



Comune
di Milano



Comune
di Pero



Comune
di Sett. Mil.



Comune
di Cornaredo



Comune
di Rho

TERMOVALORIZZATORE RIFIUTI "MILANO - SILLA II"

PROTOCOLLO D'INTESA – 2017

RELAZIONE SULL'ANDAMENTO DELL'IMPIANTO NELL'ANNO 2024 E CONFRONTO CON GLI ANNI PRECEDENTI

COMITATO TECNICO SCIENTIFICO:

ING. RICCARDO SALIMBENI (COMUNE DI SETTIMO M.SE)
ING. MARCO BALESTRA (COMUNE DI CORNAREDO)
DOTT. ANGELO GIUDICI (COMUNE DI RHO)
ING. ALBERTO PERROTTI (COMUNE DI PERO)
DOTT. BRUNO VILLAVECCHIA (COMUNE DI MILANO)

Revisione 00 del 26/06/2025

Indice

Premessa	pg 4
CAPO I – Descrizione dell'impianto	pg 6
CAPO II - Quantità e tipologia dei rifiuti trattati	pg 18
CAPO III – Prestazioni energetiche dell'impianto	pg 30
CAPO IV - Andamento delle emissioni in atmosfera	pg 34

Allegato:

- Ambito di riferimento in cui si inserisce l'impianto di termovalorizzazione Silla II.

Premessa

Il Protocollo d'Intesa relativo al Termovalorizzatore Silla II è stato sottoscritto nel 2017 dai seguenti soggetti:

- Regione Lombardia
- Comune di Milano
- Comune di Rho
- Comune di Pero
- Comune di Settimo Milanese
- Comune di Cornaredo
- Parco Agricolo Sud Milano
- A2A Ambiente S.p.A.

Esso **prevede la costituzione di un Comitato Tecnico Scientifico** cui partecipino rappresentanti tecnici nominati dai Comuni firmatari, ed al quale sono assegnate le seguenti funzioni:

- Acquisire e verificare i dati di funzionamento dell'impianto.
- Acquisire e verificare i dati dei sistemi di rilevazione.

Le informazioni acquisite e commentate vengono restituite alle Amministrazioni Comunali firmatarie del documento attraverso una relazione tecnica annuale nella quale, tra l'altro, vengono riassunte le prestazioni energetiche ed ambientali dell'impianto relative all'anno trascorso.

E' opportuno precisare **che il CTS non sostituisce gli Enti Ufficiali di controllo** ma assume il compito di divulgare le informazioni tecniche pertinenti l'andamento dell'impianto ed assistere le Amministrazioni Comunali nei confronti tecnici con il gestore.

Più nel dettaglio il Protocollo di Intesa citato prevede che il CTS debba effettuare le seguenti attività:

- Verifica delle prestazioni ambientali a seguito degli interventi di manutenzione straordinaria subiti dall'impianto.
- Supporto alle Amministrazioni nelle attività di divulgazione ed informazione della popolazione e dei portatori di interessi legittimi (shareholders) presenti sul territorio.
- Definizione delle linee guida del piano di monitoraggio ambientale.
- Definizione di ulteriori analisi al camino.

La presente relazione risponde agli obiettivi elencati ai primi due punti; è in ogni caso previsto che la stessa venga illustrata e presentata dagli estensori, nel corso di un incontro pubblico alle popolazioni interessate ed agli shareholders, su istanza delle Amministrazioni Comunali e degli Enti territoriali.

Per quanto riguarda il Piano di monitoraggio ambientale sono state eseguite campagne di monitoraggio nel dicembre 2019, nell'agosto 2020, gennaio 2021, agosto 2021, gennaio 2022, agosto 2022, gennaio 2023, agosto 2023. E' stato individuato nell'Istituto Mario Negri il soggetto terzo cui affidare il servizio di elaborazione/interpretazione dei dati e confronto con le campagne eseguite nel passato.

E' stato consegnato il Rapporto finale che viene trasmesso contestualmente alla trasmissione della presente Relazione.

Per quanto riguarda l'esecuzione di ulteriori analisi a camino con individuazione di ulteriori parametri aventi particolare significatività in termini ambientali non sono state condotte nel periodo vista l'ampia disponibilità di dati previsti dall'autorizzazione vigente.

La presente relazione è stata impostata per capitoli in cui vengono riassunti e commentati i dati relativi al funzionamento dell'impianto nell'anno 2024 nel confronto con gli anni che precedono.

I Capi sono così suddivisi.

- CAPO I - Descrizione dell'impianto.
- CAPO II - Quantità e tipologia dei rifiuti trattati.
- CAPO III – Prestazioni energetiche dell'impianto.
- CAPO IV - Andamento delle emissioni in atmosfera.

In allegato si riporta uno specifico approfondimento sullo stato dell'ambiente dell'ambito di riferimento in cui si inserisce il termovalorizzatore rifiuti Silla II.

Si ringrazia il gestore dell'impianto per la disponibilità alla trasmissione delle informazioni previste dal Protocollo d'intesa e per i chiarimenti forniti durante gli incontri che vengono periodicamente promossi con la partecipazione dei tecnici del CTS.

CAPO I - Descrizione dell'impianto

Il riesame dell'AIA per adeguamento alle BATC del settore incenerimento rifiuti (DECISIONE DI ESECUZIONE (UE) 2019/2010 DELLA COMMISSIONE del 12 novembre 2019) si è concluso con la notifica in data 09/01/2024 del DDUO n. 20840 del 28/12/2023, che stabilisce le nuove condizioni di esercizio dell'impianto.

L'impianto di termovalorizzazione produce energia e calore utilizzando quale fonte energetica rifiuti di origine urbana e speciali non pericolosi le cui caratteristiche qualitative sono riportate nei capitoli che seguono. Nella tabella allegata sono riassunte le principali caratteristiche dimensionali dell'impianto.

Dati dimensionali dell'impianto.	
Numero di linee.	3
Portata massima autorizzata di rifiuti.	72,51 t/h
Potere Calorifico Inferiore rifiuti.	Min kJ/kg 8000 (1911 kcal/kg) Max kJ/kg 14000 (3344 kcal/kg)
Potenza termica massima.	MW 221,5
Produzione vapore totale.	258 t/h
Pressione vapore.	52 bar
Temperature vapore.	425°C
Potenza elettrica dei generatori.	76,26 MVA

L'energia termica generata dalla combustione dei rifiuti viene utilizzata per produrre energia elettrica, ceduta alla rete nazionale, e calore, ceduto alla rete di teleriscaldamento, in un rapporto variabile in funzione delle richieste della rete di teleriscaldamento.

L'impianto di termovalorizzazione produce energia e calore utilizzando quale fonte energetica i rifiuti di provenienza e caratteristiche riportate al capitolo successivo.

Le principali fasi del processo di termovalorizzazione e dei sistemi di controllo e monitoraggio sono di seguito descritte.

1 Sezioni che costituiscono l'impianto.

Accettazione/Ricezione. I veicoli in ingresso passano attraverso un portale di controllo allo scopo di rilevare e isolare composti a bassa radioattività che possono essere presenti nei rifiuti. In seguito gli automezzi transitano attraverso la zona di ricezione e pesatura, costituita da due pesi, per le operazioni di identificazione e quantificazione dei rifiuti. I veicoli sono avviati al piazzale di scarico attraverso una rampa di accesso a doppio senso di percorrenza. Nel caso di presenza di ingombranti a bordo degli automezzi per la raccolta, caricati separatamente in apposito scomparto, tali rifiuti non vengono scaricati in fossa, ma sono depositati all'interno di un cassone dedicato e inviati a recupero presso altri impianti.

I rifiuti da avviare a termodistruzione vengono scaricati dai veicoli all'interno di una delle due fosse rifiuti. Il piazzale di scarico e le due fosse di stoccaggio sono collocati in edifici tenuti in depressione al fine di impedire l'uscita di polveri e odori; l'aria aspirata viene inviata alle tre linee di combustione. In caso di fermata delle linee, l'aria aspirata viene inviata al sistema di filtrazione e deodorizzazione.

Caricamento. I rifiuti stoccati nelle fosse vengono avviati al trattamento di termovalorizzazione mediante 4 carriponte con benna a ragno, azionati dagli operatori presenti nelle sale gruisti presenti all'interno dell'edificio stoccaggio rifiuti, che caricano le tramogge di alimentazione dei forni. I rifiuti presenti in fossa sono miscelati dagli operatori gruisti per garantire l'omogeneità del rifiuto da incenerire.

Combustione. L'impianto è dotato di tre linee di combustione indipendenti e ogni linea è costituita da una griglia, dove avviene la combustione vera e propria e da un generatore di vapore (caldaia). A valle della griglia si trova il sistema di estrazione e spegnimento delle scorie residue della combustione. Ai sensi dell'art. 237 – octies, comma 11, del Decreto Legislativo 152/2006 è stato implementato un sistema automatico che, agendo sul funzionamento del carriponte, impedisce l'alimentazione dei rifiuti in camera di combustione, qualora si verificano le condizioni previste dal decreto (temperatura inferiore a 850°C oppure superamento dei limiti di emissione). In questi casi, infatti, viene in automatico inibito ai carriponte di posizionarsi sopra la tramoggia di carico della linea interessata, impedendo quindi l'alimentazione dei rifiuti. Il blocco permane fino al ripristino delle condizioni di normalità.

Scambio termico. I fumi caldi generati dalla combustione attraversano la caldaia, cedendo il proprio calore e producendo vapore surriscaldato.

Recupero energetico. Come approfondito più oltre nella presente relazione, il vapore è utilizzato per produrre:

- Energia elettrica da immettere nella rete nazionale, generata tramite turbina e alternatore.
- Calore per il teleriscaldamento, ceduto ad A2A Calore e Servizi, proprietaria e gestore del sistema di teleriscaldamento.

Il sistema fornisce calore alla stazione di teleriscaldamento situata all'interno dello stabilimento, alimentandola con vapore proveniente dal ciclo termico dell'impianto di termovalorizzazione. Il sistema di scambio termico è alimentato da vapore spillato dalla turbina a bassa pressione.

Per garantire la fornitura di calore anche nel caso in cui l'impianto di termovalorizzazione Silla 2 non sia in esercizio o non sia in grado di coprire interamente la richiesta, è presente una caldaia alimentata a gas naturale di emergenza e integrazione da 50 MW.

Nel caso in cui l'impianto d'incenerimento Silla 2 abbia una o più linee in fermata per manutenzione ordinaria o straordinaria e, conseguentemente, non sia in grado di coprire interamente la richiesta di calore delle rete, la caldaia del sistema d'integrazione provvede a fornire la necessaria portata di vapore.

Trattamento fumi. Il trattamento è così articolato:

- Iniezione di idrossido di calcio e magnesio in camera di combustione (allo stato attuale è in fase di rivalutazione tecnica il sistema di trasporto e iniezione del reagente) con l'obiettivo principale di iniziare la neutralizzazione dei composti acidi presenti nei fumi.
- Precipitatore elettrostatico formato da due stadi di trattamento posti in serie ed elettricamente indipendenti, per una preliminare depolverazione dei fumi.
- Sistema di trattamento a secco a valle dell'elettrofiltro, finalizzato all'abbattimento dei microinquinanti (metalli pesanti, diossine e furani) nonché dei composti acidi (HCl, HF ed SO₂) presenti nei fumi. Esso è composto essenzialmente da uno

scambiatore di condizionamento fumi, da un reattore per l'immissione dei reagenti (bicarbonato di sodio e carboni attivi) e da un filtro a maniche.

- Sistema DeNOx catalitico per l'abbattimento degli ossidi di azoto con utilizzo di una soluzione di ammoniaca.

L'impianto è predisposto per poter ricircolare circa il 15% dei fumi depolverati in uscita dal precipitatore elettrostatico in camera di combustione al fine di contenere la formazione degli ossidi di azoto.

Emissione fumi trattati in atmosfera: all'uscita del sistema DeNOx catalitico, previo passaggio in due scambiatori di recupero termico, i gas vengono aspirati da un ventilatore e inviati al camino alto 120 metri e contenente tre canne distinte per l'evacuazione dei fumi. L'impianto è dotato di un sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni (SME), su ciascuna linea. Ciascuno SME è ridondato con un analogo sistema di back-up che entra in funzione in caso di anomalia del sistema principale.

Stoccaggio ed allontanamento rifiuti (sottoprodotti della combustione). I rifiuti solidi prodotti comprendono: scorie, ceneri pesanti, ceneri leggere (residui da caldaia ed elettrofiltro) e polveri trattenute dai filtri a manica. I rifiuti sono stoccati in aree specifiche e quindi avviati a recupero o smaltimento finale.

L'attività di stoccaggio e trattamento rifiuti è effettuata a ciclo continuo, mentre l'attività di ricezione rifiuti in ingresso e asporto rifiuti in uscita interessa solamente 6 giorni su 7 (domenica esclusa).

Lo schema impiantistico dell'impianto è riportato nell'immagine che segue.



Figura – Sezioni principali dell'impianto (A2A ambiente)

Il sistema di recupero calore per teleriscaldamento.

Il sistema fornisce calore alle stazioni di teleriscaldamento situate all'interno dello stabilimento, alimentandole con vapore proveniente dal ciclo termico dell'impianto di termovalorizzazione.

Nel caso in cui il Termovalorizzatore Milano Silla 2 abbia una o più linee in fermata per manutenzione ordinaria o straordinaria e, conseguentemente, non sia grado di coprire interamente la richiesta di calore delle rete, la caldaia del sistema d'integrazione provvede a fornire la necessaria portata di vapore.

SISTEMI DI PRESIDIO AMBIENTALE.

Sistema di aspirazione e trattamento dell'aria proveniente dalle fosse.

Le tecnologie disponibili sull'impianto consentono di evitare il propagarsi all'esterno degli edifici di sostanze maleodoranti, mantenendo in depressione la vasca di stoccaggio dei rifiuti tramite l'aspirazione di aria dall'edificio attraverso griglie e canalizzazioni in lamiera collegate al sistema.

Normalmente l'aria proveniente dalle fosse rifiuti viene aspirata ed avviata alle camere di combustione.

Solo in situazione di emergenza, nel caso in cui non venga garantita la depressione in fossa, la suddetta aria viene inviata all'impianto di trattamento e deodorizzazione, che provvede a depolverarla e depurarla.

Sezione di depurazione fumi.

Il trattamento dei fumi di combustione avviene completamente a secco. Per ciascuna linea, la configurazione dei sistemi di depurazione è la seguente:

- Pretrattamento in camera di combustione con idrossido di calcio e magnesio (attualmente in fase di rivalutazione tecnica).
- Precipitatore elettrostatico.
- Reattore a secco con addizione di bicarbonato di sodio e carboni attivi.
- Filtro a maniche.
- Sistema di riduzione catalitica degli ossidi di azoto.

Pretrattamento in camera di combustione con dosaggio di idrossido di calcio e magnesio.

Il sistema installato prevede, tramite apposita linea pneumatica, l'iniezione in camera di combustione di un reagente neutralizzante in polvere a base di idrossido di calcio e magnesio $\text{Ca(OH)}_2 + \text{MgO}$ con l'obiettivo principale di iniziare la neutralizzazione dei composti acidi presenti nei fumi ed in particolare dell'acido fluoridrico. E' in fase di rivalutazione tecnica il suo utilizzo nel corrente anno.

Precipitatore elettrostatico.

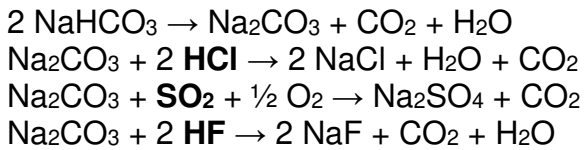
Il precipitatore elettrostatico è stato progettato per la massima portata di fumi a valle del generatore di vapore, cioè senza ricircolo fumi in funzione. Ogni precipitatore è formato da due stadi di trattamento posti in serie ed elettricamente indipendenti. Nel caso di fuori servizio di uno stadio di trattamento è possibile mantenere il precipitatore in funzione senza necessità di riduzione del carico.

Sistema di assorbimento a secco con bicarbonato di sodio e carboni attivi.

I fumi in uscita dal precipitatore elettrostatico entrano in un economizzatore, dove la temperatura dei fumi viene abbassata sino ad un valore minimo di 190 °C, mediante regolazione con valvola a tre vie; entrano quindi nel ventilatore booster e successivamente nel reattore a Venturi dove avviene la miscelazione con i reagenti, costituiti da bicarbonato

di sodio e carbone attivo; è in corso di sperimentazione l'utilizzo di carbone attivo additivato per aumentare la capacità di adsorbimento dei metalli.

I fumi permangono nel reattore per circa 3 secondi prima di passare nel filtro a maniche. Le principali reazioni chimiche che intervengono durante il processo di assorbimento sono le seguenti:



Il bicarbonato di sodio, ad una temperatura superiore a 130°C e con un sufficiente tempo di permanenza, si decompone in carbonato di sodio rilasciando anidride carbonica e, grazie a tale reazione ("Reazione di attivazione"), aumenta notevolmente la superficie specifica di reazione consentendo un'alta efficienza di assorbimento con un basso eccesso stechiometrico del reagente.

Tali reazioni iniziano nel Reattore e proseguono nel Filtro a Maniche. Il reattore è dotato di sezione Venturi, camera di espansione ed inversione del flusso allo scopo di favorire l'intima miscelazione tra fumi e reagenti ed il necessario tempo di contatto. I gas uscenti dal reattore a secco entrano nel filtro a maniche dove proseguono le reazioni sopra descritte.

Filtro a Maniche.

Il filtro a maniche è del tipo a funzionamento in depressione, con pulizia in controcorrente con impulsi di aria compressa a bassa pressione. Il filtro è a corpo unico ed è suddiviso in 8 compartimenti completamente escludibili. I plenum di ingresso ed uscita fumi sono posizionati centralmente tra le due file di comparti. Gli 8 compartimenti sono singolarmente intercettabili a monte/valle/scarico polveri con serrande a tenuta in modo da rendere possibile l'ispezione e la manutenzione alle maniche con l'impianto in esercizio.

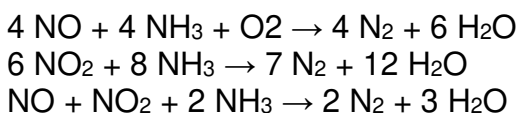
Sistema di riduzione degli ossidi di azoto di tipo catalitico.

In uscita dal filtro a maniche i fumi vengono inviati ad un sistema di denitrificazione di tipo catalitico, seguito da due scambiatori di recupero termico, e quindi al ventilatore indotto per l'evacuazione a camino.

Processo.

L'abbattimento degli ossidi di azoto NO_x (NO ed NO₂) è realizzato con un sistema SCR (Selective Catalytic Reduction – Riduzione Catalitica Selettiva). Si tratta di un processo di trattamento gas a secco mediante il dosaggio di ammoniaca (NH₃).

Le principali reazioni catalitiche sono le seguenti:



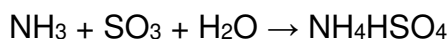
L'ammoniaca (NH₃) è aggiunta ai gas di combustione a monte del catalizzatore e reagisce con gli NO_x sul catalizzatore producendo azoto (N₂) e acqua (H₂O).

Flusso dei fumi

I fumi uscenti dal sistema di trattamento a bicarbonato entrano in un condotto che li conduce al reattore catalitico. A monte del sistema viene posizionata la griglia di diffusione per l'iniezione del reagente nella corrente dei fumi. A valle dell'iniezione è previsto un miscelatore statico per distribuire uniformemente l'ammoniaca nella corrente di gas. Il miscelatore statico è composto da elementi di forma opportuna realizzati in Corten. Il reattore catalitico è in Corten e contiene i catalizzatori ceramici a nido d'ape. Essi sono prodotti per estrusione da una massa ceramica omogenea di biossido di titanio, ossido di vanadio e altri ossidi metallici.

Rigenerazione periodica.

Il funzionamento dei catalizzatori DeNO_x a bassa temperatura può essere disturbato dalla possibile formazione del bisolfato d'ammonio, che può avvenire secondo la reazione:



Tale fenomeno è sostanzialmente legato alla temperatura e al contenuto nei fumi di SO₃ e di SO₂, che si può parzialmente convertire a SO₃ sul catalizzatore. Il deposito del bisolfato d'ammonio sui siti attivi del catalizzatore può provocare una parziale disattivazione (reversibile) del letto catalitico. Per ovviare a tale eventualità è stata prevista, in forma cautelativa, una rigenerazione del catalizzatore ogni 8000 ore di funzionamento. Si tratta in sostanza di un lavaggio con acqua dei moduli del catalizzatore, ovviamente eseguibile con il sistema di denitrificazione fuori servizio.

Avendo a disposizione un bruciatore ausiliario, installato a monte del catalizzatore, è anche possibile effettuare una rigenerazione parziale "in linea".

Sistema estrazione fumi.

Ventilatore.

Per ogni linea di fumi è previsto, a valle del denitrificatore SCR, un ventilatore centrifugo di estrazione del tipo a velocità variabile con azionamento a frequenza variabile. Esso convoglia i fumi depurati al camino, cui è collegato tramite raccordo.

Il ventilatore è direttamente accoppiato a due motori elettrici: il motore principale per il normale funzionamento ed il secondo, più piccolo, alimentato da generatore diesel, per le situazioni di emergenza. Il gruppo ventilatore-motore è insonorizzato.

Camino.

I fumi estratti vengono convogliati ai tre camini posti in coda a ciascuna delle tre linee. Essi sono alti 120 m e sono raggruppati con configurazione ravvicinata a trifoglio. I tre camini, che hanno ciascuno un diametro interno di 2,14 m con restringimento finale, sono racchiusi all'interno di un guscio cilindrico in cemento armato di circa 10 m di diametro e alto 120 m, che contiene, sostiene e guida nelle dilatazioni termiche le tre canne metalliche all'interno. La cabina ove sono alloggiati gli analizzatori di fumi, raggiungibile con ascensore o scala di sicurezza, si trova adiacente al camino a quota + 25 m.

Sistema di raccolta e trattamento delle acque reflue.

Il sistema di raccolta delle acque reflue è preposto al riutilizzo degli scarichi liquidi provenienti dai vari sottosistemi dell'impianto di combustione al fine di ridurre il consumo di acqua per i servizi e limitare gli scarichi provenienti dall'impianto.

Tutti gli scarichi sono debitamente autorizzati secondo le vigenti norme.

Con riferimento alla destinazione finale degli scarichi le acque reflue prodotte dall'impianto sono costituite principalmente dalle tipologie di seguito riportate.

Acque reflue che vengono riutilizzate all'interno dell'impianto.

a) *Acque di lavaggio e drenaggi oleosi*, che vengono pretrattate in Vasca di disoleazione e quindi inviate alla Vasca raccolta acque spegnimento ceneri pesanti e da qui agli estrattori a catena ed agli scaricatori sotto la griglia per lo spegnimento delle ceneri pesanti prodotte nell'impianto.

b) *Spurghi continui di caldaia* che sono inviati alla Vasca recupero spurghi, e da qui al bacino di raccolta delle torri di raffreddamento per essere reimpiagate nel ciclo di raffreddamento.

Acque reflue inviate in fognatura (collettore consortile del depuratore di Pero).

c) *Acque meteoriche di prima pioggia.*

d) *Acque provenienti da servizi igienici dell'insediamento.*

e) *Spurgo torri di raffreddamento se non idonee allo scarico in acque superficiali (occasionalmente).*

f) *Acque di lavaggio e drenaggi oleosi dopo disoleatura quando in esubero per lo spegnimento scorie* (occasionalmente, ad esempio nei periodi di fermo per manutenzione delle linee di combustione).

g) *Acque provenienti dal bacino delle torri di raffreddamento*, costituite dal troppo pieno ed occasionalmente dallo svuotamento di un semibacino.

h) *Troppo pieno del serbatoio acqua demi.*

i) *Scarico dei filtri dissabbiatori a servizio dei pozzi di emungimento.*

Acque reflue inviate in corso d'acqua superficiale (Cavo Parea).

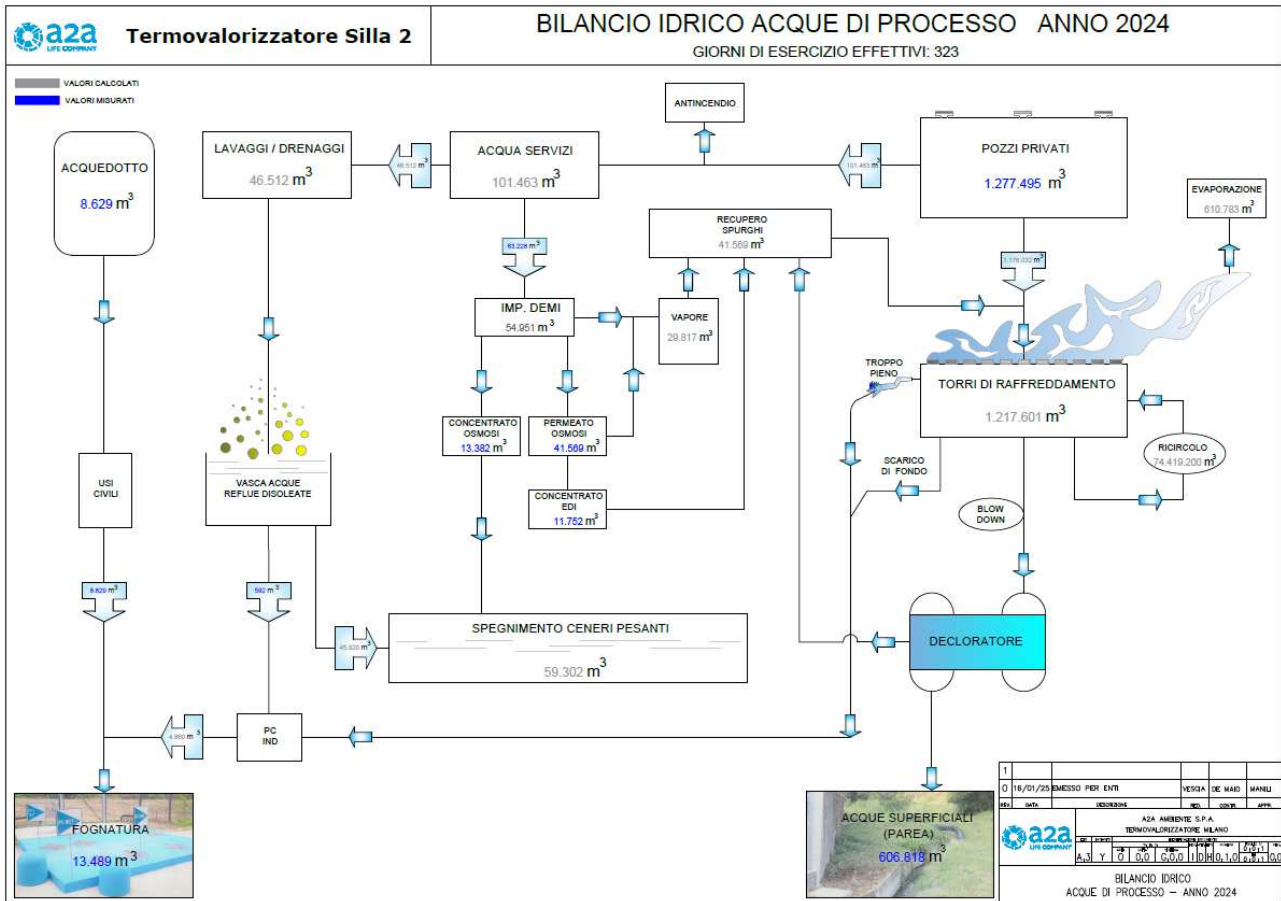
j) *Acque di spurgo torri di raffreddamento*

Per tali reflui è previsto lo scarico nel Cavo Parea previa dechlorazione con verifica in continuo del cloro residuo. L'impianto di dechlorazione funziona per filtrazione (letto di sabbia) ed adsorbimento, utilizzando carbone attivo. L'analizzatore in continuo del cloro residuo provvede automaticamente a deviare il flusso d'acqua nel collettore fognario quando la presenza di cloro è superiore ad una soglia massima preimpostata e lo devia nuovamente al Cavo Parea quando il cloro misurato torna al di sotto del valore soglia. Un idoneo sistema provvede alla registrazione in continuo del cloro residuo misurato nell'acqua.

Acque reflue recapitate sul suolo (ex fontanile Piccaluga).

k) *Acque meteoriche di seconda pioggia*

Le diverse tipologie di acque sono raccolte in vasche prima del recupero o smaltimento.



COMUNE DI RHO
 Protocollo Arrivo N. 49047/2025 del 14-07-2025
 Doc. Principale - Class. 6.9 - Copia Documento

Le attività di manutenzione straordinaria.

L'autorità competente, Regione Lombardia, ha preso atto del progetto di manutenzione straordinaria dell'impianto i cui contenuti sono stati già recepiti all'interno dell'Autorizzazione Integrata Ambientale vigente.

I principali interventi effettuati nell'ambito di tale progetto sono:

- **Adeguamenti in camera di combustione e caldaie** con sostituzione dei ventilatori di aria primaria, potenziamento della secondaria, l'introduzione di superfici scambianti aggiuntive, estensione dei rivestimenti protettivi, sostituzione degli attuali sistemi di pulizia con altri più efficienti, adeguamento dei relativi scambiatori di preriscaldamento, sostituzione dei ventilatori di ricircolo fumi.
- **Ampliamento e potenziamento delle linee di trattamento dei fumi** mediante integrazione/adequamento dei filtri a maniche, adeguamento dei denitrificatori catalitici ed installazione del nuovo sistema di stoccaggio e dosaggio ammoniacale in soluzione acquosa, adeguamento del reattore bicarbonato e del sistema di stoccaggio ed iniezione del reagente.
- **Installazione di una nuova unità turbina-generatore** per valorizzare il maggior quantitativo di vapore prodotto.
- **Adeguamento di gran parte delle componenti del ciclo acqua-vapore:** adeguamento del sistema pompe alimento caldaia, installazione di nuove torri di raffreddamento, adeguamento circuiti chiusi di raffreddamento, adeguamento del sistema pompe estrazione condensato.
- Adeguamento dei sistemi elettrici, strumentali e di regolazione e controllo (DCS).

- Adeguamento opere civili e strutturali, adeguamento impianti antincendio.

I lavori, iniziati operativamente nel 2016, si sono conclusi nel 2018 con gli interventi relativi alla sezione di produzione energia.

Nel tempo sono state eseguite opere elative a modifiche non sostanziali le cui più significative hanno riguardato:

- a gennaio 2021 si sono conclusi i lavori di realizzazione della strada sul lato est dell'impianto e del locale per il personale addetto al controllo dell' area di ricezione e pesatura, autorizzati con decreto Regione Lombardia n. 385 del 16/01/2019.
- ad ottobre 2021 si sono conclusi i lavori di modifica delle reti interrato dei reflui idrici, autorizzati con decreto regione Lombardia n. 7479 del 01/06/2021.

Sistemi di controllo e monitoraggio.

Sistema di controllo della combustione.

Combustione.

Il sistema ACC (Advanced Combustion Control) consente al personale di conduzione di ottenere e mantenere un **elevato grado di stabilità ed uniformità del processo di combustione** grazie una efficace automatizzazione che acquisisce, elabora e gestisce i molteplici parametri che entrano in gioco nella combustione di un combustibile come i rifiuti caratterizzati da una elevata eterogeneità. Ciò costituisce condizione indispensabile per minimizzare la formazione dei diversi inquinanti successivamente abbattuti nei presidi di depurazione.

