



Eni SpA
Renewable - New Energies and Material Science Research Center
(DE-R&D)

RELAZIONE TECNICA

N° RT-DE-2023-040	Data: 27/11/2023	Commessa: R20879
PROGETTO: Piattaforma Barbara C – Monitoraggio di emissioni fuggitive		
TITOLO: Monitoraggio Emissioni Fuggitive - Ricontrollo Post-Manutenzione Piattaforma Barbara C		
RELATORE PRINCIPALE Emanuele Marsella VELAB/C	ALTRI RELATORI	
COLLABORATORI	REVISORE Pier Paolo Zonta VELAB/C	



Emissione Relazione Tecnica

N°: RT-DE-2023-040

Anno: 2023

Compilazione a cura del Relatore

Relatori	Unità di appartenenza
Emanuele Marsella	VELAB/C
Collaboratori	Unità di appartenenza
Revisore	Unità di appartenenza
Pier Paolo Zonta	VELAB/C

Titolo Relazione Tecnica

Monitoraggio Emissioni Fuggitive - Ricontrollo Post-Manutenzione Piattaforma Barbara C

Titolo Progetto	N°progetto/commissa di riferimento
Piattaforma Barbara C – Monitoraggio di Emissioni Fuggitive	R20879
Committente	Periodo di esecuzione del lavoro
SICS	Gennaio÷Dicembre 2023
Tipo	Argomento
Parziale [] Finale [X]	Monitoraggio di emissioni fuggitive

Destinatari	Altri destinatari
Resp. R&D Resp. R&DBP-EE Resp. R&DBP-NR Resp. DE-R&D Resp. VELAB Resp. SOBIET Resp. IPM Resp. INPA Resp. TPS R&D Projects/Area Manager VELAB Resp. Progetto SICS/AMB/CS Revisore VELAB	M. Spada F. Montanari C. Sarli P. Pollesel M. Scapin E. Roccaro V. Brocco R. Cimino R. Visintin G. Pannocchia L. Mauri P.P. Zonta S. Guidotti AMB/CS M. Fraccastoro AMB/CS A. A. Zanibelli SICS T. Pasini NOLAB P. M. Maggiorotti IPM/SVIL



Approvazione Emissione Relazione Tecnica ⁽¹⁾

N°: RT-DE-2023-040

Anno: 2023

Titolo

Monitoraggio Emissioni Fuggitive - Ricontrollo Post-Manutenzione Piattaforma Barbara C

Revisore P.P. Zonta VELAB/C

Data

27/11/23

Firma

Responsabile di Progetto L. Mauri SICS/AMB/CS

Data

27/11/23

Firma

R&D Projects/Area Manager G. Pannocchia VELAB

Data

27/11/23

Firma

Responsabile di Unità (2° riporto da CO) M. Scapin VELAB

Data

27/11/23

Firma

IPM ⁽³⁾

Data

Firma

Responsabile di competenza^{(3) (4)}

Data

Firma

⁽¹⁾ Le approvazioni da parte di ogni responsabile possono avvenire anche tramite e-mail o per via telematica tramite sistema informatico

⁽²⁾ Per la funzione R&D si intende il Responsabile di 3° livello da Chief Officer; per le Aree Tecniche/Linee di Business si intende la figura aziendale di responsabilità equivalente nell'ambito della cui unità è stata condotta l'attività R&D

⁽³⁾ Solo in caso di necessità/opportunità di invio del documento a un destinatario esterno a Eni

⁽⁴⁾ Si intende il Responsabile del Centro di Ricerca o Programma R&D o di altra Unità della funzione R&D o quello dell'Unità di Area Tecnica/Linea di Business nell'ambito della quale è stata condotta l'attività R&D (in quest'ultimo caso è il Responsabile di livello superiore a quello indicato in nota 2)



INDICE

Indice delle Figure	6
Documenti di riferimento	7
Acronimi e Definizioni.....	7
Unità di misura.....	7
Sommario e conclusioni.....	8
1 Introduzione.....	8
2 METODOLOGIA DI CENSIMENTO DELLE SORGENTI DI POSSIBILE EMISSIONE FUGGITIVA.....	9
3 Attività di ricontrollo delle perdite post-manutenzione.....	11
4 Metodologie di stima delle emissioni fuggitive.....	11
4.1 Approccio “Average Emission Factor”	12
4.2 Approccio “EPA Correlation”	13
4.3 Approccio “Alternative leak/no leak emission factor”	15
5 Emissioni di metano	16
6 Risultati	18
6.1 Ricontrollo delle perdite post-manutenzione.....	18
6.2 Calcolo emissioni secondo l’approccio “Average Emission Factor”	20
6.3 Calcolo emissioni con il metodo misto	22
6.4 Distribuzione delle emissioni.....	24
7 Conclusioni	26



Indice delle Tabelle

Tabella 2-1: Elenco tipologie delle sorgenti di emissione considerate	9
Tabella 2-2: Distribuzione delle sorgenti di emissione suddivise per stream e tipologia	10
Tabella 4-1: Tabella di riferimento per la conversione da massa (ton) a volume (scm) con valori tipici di densità per 'crude oil' e 'natural gas' [4].....	12
Tabella 4-2: Corrispondenza tra tipologie di dispositivi censiti e dispositivi indicati in EPA [2]	12
Tabella 4-3: Tabella di riferimento per il calcolo delle emissioni secondo l'approccio "Average Emission Factor"	13
Tabella 4-4: Tabella di riferimento per il calcolo delle emissioni per sorgenti con valori di concentrazione pari a zero (secondo l'approccio "EPA Correlation").....	14
Tabella 4-5: Tabella di riferimento per il calcolo delle emissioni per sorgenti con valori di concentrazione superiori alla soglia, "Over Range" (secondo l'approccio "EPA Correlation")	14
Tabella 4-6: Tabella di riferimento per il calcolo delle emissioni per sorgenti con valori di concentrazione compresi tra zero ed il valore di soglia (secondo l'approccio "EPA Correlation"). Nel calcolo di correlazione il termine (SV) rappresenta il valore di concentrazione misurato in ppm	15
Tabella 4-7: Tabella di riferimento API [3].....	15
Tabella 4-8: Corrispondenza tra tipologie di sorgenti e dispositivi indicati in API [4].....	16
Tabella 5-1 Composizione di metano predefinita (CCAC)	16
Tabella 6-1: Elenco dei ricontrolli post-manutenzione sulle perdite rilevate nel 2021, ricontrollate nel 2022	19
Tabella 6-2: Distribuzione delle emissioni di TOC (t/anno) secondo l'approccio "Average Emission Factor" suddivise per stream e tipologia di sorgente	20
Tabella 6-3: Distribuzione delle emissioni di TOC (ton/anno) secondo il metodo misto suddivise per stream e tipologia di sorgente dopo il ricontrollo post-manutenzione	23
Tabella 6-4 – Distribuzione del numero di sorgenti e del relativo contributo alle emissioni (in TOC)	24
Tabella 7-1: Stima delle emissioni fuggitive basata sull'approccio "Average Emission Factor"	26
Tabella 7-2: Stima delle emissioni fuggitive basata su "metodo misto" (attività 2021)	26
Tabella 7-3: Stima delle emissioni fuggitive basata su "metodo misto" (attività 2022)	26
Tabella 7-4: Stima delle emissioni fuggitive basata su "metodo misto" (attività 2023)	27



Indice delle Figure

Figura 5-1 Definizione dei segmenti industriali Oil & Gas secondo CCAC [4]..... 17

Figura 6-1: Distribuzione delle emissioni di TOC (ton/anno) secondo l’approccio “Average Emission Factor” per stream e tipologia di sorgente 21

