



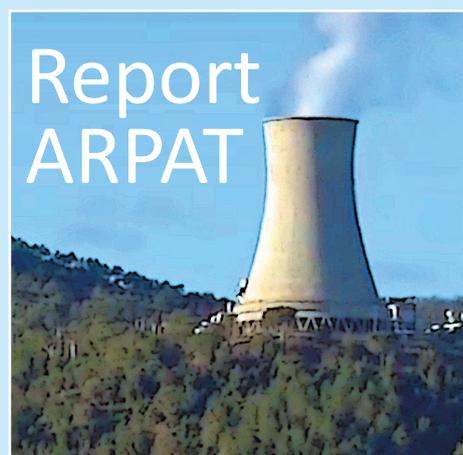
ARPAT
Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

REGIONE
TOSCANA



Concentrazioni in aria di H₂S e Hg nelle aree geotermiche toscane

Monitoraggi ARPAT e
validazione dati Enel
Green Power Italia s.r.l.
Anno 2022





Concentrazioni in aria
di H₂S e Hg nelle aree
geotermiche toscane

Monitoraggi ARPAT e
validazione dati Enel
Green Power Italia s.r.l.
Anno 2022

Concentrazioni in aria di H₂S e Hg nelle aree geotermiche toscane.
Monitoraggi ARPAT e validazione dati Enel Green Power Italia s.r.l. Anno 2022

A cura di:

Alessandro Bagnoli – ARPAT, Settore Supporto Tecnico Dipartimento di Piombino

Francesca Andreis, Cesare Fagotti – ARPAT, Settore Geotermia

Hanno collaborato:

Simonetta Castellani, Simone Magi, Emanuele Cecconi – ARPAT, Settore Geotermia

Editing e copertina:

ARPAT, Settore Comunicazione, informazione e documentazione

Immagini di copertina: ARPAT



ARPAT 2024

INDICE

1. PRESENTAZIONE	5
2. Sintesi dei risultati Enel GP	6
3. Introduzione e finalità del monitoraggio	9
4. Indicatori	10
4.1 Idrogeno solforato	10
4.1.1 - Valori di riferimento per la tutela sanitaria	10
4.2 Vapori di Mercurio	11
4.2.1 - Valori di riferimento per la tutela sanitaria	11
5. Stazioni di rilevamento ENEL per l'H₂S	13
5.1 Stazioni Q.A. di Arcidosso, Santa Fiora, Bagnore e Merigar	13
5.1.1 - Media mobile calcolata su 24 ore	14
5.1.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni	14
5.1.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni	15
5.1.4 - Media annuale (2010-2022)	15
5.2 Stazioni Q.A. di Piancastagnaio (PICA e PICA2)	16
5.2.1 - Media mobile calcolata su 24 ore	17
5.2.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni	17
5.2.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni	18
5.2.4 - Media annuale	18
5.3 Stazioni Q.A. di Canneto, Lustignano, Serrazzano	19
5.3.1 - Media mobile calcolata su 24 ore	20
5.3.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni	20
5.3.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni	21
5.3.4 - Media annuale	21
5.4 Stazioni Q.A. di Sasso Pisano e Monterotondo Marittimo	22
5.4.1 - Media mobile calcolata su 24 ore	23
5.4.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni	23
5.4.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni	24
5.4.4 - Media annuale	24
5.5 Stazioni Q.A. di Larderello, Castelnuovo e Montecerboli	25
5.5.1 - Media mobile calcolata su 24 ore	26
5.5.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni	26
5.5.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni	27
5.5.4 - Media annuale	27
5.6 Stazioni Q.A. di Belforte, Travale, Montalcinello e Chiusdino	28
5.6.1 - Media mobile calcolata su 24 ore	29
5.6.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni	29
5.6.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni	30
5.6.4 - Media annuale	30
6. MEZZI ARPAT e confronto con dati ENEL	31
6.1 Stazione fissa QA ARPAT di Pomarance (PI), Loc. Montecerboli	31
6.2 Mezzo ARPAT GEO 1	34
6.2.1 - Monitoraggio in loc. Lustignano, Pomarance (PI). Periodo 01/06/2022 - 31/07/2022	34
6.3 Mezzo ARPAT GEO 2	36
6.3.1 - Monitoraggio in loc. Bagnore, Santa Fiora (GR), presso la Stazione QA Enel omonima. Periodo dal 1/4/2021 al 28/02/2022	36
7. CONCLUSIONI	39

1. PRESENTAZIONE

Nelle zone delle Colline Metallifere e del Monte Amiata, la Toscana presenta particolari anomalie geotermiche, con caratteristiche tali da renderne particolarmente conveniente lo sfruttamento energetico.

Ad oggi, sono attivi 36 gruppi produttivi geotermoelettrici gestiti da Enel Green Power ITALIA srl (da ora in poi Enel GP) che risultano dislocati nelle aree territoriali: Larderello, Lago (Val di Cornia), Radicondoli (nel loro insieme indicate come Area “tradizionale” o “storica”) e le aree di Bagnore e di Piancastagnaio (queste ultime due, nel loro insieme, indicate come Area “Amiata”).

La produzione di energia geotermoelettrica annuale è di circa 5000 Mwh, che corrisponde a circa il 35% del totale della produzione elettrica complessiva regionale.

La specificità della fonte di energia geotermica, soprattutto se confrontata con le altre fonti rinnovabili, è rappresentata dalla sua continuità, regolarità ed efficienza.

Valutandone gli impatti sull'ambiente e sulla qualità dell'aria in particolare, è opportuno rilevare come, in via preliminare, sul territorio toscano siano presenti sia emissioni puntuali di origine antropica, originate dai gruppi di produzione, sia emissioni, generalmente diffuse, costituite dalle manifestazioni geotermiche naturali (soffioni, fumarole, putizze, sorgenti di acque caldissime, laghetti, etc.) non sempre di immediata individuazione, di cui sarebbe auspicabile disporre di un accurato censimento.

Le emissioni di origine geotermica sono caratterizzate da alte percentuali di vapor acqueo e percentuali nettamente inferiori di altre sostanze, tra le quali mercurio, ammoniaca, acido borico e idrogeno solforato (H_2S), quest'ultimo riconoscibile dall'olfatto umano già a concentrazioni molto basse, inferiori a $7 \mu g/m^3$ e, anche per questo, adottato generalmente come tracciante di attività geotermica.

Nelle centrali geotermoelettriche, per mitigarne gli impatti, sono state introdotte sia la pratica della reiniezione del fluido geotermico, che permette di effettuare la “coltivazione” del serbatoio, sia l'installazione di un sistema di abbattimento del mercurio e dell'idrogeno solforato (H_2S), denominato AMIS, finalizzato, come dice anche il nome, alla riduzione dell' H_2S e dell'Hg gassoso nella frazione dei gas incondensabili emessi dalla Centrale. L'efficienza di abbattimento dell'AMIS, installato in tutte le centrali della Toscana, è molto alta (circa del 97-99% per H_2S e il 90-99% per il Hg). Inoltre nelle centrali geotermiche della zona di Bagnore, risulta installato e attivo un impianto per l'abbattimento dell'ammoniaca (NH_3).

Nel corso degli anni, in occasione del rilascio dell'autorizzazione all'esercizio di ciascun impianto, la Regione Toscana ha prescritto a Enel GP l'installazione di centraline fisse destinate al monitoraggio dell' H_2S , che ad oggi costituiscono una rete di 18 stazioni di monitoraggio localizzate sul territorio toscano, dove vi è attività di utilizzo della risorsa geotermica.

Tali dati, che sono mensilmente trasmessi alla Regione Toscana e ad ARPAT, sono verificati e integrati dalle indagini condotte autonomamente dalla stessa ARPAT, utilizzando una stazione fissa per il controllo della qualità dell'aria di Montecerboli (PI) e soprattutto mediante due autolaboratori, denominati, nel seguito, GEO1 e GEO2.

Scopo principale di questo report è quello di relazionare circa l'attività di raccolta, analisi e conseguente verifica della congruità dei dati raccolti da Enel GP che, per numerosità e capillarità di postazioni presenti nel territorio, rappresentano un'importante fonte di informazione, ovviamente previa validazione da parte di ARPAT, alla luce dei monitoraggi svolti autonomamente.

2. SINTESI DEI RISULTATI ENEL GP

Nelle tabelle sottostanti è riportata una sintesi delle concentrazioni in aria di H₂S elaborate attraverso i dati rilevati nel 2022 dalle stazioni di monitoraggio qualità dell'aria di Enel GP, espressi come valori massimi (mensili e annuali) delle medie mobili della concentrazione di H₂S (in µg/m³), calcolate rispettivamente su intervalli di 24 ore, di 14 giorni e di 90 giorni, in coerenza con le indicazioni del World Health Organization (WHO), riportate nelle "Air Quality Guidelines" for Europe, second Edition (ed. 2000) e nel "Concise International Chemical Assessment Document 53. Hydrogen sulfide: human health aspects" (ed. 2003).

Nelle tabelle seguenti i valori massimi mensili riscontrati nel 2022 sono stati messi a confronto con il massimo registrato negli anni precedenti.

I valori massimi delle medie mobili calcolate su periodi di 24 ore, in misura minore di 14 giorni, registrati negli anni 2021 e 2022, registrano alcuni valori più elevati rispetto agli anni pregressi, che fortunatamente non trovano necessariamente corrispondenza nella media annuale.

È opportuno rilevare che questo report non deve essere correlato esclusivamente alle emissioni in torre delle centrali geotermiche di Enel GP. Il dato potrebbe in fatti essere influenzato anche dalle coltivazione e dalla perforazione di nuovi pozzi.

Ciò premesso, l'esame della sottostante tabella 1 dimostra l'assenza di superamenti del limite fissato per la media mobile calcolata sul periodo di riferimento di 24 ore per H₂S, pari a 150 µg/m³, e, cautelativamente, anche per il caso di media mobile calcolata sul periodo di riferimento di 2-14 giorni, con limite pari a 100 µg/m³.

Tab.1: Media mobile H₂S in aria, calcolata su 24 h (LR=150 µg/m³). Max mensili (2022) e annuali (2018-2022)

Massimo mensile della media mobile su 24 ore (Mese/Stazione)		2022-01	2022-02	2022-03	2022-04	2022-05	2022-06	2022-07	2022-08	2022-09	2022-10	2022-11	2022-12	MAX 2018	MAX 2019	MAX 2020	MAX 2021	MAX 2022
Canneto	CANN	7,84	4,75	7,30	6,14	6,29	5,93	7,35	5,50	10,13	13,63	22,66	26,33	33,69	34,22	46,56	40,62	26,33
Lustignano	LUST	10,89	19,11	15,07	13,03	8,46	10,73	4,46	6,09	9,76	17,77	18,78	31,83	16,98	17,51	34,32	17,99	31,83
Serrazzano	SEZA	17,61	16,12	10,88	15,63	7,87	7,80	13,26	5,87	6,66	15,69	15,65	13,89	16,68	16,49	25,37	20,27	17,61
Sasso_Pisano	SAPI	18,23	10,32	8,58	10,08	16,08	11,75	12,84	10,31	9,21	20,92	23,41	10,72	18,14	17,86	27,54	32,82	23,41
Monterotondo	MORO	19,97	14,40	13,26	8,12	12,11	7,85	10,41	7,10	7,02	12,15	14,42	9,69	20,30	17,85	19,83	21,46	19,97
Montecerboli	MONT	9,75	10,90	13,86	9,92	11,27	11,43	9,00	5,64	7,28	13,44	19,47	19,07	25,62	24,57	17,77	19,37	19,47
Castelnuovo VdC	CANU	12,87	7,66	10,56	5,28	6,65	16,42	9,74	6,16	10,22	18,82	18,77	17,68	16,36	11,37	14,39	11,88	18,82
Larderello	LARD	10,97	13,09	15,97	10,86	13,31	14,14	15,18	7,84	16,98	27,42	21,08	21,84	58,11	22,49	18,30	26,82	27,42
Belforte	BEFO	6,60	4,07	10,71	4,46	8,41	6,96	8,81	4,80	6,03	7,77	8,12	11,51	15,10	22,33	9,36	11,23	11,51
Montalcinello	MOAL	8,73	8,42	17,68	11,79	6,59	9,36	9,44	10,33	6,70	6,97	7,02	7,86	21,66	14,81	11,16	14,35	17,68
Travale	TRVL	9,23	16,33	8,62	7,00	11,86	22,55	8,39	7,41	13,24	16,46	9,80	13,31	11,98	10,11	11,30	21,00	22,55
Chiusdino	CHIU	13,89	13,98	9,78	18,11	11,23	22,12	13,58	21,03	10,22	36,34	23,69	19,45	42,21	31,83	21,57	46,75	36,34
Arcidosso	ARCI	6,09	5,25	17,10	5,61	5,60	10,80	5,26	4,27	3,83	10,43	4,41	7,16	13,83	9,25	18,08	23,21	17,10
Santa_Fiora	SAFI	6,34	4,12	5,43	5,66	4,97	5,80	3,53	3,27	3,29	3,95	4,02	11,46	8,55	6,65	6,77	13,30	11,46
Bagnore	BAGN	4,96	6,11	13,57	7,52	5,68	7,18	5,77	4,20	4,97	4,58	5,22	10,83	15,36	9,76	7,62	24,26	13,57
Merigar	MERI	13,03	7,28	25,49	26,64	32,13	14,67	8,07	8,17	14,87	13,84	16,85	4,04	13,11	14,35	32,68	25,94	32,13
Piancastagnaio	PICA	16,33	18,10	20,78	11,86	17,01	6,97	15,32	12,93	10,40	14,52	13,08	3,85	23,79	51,63	26,66	33,89	20,78
Piancastagnaio2	PICA2	19,00	12,35	13,38	14,67	12,09	9,39	4,69	3,67	3,03	4,06	8,52	7,15	8,38	29,00	18,04	34,61	19,00

L'esame della seguente tabella 2 conferma l'assenza di superamenti del limite fissato per la media mobile calcolata sul periodo di riferimento di 2-14 giorni per H₂S, pari a 100 µg/m³ e, cautelativamente, anche per la media mobile calcolata sul periodo di riferimento fino a 90 giorni, con limite pari a 20 µg/m³.

Tab.2: Media mobile H₂S in aria, calcolata su 14 D (LR=100 µg/m³). Max mensili (2022) e annuali (2018-2022)

Massimo mensile della media mobile su 14 giorni (Mese/Stazione)		2022-01	2022-02	2022-03	2022-04	2022-05	2022-06	2022-07	2022-08	2022-09	2022-10	2022-11	2022-12	MAX 2018	MAX 2019	MAX 2020	MAX 2021	MAX 2022
Canneto	CANN	3,02	3,01	3,95	3,08	2,87	2,94	2,53	2,22	3,71	4,43	7,88	9,24	14,48	13,33	15,27	11,49	9,24
Lustignano	LUST	5,89	7,54	6,70	7,59	5,24	5,53	3,44	2,37	5,42	10,91	11,72	11,74	9,71	7,27	9,88	9,38	11,74
Serrazzano	SEZA	6,40	6,57	4,67	4,78	4,65	4,86	4,62	3,29	3,98	6,05	6,59	8,47	8,96	7,31	7,81	8,26	8,47
Sasso_Pisano	SAPI	7,80	6,59	4,68	4,43	6,79	6,72	8,53	7,28	6,21	7,81	9,20	7,45	9,78	9,22	10,37	11,17	9,20
Monterotondo	MORO	6,56	6,07	4,78	3,77	5,47	4,77	5,76	4,10	3,19	4,62	5,81	5,73	10,15	10,50	9,56	6,01	6,56
Montecerboli	MONT	4,92	6,13	6,45	6,42	4,66	6,33	5,86	3,11	4,62	6,31	8,47	8,85	14,32	8,92	7,10	8,34	8,85
Castelnuovo VdC	CANU	4,68	4,22	4,68	3,25	3,55	5,98	6,06	4,27	4,99	6,91	8,86	8,52	6,73	5,61	6,92	5,27	8,86
Larderello	LARD	6,71	6,46	6,42	6,61	5,23	8,25	6,96	4,87	6,90	10,83	11,94	9,58	10,91	7,38	9,25	7,42	11,94
Belforte	BEFO	3,68	2,39	3,24	3,71	3,85	3,92	3,21	2,20	3,55	4,44	4,21	4,77	5,80	5,27	4,38	4,10	4,77
Montalcinello	MOAL	4,67	4,83	6,33	7,46	3,91	6,06	6,30	6,10	4,54	3,76	3,99	4,13	9,03	5,79	4,60	6,00	7,46
Travale	TRVL	4,88	5,45	5,08	4,60	4,08	6,35	4,80	3,81	3,94	5,01	5,54	4,40	6,48	4,08	5,23	6,26	6,35
Chiusdino	CHIU	5,03	6,29	4,11	4,51	5,86	8,88	7,17	6,85	7,12	11,11	11,54	4,28	17,81	10,81	9,53	12,87	11,54
Arcidosso	ARCI	1,78	2,19	4,96	3,14	3,05	3,62	3,45	2,91	1,81	3,59	2,28	3,53	3,10	3,54	3,63	5,16	4,96
Santa_Fiora	SAFI	3,26	3,12	3,35	3,51	2,94	3,35	2,75	2,61	2,40	2,35	2,62	3,38	3,36	2,53	2,79	4,22	3,51
Bagnore	BAGN	2,91	2,95	4,25	3,74	3,73	3,51	3,45	3,24	2,50	2,80	2,74	3,40	4,18	3,09	4,00	7,29	4,25
Merigar	MERI	4,39	4,62	8,09	8,29	8,68	4,21	4,15	3,72	4,26	4,18	4,09	4,09	3,21	3,11	6,30	6,99	8,68
Piancastagnaio	PICA	4,97	5,81	5,30	7,59	5,11	3,86	5,67	5,86	4,70	5,73	3,85	3,41	6,65	12,96	7,09	7,84	7,59
Piancastagnaio2	PICA2	6,53	4,54	4,46	6,54	4,42	3,11	2,55	2,35	1,39	2,09	2,90	3,55	2,70	7,58	6,35	6,74	6,54

Nella seguente tabella 3 è infine riportato il valore massimo mensile della media mobile determinata su un intervallo di 90 giorni della concentrazione in aria di H₂S, che conferma l'assenza di superamenti e le valutazioni espresse in relazione alle tabelle precedenti.

