



**RAPPORTO DELL'OSSERVATORIO
SUL FUNZIONAMENTO DEL
TERMOUTILIZZATORE DI BRESCIA
RELATIVO ALL'ANNO**

2022



**COMUNE DI
BRESCIA**

SETTORE SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

**RAPPORTO DELL'OSSERVATORIO
SUL FUNZIONAMENTO DEL
TERMOUTILIZZATORE DI BRESCIA
RELATIVO ALL'ANNO**

2022

INTRODUZIONE A CURA DEL PRESIDENTE DELL'OSSERVATORIO

Con il Rapporto dell'Osservatorio Termoutilizzatore relativo ai dati di funzionamento del 2022 si chiude l'attività, per questa consiliazione, dell'Osservatorio che è stato avviato con la deliberazione del 28 maggio 1997 n. 1142/17356 P.G e che con Deliberazione n. 729 del 7 dicembre 2018 l'Amministrazione ha ritenuto opportuno confermare.

In questi 5 anni di attività è stato possibile affinare l'attività dell'Osservatorio per quanto concerne in particolare la verifica periodica dell'andamento dell'impatto ambientale prodotto dall'impianto, i dati di conferimento dei rifiuti articolati nelle principali informazioni di interesse.

Il presente Rapporto è stato preceduto dai Rapporti relativi agli anni: "2008-2009-2010", "2011-2012-2013", "2014-2015", "2016", "2017-2018", "2019-2020" "2021".

Questi documenti sono tutti consultabili sulla pagina web dedicata all'Osservatorio del Termoutilizzatore nel sito del Comune di Brescia (www.comune.brescia.it).

Ringrazio quindi tutti i componenti dell'Osservatorio che in qualità di portatori di interesse con la loro partecipazione hanno consentito una puntuale analisi delle tematiche legate al funzionamento dell'impianto, ognuno portando la propria esperienza e specificità.

Documenti come i Rapporti degli Osservatori del Comune di Brescia, ritengo vadano a colmare la carenza di documenti informativi di immediata e facile disponibilità, contenenti dati organizzati, commentati e di facile lettura, che utilizzano inoltre schemi divulgativi efficaci, considerando in particolare le domande e/o preoccupazioni che più frequentemente vengono poste dai cittadini.

Il Rapporto è suddiviso in tre sezioni principali:

DESCRIZIONE: Sono riportati brevi capitoli descrittivi degli elementi tecnologici e gestionali utili alla comprensione del funzionamento dell'impianto, integrati con capitoli informativi dei parametri analizzati al fine di comprenderne l'eventuale impatto ambientale.

DATI E GRAFICI: I parametri, il cui significato è stato descritto nella sezione precedente, sono riportati in forma tabellare e grafica in un'unica sezione in modo da consentire al lettore una rapida consultazione

DATI STORICI: Sono stati riportati i principali dati di sintesi degli ultimi 5 anni.

Il Rapporto inoltre affronta il tema di come si colloca l'impianto rispetto al tema dei cambiamenti climatici per la riduzione delle emissioni di CO2, con un interessante richiamo all'economia circolare che è una delle azioni principali nell'ambito della sostenibilità.

L'Osservatorio ha svolto quindi in questi anni la sua preziosa azione volta a fornire alla cittadinanza ed ai diversi portatori di interesse elementi sempre più di dettaglio in merito al conferimento dei rifiuti ed agli impatti generati dall'attività dell'impianto sull'ambiente circostante.

Ringrazio inoltre in modo particolare la collega Miriam Cominelli che ha seguito l'Osservatorio fino a fine ottobre 2022.

Dott. Fabio Capra

Presidente dell'Osservatorio e
Assessore all'Ambiente, al Verde ed ai Parchi sovracomunali

INDICE

Introduzione a cura del presidente dell'osservatorio	pag.2
SEZIONE I: DESCRIZIONE	pag.8
1 Terminologia, unità di misura, simbologia	pag.8
2 Schema di funzionamento dell'impianto	pag.10
2.1 Conferimento dei rifiuti	pag.10
2.2 Verifiche per l'accettazione dei rifiuti	pag.11
2.2.1 Rifiuti Urbani	pag.11
2.2.2 Rifiuti Speciali	pag.12
2.2.3 Potere calorifico medio dei rifiuti	pag.14
2.3 Controllo Radiometrico	pag.14
2.4 L'impianto di combustione	pag.15
2.5 La Caldaia	pag.16
2.6 La produzione di energia	pag.17
2.7 Il trattamento dei fumi	pag.17
2.8 Sistema di riduzione degli NO _x	pag.18
2.9 Efficientamento continuo dei sistemi di trattamento dei fumi	pag.19
2.10 Sistemi di controllo dei fumi	pag.20
2.10.1 Controlli in continuo	pag.20
2.10.2 Controlli periodici	pag.21
2.11 Gestione delle acque	pag.22
2.11.1 Approvvigionamento idrico	pag.22
2.11.2 Scarichi idrici	pag.22
2.12 Addetti in servizio presso il TU	pag.23
3 Aspetti autorizzativi	pag.24
3.1 Autorizzazione integrata ambientale (AIA)	pag.24
3.2 Campionatori in continuo dei microinquinanti	pag.24
3.3 Pubblicazione su internet dati di emissione	pag.25
4 Tipologia dei rifiuti trattati nell'impianto	pag.26
4.1 Tipologia e quantità dei rifiuti trattati nel TU	pag.26
4.2 Provenienza geografica dei rifiuti trattati nel TU	pag.26
5 Riepilogo delle analisi effettuate sulle emissioni	pag.27
5.1 Descrizione microinquinanti/macroinquinanti	pag.27
5.1.1 Macroinquinanti monitorati a camino	pag.27
5.1.2 Microinquinanti monitorati a camino	pag.29
5.2 Rappresentazione delle concentrazioni dei macroinquinanti tramite box plot	pag.31
5.3 Risultati dei controlli effettuati da ARPA	pag.33
6 Residui della combustione	pag.34
7 Quantità di emissioni annue prodotte dal Termoutilizzatore	pag.35
7.1 Il sistema INEMAR	pag.35
8 Energia prodotta dal Termoutilizzatore	pag.39
9 Il progetto FLUEGAS CLEANING	pag.40
10 L'impianto ed i cambiamenti climatici	pag.43
SEZIONE II: DATI E GRAFICI	pag. 48
SEZIONE III: DATI STORICI	pag.58





I COMPONENTI DELL'OSSERVATORIO SUL TERMOUTILIZZATORE DI BRESCIA

L'osservatorio si è dotato di un marchio identificativo che lo caratterizzerà in ogni aspetto comunicativo e di divulgazione dei dati.

