

ALLEGATO H

Report

Monitoraggio Emissioni Fuggitive



Stabilimento ERGOSUD s.p.a.

Campagna di misura 2024



Divisione Gestione Fugitive Emission
www.ved.it/gfe

Data emissione documento: settembre 2024



Sommario

1. Scopo del lavoro	3
2. Riferimenti normativi	4
3. Inventario	5
3.1 Inventario sorgenti	5
4. Definizione di perdita	6
4.1 Ispezioni mediante tecnica OGI	6
4.2 Ispezioni mediante tecnica FID	6
5. Ore di esercizio	6
6. Strumentazione di monitoraggio	6
6.1 GF320 (OGI)	6
6.2 TVA 2020 (FID)	8
7. Stima dei flussi emissivi	9
7.1 Stima delle emissioni orarie (kg/h)	9
7.2 Calcolo delle emissioni su base annua (ton/anno)	10
8. Risultati campagna di monitoraggio 2024	11
8.1 Dati generali	11
8.2 Distribuzione perdite ed indice di divergenza	11
8.3 Distribuzione delle emissioni per range emissivo	12
8.4 Manutenzione e re-monitoring	12
8.5 Sintesi delle stime emissive	13
9. Dati meteo	13
10. Conclusioni	14

1. SCOPO DEL LAVORO

La società ERGOSUD s.p.a. ha commissionato alla società VED S.r.l. l'implementazione di un programma LDAR - Leak Detection And Repair - finalizzato al controllo delle emissioni fuggitive di VOC dai componenti d'impianto. Scopo dell'attività è stato l'individuazione delle sorgenti in perdita, al fine di ridurre le emissioni con successivi interventi di riparazione.

In particolare, l'attività svolte, per l'anno 2024, possono essere riassunte come di seguito descritto:

- monitoraggio delle sorgenti accessibili in servizio con tecnica FID (Flame Ionization Detector) in accordo al metodo USEPA 21,
- monitoraggio delle sorgenti non accessibili in servizio con tecnica OGI (Optical Gas Imaging),
- individuazione e segnalazione giornaliera delle sorgenti in perdita mediante apposizione, in campo, di una targhetta segnaletica e mediante invio di appositi report (fotografico ed Excel),
- calcolo delle emissioni pre e post manutenzione,
- stesura del presente report con le risultanze del programma.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per le attività di monitoraggio e il calcolo della stima emissiva dei flussi di VOC abbiamo fatto riferimento ai seguenti documenti:

- EPA 453/R-95-017 *Protocol for Equipment Leak Emission Estimates*;
- EPA - A Best Practices Guide *Leak Detection and Repair* (EPA Method 21);
- NTA 8399_2015 *Air quality - Guidelines for detection of diffuse VOC emissions with optical gas imaging*;
- UNI EN 15446 *Measurement of fugitive emission of vapours generating from equipment and piping leaks*;
- DOCUMENTO ISPRA N° 18712 ed ALLEGATO H;
- CONCAWE Report n. 6-2015 “Techniques for detecting and quantifying fugitive emissions, results of comparative field studies”