Tab.3: Media mobile H₂S in aria, calcolata su 90 D (LR=20 µg/m³). Max mensili (2022) e annuali (2018-2022)

Massimo mensile della media mobile su 90 giorni (Mese/Stazione)		2022-01	2022-02	2022-03	2022-04	2022-05	2022-06	2022-07	2022-08	2022-09	2022-10	2022-11	2022-12	MAX 2018	MAX 2019	MAX 2020	MAX 2021	MAX 2022
Canneto	CANN	4,43	3,88	2,71	2,43	2,58	2,61	2,20	2,00	2,07	2,86	4,58	6,27	6,83	8,36	9,95	8,27	6,27
Lustignano	LUST	7,18	6,33	6,05	6,13	5,74	5,00	4,36	3,55	2,66	4,70	7,33	9,20	7,73	6,18	6,96	7,37	9,20
Serrazzano	SEZA	5,52	5,60	5,22	4,69	4,24	3,90	3,91	3,76	3,48	3,79	4,80	6,06	6,36	5,04	5,61	6,02	6,06
Sasso_Pisano	SAPI	5,58	6,01	5,62	4,67	4,27	5,15	6,40	6,55	6,20	5,61	5,81	5,78	7,18	6,67	7,94	7,86	6,55
Monterotondo	MORO	4,17	4,72	4,68	4,39	3,72	3,77	4,08	4,21	3,63	3,18	3,65	3,98	7,15	6,68	6,21	4,56	4,72
Montecerboli	MONT	4,83	4,62	4,68	5,12	5,04	4,68	4,39	4,13	3,83	4,12	5,69	6,71	11,20	6,26	5,70	6,46	6,71
Castelnuovo VdC	CANU	4,32	4,10	3,93	3,82	3,51	3,50	4,03	4,29	4,47	4,93	5,85	6,66	6,81	4,55	5,14	4,76	6,66
Larderello	LARD	4,77	5,16	5,30	5,47	5,19	5,31	5,45	5,67	5,71	6,53	7,49	8,13	7,54	5,02	5,97	6,08	8,13
Belforte	BEFO	2,62	2,65	2,52	2,35	2,70	3,10	3,16	3,16	2,73	2,91	3,43	3,74	3,28	3,89	3,81	3,09	3,74
Montalcinello	MOAL	3,48	3,88	4,02	4,24	3,90	4,37	4,55	4,79	4,83	4,21	3,39	3,26	5,88	4,63	3,36	4,40	4,83
Travale	TRVL	3,69	3,79	3,80	3,77	3,13	3,55	3,87	4,08	3,98	3,60	3,65	3,93	4,87	2,74	2,89	3,85	4,08
Chiusdino	CHIU	3,39	3,96	3,89	3,87	3,51	4,37	5,32	5,69	5,80	5,87	6,00	5,34	7,87	6,11	4,89	7,89	6,00
Arcidosso	ARCI	2,42	1,86	2,04	2,36	2,65	2,82	2,63	2,60	2,26	2,01	2,06	2,72	2,19	2,72	2,62	3,32	2,82
Santa_Fiora	SAFI	2,61	2,62	2,75	2,82	2,81	2,99	2,80	2,69	2,46	2,17	2,10	2,41	2,75	2,20	2,43	2,59	2,99
Bagnore	BAGN	2,57	2,55	2,78	3,05	3,33	3,43	3,19	3,05	2,72	2,54	2,37	2,56	2,48	2,70	2,72	3,34	3,43
Merigar	MERI	4,42	4,42	4,28	5,04	5,54	5,44	4,62	3,67	2,94	3,00	3,34	3,44	2,42	1,97	3,12	4,46	5,54
Piancastagnaio	PICA	3,09	3,91	4,25	4,55	4,57	4,27	4,06	4,21	4,28	4,49	3,89	3,58	3,86	5,51	3,94	4,07	4,57
Piancastagnaio2	PICA2	3,76	4,20	4,14	3,96	3,70	3,48	3,16	2,56	2,09	1,74	1,68	2,23	2,36	3,52	3,28	3,28	4,20

Nella seguente tabella 4 si riporta la media calcolata mensilmente e sull'intero anno solare della concentrazione oraria di H₂S, rilevate dalle centraline di monitoraggio qualità dell'aria di Enel GP, espressi in µg/m³ (microgrammi su metro cubo):

Tab.4: Valori medi mensili di H₂S in aria registrati nel 2022, confrontati con le medie annuali degli ultimi 5 anni.

Medie mensili (Mese/Stazione)		2022-01	2022-02	2022-03	2022-04	2022-05	2022-06	2022-07	2022-08	2022-09	2022-10	2022-11	2022-12	MEDIA 2018	MEDIA 2019	MEDIA 2020	MEDIA 2021	MEDIA 2022
Canneto	CANN	2,05	1,58	3,11	2,22	2,33	1,75	1,76	1,73	2,71	4,08	6,82	7,87	4,48	4,95	3,57	4,11	3,18
Lustignano	LUST	4,87	6,75	6,32	4,16	4,46	4,44	1,79	2,06	3,21	8,76	9,80	8,71	5,17	4,34	4,79	5,01	5,42
Serrazzano	SEZA	5,29	5,03	3,61	4,10	3,17	4,15	3,59	2,80	3,24	5,24	5,79	6,94	4,42	3,79	4,28	4,53	4,41
Sasso_Pisano	SAPI	5,95	4,82	3,07	3,96	5,66	5,80	7,69	5,04	4,39	6,63	6,08	3,99	5,27	5,51	5,91	5,50	5,26
Monterotondo	MORO	4,55	4,74	3,36	3,00	4,21	3,42	4,44	2,99	2,31	4,20	4,25	2,80	5,13	5,10	5,00	3,65	3,69
Montecerboli	MONT	3,10	4,90	5,86	4,35	3,57	5,11	3,54	2,89	3,94	5,43	7,59	6,90	5,37	4,17	4,50	4,45	4,77
Castelnuovo VdC	CANU	3,93	3,79	3,66	2,98	2,92	4,56	4,45	3,87	4,36	6,48	6,61	6,18	3,21	3,91	3,73	3,46	4,50
Larderello	LARD	4,56	5,20	5,47	4,78	4,33	6,68	5,19	4,93	6,02	8,35	7,81	6,90	4,78	3,99	4,17	4,09	5,89
Belforte	BEFO	2,67	1,73	2,55	2,23	3,21	3,33	2,81	2,16	3,20	3,40	3,64	3,90	2,79	2,84	2,61	2,67	2,91
Montalcinello	MOAL	3,79	3,63	4,42	3,62	3,39	4,68	5,48	4,09	3,08	3,22	2,97	3,20	4,37	3,30	2,71	3,63	3,80
Travale	TRVL	3,98	3,38	3,75	2,24	2,96	4,45	4,10	3,41	3,12	4,21	3,51	3,11	2,40	1,93	2,32	3,22	3,52
Chiusdino	CHIU	4,00	3,65	3,04	3,04	4,25	5,65	6,09	5,32	3,54	8,73	3,60	3,00	4,72	4,40	3,68	4,62	4,50
Arcidosso	ARCI	1,47	1,61	3,00	2,44	2,38	2,80	2,51	1,51	1,43	2,57	2,15	3,37	1,67	2,07	1,94	2,53	2,28
Santa_Fiora	SAFI	2,84	2,44	3,00	2,71	2,96	2,80	2,47	2,16	1,85	2,13	2,31	2,75	2,08	1,92	2,14	2,20	2,51
Bagnore	BAGN	2,46	2,58	3,23	3,34	3,34	2,86	2,98	2,26	2,24	2,48	2,40	2,52	1,91	1,91	2,34	2,55	2,73
Merigar	MERI	3,85	3,75	5,17	6,01	4,75	3,30	2,72	2,86	3,16	2,93	3,87	2,69	1,97	1,60	2,46	3,70	3,77
Piancastagnaio	PICA	3,82	4,60	4,35	4,52	3,87	3,39	4,76	4,12	3,75	3,90	3,10	2,09	2,87	2,91	3,24	3,52	3,85
Piancastagnaio2	PICA2	4,30	3,80	3,00	3,99	3,07	2,51	2,10	1,55	1,33	1,67	1,96	3,03	1,51	2,93	2,67	2,81	2,71

La concentrazione di 7 µg/m³ viene usualmente presa come riferimento per stimare il disturbo olfattivo. Nella seguente tabella 5 sono indicate il numero di ore mensili e annuali in cui è stata registrata una concentrazione in aria superiore a 7 µg/m³, espresse in valore percentuale rispetto alle ore rilevate. Emerge una situazione sostanzialmente simile rispetto a quella registrata negli ultimi tre anni con alcuni dati in miglioramento e altri in peggioramento; nei casi peggiori si sono registrate percentuali mensili anche superiori al 20%, in particolare a Sasso Pisano, o di poco inferiori (Lustignano). Si rileva un peggioramento anche nell'area di Arcidosso, che comunque resta tra le aree in cui il fenomeno risulta meno marcato. Sembra comunque di poter osservare, nel complesso, una generale tendenza di lento miglioramento.

Tab.5: Percentuale mensile ed annuale delle ore con concentrazione superiore a 7µg/m³.

%ore con Conc.>7µg/m ³ -Stazione		2022-1	2022-2	2022-3	2022-4	2022-5	2022-6	2022-7	2022-8	2022-9	2022-10	2022-11	2022-12	INTERO 2018	INTERO 2019	INTERO 2020	INTERO 2021	INTERO 2022
Canneto	CANN	6,2	2,6	9,0	4,9	3,8	2,3	2,3	2,2	6,0	13,0	26,6	27,4	15,1	17,0	9,0	10,9	8,9
Lustignano	LUST	20,7	32,4	30,5	14,8	18,0	18,4	1,5	2,4	11,9	50,3	57,9	41,3	20,9	16,3	17,5	19,8	24,9
Serrazzano	SEZA	19,5	20,6	11,2	14,8	6,8	15,7	9,0	4,8	5,7	22,7	28,4	31,1	16,5	12,6	16,3	16,3	15,8
Sasso_Pisano	SAPI	31,6	23,7	12,6	15,1	22,5	27,8	42,7	27,6	16,8	36,6	28,5	16,5	26,7	29,0	31,1	26,4	25,2
Monterotondo	MORO	18,9	21,5	11,6	9,7	18,8	13,6	20,2	10,0	5,6	19,6	18,7	11,1	22,4	22,3	22,1	15,4	14,9
Montecerboli	MONT	10,6	22,0	30,2	15,8	8,6	21,0	8,9	4,2	10,4	23,7	37,2	29,2	23,2	14,5	18,3	17,4	18,5
Castelnuovo VdC	CANU	7,5	10,2	9,6	4,2	6,4	16,2	16,7	13,5	16,0	31,9	30,0	27,6	6,0	12,3	10,6	7,7	15,9
Larderello	LARD	18,1	26,0	24,8	19,7	13,5	30,8	19,1	20,8	24,2	39,9	39,0	30,2	17,5	13,2	14,3	13,4	25,6
Belforte	BEFO	0,7	2,4	4,5	1,4	5,5	8,6	6,9	1,2	3,7	6,7	6,7	9,0	4,0	5,0	4,0	4,0	4,8
Montalcinello	MOAL	5,1	9,5	12,4	10,3	3,9	19,5	25,6	16,7	6,7	5,7	2,2	6,2	17,3	8,7	3,2	9,4	10,4
Travale	TRVL	11,0	7,7	9,4	3,0	5,9	13,6	10,9	8,1	6,1	15,2	10,9	10,8	2,7	2,3	4,7	8,7	9,4
Chiusdino	CHIU	14,2	14,4	9,1	8,5	17,0	23,4	30,9	22,9	11,3	29,3	11,0	8,5	17,5	15,8	12,9	15,4	16,7
Arcidosso	ARCI	4,1	3,6	11,0	5,3	5,2	6,9	2,1	1,4	0,9	6,0	2,1	5,3	1,2	1,7	2,6	5,2	4,5
Santa_Fiora	SAFI	3,6	0,2	4,1	1,5	2,3	2,7	0,7	0,3	0,7	0,9	1,4	2,6	0,7	0,3	0,8	1,3	1,7
Bagnore	BAGN	2,8	3,3	5,2	5,7	4,5	6,0	3,5	1,4	2,3	2,3	3,1	3,8	1,4	1,5	2,6	3,8	3,7
Merigar	MERI	7,0	5,8	17,6	29,9	14,8	8,7	7,0	8,3	7,0	5,1	8,0	1,0	3,1	1,7	4,1	8,8	10,1
Piancastagnaio	PICA	10,9	11,8	12,5	15,6	6,5	5,3	14,5	8,5	8,5	6,7	5,4	0,4	6,1	6,5	5,8	6,4	8,9
Piancastagnaio2	PICA2	10,6	10,0	5,3	11,1	6,4	3,5	1,9	1,1	1,3	1,3	2,9	2,7	1,1	5,0	5,0	4,6	4,9

3. INTRODUZIONE E FINALITÀ DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio della qualità dell'aria è svolto da Enel GP, sotto la supervisione ARPAT, mediante la gestione delle seguenti 18 stazioni fisse di qualità aria (o SQA) e un mezzo mobile.

N	DENOMINAZIONE (SIGLA)	COMUNE	QUOTA	EST (GB)	NORD (GB)
6	Arcidosso (ARDO)	Arcidosso (GR)	718	1707880	4748910
7	Santa Fiora (SAFI)	Santa Fiora (GR)	718	1710980	4745600
8	Bagnore (BAGN)	Santa Fiora (GR)	763	1709910	4746830
23	Merigar (MERI)	Arcidosso (GR)	897	1708136	4746280
9	Piancastagnaio (PICA)	Piancastagnaio (SI)	725	1720360	4747580
22	Piancastagnaio 2 (PICA2)	Piancastagnaio (SI)	791	1719470	4747780
10	Canneto (CANN)	Monteverdi Marittimo (PI)	308	1641280	4784510
11	Lustignano (LUST)	Pomarance (PI)	398	1646420	4782980
12	Serrazzano (SEZA)	Pomarance (PI)	530	1647400	4786550
13	Sasso Pisano (SAPI)	Castelnuovo Val di Cecina (PI)	490	1651390	4781090
14	Monterotondo (MORO)	Monterotondo Marittimo (GR)	507	1650850	4778580
15	Montecerboli (dal 24/4/2012) (MONT)	Pomarance (PI)	410	1652730	4789960
16	Castelnuovo V.C. (CANU)	Castelnuovo V.C (PI)	580	1654460	4786000
17	Larderello (LARD)	Pomarance (PI)	441	1653540	4789040
18	Belforte (BEFO)	Radicondoli (SI)	528	1667580	4788590
19	Montalcinello (MOAL)	Chiusdino (SI)	360	1668500	4784680
20	Travale (TRVL)	Montieri (GR)	511	1663790	4781610
21	Chiusdino (CHIU)	Chiusdino (SI)	521	1668910	4780040

Il controllo da parte di ARPAT dell'attività di monitoraggio svolta da Enel GP è effettuato attraverso i mezzi e la strumentazione di seguito elencata:

- **laboratorio mobile ARPAT GEO1**, attrezzato per la rilevazione di H₂S e di Hg oltre che dei dati meteo di base. In passato, trattandosi di un mezzo di più difficile manovrabilità, è stato impiegato per monitoraggi su periodi temporali più lunghi, usualmente in aree non servite dalle altre stazioni di monitoraggio. Per questo, nei primi mesi del 2022, il mezzo è stato sostituito, al fine di renderlo più moderno e facilmente gestibile.
- **laboratorio mobile ARPAT GEO2**. Oltre che per le normali campagne di monitoraggio, il Geo2 viene utilizzato anche per il controllo dei dati misurati dalle stazioni Enel GP mediante il suo posizionamento in prossimità di una stazione Enel GP presa a campione, in modo che le due stazioni, di ARPAT ed Enel GP, effettuino un rilevamento in parallelo per un periodo variabile, compreso tra 90 e 120 gg. Si ricorda che dal 2014 il mezzo GEO2 è stato dotato di un analizzatore di Hg gassoso. Anche questo mezzo nel 2022 è stato oggetto di manutenzione.
- **stazione fissa presso l'abitato di Montecerboli**, Comune di Pomarance (PI): questa stazione fa parte della Rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria ed è stata attrezzata per il monitoraggio di H₂S, oltre che di ozono (O₃), diossido di azoto (NO₂) e particolato (PM₁₀).

In linea generale, i due mezzi mobili ARPAT sono impiegati per monitorare le aree non servite da stazioni fisse e per verificare periodicamente i dati forniti dalle stazioni di monitoraggio gestite da Enel GP, mediante campagne brevi, svolte in parallelo.

4. INDICATORI

4.1 Idrogeno solforato

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. Usualmente si distingue:

- **soglia di rilevazione:** è la minima concentrazione che suscita una risposta sensoriale. Si ritiene sia compresa nell'intervallo 0,2-2,0 µg/m³;
- **soglia di riconoscimento:** è la minima concentrazione di identificazione del tipo di odore. Si ritiene sia compresa nell'intervallo 0,6-6,0 µg/m³.

Tali soglie non corrispondono a valori definiti e costanti, ma piuttosto sono degli intervalli di concentrazione, generalmente abbastanza ampi, principalmente perché la capacità di un composto di essere percepito dal nostro sistema olfattivo (potenzialità osmogena) dipende da aspetti diversi che sono oggettivi, cioè propri della sostanza (volatilità, idrosolubilità, metodo di rilevazione, etc.), soggettivi (dipendono dalla fisiologia e dalla psicologia dell'osservatore o dal gruppo di individui presi a riferimento) ed ambientali (distanza tra sorgente e recettore, temperatura, pressione, umidità relativa dell'aria, velocità e direzione dei venti).

In considerazione del fatto che l'H₂S è chiaramente percepibile dall'olfatto umano già in concentrazioni molto più basse rispetto a quelle per il quale può ritenersi pericoloso per la salute umana e tenuto presente che la normativa regionale e le linee guida internazionali non prevedono un valore limite in aria da rispettare, per il suo monitoraggio è prassi consolidata (anche in considerazione delle tecnologie disponibili e del valore di fondo nelle aree geotermiche toscane, che, pur non essendo quest'ultimo noto, risulta certamente influenzato anche da sorgenti naturali non ancora completamente individuate) determinare il numero di ore in cui è stata rilevata una concentrazione superiore al valore di 7 µg/m³, indicato dal WHO, sebbene sia noto che, almeno su una parte della popolazione esposta, possano verificarsi fenomeni di molestia olfattiva già per esposizioni di 30 minuti.

4.1.1 Valori di riferimento per la tutela sanitaria

Per quanto riguarda l'individuazione di valori di riferimento per la tutela sanitaria, coerentemente a quanto indicato nella Delibera di Giunta della Regione Toscana n. 344 del 22 marzo 2010, la concentrazione oraria di idrogeno solforato rilevata in aria è mediata sui seguenti tre periodi di osservazione:

1. 24 ore (Valore di riferimento per "singola esposizione ad alta concentrazione": 150 µg/m³)
2. 2 giorni – 14 giorni (Valore di riferimento per esposizione a "breve termine": 100 µg/m³)
3. 15 giorni – 90 giorni (Valore di riferimento per esposizione a "medio termine": 20 µg/m³)

I valori di riferimento tra parentesi sono ricavati dai due documenti del World Health Organization:

- Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition (2000).
- Concise International Chemical Assessment Document 53. HYDROGEN SULFIDE: HUMAN HEALTH ASPECTS (2003).

