



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

# Monitoraggio delle aree geotermiche toscane

**CONCENTRAZIONI DI IDROGENO SOLFORATO  
NELLE AREE GEOTERMICHE TOSCANE.  
VALIDAZIONE DATI ENEL.  
REPORT ANNO 2013**

*febbraio 2014*

*ARPAT - AREA VASTA SUD*

*Settore Geotermia*



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambien  
della Toscana

**Regione Toscana**





## 1 - CONTESTO

Il monitoraggio della qualità dell'aria viene effettuato, in Toscana, tramite la rete regionale di rilevamento gestita da ARPAT per conto della Regione Toscana. Il monitoraggio è basato sulla ripartizione del territorio in zone omogenee per le fonti di inquinamento, le caratteristiche orografiche e meteo-climatiche, il grado di urbanizzazione. Di questa rete regionale, fa parte la centralina di Montecerboli, nel Comune di Pomarance (PI), situata in area geotermica, che è dotata anche di analizzatore per il monitoraggio di H<sub>2</sub>S, principale inquinante emesso dalle centrali geotermoelettriche e derivante in via generale dalle attività geotermiche. Tale centralina è gestita dal Centro Regionale Tutela Qualità dell'Aria di ARPAT e i dati relativi sono disponibili sul sito WEB.

La rete regionale è però finalizzata al monitoraggio degli inquinanti previsti dalla normativa italiana e comunitaria in materia di qualità dell'aria e non fornisce informazioni di dettaglio sulla qualità dell'aria nelle zone geotermiche. Uno specifico monitoraggio della qualità dell'aria nelle aree geotermiche è svolto da ENEL Green Power mediante la gestione di 17 stazioni fisse (SQA) di proprietà ENEL. Recentemente (1 novembre 2013), è stata attivata anche la nuova postazione, la diciottesima, denominata "Merigar", ubicata nelle immediate vicinanze delle CGTE di Bagnore e adiacente al pozzo geotermico Bagnore 25.

ARPAT effettua, inoltre, un proprio monitoraggio della qualità dell'aria nelle zone geotermiche, tramite il Settore Geotermia della AVS ARPAT, che dispone di due mezzi mobili denominati GEO-1 e GEO-2, entrambi configurati con analizzatori per la misura del Hg e dell'H<sub>2</sub>S in aria, che sono impiegati sia per monitorare le aree non servite dalle stazioni fisse sia per verificare periodicamente i dati forniti dalle SQA di ENEL. In quest'ultimo caso, l'attività viene effettuata tramite il mezzo mobile GEO-2, che viene posizionato a fianco della centralina ENEL oggetto del controllo, in modo che le due stazioni, di ARPAT e ENEL, effettuino un rilevamento in parallelo, per un periodo variabile compreso tra 15 e 30 gg. Recentemente il mezzo GEO-2 è stato anche dotato di un analizzatore di Hg gassoso che, in questo momento, è in corso di collaudo.

Il mezzo GEO-1, trattandosi di un mezzo di più difficile manovrabilità, è impiegato per monitoraggi su periodi temporali più lunghi, usualmente in aree non servite da altre stazioni di monitoraggio. In questo momento è impegnato in una lunga campagna di misura in Comune di Arcidosso ed è posizionato in località Bagnoli. L'analizzatore di Hg del mezzo 1 è attualmente fermo per obsolescenza e sono in corso le procedure per la sua sostituzione.

## 2 - RISULTATI DELLE STAZIONI QA DI ENEL G.P.

Nelle tabelle sottostanti sono riportate le sintesi dei dati di concentrazione di H<sub>2</sub>S, registrati dalle centraline QA delle rate ENEL. Secondo quanto indicato nella Linea Guida (ed. 2000) della WHO (World Health Organization), i dati sono espressi come valori massimi annuali (prime tre righe in alto delle sottostanti tabelle) e come valori massimi mensili (del solo 2013) delle medie mobili calcolate rispettivamente su 24 ore, su 14 giorni e su 90 giorni, ed unità di misura espressa in µg/m<sup>3</sup>.

In grassetto sono evidenziati, per ciascuna stazione, il valore massimo registrato nel corso del 2013.

**Tab. 1: Massimo annuale e mensile della media mobile calcolata su base 24 ore (Valore di riferimento =150 µg/m3)**

Max 2011	59,89	56,80	61,61	54,76	57,73	45,90	40,51	46,20	34,05	26,52	30,07	ND	13,41	11,38	9,98	117,03	12,43*
Max 2012	30,03	56,19	53,55	40,76	31,38	26,25	28,50	42,27	15,52	16,51	14,69	38,70*	11,72	5,36	11,68	47,82	18,29
Max 2013	24,28	73,32	24,43	36,34	34,65	31,38	41,79	32,01	15,40	70,28	38,54	47,02	8,39	7,93	4,07	61,54	32,83
mese	10_canneto	11_lustignano	12_serrazzano	13_sasso_pisano	14_monterotondo	15_montecerboli	16_castelnuovo	17_larderello	18_belforte	19_montalcinello	20_travale	21_chiusdino	06_arcidosso	07_santa_fiora	08_bagnore	09_piancastagnaio	22_piancastagnaio2
gen 13	19,01	24,80	15,69	<b>36,34</b>	<b>34,65</b>	26,57	12,62	<b>32,01</b>	12,63	15,10	11,57	21,73	2,45	4,64	2,68	57,42	32,79
feb 13	17,67	20,51	12,75	16,17	29,81	<b>31,38</b>	11,82	24,52	6,07	4,74	10,28	<b>47,02</b>	3,23	6,46	3,86	56,05	31,40
mar 13	21,20	18,99	12,48	21,45	16,98	15,76	10,55	24,98	4,10	4,13	8,49	13,06	4,37	<b>7,93</b>	3,42	48,00	<b>32,83</b>
apr 13	13,88	20,25	12,60	33,29	31,24	14,54	17,46	18,43	4,67	6,52	8,78	21,78	4,57	6,56	3,84	29,37	16,61
mag 13	12,06	17,70	11,56	25,32	22,73	14,45	15,30	9,74	7,50	10,10	4,92	19,59	3,84	5,82	3,68	29,83	18,91
giu 13	16,29	22,16	7,18	20,26	16,02	8,42	19,14	8,69	6,33	5,78	17,34	34,80	0,78	2,40	2,97	18,44	7,71
lug 13	9,91	28,85	9,35	26,66	15,60	8,15	28,85	10,52	8,25	<b>70,28</b>	7,48	38,75	1,13	2,71	<b>4,07</b>	19,15	7,21
ago 13	14,67	21,98	7,74	27,74	21,23	7,29	17,88	23,28	<b>15,40</b>	11,84	9,69	27,06	2,72	3,04	1,90	24,73	7,46
set 13	18,94	16,42	7,83	22,73	17,16	7,89	27,76	6,62	5,89	7,70	7,66	22,37	1,78	2,11	1,49	29,22	20,71
ott 13	12,80	17,00	8,24	11,12	10,78	13,76	17,37	4,77	3,43	2,20	5,84	22,58	<b>8,39</b>	3,26	2,49	21,33	10,73
nov 13	23,98	22,16	9,30	15,04	14,92	5,17	18,84	8,03	9,36	5,30	<b>27,21</b>	15,58	3,90	1,80	3,51	52,59	21,53
dic 13	<b>24,28</b>	<b>73,32</b>	<b>24,43</b>	34,56	24,34	20,84	<b>41,79</b>	9,43	10,44	7,61	<b>38,54</b>	24,59	3,71	2,82	4,05	<b>61,54</b>	24,85

**Tab. 2: Massimo annuale e mensile della media mobile calcolata su base 14 giorni (Valore di riferimento=100 µg/m3)**

Max 2011	24,83	26,76	20,10	21,67	26,18	18,10	17,55	22,27	11,17	17,34	13,14	ND	5,50	4,34	4,12	38,47	8,39*
Max 2012	14,35	27,88	13,70	18,92	18,14	12,35	12,42	15,74	9,33	9,50	7,60	29,45*	3,05	2,55	2,91	14,37	10,04
Max 2013	9,37	22,74	11,51	19,19	14,06	17,07	13,23	11,37	4,43	15,12	11,12	20,11	1,99	2,50	2,53	21,97	10,65
mese	10_canneto	11_lustignano	12_serrazzano	13_sasso_pisano	14_monterotondo	15_montereboli	16_castelnuovo	17_lardereello	18_belforte	19_montalcinello	20_travale	21_chiusdino	06_arcidosso	07_santa_fiora	08_bagnore	09_piancastagnaio	22_piancastagnaio2
gen 13	5,75	15,77	9,06	<b>19,19</b>	<b>14,06</b>	11,61	7,65	<b>11,37</b>	3,51	5,05	5,57	8,93	1,07	2,39	1,24	<b>10,37</b>	7,81
feb 13	7,19	12,04	6,57	8,12	12,61	<b>17,07</b>	8,00	8,69	2,38	2,69	3,01	6,31	1,78	2,34	1,38	16,02	9,07
mar 13	8,93	11,28	4,98	8,58	8,55	14,95	6,90	10,34	1,52	1,50	3,11	<b>6,39</b>	<b>1,99</b>	<b>2,50</b>	1,43	21,97	<b>8,82</b>
apr 13	6,39	10,92	4,22	14,71	11,49	7,23	8,13	10,46	2,12	3,25	4,28	8,60	1,67	2,29	1,75	18,88	<b>10,65</b>
mag 13	6,94	10,75	5,47	11,58	9,74	7,96	6,69	7,82	4,13	3,14	3,49	9,42	1,91	2,45	2,01	11,03	8,66
giu 13	4,63	8,82	3,09	13,35	7,86	3,91	10,68	4,24	<b>4,43</b>	3,63	3,57	17,20	0,46	1,40	2,11	5,29	3,29
lug 13	3,69	9,04	2,46	15,12	6,31	3,73	<b>13,23</b>	4,32	2,79	<b>15,12</b>	2,74	<b>20,11</b>	0,71	1,46	<b>2,53</b>	7,54	3,39
ago 13	4,65	8,87	2,84	8,79	8,38	4,37	11,93	8,44	3,87	6,03	4,25	12,34	1,13	1,31	0,83	9,62	3,85
set 13	7,34	10,86	3,72	9,01	6,80	5,27	12,79	3,06	2,65	3,98	3,27	7,42	1,23	1,41	0,89	8,65	5,02
ott 13	5,74	10,29	3,35	7,81	6,37	5,41	13,18	2,99	2,38	2,30	2,79	5,20	1,84	1,48	1,17	7,24	3,93
nov 13	8,65	12,63	4,05	7,12	4,59	2,58	10,49	3,76	1,73	1,14	8,83	2,87	1,90	1,22	1,64	10,69	3,22
dic 13	<b>9,37</b>	<b>22,74</b>	<b>11,51</b>	16,84	12,25	8,25	12,00	4,94	3,75	2,35	<b>11,12</b>	10,72	1,80	1,72	1,99	19,15	8,69

**tab. 3: Massimo annuale e mensile della media mobile calcolata su base 90 giorni (Valore di riferimento =20 µg/m3)**

Max 2011	8,39	17,88	13,30	13,21	15,18	10,62	12,64	18,39	6,80	8,49	6,05	ND	3,29	2,58	2,73	17,85	8,39*
Max 2012	6,56	15,68	9,70	9,90	9,88	9,28	9,36	12,44	3,11	6,40	4,92	11,05*	1,59	1,99	1,50	13,46	6,62
Max 2013	5,69	12,04	9,46	10,13	9,35	10,83	11,25	8,36	2,95	5,29	2,87	12,49	1,54	1,99	1,99	15,06	7,13
mese	10_canneto	11_lustignano	12_serrazzano	13_sasso_pisano	14_monterotondo	15_montereboli	16_castelnuovo	17_lardereello	18_belforte	19_montalcinello	20_travale	21_chiusdino	06_arcidosso	07_santa_fiora	08_bagnore	09_piancastagnaio	22_piancastagnaio2
gen 13	<b>5,69</b>	11,96	<b>9,46</b>	9,47	7,90	8,30	6,95	8,34	2,39	2,62	2,61	4,83	0,97	1,82	1,50	5,76	4,55
feb 13	4,65	<b>12,04</b>	7,57	9,87	9,33	10,81	5,78	<b>8,36</b>	2,35	2,65	2,84	5,07	0,88	1,91	1,38	8,20	5,19
mar 13	4,98	11,74	6,55	9,90	<b>9,35</b>	<b>10,83</b>	5,48	8,31	2,31	2,49	<b>2,87</b>	5,10	1,20	<b>1,99</b>	1,12	13,59	6,62
apr 13	4,99	10,27	5,23	7,54	7,32	10,35	6,06	8,02	1,88	2,07	2,32	4,63	1,36	1,94	0,93	<b>15,06</b>	<b>7,13</b>
mag 13	5,15	9,71	4,15	7,88	6,68	9,34	5,68	7,65	2,08	2,17	2,32	5,55	<b>1,54</b>	1,94	1,21	14,04	7,04
giu 13	4,04	8,63	3,40	9,10	6,40	5,12	7,14	6,46	2,64	2,78	2,39	8,44	1,27	1,69	1,69	11,81	6,46
lug 13	3,65	8,18	2,91	10,12	6,57	4,05	9,17	4,78	2,91	5,22	2,42	11,46	0,83	1,54	<b>1,99</b>	6,65	4,59
ago 13	3,50	7,78	2,16	10,09	6,05	3,13	10,42	4,29	<b>2,95</b>	5,27	2,56	<b>12,49</b>	0,58	1,28	1,78	6,27	3,16
set 13	4,03	8,37	2,37	<b>10,13</b>	5,97	3,70	<b>11,25</b>	4,07	2,63	<b>5,29</b>	2,75	12,26	0,84	1,22	1,35	5,62	2,86
ott 13	4,74	8,88	2,72	8,57	5,91	4,40	11,20	3,89	2,34	4,76	2,67	9,68	1,26	1,26	0,92	5,59	3,18
nov 13	5,67	9,77	3,13	5,98	4,90	4,11	9,02	3,03	1,99	1,96	3,25	5,64	1,44	1,24	0,96	6,03	3,00
dic 13	6,44	12,70	4,72	7,69	5,17	4,04	8,57	3,01	1,71	1,39	4,92	3,81	1,59	1,12	1,23	8,24	3,78

(\*) = I valori massimi annuali delle stazioni di Chiusdino e Piancastagnaio2 non sono calcolati su un intero anno di campionamento (nel 2011 messa a regime della centralina di "Piancastagnaio2"; nel 2012 messa a regime della centralina "Chiusdino"), quindi non sono direttamente confrontabili con i massimi rilevati negli anni successivi nelle medesime stazioni.

Come si può osservare, se prendiamo a riferimento ai valori limite di riferimento indicati nella Linea guida WHO e riportati anche nella didascalia delle tabelle, in tutto il 2013 non si sono registrati superamenti.