Al variare della qualità dei rifiuti in ingresso il sistema agisce automaticamente su tutti gli apparati coinvolti nel processo di combustione raggruppabili schematicamente in quattro blocchi di regolazione:

- Caricamento rifiuti.
- Produzione di vapore.
- Fase finale della combustione ed evacuazione scorie esauste.
- Portata d'aria primaria e secondaria.

Post combustione.

Le camere di combustione sono state progettate e attrezzate per essere gestite in modo tale che i gas prodotti dall'incenerimento dei rifiuti siano portati, dopo l'ultima immissione di aria di combustione, in modo controllato ed omogeneo e anche nelle condizioni più sfavorevoli previste, ad una **temperatura di almeno 850 °C e perché sia garantita la loro permanenza in camera di combustione per almeno due secondi con regime fluidodinamico altamente turbolento**, come prescritto dalla normativa vigente e dalle BAT di settore.

La presenza di bruciatori ausiliari (alimentati a gas naturale, metano) che entrano in funzione automaticamente quando la temperatura dei gas di combustione scende al di sotto della temperatura minima stabilita garantisce sul mantenimento della condizioni di processo sopra richiamate. La temperatura di riferimento è quella misurata per mezzo di tre termocoppie, alla fine della camera di combustione sul tetto del primo canale ascendente. In camera di combustione, viene inoltre effettuata la misurazione dell'ossigeno.

Sistema di controllo delle emissioni in atmosfera.

Trattamento a secco per l'abbattimento dei composti acidi, mercurio, diossine e furani.

In camera di combustione è previsto un **pretrattamento** con dosaggio di idrossido di calcio e magnesio per l'abbattimento dei composti acidi. Allo stato attuale il sistema è in fase di revisione per individuare le migliori soluzioni per il trasporto ed iniezione del reagente. A valle del **precipitatore elettrostatico**, si procede al **trattamento, a secco**, finalizzato all'abbattimento di composti acidi (HCl, HF ed SO₂), del mercurio, delle diossine e dei furani presenti nei fumi.

Come detto il sistema di trattamento è composto essenzialmente da:

- Sistema di distribuzione reagenti (bicarbonato di sodio e carboni attivi);
- Reattore;
- Filtro a maniche.

Il **dosaggio del bicarbonato di sodio è regolato** in automatico dal DCS in maniera tale che la concentrazione degli inquinanti acidi nei gas, a valle del sistema, rimanga sempre entro i limiti di emissione richiesti. Il controllo di portata del reagente è basato sul rapporto stechiometrico tra bicarbonato di sodio, HCl e SO₂. Un segnale relativo alla concentrazione degli inquinanti acidi nei gas in uscita dalla caldaia (derivato da uno specifico sistema di misura) viene utilizzato, insieme a quello della portata, per determinarne la portata massica. Al fine di contenere le emissioni entro i limiti richiesti, una correzione del segnale primario è ottenuta utilizzando il segnale della concentrazione degli inquinanti acidi misurato dal Sistema Monitoraggio Emissioni a camino, creando così un **loop di regolazione** fine per il sistema di dosaggio del reagente.

Il carbone attivo è attualmente dosato a portata fissa, ma sono in corso ottimizzazioni che prevedono il monitoraggio della concentrazione di mercurio in uscita caldaia ed il conseguente dosaggio di carbone attivo in funzione di tale concentrazione.

L'impianto è inoltre predisposto per iniettare direttamente idrossido di calcio e magnesio in camera di combustione.

Di seguito il riepilogo dei reagenti utilizzati nel periodo precedente le attività di manutenzione straordinaria ed il 2024.

Reagenti e/o Combustibile.	u.d.m.	Quantità 2024	Quantità 2015
Bicarbonato di sodio.	kg/ t <small>rif inc</small>	16	10,19
Carboni attivi.	"	0,67	0,36
Urea.	"	-	2,26
Ossido di magnesio e calce.	"	-	2,5
Ammoniaca.	"	2,70	-
Gas naturale (metano).	Smc/t <small>rif inc.</small>	6,12	2,65

Denitrificazione.

Il contenimento degli ossidi di azoto, come sopra richiamato, avviene tramite un **trattamento di tipo catalitico (SCR)** con iniezione di soluzione ammoniacale.

Il controllo di portata del reagente è basato sul rapporto stechiometrico tra NH₃ ed NO_x. Un segnale relativo alla concentrazione di NO_x nei gas in uscita dalla caldaia (derivato da uno specifico sistema di misura) viene utilizzato, insieme a quello della portata, per determinare la portata massica del reagente. Al fine di contenere le emissioni entro i limiti richiesti, una correzione del segnale primario è ottenuta utilizzando il segnale della concentrazione di NO_x misurato dal Sistema Monitoraggio Emissioni a camino, creando così un **loop di regolazione** fine per la valvola di controllo del reagente.

Monitoraggio in continuo delle emissioni in atmosfera.

Ogni linea è dotata di un **sistema di monitoraggio in continuo** dei parametri di emissione al camino. Ogni sistema è composto da:

- Uno FTIR per il rilevamento di HCl, NH₃, CO, NO, NO₂, SO₂, N₂O.
- Uno strumento di tipo paramagnetico per il rilevamento dell'O₂.
- Uno strumento basato sul principio della ionizzazione di fiamma per la misura del COT.
- Una sonda elettrodinamica per la misura delle polveri.

Il sistema provvede anche al rilevamento continuo di umidità, temperatura, pressione e portata fumi.

Per garantire il controllo continuo delle emissioni, per ciascuna linea tutti **gli strumenti di misura sono stati ridondati (cioè installati in doppio)**. Inoltre, anche il sistema di acquisizione, elaborazione e archiviazione dati è stato completamente ridondato. Nel novembre 2019 è stato sostituito lo FTIR di BACKUP ABB CEMAS con ABB ACF 5000 su LINEA 2. Nel mese di agosto 2020 è stata completata l'installazione del nuovo analizzatore di back up dello SME della linea 3 (ACF 5000). Sulla linea 1 la sostituzione è stata completata a maggio 2021. I nuovi campionatori per microinquinanti (diossine) sono stati installati: ad ottobre 2020 sulla Linea 1, ad ottobre 2021 sulla Linea 2, ad aprile 2022 sulla Linea 3.

I valori medi orari di emissione dell'ora precedente sono esposti sul display elettronico installato presso l'ingresso del termovalorizzatore. Inoltre, settimanalmente, i valori di emissione sono pubblicati sul sito internet di A2A.

Campionamento in continuo delle diossine.

Su ciascuna linea di combustione è a regime un **sistema per il campionamento automatico** in continuo delle emissioni in atmosfera finalizzato alla misura delle diossine e dei furani (PCDD+PCDF). Su ciascuna linea in funzione vengono effettuati campionamenti mensili della durata di 15 giorni continuativi.

Dal 2016, oltre alle diossine e furani, il sistema di campionamento permette anche la determinazione di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e Policlorobifenili (PCB).

Monitoraggio in continuo del Mercurio

L'AIA vigente prevede il monitoraggio in continuo per il Mercurio che è stato attivato nel corso del 2024; stante la sperimentazione dell'utilizzo di carbone attivo additivato per il

contenimento delle emissioni di microinquinanti (in particolare metalli tra cui il Mercurio) al momento il sistema è funzionante ma i dati, per il 2025, non rileveranno ai fini fiscali. Il sistema di monitoraggio in continuo del Mercurio è presente oltre che a camino anche in uscita caldaia al fine di ottimizzare il dosaggio di carbone attivo per l'abbattimento di questo inquinante.

Monitoraggio discontinuo delle emissioni in atmosfera.

Periodicamente, secondo le frequenze previste dall'Autorizzazione Integrata Ambientale, sono effettuate **analisi discontinue delle emissioni in atmosfera**, a cura di un laboratorio esterno certificato.

Emergenze.

Le emergenze che possono comportare non conformità dei valori di emissione in atmosfera al camino sono gestite secondo un'apposita istruzione operativa. L'eventuale superamento dei limiti di legge viene tempestivamente comunicato agli Enti di controllo, unitamente alla descrizione degli interventi adottati al fine di ripristinare rapidamente il corretto funzionamento dell'impianto.

Sistema di monitoraggio delle emissioni nell'ambiente idrico.

Sulle acque di scarico derivanti dalle torri di raffreddamento e recapitate al cavo Parea sono effettuate misurazioni continue del pH, della temperatura, della portata e del cloro attivo libero. Inoltre, su tale scarico, secondo le frequenze previste dall'Autorizzazione Integrata Ambientale, sono effettuate analisi discontinue a cura di un laboratorio esterno certificato. Come autorizzato con il decreto AIA 20840 del 28/12/2023 , sono effettuate analisi discontinue anche sulle acque industriali recapitate in fognatura secondo le indicazioni del Piano di Monitoraggio.

Nel 2024 le concentrazioni dei parametri monitorati sono risultati sempre inferiori ai limiti autorizzati.

CAPO II - Quantità e tipologia dei rifiuti trattati

1 Rifiuti trattati dall'impianto nel periodo 2015 – 2024.

I quantitativi di rifiuti conferiti e inceneriti nel periodo 2015 – 2024 presso l'impianto SILLA II sono desunti dalle comunicazioni ufficiali trasmesse da parte del soggetto gestore dell'impianto (A2A Ambiente).

Dall'analisi dei quadri riassuntivi di seguito riportati è evidente l'incidenza degli interventi di manutenzione straordinaria ed adeguamento funzionale che sono stati realizzati nel periodo 2016 – 2017 (in parte protrattisi anche nel 2018 per quanto riguarda la sezione produzione energia) e che hanno comportato il parziale fermo delle linee.

A partire dal 2018 l'impianto è tornato ad operare in condizioni di regime (vi sono state di fatto esclusivamente le fermate per le manutenzioni periodiche e per guasti di minore entità) tenuto conto dell'incremento di potenzialità termica ottenuto a seguito delle modifiche apportate al sistema forno - caldaia - turbina.

Di seguito si riportano i dati di produzione relativi al periodo considerato.

Anno 2015 – Rifiuti inceneriti.

Il quantitativo totale di rifiuti inceneriti nell'anno 2015 è stato pari a 497.671,65 tonnellate con un potere calorifico inferiore (p.c.i.) pari a 10.588 kJ/kg (2.529 kcal/kg).

I dati di produzione energia termica ed elettrica dell'anno sono:

- energia elettrica: 335.744,010 MWh;
- energia termica: 289.061,000 MWh.

Rispetto all'anno precedente (2014) diminuisce lievemente il totale dei rifiuti inceneriti (da circa 502.300 t nel 2014 a 497.700 nel 2015); continua l'incremento del p.c.i. dei rifiuti che passa da 2.484 a 2.529 Kcal/Kg.

Per quanto concerne la produzione di energia elettrica e termica, continua la riduzione di energia elettrica prodotta (da 374.800 a 335.700 MWh) a vantaggio di quella termica (da 198.400 a 289.000 MWh).

Anno 2016 – Rifiuti inceneriti.

Il quantitativo totale di rifiuti inceneriti nell'anno 2016 è stato pari a 475.714,70 tonnellate con un potere calorifico inferiore pari a 10.872 kJ/kg (2.594 kcal/kg).

I dati di produzione energia termica ed elettrica dell'anno sono:

- energia elettrica: 344.610,450 MWh;
- energia termica: 351.697,000 MWh.

Rispetto all'anno precedente (2015) diminuisce il totale dei rifiuti inceneriti anche a causa degli interventi di manutenzione straordinaria; continua l'incremento del p.c.i. dei rifiuti a 2.594 kcal/kg.

Per quanto concerne la produzione di energia elettrica e termica, è stabile la produzione di energia elettrica, in deciso incremento quella termica. Tenuto conto della riduzione del quantitativo dei rifiuti inceneriti, pur tenendo conto della variazione del contenuto energetico dei rifiuti in ingresso, aumenta la resa energetica dell'impianto.

Anno 2017 – Rifiuti inceneriti.

Il quantitativo totale di rifiuti inceneriti nell'anno 2017 è stato pari a 480.885,40 tonnellate con un potere calorifico inferiore pari a 11.022 kJ/kg (2.633 kcal/kg).

I dati di produzione energia termica ed elettrica dell'anno sono:

- energia elettrica: 345.158,640 MWh;
- energia termica: 373.870,000 MWh.

Rispetto all'anno precedente (2016) il totale dei rifiuti inceneriti è sostanzialmente stabile e risente anche per l'anno in oggetto degli interventi di manutenzione straordinaria; continua l'incremento del p.c.i. dei rifiuti a 2.633 kcal/kg.

Per quanto concerne la produzione di energia elettrica e termica, è stabile (in lieve aumento) la produzione di energia elettrica, in deciso incremento quella di energia termica.

Anno 2018 – Rifiuti inceneriti.

Il quantitativo totale di rifiuti inceneriti nell'anno 2018 è stato pari a 541.307,70 tonnellate con un potere calorifico inferiore pari a 10.738 kJ/kg (2.565 kcal/kg).

I dati di produzione energia termica ed elettrica dell'anno sono:

- energia elettrica: 386.695,17 MWh;
- energia termica: 402.643,000 MWh.

Rispetto all'anno precedente (2017) il totale dei rifiuti inceneriti è in deciso incremento. Gli interventi di manutenzione straordinaria sulle tre linee di incenerimento sono terminati nel corso del 2017 e l'impianto opera a pieno carico, nel rispetto delle previsioni di progetto.

Circa il contenuto energetico dei rifiuti, si nota una riduzione del p.c.i. a 2.565 kcal/kg.

Per quanto concerne la produzione di energia elettrica e termica, è in aumento sia la produzione di energia elettrica, che quella di energia termica, alla luce dell'incremento dei quantitativi di rifiuti inceneriti; entrambe crescono proporzionalmente rispetto all'anno precedente con tassi di incremento sostanzialmente comparabili.

Anno 2019 – Rifiuti inceneriti.

Il quantitativo totale di rifiuti inceneriti nell'anno 2019 è stato pari a 533.503,00 tonnellate con un potere calorifico inferiore pari a 10.986 kJ/kg (2.624 kcal/kg).

I dati di produzione energia termica ed elettrica dell'anno sono:

- energia elettrica: 379.957,30 MWh;
- energia termica: 449.025,00 MWh.

Circa il contenuto energetico dei rifiuti, si nota un incremento del p.c.i. a 2.624 kcal/kg.

Rispetto all'anno che precede, per quanto concerne la produzione di energia elettrica e termica, è in aumento la produzione di energia termica, in lieve flessione la produzione di energia elettrica.

Anno 2020 – Rifiuti inceneriti.

Il quantitativo totale di rifiuti inceneriti nell'anno 2020 è stato pari a 542.942,04 tonnellate con un potere calorifico inferiore pari a 10.711 kJ/kg (2558,76 kcal/kg).

I dati di produzione energia termica ed elettrica dell'anno sono:

- energia elettrica: 374.278 MWh;
- energia termica: 457.311 MWh.

Circa il contenuto energetico dei rifiuti, si nota un leggero decremento del p.c.i. a 2558,76 kcal/kg.

Rispetto all'anno che precede, per quanto concerne la produzione di energia elettrica e termica, è in aumento la produzione di energia termica, in lieve flessione la produzione di energia elettrica.

Anno 2021 – Rifiuti inceneriti.

Il quantitativo totale di rifiuti inceneriti nell'anno 2021 è stato pari a 528.832,82 tonnellate con un potere calorifico inferiore pari a 10.979 kJ/kg (2632 kcal/kg).

I dati di produzione energia termica ed elettrica dell'anno sono:

- energia elettrica: 351.957 MWh;
- energia termica: 480.838 MWh.

Circa il contenuto energetico dei rifiuti, si nota un leggero aumento del p.c.i. . Rispetto all'anno che precede, per quanto concerne la produzione di energia elettrica e termica, è in aumento la produzione di energia termica, in lieve flessione la produzione di energia elettrica.

Anno 2022 – Rifiuti inceneriti.

Il quantitativo totale di rifiuti inceneriti nell'anno 2022 è stato pari a circa 553.476 tonnellate con un potere calorifico inferiore pari a 10.992 kJ/kg (2635 kcal/kg).

I dati di produzione energia termica ed elettrica dell'anno sono:

- energia elettrica: 402.358 MWh;
- energia termica: 452.380 MWh.

Circa il contenuto energetico dei rifiuti, si nota una costanza del valore medio del p.c.i. rispetto al 2021. Rispetto all'anno che precede, per quanto concerne l'incenerimento rifiuti si ha un evidente incremento, per quanto riguarda la produzione di energia elettrica e termica, è in diminuzione la produzione di energia termica, in aumento la produzione di energia elettrica.

Anno 2023 – Rifiuti inceneriti.

Il quantitativo totale di rifiuti inceneriti nell'anno 2023 è stato pari a circa 579.522 tonnellate con un potere calorifico inferiore pari a 10.503 kJ/kg (2510 kcal/kg).

I dati di produzione energia termica ed elettrica dell'anno sono:

- energia elettrica: 410.239 MWh;
- energia termica: 434.856 MWh.

Circa il contenuto energetico dei rifiuti, si nota una costanza del valore medio del p.c.i. rispetto al 2021. Rispetto all'anno che precede, per quanto concerne l'incenerimento rifiuti si ha un evidente incremento, per quanto riguarda la produzione di energia elettrica e termica, è in diminuzione la produzione di energia termica, in aumento la produzione di energia elettrica.

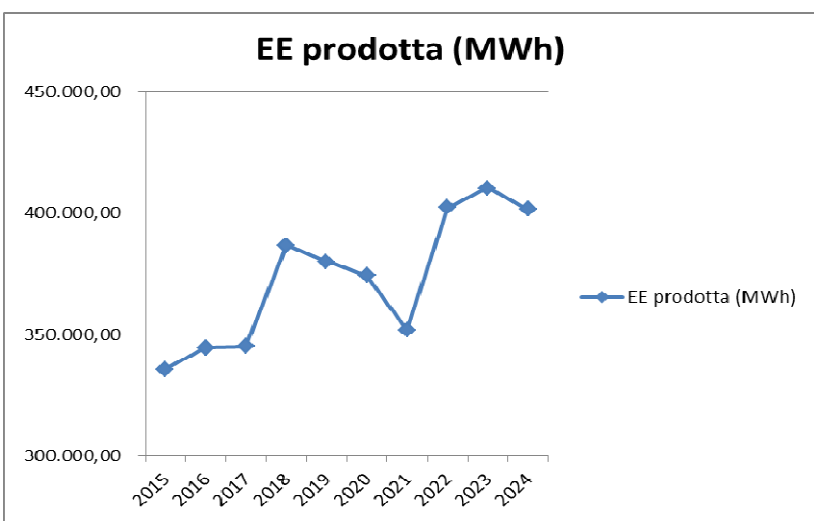
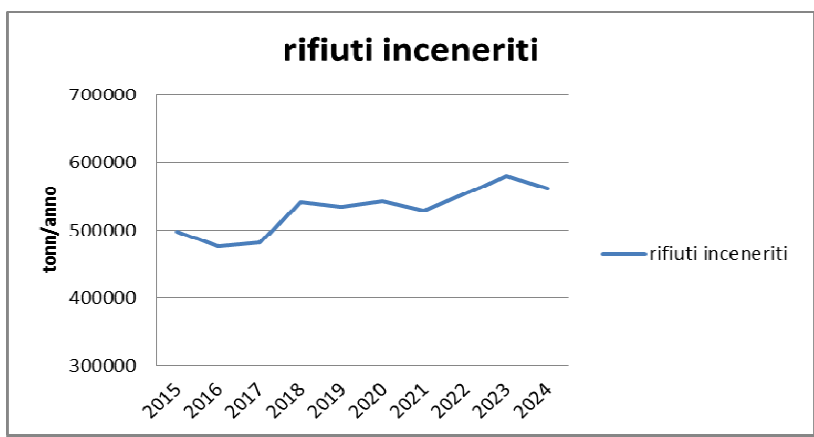
Anno 2024 – Rifiuti inceneriti.

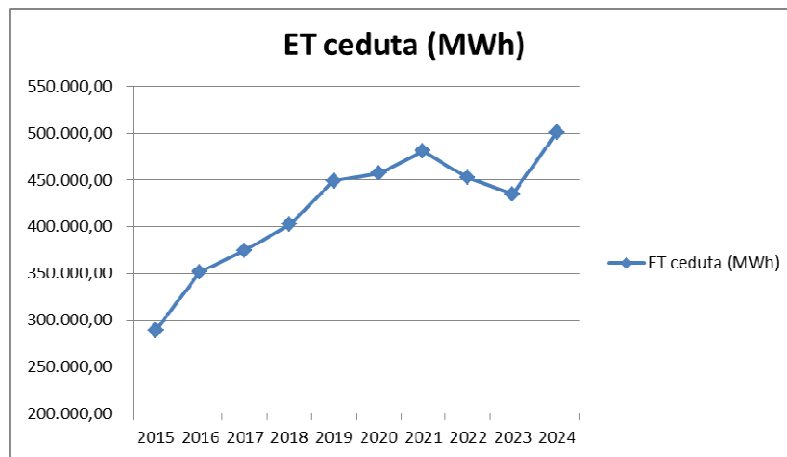
Il quantitativo totale di rifiuti inceneriti nell'anno 2024 è stato pari a circa 561.309,54 tonnellate con un potere calorifico inferiore pari a 10.700 kJ/kg (2557 kcal/kg).

I dati di produzione energia termica ed elettrica dell'anno sono:

- energia elettrica: 401.583 MWh;
- energia termica: 500.893 MWh.

Circa il contenuto energetico dei rifiuti, si nota un lieve incremento del valore medio del p.c.i. rispetto al 2023. Rispetto all'anno che precede, per quanto concerne l'incenerimento rifiuti si ha un lieve decremento, per quanto riguarda la produzione di energia elettrica e termica, è in aumento la produzione di energia termica, in diminuzione la produzione di energia elettrica.





2 Contenuto energetico dei rifiuti

Come detto sopra, l'impianto di termovalorizzazione SILLA II ha operato nel 2024 nel pieno rispetto delle previsioni progettuali, tenuto conto degli interventi di potenziamento realizzati nel corso degli anni precedenti.

Se si ipotizza un tasso di utilizzo dell'impianto pari a 0,89 circa (corrispondente ad un funzionamento medio di 7.805 h/anno in leggera diminuzione rispetto all'anno precedente, il quantitativo di rifiuti avviati a incenerimento nel 2024 è stato mediamente pari a circa 1.726 t/d in linea col dato 2023 di 1.730 t/d, il che equivale per ciascuna linea da una portata ponderale oraria di circa 24 t/h, in linea col dato dell'anno precedente pari a 24 t/h.

Considerato un potere calorifico dei rifiuti inceneriti pari a 2.557 Kcal/Kg è possibile rilevare sul diagramma di combustione dell'impianto il punto di funzionamento approssimativo, che si colloca all'interno dell'area di massima potenza termica.

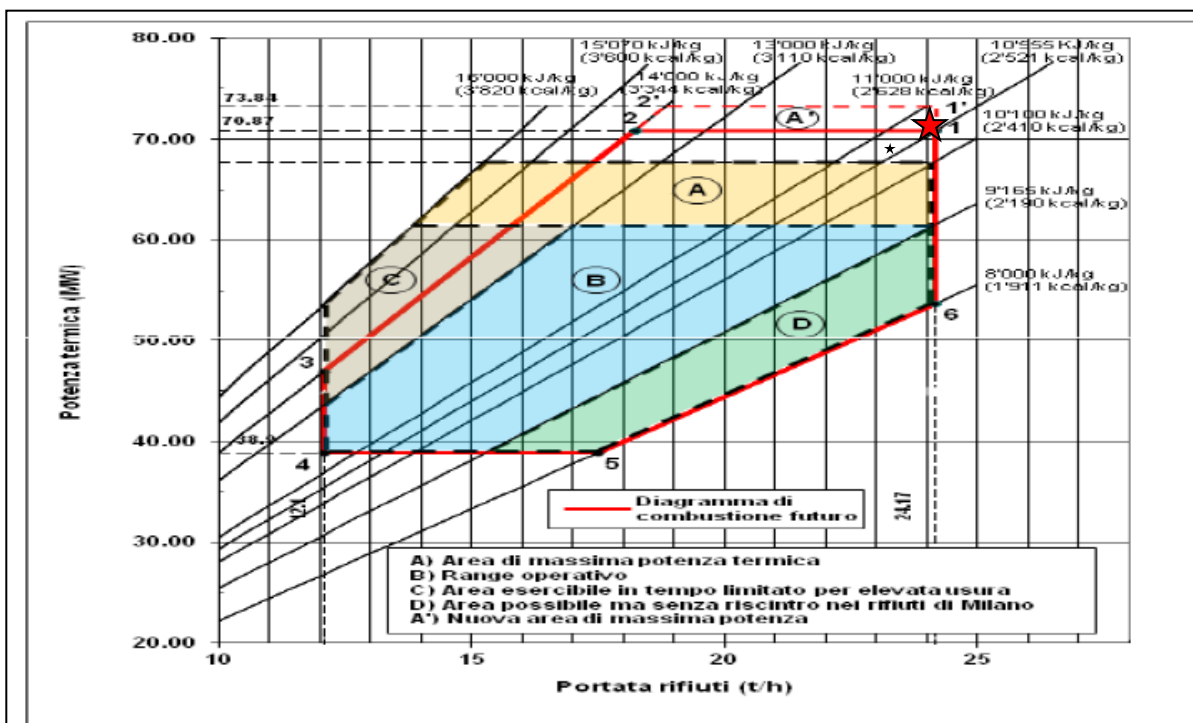
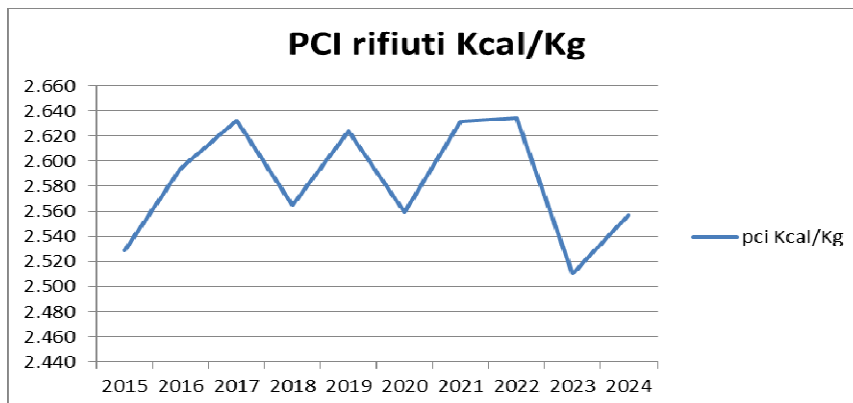


Figura – Diagramma di combustione impianto (A2A ambiente)

L'impianto sta dunque operando in condizioni prossime alla massima potenza termica ammissibile (area A', nuova area di massima potenza).

Il p.c.i. dei rifiuti adottati ad incenerimento presso l'impianto SILLA II ha manifestato il seguente andamento nel tempo.



L'andamento del potere calorifico inferiore dei rifiuti nel corso degli anni può essere spiegato in funzione delle dinamiche delle raccolte differenziate, che hanno visto in una prima fase (fino al 2010 circa) spingere la riduzione di carta e plastiche; successivamente, con l'avvio della raccolta differenziata della frazione umida presso il Comune di Milano, il trend di crescita del potere calorifico dei rifiuti ha ripreso a crescere (la frazione umida, prima non intercettata, abbassava il p.c.i. del rifiuto).

Per quanto riguarda il 2024 il valore del p.c.i. in risalita rispetto al trend degli ultimi anni secondo A2A non risulta dovuto a cause particolari se non a variabilità stagionale condizionata anche dalla piovosità nel corso dell'anno.

3 Provenienza e tipologia dei rifiuti

Circa la provenienza dei rifiuti conferiti all'impianto, si riporta il prospetto riassuntivo analitico relativo all'anno 2024 (successivamente sono riportati i dati aggregati per gli anni intermedi); il 2015 preso come anno di riferimento del periodo precedente le attività di manutenzione straordinaria.

Nota: il totale dei rifiuti conferiti in impianto è diverso da quello dei rifiuti inceneriti (dal totale dei rifiuti conferiti vanno dedotte le perdite di peso in fossa e tenuto conto delle variazioni delle quantità stoccate nella fossa stessa).