Figura 6-2: Distribuzione delle emissioni di TOC (ton/anno) secondo metodo misto per stream e tipologia di sorgente 23

Figura 6-3: Distribuzione percentuale del numero di sorgenti e del relativo contributo alle emissioni (in TOC) 24

Figura 6-4: Suddivisione delle emissioni (TOC) per tipologia di sorgente 25

Figura 7-1: Confronto delle stime di emissione di TOC (espressi in ton/anno) secondo le due metodologie (“Average Emission Factor” e “misto” pre e post manutenzione) 27



Documenti di riferimento

- [1] US EPA-453/R-95-017 - Protocol For Equipment Leak Emission Estimates
- [2] UNI EN 15446:2008 "Fugitive and diffuse emissions of common concern to industry sector - Measurement of fugitive emissions of vapors generating from equipment and piping leaks" (July 2008)
- [3] CCAC Oil&Gas Methane Partnership – Technical Guidance Document Number 2: Fugitive Component and Equipment Leaks
- [4] API – Compendium of Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for the Oil and Natural Gas Industry. November 2021
- [5] JA063300AQRV00006 Attività di monitoraggio delle emissioni fuggitive Piattaforma Barbara C del 13/12/21
RT-DE-2022-054 Monitoraggio Emissioni Fuggitive - Ricontrollo Post-Manutenzione Piattaforma Barbara C del 06/12/2022
- [6] Rapporto di Prova N° n. 23046572 – FUEL GAS - Piattaforma Barbara T del 12/06/2023

Acronimi e Definizioni

API	American Petroleum Institute
CCAC	Climate & Clean Air Coalition
FID	Flame Ionization Detector
OGI	Optical Gas Imaging
TOC	Total Organic Compound
VOC	Volatile Organic Compound

Perdita	Valore di emissione di TOC superiore a 5000 ppm se misurato con analizzatore FID o identificato con termocamera OGI
---------	---

Unità di misura

Le stime di calcolo delle emissioni annue di composti organici totali (TOC) e metano sono espresse in:

- Massa, come tonnellate (ton)
I valori finali in massa (ton) sono espressi alla prima cifra decimale significativa mentre nelle diverse distribuzioni ed elaborazioni (tabelle, istogrammi, grafici) sono espressi alla seconda cifra decimale utile.
- Volume come metri cubi standard (scm), arrotondato alle centinaia



Sommario e conclusioni

Nel 2023 l'attività di monitoraggio delle emissioni fuggitive presso la Piattaforma Barbara C ha preso in esame le sole perdite rilevate durante la campagna massiva svolta nel 2021, già ricontrollate nel 2022, nell'ottica di verificare l'efficacia degli interventi di manutenzione e ricalcolare la stima delle emissioni di TOC (Total Organic Compound) e metano rappresentative dell'impianto.

Nel 2021 erano state identificate 9 perdite. Su queste, l'attività di ricontrollo post-manutenzione (2022) ha evidenziato una riduzione a 3 perdite dalle 9 riscontrate.

Nel 2023 l'attività di ricontrollo sulle tre (3) perdite residue ha evidenziato la loro totale riparazione..

Gli interventi di manutenzione mirati ad un gruppo ristretto di sorgenti di emissione fuggitiva ha permesso di ridurre la stima finale di emissione (-99% rispetto al valore iniziale del 2021) ad un valore totale di **TOC (=metano) pari a 100 scm/anno**.

1 Introduzione

Nel mese di luglio 2023, presso la Piattaforma Barbara C di Eni spa Upstream – Distretto Centro-Settentrionale è stata programmata un'attività di monitoraggio di emissioni fuggitive finalizzata al ricontrollo dopo l'intervento di manutenzione delle perdite identificate durante la campagna massiva del 2021 e ricontrollate nel 2022 [5].

Scopo dell'attività è verificare l'efficacia degli interventi di riparazione e ricalcolare la stima delle emissioni fuggitive delle emissioni di TOC (Total Organic Compound) e di metano rappresentative dell'impianto.

Tali stime in continuità con gli approcci utilizzati dal 2018 si determinano mediante sistemi di misura e metodi di calcolo riportati nei documenti EPA [2], UNI EN [3] e nel documento CCAC [4].

In accordo con il personale del Distretto Centro-Settentrionale e sulla base dello scopo del lavoro condiviso, i dati aggiornati dopo ricontrollo prendono in considerazione solo le variazioni sulle perdite rilevate nel 2021, ricontrollate nel 2022, mentre assumono inalterata la situazione per tutte le altre potenziali sorgenti di emissione.



2 METODOLOGIA DI CENSIMENTO DELLE SORGENTI DI POSSIBILE EMISSIONE FUGGITIVA

Di seguito si riporta la metodologia di censimento utilizzata durante la campagna di monitoraggio emissioni fuggitive del 2021 [5], utile a comprendere la simbologia utilizzata nel presente documento.

Le tipologie di punti di emissione previste nel documento EPA [2] di riferimento sono suddivise per macro-categorie: valvole, flange, pompe, connessioni, sfiati e altre.

In fase di censimento si è associato, ad ognuna delle sorgenti di possibile emissione, un codice costituito da una sigla identificativa che ne rappresenta la tipologia e un numero progressivo. Nella Tabella 2-1 si elenca la suddivisione utilizzata ed il corrispettivo secondo le macro-categorie definite nel protocollo EPA-453/R-95-017 [1].

Tabella 2-1: Elenco tipologie delle sorgenti di emissione considerate

Tipologia di sorgente di possibile emissione	Sigla identificativa	Corrispettivo secondo le macro-categorie definite nel protocollo EPA-453/R-95-017 [2]
Valvola	V	Valves
Pompa	P	Pump seals
Compressore	C	Others
Strumentazione	Vi	Others
Livelli	L	Others
Valvola di sicurezza	Vs	Others
Tappo	T	Connectors
Flangia	F	Flanges
Accoppiamento flangiato a monte e a valle di una valvola	AFmV, AFvV, AFvV2	Flanges
Accoppiamenti filettati	CN	Connectors
Accoppiamento filettato a monte e a valle di una valvola	CNmV, CNvV, CNvV2	Connectors
Sfiati	OEL	Open-ended lines



Per una migliore lettura si è deciso di accorpare le sorgenti secondo la seguente modalità:

- Valvole: V;
- Accoppiamenti flangiati: F, AFmV, AFvV, AFvV2 (nel caso di valvole a tre vie);
- Accoppiamenti filettati: CN, CNmV, CNvV, CNvV2 (nel caso di connessioni a tre vie), T;
- Strumentazione: Vi;
- Livelli: L;
- Pompe: P;
- Compressori: C;
- Valvole di sicurezza: Vs;
- Sfiati: OEL

La Tabella 2-2 riporta la distribuzione delle sorgenti di emissione suddivise per stream e tipologia. Rispetto all'attività svolta nel 2021 e nel 2022 non ci sono variazioni nel numero totale di componenti identificati.

Tabella 2-2: Distribuzione delle sorgenti di emissione suddivise per stream e tipologia

Tipologia di sorgente	Complessivo	Gas
Valvole	815	815
Accoppiamenti flangiati	1931	1931
Accoppiamenti filettati	5	5
Strumentazione	199	199
Valvole di sicurezza	23	23
Compressori	0	0
Pompe	0	0
Livelli	62	62
Sfiati (OEL)	25	25
Totale	3060	3060
Percentuale (%)		100,0



3 Attività di ricontrollo delle perdite post-manutenzione

L'attività di ricontrollo è stata svolta l'11/07/23 da personale di eni VELAB utilizzando le stesse tecniche di monitoraggio utilizzate durante la campagna massiva del 2021:

- detector a ionizzazione di fiamma (FID per il monitoraggio delle potenziali sorgenti di emissione accessibili;
- termocamera optical gas imaging (OGI) per il monitoraggio delle sorgenti non accessibili.