Con Delibera n. 729 del 7 dicembre 2018 la Giunta comunale ha ricostituito l'Osservatorio del Termoutilizzatore composto dai seguenti soggetti:

- Assessore all'Ambiente, al Verde ed ai Parchi sovra comunali in qualità di Presidente;
- Responsabile del Settore Sostenibilità Ambientale o suo delegato;
- Presidente della Commissione consiliare Ecologia, Ambiente e Protezione Civile o suo delegato;
- n. 1 Consigliere comunale indicato dalla maggioranza;
- n. 2 Consiglieri comunali indicati dalle minoranze;
- n. 1 esperto in materie ambientali indicato dall'Assessore all'Ambiente e Protezione Civile;
- n. 1 esperto di fisica ambientale indicato dall'Università Cattolica del Sacro Cuore di Brescia;
- n. 1 esperto in materia per quanto attiene agli aspetti giuridico legali indicato dall'Università degli Studi di Brescia – Dipartimento di Giurisprudenza;
- n. 1 rappresentante delle organizzazioni sindacali;
- n. 1 rappresentante dei Presidenti dei Consigli di Quartiere;
- n. 3 aderenti alle associazioni ambientaliste indicati dalla Consulta per l'ambiente, di cui almeno n. 2 aderenti alla Consulta stessa;

La delibera della Giunta del Comune di Brescia prima citata indica inoltre le principali finalità dell'Osservatorio:

- valutazione di eventuali problematiche segnalate riguardo alle emissioni in atmosfera;
- analisi periodica dei risultati dei controlli effettuati dall'ente gestore;
- monitoraggio dei flussi di rifiuti solidi urbani e di rifiuti speciali in ingresso all'impianto, suddivisi per codici EER, per Provincia di provenienza e per periodo di conferimento;
- elaborazione, con il coinvolgimento diretto del gestore, di efficaci campagne di comunicazione alla cittadinanza sull'attività del termoutilizzatore;
- valutazione dell'attività svolta nel precedente Osservatorio per riproporre eventualmente aspetti evidenziati e non conclusi;
- redazione annuale di documento riepilogativo dell'attività svolta, da pubblicare nella pagina Web dedicata all'Osservatorio già presente nel sito del Comune di Brescia;
- redazione con cadenza almeno biennale di una relazione (Rapporto dell'Osservatorio) al fine di riferire al Sindaco e alla cittadinanza in merito all'attività svolta.

Il documento in Sintesi

Il presente Rapporto 2022 è stato redatto in continuità con il Rapporto precedente, ed è suddiviso in tre sezioni:

- DESCRIZIONE - Sono riportati brevi capitoli descrittivi degli elementi tecnologici e gestionali utili alla comprensione del funzionamento dell'impianto, integrati con capitoli informativi dei parametri analizzati al fine di comprenderne l'eventuale impatto ambientale.
- DATI E GRAFICI - I parametri, il cui significato è stato descritto nella sezione precedente, sono riportati in forma tabellare e grafica in un'unica sezione in modo da consentire al lettore una rapida consultazione
- DATI STORICI - Sono stati riportati i principali dati di sintesi degli ultimi 5 anni

In merito al contenuto sono stati analizzati i dati relativi al funzionamento dell'impianto nel 2022:

- sono state valutate le emissioni di macroinquinanti e microinquinanti a camino (per tutte e tre le linee dell'impianto);
- le verifiche di parte terza (ARPA e laboratori certificati ACCREDIA), confermano che gli strumenti di misura degli inquinanti installati a camino sulle tre linee operano correttamente e che le emissioni sono risultate entro i limiti fissati dalle autorizzazioni;
- l'osservazione degli elementi a disposizione indica un quadro complessivo di funzionamento dell'impianto nel rispetto delle prescrizioni autorizzative, un sistema di autocontrollo (SME-campagne periodiche) attivato e mantenuto attivo dall'azienda, funzionante e a regime, un sistema di controllo da parte di ARPA puntuale e attivo;
- le relazioni riepilogative dei rifiuti speciali conferiti al TU nell'anno 2022 hanno permesso di proseguire nella conoscenza dei dati per tipologia di rifiuto (codice EER) e per provenienza con dettaglio Regionale e Provinciale;
- dai grafici relativi ai macroinquinanti, misurati in continuo al camino sulle tre linee {Ossido di Carbonio (CO), Ossidi di Azoto (NO_x), Ossidi di Zolfo (SO₂), Ammoniaca (NH₃), Acido Cloridrico (HCl), Carbonio Organico Totale (COT)}, e dalle tabelle relative ai microinquinanti, misurati in discontinuo a camino sulle tre linee con frequenza quadrimestrale da laboratori accreditati ACCREDIA e comunicati ad ARPA (policlorodibenzodiossine (PCDD), policlorodibenzofurani (PCDF), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), dei Metalli (Sb, As, Tl, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Co, Se, Sn, Zn, V, Mn) e dell'Acido Fluoridrico (HF)), si osserva che le misurazioni in continuo (autocontrollo attraverso il sistema SME) e quelle in discontinuo sono risultate inferiori ai valori limite richiamati nel decreto di autorizzazione;
- E' stato aggiornato un nuovo capitolo descrittivo del nuovo progetto di revamping del sistema di trattamento fumi e recupero di calore.

SEZIONE I

DESCRIZIONE

01. TERMINOLOGIA, UNITÀ DI MISURA, SIMBOLOGIA

Termoutilizzatore	TU
Osservatorio sul Termoutilizzatore	OTU

Emissioni

• Anidride carbonica	CO ₂
• Monossido di Carbonio	CO
• Biossido di Zolfo	SO ₂
• Ossidi di Azoto	NO _x
• Acido Cloridrico	HCl
• Acido Fluoridrico	HF
• Polveri Totali Sospese	PTS
• Carbonio Organico Totale	COT
• Ammoniaca	NH ₃
• Policlorodibenzodiossine e Policlorodibenzofurani	PCDD PCDF
• Policlorobifenili Policlorobifenili Diossina-Simili	PCB PCBDL
• Policlorobifenili Non-Diossina-Simili	PCBNL
• Idrocarburi Policiclici Aromatici	IPA

Metalli pesanti

• mercurio	Hg
• cadmio	Cd
• tallio	Tl
• antimonio	Sb
• arsenico	As
• piombo	Pb
• cromo	Cr
• cobalto	Co
• rame	Cu
• manganese	Mn
• nichel	Ni
• vanadio	V
• stagno	Sn
• zinco	Zn

Unità di Misura e acronimi

- g grammo
- mg milligrammo = $(1/1000)$ x grammo = un millesimo di grammo
- kcal chilocaloria = quantità di calore pari all'energia necessaria per portare 1 kg di acqua distillata da 14,5°C a 15,5°C alla pressione di 1 atmosfera
- Nm³ Normal -metro cubo: i limiti delle emissioni sono riferiti ad un gas di combustione deumidificato (secco) in condizioni Normali, cioè ad una temperatura di 0°C (273°K) ed ad una pressione di 1013 hPa, con un tenore di ossigeno libero dell'11% in volume
- ng nanogrammo = 10^{-9} g = $(1/1.000.000.000)$ x grammo = un miliardesimo di grammo
- fg femtogrammo = 10^{-15} g = $(1/1.000.000.000.000.000)$ x grammo = un milionesimo di miliardesimo di grammo
- < inferiore a ...
- MWe megawatt (pari a 1000 chilowatt) elettrici
- MWt megawatt (pari a 1000 chilowatt) termici
- GWh gigawattora (pari a 1 milione di chilowattora)
- t tonnellate
- t/a tonnellate all'anno
- g/a grammi all'anno
- QAL2 Procedimento per la determinazione della funzione di taratura e della sua variabilità nonché una prova della variabilità del sistema di misurazione automatico rispetto all'incertezza fornita dalla legislazione
- AST Prova di sorveglianza annuale per valutare se i valori ottenuti dal sistema di misura automatico soddisfano ancora i criteri di incertezza richiesti
- IAR Indice di Accuratezza Relativa.
- POPs Persistent Organic Pollutants - sostanze organiche persistenti
- CSS Combustibile Solido Secondario
- CDR Combustibile Da Rifiuti
- EER Elenco Europeo dei Rifiuti

02. SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

2.1 CONFERIMENTO DEI RIFIUTI

Al Termoutilizzatore (TU) vengono conferiti i Rifiuti Urbani (RU) (vale a dire tutto quanto non recuperato con la raccolta differenziata nell'ambito del Sistema Integrato dei rifiuti attivo a Brescia) e i Rifiuti Speciali non pericolosi da attività commerciali e produttive.