La tabella che segue riporta in sintesi informazioni su:

- provenienza dei rifiuti conferiti (Provincia/Regione);
- tipologia con indicazione del relativo codice EER (ex D.Lgs 152/2006 e AIA vigente);
- descrizione sintetica del rifiuto;
- quantità per ciascun codice EER in tonnellate/anno;

Provincia	EER	Rifiuto	Quantità (t)
MILANO	020304	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione	14,380
	030307	scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone	1.232,900
	040222	rifiuti da fibre tessili lavorate	58,220
	120105	limatura e trucioli di materiali plastici	32,780
	150106	imballaggi in materiali misti	10,940
	150203	assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 15 02 02	1,680
	160304	rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 16 03 03	0,020

160306	rifiuti organici, diversi da quelli di cui alla voce 160305	200,740
170203	plastica	6,250
180109	medicinali diversi da quelli di cui alla voce 18 01 08	0,030
190501	parte di rifiuti urbani e simili non destinata al compost	4.298,980
190801	residui di vagliatura	154,800
190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	5.577,800
190814	fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 190813	1.307,020
191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	31.105,340
200101	carta e cartone	1,980
200110	abbigliamento	9,780
200131	medicinali citotossici e citostatici	1,240
200132	medicinali diversi da quelli di cui alla voce 200131	206,360
200301	rifiuti urbani non differenziati	314.831,608
200303	residui della pulizia stradale	822,400
Totale dalla città metropolitana di Milano		359.875,248

Provincia	EER	Rifiuto	Quantità (t)
BERGAMO	190501	parte di rifiuti urbani e simili non destinata al compost	1.911,320
	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	315,140
	191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	13.587,580
	200131	medicinali citotossici e citostatici	12,300
BIELLA	190501	parte di rifiuti urbani e simili non destinata al compost	948,620
	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	490,180
	191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	15.559,900
BRESCIA	160306	rifiuti organici, diversi da quelli di cui alla voce 160305	11,580
	180109	medicinali diversi da quelli di cui alla voce 18 01 08	0,0001
	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	1.515,000
	190905	resine a scambio ionico saturate o esaurite	0,085
	191210	rifiuti combustibili (combustibile da rifiuti)	520,100
	200131	medicinali citotossici e citostatici	57,320
	200132	medicinali diversi da quelli di cui alla voce 200131	13,040
CASERTA	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	415,520

COMO	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	4.231,500
	191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	1.779,220
	200132	medicinali diversi da quelli di cui alla voce 200131	0,293
	200301	rifiuti urbani non differenziati	8.814,360
CREMONA	180109	medicinali diversi da quelli di cui alla voce 18 01 08	0,00266
	190905	resine a scambio ionico saturate o esaurite	0,660
	191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	962,860
GENOVA	200301	rifiuti urbani non differenziati	1.714,720
LECCO	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	328,940
	200301	rifiuti urbani non differenziati	599,540
LODI	160306	rifiuti organici, diversi da quelli di cui alla voce 160305	148,340
	180109	medicinali diversi da quelli di cui alla voce 18 01 08	0,001
	191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	7.514,980
MANTOVA	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	759,200
MONZA BRIANZA	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	114,240
	191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	2.817,380
	200203	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione	29,360
	200301	rifiuti urbani non differenziati	35.884,702
NAPOLI	191210	rifiuti combustibili (combustibile da rifiuti)	18.922,140
	191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	6.649,220
NOVARA	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	611,060
	191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	12.604,940
	200132	medicinali diversi da quelli di cui alla voce 200131	23,180
	200203	altri rifiuti non biodegradabili	9,160
	200301	rifiuti urbani non differenziati	11,600
PADOVA	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	178,460
PAVIA	190501	parte di rifiuti urbani e simili non destinata al compost	170,900
	191210	rifiuti combustibili (combustibile da rifiuti)	5.733,980
	191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	4.510,260
	200301	rifiuti urbani non differenziati	6.619,170

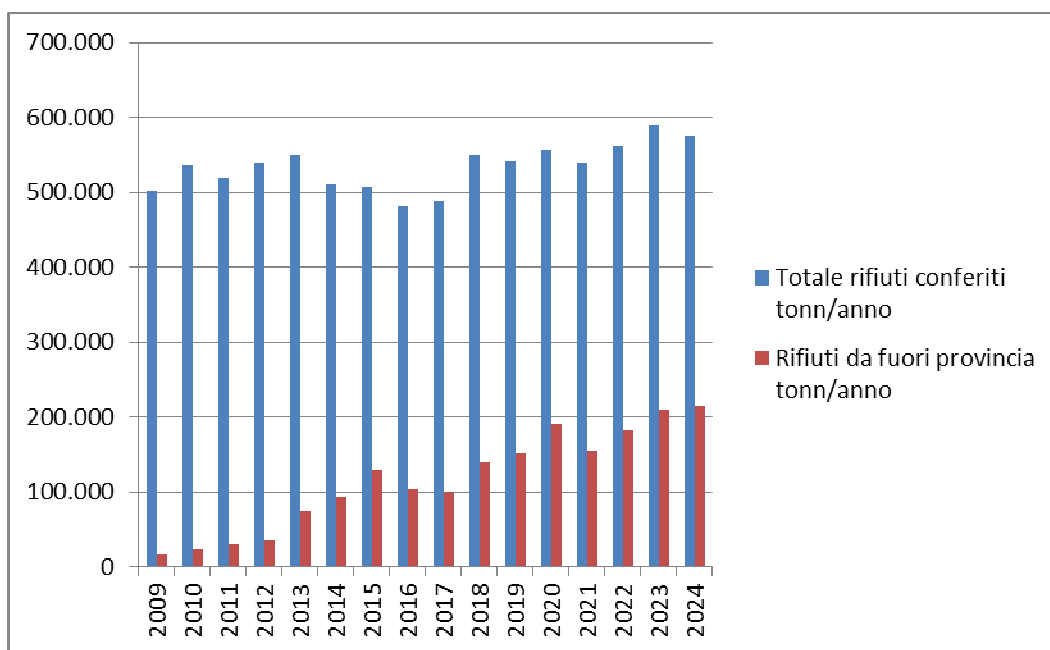
REGGIO EMILIA	200110	abbigliamento	20,160
ROVIGO	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	307,460
SONDRIO	190501	parte di rifiuti urbani e simili non destinata al compost	21.111,740
	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	980,060
	200301	rifiuti urbani non differenziati	839,900
TORINO	191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	3.333,740
VARESE	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	569,360
	190902	fanghi prodotti dai processi di chiarificazione dell'acqua	599,160
	191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	3.804,900
	200132	medicinali diversi da quelli di cui alla voce 200131	1,367
	200301	rifiuti urbani non differenziati	25.596,710
VERCELLI	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	553,540
VICENZA	190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	635,060
Totale da altre province			215.455,211

Provincia	EER	Altro	Quantità (t)
MILANO	---	DOCUMENTI/MATERIALI/SOSTANZE AUTORITY	10,517025
ALESSANDRIA	---	DOCUMENTI/MATERIALI/SOSTANZE AUTORITY	0,42
LODI	---	DOCUMENTI/MATERIALI/SOSTANZE AUTORITY	0,453
MONZA BRIANZA	---	DOCUMENTI/MATERIALI/SOSTANZE AUTORITY	0,00001
NOVARA	---	DOCUMENTI/MATERIALI/SOSTANZE AUTORITY	0,000002
PAVIA	---	DOCUMENTI/MATERIALI/SOSTANZE AUTORITY	0,0005
VERBANIA	---	DOCUMENTI/MATERIALI/SOSTANZE AUTORITY	0,10257

Come richiamato sopra, il dato relativo ai quantitativi di rifiuti conferiti all'impianto si differenzia da quello dei quantitativi inceneriti, approssimandolo leggermente per eccesso. Tale dato, tuttavia, essendo disaggregato per provenienza geografica dei rifiuti consente di valutare il peso dei quantitativi conferiti da territori esterni a quello della Città Metropolitana di Milano (CMM). Il peso dei conferimenti da fuori CMM raggiunge nel 2024 le 215.455 tonnellate annue circa, pari al 37,45% dei conferimenti totali.

Si noti come l'incremento dei rifiuti conferiti da fuori CMM comincia a divenire significativo a partire dall'avvio della raccolta differenziata della frazione umida da parte del Comune di Milano (2009), operazione che ha determinato un decremento dei quantitativi totali raccolti e conferiti all'impianto (dato confermato anche dall'andamento del potere calorifico dei rifiuti, come sopra evidenziato).

Anno	Totale rifiuti conferiti (tonn)	Fuori CMM	% su totale
2009	502.404	16.331	3,25
2010	535.723	23.467	4,38
2011	518.976	30.003	5,78
2012	540.151	35.160	6,51
2013	549.922	74.861	13,61
2014	510.177	93.399	18,31
2015	507.977	130.072	25,61
2016	481.475	104.409	21,69
2017	489.063	101.340	20,72
2018	550.571	140.098	25,47
2019	542.030	152.562	28,15
2020	557.145	190.760	34,23
2021	539.597	155.965	28,90
2022	561.464	182.577	32,51
2023	589.814	209.996	35,60
2024	575.330	215.455	37,45



Andamento dei rifiuti conferiti all'impianto di Silla II; la colonna di destra evidenzia il peso dei rifiuti provenienti da fuori CMM.

Dalla precedente tabella che riporta i codici rifiuto si nota inoltre come le frazioni provenienti da fuori CMM siano costituite per lo più da residui di altre lavorazioni presso impianti di trattamento rifiuti piuttosto che dal tal quale.

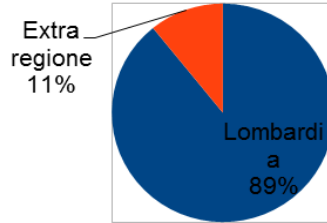
Il tutto coerentemente con un dato stimato relativo alla produzione di rifiuti del Comune di Milano; l'incremento dei tassi di raccolta differenziata nel Comune di Milano ha ridimensionato sensibilmente la produzione di rifiuti che risulta in diminuzione attorno a valori prossimi alle 360.000 tonnellate annue (sono inclusi i Comuni dell'hinterland serviti da AMSA); l'impianto viene "saturato" reperendo rifiuti da fuori territorio della Città Metropolitana di Milano.

Di seguito il dettaglio della provenienza distinguendo ulteriormente il dato aggregato a livello regionale.

Anno 2024

Provenienza	Quantità [t]
Lombardia	512.953
Extra regione	62.377
Totale	575.330

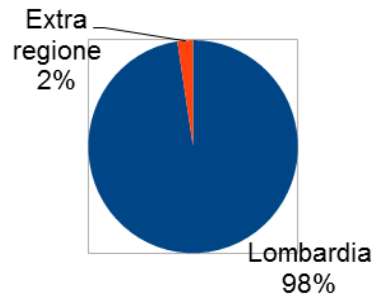
Provenienza dei rifiuti 2024



Anno 2015

Provenienza	Quantità (t)
Lombardia	495.719,08
Extra Regione	12.257,51
Totale	507.976,59

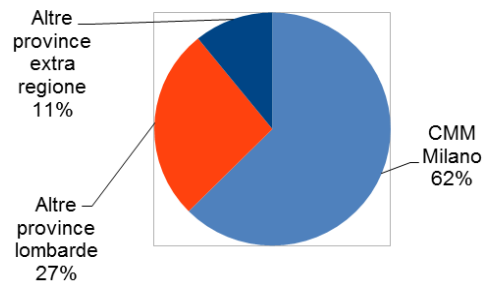
Provenienza dei rifiuti 2015



Anno 2024

Provenienza	Quantità [t]
CMM Milano	359.875
Altre province lombarde	153.078
Altre province extra regione	62.377
Totale	575.330

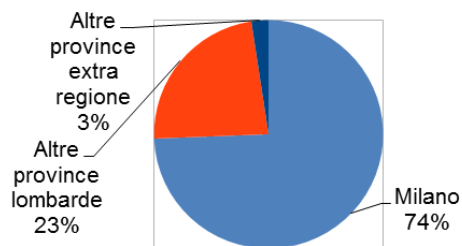
Provenienza dei rifiuti 2024



Anno 2015

Provenienza	Quantità [t]
CMM Milano	377.904,70
Altre Province lombarde	117.814,38
Altre Province extra Regione	12.257,51
Totale	507.976,59

Provenienza dei rifiuti 2015

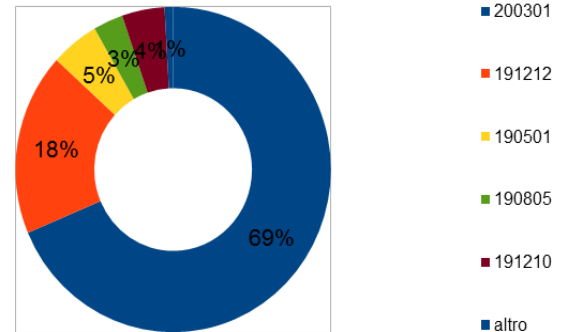


Per quanto riguarda la tipologia di rifiuti conferiti all'impianto si riporta la distribuzione percentuale dei principali codici rifiuti negli anni considerati.

Anno 2024 - Codici rifiuto conferiti - EER

Anno 2024

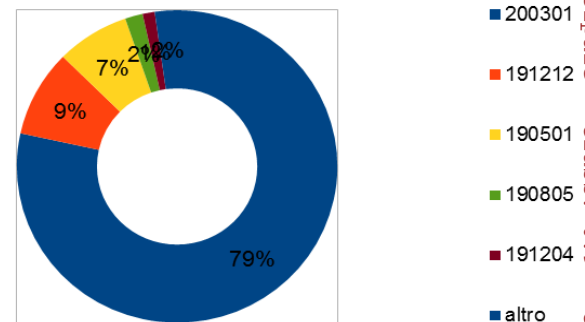
EER	Quantità (t)	Percentuale
200301	394913,55	68,64%
191212	104230,32	18,12%
190501	28441,560	4,94%
190805	17582,52	3,06%
191210	25176,22	4,38%
altro	4.986	0,87%
Totale	575.330,00	100,00%



Anno 2015

EER	Quantità (t)	Percentuale
200301	398.308	78,41%
191212	45.562	8,97%
190501	37.498	7,38%
190805	9.036	1,78%
191204	6.200	1,22%
altro	11.370	2,24%
Totale	507.976,59	100,00%

Anno 2015 - Codici rifiuto conferiti - EER



4 Tipologia rifiuti avviati a termovalorizzazione

Nel 2015 (anno che precede le attività di manutenzione straordinaria) su un totale di circa 498.000 tonnellate di rifiuti inceneriti il 95,27% (pari a circa 474.000 tonnellate) era costituito da rifiuti di origine urbana ed il 4,72% pari a circa 23.520 tonnellate era costituito da rifiuti speciali.

Nel 2024 il gestore comunica che nella Relazione annuale ex d.lgs. 152/2006 (tabella 3a) è stato indicato come "rifiuti inceneriti" quelli risultanti dalle pesate in ingresso all'impianto (dato MUD), cioè i conferiti, e non quello risultante dalle pesate delle benne che caricano i forni; per questo motivo potrebbero risultare lievi discrepanze nel confronto con gli anni precedenti.

Nella stessa Relazione, nel 2024 come "rifiuti urbani" sono stati indicati solo quelli con codice EER 20XXXX (**396.120,25t**) e come "rifiuti speciali" tutti gli altri (**179.210,21 t**). Tra i rifiuti speciali, in particolare tra quelli individuati dai codici EER 191212, 191210 e 190501, vi è comunque una quota derivante da urbani pari a **82.045,32 t**, che risulta anche dal MUD.

Tenendo conto di questo, risultano quindi:

- Rifiuti di origine urbana: (396.120,25 + 82.045,32) t = 478.165,57 t (83,11% dei rifiuti in ingresso)
- Rifiuti speciali: (179.210,21 – 82.045,32) t = 97.164,89 t (16,89% dei rifiuti in ingresso)

Il gestore ha comunque fornito il calcolo delle frazioni urbana/speciali effettuato utilizzando criteri analoghi a quello degli anni precedenti (criteri Emission Trading), da cui si evince che la quota di urbani costituisce circa il 92% del totale e quella degli speciali circa l' 8%.

5 Flussi di rifiuti in uscita dall'impianto

I flussi di rifiuti in uscita dall'impianto sono costituiti dai seguenti:

- CENERI PESANTI dal processo di combustione. Codice EER 190112.
- CENERI volanti da caldaia ed elettrofiltro. Codice EER 190115*.
- POLVERI dalla depurazione dei fumi da filtro a maniche. Codice EER 190105*.

Nel 2015 il quantitativo di ceneri pesanti risultanti dalla combustione è stato pari a circa 88.400 tonnellate mentre nel 2024 è risultato pari a 94.446 (EER 190112) tonnellate circa. Le ceneri pesanti sono integralmente avviate a recupero presso impianti dedicati alla produzione di materiali da costruzione o al riciclo di inerti.

Le ceneri volanti da caldaia ed elettrofiltro sono state pari a circa 13.750 tonnellate nel 2015 (di cui circa 9.600 tonnellate avviate a smaltimento e il resto a recupero) e circa 13.678 tonnellate nel 2024 (di cui circa 4.578 tonnellate avviate a smaltimento e il resto a recupero).

Le polveri risultanti dal processo di depurazione dei fumi di combustione dai filtri a manica sono state pari a circa 3.600 tonnellate nel 2015 (di cui circa 9 tonnellate avviate a smaltimento e il resto a recupero) e circa 6.971 tonnellate nel 2024 (di cui circa 334 tonnellate avviate a smaltimento e il resto a recupero).

A fronte di un incremento di rifiuti inceneriti di circa il 12% si rileva un incremento di quasi il doppio dei quantitativi di polveri separate nei filtri a maniche, ciò principalmente a causa di un incremento dell'utilizzo del reagente alcalino in questa sezione della linea di depurazione fumi, in luogo del dosaggio in camera di combustione (sistema allo stato attuale in fase di rivalutazione tecnica da parte del gestore).

5.1 Segnalazioni dal portale di rilevazione della presenza di materiale radioattivo

Di seguito le informazioni relative alle segnalazioni registrate dal portale di rilevazione materiale radioattivo per il 2024 e anni che precedono.

Gli eventi di ritrovamento di materiali radioattivi nel rifiuto conferito sono relativi a rifiuti contaminati nella quasi totalità da radiofarmaci (in prevalenza Iodio -131).

I valori riscontrati di intensità di dose a 1 m si mantengono ampiamente sotto i limiti previsti dall'istruzione operativa per cui gli operatori possano procedere in autonomia allo scarico e alla caratterizzazione del materiale rinvenuto.

Si può notare che il numero di ritrovamenti 144 è superiore rispetto a quello del 2023 (122); nel 2024 si sono verificati n. 4 ritrovamenti di radionuclidi a vita lunga, avviati a smaltimento presso azienda terza specializzata.

5.2 Carichi conferiti e respinti

Per quanto riguarda i carichi respinti, nel 2024 vi sono state 69 segnalazioni a CMMI, 60 per problemi tecnici al sistema di scarico e 9 per materiale non conforme con quanto stabilito con il conferitore (omologa del rifiuto), mentre nel 2023 vi sono state 66 segnalazioni di carichi respinti per problemi tecnici al sistema di scarico dei mezzi e vi sono stati 6 casi per materiali non conformi.

CAPO III – Prestazioni energetiche dell’impianto

1 La produzione di energia termica

L'erogazione di energia termica tra il 2015 e il 2024 è aumentata di più del 73% passando dai 289,06 GWh del 2015 ai 500,89 GWh del 2024.

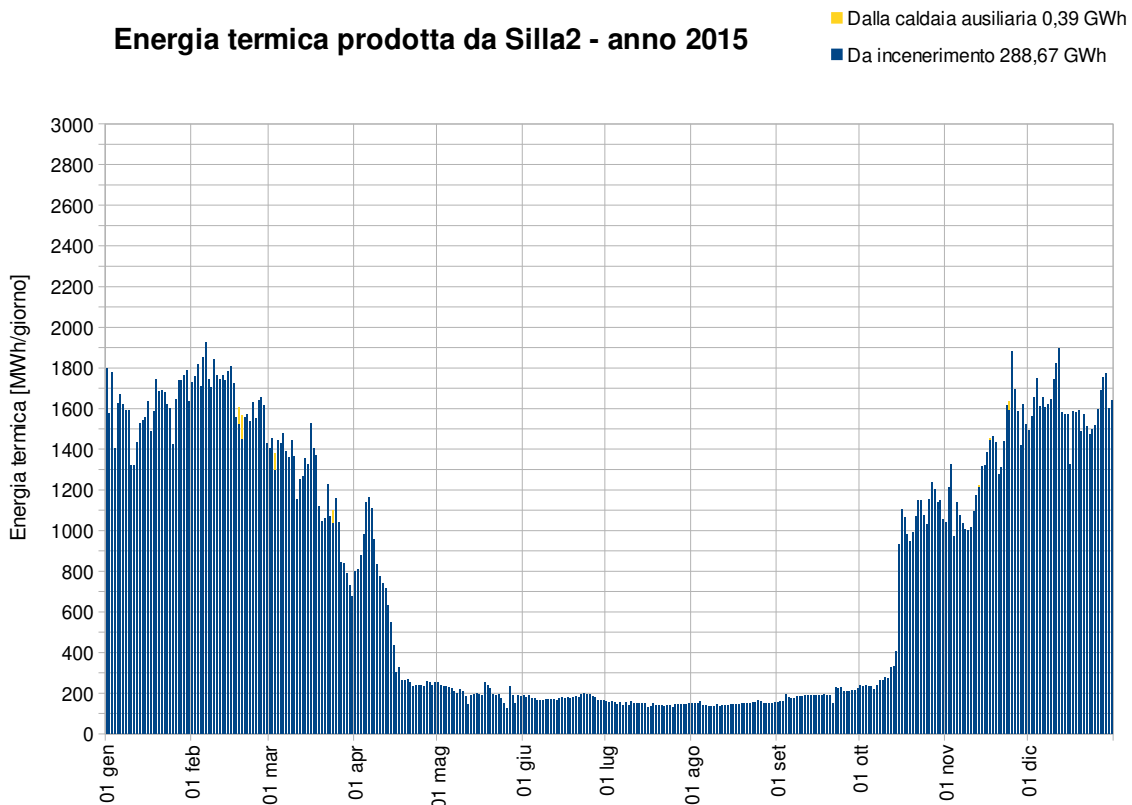
Sembra pertanto ripreso il trend di crescita della vendita di calore che aveva avuto un calo nelle due ultime stagioni termiche.

La contrazione della domanda del biennio precedente era legata sia a questioni climatiche (inverni più caldi della media) sia a decreti e ordinanze sindacali che hanno avuto come scopo la riduzione dei consumi energetici (accorciamento della stagione termica e abbassamento della temperatura interna degli edifici).

Ipotizzando che gli edifici teleriscaldati fossero precedentemente serviti da caldaie a gas naturale, i circa 500 GWh prodotti da incenerimento dei rifiuti nel 2024 corrispondono ad una mancata emissione di circa 102.578 tonnellate di anidride carbonica¹.

L'accensione periodica della caldaia ausiliaria è marginale ed è finalizzata da un lato a sopperire la domanda di energia in caso di fermata di una delle tre linee di incenerimento durante la stagione termica e dall'altro al suo mantenimento in efficienza e alla sua disponibilità all'esercizio. Per quanto riguarda l'anno 2024, si può osservare dai grafici sottostanti che l'accensione della caldaia ausiliaria è un evento sporadico e con contributi energetici marginali.

COMUNE DI RHO
Protocollo Arrivo N. 49047/2025 del 14-07-2025
Doc. Principale - Class. 6.9 - Copia Documento



¹ NOTA DI CALCOLO:

Da Tabella parametri standard nazionali 2024 (calcolata come media dei valori degli anni 2021-2023):

fattore di emissione CO₂ per gas naturale = 56,727 tCO₂/TJ

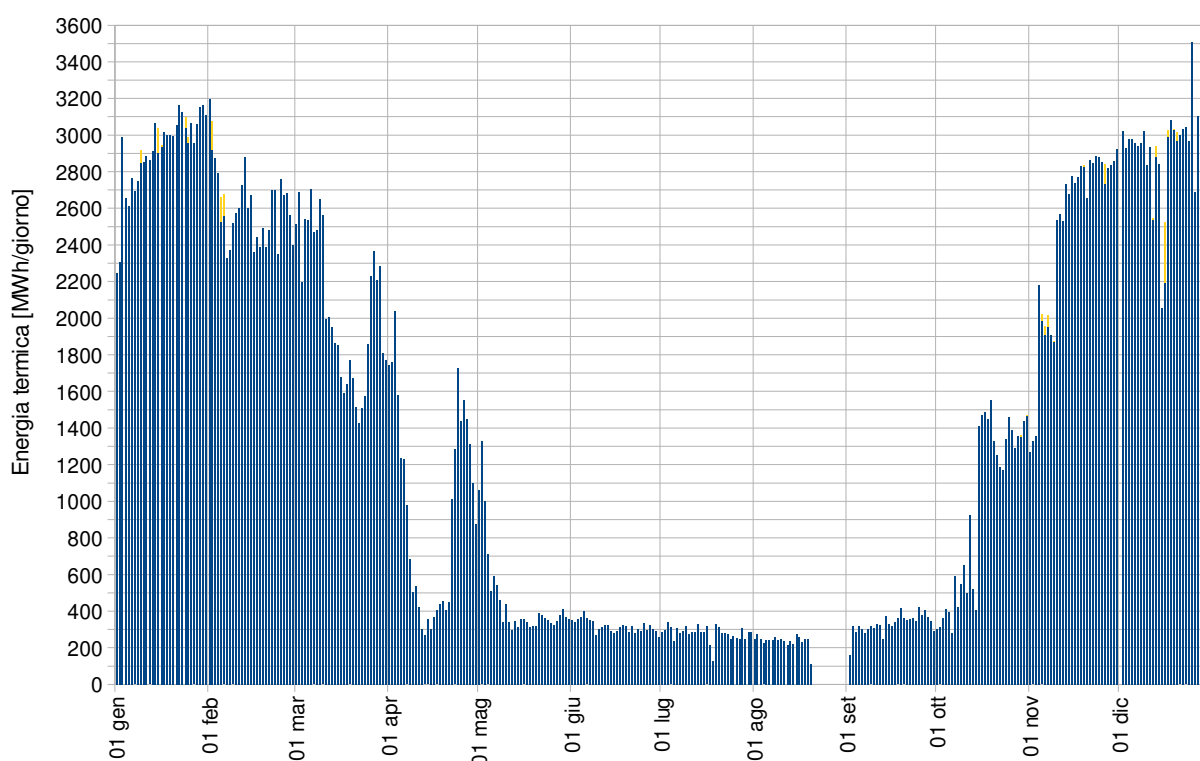
1 TJ = 1 / 3'600 x 1'000 = 0,277 GWh

fattore di emissione CO₂ per gas naturale = 204,79 tCO₂/GWh

Energia termica prodotta da Silla2 - anno 2024

■ Dalla caldaia ausiliaria 1,45 GWh

■ Da incenerimento 496,48 GWh



Considerazioni finali:

La produzione di energia termica si trova fundamentalmente allineata a quella delle grandi reti di teleriscaldamento urbano, con la domanda di calore determinata principalmente dall'accensione degli impianti di riscaldamento; all'interno della stagione termica la domanda di calore segue l'andamento climatico.

L'anomalo consumo registrato per circa 2 settimane a partire dal 22 aprile 2024 è legato ad un brusco calo delle temperature che ha comportato la riaccensione degli impianti di riscaldamento; Questa anomalia climatica ha comportato un ulteriore assorbimento di circa 10 GWh rispetto ai consumi storici.

Durante il periodo estivo la curva si presenta piatta, essendo la domanda legata fundamentalmente alla produzione di acqua calda sanitaria e alle inevitabili dispersioni di calore lungo la rete.

La capacità di soddisfare la domanda di calore senza ricorrere nei periodi di picco all'accensione della caldaia ausiliaria è indice di sufficiente potenza termica di riserva.

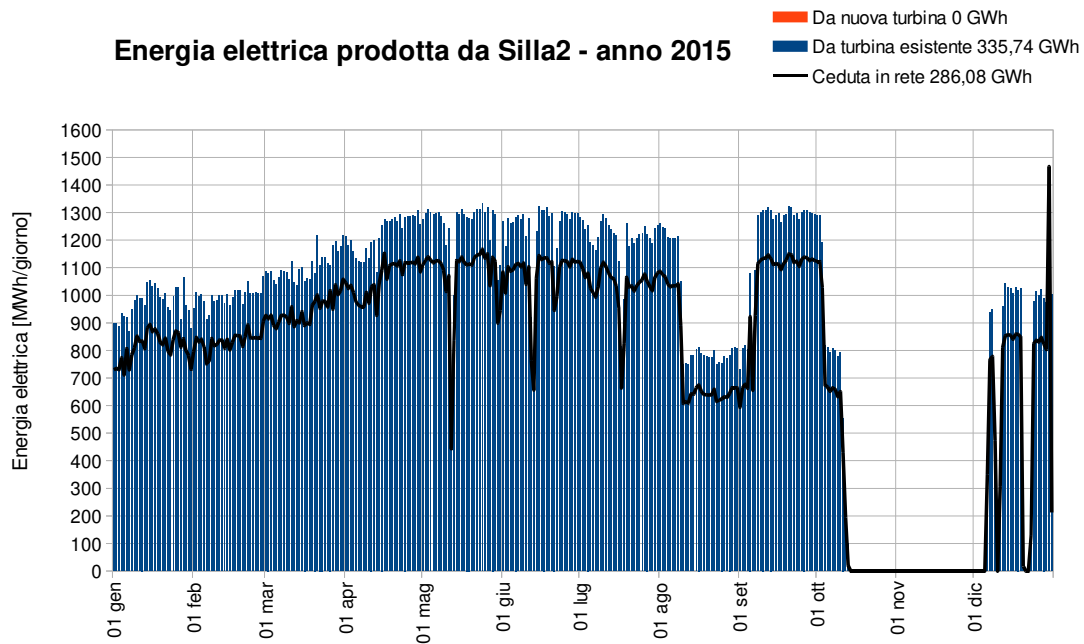
2 La produzione di energia elettrica

Durante il corso del 2018 è entrata in servizio la nuova turbina da 6,25 MVA.

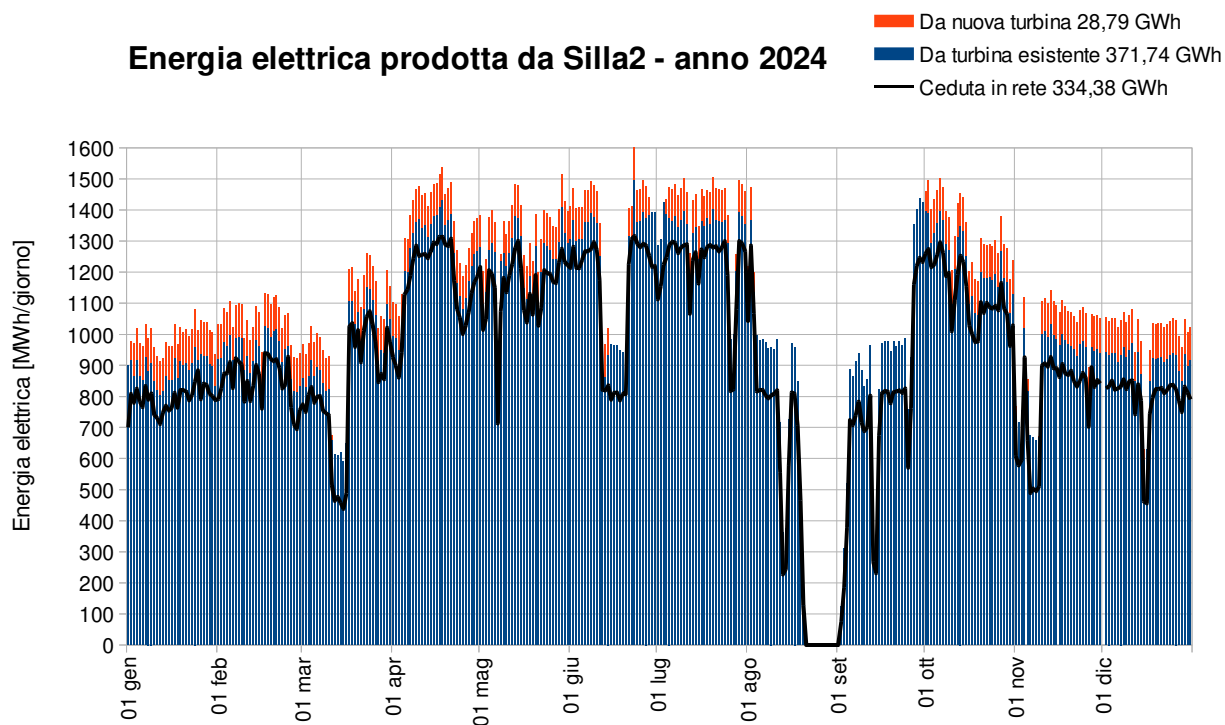
Dai grafici sotto riportati si evince che la produzione elettrica dal 2015 al 2024 è aumentata di quasi il 20% mentre quella ceduta in rete è aumentata di oltre il 17%.

Le necessarie manutenzioni di cui necessitano le due turbine comportano dei periodi di spegnimento delle stesse con conseguente mancata produzione elettrica.

L'energia ceduta in rete è sempre inferiore a quella prodotta a causa della scelta strategica di utilizzare una quota parte dell'energia prodotta per alimentare le utenze elettriche interne necessarie al funzionamento dell'impianto (cosiddetti "autoconsumi").



Energia elettrica prodotta da Silla2 - anno 2024



Considerazioni finali:

La produzione elettrica è rimasta stabile nel corso degli anni e appare subordinata alla produzione di energia termica, si nota infatti come durante il periodo invernale la produzione elettrica cali per destinare energia al teleriscaldamento.