La strumentazione utilizzata è la seguente:

- analizzatore FID portatile Thermo Fisher modello TVA2020 (s/n 202014110318), rispondente alle specifiche previste nei documenti [2, 3]. Per ogni componente la misura viene eseguita nel/nei potenziale/i punto/i di perdita (ad esempio per una flangia lungo tutta la giunzione) registrando il massimo assoluto e sottraendo il valore di fondo (in termini di concentrazione in ppm di TOC).
- termocamera OGI portatile, FLIR modello GF320 (s/n 44400930). La termocamera filtra la radiazione IR di assorbimento nell'intervallo spettrale (3,2 – 3,4 μm) che include la maggior parte degli idrocarburi e l'eventuale perdita è visibile sullo schermo della termocamera. La metodologia è conforme al documento CCAC [4].

4 Metodologie di stima delle emissioni fuggitive

La stima delle emissioni fuggitive totali annue utilizza due metodi:

1) Metodo basato puramente sull'approccio "Average Emission Factor" [2]: a ciascun punto di emissione individuato tramite il censimento viene associato un valore medio di emissione annuo. Tali emissioni vengono quindi sommate per ottenere il valore di emissione annuo dell'impianto.

2) Metodo misto basato sui tre seguenti approcci di calcolo:

- Approccio "Average Emission Factor" [2] per i punti non monitorati (es. flange coibentate)
- Approccio "EPA Correlation" [2] per i punti misurati con l'analizzatore portatile FID
- Approccio "Alternative leak/no leak emission factor" per i punti misurati con termocamera OGI basato su una tabella API (American Petroleum Institute) citata nel documento [4]. Per entrambe le metodiche, la stima annuale di ogni possibile fonte di perdita è calcolata moltiplicando il fattore di emissione corrispondente per le ore di funzionamento annuali, supponendo 8760 ore per funzionamento continuo o il tempo operativo effettivo se fornito dall'impianto.

Gli approcci di calcolo sono descritti dettagliatamente di seguito, mentre i risultati sono riportati al capitolo 6.

Le stime di calcolo delle emissioni di composti organici totali (TOC) e metano sono espresse in:

- Massa, come tonnellate (ton)
- Volume, come metri cubi standard (scm).

Gli approcci di calcolo sopracitati consentono di ottenere un valore di emissione espresso in massa (ton/anno). Per la conversione in volume (scm/anno) sono stati utilizzati fattori tipici di densità (Tabella 4-1).

Tabella 4-1: Tabella di riferimento per la conversione da massa (ton) a volume (scm) con valori tipici di densità per
‘crude oil’ e ‘natural gas’ [4]

Table 2.8: Default Density Values for Crude Oil and Natural Gas

Fuel	Typical Density
Crude Oil	873.46 kg/scm
Natural Gas	0.6728 kg/scm

4.1 Approccio “Average Emission Factor”

Tale approccio prevede di associare a ciascuna sorgente di emissione, individuata nel censimento, un valore medio di perdita (per tipologia di sorgente e di stream) [2]. Le corrispondenze tra le tipologie di dispositivi censiti e quelli indicati in EPA sono riportate in Tabella 4-2. Per l'impianto in esame si utilizza la tabella relativa ai fattori medi per impianti Oil&Gas (Tabella 4-3). I valori di perdita calcolati per ciascuna sorgente vengono infine sommati per ottenere il totale delle emissioni.

Tabella 4-2: Corrispondenza tra tipologie di dispositivi censiti e dispositivi indicati in EPA [2]

Tipologia di sorgente	Codice	Classificazione dispositivi EPA
Valvole	V	Valves
Accoppiamenti Flangiati valvole	AFmV, AFvV, AFvV2	Flanges
Flange	F	Flanges
Valvole di sicurezza	Vs	Others
Strumenti	Vi	Others
Accoppiamenti filettati	CN, CNmV, CNvV, CNvV2	Connectors
Pompe	P	Pump seal
Compressori	C	Others
Livelli	L	Others
Sfiati	OEL	Open-ended lines
Tappi	T	Connectors



Tabella 4-3: Tabella di riferimento per il calcolo delle emissioni secondo l'approccio "Average Emission Factor"

TABLE 2-4. OIL AND GAS PRODUCTION OPERATIONS AVERAGE EMISSION FACTORS (kg/hr/source)

Equipment Type	Service ^a	Emission Factor (kg/hr/source) ^b
Valves	Gas	4.5E-03
	Heavy Oil	8.4E-06
	Light Oil	2.5E-03
	Water/Oil	9.8E-05
Pump seals	Gas	2.4E-03
	Heavy Oil	NA
	Light Oil	1.3E-02
	Water/Oil	2.4E-05
Others ^c	Gas	8.8E-03
	Heavy Oil	3.2E-05
	Light Oil	7.5E-03
	Water/Oil	1.4E-02
Connectors	Gas	2.0E-04
	Heavy Oil	7.5E-06
	Light Oil	2.1E-04
	Water/Oil	1.1E-04
Flanges	Gas	3.9E-04
	Heavy Oil	3.9E-07
	Light Oil	1.1E-04
	Water/Oil	2.9E-06
Open-ended lines	Gas	2.0E-03
	Heavy Oil	1.4E-04
	Light Oil	1.4E-03
	Water/Oil	2.5E-04

Per il calcolo è necessario che ciascuna sorgente di emissione censita venga classificata in base alle tipologie di sorgenti e al fluido di processo (Gas, Heavy Oil, Light Oil, Water/Oil) indicati in Tabella 4-3.

4.2 Approccio "EPA Correlation"

Nel caso di attività di monitoraggio eseguita con analizzatore FID, il protocollo di riferimento suddivide le misure (in termini di concentrazione di ppm) in:

- Valori di concentrazione pari a zero (assenza di emissioni)
- Valori superiori ad una soglia definita solitamente dal fondo scala dello strumento (detti anche "Over Range", OR)
- Valori compresi tra i due precedenti.

Come nell'approccio "Average Emission Factor" la corrispondenza tra tipologie di dispositivi censiti e dispositivi indicati in EPA [2] è riportata in Tabella 4-2.

In caso di assenza di emissione rilevata, la metodologia prevede comunque di associare un valore seppur basso di emissione chiamato "Default-zero" (Tabella 4-4).



Tabella 4-4: Tabella di riferimento per il calcolo delle emissioni per sorgenti con valori di concentrazione pari a zero (secondo l'approccio "EPA Correlation")

TABLE 2-12. DEFAULT-ZERO VALUES: PETROLEUM INDUSTRY

Equipment type/service	Default-zero emission rates ^{a,b} (kg/hr/source)
Valves/all	7.8E-06
Pump seals/all	2.4E-05
Others ^c /all	4.0E-06
Connectors/all	7.5E-06
Flanges/all	3.1E-07
Open-ended lines/all	2.0E-06

Il valore di OR, in riferimento alle caratteristiche dello strumento, è stato fissato a 10.000 ppm. Per tutte le sorgenti la cui misura strumentale ha fornito valori superiori a 10.000 ppm, il dato di emissione da associare segue quanto riportato nella colonna "10.000 ppm pegged emission rate" della Tabella 4-5.