## **2.1 - ANALISI DI DETTAGLIO**

In questo paragrafo, per le diverse centraline, è riportata un'analisi dettagliata nel corso dell'anno dell'andamento del valore massimo giornaliero delle tre medie mobili (ossia su 24 ore, 14 giorni e 90 giorni) calcolate sulla concentrazione oraria di H<sub>2</sub>S.

Per sintesi di rappresentazione, le diverse stazioni di rilevamento sono state raggruppate in 6 categorie, prevalentemente in base al criterio di una possibile correlazione tra le diverse serie di dati registrati o, laddove non altrimenti possibile, per semplice vicinanza geografica.

## 2.1.1 - Media mobile calcolata su 24 ore

### Stazioni QA (SQA) ENEL di Arcidosso, Santa Fiora, Bagnore

Nella sottostante cartografia, sono indicate le posizioni delle tre centraline di cui sopra. Come si vede dalla carta, le tre stazioni di monitoraggio di Arcidosso, Santa Fiora e Bagnore (a cui si è recentemente aggiunta anche la stazione denominata "Merigar", i cui dati non sono stati ancora elaborati) sono ubicate in prossimità della Centrale Bagnore 3 e della futura centrale Bagnore 4.

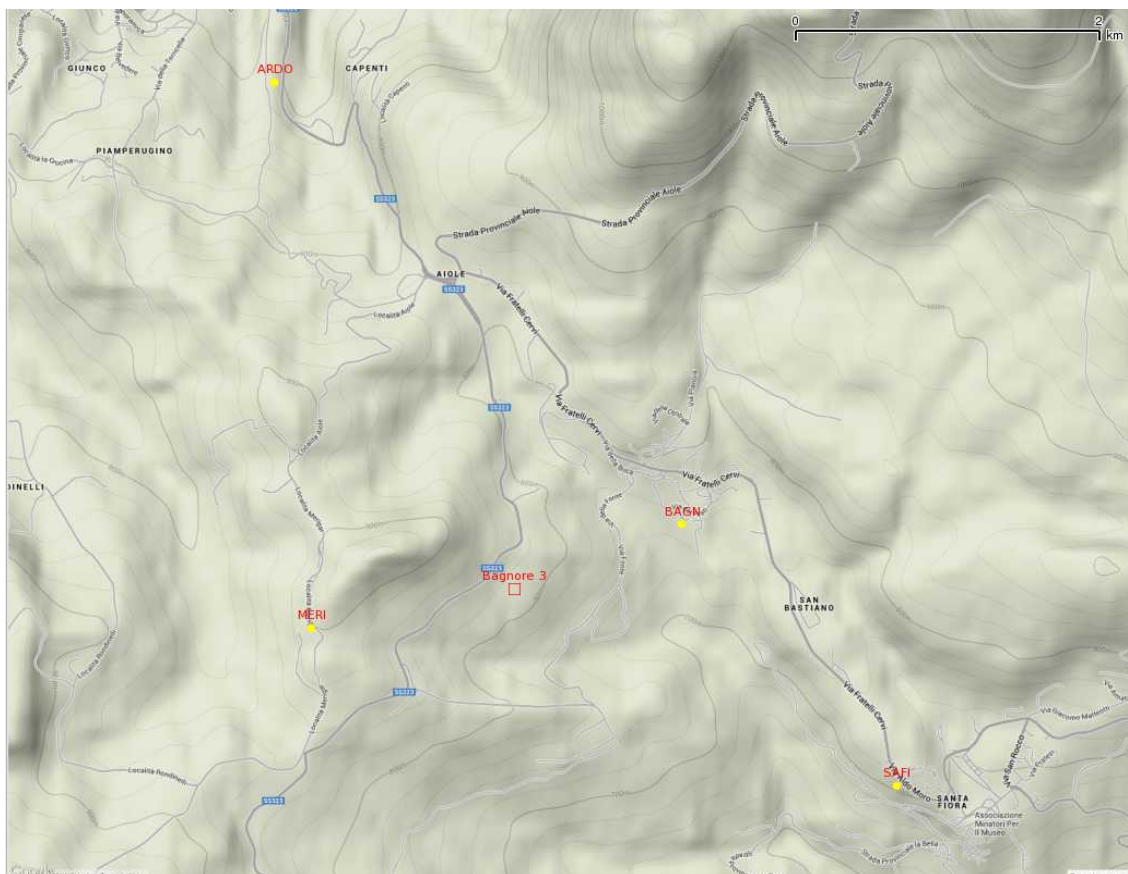
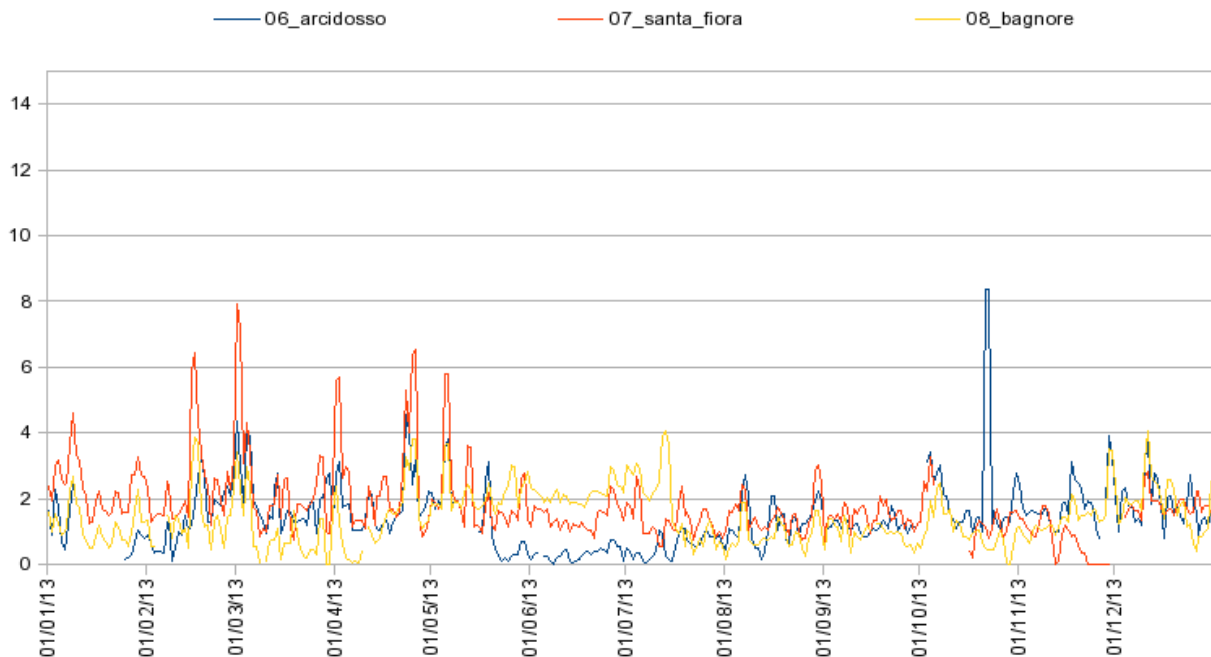


Fig.1: ubicazione della CGTE di Bagnore e delle SQA di Arcidosso (ARCI), Bagnore (BAGN), Santa Fiora (SAFI) e Merigar (MERI)

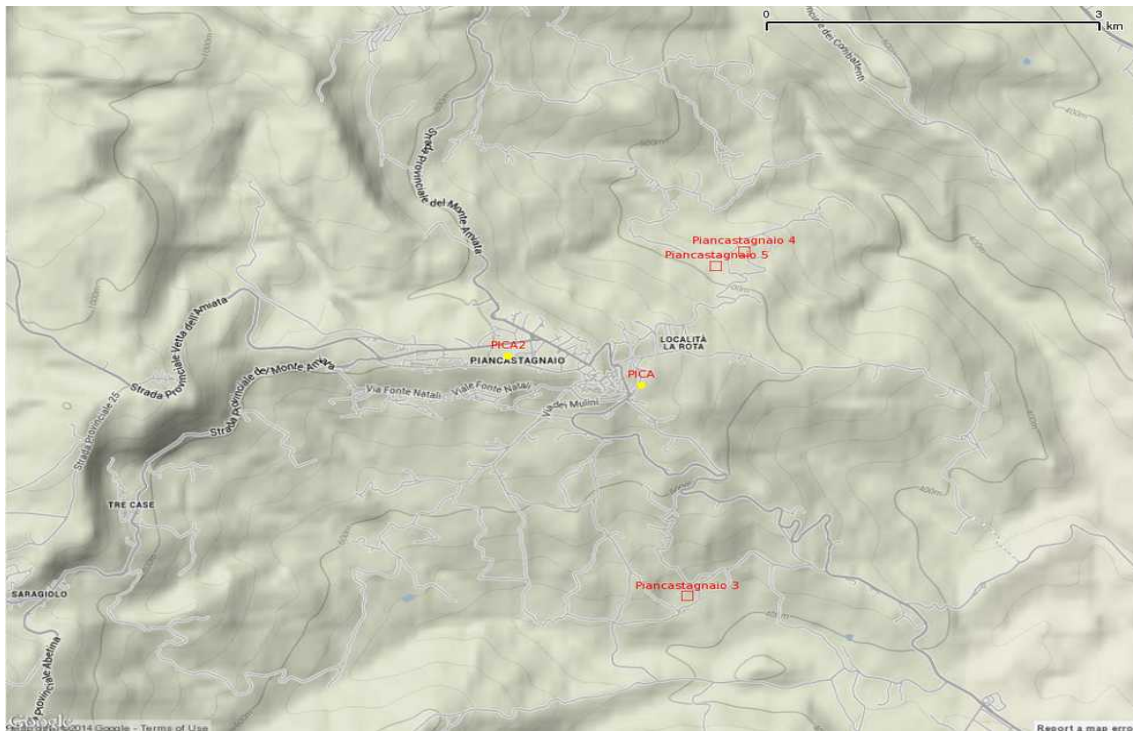
Nei grafici seguenti sono riportati gli andamenti delle concentrazioni massime giornaliere delle medie mobili calcolate sulle 24 h (in ordinata). Si ricorda che tale indicatore è espresso in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e il limite di riferimento della Linea guida della WHO è pari a  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 24 ore (Valore di riferimento = 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Come anticipato nel commento alle tabelle di sintesi, i valori registrati sono tutti ampiamente inferiori al limite di riferimento. Per questo motivo, al fine di consentire una più attenta lettura dei dati, il fondo scala dei valori in ordinata è stato ridotto a 15 (ossia 1/10 del limite di riferimento, pari a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a differenza dei grafici successivi, dove è invece ridotto a 100 (ossia 2/3 del limite di riferimento, pari a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Stazioni QA ENEL di Piancastagnaio e Piancastagnaio 2**

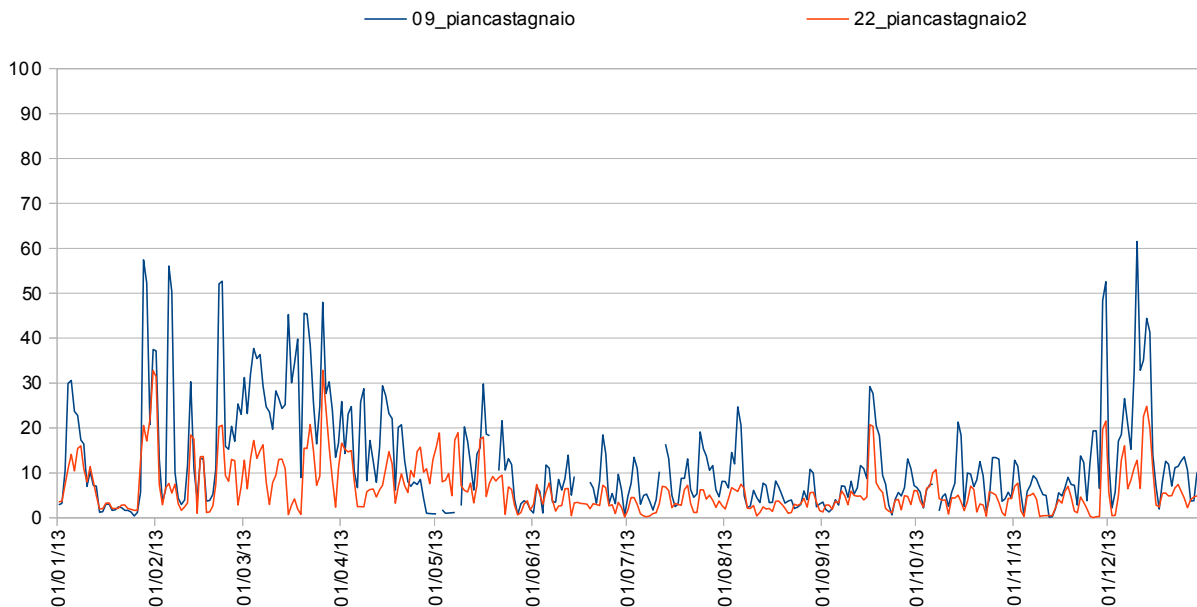
Nella sottostante cartografia è riportata la posizione delle due stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria ENEL e la posizione delle tre centrali geotermoelettriche PC-3, PC-4 e PC-5.



**Fig.2:** ubicazione delle tre CGTE di Piancastagnaio 3, Piancastagnaio 4 e Piancastagnaio 5 e delle due SQA di Piancastagnaio (PICA) e Piancastagnaio 2 (PICA2)

Di seguito il grafico per il 2013 dei dati registrati dalle due centraline (Valore limite di riferimento = 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ):

**Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 24 ore (Valore di riferimento = 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



Le due stazioni di monitoraggio di Piancastagnaio sono prossime alle tre centrali omonime.

Anche in questo caso non si rilevano valori superiori al limite di riferimento. Interessante notare i valori anomali registrati nei mesi di febbraio-aprile, imputabili agli interventi di rinnovamento attuati nelle centrali di Piancastagnaio 3 e Piancastagnaio 5 e quelli registrati nei primi giorni di dicembre, imputabili al fermo AMIS di PC3 e ad alcune extra emissioni registrate in PC3 e PC5.



### Stazioni QA ENEL di Canneto, Lustignano, Serrazzano

Nella sottostante cartografia è riportata la posizione delle tre stazioni QA ENEL di cui sopra (pallino giallo) e quella delle centrali geotermoelettriche (quelle indicate con un quadrato rosso sono prive di AMIS, quelle indicate con un quadrato trasparente, sono dotate di impianto AMIS).