Mediante interventi mirati sulle utenze ausiliarie, come ad esempio l'installazione di azionamenti ad inverter sui motori dei ventilatori, nel corso degli anni è stato possibile ridurre gli autoconsumi, passando da una media del 18% all'attuale valore di circa 16,5% sul totale dell'energia prodotta.

CAPO IV - Andamento delle emissioni in atmosfera

1 I Limiti alle emissioni che l'impianto deve rispettare

I valori limite che l'impianto deve rispettare in base al DDUO n. 20840 del 28/12/2023 (Riesame per adeguamento alle BAT di settore, con valenza di rinnovo dell'autorizzazione integrata ambientale (AIA)) e s.m.i. sono riportati nella tabella che segue:

EMISSIONE	PROVENIENZA		PORTATA ⁽¹⁾ [Nm ³ /h]	DURATA [h/g]	INQUINANTI	VALORE LIMITE [mg/Nm ³]
	Sigla	Descrizione				
A - Valori medi giornalieri ⁽⁴⁾						
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	Forno	3 X 155.250	24	Polveri totali	3
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	Forno	3 X 155.250	24	TOC	5
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	Forno	3 X 155.250	24	HCl ⁽⁸⁾	5
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	Forno	3 X 155.250	24	SO ₂	15
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	Forno	3 X 155.250	24	NOx (NO ₂)	60
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	Forno	3 X 155.250	24	NH ₃	5
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	Forno	3 X 155.250	24	Hg ⁽⁷⁾	0,020
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	Forno	3 X 155.250	24	HF ⁽³⁾	1
B - Valori medi su 30 minuti ⁽⁴⁾						
					Valori limite	Valori limite
					100% (A)	97% (B)
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	Forno	24	Polveri totali	9	3
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	Forno	24	TOC	10	5
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	Forno	24	HCl	20	10
					Dal 1.1.2026	5
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	24	HF ⁽³⁾	2	1
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	24	SO ₂	60	15
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	24	NOx (NO ₂)	160	80
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	24	NH ₃	15	5
C - Valori medi ottenuti con periodo di campionamento di 1 ora						
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Cd	0,02 mg/Nm ³ in totale
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Tl	
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Hg	0,04 mg/Nm ³
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Sb	0,3 mg/Nm ³ in totale
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	As	
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Pb	
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Cr	
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Co	
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Cu	
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Mn	
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Ni	
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	V	
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Sn	
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Zn	0,5 mg/Nm ³
D - Valori ottenuti con periodo di campionamento su lungo termine						
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3x 155.250	24	Diossine e furani (PCDD + PCDF+PCB-DL) ⁽⁵⁾	0,06 ng-Teq/Nm ³
E - Valori ottenuti con periodo di campionamento di 6-8 ore ⁽⁶⁾						
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	Diossine e furani (PCDD + PCDF+PCB-DL) ⁽⁵⁾	0,08 ng-Teq/Nm ³
E1 - E2 - E3	M1 - M2 - M3	forno	3 X 155.250	24	IPA	0,01 mg/Nm ³

Tabella E1 – Emissioni in atmosfera per l'impianto di incenerimento

NOTE

- 1) Portata volumetrica espressa in m³ all'ora riportate in condizioni normali (Nm³/h) previa detrazione del tenore di vapore acqueo.
- 2) Al fine della verifica del valore limite dei dieci minuti per il Monossido di Carbonio (CO), di cui all' Allegato 1 al Titolo III-bis alla Parte Quarta - Norme tecniche e valori limite di emissione per gli impianti di incenerimento di rifiuti, Paragrafo C, punto 1 lettera b) "[...] almeno il 95% di tutti i valori medi su dieci minuti in un qualsiasi periodo di 24 ore", si dovrà procedere secondo i criteri definiti dall'Allegato 2 punto della d.g.r. 6659 dell'11.07.2022.
- 3) L'inquinante HF dovrà essere misurato in continuo a partire dall'entrata in vigore delle BAT (3.12.2023).
- 4) Al fine della verifica del rispetto del limite degli inquinanti monitorati in continuo, i valori sono determinati previa sottrazione del rispettivo valore dell'intervallo di confidenza determinato sperimentalmente secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 14181.
- 5) Per i PCDD/F e PCB/dl la valutazione per il rispetto del limite sarà effettuato tramite il campionamento su lungo termine, la durata del campionamento dovrà essere effettuata per almeno 15 giorni mese per 12 mesi. Nel caso in cui non sia possibile garantire il campionamento per almeno 15 giorni (per aspetti legati al funzionamento/manutenzione dell'impianto o del campionatore), può essere valutato un periodo inferiore o l'esecuzione di campionamenti discontinui. Casi eccezionali che impediscano l'esecuzione di tali campionamenti dovranno essere immediatamente comunicati all'Autorità competente e di controllo

- 6) Dovrà essere, in ogni modo, garantito un campionamento discontinuo con frequenza semestrale che deve rispettare il valore limite di cui la tabella E1
- 7) Deve essere installato l'analizzatore in continuo per il monitoraggio del mercurio che dovrà effettuare 12 mesi di monitoraggio (periodo eventualmente prorogabile a ulteriori 12 mesi in caso di motivate cause evidenziate dal Gestore); durante tale periodo di monitoraggio saranno effettuati campionamenti in modo discontinuo e con frequenza quadrimestrale ai fini della verifica del rispetto del limite; fino a quel momento il limite di riferimento sarà quello relativo al campionamento manuale di cui alla tabella E1. I 12 mesi di sperimentazione decorrono dalla data di entrata in vigore delle BAT conclusion (3 dicembre 2023); a conclusione dell'anno di sperimentazione il Gestore trasmette una relazione con gli esiti della stessa. Il limite, salvo eventuali richieste di proroga motivate nella suddetta relazione, entra in vigore a partire dal 1.1.2025 e potrà essere rivalutato sulla base degli esiti della sperimentazione da parte dell'AC. Con l'entrata in vigore del limite in continuo cesserà la necessità di rispetto del limite discontinuo (1.1.2025) ed il relativo monitoraggio.
- 8) Per l'HCl è fissato un limite annuale pari a 3 mg/Nm3 determinato a partire dalle medie semiorarie valide in normal funzionamento (codice 30).

Inoltre i seguenti valori limite di emissione per le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) non devono essere superati nei gas di combustione (escluse le fasi di avviamento ed arresto) per il punto di emissione E1, E2 e E3 (camini):

EMISSIONE	PROVENIENZA		PORTATA [Nm3/h]	DURATA [h/g]	INQUINANTE	CRITERIO	VALORE LIMITE [mg/Nm ³] ⁽²⁾
	Sigla	Descrizione					
A – Valori medi giornalieri							
	E1	Forno		24	CO ⁽²⁾	almeno il 97% dei valori medi giornalieri nel corso dell'anno non supera il valore limite di	50
						emissione di cui al paragrafo A, punto 5, primo trattino dell'allegato I al titolo III-bis D.lgs 152/06;	
B – Valori medi su 30 minuti							
	E1	Forno		24	CO ⁽²⁾	tutti i valori medi su 30 minuti nello stesso periodo non superano i valori limite di emissione di cui al paragrafo A, punto 5, secondo e terzo trattino dell'allegato I al titolo III-bis D.lgs 152/06";	100
C – Valori medi su 10 minuti							
	<u>E1</u>	<u>Forno</u>		<u>24</u>	<u>CO⁽²⁾</u>	almeno il 95% di tutti i valori medi su 10 minuti in un qualsiasi periodo di 24 ore deve essere inferiore a 150 mg/Nm3 rif. 11% di O ₂	150

Tabella E2 bis – Valori limiti alle emissioni per il monossido di carbonio (CO)

I valori limite di emissione (riferiti al 11% di O₂ libero) si intendono rispettati:

- se tutti i valori medi giornalieri non superano i valori limite di emissione di cui alla tab. E1-A;
- se tutti i valori medi su 30 minuti non superano i valori limite di emissione di cui alla tab. E1-B colonna A, ovvero il 97% dei valori medi su 30 minuti rilevati nel corso dell'anno non superano i valori limite di emissione riportati nella colonna B;
- se tutti i valori medi rilevati nel periodo di campionamento di 1 ora non superano i valori limite di emissione di cui alla tab. E1-C;
- se tutti i valori medi rilevati nel periodo di campionamento di 6-8 ore non superano i valori limite di emissione di cui alla tab. E1-E;

2 Le prestazioni dell'impianto in termini di emissioni in atmosfera nell'anno 2024

L'andamento delle prestazioni dell'impianto nello scorso anno è stato il seguente.

2.1 Dati statistici di sintesi per linea

Statistiche linea 1	Acido Cloridrico	Monossido Carbonio	Ossidi Azoto	Ammoniaca	Ossidi Zolfo	COT	Polveri
Numero di Medie 30 Minuti Valide rilevate in condizioni di marcia regolare (codice 30)	14'954	14'954	14'953	14'953	14'954	14'954	14'954
Numero di Medie 30 Minuti Valide rilevate in presenza di guasti ai presidi depurativi o guasto linea (codice 38)	0	0	1	1	0	0	0
Numero di Medie 30 Minuti Valide rilevate in condizioni in presenza di guasto linea (codice 35)	0	0	0	0	0	0	0
Numero di Medie 30 Minuti NON Valide	0	0	0	0	0	0	0
Numero di Medie Giorno Valide	315	315	315	315	315	315	315
Numero di Medie Giorno NON Valide	0	0	0	0	0	0	0

Statistiche linea 2	Acido Cloridrico	Monossido Carbonio	Ossidi Azoto	Ammoniaca	Ossidi Zolfo	COT	Polveri
Numero di Medie 30 Minuti Valide rilevate in condizioni di marcia regolare (codice 30)	16'802	16'802	16'802	16'802	16'802	16'802	16'801
Numero di Medie 30 Minuti Valide rilevate in presenza di guasti ai presidi depurativi o guasto linea (codice 38)	0	0	0	0	0	0	1
Numero di Medie 30 Minuti Valide rilevate in condizioni in presenza di guasto linea (codice 35)	0	0	0	0	0	0	0
Numero di Medie 30 Minuti NON Valide	0	0	0	0	0	0	0
Numero di Medie Giorno Valide	352	352	352	352	352	352	352
Numero di Medie Giorno NON Valide	0	0	0	0	0	0	0

Statistiche linea 3	Acido Cloridrico	Monossido Carbonio	Ossidi Azoto	Ammoniaca	Ossidi Zolfo	COT	Polveri
Numero di Medie 30 Minuti Valide rilevate in condizioni di marcia regolare (codice 30)	15'077	15'077	15'077	15'077	15'077	15'077	15'076
Numero di Medie 30 Minuti Valide rilevate in presenza di guasti ai presidi depurativi o guasto linea (codice 38)	0	0	0	0	0	0	1

Statistiche linea 3	Acido Cloridrico	Monossido Carbonio	Ossidi Azoto	Ammoniaca	Ossidi Zolfo	COT	Polveri
Numero di Medie 30 Minuti Valide rilevate in condizioni in presenza di guasto linea (codice 35)	0	0	0	0	0	0	0
Numero di Medie 30 Minuti NON Valide	0	0	0	0	0	0	0
Numero di Medie Giorno Valide	318	318	318	318	318	318	318
Numero di Medie Giorno NON Valide	0	0	0	0	0	0	0

2.1.1 Fermate impianto

Fermate programmate:

- Linea 1: Dalla semiora 10:00 del 03/08/2024 alla semiora 21:30 del 04/09/2024 (fermata per manutenzione programmata).
- Linea 2: Dalla semiora 9:30 del 19/08/2024 alla semiora 15:00 del 01/09/2024 (fermata per manutenzione programmata).
- Linea 3: Dalla semiora 9:30 del 19/08/2024 alla semiora 14:30 del 25/09/2024 (fermata per manutenzione programmata).

Fermate non programmate:

LINEA 1

- Dalla semiora 1:00 alla semiora 10:00 del 01/01/2024 (passaggio a gas per intasamento canale di scarico ceneri pesanti)..
- Dalla semiora 15:00 alla semiora 18:30 del 28/02/2024 (passaggio a gas per intasamento canale di scarico ceneri pesanti).
- Dalla semiora 17:00 alla semiora 18:30 del 19/05/2024 (fermata per manutenzione sistema di scarico ceneri pesanti).
- Dalla semiora 18:00 dell'11/06/2024 alla semiora 1:00 del 21/06/2024 (fermata per verifiche alla sezione di depurazione fumi e ripristino refrattario).
- Dalla semiora 7:30 alla semiora 11:30 del 12/07/2024 e dalla semiora 14:00 del 12/07/2024 alla semiora 0:30 del 13/07/2024 (passaggio a gas per anomalia dosaggio bicarbonato).
- Dalla semiora 19:00 del 25/07/2024 alla semiora 10:30 del 28/07/2024 (fermata per manutenzione straordinaria sul generatore di vapore).
- Dalla semiora 2:30 alla semiora 22:00 del 01/08/2024 (passaggio a gas per anomalia dosaggio bicarbonato).
- Dalla semiora 1:00 del 13/09/2024 alla semiora 6:00 del 15/09/2024 (fermata per manutenzione straordinaria sul generatore di vapore).
- Dalla semiora 7:30 alla semiora 14:00 del 10/10/2024 (passaggio a gas per manutenzione programmata al sistema di controllo DCS).

Sintesi Linea 1:

- 3 interventi per intasamento sistema di scarico ceneri pesanti (meno di 1 gg complessivamente)
- 1 intervento sul sistema depurazione fumi (circa 10 gg)
- 2 interventi su sistema dosaggio bicar (meno di 1 gg complessivamente)
- 2 interventi sul generatore di vapore (circa 4 gg complessivamente)
- 1 intervento sul sistema controllo DCS (meno di 1 gg)

LINEA 2

- Dalla semiora 11:00 alla semiora 20:30 del 16/02/2024 (passaggio a gas per riparazione binari vie di corsa carroponete e pulizia economizzatore esterno e ventilatori).
- Dalla semiora 10:00 alla semiora 15:00 del 27/05/2024 (fermata per manutenzione sistema di scarico ceneri pesanti).
- Dalla semiora 10:30 alla semiora 11:00 del 13/09/2024 (passaggio a gas per ispezione e manutenzione griglia di combustione).
- Dalla semiora 2:00 del 25/09/2024 alla semiora 2:00 del 27/09/2024 (fermata per manutenzione straordinaria sul generatore di vapore).

Sintesi Linea 2:

- 1 intervento interventi su carroponete e economizzatore (meno di 1 gg)
- 1 intervento per intasamento sistema di scarico ceneri pesanti (meno di 1 gg)
- 1 intervento su griglia combustione (meno di 1 gg)
- 1 intervento sul generatore di vapore (circa 2 gg)

LINEA 3

- Dalla semiora 12:00 alla semiora 18:00 del 01/01/2024 (passaggio a gas per intasamento canale di scarico ceneri pesanti).
- Dalla semiora 12:00 alla semiora 13:30 del 08/03/2024 (fermata per ispezione griglia di combustione).
- Dalla semiora 3:00 dell'11/03/2024 alla semiora 2:30 del 17/03/2024 (passaggio a gas per riparazione griglia di combustione, ripristino refrattario e pulizia economizzatore, ventilatori e preriscaldatori aria primaria).
- Dalla semiora 20:00 del 06/05/2024 alla semiora 5:30 del 08/05/2024 (fermata per guasto valvola tubazione acqua alimento caldaia).
- Semiora 7:00 e dalla semiora 13:30 alla semiora 18:00 del 15/07/2024 (passaggio a gas per ispezione e manutenzione griglia di combustione).
- Dalla semiora 13:00 del 12/08/2024 alla semiora 9:30 del 15/08/2024 (fermata per manutenzione straordinaria sul generatore di vapore).
- Dalla semiora 9:00 del 05/11/2024 alla semiora 1:00 del 10/11/2024 (fermata per manutenzione straordinaria ventilatore di coda).
- Dalla semiora 9:00 alla semiora 17:30 del 12/12/2024 (passaggio a gas per pulizia economizzatore esterno).

Sintesi Linea 3:

- 1 intervento per intasamento sistema di scarico ceneri pesanti (meno di 1 gg)
- 2 intervento su griglia combustione (meno di 1 gg complessivamente)
- 1 intervento su apparecchiature meccaniche (circa 6 gg)
- 2 intervento in caldaia e generatore di vapore (tempo impegnato complessivo circa 5 gg)
- 1 intervento su ventilatore di coda (circa 5 gg)
- 1 intervento su economizzatore esterno (meno di 1 gg)

Sintesi complessiva fermate non programmate:

21 episodi complessivi di fermate non programmate per un totale di circa 41 gg impegnati (totale delle singole linee), così distribuiti:

- 5 intervento per intasamento sistema di scarico ceneri pesanti (meno di 1 gg)
- 3 intervento su griglia combustione (meno di 1 gg complessivamente)
- 2 intervento su apparecchiature meccaniche (circa 6 gg)
- 5 intervento in caldaia e generatore di vapore (tempo impegnato complessivo circa 5 gg)
- 1 intervento su ventilatore di coda (circa 5 gg)
- 1 intervento su economizzatore esterno (meno di 1 gg)
- 1 intervento su sistema controllo DCS (meno di 1 gg)
- 1 intervento sul sistema depurazione fumi (circa 10 gg)

- 2 interventi su sistema dosaggio bicar (meno di 1 gg complessivamente)

Dato anno precedente (2023)

17 episodi complessivi di fermate non programmate per un totale di circa 23 gg impegnati (totale delle singole linee), così distribuiti:

- 2 interventi in caldaia (tempo impegnato complessivo circa 8 gg)
- 14 altri interventi meccanici (tempo impegnato complessivo circa 12 gg)
- black out impianto (1x3gg)

Dato anno precedente (2022)

26 episodi complessivi di fermate non programmate per un totale di circa 37 gg impegnati, così distribuiti:

- 12 interventi riparazione caldaia/surriscaldatore (tempo impegnato complessivo circa 28 gg)
- 3 interventi manutenzione ventilatore aria primaria (tempo impegnato complessivo circa 6 gg)
- 9 altri interventi meccanici (tempo impegnato complessivo circa 2 gg)
- 2 interventi visita ispettiva ATS (1gg)

Dato anno precedente (2021)

22 episodi complessivi di fermate non programmate per un totale di circa 36,5 gg impegnati, così distribuiti:

- 10 interventi riparazione caldaia/surriscaldatore (tempo impegnato complessivo circa 30 gg)
- 4 interventi manutenzione ventilatore aria primaria (tempo impegnato complessivo circa 1,5 gg)
- 6 interventi pulizia eco-esterno/booster (tempo impegnato complessivo circa 1 gg)
- 2 interventi ripristino refrattario caldaia in camera combustione/verifica ELF (tempo impegnato complessivo circa 4 gg)

Dato anno precedente (2020):

21 episodi complessivi di fermate non programmate per un totale di circa 26 gg impegnati, così distribuiti:

- 10 interventi riparazione caldaia/surriscaldatore (tempo impegnato complessivo circa 15 gg)
- 3 interventi manutenzione ventilatore aria primaria/secondaria (tempo impegnato complessivo circa 0,5 gg)
- 5 interventi pulizia eco-esterno/booster (tempo impegnato complessivo circa 7 gg)
- 3 interventi vari (prove INAIL, manutenzioni varie) (tempo impegnato complessivo circa 3,5 gg)

2.2 Confronto tra valori limite ed emissioni medie giornaliere per linea – macroinquinanti

Confronto tra i valori limite ed i valori di emissione espressi come concentrazioni medie giornaliere (allegato 1 al titolo III - bis alla parte IV, lettera a, punto 1 del D.Lgs. 152/06).

I valori di concentrazione riportati nella tabella si intendono espressi come mg/Nm³ (temperatura 273 K, pressione 101,3 kPa, gas secco) e riferiti ad un tenore di ossigeno dell'11%. Le linee sono identificate con i punti di emissione E1, E2, E3.

Inquin.	VALORI LIMITE		EMISSIONE E1		EMISSIONE E2		EMISSIONE E3	
	D.lgs 152/06	AIA	MEDIA GIORNALIERA (2)	N. e/o % SUPERAMENTI	MEDIA GIORNALIERA (2)	N. e/o % SUPERAMENTI	MEDIA GIORNALIERA (2)	N. e/o % SUPERAMENTI
Polveri	10	3	0,12	0	0,05	0	0,12	0
CO	50	50	5,22	0	3,61	0	7,38	0
TOC	10	5	0,29	0	0,18	0	0,18	0
HCl	10	5	2,47	0	2,50	0	2,43	0
HF (1)	1	1	0,093	0	0,07	0	0,13	0
SO ₂	50	15	2,37	0	1,50	0	2,85	0
NO ₂	200	60	34,31	0	33,32	0	32,31	0
NH ₃	10	5	0,23	0	0,17	0	0,23	0

Con le seguenti note:

- (1) Misurazioni in continuo.
- (2) Calcolata sulla base delle medie giornaliere dell'intero anno.

2.3 Confronto tra valori limite ed emissioni semiorarie per linea – macroinquinanti

Confronto tra i valori limite ed i valori di emissione espressi come concentrazioni medie su 30 minuti (allegato 1 al titolo III - bis alla parte IV, lettera a, punto 2 del D.Lgs. 152/06).

I valori di concentrazione riportati nella tabella si intendono espressi come mg/Nm³ (temperatura 273 K, pressione 101,3 kPa, gas secco) e riferiti ad un tenore di ossigeno dell'11%. Le linee sono identificate con i punti di emissione E1, E2, E3.

Punto di EMISSIONE E1						
PARAMETRI	Valori Limite		N° medie semiorarie valide	N. medie semiorarie di superamento della Colonna A	% medie semiorarie con rispetto dei valori della Colonna B	Avvenuto superamento
	100% (A)	97% (B)				
Polveri totali	9	3	14'954	2	99,92	NO
TOC	10	5	14'954	3	99,97	NO
HCl	20	10	14'954	1	99,99	NO
HF	2	1	14'954	1	99,67	NO
SO₂	60	15	14'954	0		
NO₂	160	80	14'954	0		
NH₃	15	5	14'954	0		

Punto di EMISSIONE E2						
PARAMETRI	Valori Limite		N° medie semiorarie valide	N. medie semiorarie di superamento della Colonna A	% medie semiorarie con rispetto dei valori della Colonna B	Avvenuto superamento
	100% (A)	97% (B)				
Polveri totali	9	3	16'802	0		
TOC	10	5	16'802	1	99,98	NO
HCl	20	10	16'802	0		
HF	2	1	16'802	0		
SO₂	60	15	16'802	0		
NO₂	160	80	16'802	0		
NH₃	15	5	16'802	0		

Punto di EMISSIONE E3						
PARAMETRI	Valori Limite		N° medie semiorarie valide	N. medie semiorarie di superamento della Colonna A	% medie semiorarie con rispetto dei valori della Colonna B	Avvenuto superamento
	100% (A)	97% (B)				
Polveri totali	9	3	15'077	0		
TOC	10	5	15'077	0		
HCl	20	10	15'077	0		
HF	2	1	15'077	0		
SO₂	60	15	15'077	0		
NO₂	160	80	15'077	0		
NH₃	15	5	15'077	0		

Eventi anomali

Si elencano gli eventi anomali riscontrati nel 2024 sulle 3 linee e relativi ai macroinquinanti. I sottostanti eventi anomali non costituiscono superamento del limite di riferimento.

Linea 1:

COT:

- 02/01/2024, 20:00, 15,13 mg/Nm³ (evento riferito ai nuovi limiti emissivi, anche se il riesame AIA non era stato ancora notificato);
- 14/01/2024, semiora 20:30, 12,27 mg/Nm³;
- 24/01/2024 semiora 20:30, 13,98 mg/Nm³.

HCl:

- 17/07/2024, semiora 8:30, 24,55 mg/Nm³

HF:

- 21/03/2024, semiora 9:30, 2,33 mg/Nm³.

PLV

- 11/06/2024, semiora 15:00, 10,37 mg/Nm³, e semiora 15:30, 25,96 mg/Nm³.

Linea 2:

COT:

- 11/03/2024, semiora 8:00, 13,30 mg/Nm³

Linea 3: nessun evento anomalo

2.4 Confronto tra valori limite ed emissioni per linea – microinquinanti

Valori di concentrazione alle emissioni da misurazioni periodiche, quadrimestrali (allegato 1 al titolo III - bis alla parte IV, lettera a, punti 3 e 4 del D.Lgs. 152/06, così come integrato dalla D.G.R. n. 3019 del 15/02/2012 e s.m.i.).

Ove non diversamente indicato i valori di concentrazione riportati nella tabella si intendono espressi come mg/Nm³ (temperatura 273 K, pressione 101,3 kPa, gas secco) e riferiti ad un tenore di ossigeno dell'11%.

Linea 1 (emissione E1)						
Parametro	Valore limite	Valore limite AIA	Analisi n.1	Analisi n.2	Analisi n.3	n. superamenti
Cd + Tl	0,05	0,02	0,00052	0,00050	0,00081	
Hg	0,05	0,04	0,00186	0,00556	0,00012	
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	0,5	0,3	0,00667	0,00697	0,01050	
Zn	0,5	0,5	0,00312	0,00537	0,00798	
(PCDD + PCDF + PCB-DL) I-TEQ		0,08 [ng/m ³]	0,00170		0,00035	
IPA	0,01	0,01	0,0000014		0,0000012	

Linea 2 (emissione E2)						
Parametro	Valore limite	Valore limite AIA	Analisi n.1	Analisi n.2	Analisi n.3	n. superamenti
Cd + Tl	0,05	0,02	0,000533	0,000490	0,000620	
Hg	0,05	0,04	0,00105	0,00472	0,00087	
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	0,5	0,3	0,00465	0,01420	0,00967	
Zn	0,5	0,5	0,00162	0,01240	0,00688	

(PCDD + PCDF + PCB-DL) I-TEQ		0,08 [ng/m ³]	0,00104		0,00123	
IPA	0,01	0,01	0,0000021		0,0000009	

Linea 3 (emissione E3)						
Parametro	Valore limite	Valore limite AIA	Analisi n.1	Analisi n.2	Analisi n.3	n. superamenti
Cd + Tl	0,05	0,02	0,00052	0,00055	0,00044	
Hg	0,05	0,04	0,00272	0,00144	0,00013	
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	0,5	0,3	0,00547	0,02410	0,00663	
Zn	0,5	0,5	0,00404	0,00339	0,00674	
(PCDD + PCDF + PCB-DL) I-TEQ		0,08 [ng/m ³]	0,000373		0,000489	
IPA	0,01	0,01	0,0000013		0,0000009	

Precisando che per gli inquinanti PCDD+PCDF e PCB-DL si considera la “tossicità equivalente” (TEQ) ottenuta come media ponderata dei congeneri.

Esiti analitici da campionamento in continuo del parametro Policlorodibenzodiossine (PCDD) + Policlorodibenzofurani (PCDF) + PCB-DL.

Valori in pg/m³. Valori limite AIA per campionamento in continuo (CC).

Em.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	MEDIA	Valore limite AIA
E1	1,040	0,500	1,070	0,126	2,890	3,210	0,321	LF	0,482	0,100	0,582	0,155	0,952	60
E2	1,170	0,668	0,845	0,032	0,636	0,703	0,599	0,364	1,030	0,211	0,831	0,152	0,603	60
E3	0,380	0,351	0,233	0,230	0,159	0,268	0,475	0,249	LF	0,112	0,125	0,142	0,248	60

LF = Linea Ferma

2.5 Confronto tra valori limite ed emissioni semiorarie per linea - monossido di carbonio CO

Di seguito il riepilogo degli eventi con superamento del limite di concentrazione semiorario e verifica della rispondenza del limite su base 10'. I valori riportati nella tabella si intendono espressi come mg/Nm³ (temperatura 273 K, pressione 101,3 kPa, gas secco) e riferiti ad un tenore di ossigeno dell'11%.

	MEDIA SEMIORARIA		MEDIA SUI 10 MINUTI		Avvenuto superamento	Note (date eventi)
	Valore limite semiorario	N° superamenti medie semiorarie nelle 24 ore	Valore limite sui 10 minuti	N° superamenti valori medi sui 10 minuti		
Linea 1	100	0	150	1	NO	In tutti i periodi di 24 ore (nelle condizioni previste dalla normativa), la percentuale di medie 10' inferiori a 150 mg/Nm ³ (fumi anidri rif. 11% di O ₂) è stato superiore al 95%-
Linea 2	100	0	150	3	NO	3 superamenti media 10' distribuiti su giornate diverse. In tutti i periodi di 24 ore (nelle condizioni previste dalla normativa), la percentuale di medie 10' inferiori a 150 mg/Nm ³ (fumi anidri rif. 11% di O ₂) è stato superiore al 95%
Linea 3	100	0	150	4	NO	4 superamenti media 10' distribuiti su giornate diverse. In tutti i periodi di 24 ore (nelle condizioni previste dalla normativa), la percentuale di medie 10' inferiori a 150 mg/Nm ³ (fumi anidri rif. 11% di O ₂) è stato superiore al 95%

Eventi anomali

Non si segnalano eventi anomali riscontrati nel 2024 sulle 3 linee e relativi al monossido di carbonio (CO).

2.6 Andamento generale delle emissioni in atmosfera nel 2024

Di seguito l'andamento generale delle emissioni in atmosfera nel 2024 espresse come concentrazioni medie mensili.

I valori riportati nella tabella si intendono espressi come mg/Nm³ (temperatura 273 K, pressione 101,3 kPa, gas secco) e riferiti ad un tenore di ossigeno dell'11%.