3. INVENTARIO

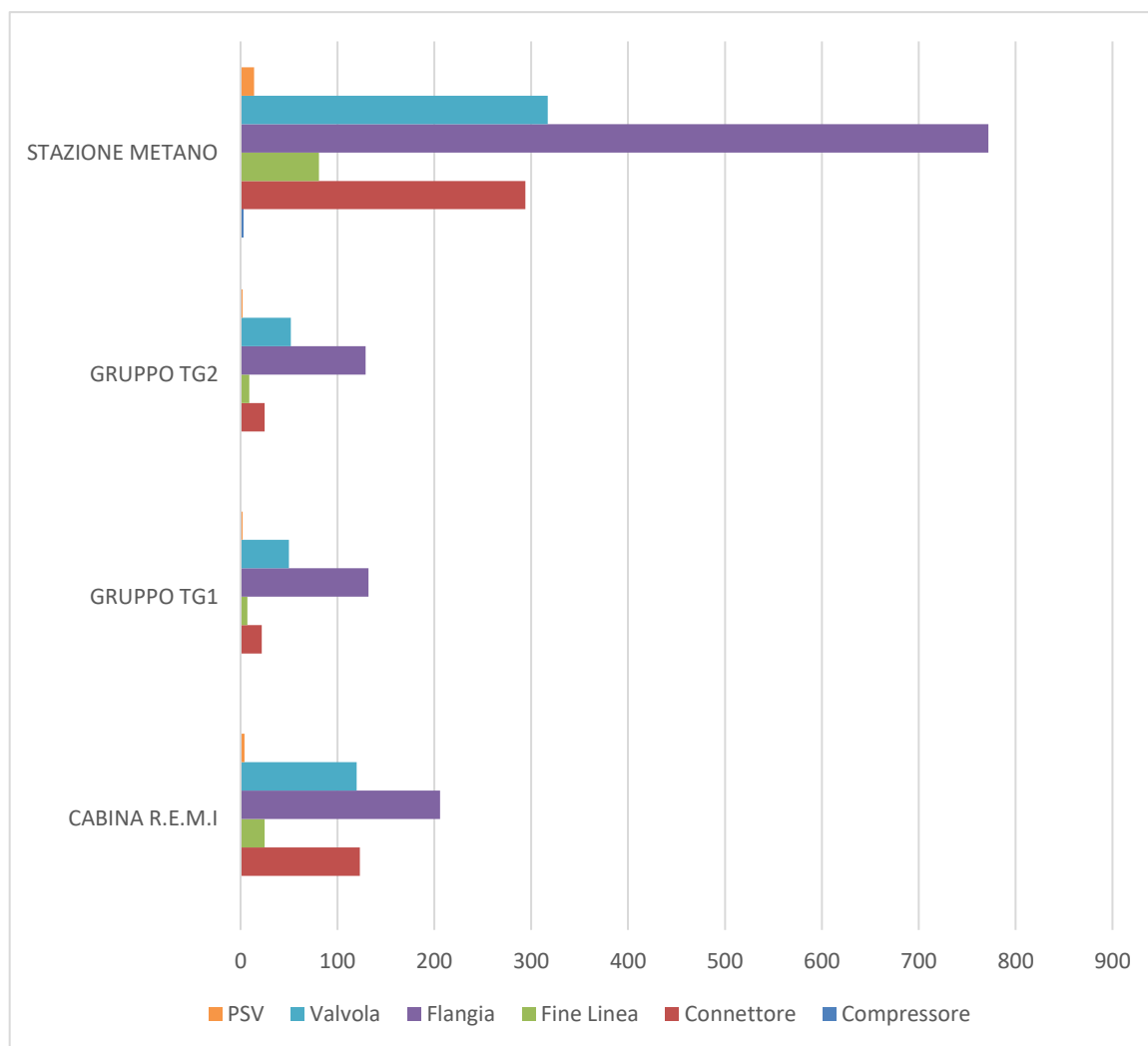
3.1 Inventario sorgenti

Le attività di monitoraggio hanno interessato n. 2.388 sorgenti di emissione precedentemente censite come da programma LDAR e distribuite come segue:

Tabella 3.1 distribuzione delle sorgenti censite

Impianto	Compressore	Connettore	Fine Linea	Flangia	Valvola	PSV	TOT
CABINA R.E.M.I		123	25	206	120	4	478
GRUPPO TG1		22	7	132	50	2	213
GRUPPO TG2		25	9	129	52	2	217
STAZIONE METANO	2	294	81	772	317	14	1.480
Totale	2	464	122	1.239	539	22	2.388

Figura 3.1 distribuzione delle sorgenti censite per Sezione impianto



4. DEFINIZIONE DI PERDITA

4.1 Ispezioni mediante tecnica OGI

Si definisce perdita una sorgente che ha mostrato un'emissione visibile al sistema ottico utilizzato.

4.2 Ispezioni mediante tecnica FID

Una perdita è definita come l'individuazione di una fuoriuscita con una concentrazione superiore in ppmv di metano, superiore al valore di soglia di 10.000 ppmv e determinata con il metodo EPA 21 (ISPRA protocollo 18712). A completamento della definizione, è considerata perdita qualunque emissione che all'ispezione risulta visibile e/o udibile e/o odorabile (vapori visibili, perdite di liquidi, etc.), indipendentemente dalla concentrazione.

5. ORE DI ESERCIZIO

Il calcolo delle emissioni annue, per il 2024, è stato eseguito considerando un servizio convenzionale di 8.760 ore.

6. STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO

Nell'ambito delle attività di monitoraggio delle emissioni fuggitive sono stati utilizzate 2 tipologie di strumentazione portatile, come di seguito descritto.

6.1 GF320 (OGI)

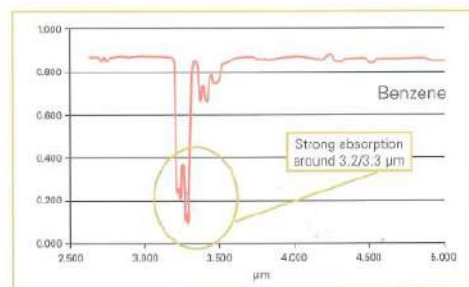


L'ispezione delle sorgenti non accessibili convoglianti metano è stata condotta mediante l'utilizzo del Gas Finder modello GF320 della FLIR, dotata di un filtro di lunghezze d'onda che consente il passaggio della luce nel range tra 3,2 e 3,4 micron (di seguito definito range di misura). La GF320 è un sistema OGI passivo in grado cioè di registrare l'intensità della luce "naturalmente emessa" da tutto ciò che si trova nella focale dello strumento. La visualizzazione della perdita avviene grazie alla differenza d'intensità di luce (nel range di misura del sistema) tra la nuvola di gas e tutto ciò che la circonda. Considerando che il range di lunghezze d'onda di misura della GF320 ricade all'interno del campo IR, la differenza d'intensità è legata ai moti vibro-rotazionali (assorbimento ed emissione di luce

nel range IR) ed ai fenomeni di riflessione e trasmissione della luce emessa degli oggetti al contorno. Affinché una perdita sia visibile è necessario che si verifichino i seguenti fenomeni:

- ✓ Il gas deve assorbire la luce in corrispondenza delle lunghezze d'onda comprese nel range di misura
- ✓ Il gas deve avere un radiant contrast (differenza di intensità della luce) con il background
- ✓ Il gas deve essere in movimento

A titolo di esempio si riporta lo spettro di assorbimento del benzene che mostra un picco di assorbimento all'interno del range di misura della videocamera.



Di seguito si riporta una lista non esaustiva dei gas visibili e le rispettive quantità minime rivelabili in kg/h (Treshold limit):

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| • 1-Pentene - 5.6g/hr | • Methane - 0.8g/hr |
| • Benzene - 3.5g/hr | • Methanol - 3.8g/hr |
| • Butane - 0.4g/hr | • MIBK - 2.1g/hr |
| • Ethane - 0.6g/hr | • Octane - 1.2g/hr |
| • Ethanol - 0.7g/hr | • Pentane - 3.0g/hr |
| • Ethylbenzene - 1.5g/hr | • Propane - 0.4g/hr |
| • Ethylene - 4.4g/hr | • Propylene - 2.9g/hr |
| • Heptane - 1.8g/hr | • Toluene - 3.8g/hr |
| • Hexane - 1.7g/hr | • Xylene - 1.9g/hr |
| • Isoprene - 8.1g/hr | |
| • MEK - 3.5g/hr | |

L'ispezione è stata eseguita utilizzando le seguenti impostazioni:

- ✓ **Modalità rilievo:** HSM
- ✓ **Range di Temperatura:** variabile tra 10-80 °C e 200-350°
- ✓ **FOV:** obiettivo da 14,5°:14,5° x 10,8° /0,5 m
- ✓ **Focale:** 1,5

Lo strumento è stato sottoposto a controllo giornaliero (daily instrument check), in accordo alla procedura 2 descritta nel DOCUMENTO ISPRA N° 18712, ALLEGATO H, al fine di garantire la sensibilità strumentale.

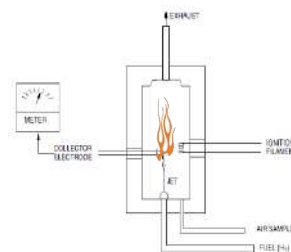
6.2 TVA 2020 (FID)



L'ispezione delle sorgenti accessibili convoglianti metano è stata condotta con analizzatori portatili FID modello TVA2020 della Thermo. La tecnologia FID si basa sull'utilizzo di un sensore a fiamma alimentata da idrogeno. La reazione di pirolisi del legame C-H delle molecole di VOC e la successiva combinazione con i radicali d'ossigeno genera elettroni e cationi che vengono catturati dagli elettrodi sottoposti a tensione.



