

# ALLEGATO H

# Report

## Monitoraggio Emissioni Fuggitive



Stabilimento ERGOSUD s.p.a.

Campagna di misura 2022



Divisione Gestione Fugitive Emission  
[www.ved.it/gfe](http://www.ved.it/gfe)

Data emissione documento: marzo 2023



## Sommario

1. Scopo del lavoro.....	3
2. Riferimenti normativi.....	4
3. Censimento ed Inventario.....	5
3.1 Identificazione sorgenti e fluidi.....	5
3.2 Identificazione in campo ed implementazione dell'inventario elettronico.....	6
3.1 Inventario sorgenti.....	7
4. Definizione di perdita.....	8
4.1 Ispezioni mediante tecnica OGI.....	8
4.2 Ispezioni mediante tecnica FID.....	8
5. Ore di esercizio.....	8
6. Strumentazione di monitoraggio.....	8
6.1 GF320 (OGI).....	8
6.2 TVA 2020 (FID).....	10
7. Stima dei flussi emissivi.....	11
7.1 Stima delle emissioni orarie (kg/h).....	11
7.2 Calcolo delle emissioni su base annua (ton/anno).....	12
8. Risultati campagna di monitoraggio 2022.....	13
8.1 Dati generali.....	13
8.2 Distribuzione perdite ed indice di divergenza.....	13
8.3 Distribuzione delle emissioni per range emissivo.....	14
8.4 Manutenzione e re-monitoring.....	14
8.5 Sintesi delle stime emissive.....	14
9. Dati meteo.....	15
10. Conclusioni.....	16



## 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 ridurne le emissioni con successivi interventi di riparazione.

In particolare, l'attività svolte, per l'anno 2022, possono essere riassunte come di seguito descritto:

- Censimento fotografico delle sorgenti precedentemente individuate sulla base dell'analisi del processo e dei relativi P&ID,
- 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. CENSIMENTO ED INVENTARIO

#### **3.1 Identificazione sorgenti e fluidi**

La prima fase, del censimento, è stata condotta analizzando N° 12 P&ID allo scopo di:

- identificare la sequenza principale di processo e gli impianti connessi
- identificare le apparecchiature significative
- escludere linee non pertinenti (es. vapore, aria, acqua, apparecchiature sotto vuoto)
- focalizzare l'analisi sui flussi in base alla composizione dei fluidi e le condizioni operative di processo (ad es. escludendo eventuali apparecchiature/linee non in uso)

In particolare, è stato identificato il Metano, che risponde alla definizione di cui all'allegato del Documento ISPRA 18712:

*“la somma dei costituenti con tensione di vapore maggiore di 0,3 kPa a 20 °C  
sia superiore al 20% in peso”*

Le sorgenti identificate, in relazione ai fluidi di cui sopra, sono state raggruppate nelle seguenti categorie:

- Flangia
- Fine Linea
- Valvola (intesa come sede di tenuta dello stelo)
- Valvola di sicurezza
- Connettore
- Compressore

### 3.2 Identificazione in campo ed implementazione dell'inventario elettronico

Per ogni linea, individuata al punto precedente, si è proceduto ad un censimento fotografico in campo. In questa fase, ogni sorgente è stata identificata e catalogata con un Tag numerico sovrapposto ad un'immagine della stessa. L'immagine riporta anche il riferimento all'apparecchiatura in oggetto.



*Esempio di censimento valvola*

L'inventario elettronico è stato quindi implementato mettendo in relazione le foto con tutti i dati disponibili delle sorgenti, come:

- Impianto di appartenenza
- Sezione di appartenenza
- Apparecchiatura di appartenenza
- Disegno di appartenenza
- Tipologia di componente
- Diametro
- Fluido
- Fase
- Composizione del fluido
- Accessibilità