Linea 1

Mese	Acido Cloridrico	Acido Fluoridrico	Monossido Carbonio	Ossidi Azoto	Ammoniaca	Ossidi Zolfo	Polveri	Carbonio Organico Totale
Gennaio	2,45	0,05	4,75	35,21	0,26	2,10	0,02	0,12
Febbraio	2,49	0,12	4,46	34,75	0,28	1,43	0,02	0,11
Marzo	2,48	0,10	6,65	31,97	0,27	2,23	0,02	0,09
Aprile	2,46	0,11	6,28	35,36	0,29	2,12	0,04	0,09
Maggio	2,37	0,06	7,70	36,20	0,32	2,48	0,06	0,09
Giugno	2,54	0,09	5,19	38,50	0,40	1,46	0,25	0,34
Luglio	2,55	0,13	3,87	35,92	0,25	1,71	0,20	0,48
Agosto	2,88	0,24	10,39	34,61	0,14	2,99	0,19	0,46
Settembre	2,42	0,14	4,88	31,67	0,13	2,44	0,21	0,54
Ottobre	2,51	0,08	4,96	33,70	0,12	3,84	0,19	0,36
Novembre	2,46	0,08	3,79	32,78	0,12	3,07	0,20	0,55
Dicembre	2,47	0,08	4,09	32,03	0,12	2,86	0,20	0,56
Media	2,51	0,11	5,58	34,39	0,22	2,39	0,13	0,32

Linea 2

Mese	Acido Cloridrico	Acido Fluoridrico	Monossido Carbonio	Ossidi Azoto	Ammoniaca	Ossidi Zolfo	Polveri	Carbonio Organico Totale
Gennaio	2,47	0,09	3,12	29,70	0,13	0,59	0,05	0,18
Febbraio	2,48	0,10	3,13	32,74	0,13	0,62	0,05	0,17
Marzo	2,51	0,09	3,22	32,73	0,21	0,99	0,05	0,17
Aprile	2,49	0,10	3,27	33,13	0,18	0,69	0,05	0,18
Maggio	2,52	0,09	5,17	35,31	0,18	0,58	0,05	0,17
Giugno	2,49	0,09	2,84	33,37	0,20	0,29	0,05	0,16
Luglio	2,66	0,09	2,69	34,40	0,17	0,17	0,05	0,14
Agosto	2,46	0,09	4,27	34,64	0,21	0,17	0,05	0,17
Settembre	2,46	0,08	4,35	33,81	0,23	3,38	0,06	0,15
Ottobre	2,48	0,04	4,44	34,31	0,18	3,67	0,05	0,14
Novembre	2,51	0,01	2,94	32,44	0,14	3,49	0,05	0,21
Dicembre	2,49	0,01	4,11	33,77	0,13	3,00	0,05	0,29
Media	2,50	0,07	3,63	33,36	0,17	1,47	0,05	0,18

Linea 3

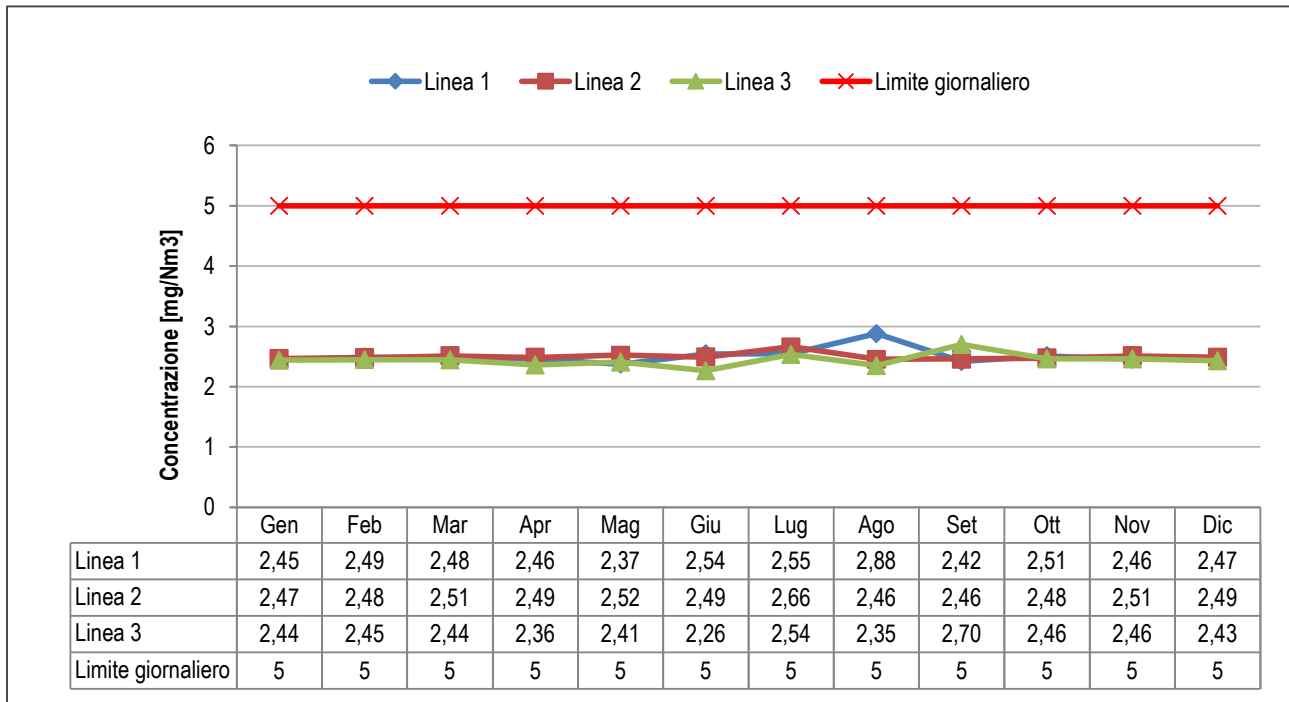
Mese	Acido Cloridrico	Acido Fluoridrico	Monossido Carbonio	Ossidi Azoto	Ammoniaca	Ossidi Zolfo	Polveri	Carbonio Organico Totale
Gennaio	2,44	0,11	6,94	32,92	0,19	3,10	0,12	0,21
Febbraio	2,45	0,11	7,88	32,47	0,22	2,83	0,10	0,18
Marzo	2,44	0,10	8,37	31,42	0,21	3,65	0,11	0,15
Aprile	2,36	0,13	6,27	31,18	0,20	3,45	0,11	0,15
Maggio	2,41	0,11	7,51	31,55	0,22	3,62	0,12	0,18
Giugno	2,26	0,14	6,00	31,34	0,19	3,26	0,10	0,15
Luglio	2,54	0,15	6,09	32,24	0,20	3,63	0,10	0,18
Agosto	2,35	0,15	7,61	30,54	0,25	4,13	0,10	0,18
Settembre	2,70	0,16	11,94	35,20	0,24	4,74	0,25	0,17
Ottobre	2,46	0,15	10,19	33,76	0,26	2,55	0,12	0,17
Novembre	2,46	0,15	7,03	32,98	0,29	0,64	0,16	0,19
Dicembre	2,43	0,15	6,62	33,61	0,27	0,56	0,19	0,20
Media	2,44	0,14	7,70	32,43	0,23	3,01	0,13	0,17

Media delle n°3 linee

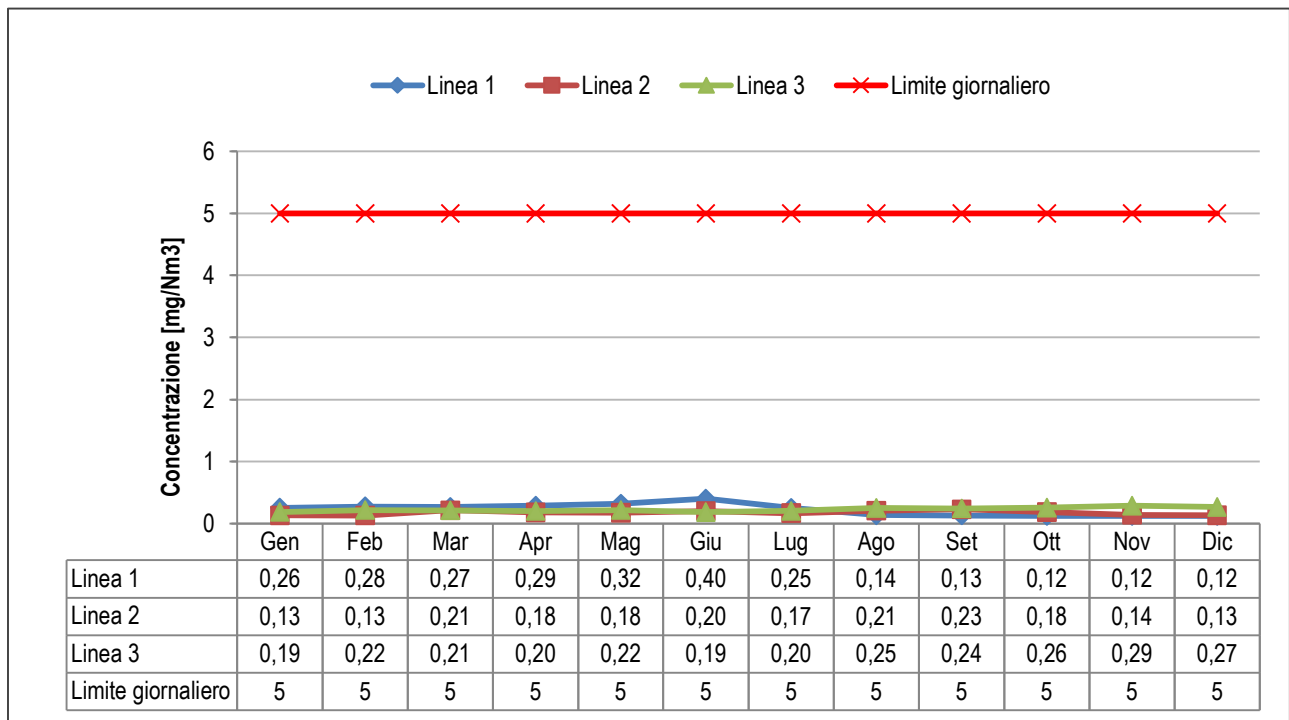
Mese	Acido Cloridrico	Acido Fluoridrico	Monossido Carbonio	Ossidi Azoto	Ammoniaca	Ossidi Zolfo	Polveri	Carbonio Organico Totale
Gennaio	2,45	0,09	4,93	32,61	0,19	1,93	0,06	0,17
Febbraio	2,47	0,11	5,16	33,32	0,21	1,63	0,06	0,15
Marzo	2,48	0,10	6,08	32,04	0,23	2,29	0,06	0,14
Aprile	2,44	0,11	5,27	33,23	0,22	2,09	0,07	0,14
Maggio	2,43	0,09	6,79	34,36	0,24	2,23	0,08	0,15
Giugno	2,43	0,11	4,67	34,40	0,26	1,67	0,13	0,22
Luglio	2,58	0,12	4,22	34,19	0,21	1,84	0,11	0,27
Agosto	2,56	0,16	7,43	33,26	0,20	2,43	0,11	0,27
Settembre	2,53	0,12	7,06	33,56	0,20	3,52	0,17	0,29
Ottobre	2,48	0,09	6,53	33,92	0,19	3,35	0,12	0,23
Novembre	2,48	0,08	4,58	32,73	0,18	2,40	0,13	0,32
Dicembre	2,46	0,08	4,94	33,13	0,17	2,14	0,14	0,35
Media	2,48	0,11	5,64	33,40	0,21	2,29	0,10	0,22

Di seguito la restituzione grafica dei dati tabellati per inquinante in riferimento al limite giornaliero.

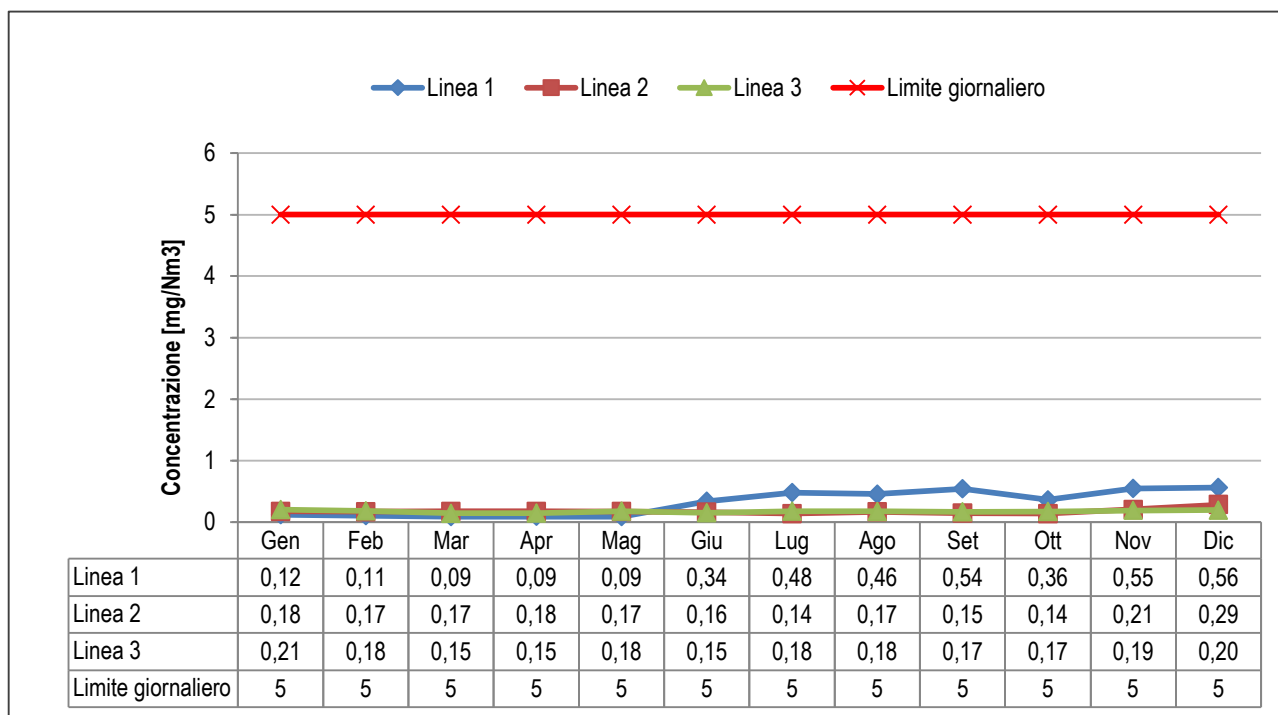
Acido cloridrico - media mensile dei valori medi giornalieri



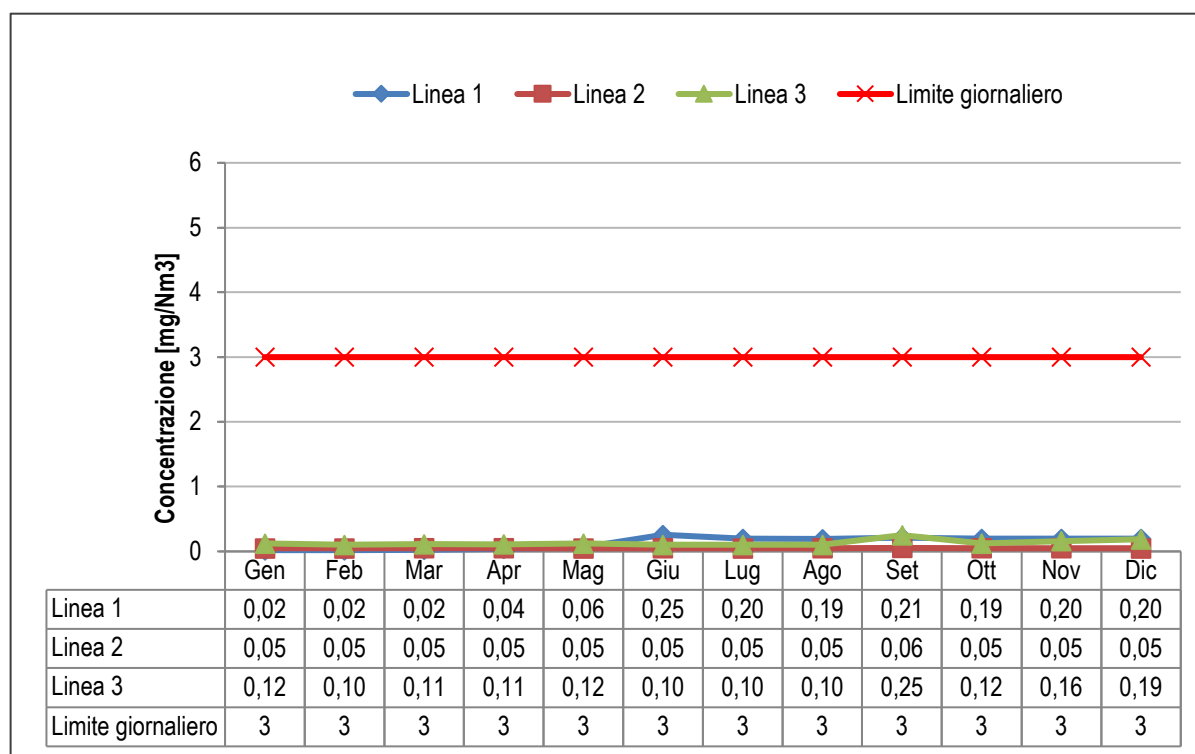
Ammoniaca - media mensile dei valori medi giornalieri



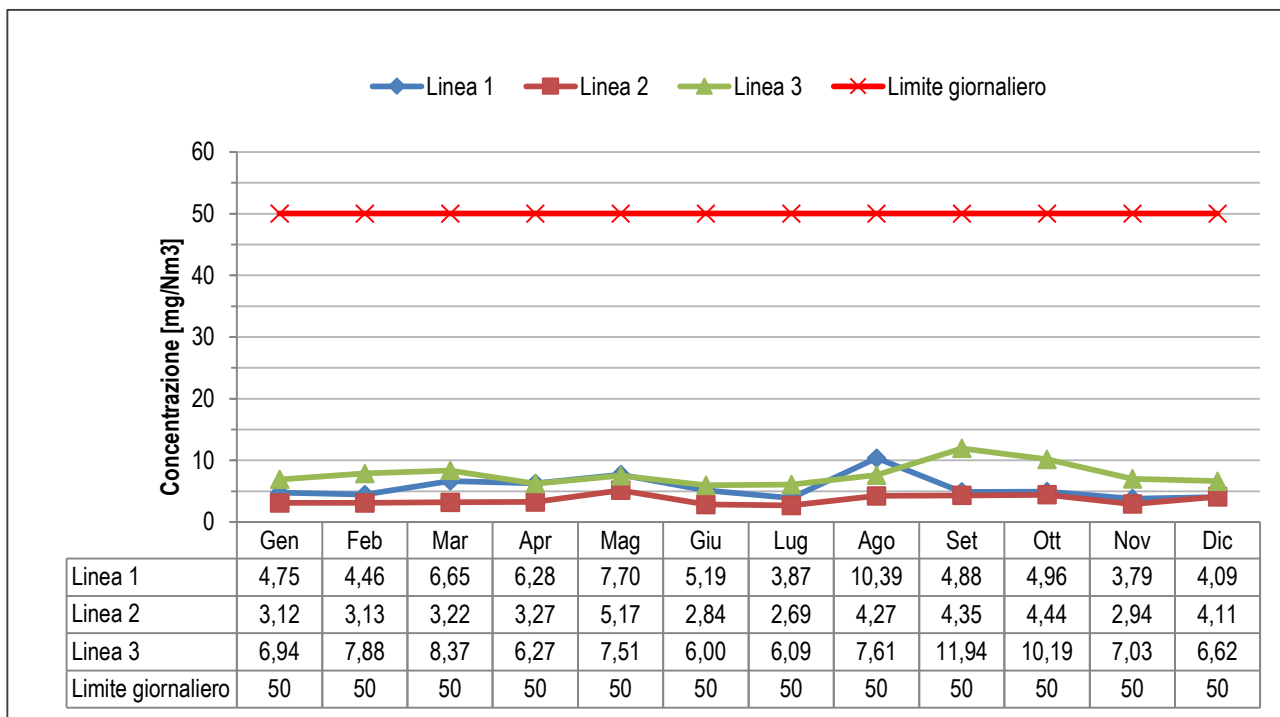
Carbonio Organico Totale - media mensile dei valori medi giornalieri



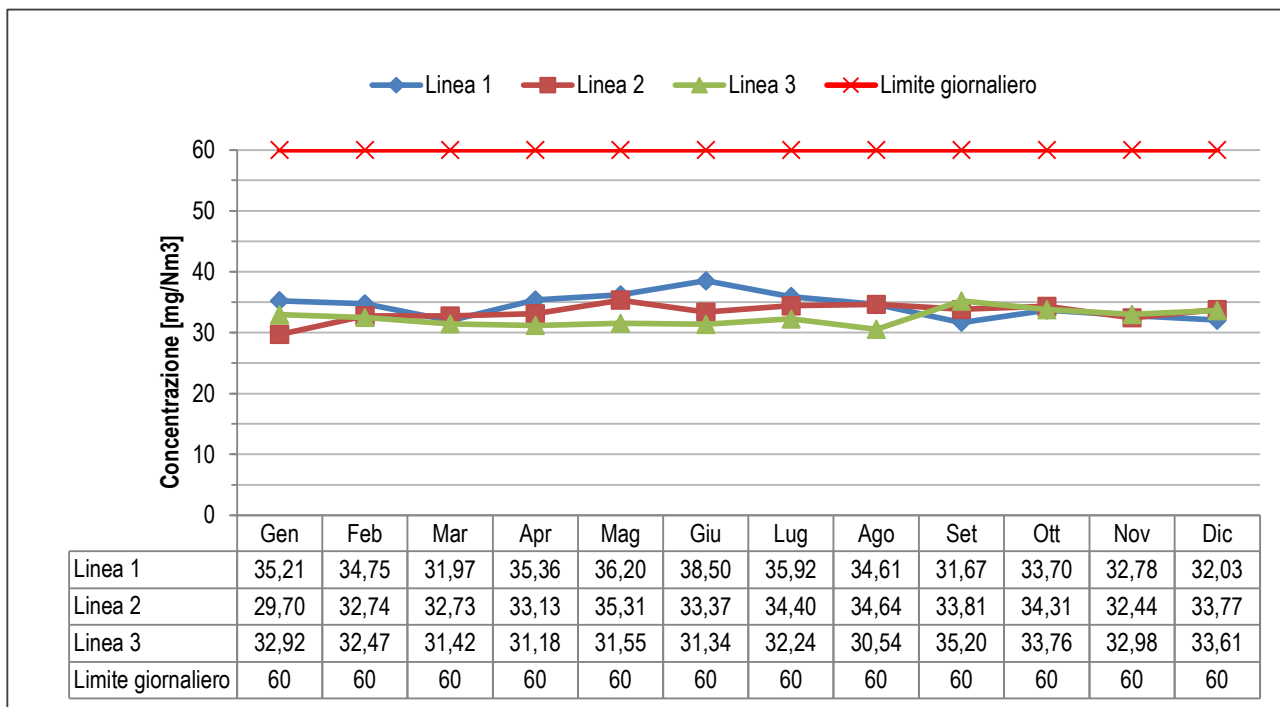
Polveri - media mensile dei valori medi giornalieri



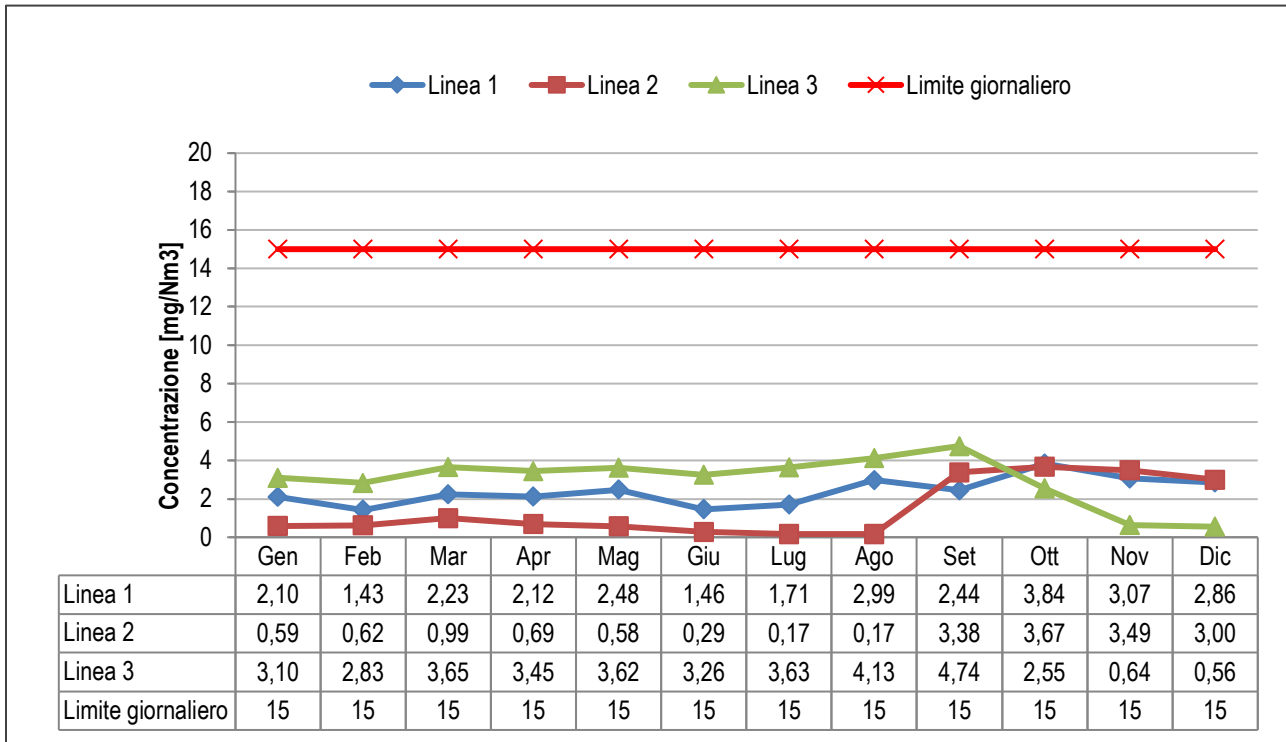
Ossido di carbonio - media mensile dei valori medi giornalieri



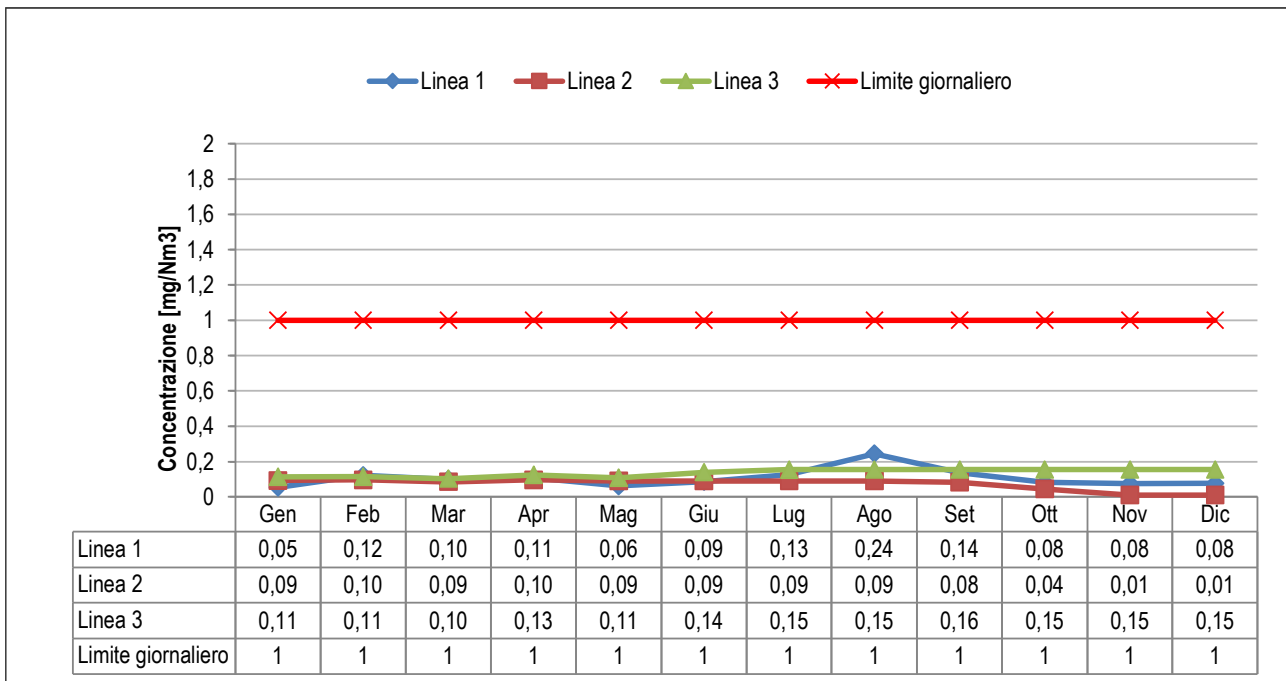
Ossidi di azoto - media mensile dei valori medi giornalieri



Ossidi di zolfo - media mensile dei valori medi giornalieri



Acido fluoridrico - media mensile dei valori medi giornalieri



2.7 Il confronto con le BAT di settore

Nella tabella che segue si riporta la statistica di confronto dei valori di concentrazione degli inquinanti emessi dall'impianto (n.3 linee nel complesso) con i rispettivi riferimenti delle migliori tecniche disponibili (BAT) tratte dal documento "Best Available Techniques (BAT). Reference Document for Waste Incineration" (IPPC - 2019).

Inquinante	u.m.	BAT (W.I. 2019)	Silla II (media gg)	Silla II (min/max gg)
NOx (come NO2)**	mg/Nm3	50-150	33,31	29,69/38,50
CO	mg/Nm3	10-50	5,40	2,69/11,94
Polveri	mg/Nm3	<2-5	0,09	0,01/0,25
HCl**	mg/Nm3	<2-8	2,46	2,26/2,88
HF	mg/Nm3	<1	0,09	0,01/0,24
SO2	mg/Nm3	5-40	2,24	0,17/4,74
TOC	mg/Nm3	3-10	0,21	0,09/0,56
NH3	mg/Nm3	2-10	0,21	0,11/0,40
Cd+Tl*	µg/Nm3	5-20	0,55	0,44/0,81
Hg*, **	µg/Nm3	<5-20	2,05	0,12/5,56
Hg**, ***	µg/Nm3	1-10	-	-
Σ altri metalli *	µg/Nm3	10-300	9,87	4,65/24,1
PCDD+PCDF*, **, *****	ng I-TEQ/Nm3	<0,01-0,06	0,00086	0,00035/0,0017
PCDD+PCDF**, ***, *****	ng I-TEQ/Nm3	<0,01-0,08	0,00060	0,000032/0,0032
PCB DL*, **, *****	ng WHO-TEQ /Nm3	<0,01-0,08	nd	nd
PCB DL **, ***, *****	ng WHO-TEQ /Nm3	<0,01-0,1	nd	nd

* da misurazioni periodiche; ** impianti esistenti; *** per campionamenti su lungo periodo; **** valore ricompreso nel parametro PCDD+PCDF; *****ricomprende anche il parametro PDB-DL

2.8 Flussi di massa

Nella Tabella sono riportati: il flusso di massa per linea e totale (espressi in t/anno o kg/anno o g/anno) degli inquinanti emessi e i fattori di emissione espressi come rapporto tra massa dell'inquinante emesso (in mg o ng) e massa di rifiuti inceneriti (t). Il flusso di massa è calcolato moltiplicando la concentrazione degli inquinanti emessi su base semioraria per la portata fumi nel corrispondente periodo.