Nell'area di accesso/uscita al Termoutilizzatore sono presenti 5 pesa: 3 dedicate ai veicoli in ingresso e 2 a quelli in uscita. Vi viene effettuata la pesatura e il controllo dei veicoli in ingresso e in uscita all'impianto con registrazione in automatico del peso del carico. I materiali che escono dall'impianto sono costituiti principalmente da ceneri di combustione e da residui della depurazione dei fumi.

Al momento del conferimento all'impianto dei rifiuti, l'automezzo carico si ferma sulla pesa di ingresso; l'autista consegna il *badge* (trasmesso preventivamente ai conferitori) agli addetti alla pesa, dando così inizio alla procedura di identificazione del carico in ingresso da parte del sistema informatico aziendale che individua automaticamente i dati relativi al contratto di smaltimento rifiuti stipulato con A2A Ambiente.

L'autista consegna agli addetti alla pesa i documenti di viaggio. L'addetto alla pesa procede alla verifica della completezza e della regolarità dei documenti; quindi dà il consenso allo scarico e a questo punto l'automezzo può entrare nell'impianto e proseguire verso il locale scarico rifiuti.

Di seguito si riporta il numero di mezzi che, mediamente ogni giorno, conferiscono rifiuti al TU:

- 151 mezzi al giorno nel corso dell'anno 2022 (per un totale annuo pari a 46.664)

2.2 VERIFICHE PER L'ACCETTAZIONE DEI RIFIUTI

2.2.1 Rifiuti Urbani

Ai sensi dell'art. 184 del D.Lgs. 152/06 sono rifiuti urbani:

a) i rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;

b) i rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi adibiti a usi diversi da quelli di cui alla lettera a), assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità, ai sensi dell'articolo 198, comma 2, lettera g);

c) i rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade;

d) i rifiuti di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade e aree pubbliche o sulle strade e aree private comunque soggette a uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua

e) i rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali;

f) i rifiuti provenienti da esumazioni ed estumulazioni, nonché gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale diversi da quelli di cui alle lettere b), c) ed e);

Viste le diverse tipologie di matrici che possono costituire il Rifiuto Urbano, la normativa non prevede alcun controllo in ingresso agli impianti di trattamento-conferimento.

Presso il TU avviene comunque un controllo visivo dei rifiuti in vasca che sono visibili agli operatori delle benne di alimentazione dell'impianto.

Sui rifiuti urbani sono effettuate analisi merceologiche a campione a cura di IPLA (Istituto per le piante, il legno e l'ambiente della Regione Piemonte) presso il TU e precisamente tre analisi nel 2022.

Tali analisi sono eseguite ai soli fini conoscitivi per il processo dell'impianto e non per la valutazione dell'efficacia dei sistemi di raccolta differenziata.

Poiché presso l'impianto viene conferita solo la frazione non ulteriormente differenziabile, con i dati dei conferimenti in ingresso non è possibile valutare pienamente il sistema di raccolta differenziata presente a Brescia e Provincia. Per approfondire quest'ultimo aspetto ci si può riferire all'Osservatorio Provinciale Rifiuti (<https://www.provincia.brescia.it/impresa/ambiente/osservatorio-provinciale-rifiuti>).



2.2.2 Rifiuti Speciali

La classificazione del rifiuto e l'attribuzione del codice EER corretto, in base alla normativa di settore, è responsabilità del produttore.

Sui rifiuti Speciali sono effettuate attività di verifica, in applicazione di procedure trasmesse anche all'Autorità Competente per il Controllo.

Nelle attività di verifica per l'accettazione dei rifiuti si distinguono sei diversi livelli di controllo. In particolare, i controlli dei Livelli da 1 a 2 sono controlli esterni all'impianto perché devono essere effettuati presso i produttori e/o su documentazione fornita dal produttore del rifiuto. I controlli dei Livelli da 3 a 6 sono controlli interni all'impianto perché vengono effettuati sui rifiuti in fase di conferimento all'impianto:

- **livello 1:** viene effettuata una disamina approfondita del produttore/detentore del rifiuto speciale non pericoloso per ciascun sito/impianto allo scopo di attribuire un Rating del Sito Produttivo ed un Rating di attenzione. Il Rating del Sito Produttivo ha lo scopo di assegnare un giudizio sintetico per la valutazione delle caratteristiche generali dell'attività produttiva (caratteristiche delle materie prime e/o rifiuti utilizzati, del processo produttivo, dell'organizzazione aziendale, dello stato di pulizia dei luoghi, certificazioni QASE, ecc.) emerse nel corso dei sopralluoghi. Il Rating di Attenzione è relativo invece alla tipologia di rifiuti autorizzati/stoccati/trattati presso l'impianto, di particolare valore ai fini della pianificazione dei controlli;
- **livello 2:** consiste nell'identificazione di tutte le caratteristiche del rifiuto (tipo ed origine, composizione, consistenza ed altre proprietà che possono eventualmente includere anche informazioni sulle specifiche modalità di gestione da attuare); nella caratterizzazione di base, ove necessario, viene applicato un protocollo analitico finalizzato all'accertamento delle eventuali caratteristiche di pericolo del rifiuto, nonché all'acquisizione dei dati necessari al recupero energetico del rifiuto stesso. La caratterizzazione di base e la classificazione del rifiuto devono essere effettuate a cura del produttore, e devono essere rese disponibili prima dell'inizio dei conferimenti o comunque ogni qualvolta il processo produttivo, che ha generato il rifiuto, subisca delle variazioni significative e comunque dopo un periodo non superiore ad un anno. Tale periodo è ridotto a sei mesi per i codici a specchio;
- **livello 3:** nella fase di arrivo ed accesso all'impianto, si procede alla verifica documentale e pesatura del carico, presso la stazione di ricevimento, con ritiro e controllo della documentazione richiesta (produttore/trasportatori autorizzati, formulario, ecc.).