Tabella 4-5: Tabella di riferimento per il calcolo delle emissioni per sorgenti con valori di concentrazione superiori alla soglia, "Over Range" (secondo l'approccio "EPA Correlation")

TABLE 2-14. 10,000 ppmv and 100,000 PPMV SCREENING VALUE PEGGED EMISSION RATES FOR THE PETROLEUM INDUSTRY

Equipment type/service	10,000 ppmv pegged emission rate (kg/hr/source) ^{a,b}	100,000 ppmv pegged emission rate (kg/hr/source) ^a
Valves/all	0.064	0.140
Pump seals/all	0.074	0.160 ^c
Others ^d /all	0.073	0.110
Connectors/all	0.028	0.030
Flanges/all	0.085	0.084
Open-ended lines/all	0.030	0.079

Per valori di concentrazione compresi tra zero (0) e 10.000 ppm, il protocollo prevede un'equazione di correlazione che è funzione del valore misurato e di costanti associate alla tipologia di sorgente (Tabella 4-6, SV: valore di concentrazione misurato in ppm).

Tabella 4-6: Tabella di riferimento per il calcolo delle emissioni per sorgenti con valori di concentrazione compresi tra zero ed il valore di soglia (secondo l'approccio "EPA Correlation"). Nel calcolo di correlazione il termine (SV) rappresenta il valore di concentrazione misurato in ppm

TABLE 2-10. PETROLEUM INDUSTRY LEAK RATE/SCREENING VALUE CORRELATIONS^a

Equipment type/service	Correlation ^{b, c}
Valves/all	Leak rate (kg/hr) = $2.29E-06 \times (SV)^{0.746}$
Pump seals/all	Leak rate (kg/hr) = $5.03E-05 \times (SV)^{0.610}$
Others ^d	Leak rate (kg/hr) = $1.36E-05 \times (SV)^{0.589}$
Connectors/all	Leak rate (kg/hr) = $1.53E-06 \times (SV)^{0.735}$
Flanges/all	Leak rate (kg/hr) = $4.61E-06 \times (SV)^{0.703}$
Open-ended lines/all	Leak rate (kg/hr) = $2.20E-06 \times (SV)^{0.704}$

4.3 Approccio "Alternative leak/no leak emission factor"

La tecnologia OGI è riportata tra le tecniche di identificazione delle perdite di idrocarburi volatili [4]. La termocamera OGI filtra la radiazione IR di assorbimento nell'intervallo spettrale (3,2 – 3,4 µm) che include la maggior parte degli idrocarburi e l'eventuale perdita è visibile sullo schermo della termocamera.

Per il calcolo della stima, si associa un fattore di emissione sulla base dell'identificazione o meno della perdita (Leak / No Leak) ed in funzione del tipo di sorgente. La Tabella 4-7 citata in [4] è derivata da documentazione API, fornisce i fattori di emissione in funzione della sensibilità della termocamera utilizzata (o "leak definition"). In mancanza di informazioni sulle caratteristiche della strumentazione, il documento di riferimento consiglia l'utilizzo dei fattori a 60g/h.

Tabella 4-7: Tabella di riferimento API [3]

equipment type	emission factor type	emission factors [g/h/source] for specified 'leak definition' (*)			
		3 g/h	6 g/h	30 g/h	60 g/h
valves	leak	55	73	140	200
	no-leak	0.019	0.043	0.17	0.27
pump, compressors	leak	140	160	310	350
	no-leak	0.096	0.13	0.59	0.75
flanges	leak	29	45	88	120
	no-leak	0.0026	0.0041	0.01	0.014
others	leak	56	75	150	210
	no-leak	0.007	0.014	0.051	0.081

(*) Questi fattori sono relativi ad emissione di composti organici totali (TOC), compresi i non-VOC, come il metano e l'etano

QUESTO DOCUMENTO CONTIENE INFORMAZIONI E DATI RISERVATI DI PROPRIETÀ O NELL'USO DI ENI SPA CHE TUTELERÀ, IN CASO DI VIOLAZIONE, I PROPRI DIRITTI IN TUTTE LE SEDI. NE SONO VIETATI LA DIVULGAZIONE E L'USO PER SCOPI DIVERSI DA QUELLI CONSENTITI E PER I QUALI SONO STATI TRASMESSI, A MENO DI PREVENTIVO CONSENSO SCRITTO DI ENI SPA.

THIS DOCUMENT CONTAINS CONFIDENTIAL INFORMATION AND DATA OWNED OR USED BY ENI SPA., WHICH, IN CASE OF VIOLATION, WILL PROTECT ITS RIGHTS AT ANY OF ITS PREMISES. THE PRESENT INFORMATION IS NEITHER TO BE SPREAD TO THIRD PARTIES NOR TO BE USED FOR PURPOSES OTHER THAN THOSE AUTHORISED AND FOR WHICH IT HAS BEEN DISCLOSED, UNLESS ENI SPA GIVES ITS PRIOR WRITTEN CONSENT.

La Tabella 4-8 mostra la corrispondenza tra le tipologie di sorgenti assegnate a potenziali fonti di emissioni fuggitive e quelle utilizzate per l'attribuzione dei fattori di emissione "Leak/No Leak" secondo CCAC [4].

Tabella 4-8: Corrispondenza tra tipologie di sorgenti e dispositivi indicati in API [4]

Tipologia di sorgente	Codice	Classificazione dispositivi API
Valvole	V	Valves
Accoppiamenti flangiati valvole	AFmV, AFvV, AFvV2	Flanges
Flange	F	Flanges
Connessioni	CN	Others
Accoppiamenti filettati valvole	CNmV, CNvV, CNvV2	Others
Valvole di sicurezza	Vs	Others
Strumenti	Vi	Others
Pompe	P	Pumps, compressors
Compressori	C	Pumps, compressors
Livelli	L	Others
Sfiati	OEL	Others
Tappi	T	Others

5 Emissioni di metano

Le emissioni di TOC possono essere convertite in emissioni di metano moltiplicando per la composizione percentuale di metano presente nello stream. Qualora tale valore non fosse noto, in accordo con [4], è possibile riferirsi ad una composizione media di metano divisa per segmento industriale come riportato nella seguente tabella.

Tabella 5-1 Composizione di metano predefinita (CCAC) ¹

Settore industriale	Composizione di CH ₄ media
Production	78,8%
Processing	86,8%
Transmission/Storage	93,4%
Distribution	93,4%

Per meglio comprendere il significato della tabella precedente, la Figura 5-1 definisce i limiti di competenza di ogni singolo segmento industriale.

¹ Vedi [4], Table 2.5: Default GRI/EPA Methane Composition, from API – Compendium of Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for the Oil and Natural Gas Industry. November 2021. Table E-4 page E-6

QUESTO DOCUMENTO CONTIENE INFORMAZIONI E DATI RISERVATI DI PROPRIETÀ O NELL'USO DI ENI SPA CHE TUTELERÀ, IN CASO DI VIOLAZIONE, I PROPRI DIRITTI IN TUTTE LE SEDI. NE SONO VIETATI LA DIVULGAZIONE E L'USO PER SCOPI DIVERSI DA QUELLI CONSENTITI E PER I QUALI SONO STATI TRASMESSI, A MENO DI PREVENTIVO CONSENSO SCRITTO DI ENI SPA.

THIS DOCUMENT CONTAINS CONFIDENTIAL INFORMATION AND DATA OWNED OR USED BY ENI SPA., WHICH, IN CASE OF VIOLATION, WILL PROTECT ITS RIGHTS AT ANY OF ITS PREMISES. THE PRESENT INFORMATION IS NEITHER TO BE SPREAD TO THIRD PARTIES NOR TO BE USED FOR PURPOSES OTHER THAN THOSE AUTHORISED AND FOR WHICH IT HAS BEEN DISCLOSED, UNLESS ENI SPA GIVES ITS PRIOR WRITTEN CONSENT.