Linea 1

Inquinante	Flusso di massa		Fattore di emissione	
Polveri totali	0,11039	t/a	600	mg _{INO} /t _{RIF}
TOC	0,6179	t/a	3.358	mg _{INO} /t _{RIF}
HCl	4,1655	t/a	22.638	mg _{INO} /t _{RIF}
HF	0,1826	t/a	992	mg _{INO} /t _{RIF}
SO ₂	3,9836	t/a	21.649	mg _{INO} /t _{RIF}
NO ₂	42,878	t/a	233.024	mg _{INO} /t _{RIF}
CO	8,429	t/a	45.808	mg _{INO} /t _{RIF}
NH ₃	0,3921	t/a	2.131	mg _{INO} /t _{RIF}
Cd + Tl	0,7008	kg/a	4	mg _{INO} /t _{RIF}
Hg	2,8949	kg/a	16	mg _{INO} /t _{RIF}
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	9,274	kg/a	50	mg _{INO} /t _{RIF}
Zn	6,328	kg/a	34	mg _{INO} /t _{RIF}
(PCDD + PCDF)	0,00103	g/a	6	ng _{INO} /t _{RIF}
IPA	0,0927	g/a	504	ng _{INO} /t _{RIF}

Linea 2

Inquinante	Flusso di massa		Fattore di emissione	
Polveri totali	0,05711	t/a	276	mg _{INO} /t _{RIF}
TOC	0,2461	t/a	1.190	mg _{INO} /t _{RIF}
HCl	3,8903	t/a	18.806	mg _{INO} /t _{RIF}
HF	0,0327	t/a	158	mg _{INO} /t _{RIF}
SO ₂	2,2446	t/a	10.851	mg _{INO} /t _{RIF}
NO ₂	44,626	t/a	215.729	mg _{INO} /t _{RIF}
CO	7,221	t/a	34.907	mg _{INO} /t _{RIF}
NH ₃	0,2460	t/a	1.189	mg _{INO} /t _{RIF}
Cd + Tl	0,6589	kg/a	3	mg _{INO} /t _{RIF}
Hg	2,6613	kg/a	13	mg _{INO} /t _{RIF}
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	11,438	kg/a	55	mg _{INO} /t _{RIF}
Zn	8,382	kg/a	41	mg _{INO} /t _{RIF}
(PCDD + PCDF)	0,00069	g/a	3	ng _{INO} /t _{RIF}
IPA	0,1085	g/a	525	ng _{INO} /t _{RIF}

Linea 3

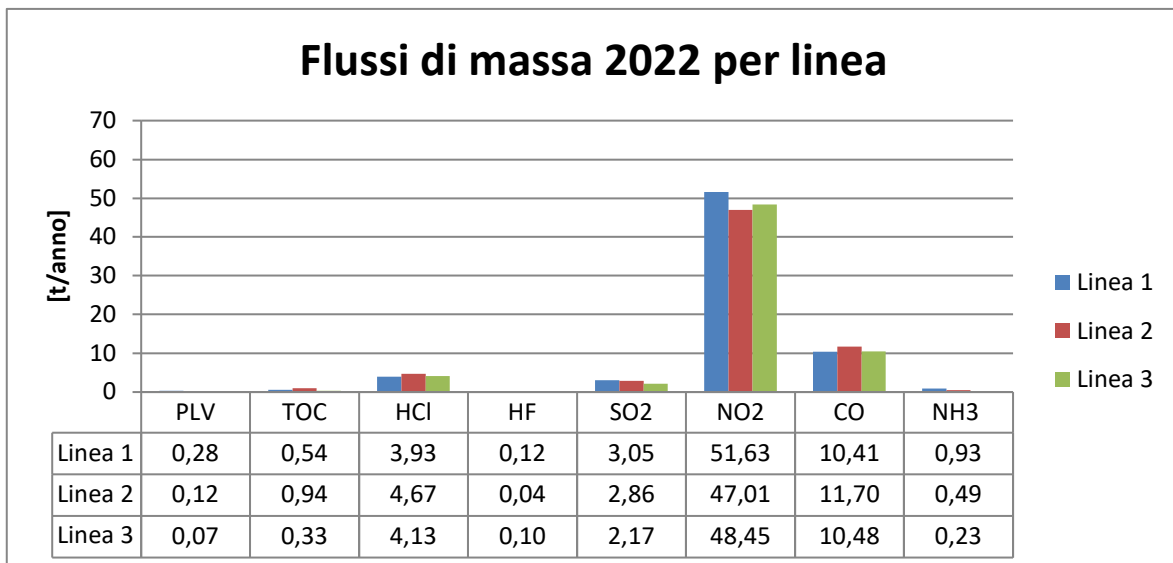
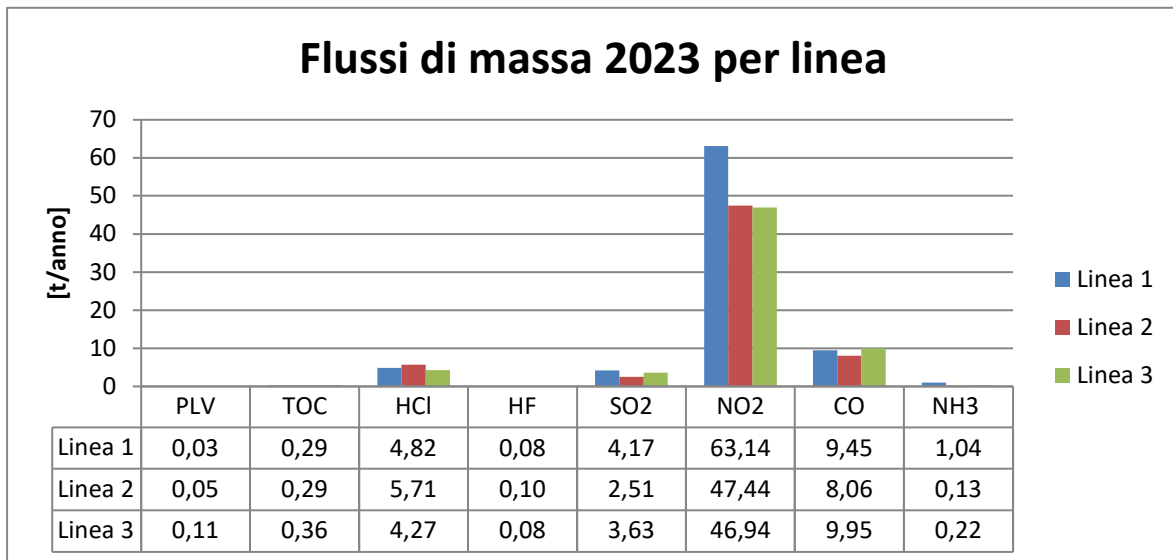
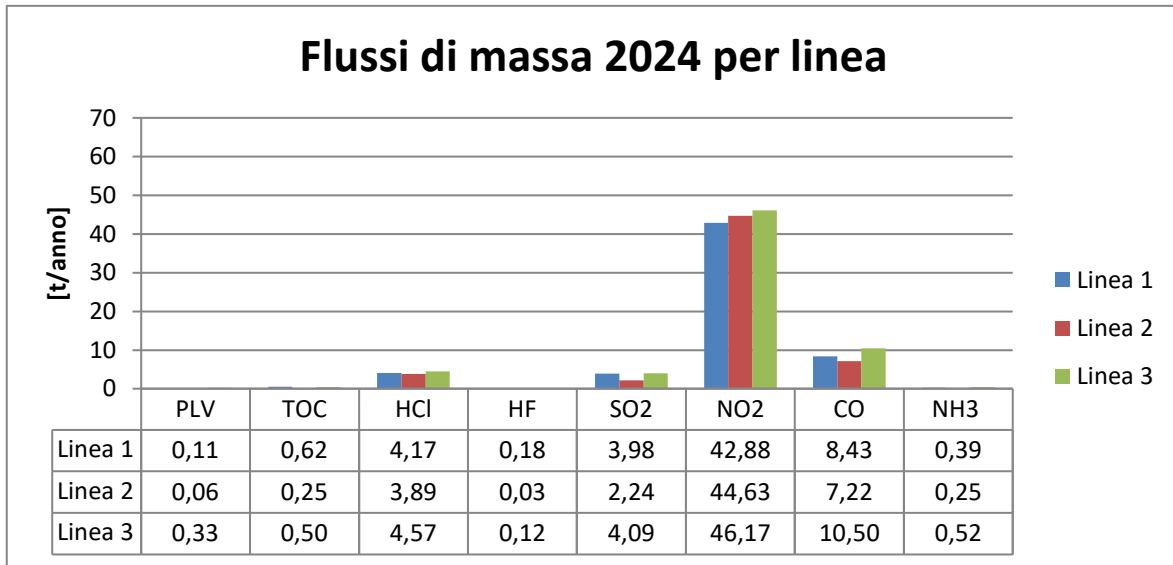
Inquinante	Flusso di massa		Fattore di emissione	
Polveri totali	0,32782	t/a	1.777	mg _{INO} /t _{RIF}
TOC	0,5028	t/a	2.726	mg _{INO} /t _{RIF}
HCl	4,5723	t/a	24.787	mg _{INO} /t _{RIF}
HF	0,1183	t/a	641	mg _{INO} /t _{RIF}
SO ₂	4,0873	t/a	22.158	mg _{INO} /t _{RIF}
NO ₂	46,171	t/a	250.297	mg _{INO} /t _{RIF}
CO	10,496	t/a	56.898	mg _{INO} /t _{RIF}
NH ₃	0,5172	t/a	2.804	mg _{INO} /t _{RIF}
Cd + Tl	0,6133	kg/a	3	mg _{INO} /t _{RIF}
Hg	1,7452	kg/a	9	mg _{INO} /t _{RIF}
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	14,733	kg/a	80	mg _{INO} /t _{RIF}
Zn	5,767	kg/a	31	mg _{INO} /t _{RIF}
(PCDD + PCDF)	0,00027	g/a	1	ng _{INO} /t _{RIF}
IPA	0,3106	g/a	593	ng _{INO} /t _{RIF}

TOTALE delle n°3 linee

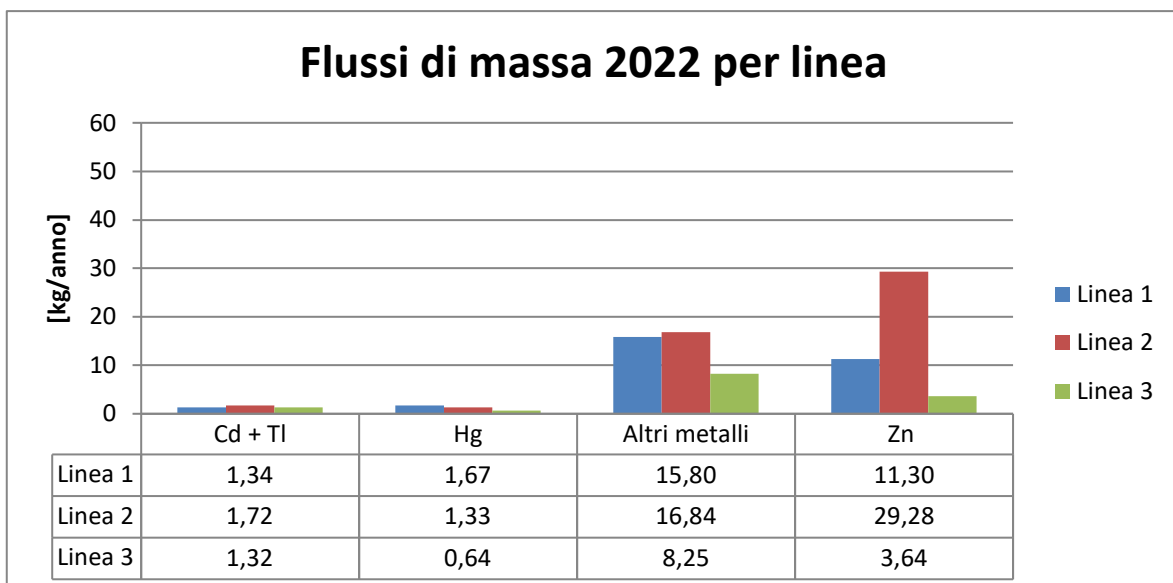
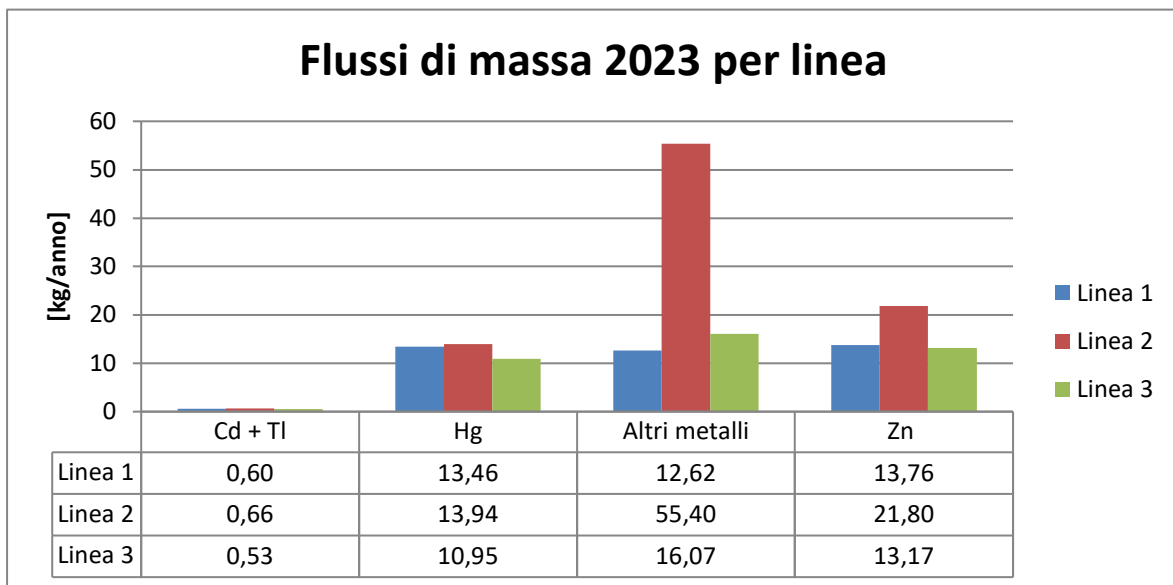
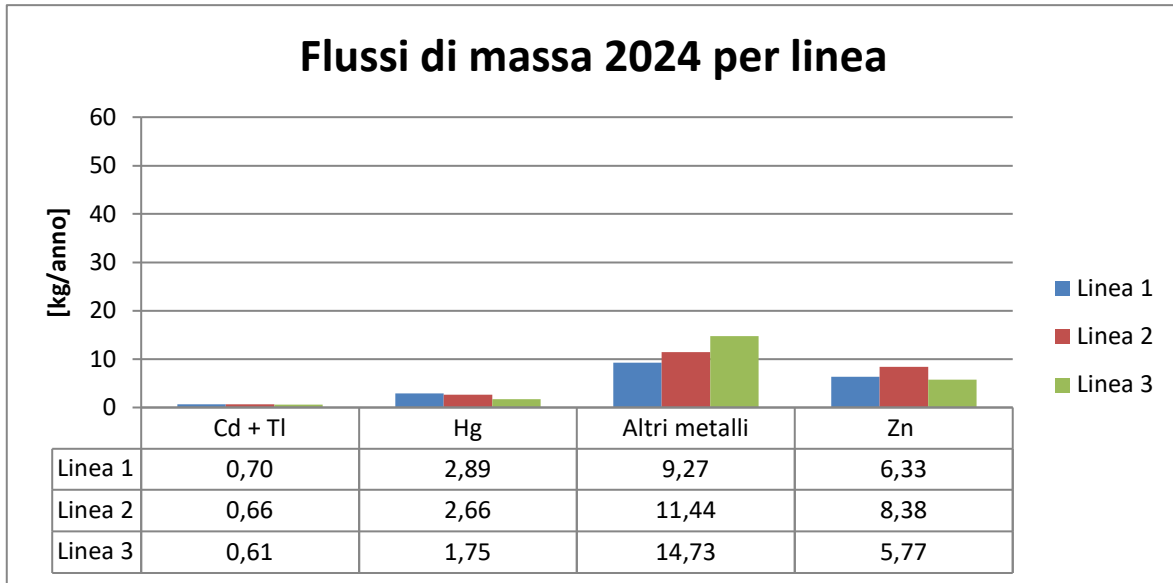
Inquinante	Flusso di massa		Fattore di emissione	
Polveri totali	0,49531	t/a	861	mg _{INO} /t _{RIF}
TOC	1,3668	t/a	2.376	mg _{INO} /t _{RIF}
HCl	12,6281	t/a	21.949	mg _{INO} /t _{RIF}
HF	0,3336	t/a	580	mg _{INO} /t _{RIF}
SO ₂	10,3155	t/a	17.930	mg _{INO} /t _{RIF}
NO ₂	133,674	t/a	232.343	mg _{INO} /t _{RIF}
CO	26,145	t/a	45.444	mg _{INO} /t _{RIF}
NH ₃	1,1552	t/a	2.008	mg _{INO} /t _{RIF}
Cd + Tl	1,9730	kg/a	3	mg _{INO} /t _{RIF}
Hg	7,3013	kg/a	13	mg _{INO} /t _{RIF}
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	35,445	kg/a	62	mg _{INO} /t _{RIF}
Zn	20,476	kg/a	36	mg _{INO} /t _{RIF}
(PCDD + PCDF)	0,00198	g/a	3	ng _{INO} /t _{RIF}
IPA	0,3106	g/a	540	ng _{INO} /t _{RIF}

Nelle pagine seguenti si riporta la rappresentazione grafica dei flussi totali in emissione per i macroinquinanti e per i microinquinanti.
Si riportano per confronto anche i medesimi grafici riferiti ai due anni precedenti.

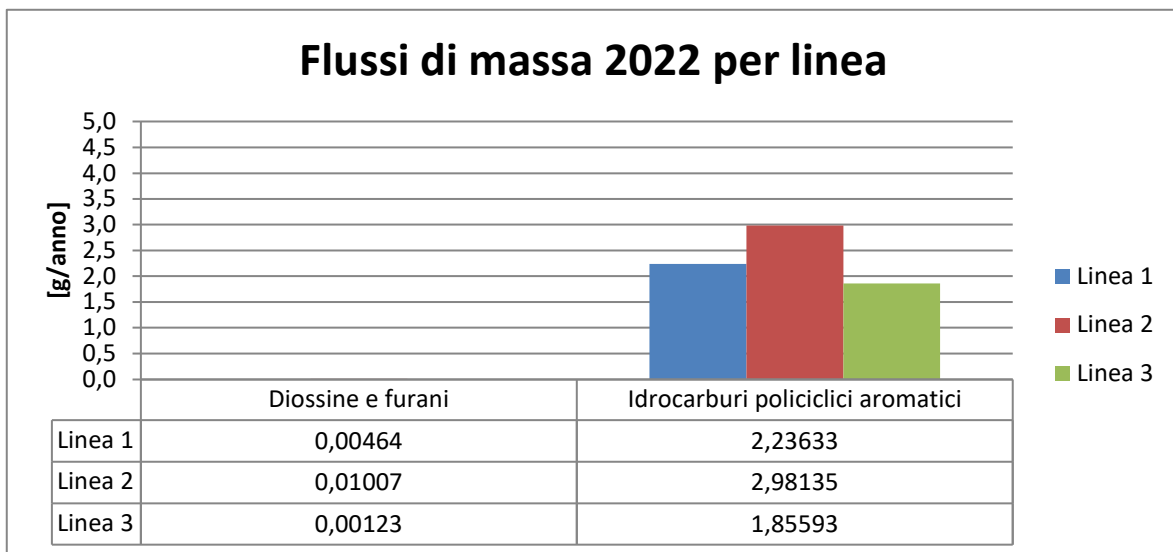
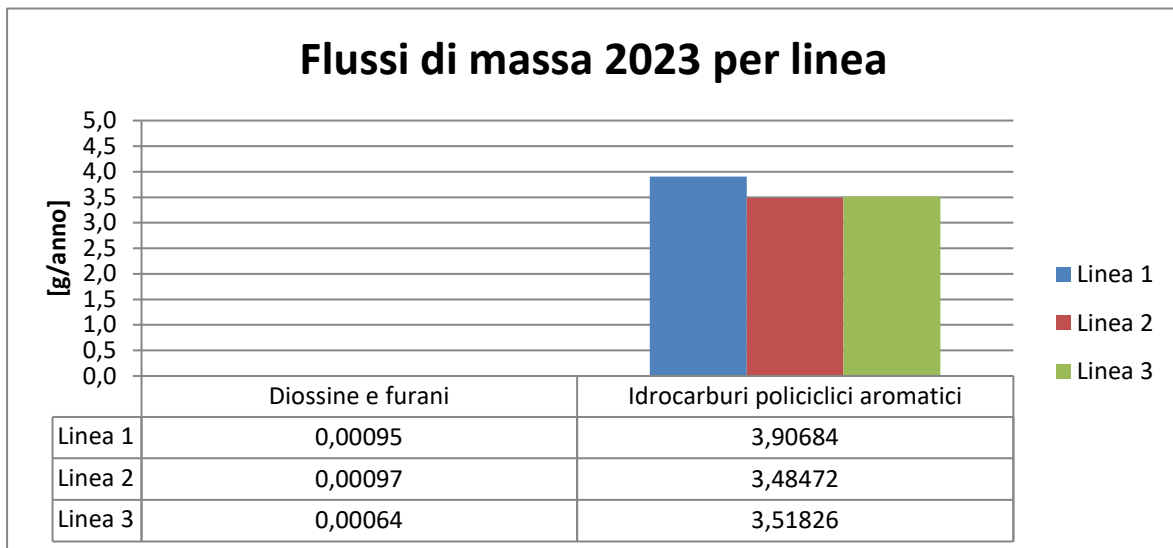
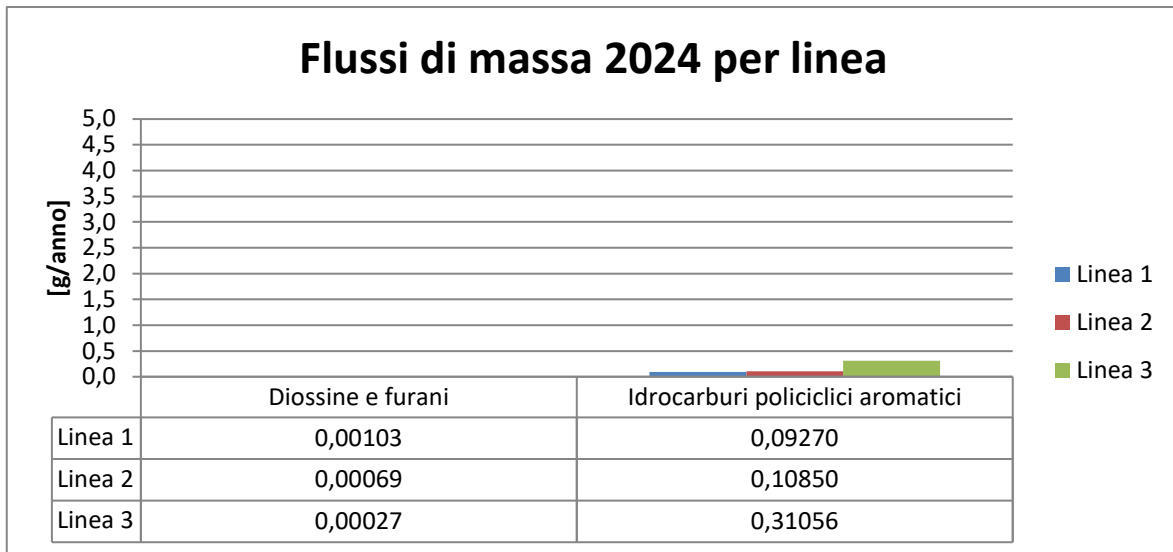
Macroinquinanti



Microinquinanti 1/2



Microinquinanti 2/2



2.9 Flussi di massa in confronto con l'andamento impianto ante modifica straordinaria

Nel seguito si rappresentano i flussi di massa degli inquinanti per l'anno 2024 raffrontati con i flussi di massa relativi al 2015, ultimo anno prima delle modifiche autorizzate con decreto AIA del 2016.

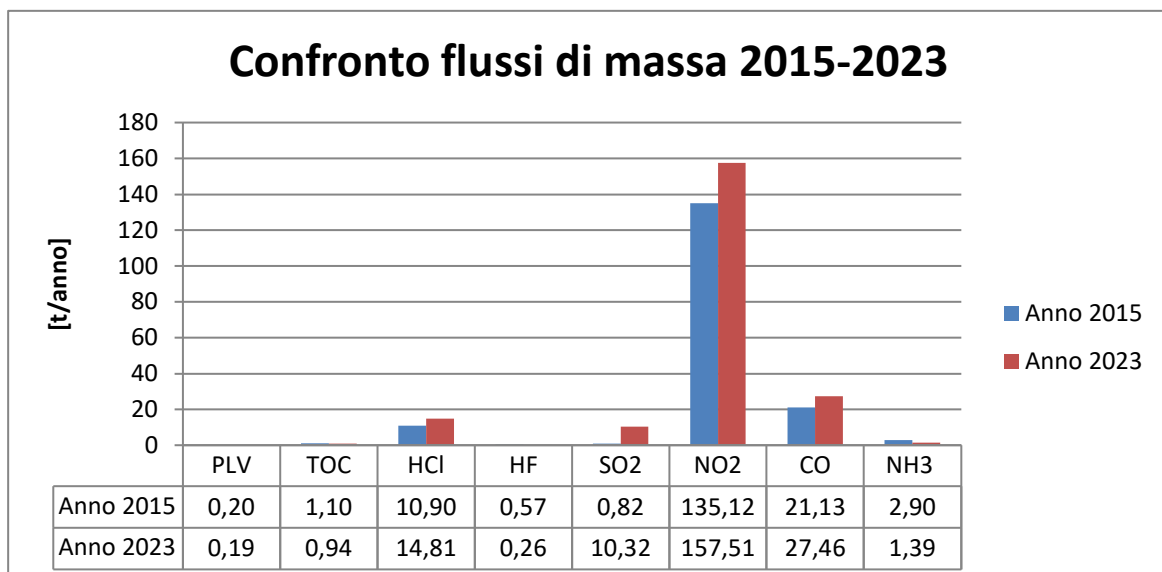
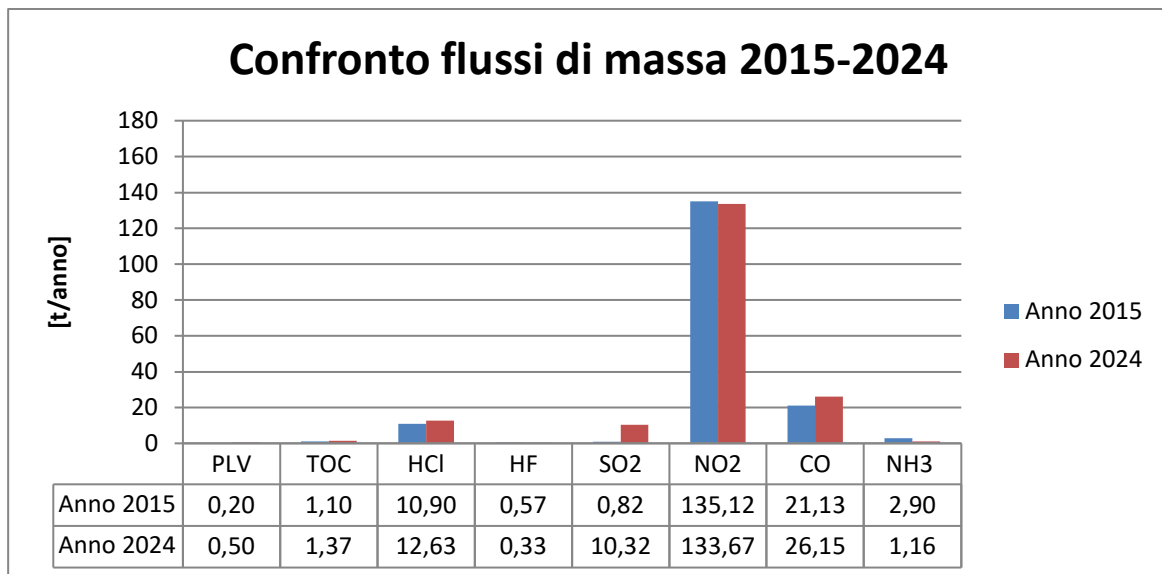
I dati delle emissioni del 2015 sono stati rielaborati per tenere conto delle diverse condizioni di calcolo nel frattempo introdotte dall'autorità di controllo.

Nel 2016 ARPA ha specificato che per il calcolo dei flussi di massa deve essere considerata qualunque condizione di esercizio (escluso solo lo stato con codici 33/34, di impianto fermo) e nei calcoli non deve essere sottratto l'intervallo di confidenza. Sono quindi stati ricalcolati i flussi di massa del 2015 secondo le suddette indicazioni.

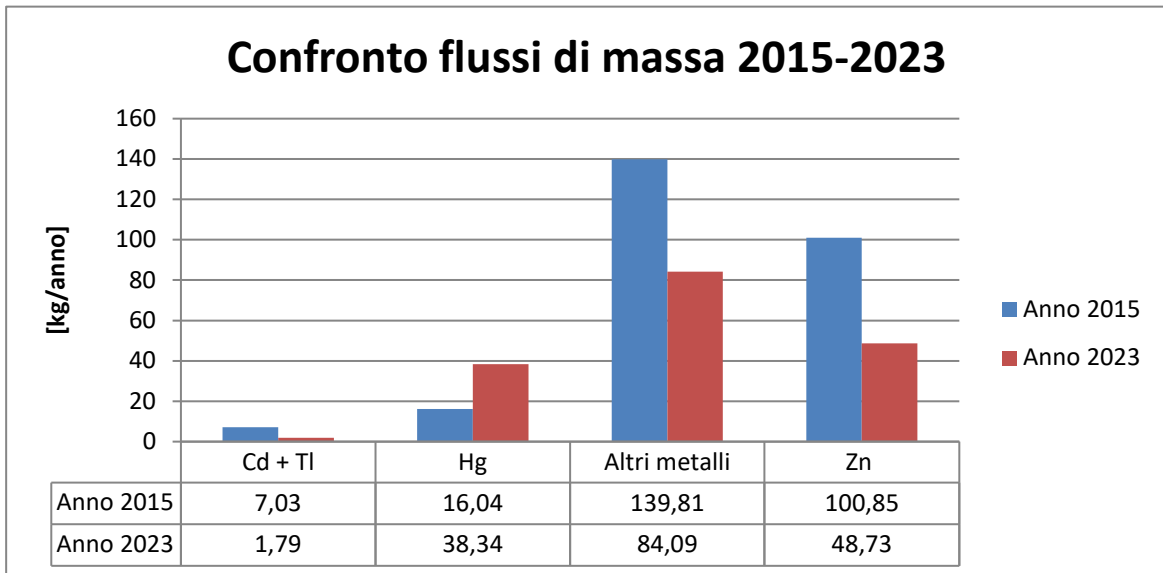
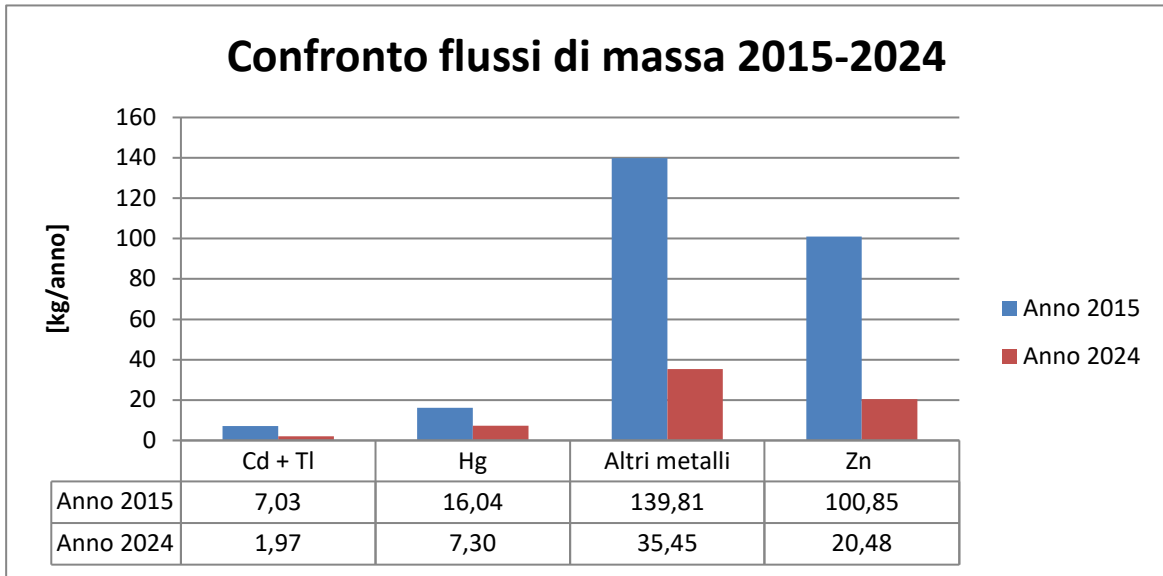
Rispetto al 2015 (rifiuti inceneriti pari a circa 497.600 tonnellate), nel 2024 (rifiuti inceneriti pari a circa 575.330 tonnellate) sono stati avviati ad incenerimento circa il 15,6% in più di rifiuti.