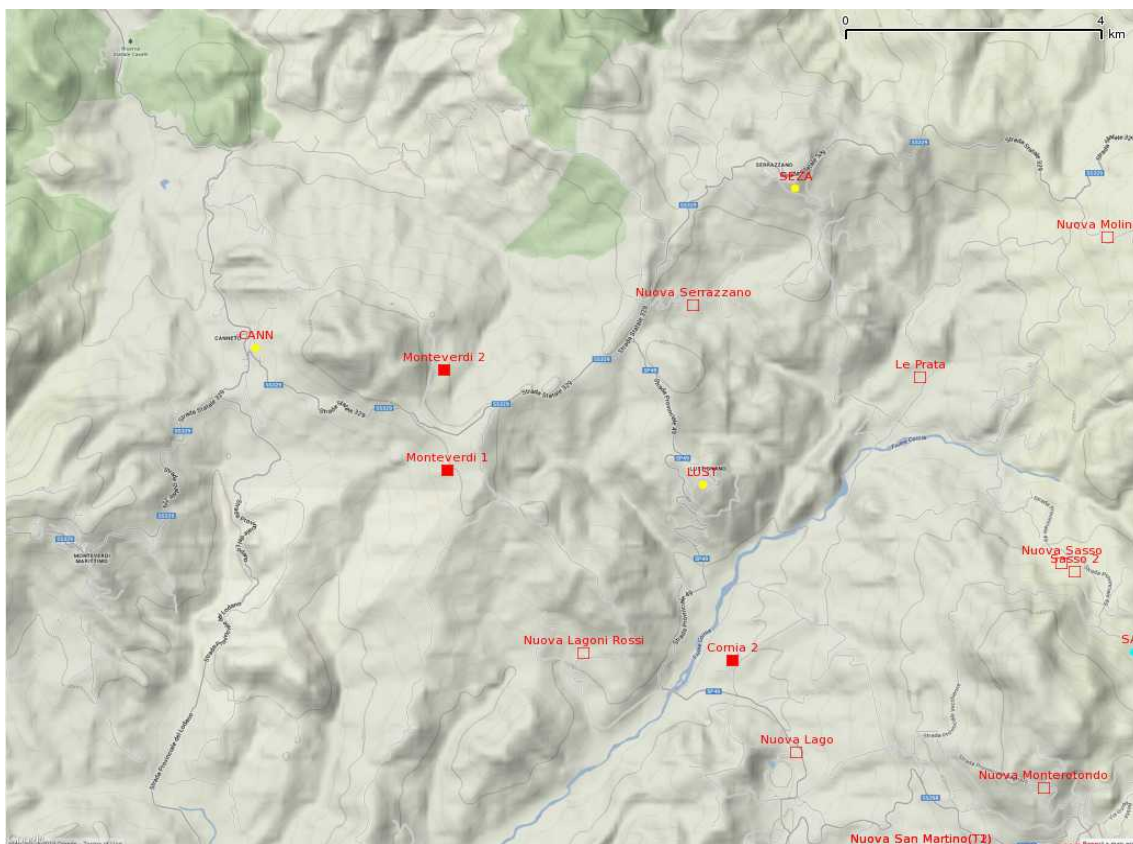
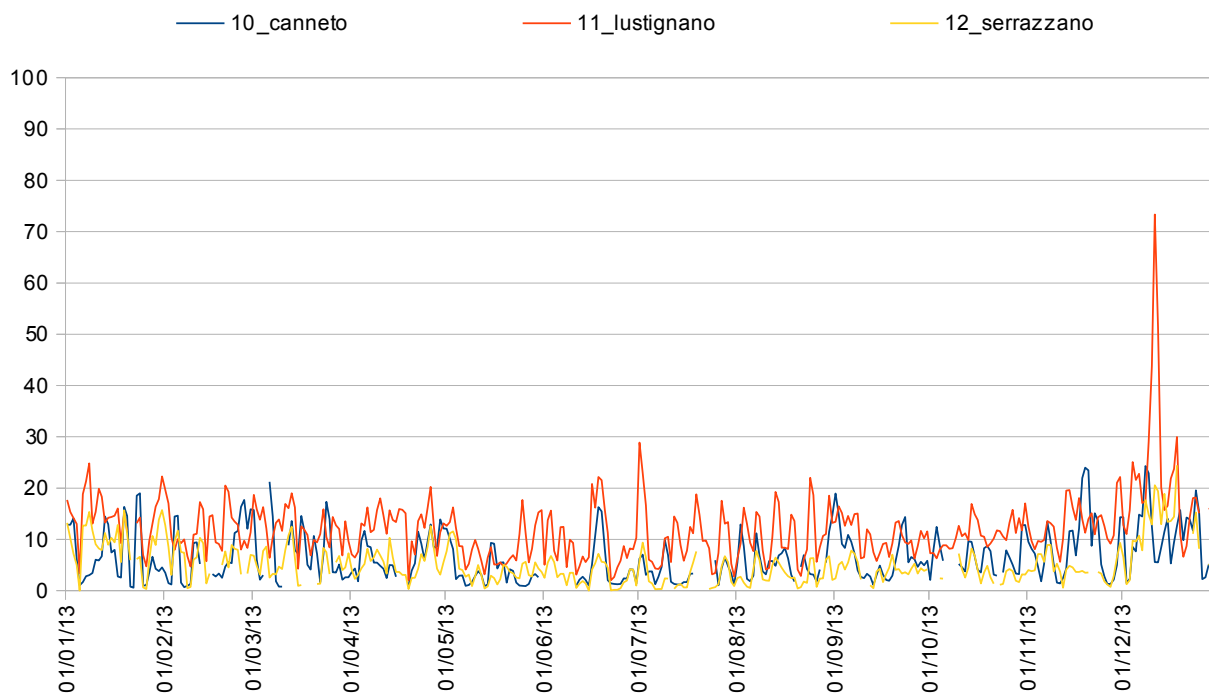


Fig.3: ubicazione delle diverse CGTE dell'area (con quadrato rosso pieno sono evidenziate quelle prive di AMIS) e delle tre SQA di Canneto (CANN), Serrazzano (SEZA) e Lustignano (LUST)

Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 24 ore (Valore di riferimento = 150 µg/m<sup>3</sup>)



Le tre SQA di Canneto, Lustignano e Serrazzano si trovano in un'area di utilizzo intensivo della

risorsa geotermica, in quanto in prossimità delle centrali geotermiche di Monteverdi 1 e 2, Nuova Serrazzano, Lagoni Rossi, Cornia 2 e La Prata. Spesso risulta difficile trovare un legame diretto con gli eventi registrati in tale area, tuttavia il picco registrato a dicembre presso la stazione di Lustignano possa plausibilmente essere ricondotto al blocco della centrale e dell'AMIS avvenuto in data 6 dicembre 2013. In ogni caso si osserva che i valori registrati sono generalmente inferiori a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tutti i valori sono inferiori ai valori limite di riferimento della Linea Guida del WHO.

### Stazioni QA ENEL di Sasso Pisano e Monterotondo Marittimo

Nella sottostante cartografia, sono riportate le ubicazioni sia delle stazioni QA (pallino giallo), sia delle centrali geotermoelettriche presenti nella zona (quadrato rosso CGTE senza AMIS, quadrato trasparente CGTE con AMIS).

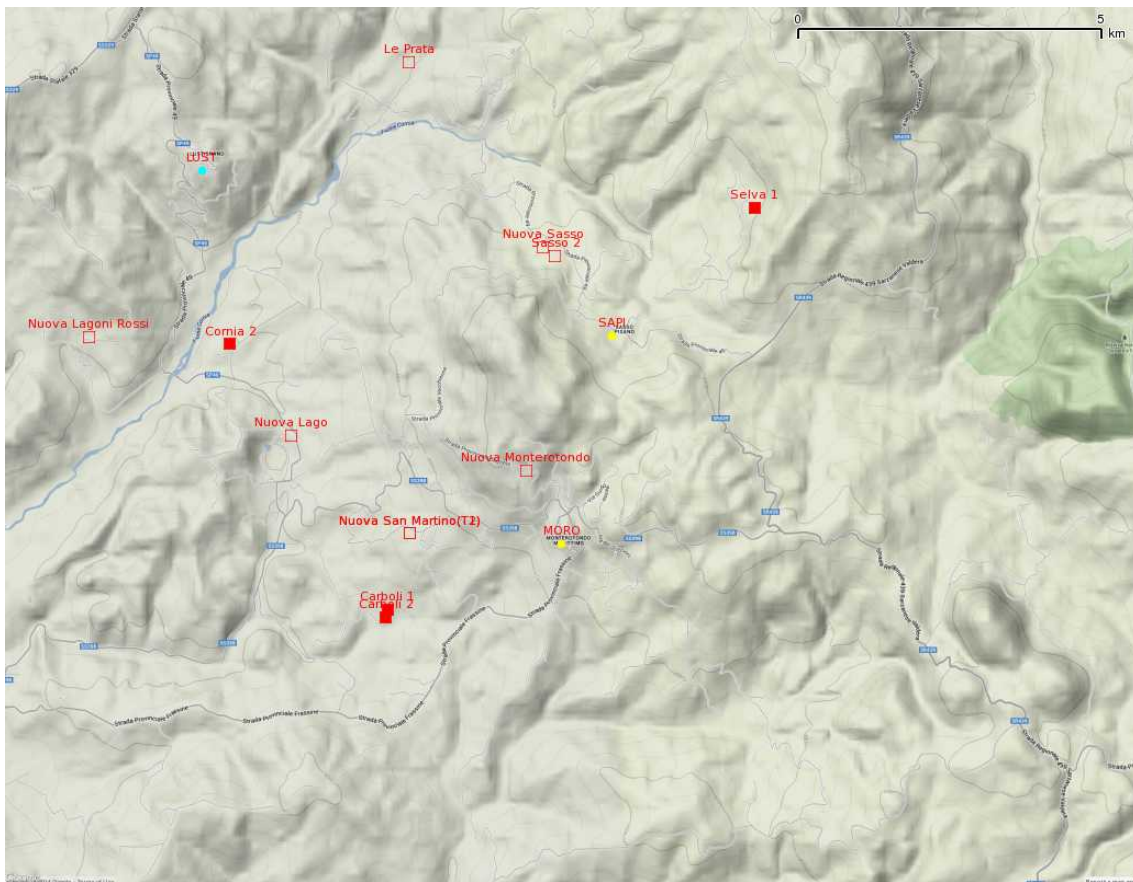
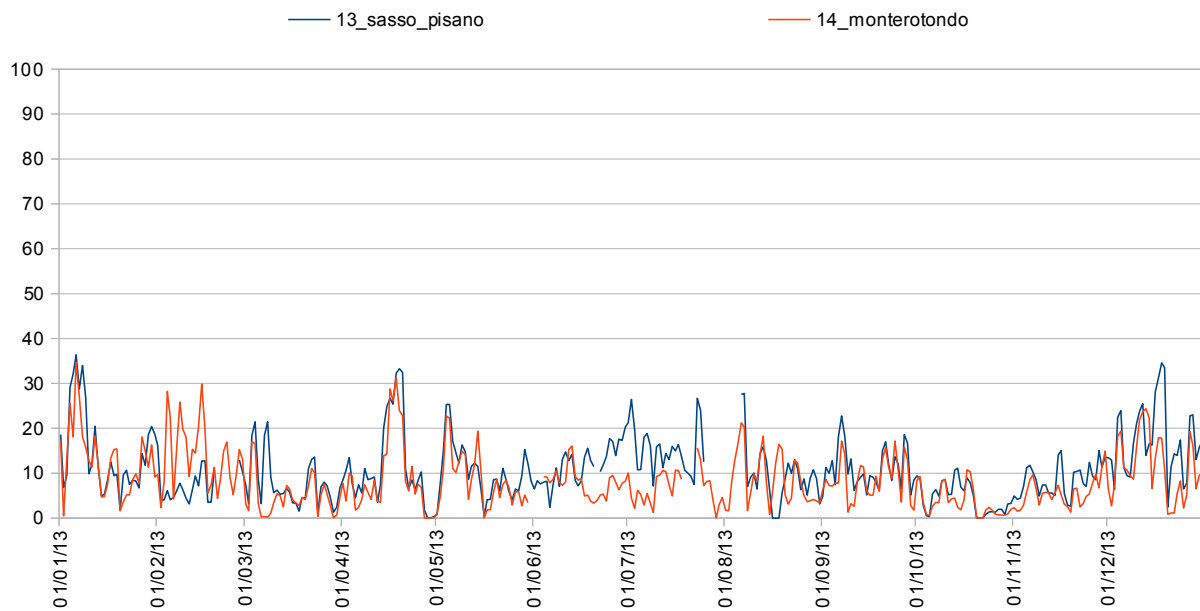


Fig.4: ubicazione delle diverse CGTE dell'area (con quadrato rosso pieno sono evidenziate quelle prive di AMIS) e delle due SQA di Sasso Pisano (SAPI) e Monterotondo Marittimo (MORO)

Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 24 ore (Valore di riferimento = 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Le due stazioni di Sasso Pisano e Monterotondo Marittimo, mostrano un andamento temporale abbastanza simile presumibilmente condizionato dalle centrali prossime ad entrambi le stazioni: Nuova Monterotondo, Nuova San Martino, Sasso2 e Nuova Sasso, Carboli 1 e 2.

Nessun superamento dei valori limite di riferimento della Linea Guida del WHO.

### Stazioni QA ENEL di Larderello, Castelnuovo e Montecerboli

Nella sottostante cartografia, sono riportate le ubicazioni delle stazioni QA (pallino giallo) e delle centrali geotermoelettriche presenti nella zona (quadrato trasparente), tutte dotate di impianto AMIS.