La corrente elettrica che si genera è proporzionale alla concentrazione di VOC nel campione. Dal momento che il metano, per sua natura, possiede il maggior numero di legami C-H per atomo di carbonio (4:1) viene scelto come molecola di riferimento per la calibrazione strumentale. Lo strumento è stato sottoposto a verifica giornaliera della precisione, in accordo alla UNI EN 15446:2008.



7. STIMA DEI FLUSSI EMISSIVI

7.1 Stima delle emissioni orarie (kg/h)

Per la stima dei flussi emissivi in kg/h, abbiamo fatto riferimento ai seguenti metodi in funzione della tecnica di monitoraggio utilizzata.

Tecnica	Metodo di calcolo
FID/TCD	protocollo EPA 453/R-95-017 , utilizzando le equazioni e i fattori di emissione previsti dal metodo US EPA Petroleum Correlation
OGI	metodo leak / no-leak, RAPPORTO 6/15 del 2015 della CONCAWE

Il metodo EPA 453 consente la stima dei flussi emissivi attraverso l'uso di equazioni di correlazione indicate nelle tabelle che seguono. Applicando le suddette equazioni, in funzione del tipo di sorgente e del valore misurato in ppmv è possibile ottenere la conversione dei valori delle perdite da ppmv a kg/h per ogni sorgente.

Tabelle 7.1 equazioni di calcolo del flusso emissivo secondo il metodo EPA 453

Emissione (kg/h) per misure ≤ 1 ppmv	
Valvole	$7,8 \cdot 10^{-6}$
Flange	$3,1 \cdot 10^{-7}$
Conessioni	$7,5 \cdot 10^{-6}$
Fine linea	$2,0 \cdot 10^{-6}$
Pompe	$2,4 \cdot 10^{-6}$
Agitatori	$4,0 \cdot 10^{-6}$

Emissione (kg/h) per misure comprese nel range $1 < \text{ppmv} < 99.999$	
Valvole	$2,29 \cdot 10^{-6} \cdot (\text{SV})^{0,746}$
Flange	$4,61 \cdot 10^{-6} \cdot (\text{SV})^{0,703}$
Conessioni	$1,53 \cdot 10^{-6} \cdot (\text{SV})^{0,735}$
Fine linea	$2,20 \cdot 10^{-5} \cdot (\text{SV})^{0,704}$
Pompe	$5,03 \cdot 10^{-5} \cdot (\text{SV})^{0,610}$
Agitatori	$1,36 \cdot 10^{-5} \cdot (\text{SV})^{0,589}$

Emissione (kg/h) per misure ≥ 99.999	
Valvole	0,14
Flange	0,084
Conessioni	0,03
Fine linea	0,079
Pompe	0,16
Agitatori	0,11



Il secondo metodo, Leak/no-Leak, consente la stima dei flussi emissivi attraverso l'uso di fattori di emissione distinti per stato emissivo, come da tabella seguente. In particolare sono stati applicati due fattori distinti per tipologia di componente, uno nel caso di perdita visibile al sistema ottico (LEAK) ed uno nel caso in cui non si registri perdita visibile al sistema ottico (NO-LEAK).

Componente	NO-LEAK (kg/h)	LEAK (kg/h)
Valvola	4,30E-05	0,073
Flangia	4,10E-06	0,045
Pompa	1,30E-04	0,16
Altro (Agitatori, connettori e fine linea)	1,40E-05	0,075

7.2 Calcolo delle emissioni su base annua (ton/anno)

Per ogni sorgente in servizio presente nell'inventario, sono stati calcolati i contributi emissivi annui, pre e post manutenzione, utilizzando il seguente metodo:

$$E_{\text{(pre -manutenzione)}} = E_i * Or$$

$$E_{\text{(post -manutenzione)}} = E_f * Or$$

Dove:

E= emissione in ton/anno

E_i = emissione oraria, espressa in kg/h, relativa alla prima lettura del periodo di riferimento.

E_f = emissione oraria, espressa in kg/h, relativa all'ultima lettura del periodo di riferimento.