Il potere calorifico inferiore medio dei rifiuti è suppergiù lo stesso (2.529 kcal/kg nel 2015, 2.557 kcal/kg nel 2024), mentre la portata fumi media per linea si è incrementata di circa il 21,1% (portata media 2015 pari a circa 106.000 Nm³/h per linea, portata media 2024 pari a circa 128.350 Nm³/h).

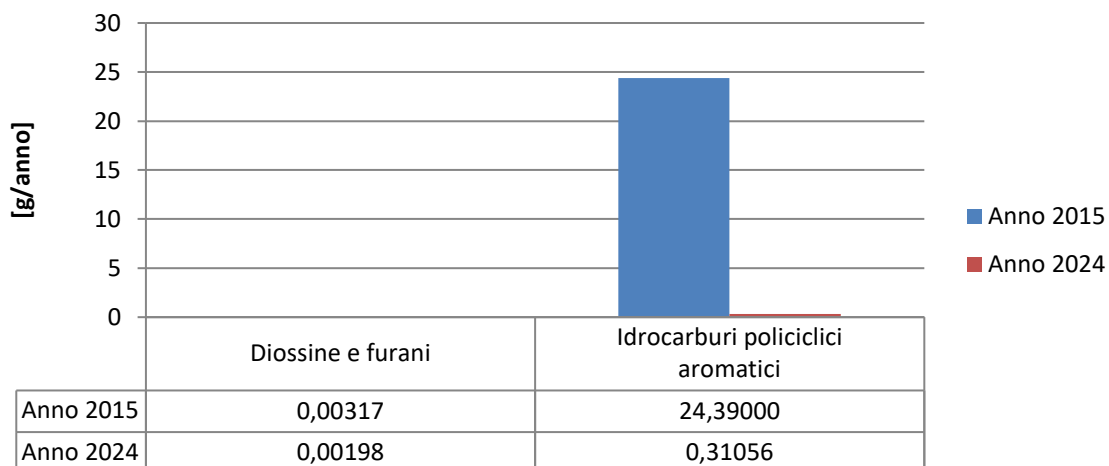
Confronto flussi di massa macroinquinanti 2015-2023 e 2015-2024



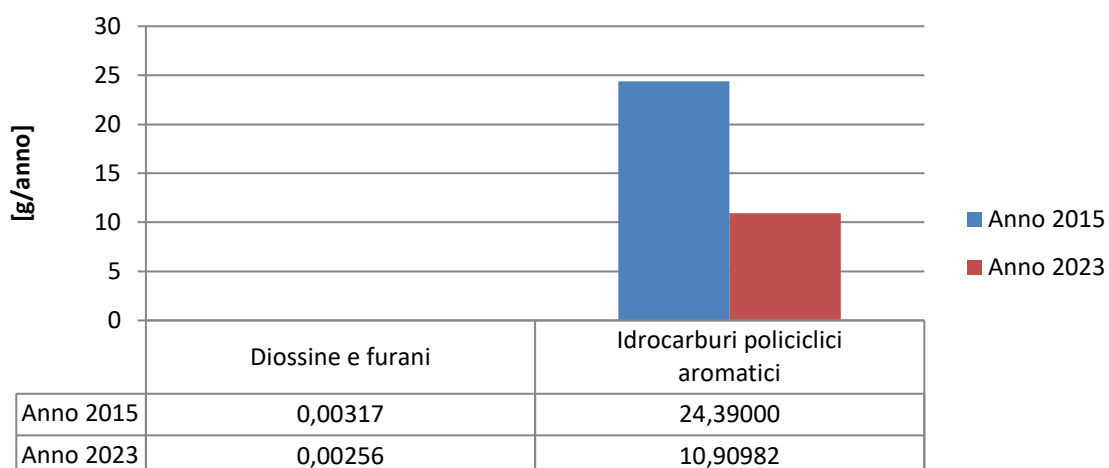
Confronto flussi di massa microinquinanti 2015-2023 e 2015-2024



Confronto flussi di massa 2015-2024



Confronto flussi di massa 2015-2023



2.10 Valutazioni a sintesi

Sono stati analizzati i dati relativi alle emissioni degli inquinanti emessi in atmosfera nel 2024 secondo un duplice aspetto.

Il primo, in riferimento al rispetto dei limiti delle concentrazioni degli inquinanti emessi in atmosfera:

- nessun superamento dei limiti giornalieri;
- polveri (n. 2 eventi): superamento dei limiti di colonna A ma rispetto dei limiti e delle percentuali di riferimento per la colonna B
- HCl (n.1 evento): superamento dei limiti di colonna A ma rispetto dei limiti e delle percentuali di riferimento per la colonna B;
- HF (n.1 evento): superamento dei limiti di colonna A ma rispetto dei limiti e delle percentuali di riferimento per la colonna B;
- COT (n.4 eventi): superamento dei limiti di colonna A ma rispetto dei limiti e delle percentuali di riferimento per la colonna B;
- nessun superamento dei limiti per i microinquinanti.

Il confronto con le recenti BAT di settore ha evidenziato che le prestazioni emissive dell'impianto in termini di concentrazione si collocano con ampio margine all'interno degli intervalli di riferimento che caratterizzano l'utilizzo delle migliori tecniche disponibili, risultando per diversi parametri confrontabili con il limite inferiore dell'intervallo.

Si segnala che la maggior parte dei suddetti superamenti si verificano sulla **Linea1**, mentre la Linea3 nel periodo in esame non ha riportato alcuno sfioramento dei limiti.

Il secondo, in conformità ai contenuti del Protocollo d'intesa, relativo al confronto tra le prestazioni emissive dell'impianto in termini di flussi di massa nello stato ante e post realizzazione degli interventi di manutenzione straordinaria sull'impianto.

Nel Protocollo d'intesa è stata individuato l'inquinante Ossidi di Azoto (NOx) quale parametro guida per verificare che nel tempo non vi siano incrementi statisticamente significativi dei flussi delle emissioni in atmosfera.

Per questo inquinante il flusso di massa si è ridotto di circa l'1% fra il 2015 e il 2024.

Per quanto riguarda i microinquinanti, si conferma una sostanziale diminuzione rispetto al 2015 per quanto riguarda tutti i parametri (metalli pesanti, diossine, furani e IPA).

Si segnala che spesso i valori di concentrazione sono prossimi al limite inferiore di rilevabilità strumentale; in particolare per quanto attiene il Mercurio A2A ha dichiarato: di avere sostituito lo scorso anno il laboratorio di analisi che ha usato un differente metodo analitico con una precisione inferiore. Di fatto nel 2024 le concentrazioni di Mercurio sono risultate sempre inferiori al limite di rilevabilità del metodo utilizzato. A partire dal 2024 la misurazione periodica del Mercurio è affiancata da quella in continuo (ad oggi A2A ha chiesto deroga all'applicazione del limite in continuo per attività di sperimentazione dell'utilizzo di carbone attivo additivato per l'adsorbimento del Mercurio) e ciò permetterà di migliorare nel tempo la qualità del dato.

Durante le fermate ordinarie delle linee sono proseguiti gli interventi di rifacimento, miglioramento e incremento delle protezioni in Inconel delle parti in acciaio delle camere di combustione esposte all'azione aggressiva dei fumi, nello specifico:

- dal 03/08 al 04/09 fermata Linea 1 in cui è stato eseguito il nuovo rivestimento cielo caldaia.
- dal 20/08 al 25/09 fermata di linea 3 in cui sono stati eseguiti: nuovo rivestimento in inconel camera di combustione con ampliamento superficie rivestita e conseguente adeguamento

del refrattario, sostituzione del 3° layer del catalizzatore ed installazione inverter ventilatore aria secondaria.

- dal 20/08 al 01/09 fermata generale dell'impianto in cui è stata eseguita la manutenzione parziale della turbina.

Gli esiti di queste attività così come l'andamento complessivo delle prestazioni dell'impianto costituiranno oggetto di monitoraggio nel tempo da parte del CTS.

Infine si evidenzia come allo stato attuale il gestore dell'impianto trasmetta correttamente tutte le informazioni inerenti la gestione dell'impianto che in vari momenti dell'anno si rendono disponibili; talune di queste informazioni richiedono tuttavia la restituzione di un riscontro/parere da parte di ARPA.

Questo flusso di informazioni, da ARPA a gestore dell'impianto, non coinvolge il CTS lasciando apparentemente sospesi gli esiti di un dato evento o situazione. Ciò avviene anche con gli esiti delle visite ispettive programmate da ARPA che non giungono al CTS.

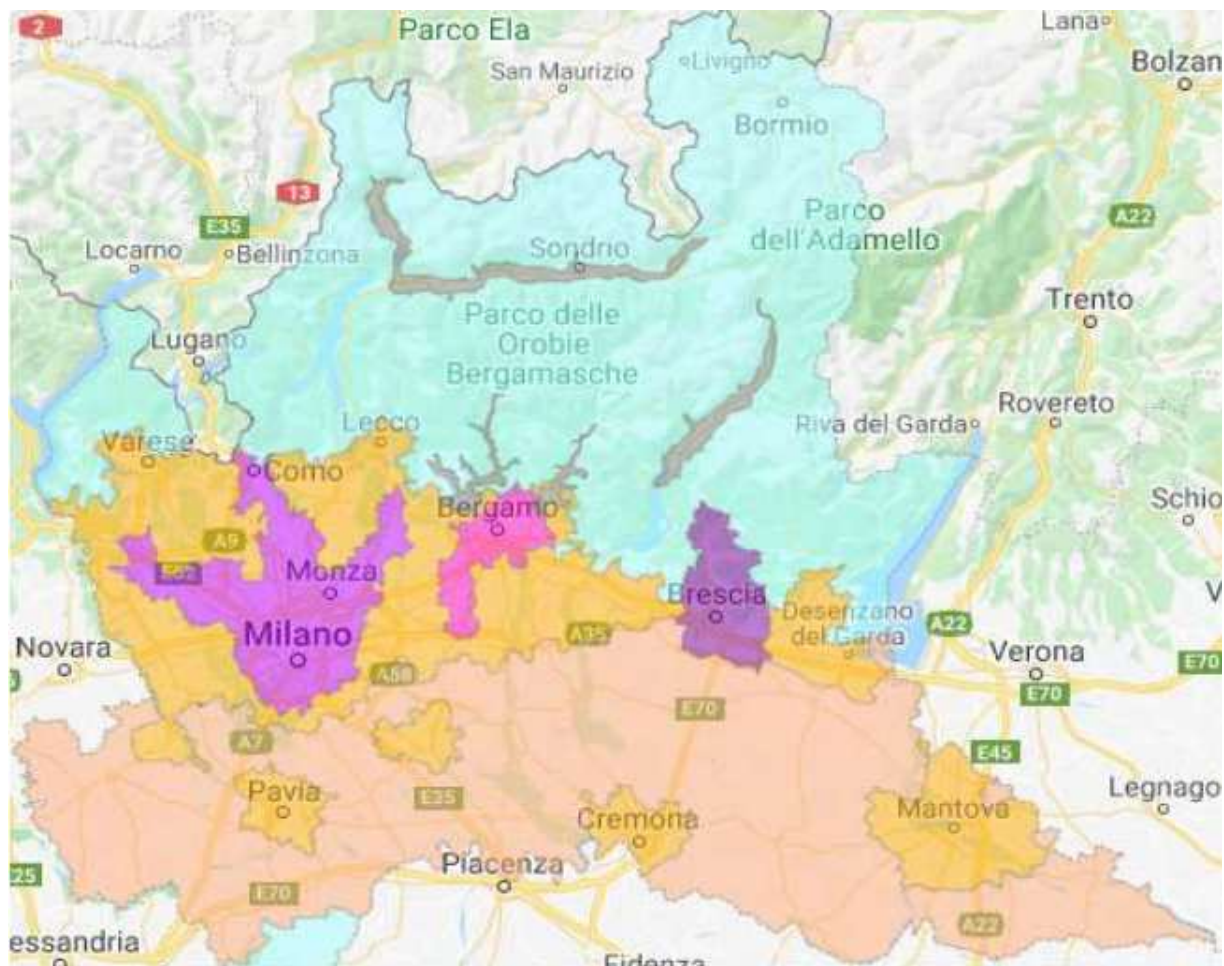
Sarebbe quindi opportuno che le amministrazioni comunali si rendessero parte attiva nel chiedere ad ARPA di essere messe a conoscenza (e quindi per loro tramite, anche il CTS) delle comunicazioni (sotto forma di relazioni, note, pareri ecc.) che vengono indirizzate al gestore.

Ambito di riferimento in cui si inserisce l'impianto di termovalorizzazione Silla II

Zonizzazione

L'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti è inserito in territorio del comune di **Milano** adiacente ai territori dei comuni di **Cornaredo, Pero, Rho e Settimo Milanese** facenti parte amministrativamente dell'area metropolitana di Milano e per quanto riguarda il Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (PRQA) dell'**Agglomerato di Milano**.

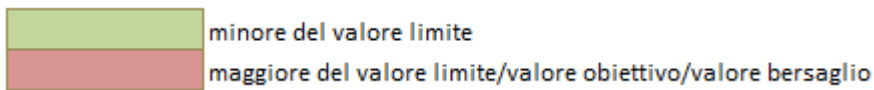
Di seguito viene riportata la cartina raffigurante la zonizzazione della Regione Lombardia ai fini del PRQA (Piano Regionale Qualità dell'Aria).



Legenda Zonizzazione



La qualità dell'aria in Lombardia misurata con la RRQA (Rete Regionale Qualità dell'Aria) negli anni ultimi 2 anni.



	Limite protezione salute	Agglomerato Milano	Agglomerato Bergamo	Agglomerato Brescia	Zona A: pianura ad elevata urbanizzazione	Zona B: pianura	Zona C: montagna		Zona D: fondovalle
							Zona C1: prealpi e appennino	Zona C2: montagna	
SO2	Limite Orario								
	Limite giorn.								
CO	Valore limite								
C6H6	Valore limite								
NO2	Limite orario								
	Limite annuale								
O3	Soglia info								
	Soglia allarme								
	Valore obiettivo salute umana								
PM10	Limite giornal.								
	Limite annuale								
PM2.5	Limite annuale								
B(a)P*	Obiettivo annuale								
As*	Obiettivo annuale								
Cd*	Obiettivo annuale								
Ni*	Obiettivo annuale								
Pb*	Limite annuale								

Anno 2023

	Limite protezione salute	Agglomerato Milano	Agglomerato Bergamo	Agglomerato Brescia	Zona A: pianura ad elevata urbanizzazione	Zona B: pianura	Zona C: montagna		Zona D: fondovalle
							Zona C1: prealpi e appennino	Zona C2: montagna	
SO2	Limite Orario								
	Limite giorn.								
CO	Valore limite								
C6H6	Valore limite								
NO2	Limite orario								
	Limite annuale								
O3	Soglia info								
	Soglia allarme								
	Valore obiettivo salute umana								
PM10	Limite giornal.								
	Limite annuale								
PM2.5	Limite annuale								
B(a)P	Obiettivo annuale								
As	Obiettivo annuale								
Cd	Obiettivo annuale								
Ni	Obiettivo annuale								
Pb	Limite annuale								

Anno 2024

A livello europeo e quindi nella normativa italiana sono fissati i valori limite per 11 inquinanti, mentre per l'ozono sono fissati valori obiettivo.

Inquinante	Tipo di Limite	Limite
SO ₂	Limite orario	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte all'anno
	Limite giornaliero	125 µg/m ³ da non superare più di 3 giorni all'anno
NO ₂	Limite orario	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte all'anno
	Limite annuale	40 µg/m ³
CO	Limite giornaliero	10 mg/m ³ come media mobile di 8 ore
O ₃	Valore obiettivo	120 µg/m ³ come media mobile di 8 ore da non superare più di 25 volte all'anno come media di tre anni
PM10	Limite giornaliero	50 µg/m ³ da non superare più di 35 giorni all'anno
	Limite annuale	40 µg/m ³
PM2.5	Limite annuale	25 µg/m ³
Benzene	Limite annuale	5 µg/m ³
B(a)P	Valore obiettivo	1 ng/m ³ (su media annua)
As	Valore obiettivo	6 ng/m ³ (su media annua)
Cd	Valore obiettivo	5 ng/m ³ (su media annua)
Ni	Valore obiettivo	20 ng/m ³ (su media annua)
Pb	Limite annuale	0.5 µg/m ³

Come si evidenzia dalle 2 tabelle "semaforo" gli inquinanti che presentano valori di concentrazione più critici, per il rispetto dei limiti, sono il **PM10 ed il biossido di azoto NO2**. Si tenga presente che quando anche in una sola centralina sono misurati valori superiore al limite tutta la "zona" o "agglomerato diventa rossa.

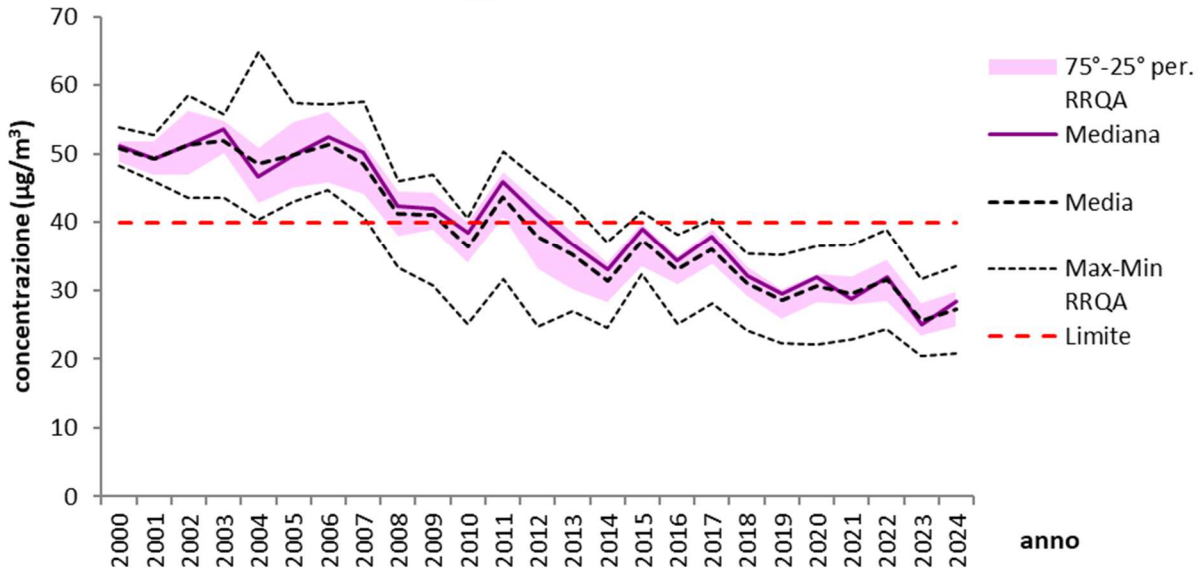
Per gli inquinanti **PM10, PM2,5 ed NO2** vengono riportati in dettaglio gli andamenti misurati a livello regionale e nell'agglomerato di Milano.

Gli andamenti sono in calo costante e praticamente le concentrazioni misurate nel 2024 rispettano i limiti.

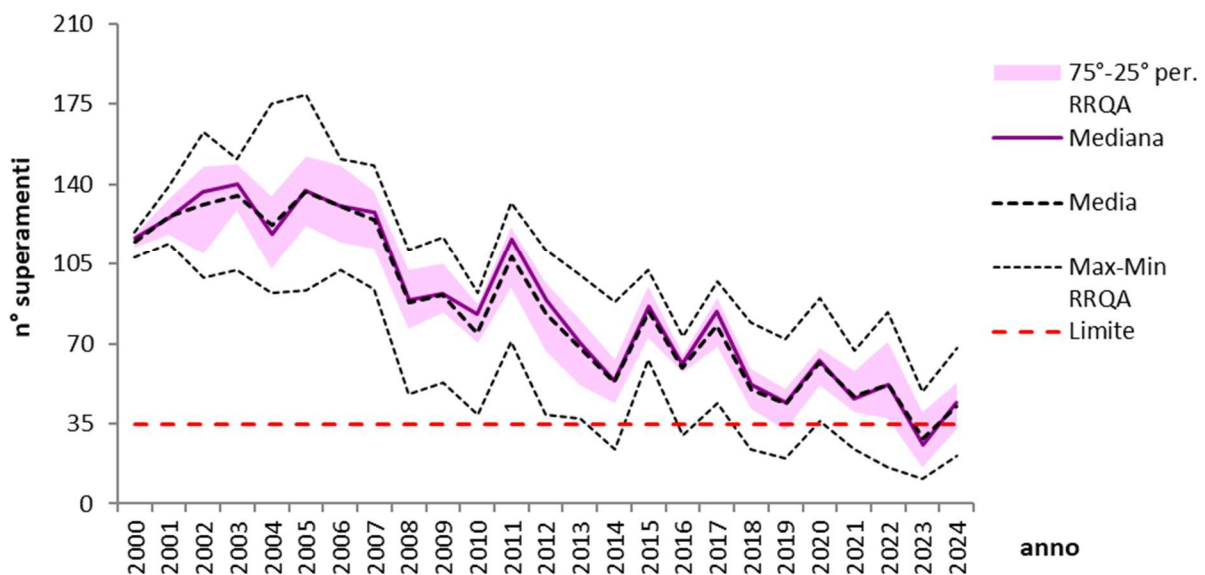
La situazione più critica, con qualche supero, riguarda il numero dei superamenti annuali, **35 max ammessi**, delle conc. medie giornaliere di **50 ug/nmc**.

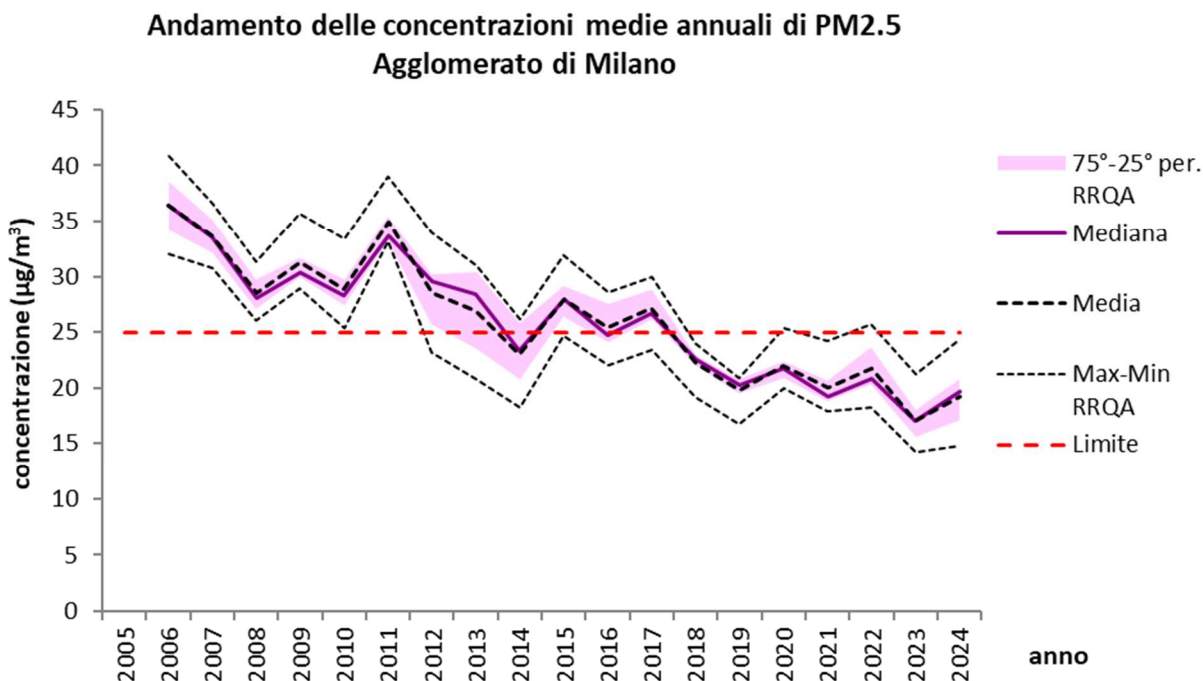
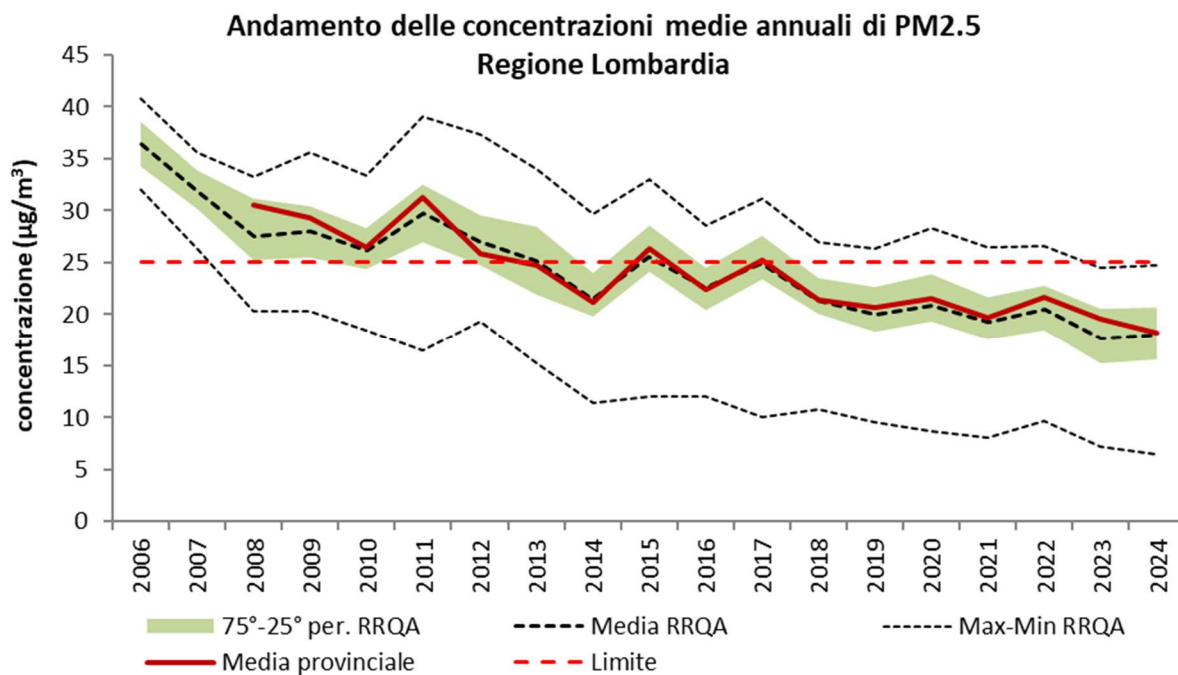
Per quanto riguarda il **Benzo (a)Pirene**, un microinquinante particolarmente tossico, i superi sono confinati nelle stazioni di fondovalle in Valtellina ed in Val Camonica dove è diffusa la combustione della legna in impianti di riscaldamento domestici quali stufe e camini. In precedenza erano misurati superi anche nell'agglomerato di Milano in particolare in Brianza, dove è utilizzato il riscaldamento dei capannoni industriali con l'impiego come combustibile degli sfridi di legna decadenti dall'industria del mobile ed arredamento.

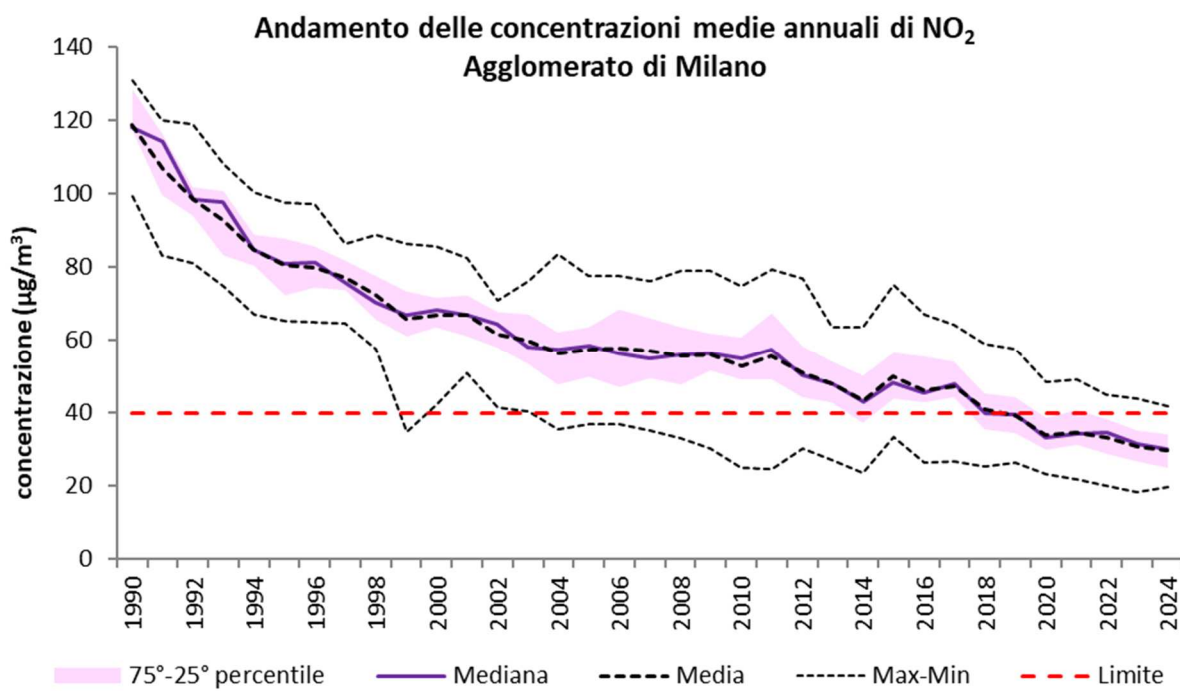
**Andamento delle concentrazioni medie annuali di PM10
Agglomerato di Milano**



**Andamento del n° di superamenti annuali di PM10
Agglomerato di Milano**







Emissioni in atmosfera

Di seguito vengono riportati i dati delle emissioni nei 5 comuni facenti parte del protocollo di intesa per il controllo del Termovalorizzatore Silla 2.

I dati sono estratti dall'inventario regionale delle emissioni INEMAR gestito da ARPA Lombardia per conto della Regione.

I dati riportati sono quelli relativi alle emissioni nell'anno 2021. E' in corso l'aggiornamento all'anno 2023.