Nel corso del "Meeting report" organizzato dal WHO, che si è svolto a Bonn nel 2015, sulla base delle più recenti evidenze scientifiche, sono state riviste le priorità e valutata l'opportunità di aggiornare i limiti di riferimento sanitari per alcuni inquinanti.

In particolare l'H₂S, sostanza di tipo inorganico, è stata inserita nel Gruppo 3, ossia quello con priorità di aggiornamento inferiore (il Gruppo 4 è relativo alle sostanze di cui le nuove conoscenze non giustificano una revisione dei documenti attuali, mentre i Gruppi 3, 2 e 1 sono sostanze per i quali è richiesto un aggiornamento delle conoscenze scientifiche, rispettivamente con ordine di priorità crescente).

In relazione ai valori di riferimento sopra indicati, è opportuno osservare che, mentre per il primo intervallo il confronto tra i valori rilevati è pressoché immediato, per quelli di cui ai punti 2 e 3, risulta cautelativamente più semplice effettuare una verifica condotta assumendo il periodo di osservazione immediatamente minore a quello inferiore dell'intervallo indicato, piuttosto che calcolare la serie di medie indicate dalla citata Delibera 344/2010.

In altre parole, se il valore medio della concentrazione mediata su tale periodo di osservazione, inferiore a quello indicato per il confronto con il valore di riferimento, risulta sempre inferiore al valore di riferimento, si ha la matematica certezza del non superamento. Diversamente è necessario effettuare puntualmente la verifica su tutti gli intervalli di tempo previsti dalla Delibera.

In termini esemplificativi: se la media mobile delle concentrazioni di H₂S determinata su 24 ore risulta sempre inferiore a 100 µg/m³, si è matematicamente sicuri che lo sono anche le medie determinate sui periodi di riferimento di durata superiore (2 giorni, 3 giorni, ..., 14 giorni).

In modo analogo se la media mobile delle concentrazioni di H₂S determinata su 14 giorni risulta sempre inferiore a 20 µg/m³ si è matematicamente sicuri che lo sono anche le medie determinate sui periodi di riferimento di durata superiore, in particolare con durata compresa tra 15 e 90 giorni.

Bisogna inoltre tenere presente che un dato è ritenuto rappresentativo del periodo di osservazione considerato, quando sono disponibili almeno il 75% dei dati che lo compongono: il dato relativo alla media calcolata su 24 ore richiede la conoscenza di almeno 18 ore (24 x 75%).

In conclusione, per verificare il rispetto dei limiti di riferimento indicati dalla Delibera di Giunta della Regione Toscana n. 344/2010, invece che calcolare le medie mobili su 24 ore, 2 giorni, 3 giorni, ..., 90 giorni, risulta più semplice e cautelativo determinare i valori delle medie mobili calcolati su 24 ore e 14 giorni.

Si osserva infine che il valore ottenuto su medie mobili di 90 giorni, così come la media annuale, sono un utile riferimento per valutare l'esposizione della popolazione per periodi di lungo temine.

4.2 Vapori di Mercurio

Come noto il mercurio è un metallo fortemente tossico. L'introduzione nell'organismo può avvenire sia per ingestione, sia per inalazione dei vapori, sia per semplice contatto.

Essendo un costituente naturale della crosta terrestre, anche in aree remote, i livelli di mercurio sotto forma di vapore in atmosfera sono di circa 2,0 – 4,0 ng/m³, fino a 10 ng/m³ in aree urbane.

Come evidenziato dallo stesso WHO, tale causa di assunzione può comunque ritenersi trascurabile rispetto ai quantitativi assimilati dall'organismo umano per assunzione diretta tramite il cibo ingerito (soprattutto pesce con rischio di bio-accumulo) e per altri cause (otturazioni dentali, antisettici, vernici, cere per pavimenti, nei lucidanti per mobili, ammorbidenti, etc.).

4.2.1 Valori di riferimento per la tutela sanitaria

Sulla base degli effetti osservati sugli esseri umani a causa dei vapori di mercurio, le già richiamate linee guida pubblicate dal WHO suggeriscono di rispettare una concentrazione di 1 µg/m³, mediata su un periodo di riferimento annuale.

Cautelativamente e in accordo con la DGR n. 344/2010, nel presente rapporto è stato scelto di riferirsi al valore di riferimento di $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($200 \text{ ng}/\text{m}^3$), anch'esso mediato su un periodo di riferimento di 1 anno, coerentemente ai MRLs (Minimal Risk Levels - Livelli guida significativi per la salute), elaborati dalla Agenzia governativa US ATSDR, in analogia ai valori soglia US EPA, per effetti non cancerogeni delle sostanze chimiche nell'ambiente ad uso della stessa ATSDR per valutare i siti contaminati (novembre 2007).

5. STAZIONI DI RILEVAMENTO ENEL PER L'H₂S

Come negli anni passati, per un confronto immediato dell'andamento della concentrazione di idrogeno solforato in aria nell'ultimo anno con i limiti sanitari precedentemente richiamati, nei paragrafi seguenti sono forniti i grafici dei valori massimi registrati giorno per giorno delle medie mobili calcolate rispettivamente su intervalli temporali di 24 ore, di 14 giorni e di 90 giorni.

Per sintesi di rappresentazione e per agevolarne la lettura, le diverse stazioni di rilevamento sono state raggruppate in 6 gruppi in base al criterio di vicinanza geografica.

5.1 Stazioni Q.A. di Arcidosso, Santa Fiora, Bagnore e Merigar



Fig.1: Ubicazione delle CGTE di Bagnore 3 e Bagnore 4 e delle SQA di Arcidosso (ARCI), Bagnore (BAGN), Santa Fiora (SAFI) e Merigar (MERI)

Le quattro stazioni di monitoraggio Enel GP ubicate nei Comuni di Arcidosso e Santa Fiora, entrambi nella provincia di Grosseto, presidiano le centrali produttive di Bagnore 3 e Bagnore 4.

I dati rilevati in quest'area si confermano come i più bassi di tutta l'area geotermica toscana e l'esame dei dati disponibili permette di affermare che, pur essendosi verificati superamenti della soglia olfattiva che possono aver determinato disturbi alla popolazione e pur essendosi registrato negli ultimi due anni un leggero peggioramento rispetto agli anni precedenti (in particolare presso la postazione denominata Merigar), i dati registrati dalle 4 centraline di monitoraggio Enel GP e dei mezzi mobili ARPAT si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di riferimento per la tutela sanitaria: le tre medie mobili calcolate sui tre intervalli di mediazione (24 ore, 2 - 14 giorni e 15-90 giorni) sono tutte ampiamente inferiori ai rispettivi limiti di riferimento.

5.1.1 Media mobile calcolata su 24 ore

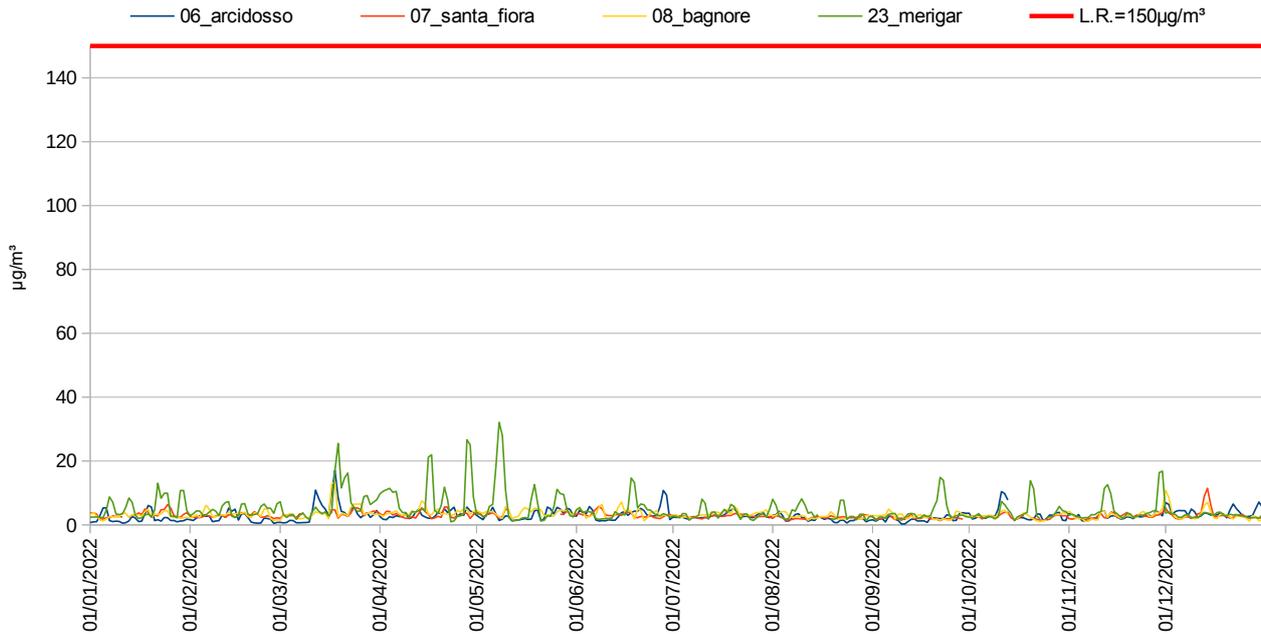


Grafico 1: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 24 ore della concentrazione in aria di idrogeno solforato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore di riferimento linea rossa = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.1.2 Media mobile calcolata su 14 giorni

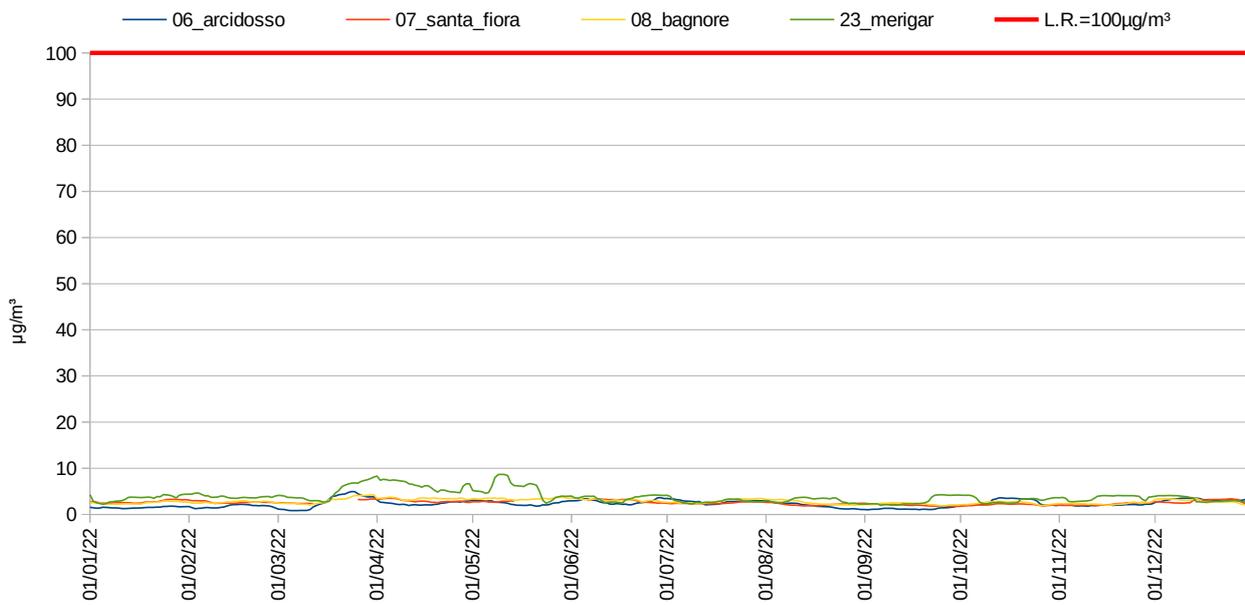


Grafico 2: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 14 giorni della concentrazione in aria di idrogeno solforato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore di Riferimento linea rossa = $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.1.3 Media mobile calcolata su 90 giorni

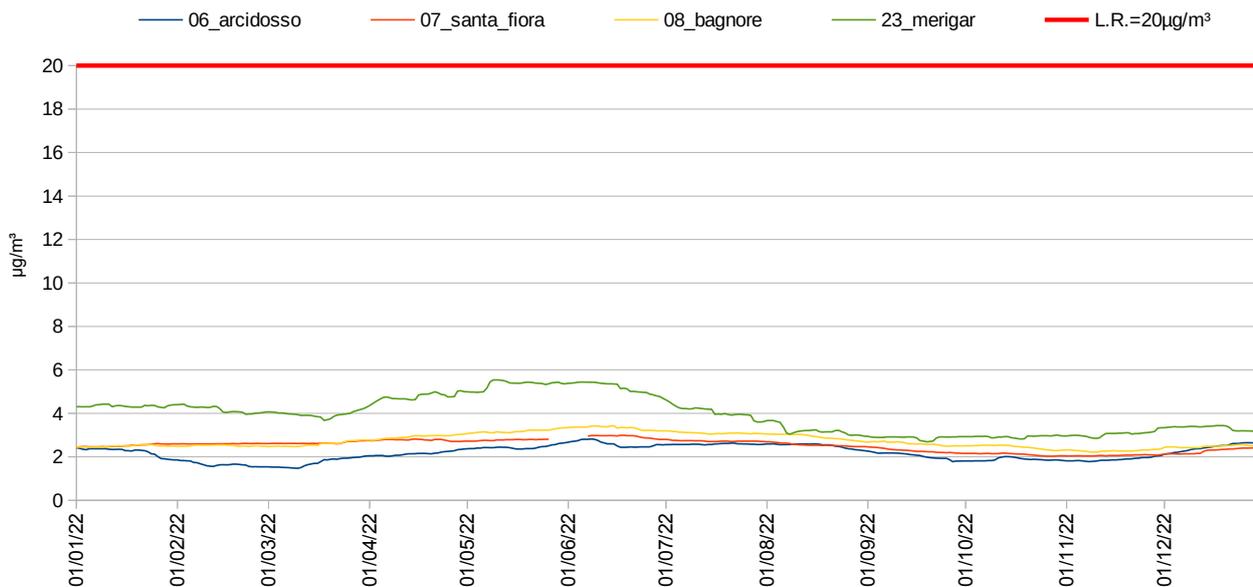


Grafico 3: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 90 giorni della concentrazione in aria di idrogeno solforato in µg/m³ (Valore di riferimento = 20 µg/m³)

5.1.4 Media annuale (2010-2022)

I dati storici relativi alla concentrazione di H₂S in aria mostrano, per il periodo preso in esame, una situazione di sostanziale stazionarietà, con tendenza ad una lenta, progressivo leggero aumento della concentrazione di idrogeno solforato in aria. Riteniamo tuttavia importante rilevare come, nonostante l'entrata in servizio della Centrale di Bagnore 4 (2013-2014), che ha comportato un aumento di potenzialità produttiva di 40 MW, oltre ai 20 MW di Bagnore 3, negli anni immediatamente successivi (2015-2019), non si sia riscontrato un proporzionale peggioramento della qualità dell'aria, anzi semmai un progressivo lento miglioramento, imputabile presumibilmente alle migliori tecniche gestionali messe a punto dal Gestore. Il trend di decrescita risulta interrotto nel triennio 2020-2022, per cause non del tutto definite e solo marginalmente riconducibili alle difficoltà di pronto intervento derivanti dall'emergenza sanitaria Covid. Tale circostanza risulta particolarmente evidente per la postazione di Merigar.

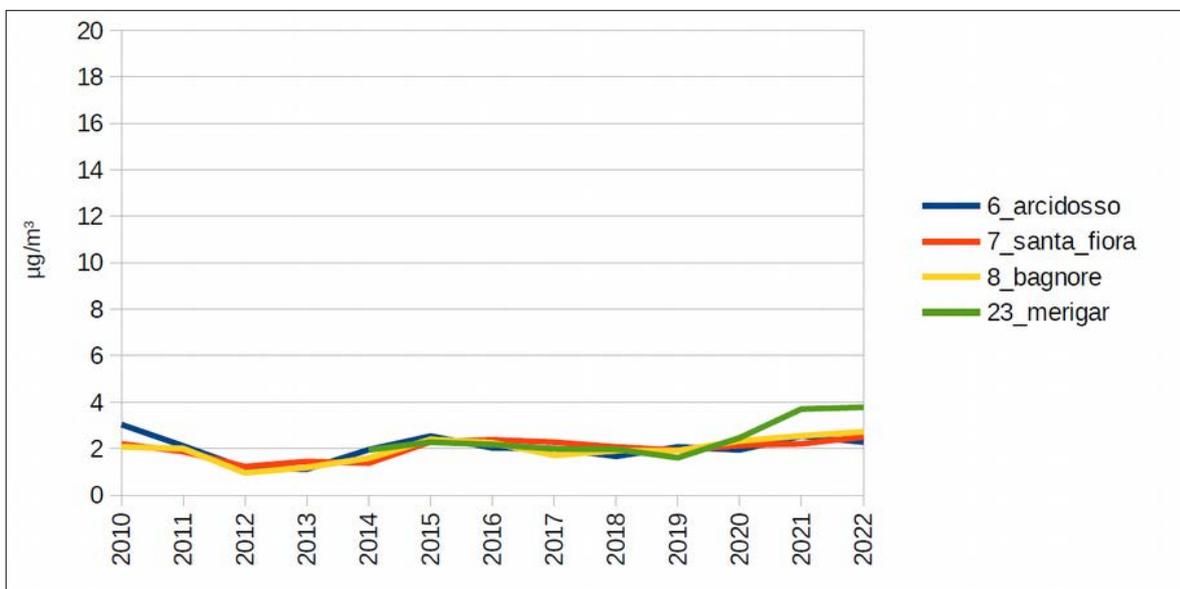


Grafico 4: Area Amiata (GR). Concentrazione in aria media annuale di idrogeno solforato (H₂S)

5.2 Stazioni Q.A. di Piancastagnaio (PICA e PICA2)

Le due stazioni di monitoraggio Enel GP sono prossime al centro abitato di Piancastagnaio e in posizione baricentrica rispetto alle tre centrali omonime.



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)

I valori registrati nel 2022 dalle postazioni di monitoraggio ENEL, confermano i miglioramenti già riscontrati negli ultimi anni e permettono di affermare che, pur essendosi anche qui registrati superamenti della soglia olfattiva che possono aver determinato disturbi alla popolazione, i dati registrati dalle 2 postazioni di monitoraggio Enel GP e dal mezzo mobile ARPAT GEO1, che si ricorda è stato ubicato a Castel del Piano (SI) fino a fine gennaio 2022, si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di riferimento per la tutela sanitaria.