Or = ore di esercizio della sorgente nel periodo di riferimento

I singoli dati di emissione annua sono stati quindi aggregati per tipologia di componente e per impianto al fine di stimare le emissioni annue globali

8. RISULTATI CAMPAGNA DI MONITORAGGIO 2024

8.1 Dati generali

Data di monitoraggio	06/09/2024
N° Sorgenti inventariate	2.388
N° Sorgenti ispezionate con metodo EPA 21	2.281
N° Sorgenti ispezionate con OGI	106
N° Sorgenti fuori servizio	1
Background [ppmv]	0,5

8.2 Distribuzione perdite ed indice di divergenza

Delle **2.387** sorgenti misurate nella campagna in oggetto, di cui 2.281 accessibili e 106 non accessibili, sono state riscontrate:

- ❖ 000 con emissione visibile al sistema ottico
- ❖ 003 sorgenti in perdita con emissione superiore al valore soglia di 10.000 ppmv.

L'indice di divergenza per tutte le sorgenti accessibili, ispezionate con metodo EPA 21, calcolato come il rapporto percentuale tra il numero di sorgenti in perdita ed il numero di sorgenti accessibili monitorate, risulta **0,13%**. L'indice di divergenza per tutte le sorgenti non accessibili, ispezionate con OGI, anche esso calcolato come il rapporto percentuale tra il numero di sorgenti in perdita e il numero delle sorgenti ispezionate con OGI, risulta **nullo**.

Di seguito viene mostrata la distribuzione delle perdite per sezione e l'andamento dell'indice di divergenza di tutte le sorgenti accessibili ispezionate con il metodo EPA 21.

Tabella 8.1 Distribuzione perdite pre-manutenzione per sezione (Sorgenti accessibili)

Sezione	>10.000 ppmv	<=10.000 ppmv	TOT	Div%
CABINA R.E.M.I	0	458	458	0,00%
GRUPPO TG1	0	194	194	0,00%
GRUPPO TG2	0	188	188	0,00%
STAZIONE METANO	3	1.438	1.441	0,21%
Totale	3	2.278	2.281	0,13%

8.3 Distribuzione delle emissioni per range emissivo

Nelle tabelle che seguono viene descritta la distribuzione per range emissivo (ppmv) per tutte le sorgenti ispezionate con metodo EPA 21 (FID).

Tabella 8.2 Distribuzione sorgenti monitorate per sezione/range emissivo (ppmv) pre manutenzione

Sezione	Range emissivo in ppmv						Totale
	$0 \leq S \leq 10$	$10 < S \leq 10^2$	$10^2 < S \leq 10^3$	$10^3 < S \leq 10^4$	$10^4 < S < 99.999$	$S \geq 99.999$	
CABINA R.E.M.I	452	3	3	0	0	0	458
GRUPPO TG1	194	0	0	0	0	0	194
GRUPPO TG2	184	2	2	0	0	0	188
STAZIONE METANO	1.431	5	2	0	3	0	1.441
Totale	2.261	10	7	0	3	0	2.281

8.4 Manutenzione e re-monitoring

Le sorgenti con stato emissivo superiore alla soglia sono state sottoposte ad intervento di manutenzione. La successiva misura di ricontrollo ha confermato il buon esito della manutenzione evidenziando l'eliminazione delle perdite. Di seguito si elenca i dettagli relativi a tali interventi.

Tabella 8.3 Interventi di manutenzione

Anagrafica Componente			Monitoraggio		Manutenzione		Ricontrollo	
Sezione	Tag	Componente	Data	[ppmv]	Data	Tipo	DATA	PPM
STAZIONE METANO	000760	Connettore	06/09/2024	52000	06/09/2024	SERRAGGIO CONNETTORE	06/09/2024	500
STAZIONE METANO	003170	Valvola	06/09/2024	25000	06/09/2024	SERRAGGIO PRESSATRECCIA	06/09/2024	800
STAZIONE METANO	011240	Connettore	06/09/2024	84000	06/09/2024	SERRAGGIO CONNETTORE	06/09/2024	150