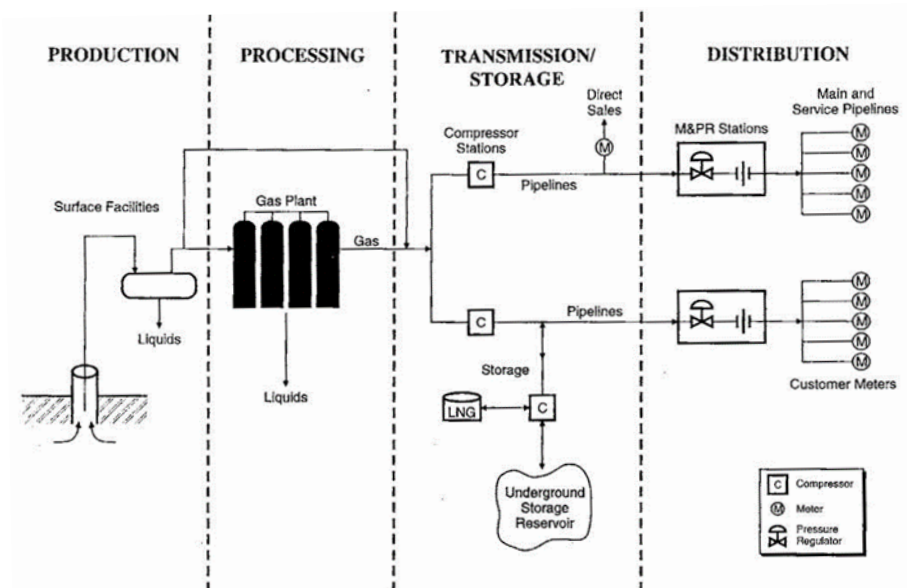


Figura 5-1 Definizione dei segmenti industriali Oil & Gas secondo CCAC [4]

Per quanto riguarda la campagna presso la piattaforma Barbara C, è stata utilizzata la composizione di Fuel Gas fornita dal sito [1], dove il metano risulta essere l'unico composto in quantità significativa. Pertanto, ai fini della stima delle emissioni di metano si considera una composizione dello stream pari al 100% di metano.



6 Risultati

In accordo con il committente, la stima delle emissioni fuggitive totali annue tiene conto dei dati aggiornati dopo ricontrollo per le perdite rilevate nel 2021 e dei dati assunti inalterati, relativi alle altre potenziali sorgenti di emissione. Per una migliore chiarezza espositiva si riporteranno anche i risultati della campagna del 2021 e del ricontrollo del 2022 [5].

6.1 Ricontrollo delle perdite post-manutenzione

L'attività di ricontrollo ha interessato i tre (3) punti di perdita residui dalle nove (9) perdite [5], rilevate nella campagna massiva del 2021 e ricontrollate dopo manutenzione nel 2022.

Come concordato con il committente, si è mantenuta come soglia di efficacia dell'intervento manutentivo il valore di 5.000 ppm misurato con l'analizzatore FID e l'assenza di perdita con termocamera OGI.

Per agevolare l'intervento di manutenzione le sorgenti di emissioni erano state identificate e segnalate con una targhetta direttamente in campo. Nel caso di perdite riparate le targhette sono state rimosse.

In Tabella 6-1 si riportano i risultati, che evidenziano la totale riparazione delle perdite.



Tabella 6-1: Elenco dei ricontrolli post-manutenzione sulle perdite rilevate nel 2021, ricontrollate nel 2022

Processo	P&ID	Tipo di sorgente	Database Codice	Numero di identificazione della perdita	FID / OGI	Valore	Ricontrollo 2022 Valore (ppm) post manutenzione	Ricontrollo 2023 Valore (ppm) post manutenzione
Teste Pozzo & Interconnessioni con Sistemi ausiliari	043900CPFM12199 2/4	Strumentazione	Vi6	1856	Sniffing	OR	0	-
Teste Pozzo & Interconnessioni con Sistemi ausiliari	043900CPFM12199 3/4	Valvola	V76	1857	Sniffing	OR	0	-
Teste Pozzo & Interconnessioni con Sistemi ausiliari	043900CPFM12199 3/4	Strumentazione	Vi21	1858	Sniffing	OR	OR	0
Teste Pozzo & Interconnessioni con Sistemi ausiliari	043900CPFM12199 1/4	Strumentazione	Vi47	1859	Sniffing	OR	0	-
Teste Pozzo & Interconnessioni con Sistemi ausiliari	043900CPFM12199 4/4	Strumentazione	Vi18	1860	Sniffing	OR	OR	900
Teste Pozzo & Interconnessioni con Sistemi ausiliari	043900CPFM12199 4/4	Strumentazione	Vi15	1861	Sniffing	OR	0	-
Teste Pozzo & Interconnessioni con Sistemi ausiliari	043900CPFM12199 4/4	Strumentazione	Vi16	1862	Sniffing	OR	0	-
Teste Pozzo & Interconnessioni con Sistemi ausiliari	043900CPFM12199 4/4	Strumentazione	Vi17	1863	Sniffing	OR	OR	500
Teste Pozzo & Interconnessioni con Sistemi ausiliari	043900CPFM12199 4/4	Accoppiamento Flangiato Valvola	AFvV23	1864	Sniffing	OR	0	-



6.2 Calcolo emissioni secondo l'approccio "Average Emission Factor"

L'approccio "Average Emission Factor" non tiene conto delle misure in campo, ma la stima si basa sul solo censimento.

A ciascun punto di emissione individuato tramite il censimento viene associato un fattore medio di emissione (riportato in [2]) che, moltiplicato per le ore di funzionamento, consente di ottenere la stima annua. La stima di emissione annua dell'impianto è quindi la somma di tali valori.

Il valore di emissione totale di **TOC (=metano)** per la Piattaforma Barbara C risulta essere pari a **18,1 ton/anno⁽²⁾**.

La suddivisione per stream e tipologia di sorgente è riportata in Tabella 6-2 e Figura 6-1.

Tabella 6-2: Distribuzione delle emissioni di TOC (t/anno) secondo l'approccio "Average Emission Factor" suddivise per stream e tipologia di sorgente

Tipologia di sorgente	Complessivo	Gas
Valvole	8,9	8,9
Accoppiamenti flangiati	1,9	1,9
Accoppiamenti filettati	0,0	0,0
Strumentazione	5,2	5,2
Valvole di sicurezza	0,5	0,5
Compressori	0,0	0,0
Pompe	0,0	0,0
Livelli	1,5	1,5
Sfiati (OEL)	0,1	0,1
Totale	18,1	18,1
Percentuale (%)		100,0

Sulla base dei dati di letteratura e della distribuzione delle tipologie di possibili sorgenti, il contributo maggiore proviene da valvole e strumentazione.

² Considerando per tutto l'impianto tempi di esercizio pari all'anno (8760 ore) la stima diventa di 61,1 ton/anno di TOC (=metano)
QUESTO DOCUMENTO CONTIENE INFORMAZIONI E DATI RISERVATI DI PROPRIETÀ O NELL'USO DI ENI SpA CHE TUTELERÀ, IN CASO DI VIOLAZIONE, I PROPRI DIRITTI IN TUTTE LE SEDI. NE SONO VIETATI LA DIVULGAZIONE E L'USO PER SCOPI DIVERSI DA QUELLI CONSENTITI E PER I QUALI SONO STATI TRASMESSI, A MENO DI PREVENTIVO CONSENSO SCRITTO DI ENI SpA.