- **livello 4:** tutti gli automezzi autorizzati all'ingresso in impianto, che hanno ottenuto esito positivo nella fase di controllo di Livello 3, devono transitare attraverso il portale per la verifica dell'eventuale presenza di materiale radioattivo. Il controllo viene effettuato tramite tre rilevatori (scintillatori plastici di ampia superficie) fissati sul portale; nel caso i dispositivi segnalino la presenza di sorgenti radioattive, viene seguita una specifica procedura che prevede anche l'avviso di un "esperto qualificato" e, sotto la sua supervisione, l'individuazione, l'isolamento, la classificazione e la messa in sicurezza della fonte radioattiva. Solo gli automezzi per i quali si riscontra l'assenza di materiale radioattivo possono accedere all'area di scarico dei rifiuti;
- **livello 5:** nella fase di scarico vengono eseguiti degli esami finalizzati ad accertare che il carico di rifiuti in ingresso corrisponda a quanto indicato nei documenti di accompagnamento e che abbia le caratteristiche principali conformi alle specifiche di accettazione del Termoutilizzatore. Le verifiche speditive si dividono in due categorie: controlli visivi/olfattivi, a campione sui conferimenti di rifiuti speciali in ingresso all'impianto volti ad accertare la conformità del materiale e accurate ispezioni di ricerca dei marker di pericolosità del rifiuto, al fine di evitare conferimenti di rifiuti non conformi alle specifiche di accettazione dell'impianto;
- **livello 6:** consiste nell'esecuzione di analisi (chimiche e/o merceologiche) a campione per accertare che il rifiuto sia conforme alla sua caratterizzazione effettuata in fase di omologa.

Nel caso in cui i controlli effettuati evidenzino la non conformità di un carico di rifiuti, i conferimenti di detto soggetto vengono sospesi ed avviati accertamenti.

Nel corso del 2022 sono stati svolti i controlli di livello 5, di cui 360 controlli con scarico a terra per ricerca dei marker di pericolosità del rifiuto. Inoltre sono state effettuate le verifiche analitiche di livello 6.

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 1).

2.2.3 Potere calorifico medio dei rifiuti

Il potere calorifico medio dei rifiuti, calcolato mediante il bilancio termico di caldaia su base annuale è risultato pari a:

- 2.759 kcal/kg nel 2022
-

Le quantità dei rifiuti conferiti al Termoutilizzatore e dei rifiuti prodotti dal processo sono riportate mensilmente, per singolo EER, nell'applicativo web della Regione Lombardia O.R.SO. (Osservatorio Rifiuti SOvrregionale).

2.3 CONTROLLO RADIOMETRICO

Tutti i rifiuti conferiti accedono al Termoutilizzatore mediante un apposito *portale di controllo* situato all'ingresso per la verifica dell'eventuale presenza di materiale radioattivo.

Nel caso il rifiuto conferito contenga materiale radioattivo, la gestione è di competenza dell'Esperto Qualificato che dirige le operazioni finalizzate all'individuazione del rifiuto contaminato, all'isolamento della sorgente, alla qualifica del materiale emittente per mezzo di strumentazione specifica, alla messa in sicurezza della sorgente previo coinvolgimento dell'autorità competente.

Vengono distinte due tipologie di sorgenti:

a) a rapido decadimento: tipicamente rifiuti di origine medica (iodio 131 ecc.) vengono momentaneamente depositate in apposito locale per il loro completo decadimento al fine di consentirne lo smaltimento presso l'impianto.

b) a lento decadimento: su disposizione delle autorità, tali sorgenti sono mantenute in custodia temporanea, presso un idoneo locale all'interno del Termoutilizzatore, in attesa di smaltimento autorizzato dalle competenti autorità tramite ditte specializzate.

La documentazione prodotta dall'Esperto Qualificato descrive le operazioni d'individuazione e messa in sicurezza di materiale emittente contenuto nell'automezzo e la gestione del rifiuto radioattivo individuato.

Tale documentazione viene trasmessa alla Questura di Brescia, all'A.T.S., all'A.R.P.A., alla Regione Lombardia, ai Vigili del Fuoco e alla Prefettura.



Di seguito sono riportati i dati relativi alla gestione delle sorgenti individuate:

- nel 2022 sono state bonificate 51 sorgenti del tipo a) e 1 del tipo b)

Il rinvenimento di sorgenti di tipo a) avviene principalmente nei conferimenti dei rifiuti urbani tal quali e ha una variabilità annuale restando comunque nell'ordine di alcune decine.

2.4 L'IMPIANTO DI COMBUSTIONE

L'impianto è costituito da 3 linee di combustione, le prime due sono entrate in funzione nel 1998, la terza nel 2004. La terza linea inizialmente era dedicata esclusivamente alla combustione di rifiuti di origine prevalentemente vegetale.

L'elenco di tutti i codici EER per cui l'impianto è autorizzato alle operazioni di stoccaggio/recupero energetico è riportato nel decreto AIA.

Dopo i controlli amministrativi e radiometrici previsti dal protocollo di accettazione rifiuti, come descritti al paragrafo 2.2, gli automezzi accedono all'area di scarico, dove vengono effettuati gli ulteriori controlli previsti.

Tutti i mezzi conferitori sono dotati di sistemi automatici per lo scarico, pertanto non è necessaria la movimentazione degli stessi da parte degli operatori, ma i rifiuti sono scaricati direttamente dai mezzi nella vasca di stoccaggio.

I rifiuti sono movimentati nella vasca di stoccaggio per aumentarne l'omogeneità ed alimentare in modo uniforme le tre linee.

I rifiuti vengono immessi sulla griglia di combustione, costituita da 6 corsie in parallelo che hanno 15 gradini in movimento per consentire la miscelazione continua dei rifiuti e quindi la loro completa combustione.

L'ossigeno necessario alla combustione dei rifiuti è quello presente nell'aria; ogni 24 ore vengono mediamente alimentati al combustore 3.000.000 di Nm³ di aria (per ciascuna linea).

La combustione delle parti solide avviene sulla griglia, dove la temperatura della fiamma viene automaticamente mantenuta al valore di circa 1100°C, così da distruggere i componenti organici presenti nei rifiuti e, nel contempo, ridurre la formazione di Ossidi di Azoto e Monossido di Carbonio.



La combustione del gas originato dalla combustione a livello della griglia viene completata nella zona sovrastante, nella cosiddetta fase di postcombustione del processo.

In questa fase viene inoltre immessa e vaporizzata una miscela di acqua e ammoniaca allo scopo di ridurre la formazione degli Ossidi di Azoto durante il processo di combustione.

Dallo stadio denominato "combustore" si generano due prodotti: i fumi caldi che fuoriescono per entrare nella caldaia, e le ceneri pesanti che si raccolgono sul fondo alla griglia.

Le ceneri pesanti contengono una grande quantità di ferro; vengono avviate a un processo di selezione che permette tramite un'elettrocalamita la separazione dei metalli riutilizzabili/riutilizzati successivamente quale materia prima nei processi di seconda fusione dei metalli (fonderie, acciaierie).

La restante parte delle scorie è materiale inerte riutilizzabile, come sostituto della ghiaia vergine necessaria per coprire i rifiuti in discarica previo idoneo trattamento o come materiale inerte nel settore delle costruzioni.

2.5 LA CALDAIA

I fumi caldi provenienti dal combustore all'interno della caldaia entrano in contatto con i tubi dell'acqua e del vapore (più freddi), ai quali cedono calore.

L'acqua in pressione si scalda e, nell'evaporatore, bolle e diventa vapore saturo che viene infine surriscaldato. L'acqua entra in caldaia, alla pressione di 80 bar e ad una temperatura intorno a 130°C; il vapore esce dalla caldaia ad una pressione di 70 bar e ad una temperatura di circa 460°C.