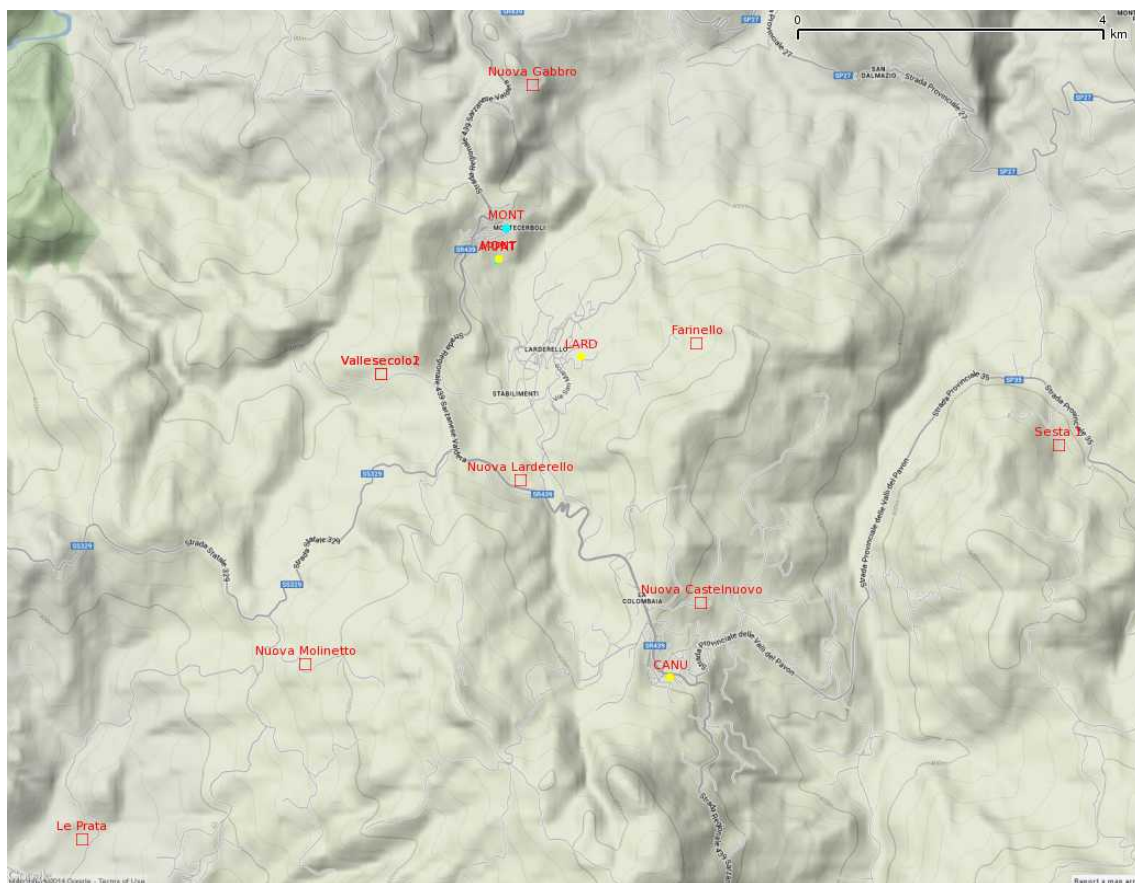
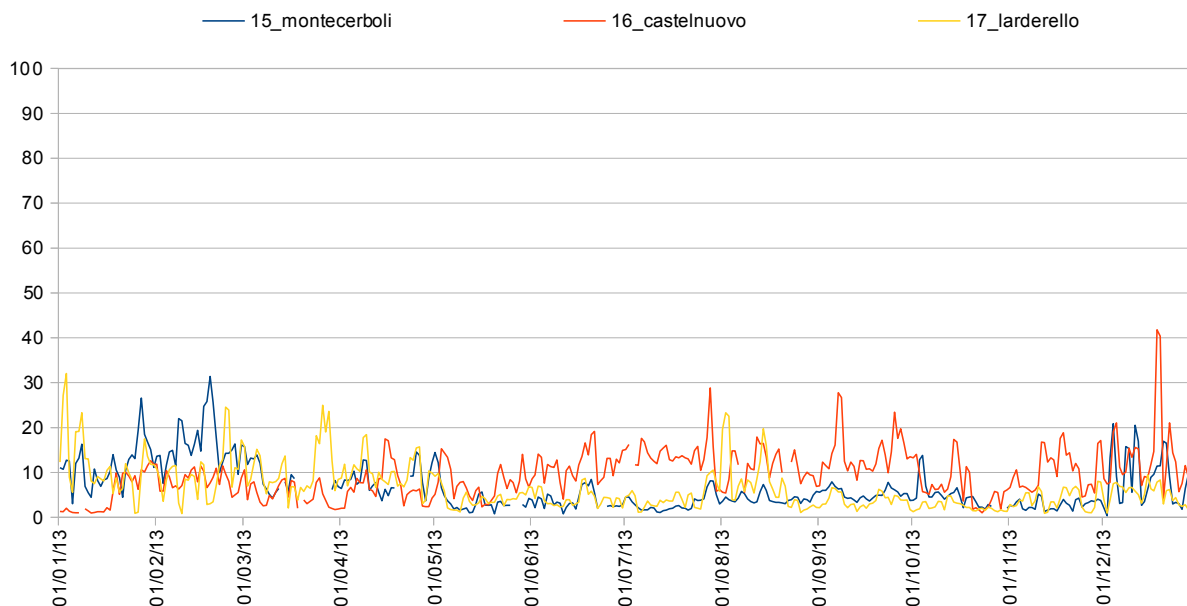


Fig.5: ubicazione delle diverse CGTE dell'area, delle tre SQA di Larderello (LARD), Montecerboli (MONT) e Castelnuovo (CANU). Con ARPAT è indicata la postazione fissa ARPAT di Montecerboli.

Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 24 ore (Valore di riferimento = 150 µg/m3)



Le tre stazioni di Castelnuovo, Montecerboli e Larderello, sono ubicate in prossimità delle centrali di Vallesecolo 1 e 2, Farinello, Nuova Larderello e Nuova Castelnuevo. I valori registrati sono tutti inferiori ai limiti di riferimento della Linea Guida del WHO.

### Stazioni QA ENEL di Belforte, Travale, Montalcinello e Chiusdino

Nella sottostante cartografia, sono riportate le ubicazioni delle stazioni QA (pallino giallo) e delle centrali geotermoelettriche presenti nella zona (quadrato trasparente), tutte dotate di impianto AMIS.

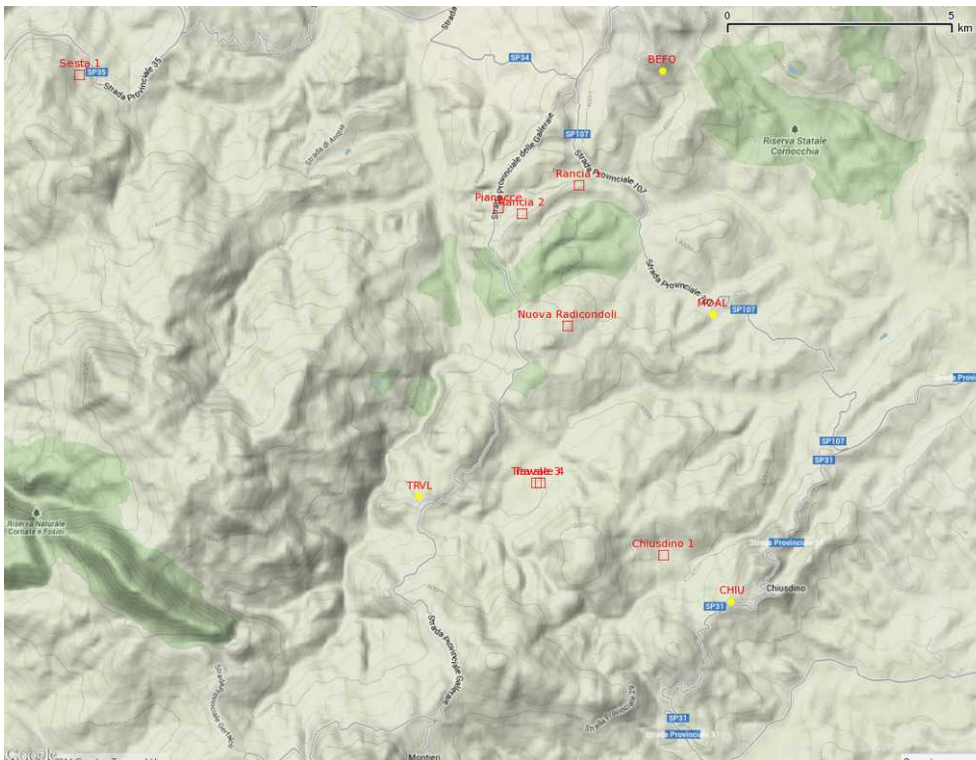
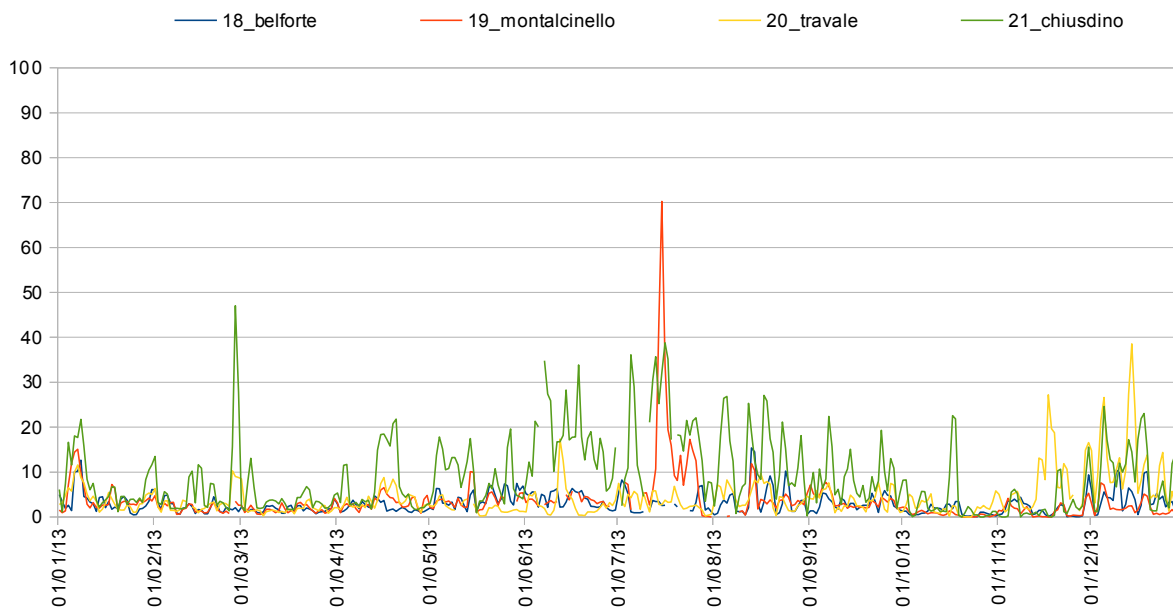


Fig.6: ubicazione delle diverse CGTE dell'area, delle quattro SQA di Belforte (BEFO), Montalcinello (MOAL), Travale (TRVL) e Chiusdino (CHIU).

Gráfico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 24 ore (Valore di riferimento = 150 µg/m3)



Il gráfico della SQA di Montalcinello è caratterizzato dal picco registrato a Luglio in seguito alla rottura del rivestimento di un vecchio pozzo di monitoraggio, denominato "Radicondoli 4", avvenuto il 13 luglio 2013.

Interessante notare che le SQA di Belforte e Montalcinello mostrano un andamento abbastanza



simile, presumibilmente condizionato dalle centrali di Rancia 1 e 2, Pianacce e Nuova Radicondoli. Invece, i grafici di Travale e Chiusdino dimostrano andamenti meno simili ai precedenti, forse maggiormente condizionati dalle due rispettive centrali omonime (Travale 3 e 4 e Chiusdino 1).

In particolare, i picchi registrati nella postazione di Travale possono essere ricondotti ai ripetuti blocchi dell'AMIS registrati nei mesi di novembre (4/11, 12/11, 14/11, 15/11) presso la centrale Travale 4, ad alcuni sfiori dei pozzi connessi a Travale3 (1/11, 22/11 e 28/11) nonché al blocco della centrale di Travale 3 del 22/11/2013.

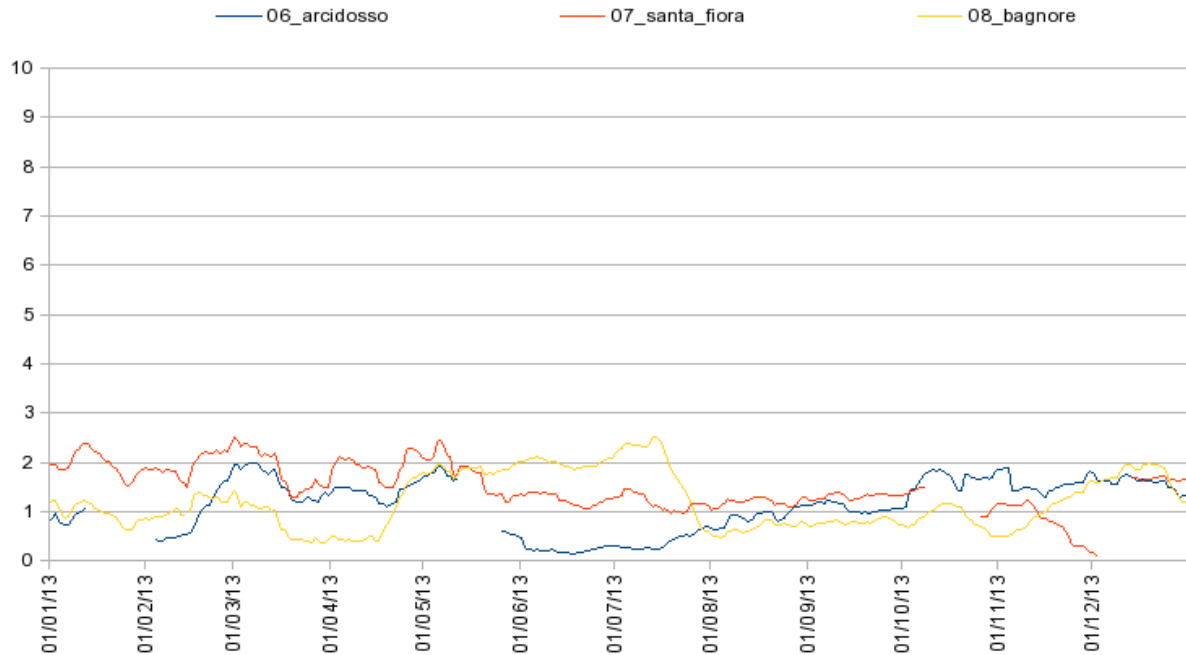
Nessun superamento dei valori di riferimento indicati nella Linea Guida del WHO.

## 2.1.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni

Nei grafici seguenti sono riportati in ascissa la data e in ordinata il valore massimo giornaliero del parametro media mobile calcolato su 14 giorni. Si ricorda che tale indicatore è espresso in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e il limite di riferimento suggerito nelle L.G. del WHO è pari a  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

### Stazioni QA ENEL di Arcidosso, Santa Fiora, Bagnore

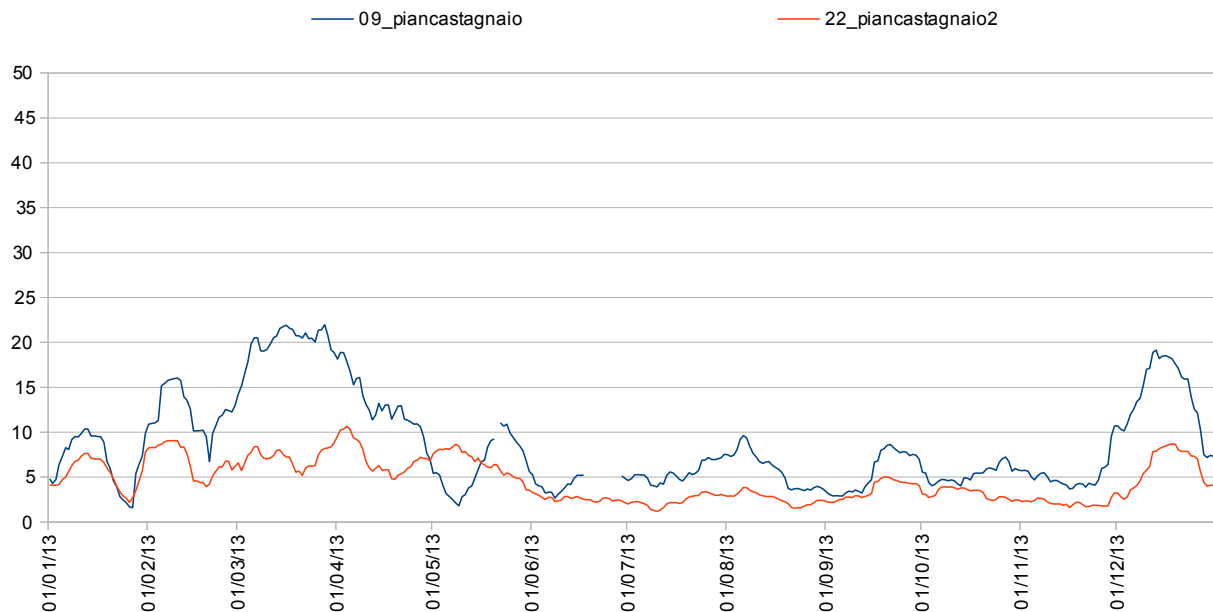
Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 14 giorni (Valore di riferimento =  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Il grafico conferma l'assenza di eventi di lunga durata nel periodo e l'assenza di superamenti dei valori limite di riferimento della LG. del WHO.