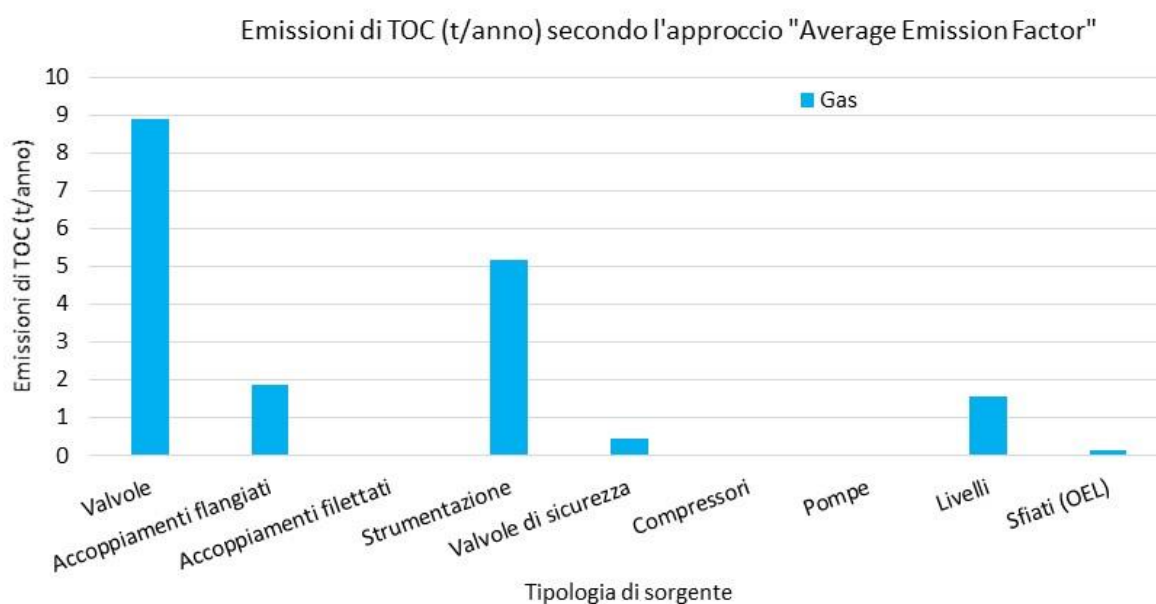


Figura 6-1: Distribuzione delle emissioni di TOC (ton/anno) secondo l'approccio "Average Emission Factor" per stream e tipologia di sorgente

Il valore annuo stimato di emissione convertito in unità di volume (scm/anno), risulta essere pari a **26.900 scm/anno di TOC (=metano)**.



6.3 Calcolo emissioni con il metodo misto

Tale approccio, a differenza del precedente, considera le informazioni di processo delle linee d'interesse assieme ai dati acquisiti durante l'attività in campo in termini di:

- dati di concentrazione di eventuali perdite di TOC, in ppm nel caso di misura con analizzatore portatile FID;
- identificazione visiva della perdita, leak/no leak, nel caso di monitoraggio con termocamera OGI

In accordo con il committente, la stima delle emissioni fuggitive totali annue è basata sui dati aggiornati dopo ricontrollo delle perdite rilevate nel 2021, già ricontrollate nel 2022, mentre si assume inalterata la situazione per tutte le altre potenziali sorgenti di emissione.

Il metodo si basa sulla seguente casistica per cui le sorgenti di emissione possono essere state:

- misurate con il FID: la quantità di TOC emessi viene calcolata con il coefficiente di correlazione EPA [2] (vedi paragrafo 4.2)
- monitorate con termocamera OGI: la quantità di TOC emessi viene calcolata sulla base di una tabella API di conversione [4]. (vedi paragrafo 4.3)
- non monitorate (flange coibentate, sorgenti momentaneamente non in funzione): la quantità di TOC emessi viene calcolata con l'approccio dell'"Average Emission Factor" (vedi paragrafo 4).

I valori calcolati con i tre differenti approcci sono sommati per ottenere la stima annua di TOC emessi dall'impianto oggetto del monitoraggio.

Nel 2021 a seguito dell'attività massiva di monitoraggio, la stima di emissione di TOC totale basata sul metodo misto risultava essere pari a **5,8 ton/anno**.

Con interventi di manutenzione mirati alle sole perdite rilevate ed i successivi ricontrolli svolti nel 2022 e 2023, la nuova stima risulta essere pari a **0,04 ton/anno di TOC (= metano)** con una riduzione significativa pari a - 99% rispetto al valore iniziale del 2021.

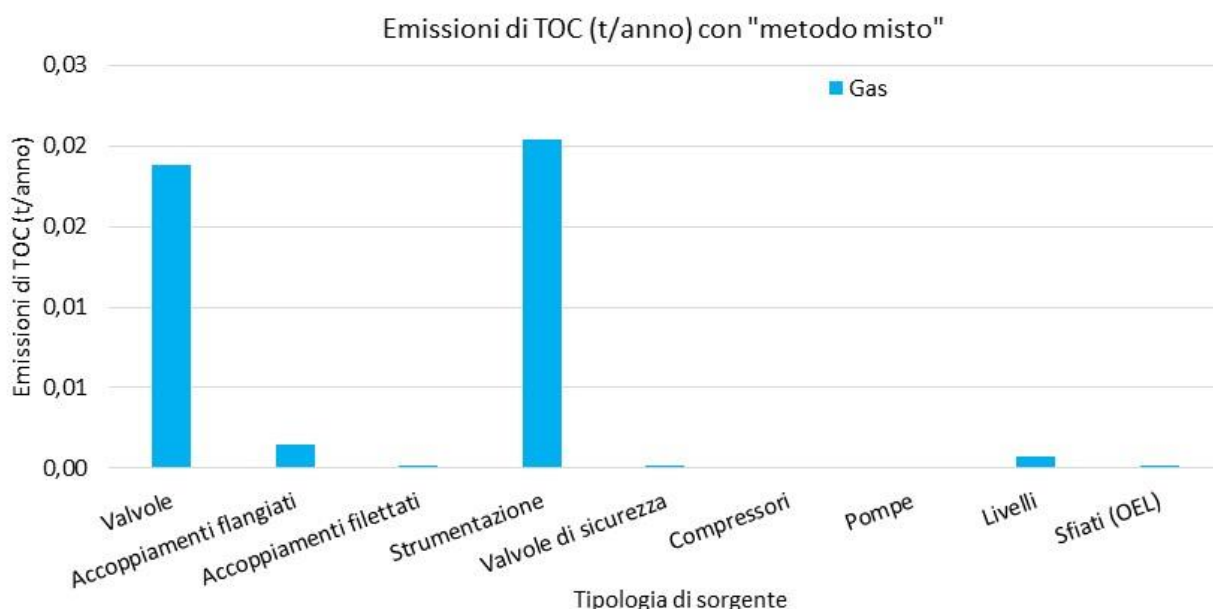
La suddivisione per stream e tipologia di sorgente è riportata in Tabella 6-3 e Figura 6-2.



Tabella 6-3: Distribuzione delle emissioni di TOC (ton/anno) secondo il metodo misto suddivise per stream e tipologia di sorgente dopo il ricontrollo post-manutenzione

Tipologia di sorgente	Complessivo	Gas
Valvole	0,02	0,02
Accoppiamenti flangiati	0,00	0,00
Accoppiamenti filettati	0,00	0,00
Strumentazione	0,02	0,02
Valvole di sicurezza	0,00	0,00
Compressori	0,00	0,00
Pompe	0,00	0,00
Livelli	0,00	0,00
Sfiati (OEL)	0,00	0,00
Totale	0,04	0,04
Percentuale (%)		100,0%

Figura 6-2: Distribuzione delle emissioni di TOC (ton/anno) secondo metodo misto per stream e tipologia di sorgente



A seguito degli interventi di manutenzione, il valore stimato con il presente metodo convertito in unità di volume (scm/anno), risulta essere pari a **100 scm/anno di TOC (=metano)**.