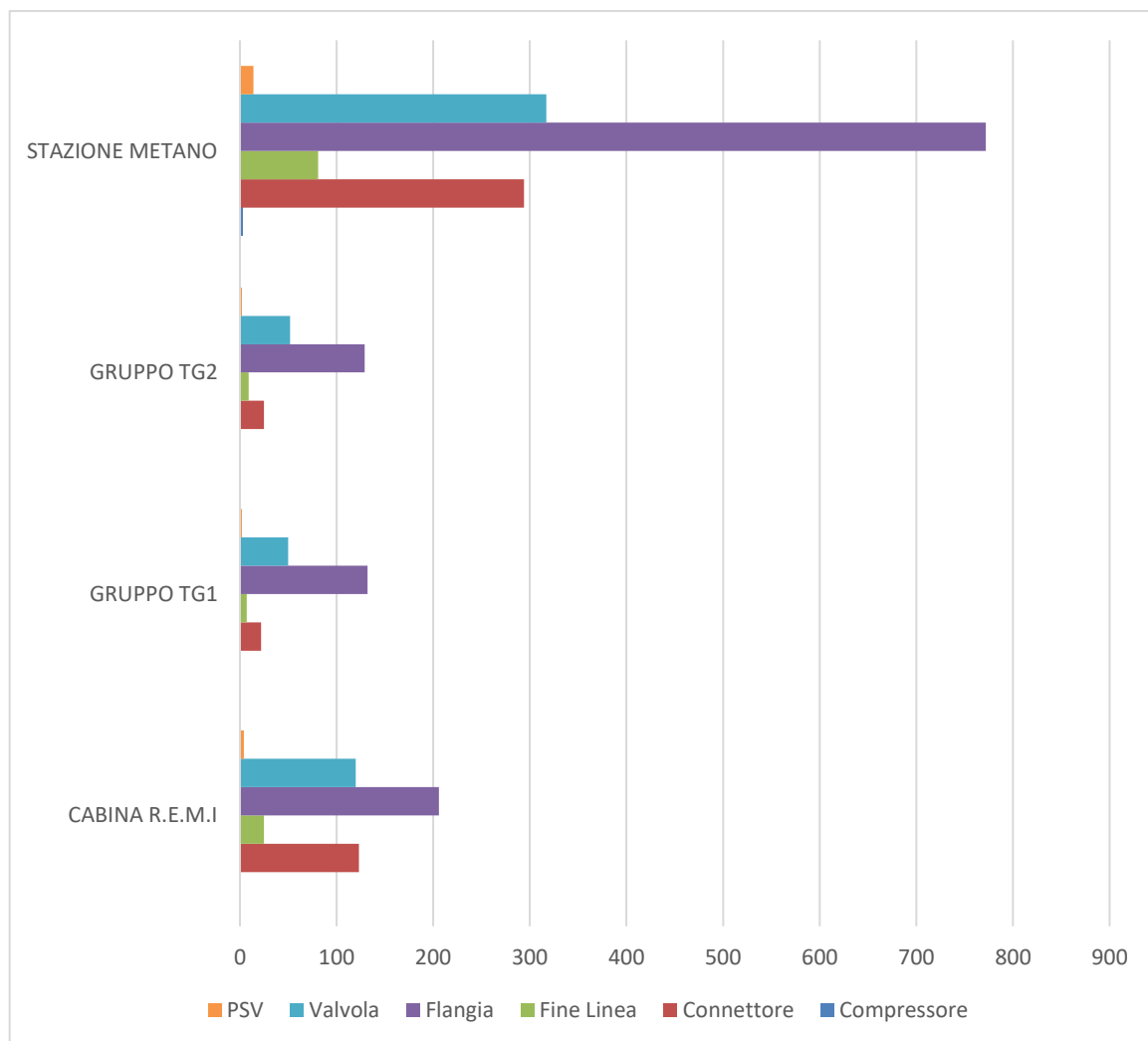
### 3.1 Inventario sorgenti

Le attività di censimento, svolte in campo, hanno prodotto N° 2.388 sorgenti come di seguito distribuite:

**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
<b>Totale</b>	<b>2</b>	<b>464</b>	<b>122</b>	<b>1.239</b>	<b>539</b>	<b>22</b>	<b>2.388</b>

**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 2022, 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)**

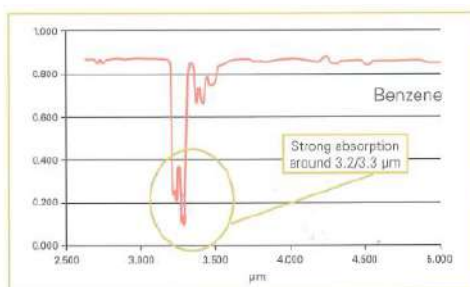


L'ispezione delle sorgenti non accessibili convoglianti metano è stata condotta mediante l'utilizzo del Gas Finder modello GF320 della FLIR, dotata di un filtro di lunghezze d'onda che consente il passaggio della luce nel range tra 3,2 e 3,4 micron (di seguito definito range di misura). La GF320 è un 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 (Threshold 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.