## Stazioni QA ENEL di Piancastagnaio e Piancastagnaio 2

Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 14 giorni (Valore di riferimento = 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



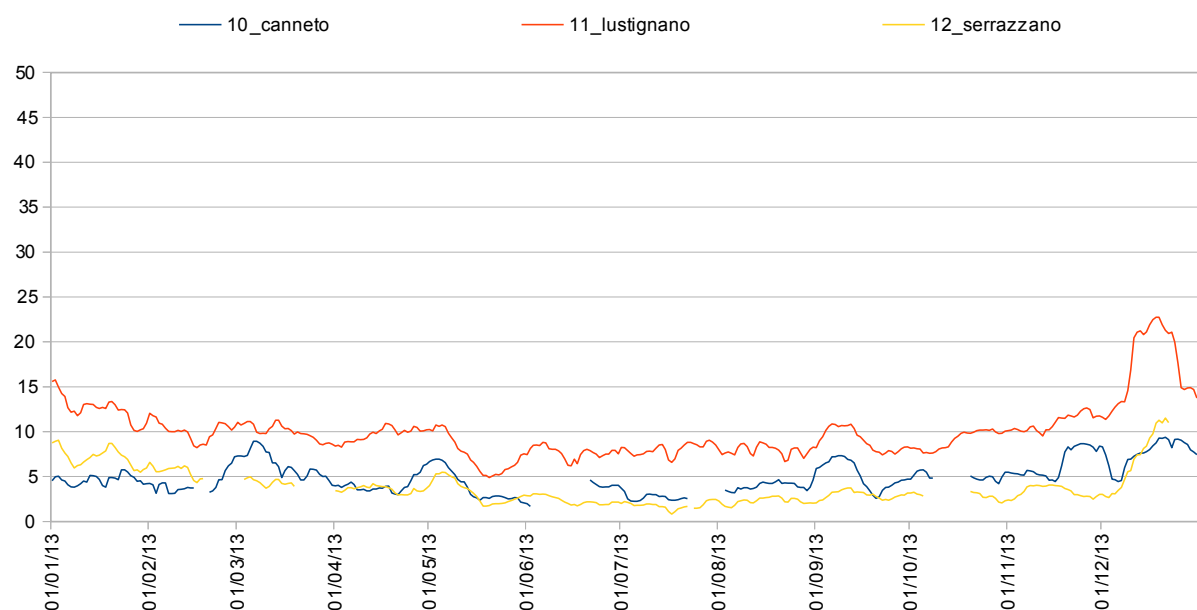
Per le due SQA di Piancastagnaio e Piancastagnaio 2, si rileva un grafico con andamento piuttosto simile.

Nei mesi di marzo-aprile per la stazione denominata "*Piancastagnaio*", sono stati registrati valori superiori al normale andamento, comunque sempre al di sotto del valore limite WHO e riconducibili certamente agli interventi di rinnovamento attuati nelle centrali di Piancastagnaio 3 e Piancastagnaio 5. Sempre riguardo alla stazione "*Piancastagnaio*", anche nel mese di dicembre si registrano dati superiori al normale andamento da mettere in relazione a interventi presso le centrali PC3 e PC5 che hanno determinato sfiori in atmosfera.

Nessun superamento dei valori di riferimento della WHO (100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## Stazioni QA ENEL di Canneto, Lustignano, Serrazzano

Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 14 giorni (Valore di riferimento = 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



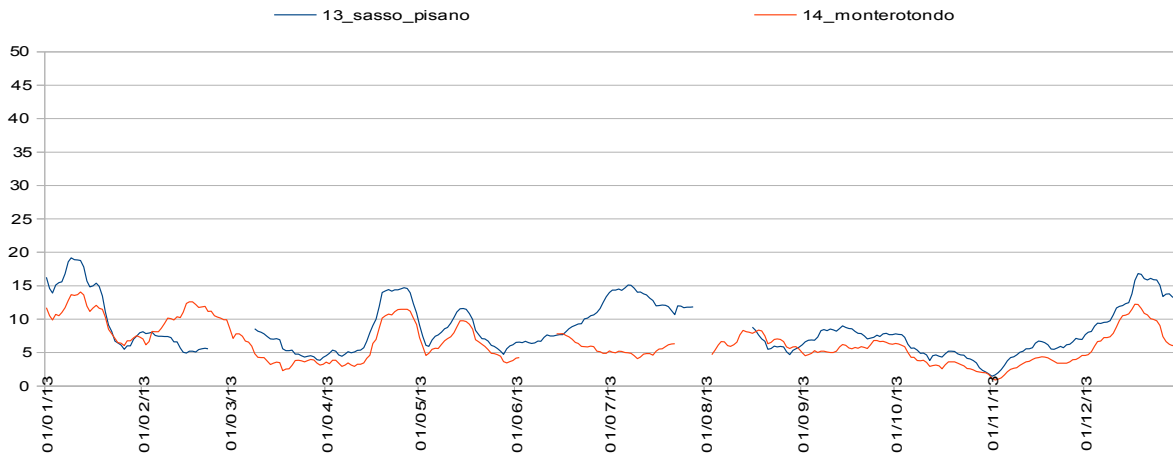


Le tre stazioni di Canneto, Lustignano e Serrazzano mostrano un andamento sempre ampiamente al di sotto del valore di riferimento della Linea Guida della WHO.

La SQA di Lustignano si trova al centro di un'area in cui sono presenti numerose centrali, per cui risulta difficile individuare esattamente la causa del picco visibile nel mese di dicembre. Plausibilmente può essere ricondotto al blocco della centrale e dell'AMIS avvenuto in data 6 dicembre 2013.

### Stazioni QA di Sasso Pisano e Monterotondo Marittimo

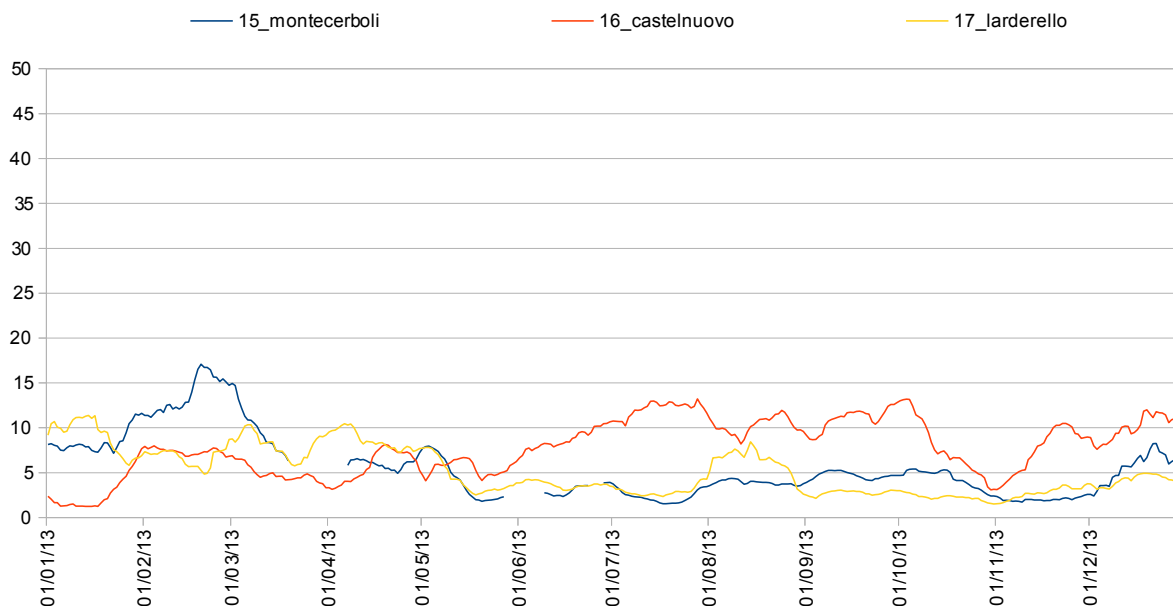
Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 14 giorni (Valore di riferimento = 100 µg/m<sup>3</sup>)



I grafici delle due stazioni di Sasso Pisano e Monterotondo mostrano anche in questo caso un andamento molto simile, sempre al di sotto del limite di riferimento della Linea guida della WHO.

### Stazioni QA ENEL di Larderello, Castelnuovo e Montecerboli

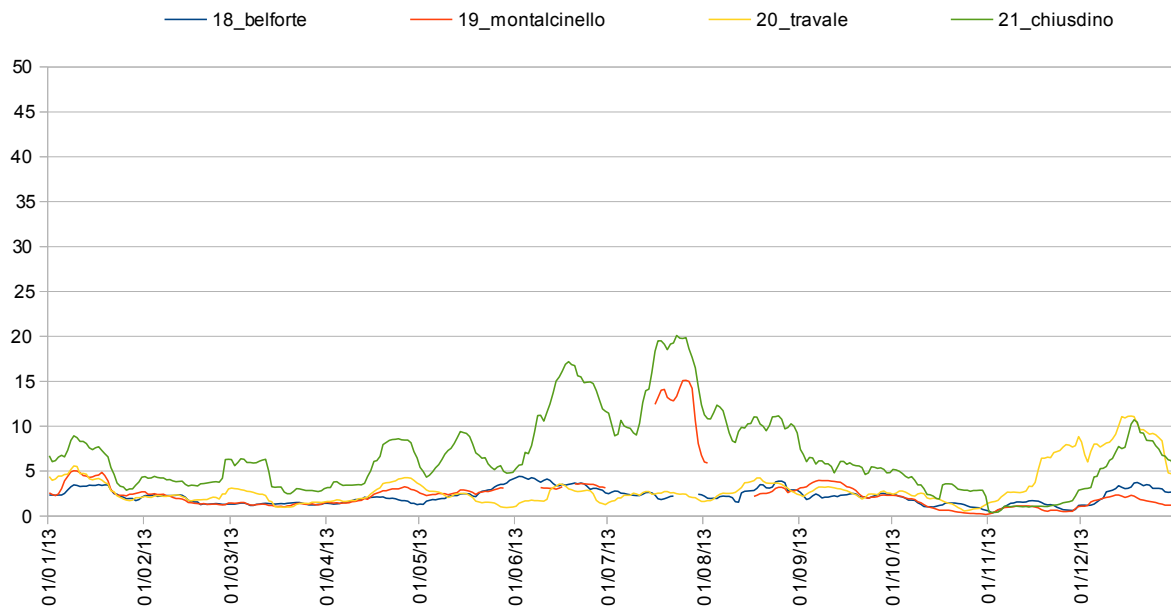
Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 14 giorni (Valore di riferimento = 100 µg/m<sup>3</sup>)



Le SQA di Montecerboli, Castelnuovo e Larderello non evidenziano alcuna criticità particolare. Nessun superamento dei valori limite della linea guida della WHO.

## Stazione QA ENEL di Belforte, Travale, Montalcinello e Chiusdino

Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 14 giorni (Valore di riferimento = 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Nulla da rilevare per le due stazioni Belforte e Travale. Per quanto riguarda la stazione di Montalcinello, come già ricordato, il picco registrato a Luglio (comunque al di sotto dei valori di riferimento) è da mettere in relazione alla rottura del casing del pozzo di monitoraggio denominato "Radicondoli 4", mentre, per quanto riguarda il picco registrato a giugno per la stazione di Chiusdino, è possibile attribuirne la causa a un blocco dell'AMIS avvenuto in tale periodo (30 maggio); per il picco seguente, non è stato possibile dare una spiegazione del tutto convincente.

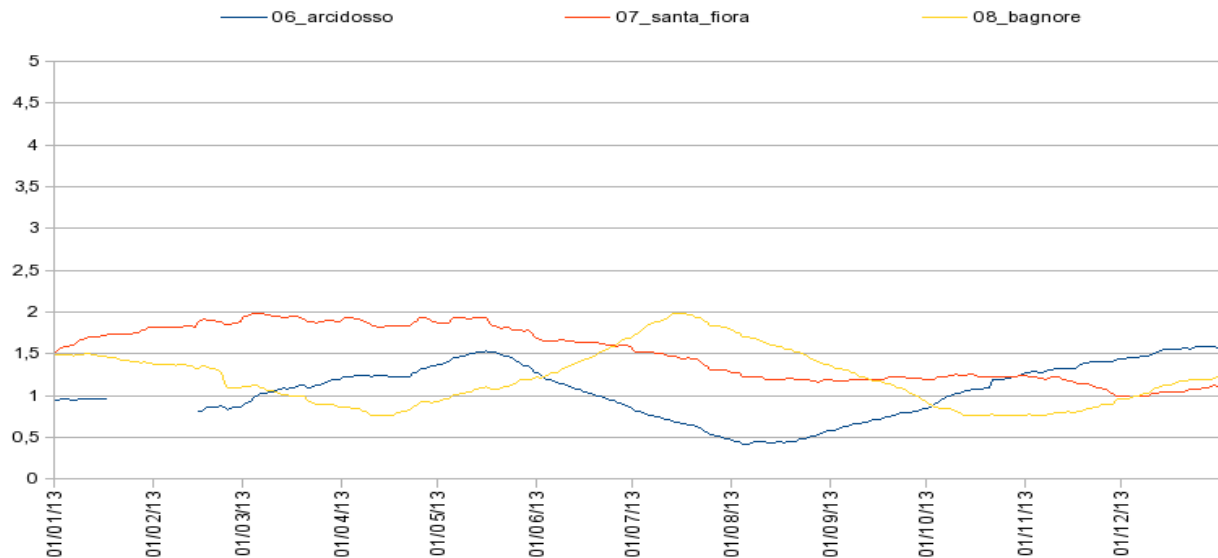
Nessun superamento della Linea guida della WHO.