Dall'esame dei dati registrati dalla postazione di misura di Piancastagnaio, i valori sopra la media (imputabili ai fuori servizio dell'AMIS o a fuori servizio di una delle tre centrali presenti - Piancastagnaio 3, 4 e 5) mostrano, nel corso degli anni, valori decisamente più contenuti e una durata dell'evento più breve, confermati dalla riduzione delle tre medie mobili calcolate, e da una evidente riduzione della media annuale, in particolare a partire dal 2018.

5.2.1 Media mobile calcolata su 24 ore

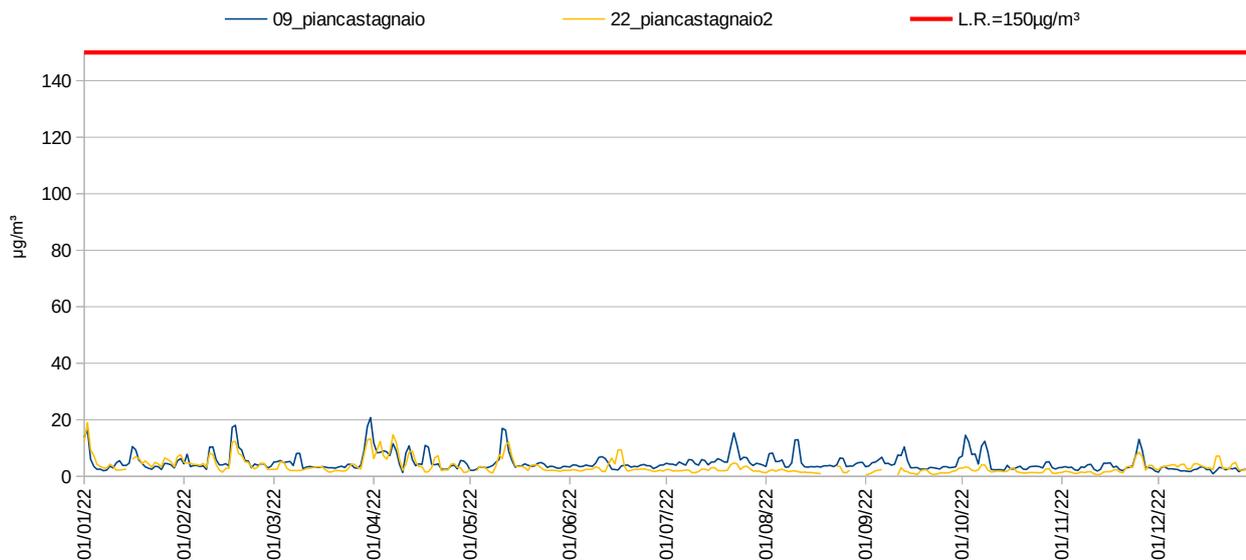


Grafico 5: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 24 ore della concentrazione in aria di idrogeno solforato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore di riferimento = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.2.2 Media mobile calcolata su 14 giorni

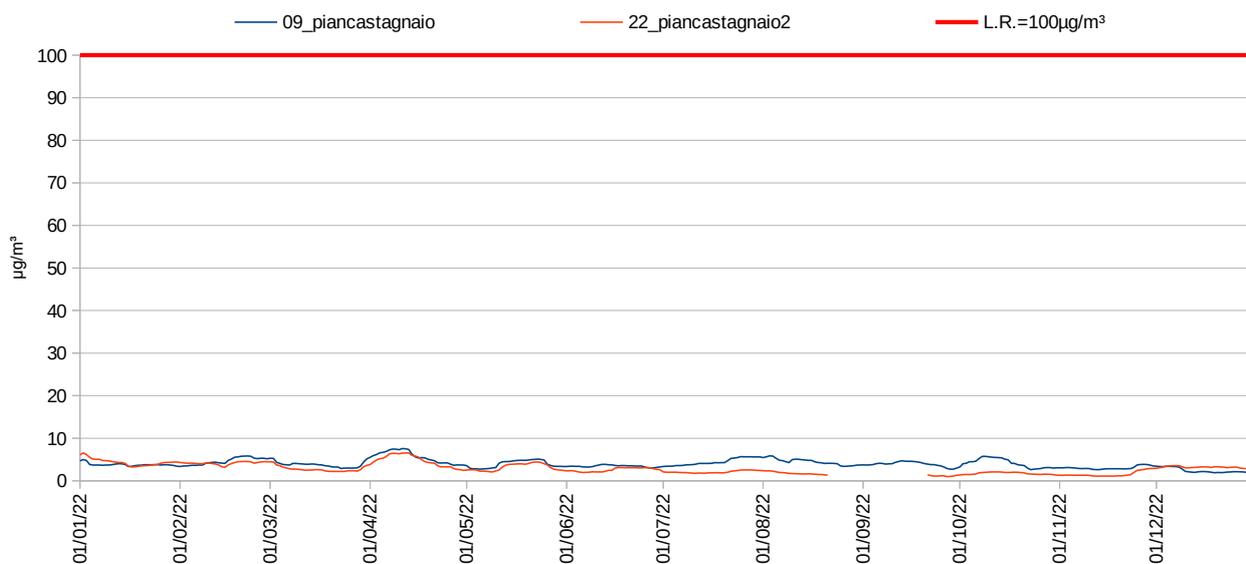


Grafico 6: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 14 giorni della concentrazione in aria di idrogeno solforato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore di Riferimento = $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.2.3 Media mobile calcolata su 90 giorni

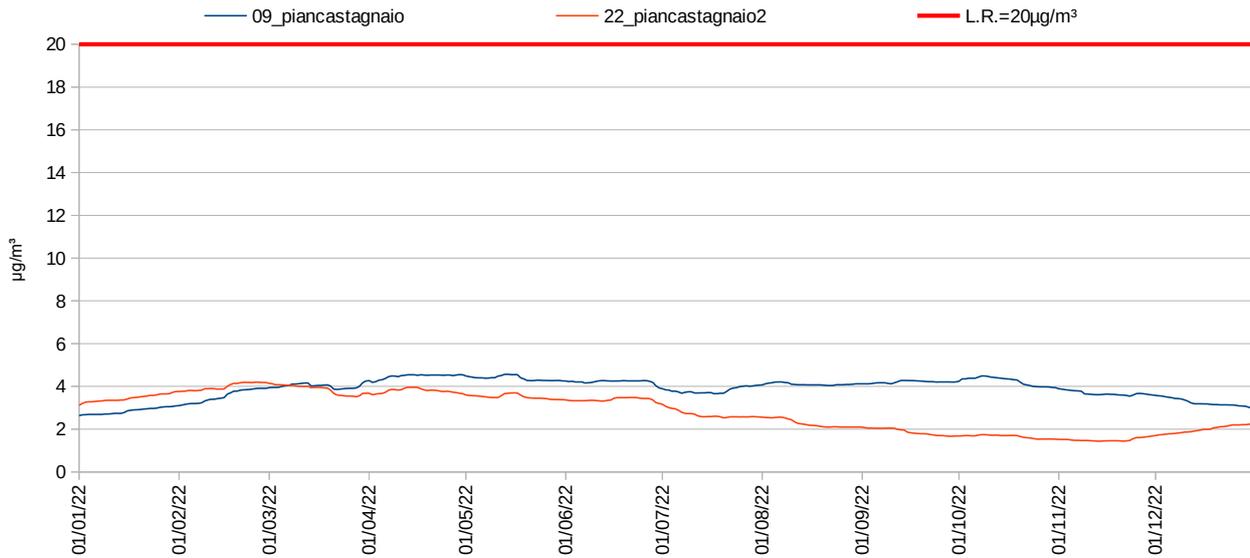


Grafico 7: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 90 giorni della concentrazione in aria di idrogeno solforato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore di riferimento = $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.2.4 Media annuale

I dati storici relativi alla concentrazione di H_2S in aria rilevati nella postazione di Piancastagnaio mostrano un progressivo miglioramento del parametro, probabilmente da mettere in relazione con le tecniche adottate per effettuare gli interventi di ammodernamento tecnologico e la messa a punto di migliori tecniche di manutenzione praticate dal Gestore sugli impianti e sulla rete vapore.

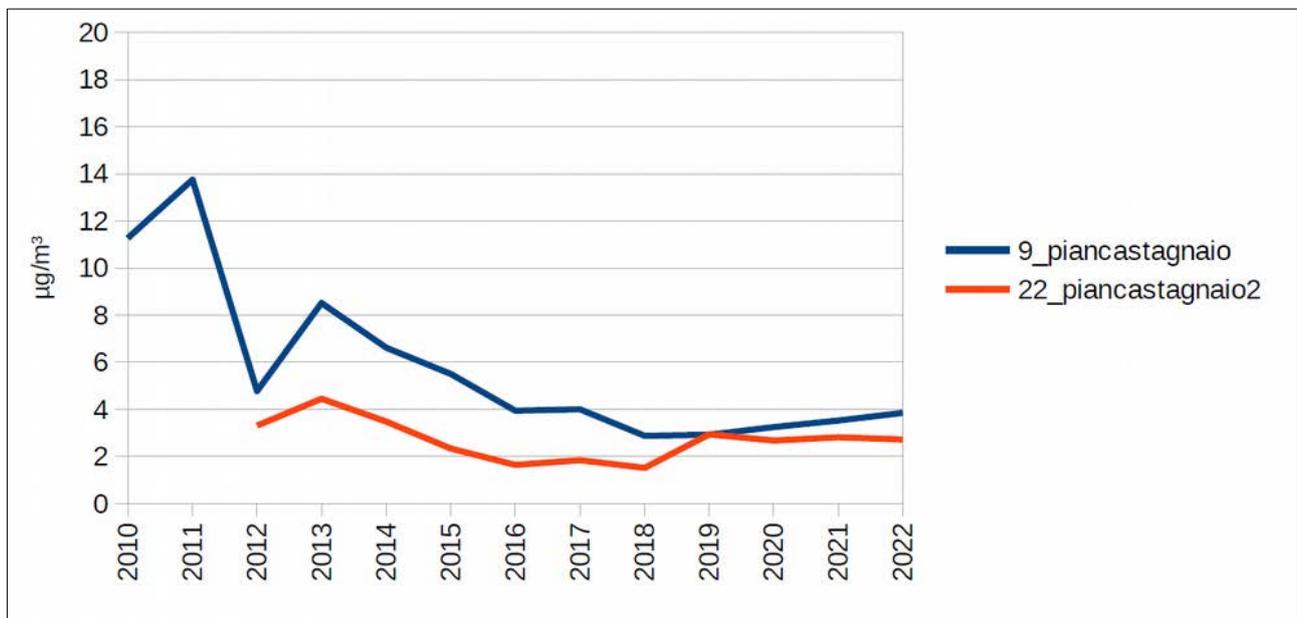


Grafico 8: Area Amiata (SI). Concentrazione in aria media annuale di idrogeno solforato (H_2S)

5.3 Stazioni Q.A. di Canneto, Lustignano, Serrazzano

Le tre Stazioni di Qualità dell'Aria di Canneto, Lustignano e Serrazzano si trovano in un'area di coltivazione intensiva della risorsa geotermica, in quanto in prossimità delle seguenti centrali geotermiche: Monteverdi 1 e 2, Nuova Serrazzano, Nuova Lagoni Rossi, Cornia 2 e Le Prata.

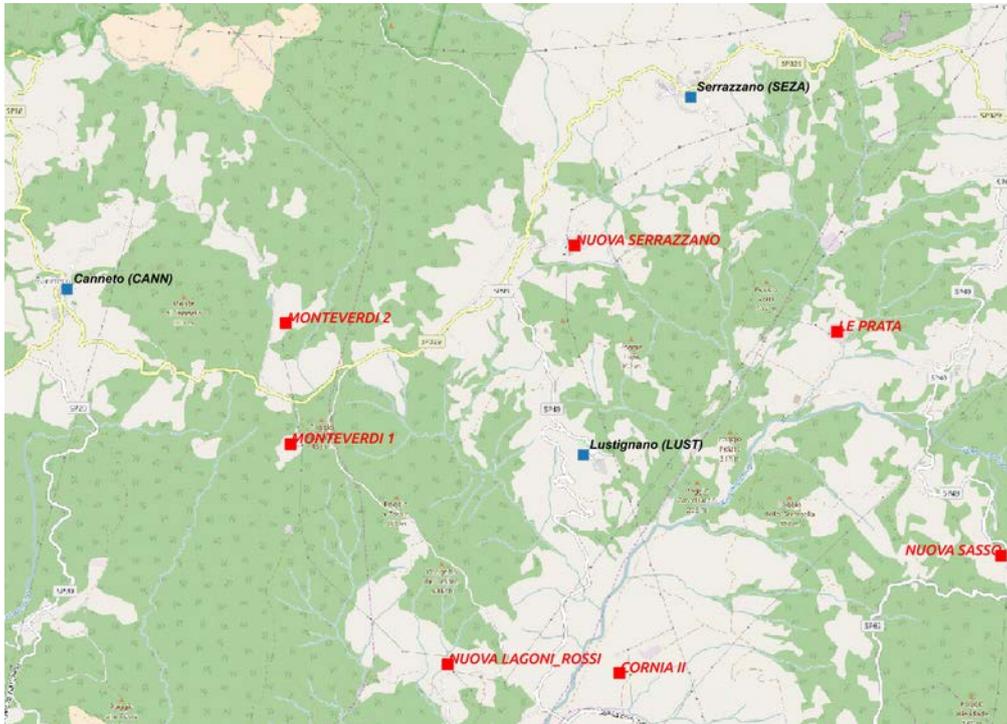


Fig.3: Ubicazione delle diverse CGTE dell'area e delle tre SQA di Canneto (CANN), Serrazzano (SEZA) e Lustignano (LUST)

Le tre stazioni mostrano generalmente un andamento abbastanza simile, presumibilmente condizionato dalla vicinanza alle centrali indicate, ma anche da probabili manifestazioni gassose naturali e da condizioni meteo-climatiche che comportano una ridotta dispersione dell'idrogeno solforato.

Si ricorda che il completamento del piano di installazione degli AMIS nelle centrali dell'area tradizionale, avvenuto nel 2015, ha comportato negli anni successivi un'evidente riduzione della concentrazione in aria di H₂S, confermata anche nel triennio 2020-2022.

Le concentrazioni sopra la media registrate nei mesi da ottobre a dicembre, in particolare a Lustignano e a Canneto, sembrano correlabili con blocchi AMIS delle centrali presenti, in particolare di Monteverdi, ma forse anche alle prove di produzione e caratterizzazione svolte in alcuni pozzi limitrofi.

L'esame dei dati disponibili, permette di affermare che i dati registrati dalle tre centraline di monitoraggio Enel GP, si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di riferimento per la tutela sanitaria, pur essendosi registrati ripetuti superamenti della soglia olfattiva che possono aver determinato disturbi alla popolazione.

5.3.1 Media mobile calcolata su 24 ore

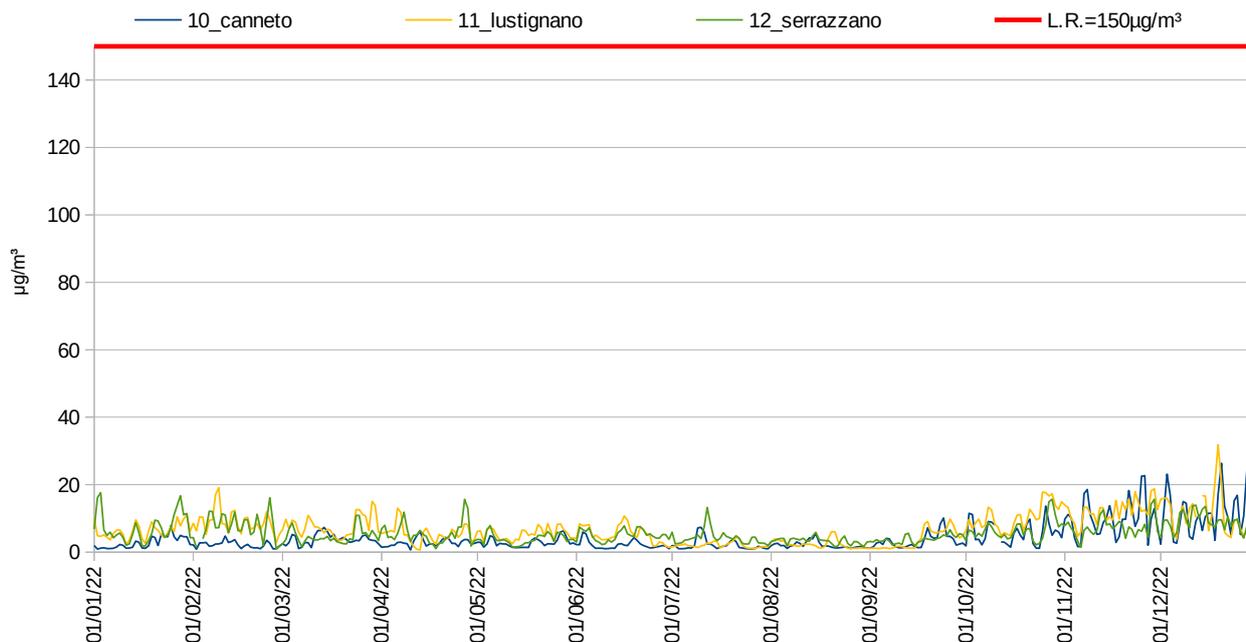


Grafico 9: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 24 ore della concentrazione in aria di idrogeno solforato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore di riferimento = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.3.2 Media mobile calcolata su 14 giorni

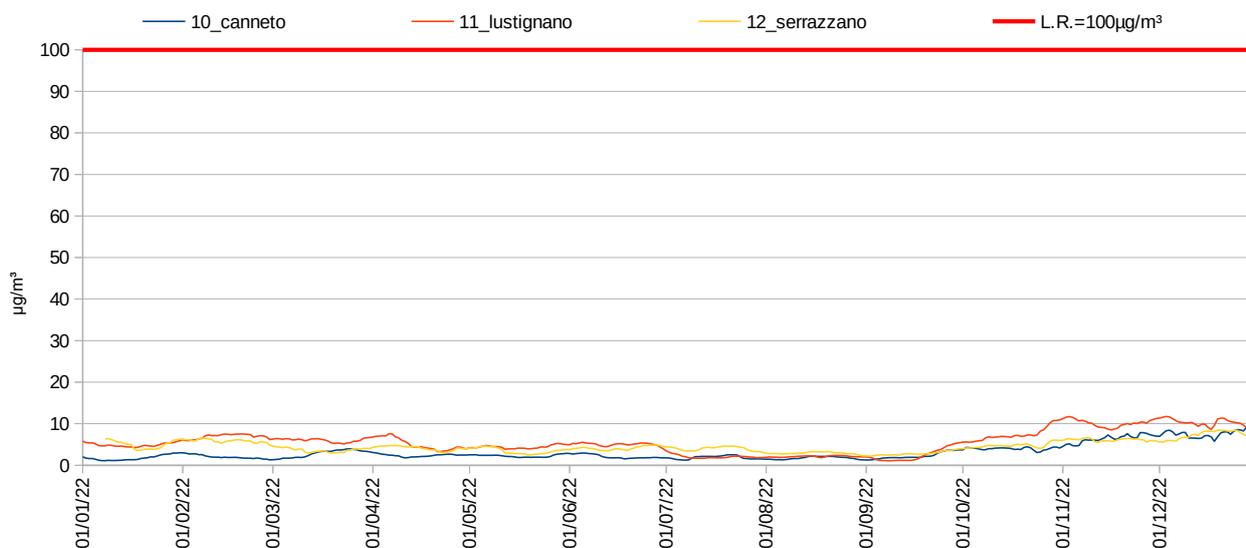


Grafico 10: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 14 giorni della concentrazione in aria di idrogeno solforato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore di Riferimento = $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.3.3 Media mobile calcolata su 90 giorni