QUESTO DOCUMENTO CONTIENE INFORMAZIONI E DATI RISERVATI DI PROPRIETÀ O NELL'USO DI ENI SPA CHE TUTELERÀ, IN CASO DI VIOLAZIONE, I PROPRI DIRITTI IN TUTTE LE SEDI. NE SONO VIETATI LA DIVULGAZIONE E L'USO PER SCOPI DIVERSI DA QUELLI CONSENTITI E PER I QUALI SONO STATI TRASMESSI, A MENO DI PREVENTIVO CONSENSO SCRITTO DI ENI SPA.

THIS DOCUMENT CONTAINS CONFIDENTIAL INFORMATION AND DATA OWNED OR USED BY ENI SPA., WHICH, IN CASE OF VIOLATION, WILL PROTECT ITS RIGHTS AT ANY OF ITS PREMISES. THE PRESENT INFORMATION IS NEITHER TO BE SPREAD TO THIRD PARTIES NOR TO BE USED FOR PURPOSES OTHER THAN THOSE AUTHORISED AND FOR WHICH IT HAS BEEN DISCLOSED, UNLESS ENI SPA GIVES ITS PRIOR WRITTEN CONSENT.



6.4 Distribuzione delle emissioni

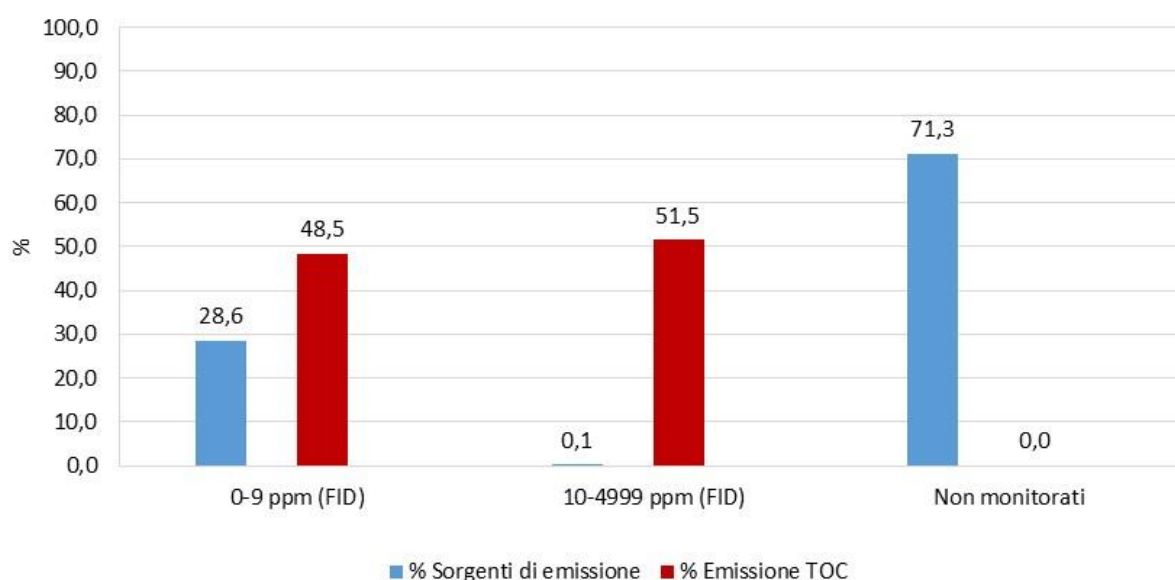
A seguito degli interventi di manutenzione, la Tabella 6-4 e la Figura 6-3 riportano la distribuzione del numero di sorgenti e del relativo contributo alle emissioni.

Si evidenzia che l'emissione in TOC, pari a 0,04 ton/anno è da attribuire alle sorgenti che emettono al di sotto del limite di 5000 ppm. Da notare che 2180 componenti (pari al 71,3%) non sono stati monitorati perché non in funzione al momento del monitoraggio, il loro contributo alla emissione di TOC è pari 0 perché non in funzione nell'anno 2023.

Tabella 6-4 – Distribuzione del numero di sorgenti e del relativo contributo alle emissioni (in TOC)

Categorie	N° sorgenti di emissione		Emissioni di TOC	
	N.	%	(ton/anno)	%
0-9 ppm (FID)	876	28,6	0,02	48,5
10-4999 ppm (FID)	4	0,1	0,02	51,5
> 5000 ppm (FID)	0	0,0	0,0	0,0
Non monitorati	2180	71,3	0,0	0,0
Complessivo	3060	100	0,04	100,0

Figura 6-3: Distribuzione percentuale del numero di sorgenti e del relativo contributo alle emissioni (in TOC)



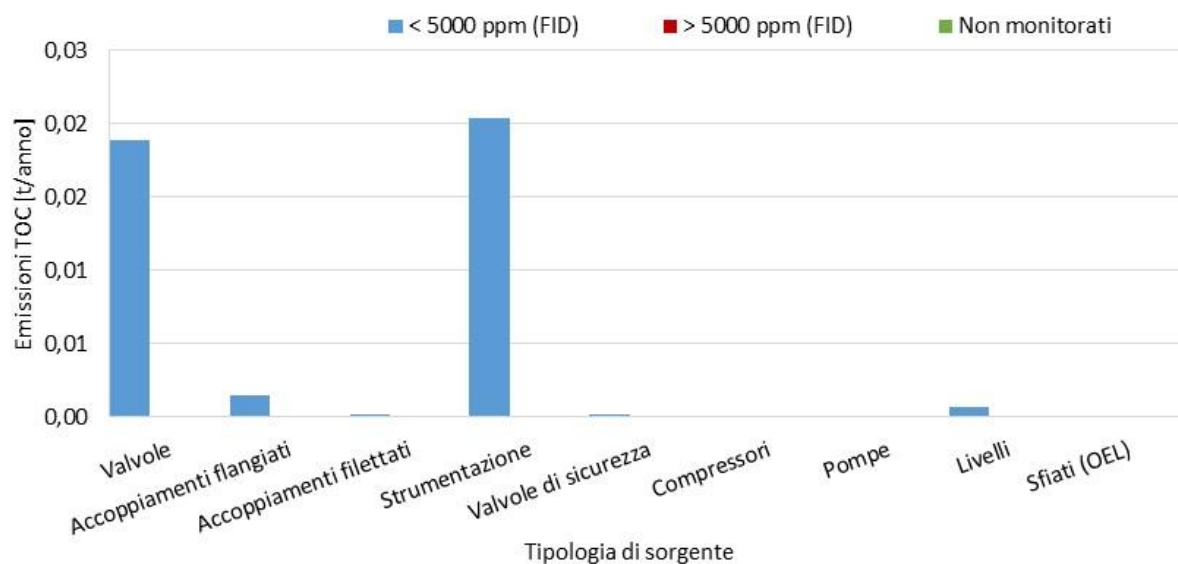
QUESTO DOCUMENTO CONTIENE INFORMAZIONI E DATI RISERVATI DI PROPRIETÀ O NELL'USO DI ENI SPA CHE TUTELERÀ, IN CASO DI VIOLAZIONE, I PROPRI DIRITTI IN TUTTE LE SEDI. NE SONO VIETATI LA DIVULGAZIONE E L'USO PER SCOPI DIVERSI DA QUELLI CONSENTITI E PER I QUALI SONO STATI TRASMESSI, A MENO DI PREVENTIVO CONSENSO SCRITTO DI ENI SPA.

THIS DOCUMENT CONTAINS CONFIDENTIAL INFORMATION AND DATA OWNED OR USED BY ENI SPA., WHICH, IN CASE OF VIOLATION, WILL PROTECT ITS RIGHTS AT ANY OF ITS PREMISES. THE PRESENT INFORMATION IS NEITHER TO BE SPREAD TO THIRD PARTIES NOR TO BE USED FOR PURPOSES OTHER THAN THOSE AUTHORISED AND FOR WHICH IT HAS BEEN DISCLOSED, UNLESS ENI SPA GIVES ITS PRIOR WRITTEN CONSENT.