La catena di acquisizione dati di processo è interamente ridondata (raddoppiata), al fine di garantire in ogni circostanza operativa un'elevata disponibilità e affidabilità dell'informazione. I valori sono riportati sulle postazioni operatore in sala controllo.

2.6 LA PRODUZIONE DI ENERGIA

Il gas generati dalla combustione dei rifiuti raggiungono una temperatura massima di circa 1100 °C e, attraversando il generatore di vapore, si raffreddano progressivamente cedendo calore al circuito idraulico percorso da acqua che prima si trasforma in vapore e quindi aumenta la sua temperatura fino a 460 °C.

Il vapore generatore dalle tre caldaie è inviato ad una turbina che trasforma l'energia termica contenuta nel vapore in energia meccanica di rotazione. La turbina ruota a 3000 giri al minuto trascinando un alternatore che produce energia elettrica ceduta alla rete di trasmissione nazionale.

Una parte del vapore, dopo aver attraversato la turbina, è inviata a scambiatori di calore per cedere calore alla rete del teleriscaldamento della città. Il rapporto tra produzione di calore e di energia elettrica cambia nella stagione invernale, dove è privilegiata la produzione di calore, e nella stagione estiva, dove è maggiore la produzione di energia elettrica. Il vapore esausto in uscita al processo è inviato ai sistemi di condensazione, tra i quali il principale è la rete del teleriscaldamento.

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 2).

Il sistema di produzione cogenerativa (energia elettrica e termica per il teleriscaldamento) consente all'impianto di raggiungere un livello elevato di efficienza (cioè il grado di sfruttamento dell'energia contenuta nei rifiuti).

2.7 IL TRATTAMENTO DEI FUMI

I fumi provenienti dalla caldaia sono inviati all'impianto di trattamento fumi; ai fumi vengono aggiunti calce idrata e carboni attivi.

La calce idrata si combina con le sostanze che si trovano allo stato gassoso, in particolare gli acidi cloridrico e fluoridrico e l'anidride solforosa e solforica, per formare sali di calcio che precipitano in fase solida e vanno a costituire le polveri poi trattenute dai filtri. I carboni attivi adsorbono i microinquinanti (tra cui metalli pesanti, diossine e furani) bloccandoli.

I fumi attraversano i filtri a maniche dove vengono trattenute le polveri generate dal processo.

Le maniche sono costituite da feltri di fibre sintetiche; ciascuna manica è lunga 7 metri ed ha un diametro di 13 centimetri. Ciascuna linea del TU ha un filtro composto da circa 2000 maniche.



I fumi aspirati dalla caldaia attraversano le maniche dall'esterno verso l'interno a bassa velocità (meno di 1 metro al minuto), il feltro delle maniche trattiene le polveri presenti nell'aeriforme.

I fumi escono dalle maniche depurati dalle polveri; vengono convogliati al camino fino all'altezza di 120 metri, dove infine vengono emessi in atmosfera.

Lo strato di polveri e incrostazioni che si forma sull'esterno delle maniche a seguito della filtrazione viene scrollato meccanicamente mediante "colpi" di aria compressa (processo automatico, temporizzato).

Le polveri scrollate dai filtri vengono raccolte nelle tramogge poste sul fondo del filtro a maniche e poi periodicamente convogliate ai silos di stoccaggio, tramite un sistema pneumatico a tenuta.

Tali polveri in cui si trovano concentrate le sostanze nocive presenti nei rifiuti trattati dal TU ma non eliminate dal processo della combustione, sono classificate come "rifiuti pericolosi" (codice EER 190105 – polveri di filtrazione o ceneri leggere) e vengono inviate ad impianti specializzati per il recupero e/o lo smaltimento.

2.8 SISTEMA DI RIDUZIONE DEGLI NO_x

Le emissioni di Ossidi di Azoto (NO_x) vengono ridotte mediante due processi complementari:

- **Abbattimento primario**, che agisce sugli NO_x all'origine (durante la combustione) sfavorendone la formazione;
- **Abbattimento secondario**, che abbatte gli NO_x comunque generatesi nella combustione e presenti nell'effluente gassoso a valle della combustione.

L'abbattimento primario dipende dallo sviluppo del processo di combustione che viene regolato automaticamente dal sistema di controllo e supervisione computerizzato, in maniera ottimale agendo con criteri e modalità coordinati, su:

- velocità di avanzamento delle singole parti del letto di combustione, mediante opportuni comandi di avanzamento dei diversi settori della griglia;
- portata e ripartizione dell'aria primaria e secondaria, al fine di assicurare la temperatura e la concentrazione di ossigeno ottimale in ogni zona del letto di combustione;
- portata dei gas di ricircolo, per mantenere una corretta temperatura e miscelazione dei gas nella zona di postcombustione, limitando al contempo l'eccesso di O₂.

L'abbattimento secondario si basa sul sistema SNCR (Selective Non Catalytic Reduction) che, mediante l'iniezione di una soluzione acquosa di ammoniacale al 24%

nel giro fumi di caldaia dove la temperatura dei gas è di circa 850-950°C, riduce l'azoto contenuto negli NO_x ad N₂. Il dosaggio della soluzione acquosa di ammoniaca viene regolato automaticamente sulla base delle misure di NO_x al camino. Il sistema SNCR è inoltre integrato da un sistema catalitico SCR High-Dust: le reazioni di eliminazione degli NO_x si completano nel catalizzatore posizionato all'interno del percorso dei fumi in caldaia prima del sistema di abbattimento del particolato in una posizione dove la temperatura dei gas è ancora sufficientemente elevata (250/280°C) affinché il catalizzatore sia attivo.

2.9 EFFICIENTAMENTO CONTINUO DEI SISTEMI DI TRATTAMENTO DEI FUMI

Il Termoutilizzatore di Brescia, progettato agli inizi degli anni '90, è entrato in servizio nel 1998. L'impianto venne allora equipaggiato con un innovativo sistema di depurazione dei gas di combustione del tipo a secco, in grado da un lato di assicurare con ampi margini i livelli emissivi richiesti dalle norme allora vigenti e, dall'altro, di garantire un'elevata efficienza energetica dell'impianto. Le norme ambientali allora vigenti (DPR 503/1997) prevedevano un limite di emissione degli ossidi di azoto di 200 mg/Nm³ e di 20 mg/Nm³ per l'acido cloridrico.

L'originario impianto di depurazione fumi si dimostrò già adeguato rispetto alle BREF Waste Incineration 2006 e in grado di rispettare i limiti emissivi imposti dalla direttiva 76/2000, recepita in Italia dal DPR 133/2005. In particolare la direttiva ridusse il limite per l'acido cloridrico a 10 mg/Nm³.

Progressivamente, nel corso degli anni, le prestazioni del sistema di depurazione fumi sono state ulteriormente migliorate con una serie di interventi sia di tipo gestionale (assetti di esercizio, ottimizzazione delle regolazioni, ecc.) sia di tipo impiantistico.