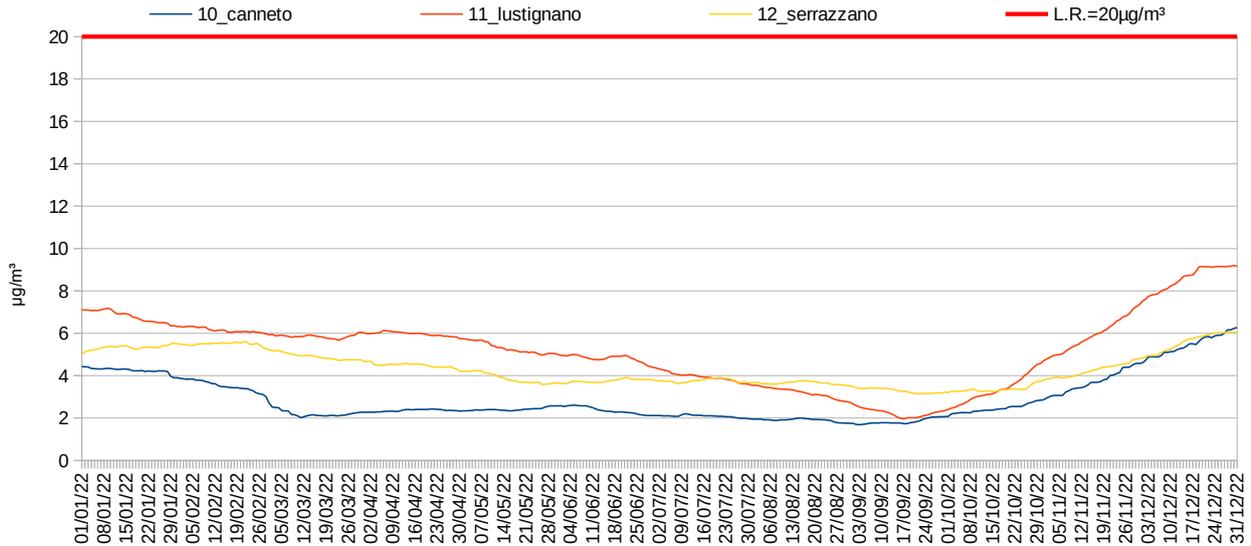


Grafico 11: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 90 giorni della concentrazione in aria di idrogeno solforato in µg/m³ (Valore di Riferimento= 20 µg/m³)

5.3.4 Media annuale

I dati storici relativi alla concentrazione di H₂S in aria confermano la tendenza di progressivo miglioramento del parametro, in buona misura dovuto al completamento del piano di installazione del sistema AMIS, avvenuto nel corso del 2015 presso le Centrali dell'area tradizionale.

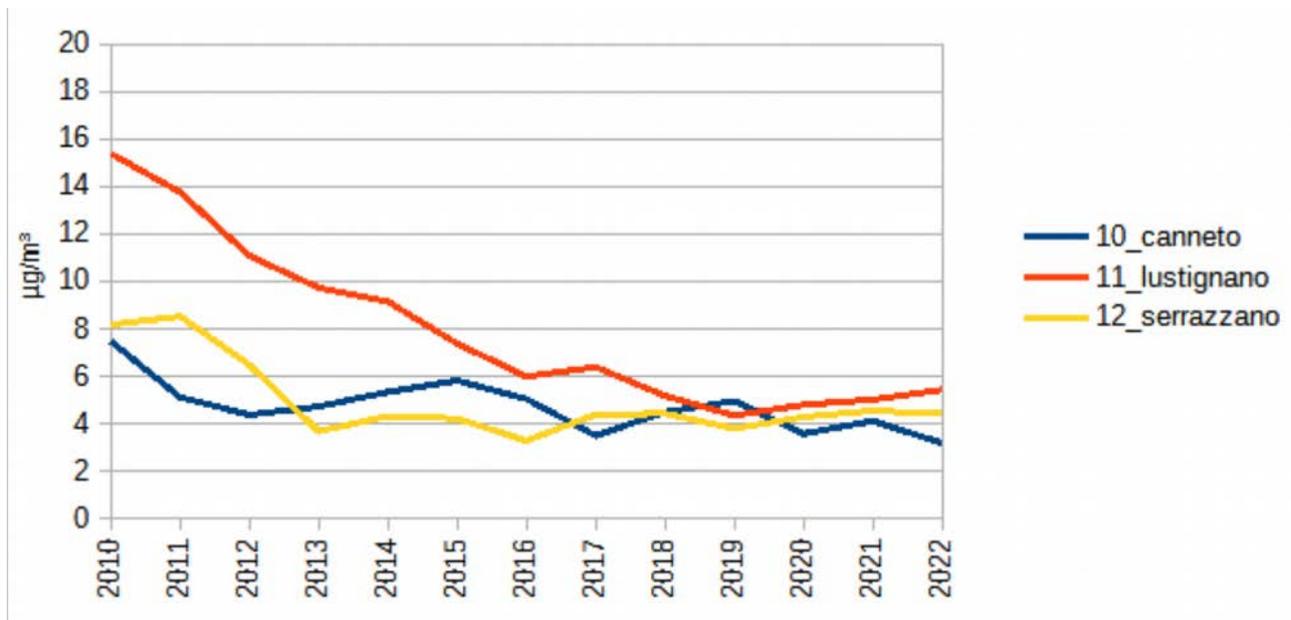


Grafico 12: Area Val di Cornia (1/2). Concentrazione in aria media annuale di idrogeno solforato (H₂S)

5.4.1 Media mobile calcolata su 24 ore

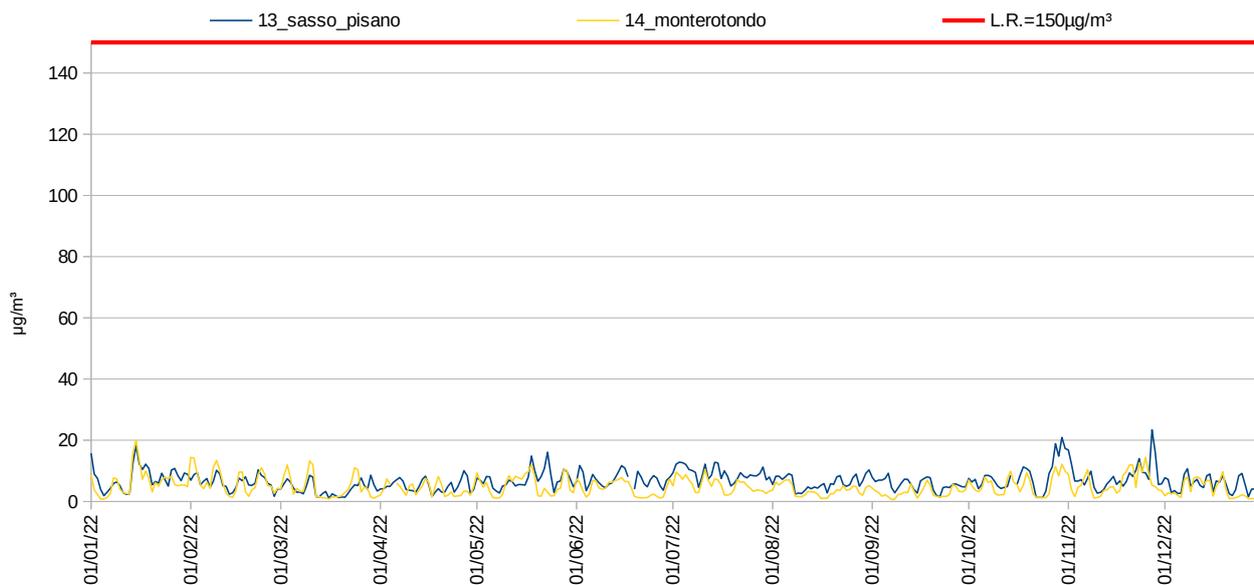


Grafico 13: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 24 ore della concentrazione in aria di idrogeno solforato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore di riferimento = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.4.2 Media mobile calcolata su 14 giorni

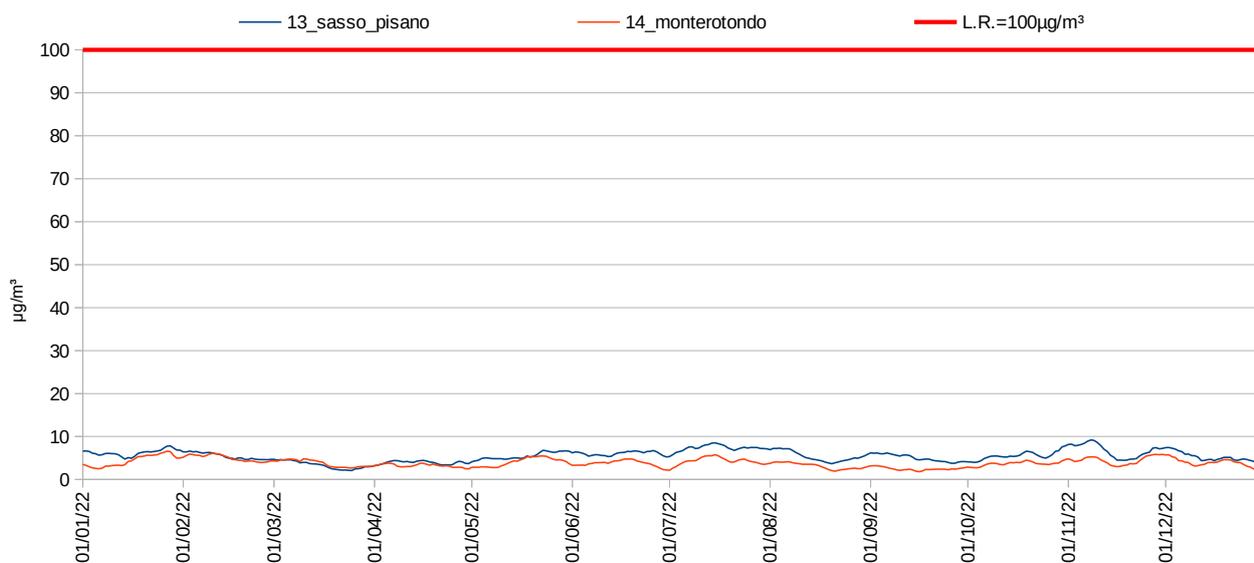


Grafico 14: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 14 giorni della concentrazione in aria di idrogeno solforato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore di riferimento = $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.4.3 Media mobile calcolata su 90 giorni

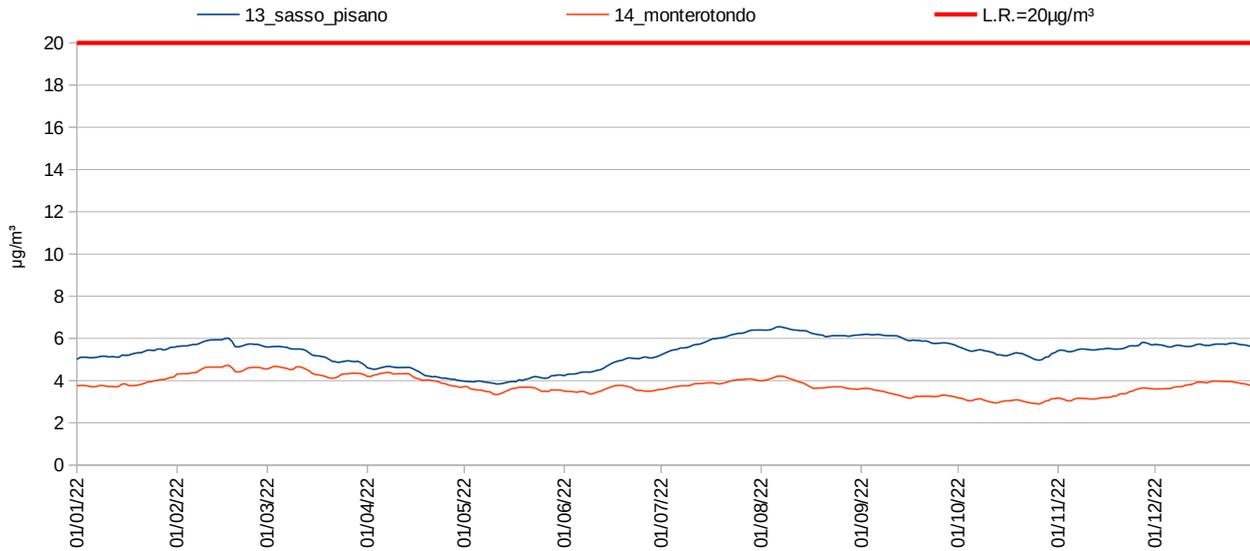


Grafico 15: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 90 giorni della concentrazione in aria di idrogeno solforato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore di riferimento = $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.4.4 Media annuale

I dati storici relativi alla concentrazione di H_2S in aria confermano la tendenza di progressivo miglioramento del parametro, dovuto, in buona misura, al completamento del piano d'installazione del sistema AMIS presso le Centrali dell'area tradizionale. Il miglioramento risulta confermato anche nel triennio 2020-2022.

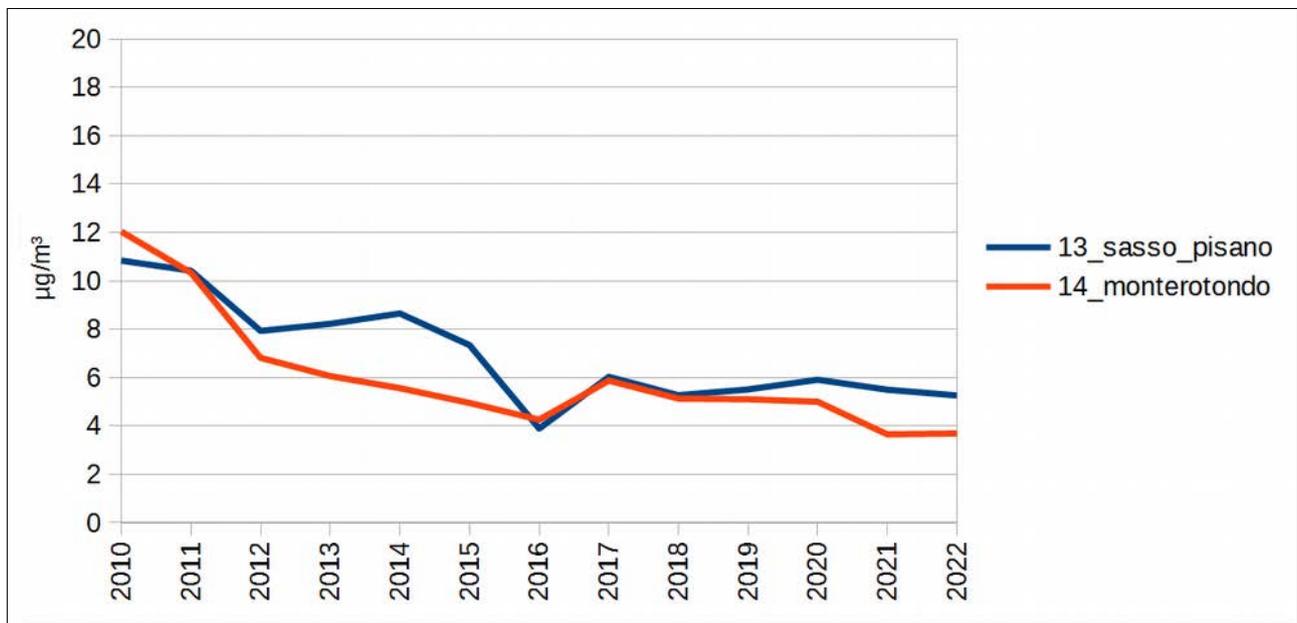


Grafico 16: Area Val di Cornia (2/2). Concentrazione in aria media annuale di idrogeno solforato (H_2S)

5.5 Stazioni Q.A. di Larderello, Castelnuovo e Montecerboli

Le tre stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria di Castelnuovo, Montecerboli e Lardello sono ubicate in prossimità delle centrali Vallesecolo 1 e 2, Farinello, Nuova Gabbro, Nuova Larderello e Nuova Castelnuovo.



Fig.5: Ubicazione delle diverse CGTE dell'area, delle tre SQA di Larderello (LARD), Montecerboli (MONT) e Castelnuovo (CANU). La postazione fissa ARPAT di Montecerboli è adiacente a quella ENEL.

Nel 2022 non si sono riscontrate criticità degne di nota, sebbene si possa osservare un modesto peggioramento verificabile negli ultimi mesi dell'anno, di cui non è stato possibile identificare le cause esatte.

L'esame dei dati disponibili permette di affermare che, pur essendosi registrati ripetuti superamenti della soglia olfattiva che possono aver determinato disturbi alla popolazione, i dati registrati dalle tre centraline di monitoraggio Enel GP si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di riferimento per la tutela sanitaria.