### 2.1.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni

Nei grafici seguenti sono riportati in ascissa la data e in ordinata il valore massimo giornaliero del parametro media mobile calcolata su 90 giorni. Si ricorda che tale indicatore è espresso in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e il limite di riferimento è assunto pari a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Stazioni QA ENEL di Arcidosso, Santa Fiora, Bagnore

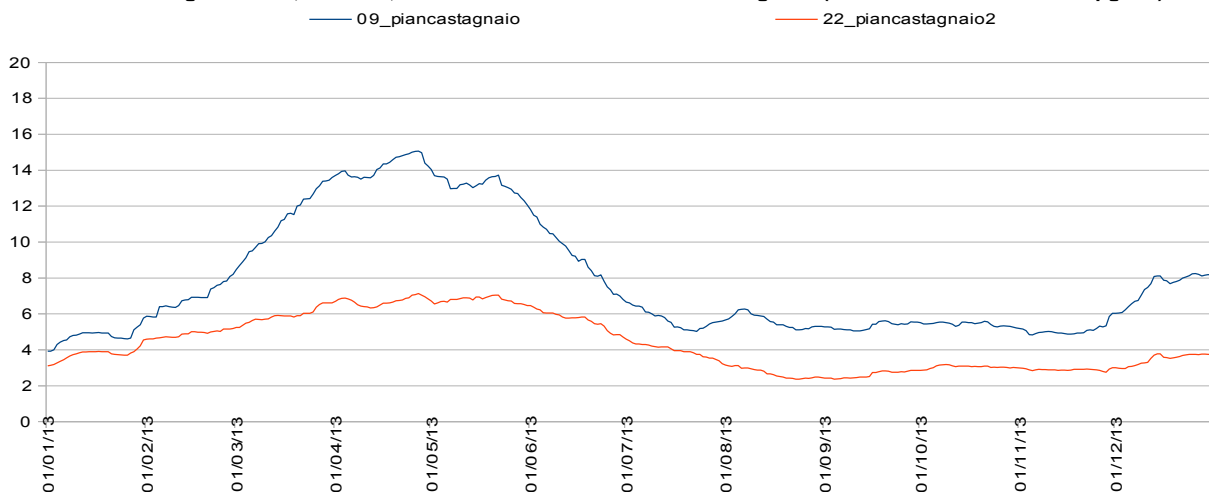
Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 90 giorni (Valore di riferimento =  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Nulla da rilevare per le 3 stazioni di Arcidosso, Bagnore e Santa Fiora. Nessun superamento dei valori limite della linea guida della WHO.

#### Stazioni ENEL QA di Piancastagnaio e Piancastagnaio 2.

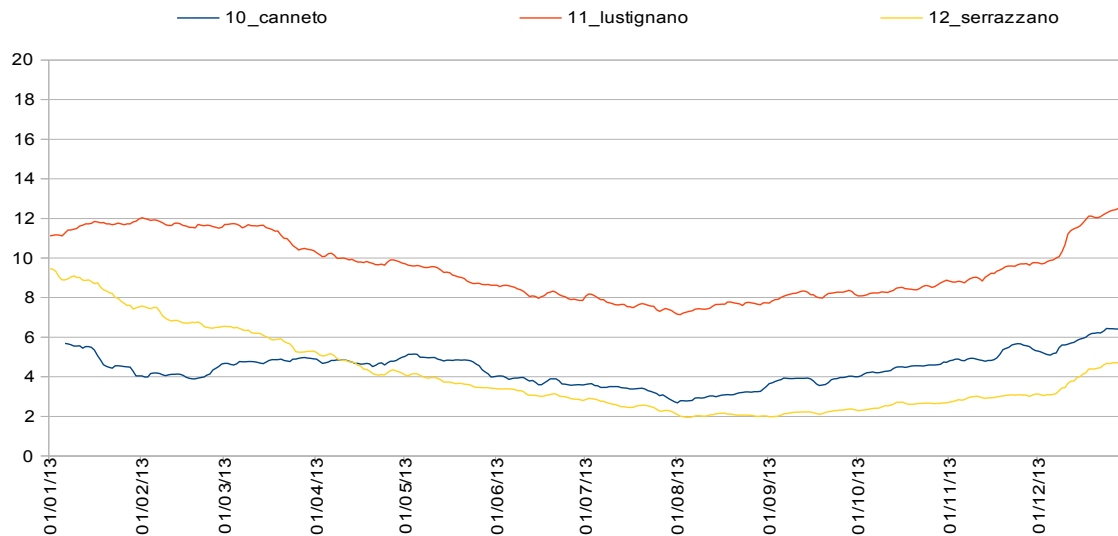
Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 90 giorni (Valore di riferimento =  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Anche in questo caso, come per i parametri a 24 ore e a 14 giorni, il grafico della SQA "Piancastagnaio" relativo alla media mobile determinata su un intervallo di 90 giorni, evidenzia bene le difficoltà di esercizio delle centrali geotermoelettriche durante il periodo di rinnovamento impianto (PC-3 e PC-5).

## Stazioni QA ENEL di Canneto, Lustignano, Serrazzano

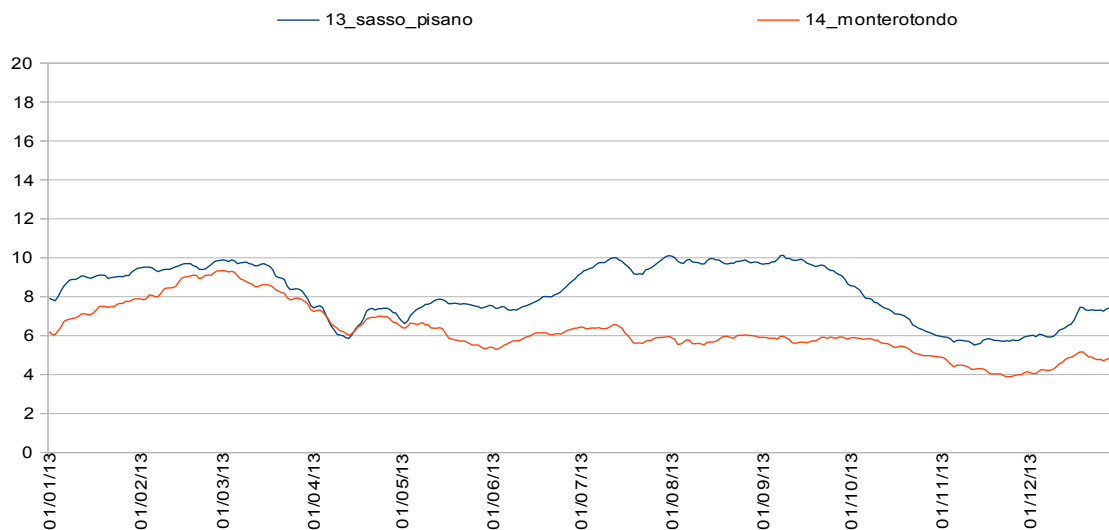
Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 90 giorni (Valore di riferimento = 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Nulla da rilevare per le 3 SQA di Canneto, Lustignano e Serrazzano, in cui il parametro in esame si mantiene sempre inferiore al limite di riferimento delle Linee Guida del WHO.

## Stazioni ENEL QA di Sasso Pisano e Monterotondo Marittimo

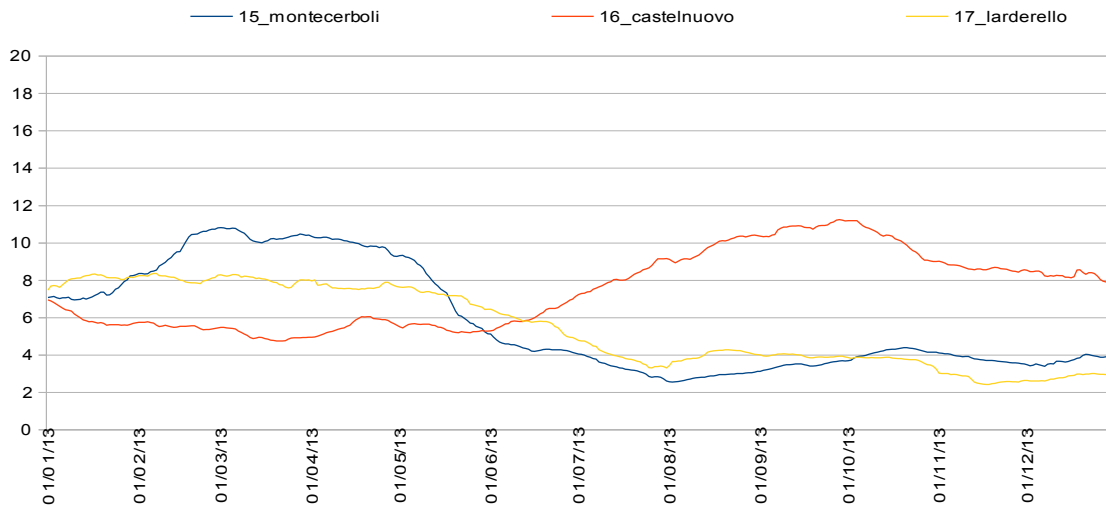
Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 90 giorni (Valore di riferimento = 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Nulla da rilevare anche per le SQA di Sasso Pisano e Monterotondo, in cui il parametro si mantiene sempre inferiore al limite di riferimento delle Linee Guida del WHO.

## Stazioni QA ENEL di Larderello, Castelnuovo e Montecerboli

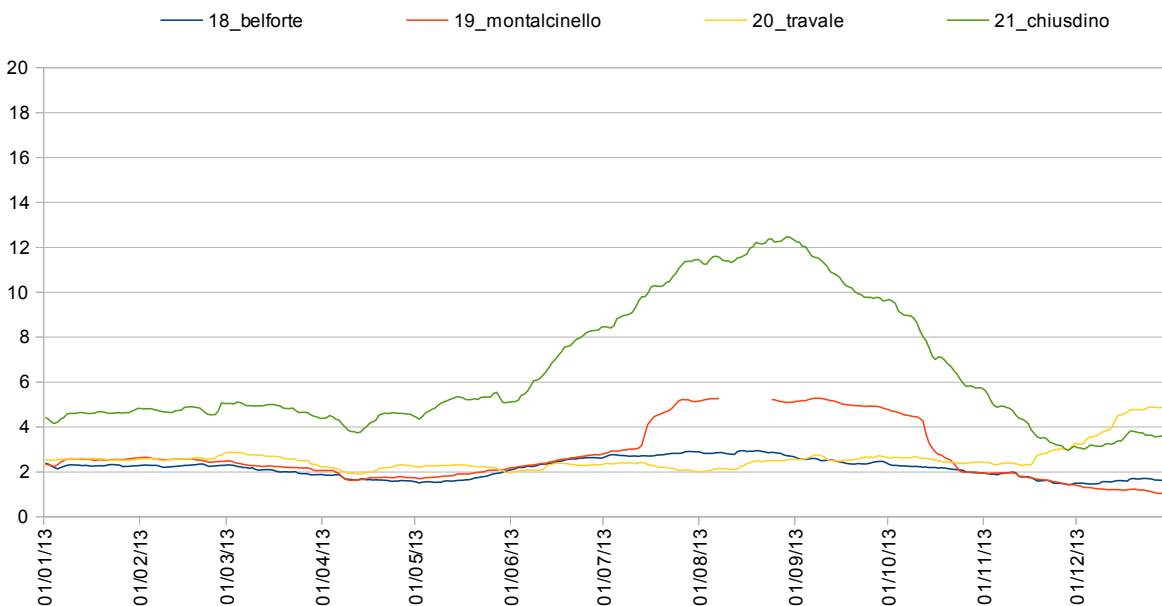
Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 90 giorni (Valore di riferimento = 20 µg/m<sup>3</sup>)



Valori sempre al di sotto del limite di riferimento delle Linee guida del WHO, anche per le stazioni di Montecerboli, Castelnuovo e Larderello.

## Stazioni QA ENEL di Belforte, Travale, Montalcinello e Chiusdino

Grafico del massimo giornaliero, nel 2013, della media mobile calcolata su 90 giorni (Valore di riferimento = 20 µg/m<sup>3</sup>)



Niente da rilevare per il grafico di Belforte. Il grafico di Travale appare condizionato dai ripetuti blocchi dell'AMIS di Travale 4 e agli sfiori di Travale 3 avvenuti nel mese di novembre. Interessante osservare come lo sfioro del pozzo di monitoraggio "Radicondoli 4", caratterizzato da portate elevate con durata di alcune ore, abbia dato luogo, per la postazione di Montalcinello, a un andamento del grafico di tipo "a gradino".

Il grafico della stazione di Chiusdino evidenzia un periodo di criticità durante il periodo estivo che non trova giustificazione con il solo malfunzionamento dell'AMIS del 30 maggio; tale valutazione sarà oggetto di approfondimento nei mesi successivi.

Nessun superamento dei valori limite della Linea guida della WHO.

### 3 - RISULTATI DEI CONFRONTI MEZZI MOBILI ARPAT - STAZ. QA ENEL

Come già premesso nel paragrafo 1, relativo al contesto, al fine di valutare la correttezza dei dati forniti da ENEL, ARPAT ha effettuato specifiche campagne di misura, i cui dati sono stati confrontati con i valori rilevati attraverso le stazioni di monitoraggio ENEL. In pratica i mezzi mobili ARPAT sono stati posizionati nei pressi di alcune stazioni QA di ENEL per effettuare misure in parallelo su un campione il più possibile rappresentativo.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

#### 3.1 - GEO 1

In considerazione del possibile ampliamento della Centrale di Bagnore, il mezzo mobile GEO1 ha effettuato un monitoraggio su lungo periodo al parco pubblico "Scoiattolo" ad Arcidosso, avviato con il posizionamento della centralina in sito il giorno 11 novembre 2011 ed interrotto in data 8 maggio 2013, quando il mezzo è stato spostato in località Bagnoli, sempre nel comune di Arcidosso.

Nella figura sono riportate le posizioni della centrale geotermoelettrica Bagnore 3 (in quadrato rosso), del mezzo mobile ARPAT (cerchio viola) e le stazioni QA di ENEL (cerchio celeste).