In particolare per ciascuna linea di combustione, nel 2009, rispetto alla configurazione originaria, è stata incrementata del 8% la superficie del filtro a maniche, e negli anni 2006-2010 è stato installato un catalizzatore cosiddetto High Dust per ridurre le emissioni degli ossidi di azoto e contenere quelle di ammoniaca, nel frattempo anch'esse soggette a limite autorizzativo (10 mg/Nm³).

A dicembre 2019 è stato pubblicato l'aggiornamento del Documento di Riferimento (BREF) delle Best Available Technique (BAT). Le autorizzazioni in essere per tutti gli impianti di termovalorizzazione tengono conto dei riferimenti inseriti nel documento BREF precedente, datato 2006.

La Regione Lombardia avvierà nel corso dell'anno 2022 il riesame dell'autorizzazione integrata ambientale dove verranno definiti i criteri di applicazione delle BAT Conclusion.

2.10 SISTEMI DI CONTROLLO DEI FUMI

2.10.1 Controlli in continuo

Il Sistema di Monitoraggio in continuo delle Emissioni (SME) permette il controllo immediato delle condizioni di funzionamento dell'impianto; è gestito dall'azienda e consente di raccogliere i dati relativi alle emissioni degli inquinanti normati. Tale sistema è costituito principalmente da: strumentazioni in campo, sistema di acquisizione delle misure e sistema di acquisizione, elaborazione e archiviazione dei dati.

I composti monitorati sono:

- Ossido di Carbonio (CO);
- Ossidi di Azoto (NO_x);
- Ossidi di Zolfo (SO₂);
- Ammoniaca (NH₃);
- Acido Cloridrico (HCl);
- Acqua (H₂O);
- Carbonio Organico Totale (COT);
- Ossigeno (O₂).

Al fine di garantire massima disponibilità, affidabilità e sicurezza delle informazioni acquisite, evitando in particolare la perdita di dati, sono presenti per ogni linea di combustione due sistemi di controllo che acquisiscono i dati in modo continuo e indipendente l'uno dall'altro.

La strumentazione di campionamento e analisi è certificata secondo la norma UNI EN 15267; la gestione segue le prescrizioni di legge e, come stabilito, la norma UNI EN 14181.

Il campione prelevato per l'analisi passa attraverso i diversi *analizzatori* in continuo che forniscono i valori di concentrazione dei parametri monitorati.

Tali valori sono acquisiti dal sistema informatico di controllo distribuito (DCS) di impianto attraverso tre sistemi di raccolta dati ridondati, uno per ogni linea di combustione, al fine di garantire la massima affidabilità e sicurezza di registrazione degli stessi.

I dati sono quindi inviati al sistema di acquisizione, elaborazione, validazione ed archiviazione delle informazioni, costituito da due computer Server in configurazione ridondata: ognuno dei due server procede in maniera indipendente all'acquisizione dei dati.

I dati acquisiti sono elaborati secondo quanto prescritto (norme UNI EN 14181), legislazione nazionale (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.) e regionale (D.d.s. 4343 e D.d.u.o. 12834) e Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto.

I dati misurati vengono trasmessi al Sistema della Rete Regionale SME (AEDOS) per la loro acquisizione in tempo reale da parte di ARPA Lombardia, collocato presso la sede centrale dell'Agenzia.

Il sistema di controllo in continuo dei fumi (SME) viene sottoposto ogni anno alle verifiche previste dalla norma UNI EN 14181:2015 (Controlli denominati QAL 2 e AST) e dalla legislazione nazionale D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (controllo IAR). La verifica viene effettuata da un laboratorio certificato (norma UNI EN 17025) ACCREDIA. I rapporti di verifica sono inviati ad ARPA.

Nel 2022 sono stati effettuati 7 controlli QAL 2 e 3 controlli AST.

2.10.2 **Controlli periodici**

L'Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto, oltre al controllo in continuo tramite SME, prescrive la misura discontinua dei microinquinanti PCDD, PCDF, degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), dei Metalli (Sb, As, Tl, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Co, Se, Sn, Zn, V, Mn) e dell'Acido Fluoridrico (HF) con frequenza quadrimestrale.

Queste analisi vengono quindi effettuate 3 volte l'anno a cura di laboratori accreditati ACCREDIA (norma UNI EN 17025) per il campionamento e l'analisi dei microinquinanti. I risultati delle analisi sono comunicati ad ARPA tramite il sistema applicativo web AIDA (Applicativo Integrato Di Autocontrollo; applicativo appositamente sviluppato da ARPA per la gestione integrata degli Autocontrolli IPPC-AIA, facente parte del Sistema di Gestione delle Verifiche Ispettive di ARPA Lombardia).

2.11 GESTIONE DELLE ACQUE

2.11.1 Approvvigionamento idrico

Il Termoutilizzatore è stato realizzato in modo da ridurre al minimo i consumi idrici; a tal fine si sono adottate, fin dalla sua progettazione, tecnologie a basso consumo ricorrendo al riutilizzo d'acqua sia all'interno dell'impianto sia in sinergia con la vicina Centrale Lamarmora.

Gli approvvigionamenti idrici all'interno dell'impianto sono i seguenti:

- acqua demineralizzata proveniente dall'impianto sito presso Centrale Lamarmora – essa è utilizzata per il ciclo termico;
- acqua industriale prelevata da pozzi (Termoutilizzatore, profondità massima 70 m dal piano campagna, e Centrale Lamarmora, profondità massima 90 m dal piano campagna) – utilizzata per scopi prevalentemente industriali quali il reintegro della torre evaporativa, il raffreddamento ceneri di fondo caldaia, oltre che, in misura minima, per altri scopi secondari quale, ad esempio, il lavaggio dei piazzali;
- acqua industriale prelevata da pozzo innaffio per irrigazione aree verdi;
- acqua recuperata dalla Centrale Lamarmora – si tratta di acqua proveniente dall'impianto di trattamento reflui industriali sito presso la Centrale Lamarmora che tratta le acque della Centrale e del Termoutilizzatore;
- acqua da acquedotto (presso il Termoutilizzatore – utilizzata per scopi civili e soccorso per usi industriali).

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 3).

2.11.2 Scarichi idrici

Nello stabilimento si producono diverse tipologie di acque reflue che sono raccolte da reti distinte. Non sono presenti scarichi di acque reflue derivanti dalla depurazione degli effluenti gassosi, in quanto tutto il trattamento fumi è di tipo "a secco".

Si possono distinguere le seguenti tipologie di acque reflue:

- acque di processo: sono le acque derivanti dal processo dell'impianto. Le

acque derivanti dallo spurgo continuo delle caldaie, costituite da acqua demineralizzata, sono riutilizzate per reintegrare il fabbisogno di acqua della rete di teleriscaldamento. Le altre tipologie (derivanti da drenaggi di caldaia e ciclo termico o dal lavaggio di piazzali e locali) sono convogliate in pozzetti e da qui inviate alla vasca di raccolta acque tecnologiche. L'acqua raccolta nella vasca tecnologica è normalmente recuperata all'interno dell'impianto per il raffreddamento delle ceneri pesanti di fondo caldaia. Quanto non recuperabile all'interno dell'impianto è inviato all'impianto di trattamento presso la Centrale Lamarmora. Le acque di spurgo della torre evaporativa di raffreddamento, normalmente utilizzata quando è minima la domanda di calore dalla rete di teleriscaldamento (periodo aprile-ottobre) vengono inviate in fognatura nel rispetto dei parametri di legge.