5.5.1 Media mobile calcolata su 24 ore

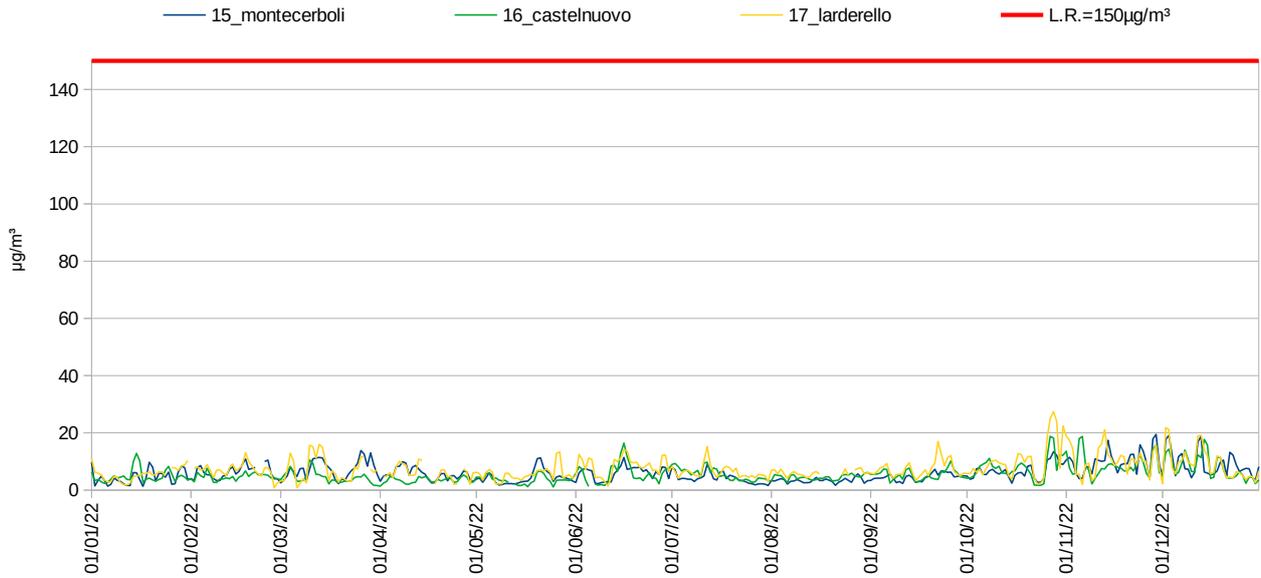


Grafico 17: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 24 ore della concentrazione in aria di idrogeno solforato in µg/m³ (Valore di riferimento = 150 µg/m³)

5.5.2 Media mobile calcolata su 14 giorni

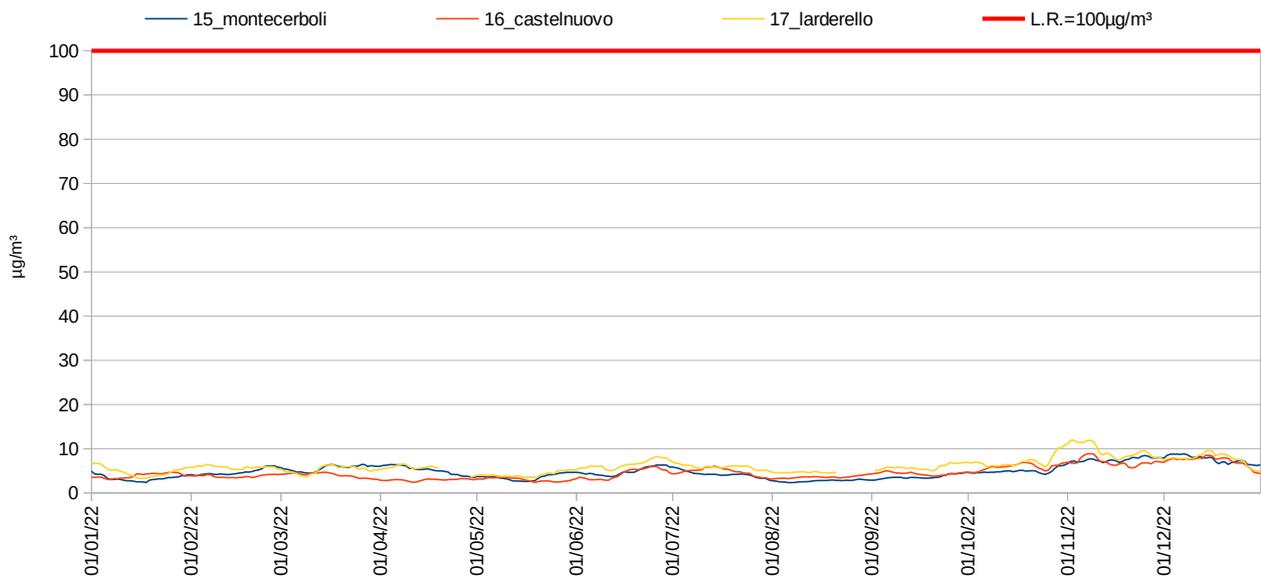


Grafico 18: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 14 giorni della concentrazione in aria di idrogeno solforato in µg/m³ (Valore di riferimento = 100 µg/m³)

5.5.3 Media mobile calcolata su 90 giorni

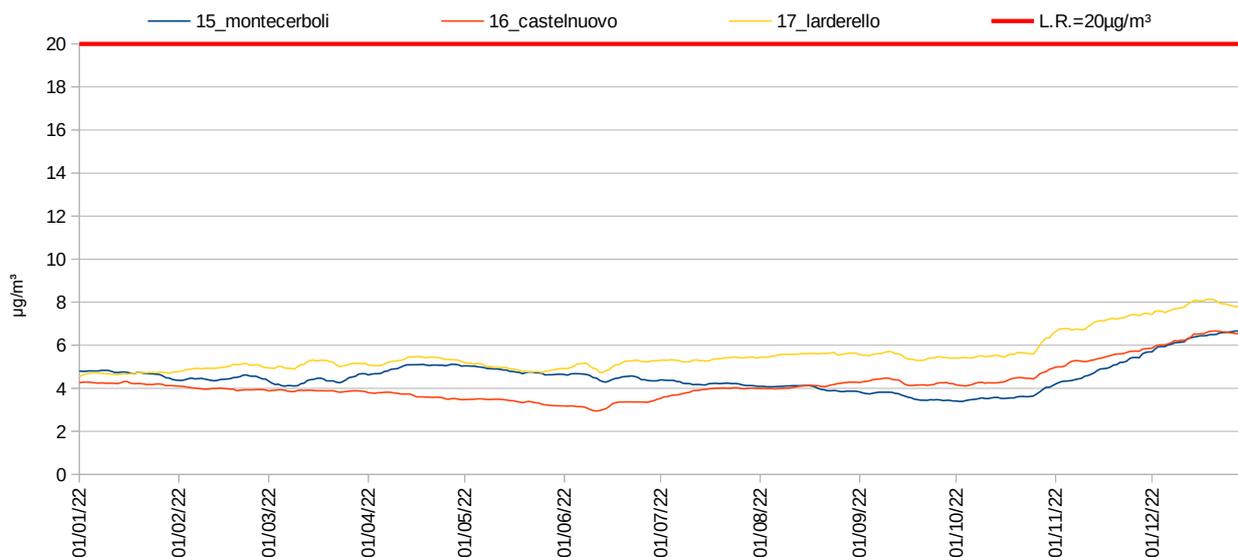


Grafico 19: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 90 giorni della concentrazione in aria di idrogeno solforato in µg/m³ (Valore di riferimento = 20 µg/m³)

5.5.4 Media annuale

Il 2022, nonostante il leggero peggioramento riscontrato, imputabile in buona misura al peggioramento registrato negli ultimi mesi dell'anno, conferma comunque il buon andamento registrato negli ultimi anni.

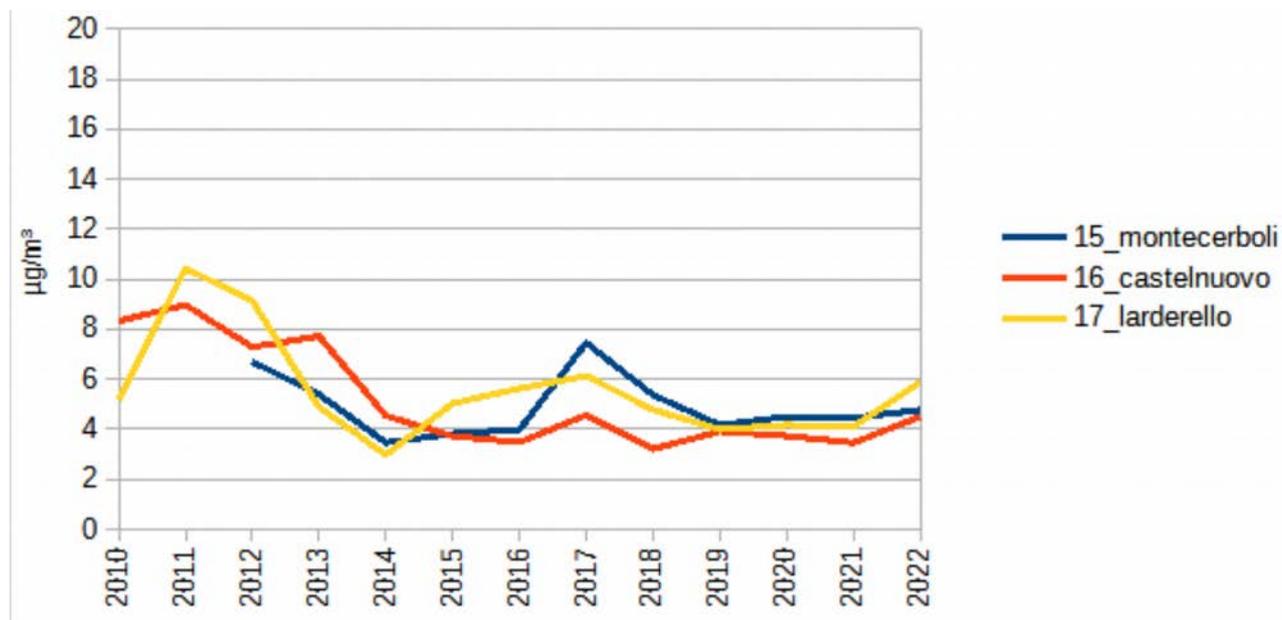


Grafico 20: Area Larderello. Concentrazione in aria media annuale di idrogeno solforato (H₂S)

5.6 Stazioni Q.A. di Belforte, Travale, Montalcinello e Chiusdino

Queste stazioni di monitoraggio sono ubicate perimetralmente all'area occupata dalle CGTE Rancia 1 e 2, Pianacce, Nuova Radicondoli, Travale 3 e 4, Chiusdino 1.

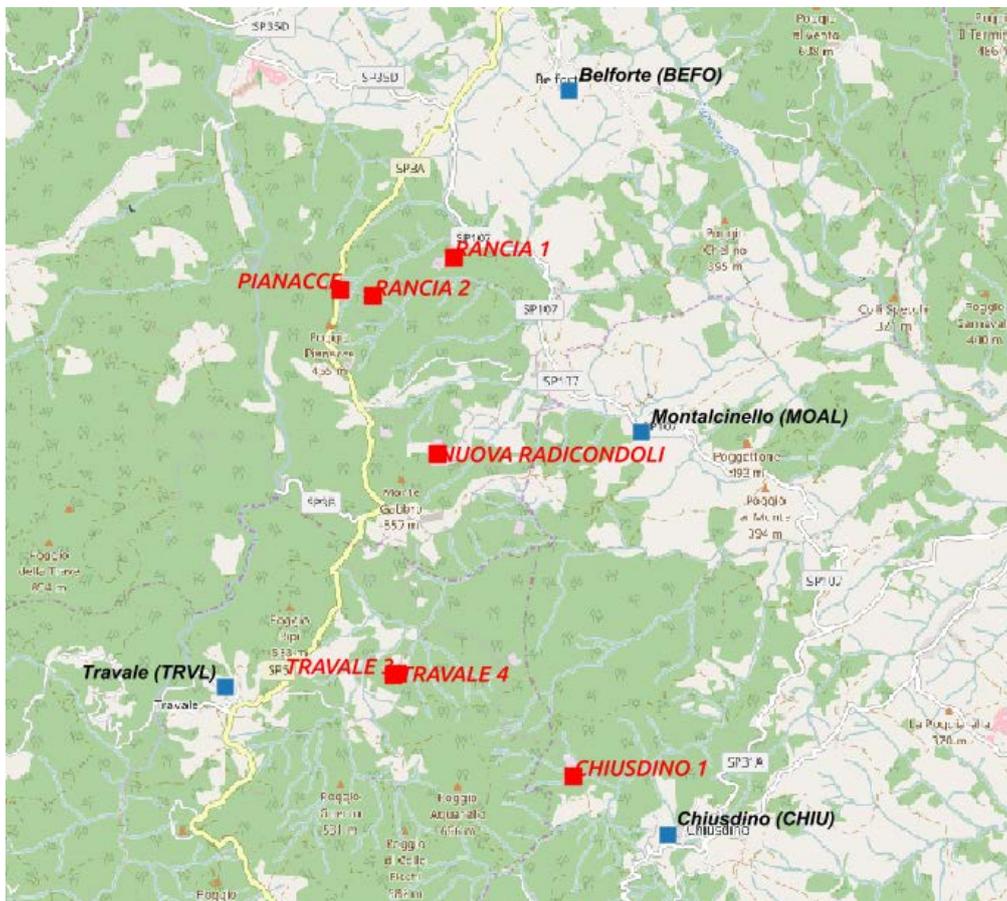


Fig.6: Ubicazione delle diverse CGTE dell'area, delle quattro SQA di Belforte (BEFO), Montalcinello (MOAL), Travale (TRVL) e Chiusdino (CHIU).

Anche nel 2022 l'esame dei dati disponibili permette di affermare che, pur essendosi registrati ripetuti superamenti della soglia olfattiva che possono aver determinato disturbi alla popolazione, i dati registrati dalle 4 centraline di monitoraggio Enel GP si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di riferimento per la tutela sanitaria.

I valori anomali rilevati nella postazione di Chiusdino (e in misura minore a Travale) a fine ottobre, inizio novembre sono probabilmente correlabili alle prove di produzione e caratterizzazione di alcuni pozzi presenti nell'area.

5.6.1 Media mobile calcolata su 24 ore

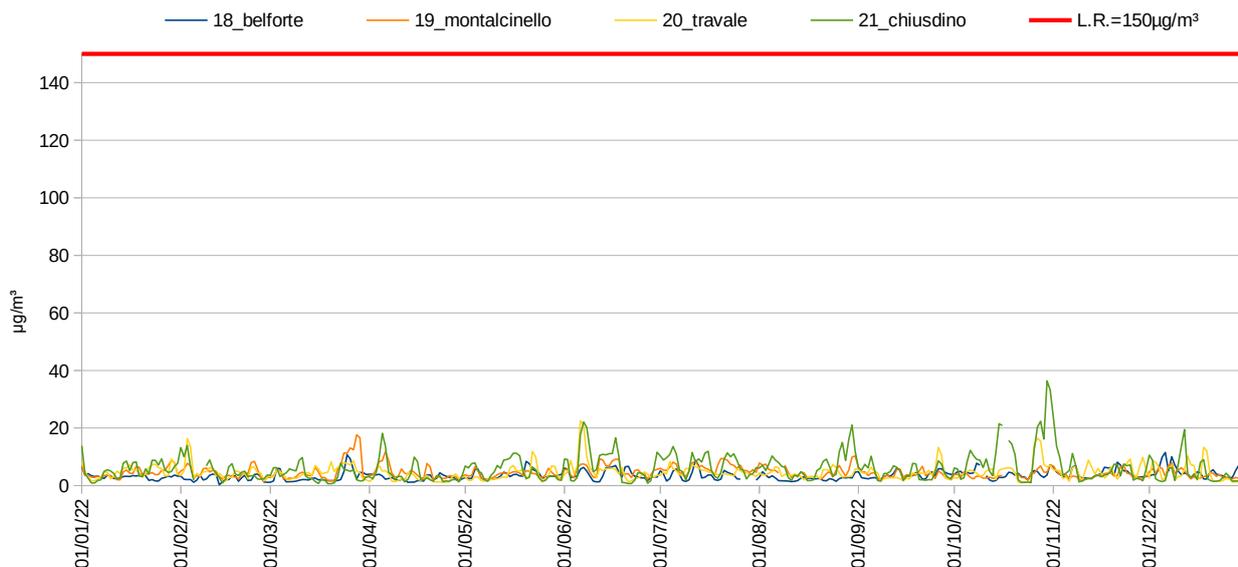


Grafico 21: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 24 ore della concentrazione in aria di idrogeno solforato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore di riferimento = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.6.2 Media mobile calcolata su 14 giorni

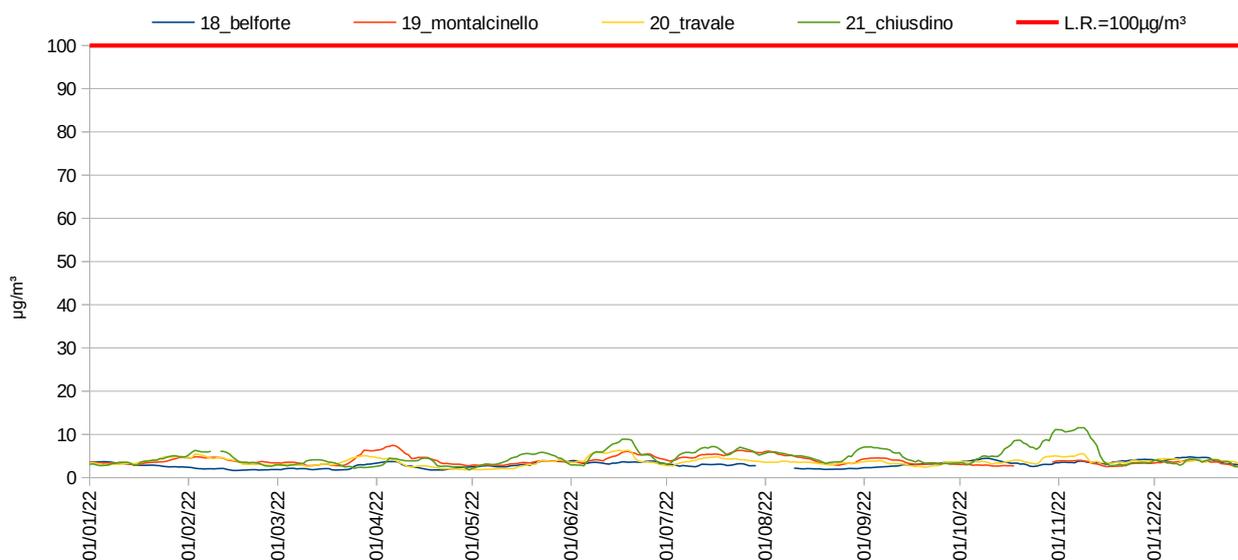


Grafico 22: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 14 giorni della concentrazione in aria di idrogeno solforato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore di riferimento = $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.6.3 Media mobile calcolata su 90 giorni

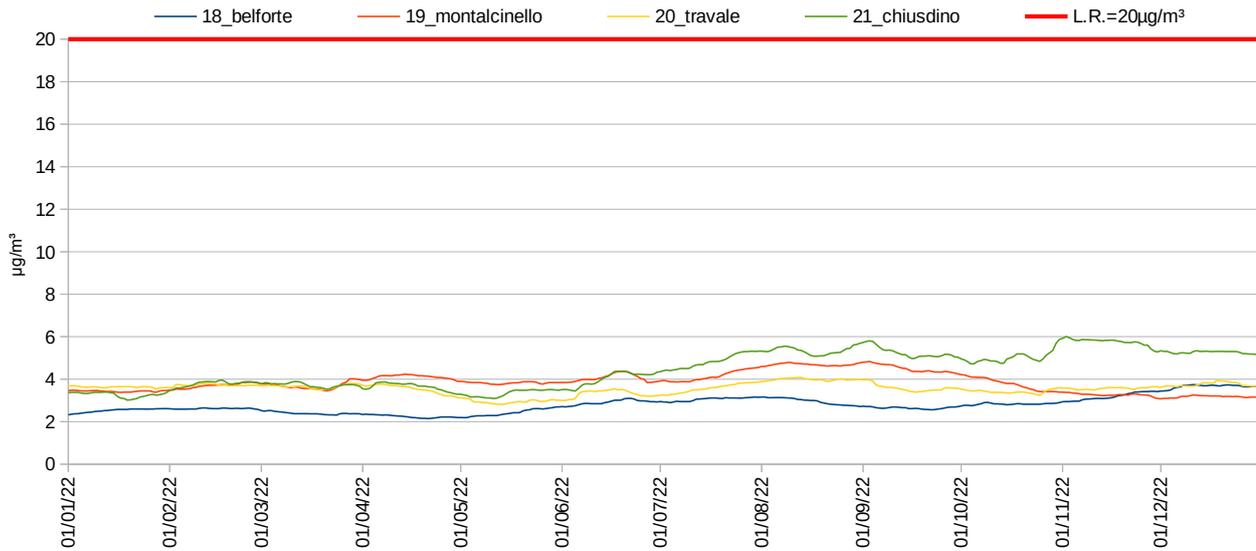


Grafico 23: Massimo giornaliero, nel 2022, della media mobile calcolata su 90 giorni della concentrazione in aria di idrogeno solforato in µg/m³ (Valore di riferimento = 20 µg/m³)

5.6.4 Media annuale

Il grafico della media annuale della concentrazione di H₂S in aria, registrata negli ultimi 12 anni, mostra una leggera tendenza a decrescere fino al 2020 e un contenuto, ma evidente incremento nel biennio 2021-2022 più evidente in 3 su 4 delle postazioni esaminate.