Emissioni nei comuni di SILLA2 nel 2021 - t/anno						
COMUNE	SO2	NOx	COV	CH4	CO	kt/anno CO2
RHO	28,28	533,50	541,07	272,72	492,92	350,05
PERO	1,33	156,50	181,69	247,72	139,39	65,21
SETTIMO MILANESE	1,39	74,80	335,91	149,49	126,15	53,96
CORNAREDO	1,23	147,22	251,23	127,67	191,00	72,97
MILANO	137,75	5246,00	12247,88	4053,23	8421,20	3546,06
TOTALE CON MILANO	169,98	6158,02	13557,78	4850,82	9370,67	4088,25
TOTALE SENZA MILANO	32,24	912,02	1309,91	797,59	949,47	542,19

Emissioni nei comuni di SILLA2 nel 2021 - t/anno						
COMUNE	N2O	NH3	PM2.5	PM10	PTS	kt/anno CO2_eq
RHO	11,40	67,81	35,66	44,65	57,48	380,99
PERO	16,29	4,71	10,21	13,53	18,77	80,96
SETTIMO MILANESE	4,65	46,34	9,64	11,45	14,50	67,30
CORNAREDO	4,92	40,20	13,69	16,81	21,39	86,05
MILANO	146,65	359,60	497,27	611,87	757,30	4243,82
TOTALE CON MILANO	183,92	518,66	566,48	698,32	869,45	4859,12
TOTALE SENZA MILANO	37,26	159,05	69,21	86,44	112,14	615,30

Emissioni nei comuni di SILLA2 nel 2021 -						
COMUNE	t/anno PREC_OZ	kt/anno SOST_AC	kg/anno As	kg/anno Cd	kg/anno Cr	kg/anno Cu
RHO	1249,98	16,47	1,78	1,72	16,02	302,06
PERO	391,43	3,72	0,21	0,33	5,25	104,04
SETTIMO MILANESE	443,13	4,40	0,24	0,32	3,26	62,19
CORNAREDO	453,63	5,60	0,28	0,47	5,13	98,19
MILANO	19631,07	139,50	29,07	28,99	710,97	3772,26
TOTALE CON MILANO	22169,25	169,69	31,59	31,84	740,63	4338,75
TOTALE SENZA MILANO	2538,18	30,19	2,51	2,84	29,66	566,48

Emissioni nei comuni di SILLA2 nel 2021 -						
COMUNE	kg/anno Hg	kg/anno Ni	kg/anno Pb	kg/anno Se	kg/anno Zn	t/anno BC
RHO	1,01	5,40	42,35	3,68	224,82	9,56
PERO	0,03	1,45	13,94	0,14	80,40	2,59
SETTIMO MILANESE	0,06	1,07	9,06	0,09	44,78	1,86
CORNAREDO	0,07	1,17	14,20	0,13	79,31	2,91
MILANO	24,10	109,88	634,50	8,66	2735,70	107,72
TOTALE CON MILANO	25,27	118,97	714,05	12,70	3165,00	124,64
TOTALE SENZA MILANO	1,18	9,09	79,54	4,04	429,30	16,92

Emissioni nei comuni di SILLA2 nel 2021 -							
COMUNE	t/anno EC	t/anno OC	kg/anno BaP	kg/anno BbF	kg/anno BkF	kg/anno IcdP	kg/anno IPA-CLTRP
RHO	7,80	9,43	5,29	22,92	5,08	5,10	38,40
PERO	2,49	2,46	0,78	0,94	0,80	0,66	3,18
SETTIMO MILANESE	1,89	2,80	1,09	1,39	1,01	0,74	4,24
CORNAREDO	2,91	4,38	1,33	1,53	1,16	0,98	5,01
MILANO	115,84	164,50	58,10	71,16	61,60	44,05	234,91
TOTALE CON MILANO	130,93	183,57	66,60	97,95	69,64	51,53	285,73
TOTALE SENZA MILANO	15,09	19,07	8,50	26,79	8,05	7,48	50,82

EC = Carbonio Elementale; OC = Carbonio Organico; BaP = Benzo (a)Pirene; BbF = Benzo (b)Fluorantene; BkF = Benzo (k)Fluorantene; IcdP=Indeno(1,2,3 cd)Pirene; IPA-CLTRP = somma dei 4 IPA BaP+BbF+BkF+ IcdP

Confronto tra le emissioni dal Silla 2 con il totale delle emissioni dei 5 comuni espressi in %.

Si tratta di un confronto di massima atto a stimare il peso emissivo del termovalorizzatore sul totale. Sono infatti disomogenei i metodi di acquisizione dei dati : misura puntuale per le emissioni dall'impianto, stime le emissioni totali dei 5 comune come risultano dall'inventario Inemar delle emissioni in Regione Lombardia gestito da Arpa Lombardia.

Emissione Silla 2	2022 emissione	%	2024 emissione	%	emissioni 5 comuni
SO2 t/a	8,08	5,28	10,31	6,74	153
NO2 t/a	147,1	2,47	133,7	2,25	5.952
PTS t/a	0,47	0,05	0,5	0,06	837
CO t/a	32,6	0,13	26,15	0,33	7.916
Cd+ Tl kg/a	4,4	15,43	1,97	6,92	28,44
Hg Kg/a	3,6	12,41	7,3	25	29
IPA g/a	7,1	0,004	0,31		145
Zn kg/a	44,2	1,61	20,5	0,75	2.751

Di recente sulla rivista Ingegneria dell'Ambiente, n1/2025 è stato pubblicato un interessante articolo dal titolo

ANDAMENTO DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA IN LOMBARDIA TRA IL 2014 ED IL 2050, ANALISI DELLE SERIE STORICHE E PROIEZIONI FUTURE

Alessandro Marongiu^{*1}, Elisabetta Angelino¹, Marco Moretti¹, Giuseppe Fossati¹, Anna Gilia Collalto¹

¹ ARPA LOMBARDIA, U.O. Inventario delle Emissioni in Atmosfera.

Per gentile concessione degli autori si riportano stralci utili ad inquadrare l'evoluzione attesa delle emissioni nei nostri territori. Per maggiori dettagli sarà utile leggere direttamente l'intero articolo.

Gli inventari di emissione della Lombardia e delle altre regioni del bacino padano, nonché della Puglia, negli ultimi venti anni sono stati redatti mediante il sistema INEMAR (INventarioEMissioniARia) (ARPA Lombardia, 2021).

INEMAR è un database dotato di procedure di calcolo in grado di fornire stime di emissioni per una combinazione di oltre 250 attività e 35 combustibili per inquinanti di interesse per la qualità dell'aria, gas climalteranti, idrocarburi policiclici aromatici, frazione carboniosa del particolato e metalli pesanti.

I tempi relativi al rilascio di tutte le informazioni necessarie alla valutazione dell'inventario determinano un ritardo temporale di qualche anno nella sua pubblicazione rispetto all'anno a cui l'inventario si riferisce; al momento tale scostamento è di almeno 2 anni.

La valutazione delle emissioni ottenuta mostra l'andamento previsto delle emissioni della Lombardia dal 2014 in linea con lo scenario delle normative in vigore in Italia e nella Lombardia. La valutazione implica alcune ipotesi messe in atto da ENEA in merito all'attuazione di specifiche politiche nazionali ed europee, riguardanti l'energia e le emissioni industriali, ed inoltre considera l'evoluzione tecnologica di sistemi già standardizzati, come quello dei veicoli su strada, a causa del progressivo miglioramento della flotta circolante.

1.1 Andamento delle emissioni in Lombardia

In questo lavoro sono state valutate le stime delle emissioni dei principali inquinanti primari rilasciati nell'atmosfera: PM₁₀, NO_x, NH₃ e COV. Il particolato atmosferico comprende sia particelle solide, che goccioline liquide presenti nell'aria, e può essere emesso direttamente o formarsi nell'atmosfera a seguito di reazioni chimiche che coinvolgono altri precursori gassosi. Tra questi, NO_x ed NH₃ svolgono un ruolo significativo nella formazione di particolato secondario in Lombardia ed in tutto il bacino del Po

. Altri precursori che possono portare alla formazione di particolato secondario sono l'SO₂ ed altri gas organici. L'SO₂ è prodotto principalmente dall'ossidazione del contenuto residuo di zolfo nei combustibili, la cui riduzione negli anni, insieme al passaggio dall'olio combustibile al gas naturale, ha sortito effetti estremamente positivi sulla diminuzione delle emissioni, come ampiamente evidenziato dai dati di monitoraggio di qualità dell'aria.

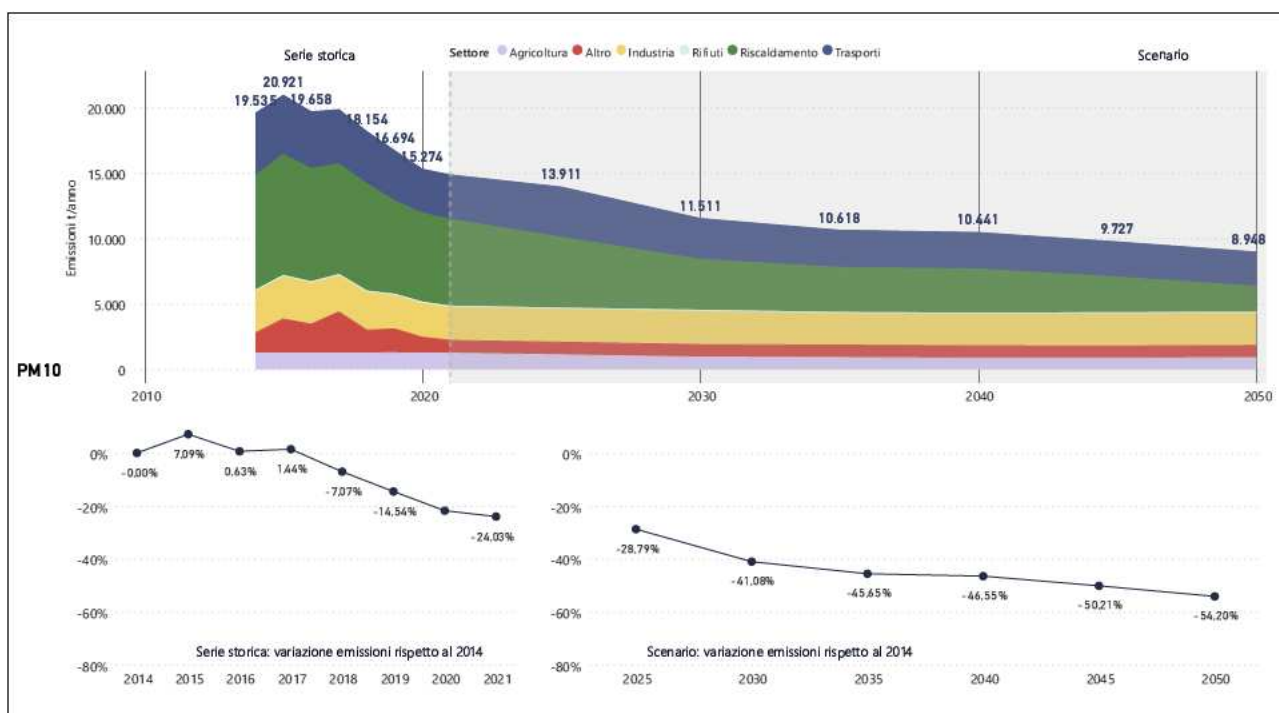
La figure illustrano l'importante ruolo del riscaldamento e del traffico stradale, rispettivamente sul PM₁₀ primario e sugli NO_x, mentre la quasi totalità delle emissioni primarie di NH₃ è rappresentata dall'agricoltura. Nell'ambito dell'inventario regionale della Lombardia, le emissioni di COV includono anche quelle derivanti dalle fonti biogeniche (ARPA Lombardia, 2021). Nel presente lavoro, tale contributo, seppur rilevante, non è stato incluso al fine di rendere confrontabili le valutazioni della Lombardia con quanto riportato a livello nazionale. L'inventario nazionale, infatti, non comprende, tra le emissioni stimate di COV, quelle di origine biogenica. Ne consegue che la sorgente principale di COV, di origine non biogenica, è il settore industriale, che qui comprende tutte le attività in cui sono impiegati o prodotti solventi.

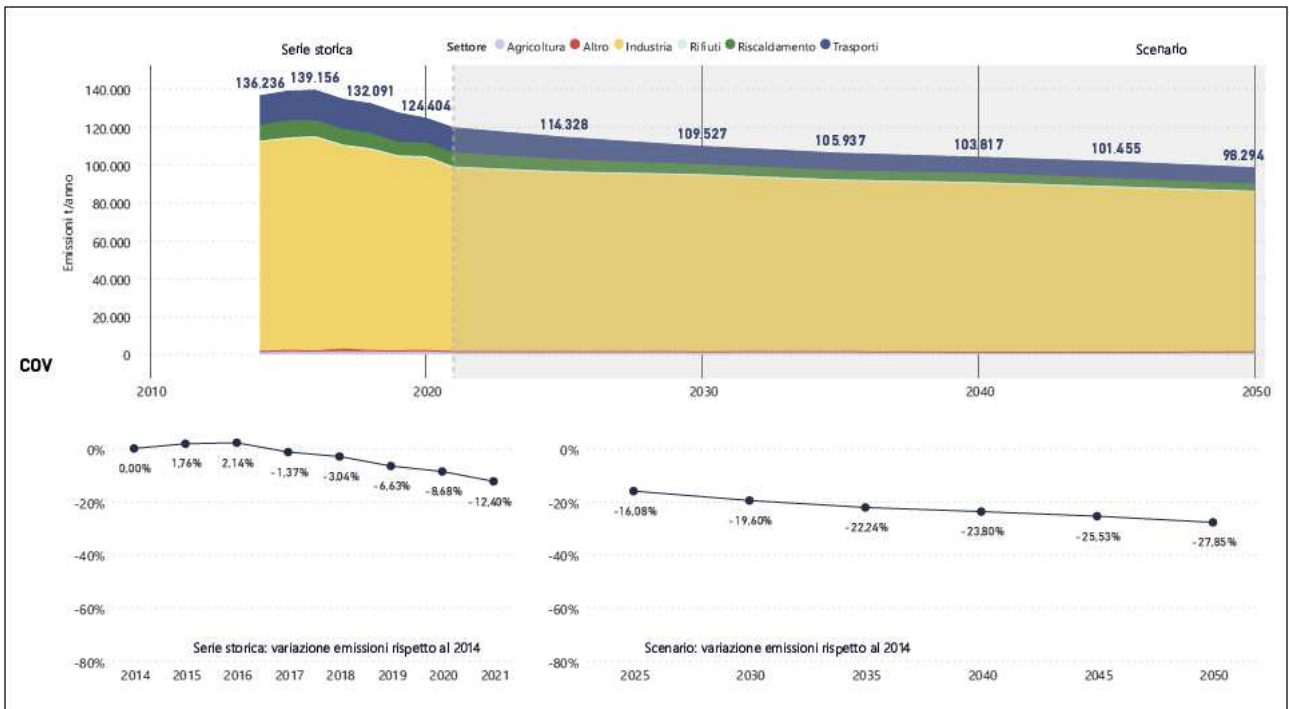
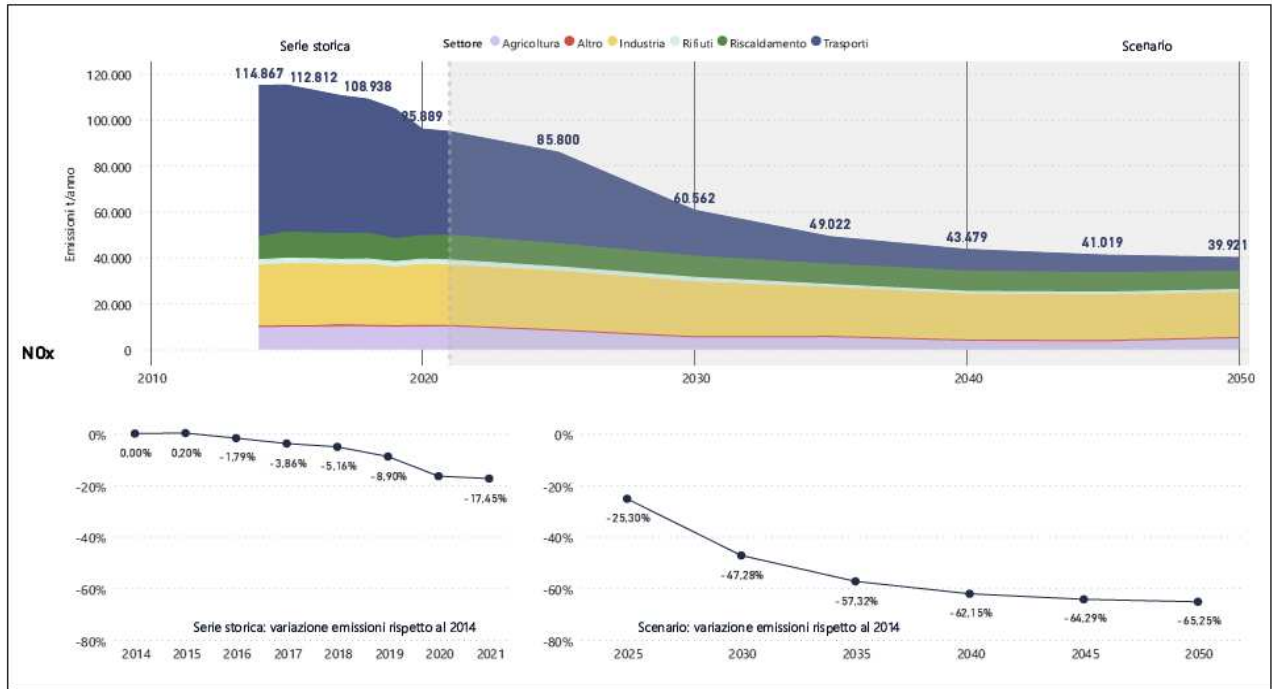
Ponendo attenzione alle elaborazioni riportanti **le variazioni percentuali delle emissioni rispetto al 2014** è evidente come tali indicatori possano fornire importanti informazioni rispetto alla **velocità di riduzione delle emissioni stimata per la serie storica (2014-2021)** ed il suo confronto con quanto **previsto nelle proiezioni dal 2021 al 2050**.

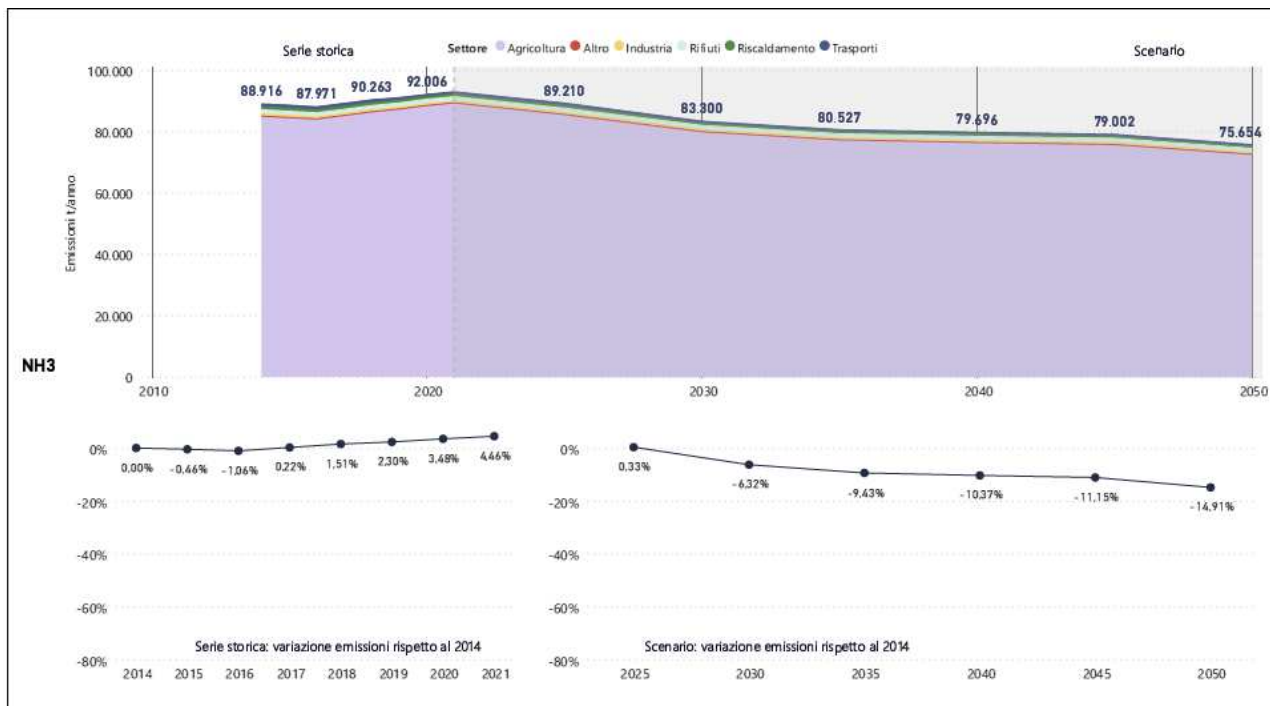
Nel caso di PM₁₀ ed NO_x, è presente una sorta di discontinuità dell'indicatore tra il 2021 ed il 2020 dovuto in buona parte agli effetti della pandemia e successiva ripresa. Come già documentato in altri studi, gli effetti della pandemia sono meno apprezzabili sulla variazione delle emissioni di NH₃, che mostrano un andamento quasi stabile tra il 2014 ed il 2021. La minore velocità di riduzione delle emissioni zootecniche (-15% nel 2050 rispetto al 2014) è confermata negli scenari emissivi, dove il maggiore potenziale di riduzione sul

lungo termine si stima per le emissioni di NO_x(-65% nel 2050 rispetto al 2014) seguite molto da vicino dalle emissioni di PM₁₀(-54%), che nel periodo 2025-2030 mostrerebbero invece un potenziale di riduzione rispetto al 2014 maggiore che non gli NO_x. L'analisi tendenziale di questi inquinanti mostra in futuro una variazione potenziale del peso delle differenti sorgenti rispetto alle emissioni totali regionali.

Nel caso del PM₁₀, la sorgente principale delle emissioni nel periodo 2014-2021 è costituita dal riscaldamento a legna (45%), seguito dalle emissioni da traffico relative alla usura di freni, pneumatici e manto stradale (15%) e dalle emissioni allo scarico dei veicoli diesel (8%). Nello scenario tendenziale, il contributo del riscaldamento a legna nel 2050 è destinato a ridursi, fino a diventare confrontabile con quanto stimato per le emissioni relative all'usura. Le emissioni dei mezzi diesel costituiscono storicamente la sorgente più rilevante di emissioni di NO_x a livello regionale (47%), in costante diminuzione grazie al rinnovo del parco circolante.







Di seguito vengono discusse le proiezioni ettese delle emissioni fino al 2050 nei singoli settori sulla base delle tendenze in atto per l'evoluzione tecnologiche che saranno implementate e per le imposizioni normative derivanti dalle scelte effettuate a livello di U.E.

Riscaldamento

Rispetto alla serie storica 2014-2021, nel settore del riscaldamento in Lombardia le emissioni di PM₁₀ sono dovute, per più del 98%, alla combustione di biomasse legnose che sono una fonte rilevante anche di COV I sistemi residenziali a gas naturale sono molto diffusi nel bacino padano ed in Lombardia. La regione Lombardia ha un elevato fabbisogno di energia termica a causadella combinazione di un'elevata densità abitativa e di un'elevata domanda di riscaldamento, dovuta alle temperature invernali, più rigide, rispetto per esempio ad altre regioni italiane. In Lombardia molto spesso nelle abitazioni è presente più di un impianto di riscaldamento, determinando un possibile passaggio dai combustibili fossili alla combustione a biomassa (De Carli et al., 2020).

Secondo il bilancio energetico riferito al 2018 e al bacino del Po, il gas naturale copre il 70% dell'energia totale bruciata nel settore del riscaldamento e le biomasse il 18%.

L'estesa variabilità dei fattori di emissione, che aumenta ulteriormente se confrontati con i sistemi a gas naturale, spiega l'ampio margine di miglioramento delle emissioni previsto al 2050, ma allo stesso tempo determina una alta variabilità delle emissioni in considerazione del fatto che molto spesso nelle abitazioni è presente più di un impianto di riscaldamento.

Trasporto su strada

Le emissioni di NO_x da trasporto su strada nel 2021 sono determinatedelle automobili Diesel (42%), seguito da quello dal trasporto pesante(29%) e dal trasporto merci leggero alimentato a gasolio (22%). La ripartizione delle emissioni di PM₁₀ è piuttosto differente: la sorgente maggiore è costituita dall'usura di

freni, pneumatici e manto stradale, pari complessivamente al 69% delle emissioni di PM₁₀ da trasporto su strada, mentre il 26% è costituito dalle emissioni allo scarico dei veicoli alimentati a gasolio e il rimanente 5% attribuibile, quasi esclusivamente, ai veicoli alimentati a benzina. Questi dati mettono in evidenza come il contributo del trasporto alle emissioni di PM₁₀ possa mantenersi rilevante nonostante il progressivo rinnovo del parco. Considerando invece la ripartizione tra categorie veicolari, il maggior contributo è fornito da auto Diesel (36%) e, in misura pressoché equivalente, da auto a benzina, trasporto merci leggero Diesel e trasporto pesante (51% complessivamente).

Le emissioni in atmosfera di particolato dei veicoli su strada hanno origine dallo scarico del motore dall'usura di pneumatici, freni e strada ed anche dalla risospensione della polvere stradale. L'introduzione di severi limiti di emissione sui gas di scarico dei veicoli ha portato all'adozione di tecnologie in grado di ridurre significativamente le emissioni di PM allo scarico. Tuttavia, le cosiddette emissioni da usura hanno ostacolato questo graduale miglioramento. Le emissioni da scarico e l'usura vengono generalmente contabilizzate all'interno degli inventari delle emissioni mentre la valutazione del contributo da risollevarmento evidenzia una serie di questioni che richiedono una maggiore attenzione, tra cui per fare un esempio la variazione nel tempo e nelle differenti aree della quantità di materiale polverulento presente sulla superficie stradale.

Agricoltura

L'agricoltura della Lombardia, oltre a ricoprire un ruolo molto importante all'interno del tessuto produttivo regionale, ha anche un peso significativo nell'economia dell'intero settore agricolo nazionale. In Italia, le attività agro-zootecniche rappresentano la sorgente primaria delle emissioni di NH₃ in atmosfera (ISPRA, 2023). Secondo le stime dell'ultimo inventario regionale, in Lombardia l'uso di fertilizzanti minerali contribuisce quasi per il 15% alle emissioni totali di ammoniaca, mentre il contributo maggiore è legato alle attività di gestione degli animali in allevamento e degli effluenti zootecnici, nelle fasi di stabulazione, possibile trattamento dei reflui, stoccaggio e distribuzione in campo degli stessi.

Tutti gli scenari emissivi elaborati fino al 2050 danno prova del fatto che le consistenze degli allevamenti non costituiscono l'unico fattore responsabile dell'aumento o della riduzione delle emissioni, ma che l'introduzione e la diffusione di tecnologie più efficienti e con un medio/alto potenziale di abbattimento (BAT-C, 2017) possono rivelarsi un'ottima strategia, anche a lungo termine, per controllare e contenere le emissioni di ammoniaca da questo settore. Le BAT o MTD sono applicabili a tutte le fasi di cui si compone l'attività di gestione degli allevamenti, a partire dal miglioramento dell'alimentazione in termini di qualità e delle condizioni di stabulazione degli animali, fino all'applicazione di tecniche di distribuzione agronomica che, per esempio, riducono i tempi e i modi di incorporazione degli effluenti nel terreno.

Conclusioni

Il presente studio mette in evidenza la sensibilità delle emissioni rispetto ad una serie di fattori, che da una parte rappresentano i principali promotori della evoluzione tecnologica possibile, mentre dall'altra sono elementi di possibili incertezze nelle valutazioni, tra questi:

- sostituzione delle auto diesel: i tempi di rinnovo del parco circolante controllano la rapidità con cui si riducono le emissioni in particolare di NO_x;
- emissioni da usura: rappresentano la frazione delle emissioni da traffico caratterizzate dalla variazione minore e legata direttamente alla richiesta di mobilità;
- impiego di gas naturale nel riscaldamento: la presenza di sistemi di riscaldamento a biomassa e a gas determina un elevato grado di incertezza legato ad abitudini diffuse ed a possibili fluttuazioni dei prezzi;
- emissioni dei nuovi apparecchi a legna: l'efficacia dell'impatto del DM 186/2017 dovrà essere rispecchiata nella definizione dei fattori di emissione rappresentativi dell'utilizzo reale degli apparecchi anche in futuro;
- caminetti aperti: la presenza di questi sistemi nelle abitazioni è ancora documentata, il loro effettivo impiego, oltre al loro numero, rappresenta un possibile tema da approfondire anche in futuro;
- emissioni di NH₃ da comparto zootecnico: come mostrato sono quelle che presentano le maggiori difficoltà di abbattimento.

In un recente studio è stato mostrato che, anche con sostanziali riduzioni delle emissioni dei principali inquinanti (-50% e -80%), non è possibile raggiungere i limiti di concentrazioni raccomandate dalle linee guida dell'OMS nella maggior parte delle aree della Pianura Padana. Tali limiti dell'OMS risultano leggermente inferiori a quelli introdotti dalla nuova direttiva sulla qualità dell'aria, che stabilisce limiti significativamente più severi di quelli attuali (Dir. 2024/2881/EU).

Lo stesso studio conclude che ridurre le emissioni di tutti i principali inquinanti dell'80% è un obiettivo non realizzabile mediante la di tutte le migliori tecnologie disponibili in tutti i settori, almeno in Lombardia, ma necessita anche una riduzione dei livelli di attività (come i chilometri percorsi dai veicoli, l'energia utilizzata per il riscaldamento domestico, la produzione industriale, agricola e da allevamento). Tale conclusione trova riscontro nel presente studio, che mostra come, nello scenario tendenziale, le emissioni di COV ed NH₃ non si riducono in misura superiore al 30% entro il 2050, che il PM nel 2050 possa essere ridotto del 50% e gli NO_x del 65%.

Tabella dei Prefissi moltiplicatori

Prefissi	Simbolo (s)	Potenze di 10	Potenze di 2
yocto-	y	10^{-24} *	--
zepto-	z	10^{-21} *	--
atto-	a	10^{-18} *	--
femto-	f	10^{-15} *	--
pico-	p	10^{-12} *	--
nano-	n	10^{-9} *	--
micro-	μ	10^{-6} *	--
milli-	m	10^{-3} *	--
centi-	c	10^{-2} *	--
deci-	d	10^{-1} *	--
(nessun prefisso)	--	10^0	2^0
deka-	D	10^1 *	--
hecto-	h	10^2 *	--
kilo-	k or K **	10^3	2^{10}
mega-	M	10^6	2^{20}
giga-	G	10^9	2^{30}
tera-	T	10^{12}	2^{40}
peta-	P	10^{15}	2^{50}
exa-	E	10^{18} *	2^{60}
zetta-	Z	10^{21} *	2^{70}
yotta-	Y	10^{24} *	2^{80}

* Non usate per esprimere la velocità di trasferimento dati