- acque meteoriche: tali acque sono raccolte in una vasca di stoccaggio attigua alla vasca acque tecnologiche. La vasca per le acque meteoriche (vasca di prima pioggia) è dotata di un sistema che permette la separazione delle sostanze galleggianti (oli, idrocarburi, ecc.) eventualmente presenti nelle acque provenienti dal dilavamento di strade e piazzali. L'acqua presente nella vasca delle acque meteoriche viene normalmente inviata nella vasca tecnologica a mezzo pompa e da qui recuperata per lo spegnimento delle ceneri pesanti.
- acque nere: provenienti dai servizi igienici, sono raccolte dalla rete interna dedicata e convogliate nella fognatura pubblica che passa in prossimità dell'impianto.

2.12 ADDETTI IN SERVIZIO PRESSO IL TU

Gli addetti al Termoutilizzatore sono 117 (situazione ad Dicembre 2022)

- 1 responsabile
- 6 servizi amministrativi e logistica
- 68 addetti all'esercizio
- 3 addetti alla gestione manutenzione
- 17 addetti alla manutenzione meccanica
- 16 addetti alla manutenzione elettrica
- 6 addetti ai controlli chimici e ambientali

Per l'impianto Termoutilizzatore sono attivi i sistemi di gestione della sicurezza e ambientale.



03. ASPETTI AUTORIZZATIVI

3.1 AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE (AIA)

Dall'anno 2005, con la pubblicazione del D.Lgs. 18/02/2005 n. 59 ("Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento"), successivamente ricompreso nel D.Lgs. 152/2006 "Testo Unico Ambientale" lo Stato Italiano si dota di una norma per la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (I.P.P.C.- Integrated Pollution Prevention and Control) al fine di ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente. Sono stabilite quindi misure intese ad evitare oppure, ove ciò non sia possibile, a ridurre le emissioni e gli impatti nell'aria, nell'acqua e nel suolo, comprese le misure relative ai rifiuti, da parte di diverse attività produttive tra le quali rientrano anche i termovalorizzatori.

L'Autorizzazione Integrata Ambientale oggi sostituisce ogni altro visto, nulla osta, parere o autorizzazione in materia ambientale.

L'attività del TU di Brescia per l'anno 2017 è stata autorizzata, per gli aspetti ambientali, dall'Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.) n. 9560 del 31 agosto 2007 e dal successivo rinnovo Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.) n. 1494 del 25 febbraio 2014 (consultabile sul sito internet del Comune di Brescia).

L'attività del TU di Brescia per l'anno 2018 è stata autorizzata, per gli aspetti ambientali, dall'Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.) n. 15146 del 30 novembre 2017 (consultabile sul sito internet del Comune di Brescia).

Nel corso del 2019 la Regione Lombardia ha emesso la nuova Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.), n. 5609 del 17 aprile 2019, così come modificata dal D.d.s. n. 5914 del 23 aprile 2019 e D.d.s. 15919 del 06 novembre 2019 e D.d.s. 13338 del 07 ottobre 2021.

3.2 CAMPIONATORI IN CONTINUO DEI MICROINQUINANTI

In attuazione di quanto previsto dal decreto di Autorizzazione Integrata Ambientale della Regione Lombardia, sulle tre linee sono installati, ormai da tempo (oltre 10 anni), in via definitiva, i campionatori in continuo dei microinquinanti, PCDD, PCDF, IPA, PCB.

Ad oggi non esistono sistemi di misura in grado di fornire i valori dei microinquinanti organici in tempo reale come invece avviene per i macroinquinanti monitorati dal Sistema di Monitoraggio in continuo.

Il sistema di campionamento in continuo ha la funzione di aspirare i fumi dal camino

facendoli transitare attraverso una fiala con materiale adsorbente che trattiene i microinquinanti organici. Il campionamento a lungo termine copre almeno 15 giorni di funzionamento, comprese le fasi di avviamento ed arresto, delle linee di combustione durante un mese solare.

Al termine del periodo di campionamento, la fiala è inviata ad un laboratorio esterno accreditato per eseguire le analisi chimiche necessarie alla valutazione delle concentrazioni dei diversi parametri. Lo stesso laboratorio ha anche il compito di preparare la fiala col materiale adsorbente prima dell'inizio del campionamento.

3.3 PUBBLICAZIONE SU INTERNET DATI DI EMISSIONE.

A2A pubblica con cadenza settimanale i risultati delle emissioni rilevate dallo SME sulla seguente pagina web:

<https://www.a2a.eu/it/sostenibilit%C3%A0/brescia-emissioni>

04. TIPOLOGIA DEI RIFIUTI TRATTATI NELL'IMPIANTO

4.1 TIPOLOGIA E QUANTITÀ DEI RIFIUTI TRATTATI NEL TU

Nell'anno 2022, sono state trattate dal TU le seguenti tipologie di rifiuti:

- Rifiuti urbani (provenienti dalla raccolta urbana dei rifiuti domestici);
- Rifiuti speciali generici non pericolosi: rifiuti tessili, imballaggi misti, rifiuti dal trattamento e preparazione di alimenti, fanghi biologici disidratati, rifiuti della lavorazione della carta;
- Rifiuti speciali derivanti dal trattamento di rifiuti urbani (scarti del compostaggio e/o della selezione meccanica di rifiuti urbani, combustibile derivato dai rifiuti urbani).

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 4).

4.2 PROVENIENZA GEOGRAFICA DEI RIFIUTI TRATTATI NEL TU

I rifiuti urbani conferiti all'impianto provengono dal bacino provinciale e della Regione Lombardia. Mentre i rifiuti speciali possono avere una provenienza, oltre che dal bacino della Regione Lombardia, anche da fuori regione.

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 5).

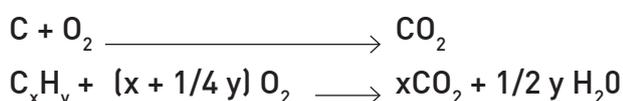
05. RIEPILOGO DELLE ANALISI EFFETTUATE SULLE EMISSIONI

5.1 DESCRIZIONE MICROINQUINANTI/MACROINQUINANTI

5.1.1 Macroinquinanti monitorati a camino

- **Anidride carbonica (CO₂)**

È il gas che si genera a seguito di ogni processo di combustione di combustibili contenenti atomi di carbonio secondo le reazioni chimiche seguenti:



Non viene misurata direttamente al camino, ma viene fatta una stima dalle analisi sui rifiuti in ingresso.

- **Monossido di Carbonio (CO)**

Il monossido di carbonio è generato da processi di combustione incompleta dei combustibili fossili. La combustione di composti contenenti carbonio determina, in condizioni stechiometriche, acqua e anidride carbonica. Tuttavia, in condizioni reali non si ha un rapporto ottimale aria/combustibile, si è in presenza di impurità e additivi e condizioni imperfette in camera di combustione (geometria del combustore, temperature e pressioni non ottimali) per cui, oltre alla produzione di acqua e anidride carbonica, vengono prodotti idrocarburi incombusti e monossido di carbonio a causa dell'ossidazione incompleta dell'atomo di carbonio.