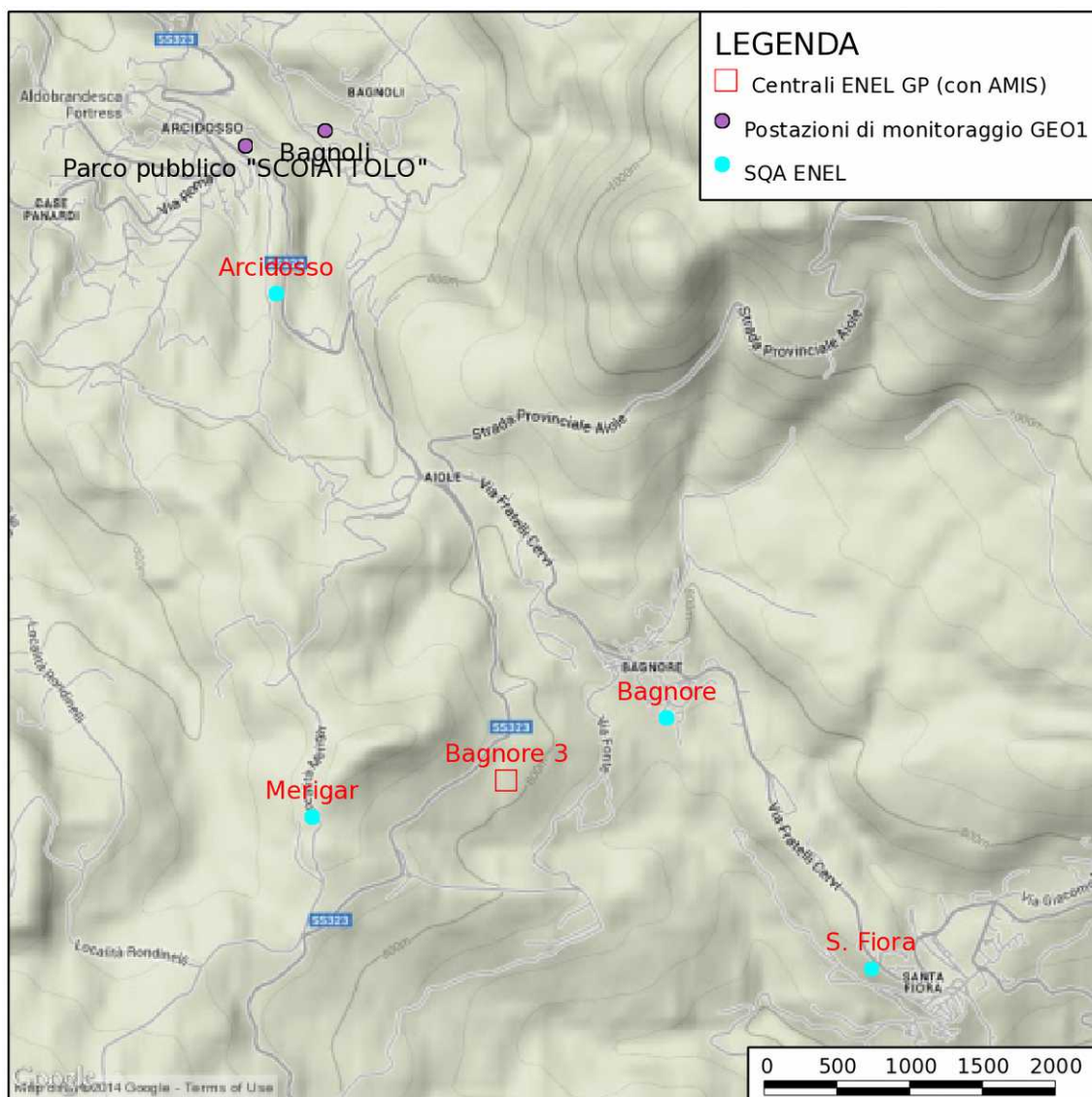


Fig. 07: Area Bagnore: CGTE ENEL (verde), SQA (rosso) e mezzo ARPAT Geo1 (blu)

Per quanto riguarda la valutazione di dettaglio dell'intera campagna svolta al parco pubblico "Scoiattolo", si richiama la specifica relazione ARPAT (prot.74109 del 15 nov 2013), mentre nel presente documento si riporta una tabella di sintesi dei dati relativi al periodo compreso tra il 1 gennaio 2013 e l'8 maggio 2013, ovvero la porzione di campagna effettuata nell'anno in esame.

In data 8 maggio 2013, su richiesta del Comune di Arcidosso, il mezzo Geo1 di ARPAT è stato spostato in località Bagnoli, al fine di verificare i livelli di H<sub>2</sub>S in tale frazione e dove risulta tuttora ubicato. Per una valutazione di dettaglio di tale campagna si rimanda alla relazione ARPAT relativa al 3° quadrimestre.

I dati rilevati da ARPAT durante entrambi i monitoraggi, ossia quello presso il Parco dello Scoiattolo e quello in località Bagnoli, sono stati messi a confronto con i dati registrati dalla stazione di qualità dell'aria ENEL di Arcidosso, non molto distante e ubicata a circa 700 m a sud rispetto alle due postazioni indicate.

Di seguito riportiamo una tabella di sintesi dei dati rilevati nel 2013 presso il parco pubblico "Scoiattolo" ad Arcidosso:

Parco pubblico "Scoiattolo", Arcidosso (GR)	Arpat	Enel
data inizio monitoraggio	16/11/11	16/11/11
data fine monitoraggio	07/05/13	07/05/13
giorni monitoraggio	538	538
ore	12917	12917
ore valide	11499	11911
numero superamenti WHO-OMS	0	0
media del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1,14	1,28
max media mobile su 24h [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	24,9	13,11
max concentrazione media giornaliera [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	20,08	11,72
numero giorni con concentrazione media >7	6	4
n°ore con concentrazione >7	212	192
massima oraria del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	102,29	36,68

La tabella sottostante riporta una sintesi dei dati rilevati nel 2013 in località Bagnoli:

Loc. Bagnoli (Arcidosso, GR)	Arpat	Enel
data inizio monitoraggio	09/05/13	09/05/13
data fine monitoraggio	31/12/13	31/12/13
giorni monitoraggio	236	236
ore	5687	5687
ore valide	4945	5324
numero superamenti WHO-OMS	0	0
media del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0,85	1,02
max media mobile su 24h [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	3,1	8,39
max concentrazione media giornaliera [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2,08	8,38
numero giorni con concentrazione media >7	0	1
n°ore con concentrazione >7	4	33
massima oraria del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	12,12	27,72

Come si può osservare, durante tutto il 2013, non si sono rilevati superamenti dei valori suggeriti nelle Linee guida redatte dal World Health Organization, Regional Office for Europe (WHO).

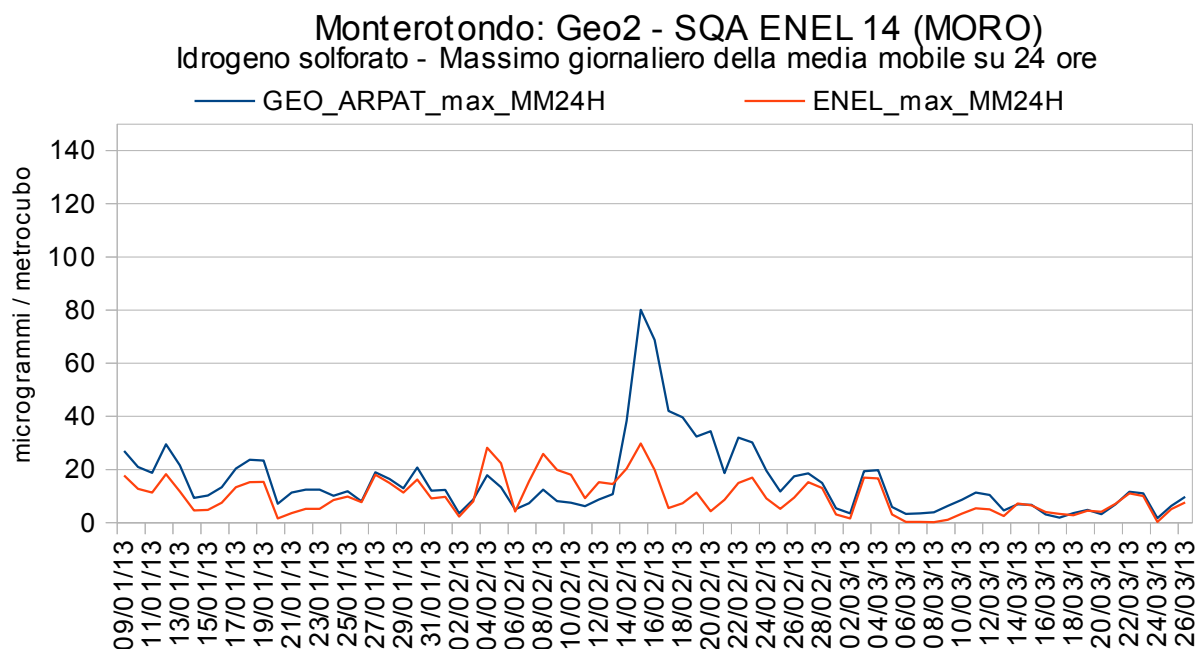
Inoltre i monitoraggi effettuati hanno confermato la validità dei monitoraggi effettuati da ENEL attraverso le proprie postazioni

### 3.2 - GEO 2

Nel 2013 il mezzo **GEO2** è stato posizionato in adiacenza ad alcune stazioni di rilevamento della qualità dell'aria (SQA) di ENEL.

Comune	Località/ubicazione	inizio	fine
Monterotondo	accanto SQA ENEL	20/12/12	26/03/13
Chiusdino	accanto SQA ENEL	28/03/13	03/07/13
Radicondoli	Belforte	12/07/13	31/07/13
Piancastagnaio	accanto SQA ENEL	23/10/13	

In considerazione della durata di alcuni giorni soltanto del monitoraggio effettuato, di seguito si riportano soltanto i grafici relativi al confronto tra le massime giornaliere delle medie mobili valutate su un arco temporale di 24 ore rilevate dal mezzo ARPAT e dalla SQA ENEL oltre che le tabelle riepilogative dei diversi monitoraggi effettuati dal mezzo mobile GEO2:

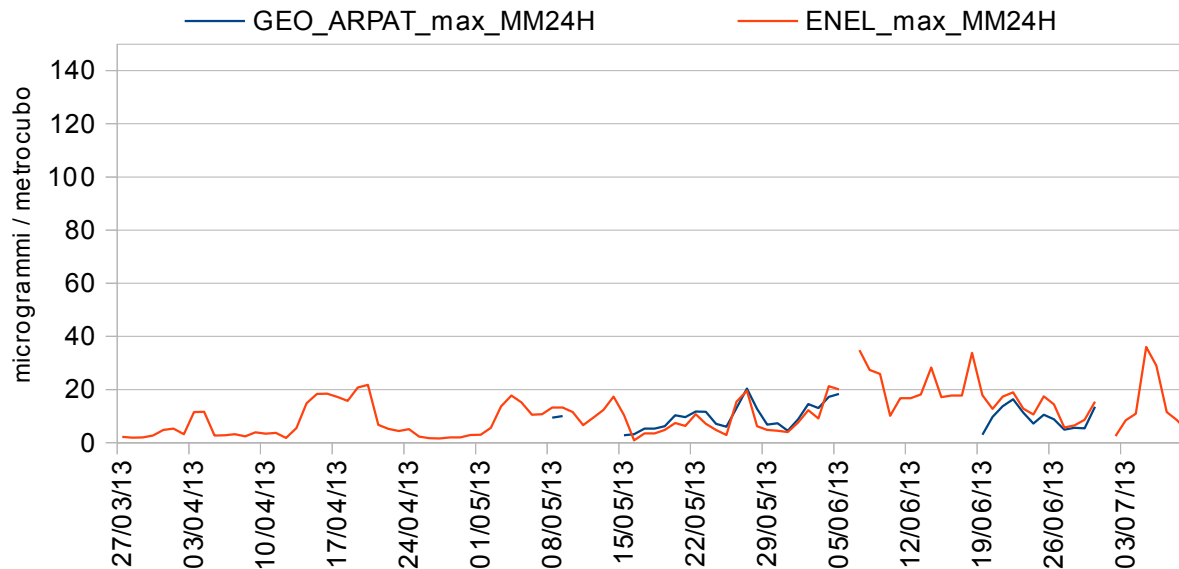


Monterotondo (GR)	Arpat	Enel
data inizio monitoraggio	08/01/13	08/01/13
data fine monitoraggio	26/03/13	26/03/13
giorni monitoraggio	77	77
ore	1854	1854
ore valide	1851	1814
numero superamenti WHO-OMS	0	0
media del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	11,55	6,98
max media mobile su 24h [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	80,11	29,81
max concentrazione media giornaliera [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	70,31	24,81
numero giorni con concentrazione media >7	45	34
n°ore con concentrazione >7	867	566
massima oraria del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	159,33	81,2



### Chiusdino: Geo2 - SQA ENEL 21 (CHIU)

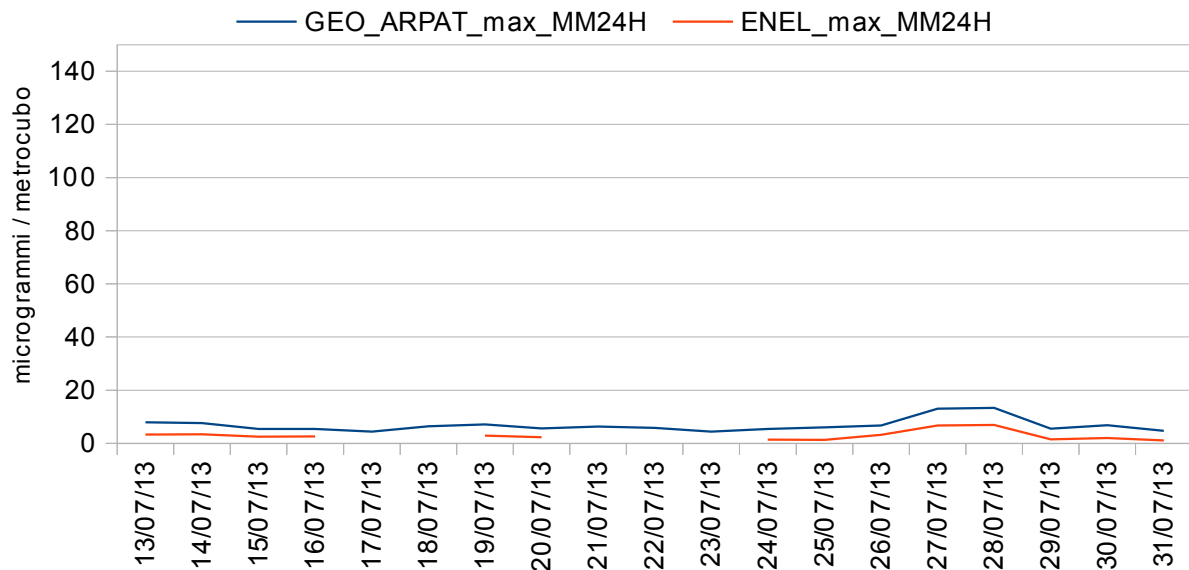
Idrogeno solforato - Massimo giornaliero della media mobile su 24 ore



Chiusdino (SI)	Arpat	Enel
data inizio monitoraggio	08/05/13	08/05/13
data fine monitoraggio	30/06/13	30/06/13
giorni monitoraggio	53	53
ore	2544	2544
ore valide	851	2462
numero superamenti WHO-OMS	0	0
media del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	7,38	8,21
max media mobile su 24h [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	20,37	36,07
max concentrazione media giornaliera [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	16,91	30
numero giorni con concentrazione media >7	16	51
n° ore con concentrazione >7	259	709
massima oraria del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	75,71	174,16