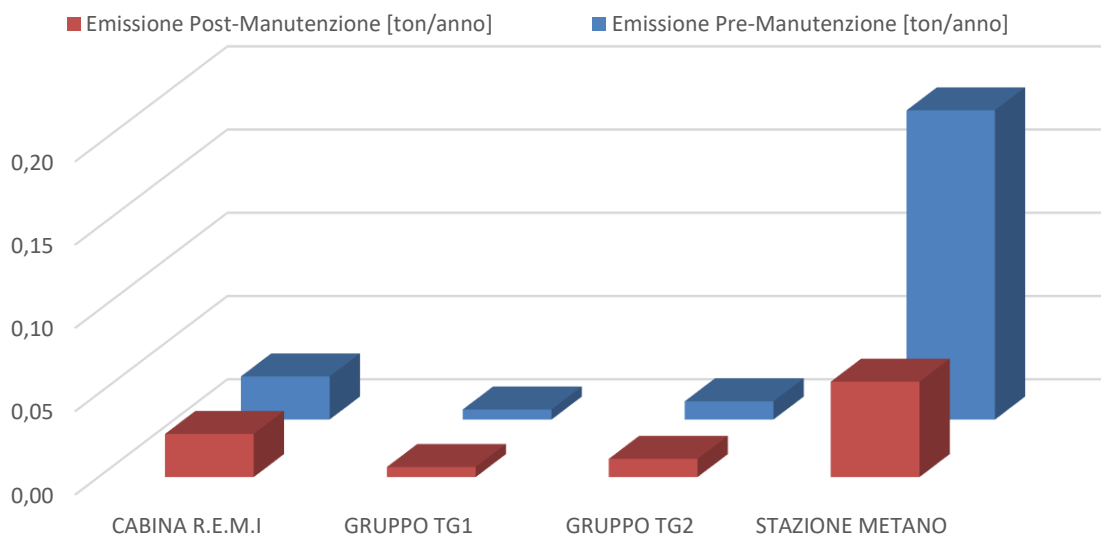
8.5 Sintesi delle stime emissive

La tabella seguente riporta i valori della stima emissiva in ton/anno pre e post manutenzione ed il relativo abbattimento, aggregati per sezione.

Tabella 8.4 Distribuzione emissioni per Sezione Impianto

Sezione	Emissione Pre-Manutenzione [ton/anno]	Emissione Post-Manutenzione [ton/anno]	Abbattimento [ton/anno]	Abbattimento [%]
CABINA R.E.M.I	0,03	0,03	0,00	0%
GRUPPO TG1	0,01	0,01	0,00	0%
GRUPPO TG2	0,01	0,01	0,00	0%
STAZIONE METANO	0,19	0,06	0,13	69%
Totale	0,23	0,10	0,13	56%

Figura 8.2 Distribuzione emissioni per Sezione Impianto



9. DATI METEO

Si riportano di seguito i dati meteo registrati durante la campagna di monitoraggio

Data	Temperatura [°C]	Umidità [%]	Vv [km/h]	Pioggia
06/09/2024	29	64	-	0

10. CONCLUSIONI

La campagna di monitoraggio è stata condotta in data 06/09/2024 sulla totalità delle sorgenti in servizio, distribuite come segue:

- 2.281 accessibili monitorate secondo il metodo EPA21,
- 106 non accessibili, ispezionate con tecnica OGI.

N. 1 sorgente risultava fuori servizio al momento del monitoraggio.

Durante le attività di monitoraggio si sono riscontrati **n. 3** sorgente in perdita, con emissione superiore al valore soglia di 10.000 ppmv.

L'emissione pre manutenzione calcolata per un servizio convenzionale di 8.760 ore di esercizio si attesta a 0,23 ton/anno.

Le sorgenti in perdita sono state sottoposte ad intervento di manutenzione e successivo re-monitoring che ha evidenziato un valore emissivo post manutenzione inferiore alla soglia.

L'emissione post manutenzione calcolata per un servizio convenzionale di 8.760 ore di esercizio si attesta a 0,10 ton/anno, con un abbattimento calcolato del 56%. Di seguito si riportano le emissioni e l'abbattimento per sezione di impianto:

Sezione	Emissione Pre-Manutenzione [ton/anno]	Emissione Post-Manutenzione [ton/anno]	Abbattimento [ton/anno]	Abbattimento [%]
CABINA R.E.M. I	0,03	0,03	0,00	0%
GRUPPO TG1	0,01	0,01	0,00	0%
GRUPPO TG2	0,01	0,01	0,00	0%
STAZIONE METANO	0,19	0,06	0,13	69%
Totale	0,23	0,10	0,13	56%

Dr. Nicolai Tasca