La suddivisione del contributo alle emissioni di TOC per tipologia di sorgente è riportata in Figura 6-4.

Figura 6-4: Suddivisione delle emissioni (TOC) per tipologia di sorgente



QUESTO DOCUMENTO CONTIENE INFORMAZIONI E DATI RISERVATI DI PROPRIETÀ O NELL'USO DI ENI SPA CHE TUTELERÀ, IN CASO DI VIOLAZIONE, I PROPRI DIRITTI IN TUTTE LE SEDI. NE SONO VIETATI LA DIVULGAZIONE E L'USO PER SCOPI DIVERSI DA QUELLI CONSENTITI E PER I QUALI SONO STATI TRASMESSI, A MENO DI PREVENTIVO CONSENSO SCRITTO DI ENI SPA.

THIS DOCUMENT CONTAINS CONFIDENTIAL INFORMATION AND DATA OWNED OR USED BY ENI SPA., WHICH, IN CASE OF VIOLATION, WILL PROTECT ITS RIGHTS AT ANY OF ITS PREMISES. THE PRESENT INFORMATION IS NEITHER TO BE SPREAD TO THIRD PARTIES NOR TO BE USED FOR PURPOSES OTHER THAN THOSE AUTHORISED AND FOR WHICH IT HAS BEEN DISCLOSED, UNLESS ENI SPA GIVES ITS PRIOR WRITTEN CONSENT.



7 Conclusioni

L'attività svolta nel 2021 aveva permesso di stimare le emissioni fuggitive presso la piattaforma Barbara C, in termini di composti organici totali (TOC) e metano (CH₄), secondo un primo metodo basato sul censimento di tutte le possibili fonti di emissione ("Average Emission Factor") ed un secondo derivante dall'attività in campo ("metodo misto"). I risultati sono riportati rispettivamente in Tabella 7-1 e Tabella 7-2.

Tabella 7-1: Stima delle emissioni fuggitive basata sull'approccio "Average Emission Factor"

Stima delle emissioni fuggitive basata sull'approccio "Average Emission Factor"	
TOC = CH ₄ [ton/anno]	TOC = CH ₄ [scm/anno]
18,1	26.900

Tabella 7-2: Stima delle emissioni fuggitive basata su "metodo misto" (attività 2021)

Stima delle emissioni fuggitive basata sul "metodo misto"	
TOC = CH ₄ [ton/anno]	TOC = CH ₄ [scm/anno]
5,8	8.600

L'attività eseguita nel 2022 ha interessato il ricontrollo delle 9 perdite rilevate nel 2021 ed assunto inalterata la situazione per tutte le altre potenziali sorgenti di emissione, la stima delle emissioni è di seguito riportata.

Tabella 7-3: Stima delle emissioni fuggitive basata su "metodo misto" (attività 2022)

Stima delle emissioni fuggitive basata sul "metodo misto"	
TOC = CH ₄ [ton/anno]	TOC = CH ₄ [scm/anno]
1,9	2.900

L'attività eseguita nel 2023 ha interessato il ricontrollo delle 3 perdite residue dopo ricontrollo del 2022 ed assunto inalterata la situazione per tutte le altre potenziali sorgenti di emissione, tutte le perdite risultano riparate. La nuova stima delle emissioni è di seguito riportata.



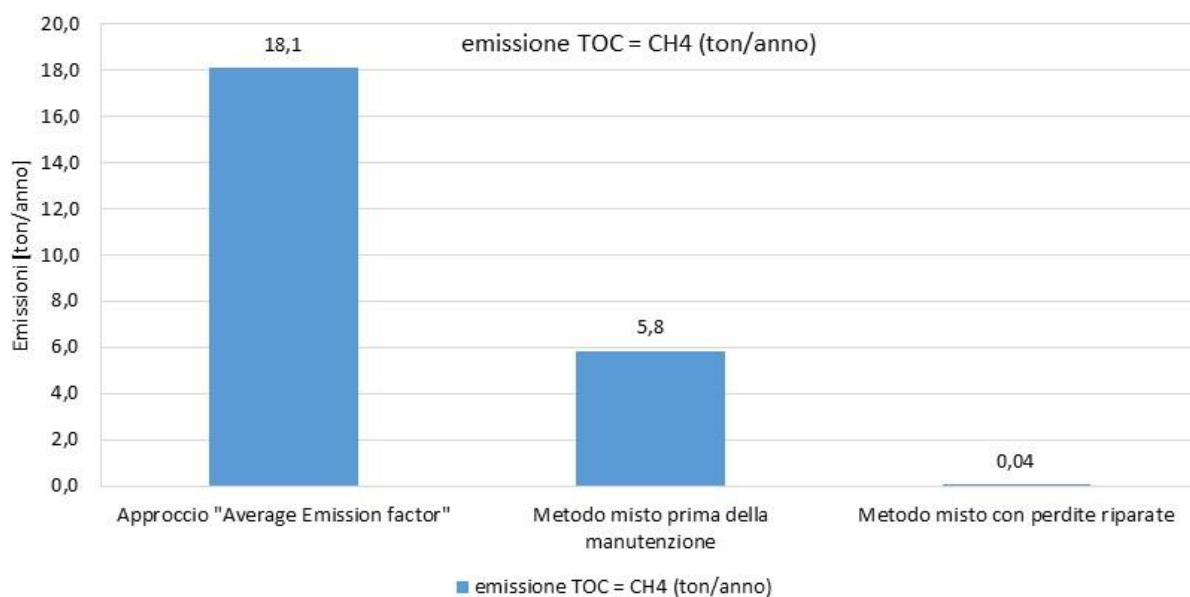
Tabella 7-4: Stima delle emissioni fuggitive basata su “metodo misto” (attività 2023)

Stima delle emissioni fuggitive basata sul “metodo misto”	
TOC = CH ₄ [ton/anno]	TOC = CH ₄ [scm/anno]
0,04	100

Gli interventi di manutenzione mirati su un gruppo ristretto di sorgenti di emissione fuggitiva hanno permesso di ridurre sensibilmente la stima finale di TOC (-99%), valore più basso possibile di emissione.

L'istogramma in Figura 7-1 fornisce un confronto immediato tra il valore di emissione calcolato con l'approccio “Average Emission Factor”, il metodo misto, prima e dopo l'intervento di manutenzione

Figura 7-1: Confronto delle stime di emissione di TOC (espressi in ton/anno) secondo le due metodologie (“Average Emission Factor” e “misto” pre e post manutenzione)



QUESTO DOCUMENTO CONTIENE INFORMAZIONI E DATI RISERVATI DI PROPRIETÀ O NELL'USO DI ENI SpA CHE TUTELERÀ, IN CASO DI VIOLAZIONE, I PROPRI DIRITTI IN TUTTE LE SEDI. NE SONO VIETATI LA DIVULGAZIONE E L'USO PER SCOPI DIVERSI DA QUELLI CONSENTITI E PER I QUALI SONO STATI TRASMESSI, A MENO DI PREVENTIVO CONSENSO SCRITTO DI ENI SpA.

THIS DOCUMENT CONTAINS CONFIDENTIAL INFORMATION AND DATA OWNED OR USED BY ENI SpA., WHICH, IN CASE OF VIOLATION, WILL PROTECT ITS RIGHTS AT ANY OF ITS PREMISES. THE PRESENT INFORMATION IS NEITHER TO BE SPREAD TO THIRD PARTIES NOR TO BE USED FOR PURPOSES OTHER THAN THOSE AUTHORISED AND FOR WHICH IT HAS BEEN DISCLOSED, UNLESS ENI SpA GIVES ITS PRIOR WRITTEN CONSENT.