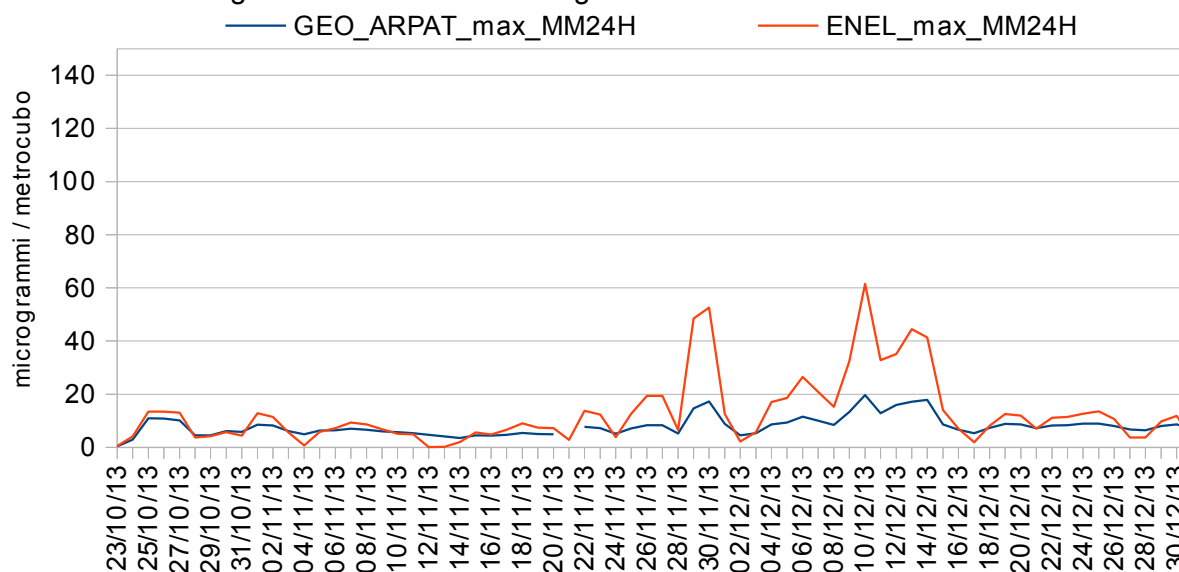
**Belforte: Geo2 - SQA ENEL 18**

Idrogeno solforato - Massimo giornaliero della media mobile su 24 ore



Loc. Belforte (Radicondoli, SI)	Arpat	Enel
data inizio monitoraggio	12/07/13	12/07/13
data fine monitoraggio	31/07/13	31/07/13
giorni monitoraggio	19	19
ore	466	466
ore valide	461	371
numero superamenti WHO-OMS	0	0
media del periodo [µg/m³]	5,65	2,21
max media mobile su 24h [µg/m³]	13,35	6,98
max concentrazione media giornaliera [µg/m³]	13,05	6,35
numero giorni con concentrazione media >7	2	0
n°ore con concentrazione >7	88	17
massima oraria del periodo [µg/m³]	87,55	38,64

**Piancastagnaio: Geo2 - SQA ENEL 22**  
 Idrogeno solforato - Massimo giornaliero della media mobile su 24 ore



Piancastagnaio (SI)	Arpat	Enel
data inizio monitoraggio	23/10/13	23/10/13
data fine monitoraggio	31/12/13	31/12/13
giorni monitoraggio	69	69
ore	1680	1680
ore valide	1619	1630
numero superamenti WHO-OMS	0	0
media del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	6,73	8,87
max media mobile su 24h [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	19,71	61,54
max concentrazione media giornaliera [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	17,15	48,43
numero giorni con concentrazione media >7	26	31
n°ore con concentrazione >7	447	503
massima oraria del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	86,38	206,08

Per un esame di analitico dei dati sopra presentati si rimanda alle relazioni quadrimestrali elaborate da ARPAT nel corso del 2013.

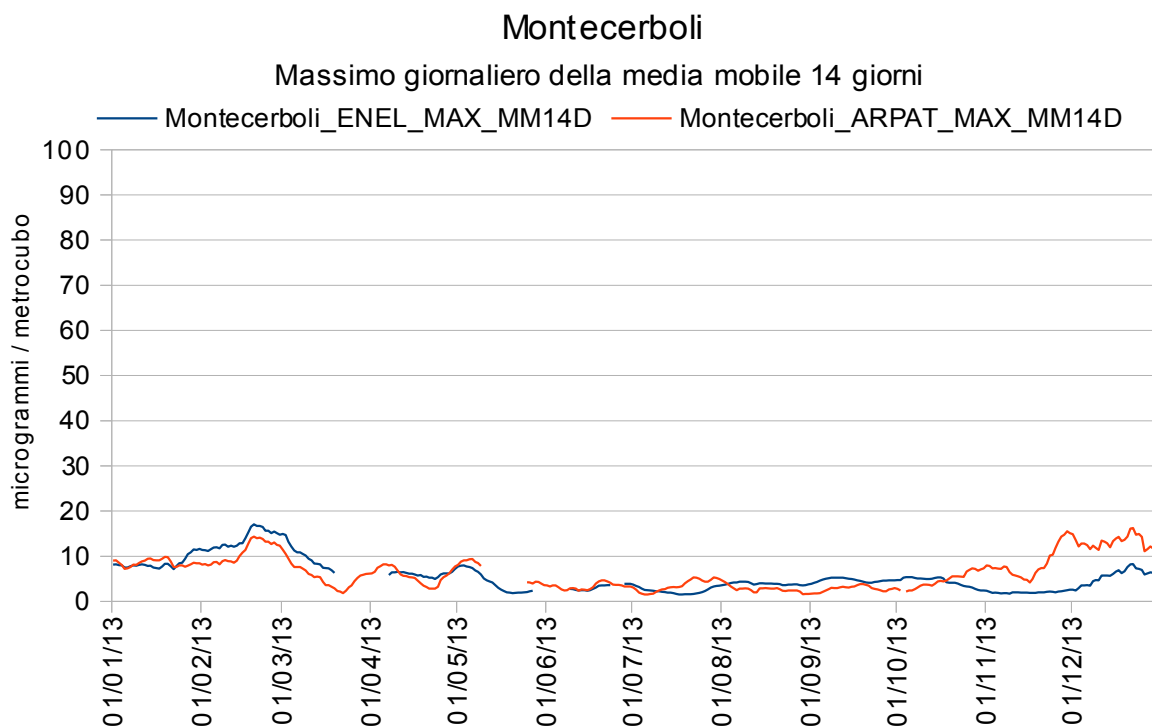
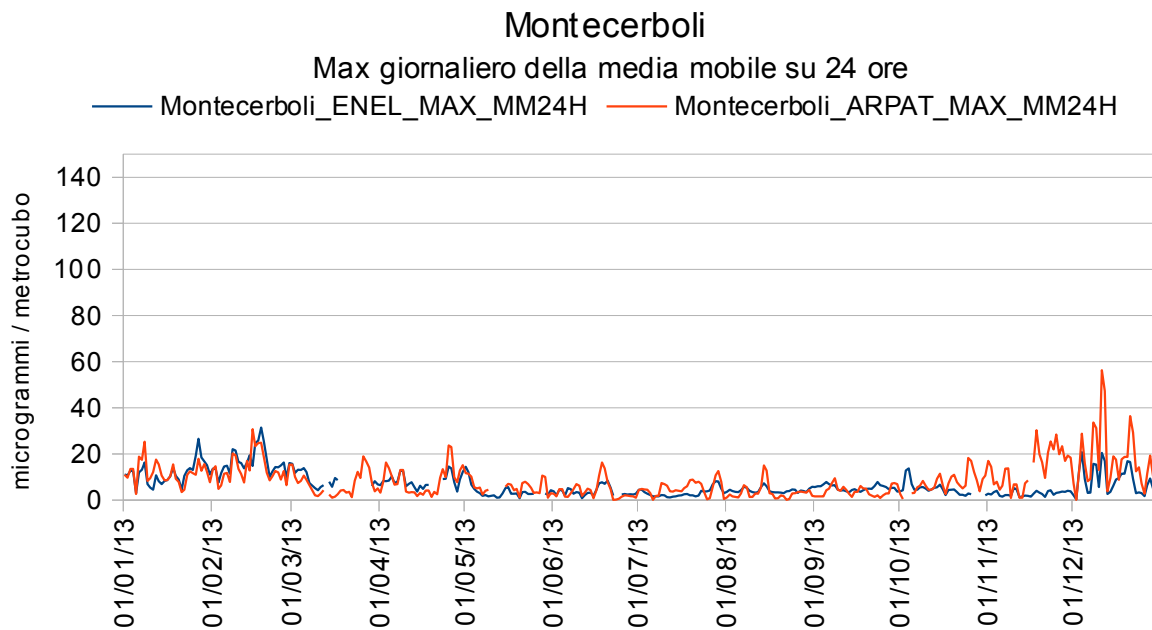
In questa sede si conferma la sostanziale validità dei dati elaborati da ENEL e l'assenza, nel corso del 2013, di valori superiori ai valori di riferimento suggeriti dal WHO per le medie mobili calcolate su 24 ore, 15 giorni e 90 giorni della concentrazione di Idrogeno Solforato.

### 3.3 Stazione fissa di Montecerboli

La stazione fissa di Montecerboli è di proprietà della Provincia di Pisa e fa parte della rete pubblica di monitoraggio della Qualità dell'Aria, che è gestita per conto della Regione da ARPAT, tramite il Dipartimento provinciale di Pisa, in base al DGRT n° 1025 del 06/12/2010.

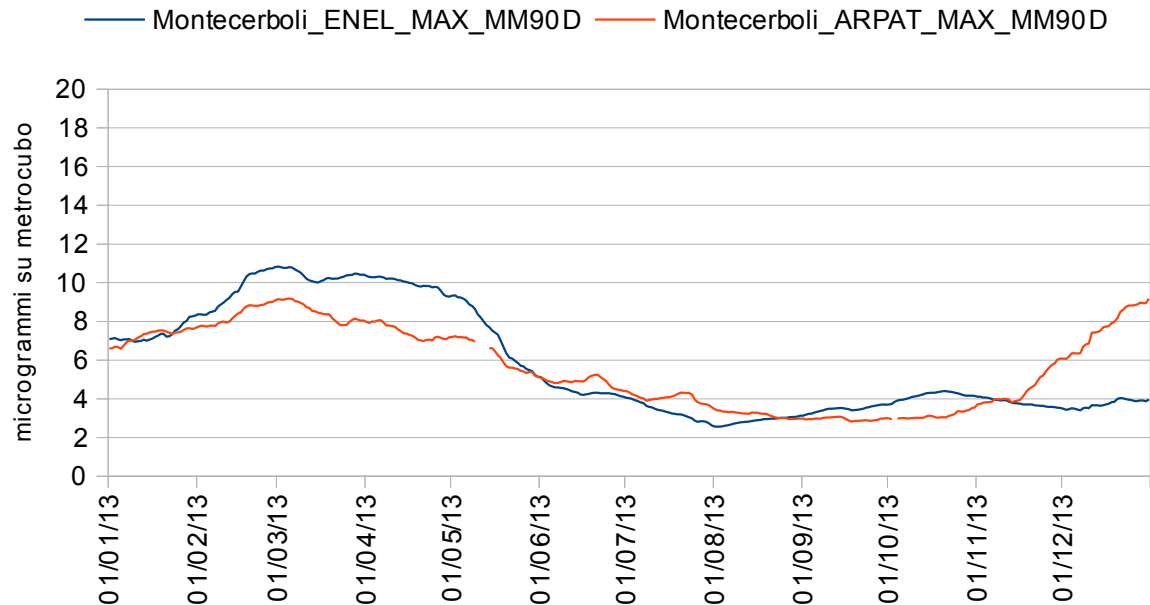
La stazione è situata in via Manzoni, Loc. Montecerboli - Pomarance (PI), a circa 353 metri slm, ed è stata attrezzata per il monitoraggio, oltre che di O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>, anche di H<sub>2</sub>S.

Di seguito si raffronta l'andamento giornaliero delle medie mobili ricavate dalla stazione fissa ARPAT con la stazione di ENEL rispettivamente calcolate su 24 ore, 14 giorni e 90 giorni:



## Montecerboli

Massimo giornaliero della media mobile 90 giorni



Come si può osservare l'andamento dei grafici è sostanzialmente simile, sebbene si noti una leggera differenza dei dati elaborati nel periodo da metà novembre a dicembre, molto probabilmente imputabile ad un non perfetto funzionamento di una delle due centraline. In ogni caso entrambe le centraline rilevano valori ampiamente al di sotto del limite di riferimento costituito dalle già citate Linee Guida del WHO.

Di seguito si riporta una sintesi dei dati rilevati da ARPAT, raffrontati con la vicina stazione di rilevamento ENEL:

Montecerboli (PI)	Arpat	Enel
data inizio monitoraggio	01/01/13	01/01/13
data fine monitoraggio	31/12/13	31/12/13
giorni monitoraggio	365	365
ore	8759	8759
ore valide	8121	7742
numero superamenti WHO-OMS	0	0
media del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	6,08	5,39
max media mobile su 24h [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	56,33	31,38
max concentrazione media giornaliera [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	50,84	26,05
numero giorni con concentrazione media >7	121	83
n°ore con concentrazione >7	2112	1618
massima oraria del periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	205,42	100,24

## **4 - CONCLUSIONI**

Funzionalità stazioni QA di ENEL. Sulla base dell'analisi dei dati svolta dallo scrivente Settore, anche alla luce delle verifiche a campione effettuate attraverso i mezzi mobili, GEO1 e GEO2, e attraverso la postazione fissa ubicata a Montecerboli, si ritiene che i dati relativi all'idrogeno solforato presentati da ENEL Green Power nel corso del 2013, sintetizzati nelle tabelle 1, 2 e 3, possano ritenersi validi e congrui circa la rappresentatività della qualità dell'aria nelle aree geotermiche toscane.

Sebbene il 2013 sia stato caratterizzato da alcuni eventi accidentali, legati in particolare al rinnovamento della centrale di Piancastagnaio 3 (dove sono state attuate alcune modifiche impiantistiche orientate a migliorare la funzionalità dell'impianto), e che hanno comportato, almeno in alcune aree, un leggero peggioramento della qualità dell'aria rispetto ai livelli qualitativi registrati nel 2012, i valori registrati si mantengono comunque ad un livello qualitativo migliore a quello del 2011 in tutta la Regione.

Dall'esame di dettaglio svolto nei paragrafi precedenti è possibile constatare che molti dei valori massimi registrati e che hanno comportato valori superiori a quelli registrati nel corso del 2012, si sono verificati nel mese di dicembre 2013, soprattutto a causa di alcuni malfunzionamenti di alcune centrali o dei relativi gruppi AMIS.

Inoltre risulta auspicabile che l'installazione del filtro AMIS sia progressivamente esteso anche alle centrali che ne sono tuttora sprovviste.

Si ricorda che, secondo le indicazioni impartite da ARPAT, ENEL sta predisponendo l'aggiornamento del software di gestione dei dati provenienti dalle SQA con l'obiettivo di garantire un livello di accessibilità dei dati e di completezza descrittiva superiore a quello attuale.

Infine è opportuno sottolineare che, anche nel 2013, non si è registrato alcun superamento dei valori di riferimento indicati nella Linea guida del World Health Organization (ed. 2000), ovvero delle medie mobili calcolate su 24 ore ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), su 14 giorni ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e su 90 giorni ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Data: 31 gennaio 2014

Stesura  
Dott. Alessandro Bagnoli

Responsabile Stesura e approvazione  
Dott. Ivano Gartner