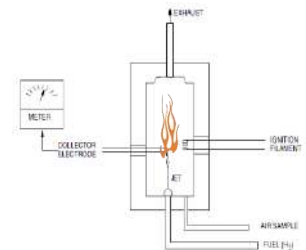
## 6.2 TVA 2020 (FID)



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 <b>EPA 453/R-95-017</b> , utilizzando le equazioni e i fattori di emissione previsti dal metodo <b>US EPA Petroleum Correlation</b>
OGI	metodo <b>leak / no-leak</b> , <b>RAPPORTO 6/15 del 2015</b> della <b>CONCAWE</b>

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 $\leq 1$ 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 $\geq 99.999$	
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 2022

### 8.1 Dati generali

Data di monitoraggio	09/09/2022
N° Sorgenti inventariate	2.388
N° Sorgenti ispezionate con metodo EPA 21	2.247
N° Sorgenti ispezionate con OGI	141
Background [ppmv]	0,7

### 8.2 Distribuzione perdite ed indice di divergenza

Delle **2.388** sorgenti misurate nella campagna in oggetto, di cui 2.247 accessibili e 141 non accessibili, sono state riscontrate:

- ❖ 001 con emissione visibile al sistema ottico
- ❖ 005 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 **0,22%**. 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 **0,7%**. 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	5	1.402	1.407	0,36%
<b>Totale</b>	<b>5</b>	<b>2.242</b>	<b>2.247</b>	<b>0,22%</b>

\* La perdita visibile al sistema ottico è stata riscontrata nella sezione CABINA R.E.M.I.

### 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	405	34	17	2	0	0	<b>458</b>
GRUPPO TG1	191	1	1	1	0	0	<b>194</b>
GRUPPO TG2	185	2	1	0	0	0	<b>188</b>
STAZIONE METANO	1.382	9	8	3	4	1	<b>1.407</b>
<b>Totale</b>	<b>2.163</b>	<b>46</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2.247</b>

### 8.4 Manutenzione e re-monitoring

Tutte le 6 sorgenti con stato emissivo superiore alla soglia sono state sottoposte ad interventi di manutenzione. Le successive misure di riconrollo, eseguite da personale ERGOSUD, hanno confermato il buon esito delle manutenzioni evidenziando l'eliminazione delle perdite. Di seguito si elencano i dettagli relativi a tali interventi.

**Tabella 8.3 Interventi di manutenzione**

Anagrafica Componente			Monitoraggio		Manutenzione		Riconrollo
Sezione	Tag	Componente	Data	[ppm]	Data	Tipo	DATA
STAZIONE METANO	001120	Fine Linea	09/09/2022	35.000	19/09/2022	Smontato, pulito e rimontato il tappo	19/09/2022
CABINA R.E.M.I	001480	Connettore	09/09/2022	NA	18/10/2022	Sostituzione cartuccia filtrante e guarnizione filtro*	18/10/2022
STAZIONE METANO	004390	Connettore	09/09/2022	99.999	21/09/2022	Smontata, pulita e rimontata la valvola	21/09/2022
STAZIONE METANO	004820	Connettore	09/09/2022	19.000	21/09/2022	Smontato, pulito e rimontato il tappo	21/09/2022
STAZIONE METANO	010240	Flangia	09/09/2022	75.000	19/09/2022	Eseguita manutenzione linea di regolazione	19/09/2022
STAZIONE METANO	011240	Connettore	09/09/2022	80.000	19/09/2022	Sostituzione cartuccia filtrante e guarnizione filtro	19/09/2022

\* si evidenzia che il filtro è stato messo immediatamente in sicurezza.