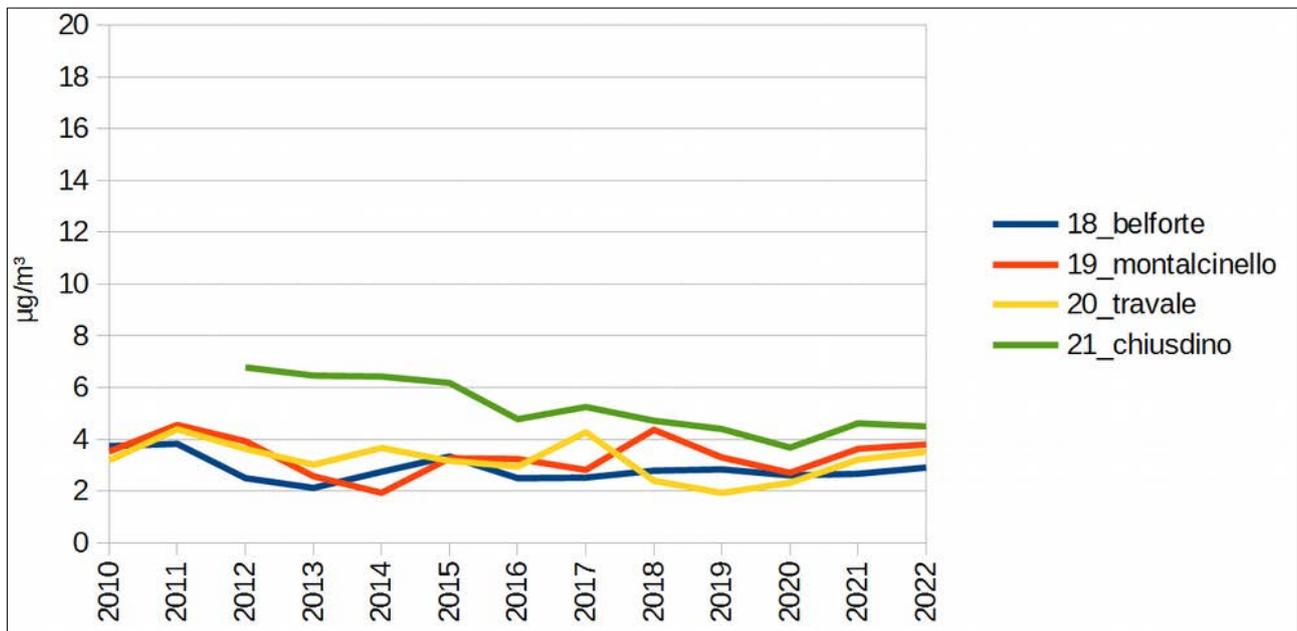


Grafico 24: Area Radicondoli. Concentrazione in aria media annuale di idrogeno solforato (H₂S)

6. MEZZI ARPAT E CONFRONTO CON DATI ENEL

Per valutare la congruità dei dati forniti da Enel GP, ARPAT effettua ogni anno specifiche brevi campagne di misura in parallelo i cui dati sono confrontati con i valori rilevati dalle stazioni di monitoraggio Enel GP.

Come ogni anno, un primo confronto tra dati di queste ultime e quelli di ARPAT è effettuato in corrispondenza della stazione fissa di Montecerboli, facente parte della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria e ubicata in adiacenza alla postazione Enel GP n.15 (MONT).

Ulteriori controlli sono stati effettuati grazie ai laboratori mobili ARPAT GEO1 e GEO2.

Nel 2022, dopo l'ultimazione della campagna di monitoraggio presso Castel del Piano, avvenuta il 19 gennaio e già valutata nella relazione annuale relativa al 2021, il laboratorio mobile GEO1 è stato completamente rinnovato ed ha iniziato a produrre i primi dati a partire dal 1 giugno 2022, quando è stato ubicato a Lustignano. Tuttavia a causa di alcune criticità di funzionamento è stato successivamente fermato per i dovuti interventi di messa a punto meccanica del mezzo, che si sono protratti per tutto il 2022.

Il laboratorio mobile GEO2 è stato affiancato dal 1/4/2021 fino ai primi mesi del 2022 alla postazione di monitoraggio Enel GP di Bagnore. I dati prodotti in tale campagna, per una trattazione unitaria, sono già stati esaminati nella relazione dell'anno precedente e sono qui comunque richiamati per semplicità di lettura. Successivamente il mezzo è stato messo fuori servizio per motivi di sicurezza ed è stato potuto riattivare solo nel 2023.

In conclusione di seguito si riporta una tabella che sintetizza i monitoraggi effettuati:

AREA	COMUNE	POSTAZIONE	INIZIO	FINE	MEZZO
Larderello PI	Pomarance (PI)	Postazione fissa di Montecerboli	01/01/2022	31/12/2022	-
Larderello PI	Pomarance (PI)	Lustignano, c/o campo di calcio	01/06/2022	31/07/2022	GEO1
Amiata GR	Santa Fiora (GR)	Postazione fissa ENELGP di Bagnore	01/04/2021	18/03/2022	GEO2

In considerazione della finalità primaria di controllo dei dati Enel attraverso monitoraggi di breve durata, di seguito si riportano soltanto i grafici relativi al confronto del massimo giornaliero delle medie mobili calcolate su un arco di 24 ore, omettendo per semplicità le medie mobili calcolate su periodi di riferimento più lunghi.

6.1 Stazione fissa QA ARPAT di Pomarance (PI), Loc. Montecerboli

La stazione fissa di Montecerboli fa parte della rete pubblica di monitoraggio della Qualità dell'Aria, che è gestita, per conto della Regione, da ARPAT tramite il Settore Centro Regionale Tutela Qualità dell'Aria (CRTQA).

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 O₃, NO₂ e PM₁₀, anche di H₂S. Tali dati sono pubblicati sul web all'indirizzo http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/archivio_dati_orari.

Al fine di verificare visivamente e in modo speditivo la coerenza tra i dati rilevati dalle due postazioni di monitoraggio, di seguito si riporta il grafico elaborato dai dati ricavati dalla stazione fissa ARPAT per il massimo giornaliero della media mobile calcolata su 24 ore messo a confronto con lo stesso indice ricavato dai dati della stazione di Enel GP.

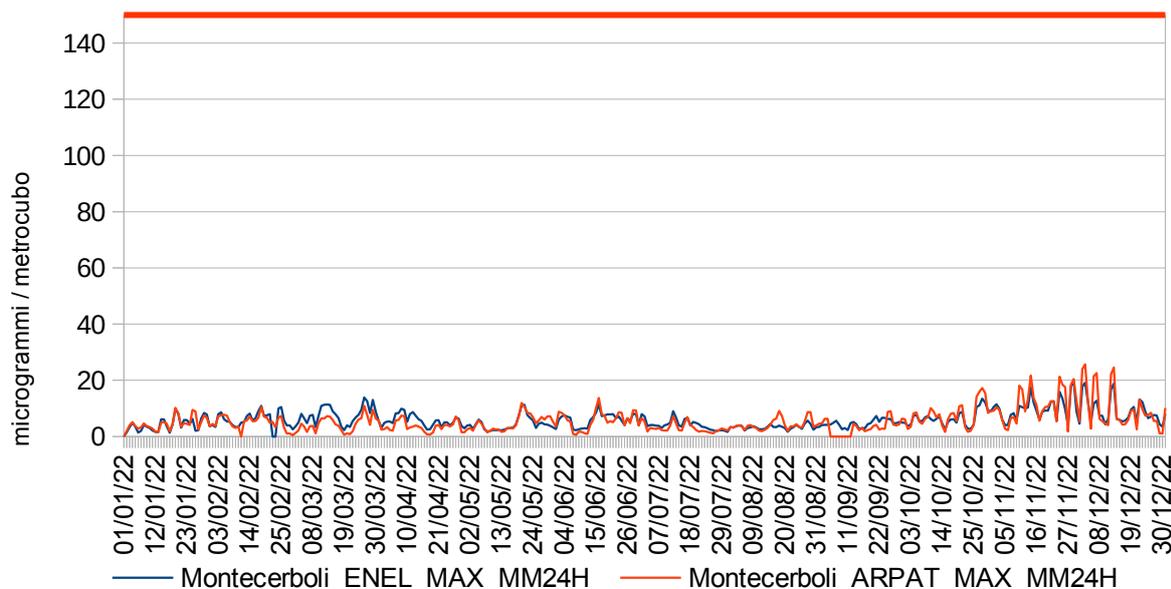


Grafico 25: Montecerboli: Massimo giornaliero della media mobile su 24 ore della concentrazione di H₂S (µg/m³)

Si può osservare l'ottimo accordo tra i grafici elaborati dalle due serie di dati e come siano stati registrati valori certamente inferiori ai riferimenti per la tutela sanitaria individuati nelle Linee Guida del WHO.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei valori orari della concentrazione di idrogeno solforato (H₂S) rilevati da ARPAT nell'intero anno, messi a raffronto con quelli della vicina stazione Enel GP:

Stazioni fisse in loc.Montecerboli, Pomarance (PI) Monitoraggio idrogeno solforato (H ₂ S)	ARPAT	ENEL	Note
data inizio monitoraggio	01/01/22	01/01/22	
data fine monitoraggio	31/12/22	31/12/22	
giorni monitoraggio	365	365	
ore	8760	8760	
ore valide	8180	8520	
numero superamenti WHO-OMS	0	0	
media del periodo [µg/m ³]	4,2	4,8	
max media mobile su 24h [µg/m ³]	25,7	19,47	Lim=150 µg/m ³
max concentrazione media giornaliera [µg/m ³]	24,0	18,2	
numero giorni con concentrazione media >7	54	62	
n°ore con concentrazione >7	1262	1575	
massima oraria del periodo [µg/m ³]	128,8	54,9	

Tabella di riepilogo delle concentrazioni orarie di Idrogeno solforato (H₂S) rilevate dalle due postazioni ARPAT ed ENEL

A titolo informativo, si riporta il sottostante grafico giornaliero delle concentrazioni di PM₁₀ in aria rilevate dalla stazione di monitoraggio ARPAT a Montecerboli, dove con linea blu orizzontale è stato indicato il valore medio dei dati registrati (12,7 µg/m³ < 40 µg/m³) e, considerato che si sono registrati 3 valori superiori a 50 µg/m³ (< 35), si deduce il rispetto dei limiti normativi vigenti.

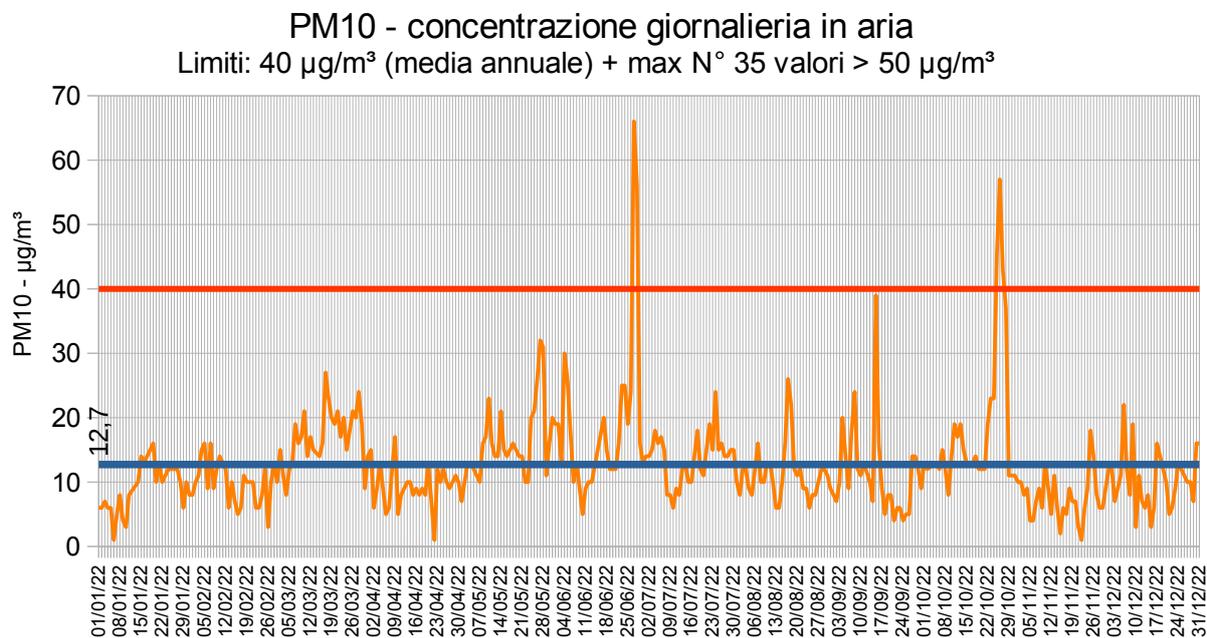


Grafico 25: PM10. Concentrazione giornaliera in aria. Limiti 40 µg/m³ (media annuale) più massimo n. 35 valori > 50 µg/m³

6.2 Mezzo ARPAT GEO 1

6.2.1 Monitoraggio in loc. Lustignano, Pomarance (PI). Periodo 01/06/2022 - 31/07/2022

Il mezzo mobile GEO1 è stato ubicato nel Comune di Pomarance in località Lustignano (PI), presso il campo da calcio, in Via del Castello, per verificare operativamente, anche in questa postazione, la concentrazione in aria di idrogeno solforato e mercurio.

Il monitoraggio è iniziato in data 1 giugno 2022 e si è concluso in data 31 luglio 2022.

Nella stessa località risulta presente anche una centralina di monitoraggio Enel GP, ovvero quella di Lustignano (LUST), che in linea d'aria si trova non molto lontano, pur se in condizioni ambientali molto differenti, sia per la quota, sia per la morfologia del suolo, ma soprattutto per destinazione d'uso del terreno circostante.

Per problemi di accessibilità del sito ENEL, infatti non è stato possibile affiancare i due laboratori di rilevamento.

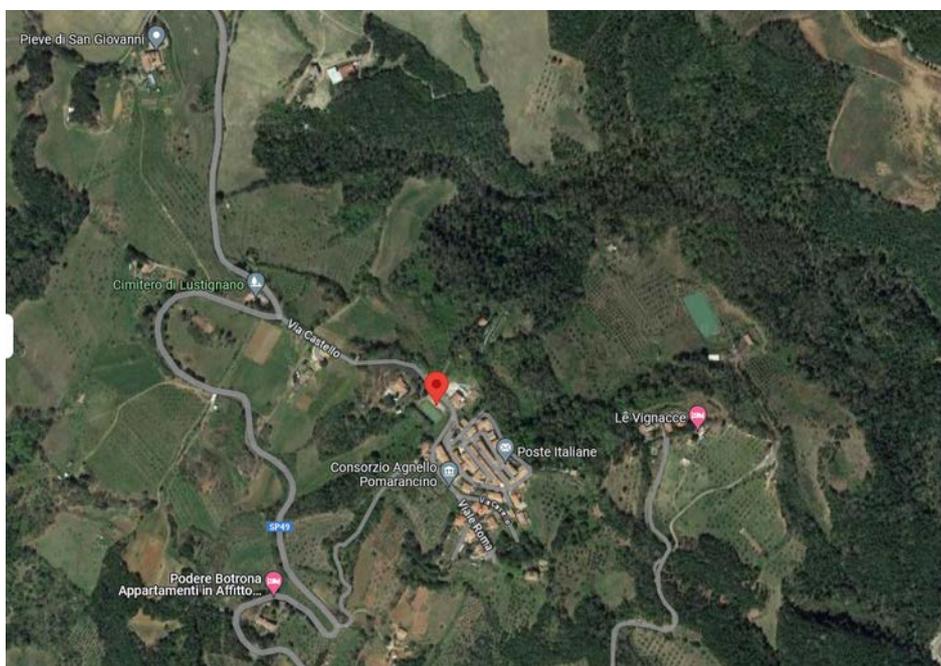


Fig. 7: Ubicazione del mezzo mobile ARPAT GEO1 in loc. Lustignano, Pomarance (PI)

Ciò nonostante, i dati ottenuti per l'idrogeno solforato sono stati messi a confronto, al fine di verificarne la corrispondenza e di seguito sono presentati i grafici di sintesi del monitoraggio:

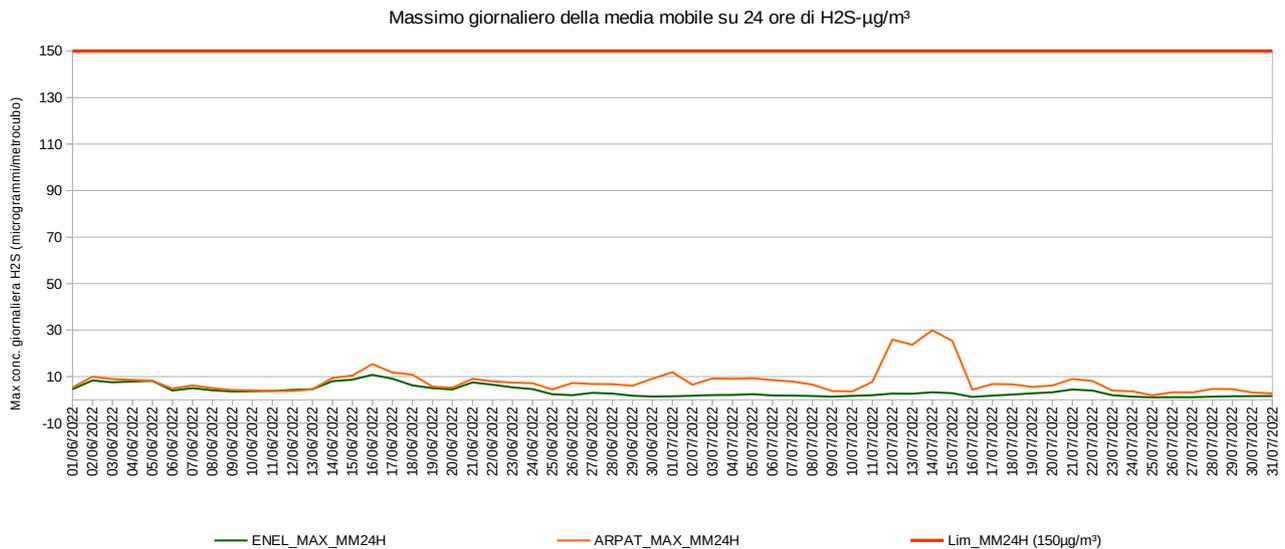


Grafico 26: Massimo giornaliero della media mobile su 24 ore di H₂S (µg/m³)

Dal grafico è possibile osservare, pur nel rispetto dei limiti per la tutela sanitaria suggeriti dal WHO (Organizzazione mondiale per la sanità), ovvero nel caso specifico 150 µg/m³, una buona sovrapposibilità tra dati registrati dal mezzo ARPAT e dalla stazione ENEL, fino al 25 giugno circa.

