sup>, ordinati per punto di prelievo e per n° di campagna.

**Tabella 24 - Risultati campagne campionatori passivi**

Post azione	Campagna					MEDIA
	1	2	3	4	5	
Postazione n° 1 Loc. Serra	4,4	3,2	0,8	0,3	0,7	1,88
Postazione n° 2 Scoiattolo	3,6	3,7	0,4	0,3	0,3	1,66
Postazione n° 3 Comunità Montana	3,6	2,5	0,7	0,2	0,3	1,46
Postazione n° 4 Aia dei Venti	1,8	1,6	0,8	0,1	0,2	0,90
Postazione n° 5 Staz QA Arcidosso	4,1	3,7	0,5	0,1	0,2	1,72
Postazione n° 6 Loc. Zancona	2,5	3,2	0,6	0,2	0,1	1,32
Postazione n° 7 Loc. Merigar	5,0	1,0	0,4	0,4	1,1	1,58
Postazione n° 8 Loc. Aiuolo	4,5	1,6	1,2	0,3	0,3	1,58
Postazione n° 9 Staz QA Bagnore	3,6	3,2	0,9	0,4	0,1	1,64
Postazione n° 10 Loc. Bagnoli			0,4	0,2	0,1	0,23
Postazione n° 11 Parco Faunistico	1,7		0,8	0,3	0,2	0,75
Postazione n° 12 podere Nuovissimo	1,9	0,8	0,4	0,5	0,2	0,76
Postazione n° 13 podere Franchini	4,3	4,8	1,3	0,4	0,3	2,22
Postazione n° 14 Staz QA S. Fiora	2,2	1,5	0,5	0,4	0	0,92
Postazione n° 15 Torre Giurisdavidica	6,0		0,3	0,3	0,6	1,80
Postazione n° 16 Strada dei Poggi	4,4	3,5	1,5	2,4	1	2,56
Postazione n° 17 Centrale idroelettrica	24,5	15,2	21,5	10,8	16,9	17,78
<b>MEDIA</b>	<b>4,88</b>	<b>3,54</b>	<b>1,94</b>	<b>1,04</b>	<b>1,33</b>	

I valori sono espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Nel sottostante istogramma, sono riportati i valori ottenuti per ogni singola stazione nelle differenti campagne.



I colori sono riferiti alle singole campagne.

## 5.2 - Conclusioni

In primo luogo, i valori ottenuti hanno permesso di verificare la risposta dei campionatori stessi rispetto ai dati rilevati dagli analizzatori delle rispettive stazioni fisse di ENEL. E' stata riscontrata una discreta concordanza dei valori medi per concentrazioni  $\geq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre è stata evidenziata una sottostima, da parte dei campionatori Radiello, per valori  $< 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

I valori medi di concentrazione di  $\text{H}_2\text{S}$  delle 5 campagne svolte con i campionatori passivi, registrati per ogni stazione di campionamento, sono risultati molto bassi con valori compresi tra un valore minimo di  $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registrato presso la stazione n. 10 denominata "Loc Bagnoli" e un valore massimo, escluso il dato della stazione n. 17, di  $2,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registrato presso la stazione n. 16 denominata "Strada dei Poggi". Un dato che esula dagli andamenti delle altre stazioni, è quello registrato presso la stazione n. 17 in cui la concentrazione di  $\text{H}_2\text{S}$  è risultata, in modo costante per le 5 campagne, significativamente più elevata rispetto agli altri dati (media di  $17,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Tenuto presente che la stazione è una delle più lontane dalla centrale Bagnore 3, per suddetta stazione è ragionevole ipotizzare un significativo contributo da fonti naturali, mentre, per gli altri punti, non sono emersi elementi a favore della presenza di un significativo contributo da emissioni naturali.