### 8.5 Sintesi delle stime emissive

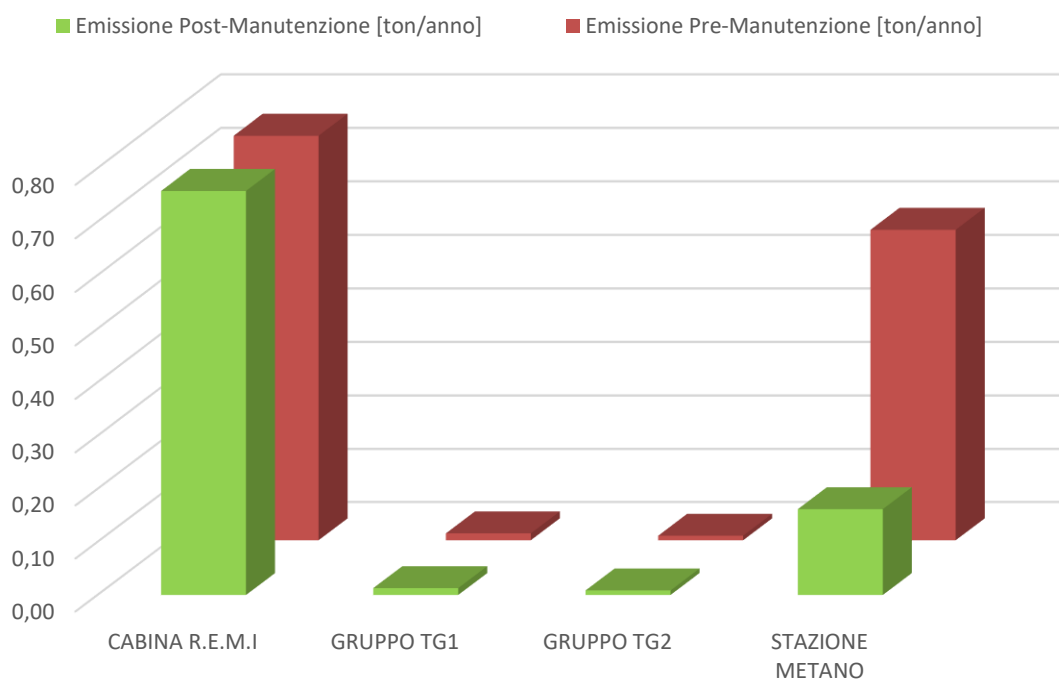
La tabella seguente riporta i valori della stima emissiva in ton/anno pre e post manutenzione ed il relativo abbattimento, aggregati per sezione.



**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	0,76	0,76	0,00	0%
GRUPPO TG1	0,01	0,01	0,00	0%
GRUPPO TG2	0,01	0,01	0,00	0%
STAZIONE METANO	0,58	0,11	0,47	81%
<b>Totale</b>	<b>1,36</b>	<b>0,89</b>	<b>0,47</b>	<b>35%</b>

**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
09/09/2022	31	50	25	0



## 10. CONCLUSIONI

Le attività di censimento condotte nel 2022 hanno prodotto n. **2.388** sorgenti che costituiscono l'inventario LDAR sottoposto a monitoraggio.

La campagna di monitoraggio è stata condotta in data 09/09/2022 sulla totalità delle sorgenti censite, distribuite come segue:

- 2.247 accessibili monitorate secondo il metodo EPA21,
- 141 non accessibili, ispezionate con tecnica OGI.

Durante le attività di monitoraggio si sono riscontrate n. 06 sorgenti in perdita, di cui:

- 01 con emissione visibile al sistema ottico,
- 05 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 1,36 ton/anno.

Tutte le 6 sorgenti in perdita sono state sottoposte ad interventi 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 0,89 ton/anno, con un abbattimento calcolato del 35%. 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	0,76	0,76	0,00	0%
GRUPPO TG1	0,01	0,01	0,00	0%
GRUPPO TG2	0,01	0,01	0,00	0%
STAZIONE METANO	0,58	0,11	0,47	81%
<b>Totale</b>	<b>1,36</b>	<b>0,89</b>	<b>0,47</b>	<b>35%</b>

VED S.r.l.  
Dr. Nicolai Tasca