Successivamente si presenta una chiara differenza tra le serie di dati rilevati dai due laboratori, che risulta evidente in particolare nel periodo 11/07 - 17/7, per poi ridursi verso la fine del periodo di monitoraggio. In questo periodo entrambe le centraline risultavano regolarmente in funzione e periodicamente calibrate senza evidenziare criticità. Tuttavia la differenza risulta non trascurabile e certamente non imputabile esclusivamente alla sola incertezza strumentale. Anzi sembra piuttosto ipotizzabile una nuova sorgente emissiva, che purtroppo non siamo stati in grado di identificare con chiarezza, ma che potrebbe forse essere ricercata per quanto riguarda il mezzo ARPAT nel parcheggio adiacente al Campo sportivo, dove possono anche essere svolte attività temporanee.

Un'indicazione relativa ai fenomeni di disturbo olfattivo eventualmente presenti, può essere ottenuta dall'osservazione del numero di ore giornaliere in cui è stata riscontrata una concentrazione di H₂S superiore a 7 µg/m³:

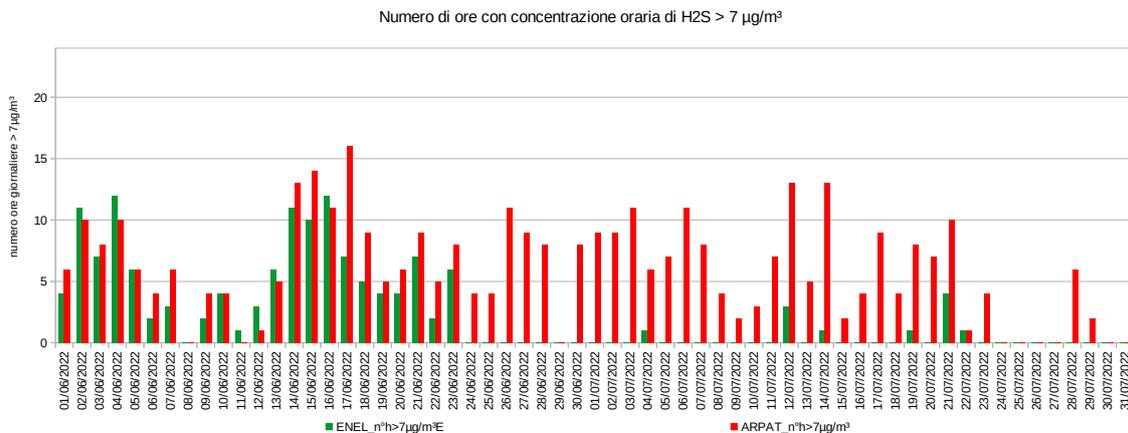


Grafico 27: Numero di ore con concentrazione oraria di H₂S > 7 µg/m³

Anche in questo caso è possibile constatare quella differenza sostanziale tra i due grafici ad istogramma, già discussa ai paragrafi precedenti.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi del monitoraggio svolto.

Loc. Lustignano, Monitoraggio idrogeno solforato (H ₂ S)	ENEL	ARPAT Geo1	Note
data inizio monitoraggio	01/06/22	01/06/22	
data fine monitoraggio	31/07/22	31/07/22	
giorni monitoraggio	60	60	
ore	1463	1463	
ore valide	1432	1383	
numero superamenti WHO-OMS	0	0	
media del periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3,09	6,18	
max media mobile su 24h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	10,7	29,9	Lim=150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
max concentrazione media giornaliera [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	9,5	29,0	
numero giorni con concentrazione media >7	12	16	
n°ore con concentrazione >7	140	369	
massima oraria del periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	27,2	204,6	

In relazione al mercurio (Hg) gassoso in aria, di seguito si riportano i dati elaborati dal solo laboratorio mobile ARPAT, in quanto la postazione Enel di Arcidosso non dispone di tale rilevatore in continuo (grafico in scala logaritmica della concentrazioni di Hg, in ng/m^3):

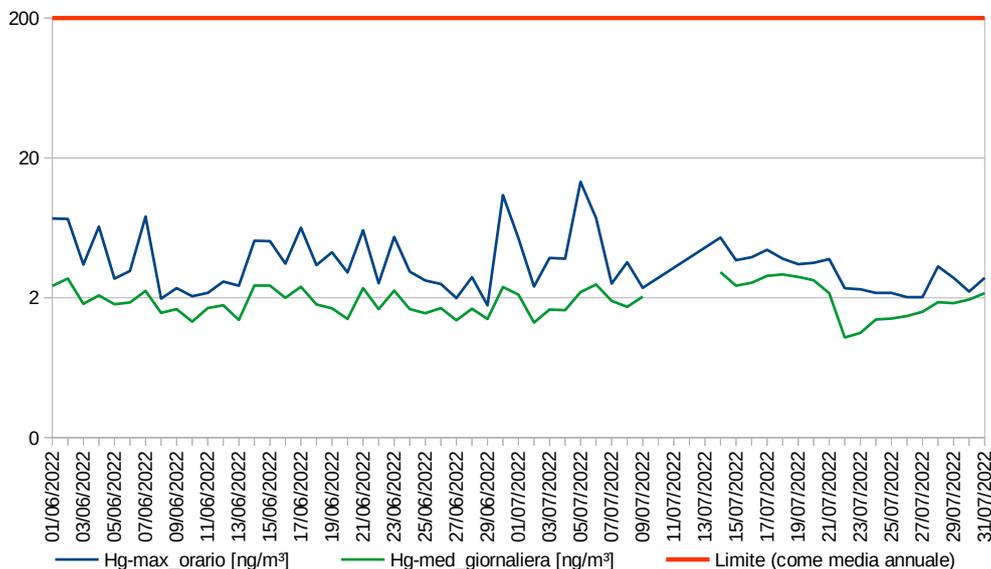


Grafico 28: Grafico in scala logaritmica della concentrazioni di Hg, in ng/m^3

Come è possibile osservare, tutti i valori orari rilevati si mantengono ampiamente al di sotto della soglia di tutela sanitaria di $200 \text{ ng}/\text{m}^3$, valore riferito però alla media annuale dei dati disponibili.

6.3 Mezzo ARPAT GEO 2

Di seguito si richiamano i risultati del monitoraggio svolto a Bagnore, in cui i dati rilevati dal nostro laboratorio mobile sono stati messi a confronto con quelli registrati dalla corrispondente stazione di qualità dell'aria Enel GP di Bagnore.

6.3.1 Monitoraggio in loc. Bagnore, Santa Fiora (GR), presso la Stazione QA Enel omonima. Periodo dal 1/4/2021 al 28/02/2022

L'ubicazione è stata individuata per operare un confronto diretto con i dati elaborati da Enel GP nella postazione limitrofa.

Di seguito vengono presentati, in modo sintetico e attraverso alcuni grafici, i dati raccolti:

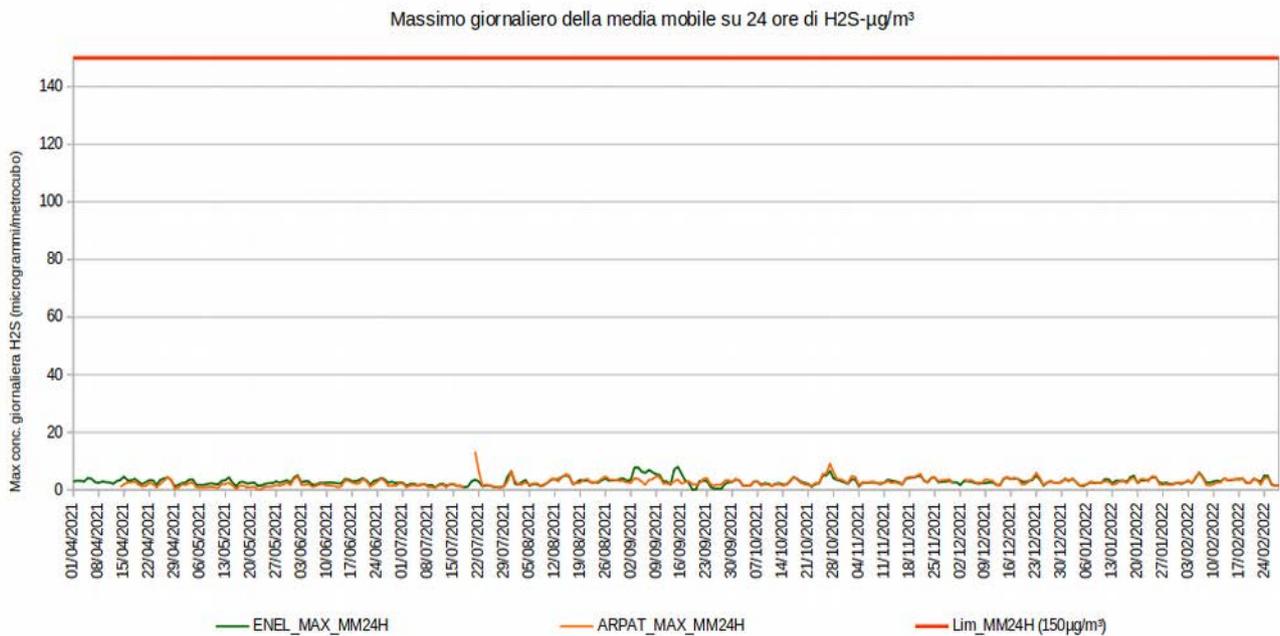


Gráfico 29: Massimo giornaliero della media mobile su 24 ore di H₂S (µg/m³)

Dal gráfico è possibile osservare un'ottima sovrapposibilità tra dati registrati dal laboratorio mobile ARPAT GEO2 e la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di Enel GP "BAGN". Dal gráfico si osserva anche il rispetto dei limiti per la tutela sanitaria suggeriti dal WHO (Organizzazione mondiale per la sanità) che si ricorda prevedono tre diversi limiti, ovvero di 150 µg/m³ per le concentrazioni mediate su 24 ore, di 100 µg/m³ per la media su periodi tra 2 e 14 giorni e 20 µg/m³ per periodi di tempo compresi tra 15 e 90 giorni.

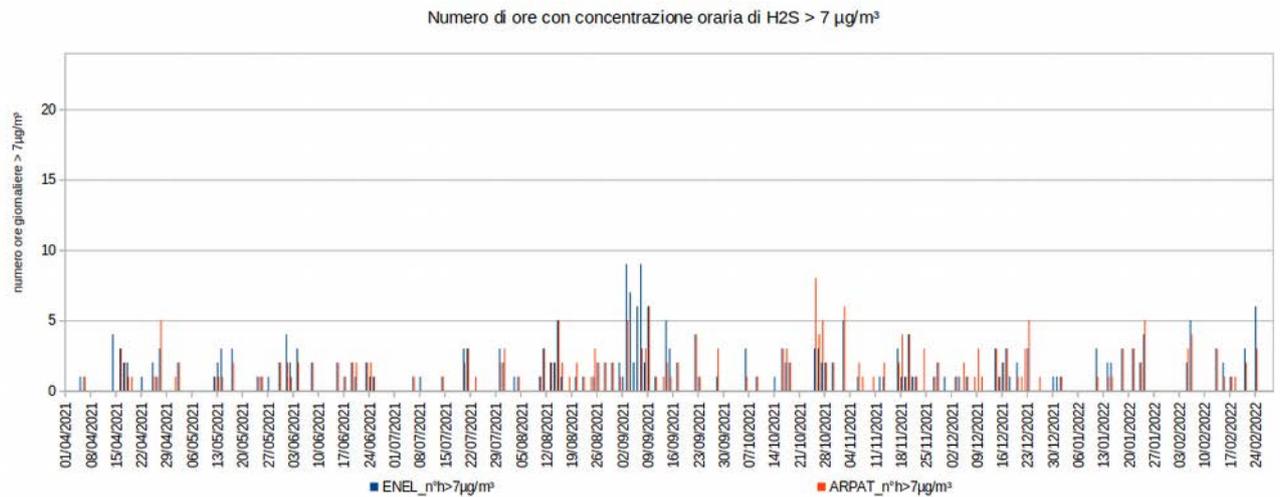


Gráfico 30: Numero di ore con concentrazione oraria di H₂S > 7 µg/m³

Di seguito si riporta una tabella che sintetizza il monitoraggio svolto:

Loc. Bagnore, Santa Fiora (GR) Monitoraggio idrogeno solforato (H ₂ S)	ENEL (BAGN)	ARPAT Geo2	Note
data inizio monitoraggio	01/04/21	01/04/21	
data fine monitoraggio	28/02/22	28/02/22	
giorni monitoraggio	334	334	
ore	8015	8015	
ore valide	7870	7315	
numero superamenti WHO-OMS	0	0	
media del periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2,4	2,1	
max media mobile su 24h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	8,0	13,2	Lim=150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
max concentrazione media giornaliera [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	7,7	7,5	
numero giorni con concentrazione media >7	2	2	
n°ore con concentrazione >7	266	248	
massima oraria del periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	32,1	42,0	

In relazione al monitoraggio del Hg gassoso (grafico in scala logaritmica della concentrazioni di Hg, in ng/m^3), i dati confermano il rispetto del valore limite di $200 \text{ ng}/\text{m}^3$ con un margine molto ampio per tutto il periodo di monitoraggio.

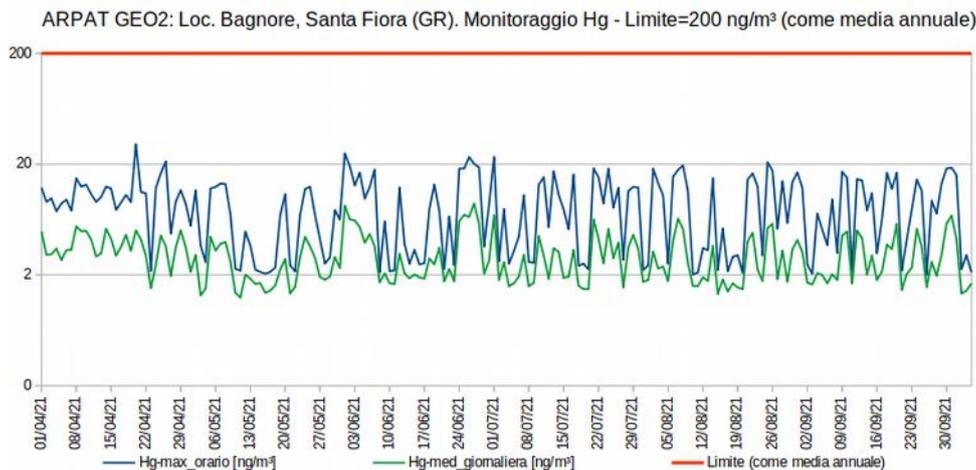


Grafico 31: Località Bagnore - Santa Fiora (GR). Monitoraggio Hg - Limite = $200 \text{ ng}/\text{m}^3$ (come media annuale)

7. CONCLUSIONI

In relazione alle stazioni di monitoraggio della concentrazione di H₂S in aria gestite da Enel GP, anche sulla base delle verifiche a campione effettuate attraverso i mezzi mobili ARPAT GEO1 e GEO2 e dei dati rilevati presso la postazione fissa ubicata a Montecerboli, si ritiene che, come espresso nelle tabelle di sintesi dei capitoli precedenti, le concentrazioni in aria di idrogeno solforato rilevate da Enel GP nel corso del 2022 possano ritenersi rappresentative della qualità dell'aria nelle aree geotermiche toscane. Si evidenzia inoltre che non sono stati registrati superamenti dei valori di riferimento per la tutela sanitaria indicati dal World Health Organization sia per le medie mobili calcolate su 24 ore (150 µg/m³) che per intervalli temporali da 2 a 14 giorni (100 µg/m³) e per intervalli temporali di 15-90 giorni (20 µg/m³).

Le concentrazioni registrate si sono mantenute su livelli sostanzialmente analoghi a quelli registrati negli anni passati, per quanto, localmente, potrebbero essere state influenzate anche da altre attività quali, a puro titolo esemplificativo (non essendo sempre stato possibile una identificazione certa), quelle connesse all'attività di cantiere per la perforazione di nuovi pozzi o alle centrali termiche di teleriscaldamento, oltre alle eventuali sorgenti naturali esistenti.

Anche per quanto riguarda il mercurio gassoso che, si ricorda, viene misurato a partire dal 2014 mediante gli autolaboratori ARPAT e mediante campagne stagionali condotte da Enel GP, non si ravvedono situazioni critiche in relazione ai limiti di cautela sanitaria.



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

ARPAT, via del Ponte alle Mosse, 211 - 50144 Firenze

Tel. 055.32061 - Fax 055.3206324

urp@arpat.toscana.it