La principale sorgente è il traffico veicolare ma un importante contributo è dato anche dai processi di combustione di tipo industriale e residenziale.

- **Biossido di Zolfo (SO₂)**

Il biossido di zolfo si origina da processi di combustione di composti organici di origine fossile contenenti zolfo. Le sorgenti principali sono le centrali di produzione di energia, seguite dalla combustione industriale e dai processi produttivi e dalla combustione residenziale se gli impianti di riscaldamento sono alimentati da carbone, olio combustibile, biomasse e gasolio.

- **Ossidi di Azoto (NO_x)**

Gli ossidi di azoto, tra i quali l'unico ad essere normato è il biossido di azoto (NO₂), vengono generati dai processi di combustione di qualsiasi combustibile ove si usi l'aria come comburente. Il biossido di azoto è da ritenersi un inquinante atmosferico pericoloso sia per la sua tossicità per l'uomo sia perché è precursore, attraverso una serie di reazioni fotochimiche, di composti secondari quali il particolato fine (PM 10 ≤ 10 μm) e l'ozono. Gli ossidi di azoto sono prevalentemente emessi dal trasporto su strada, seguito in importanza dalla combustione industriale, dai processi produttivi e dalla combustione residenziale.

- **Acido Cloridrico (HCl)**

È un gas incolore dall'odore pungente formato da atomi di cloro e idrogeno. Può avere sorgenti di tipo naturale (eruzioni vulcaniche) ma anche di tipo industriale, ottenuto per sintesi diretta degli elementi che lo costituiscono o per reazione di cloruro sodico con acido solforico o con una miscela di anidride solforosa e ossigeno o come sottoprodotto della clorurazione di prodotti organici.

- **Acido Fluoridrico (HF)**

È un gas incolore dall'odore penetrante e si presenta in natura come prodotto dell'attività esalativa dei vulcani ma può anche essere emesso da sorgenti industriali per sintesi diretta degli elementi che lo costituiscono e in particolare dalla combustione di plastiche e polimeri. L'acido fluoridrico può anche essere ottenuto industrialmente per azione dell'acido solforico sui fluoruri minerali come ad esempio la fluorite (CaF₂) ad una temperatura intorno ai 250 °C.

- **Polveri Totali Sospese (PTS)**

Si tratta di particelle solide o liquide sospese in atmosfera a causa di fenomeni di tipo sia naturale (come la polvere trasportata dal vento, spray marino, eruzioni vulcaniche) che antropico (come il traffico veicolare, la combustione industriale e residenziale, i processi produttivi e l'agricoltura). Oltre alle sorgenti di tipo primario citate esiste una componente del particolato di origine secondaria che si genera da reazioni chimiche di composti gassosi presenti in atmosfera (come gli ossidi di azoto e zolfo e l'ammoniaca). Gli effetti sulla salute più importanti sono legati alle particelle di piccole dimensioni (PM₁₀ e PM_{2,5} che presentano un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm e 2,5 µm rispettivamente) dato che sono in grado di penetrare le vie respiratorie in profondità rilasciando componenti tossiche come i metalli pesanti in esse contenuti.

- **Carbonio Organico Totale (COT)**

È un indicatore che esprime la quantità di carbonio legato nei composti organici che si generano in qualsiasi processo di combustione e la sua concentrazione rappresenta quindi il grado di completezza della combustione stessa. Il COT non identifica quindi un composto specifico ma fornisce una misura globale degli atomi di carbonio presenti nell'aria campione, a prescindere dal composto al quale appartengono.

- **Ammoniaca (NH₃)**

È il gas contenente idrogeno più abbondante in atmosfera dopo l'azoto molecolare (N₂) e il protossido di azoto (N₂O). Le sorgenti principali di ammoniaca sono l'agricoltura e le attività zootecniche, il trasporto su strada e i processi industriali dove l'ammoniaca viene spesso utilizzata per abbattere gli ossidi di azoto. Lo ione ammonio (NH₄⁺) è inoltre uno dei componenti principali del particolato secondario.



5.1.2 Microinquinanti monitorati a camino

- **PoliCloroDibenzoDiossine (PCDD) e PoliCloroDibenzoFurani (PCDF)**

Con il termine “diossine” si intende l’insieme di 210 composti chimici aromatici policlorurati, ossia formati da atomi di carbonio, idrogeno, ossigeno e cloro, distinti a loro volta in due famiglie: le dibenzo-p-diossine (PCDD) e i dibenzo-p-furani (PCDF). Si tratta di idrocarburi aromatici clorurati, non prodotti volutamente in processi chimici e/o combustivi, particolarmente stabili e persistenti nell’ambiente, tossici per l’uomo, gli animali e l’ambiente stesso. Esistono 75 congeneri (specie) di *diossine* e 135 di *furani*: di questi però solo 17, 7 PCDD e 10 PCDF, destano particolare attenzione dal punto di vista tossicologico (si tratta dei congeneri che presentano atomi di Cloro nelle posizioni 2,3,7,8 - congeneri 2,3,7,8 sostituiti. La 2,3,7,8 tetraclorodibenzo-p-diossina (TCDD) è la diossina caratterizzata da maggiore tossicità (unica riconosciuta cancerogena per l’uomo). La concentrazione di diossine e di furani nell’ambiente è espressa in tossicità equivalente (TEQ) si sommano le concentrazioni dei singoli congeneri moltiplicate per il loro specifico fattore di tossicità equivalente (TEF), dove il TEF della TCDD è quello di riferimento, posto quindi pari ad 1.

- **PoliCloroBifenili (PCB)**

Si tratta di molecole sintetizzate all’inizio del secolo scorso e prodotte commercialmente dal 1930 sebbene oggi buona parte di questi composti sia bandita a causa della loro tossicità e dalla loro tendenza al bioaccumulo. A differenza delle *diossine*, si tratta quindi di composti prodotti deliberatamente da processi industriali (fluidi dielettrici in apparecchiature elettroniche, additivi per vernici, antiparassitari, isolanti). I PCB vengono prodotti a partire dal petrolio e dal catrame, dai quali si estrae il benzene, che viene a sua volta trasformato in bifenile. Il bifenile viene a sua volta clorurato e trasformato in policlorobifenile (formula chimica: $C_{12}H_aCl_b$). In base alla distribuzione degli atomi di Cloro nella molecola si possono ottenere 209 congeneri (specie) di PCB. Attualmente la produzione è vietata e non sono più prodotti industrialmente stante le loro proprietà tossicologiche e in particolare la loro lunga persistenza nell’ambiente e il facile trasferimento nella catena trofica. Altre sorgenti un tempo meno importanti per l’ambiente sono divenute ora di grande rilevanza: l’incenerimento dei rifiuti, la concimazione dei terreni con fanghi provenienti dalla depurazione delle acque di scarico, la combustione di oli usati, le riserve di PCB nei sedimenti marini, fluviali e nei fanghi dei porti.

Alcuni congeneri di PCB evidenziano caratteristiche tossicologiche simili a quelle delle diossine (PCB dioxin like-PCB_{DL}); altre caratteristiche tossicologiche molto differenti (PCB non-dioxin like- PCB_{NDL}). Nel primo caso sono stati fissati fattori di tossicità equivalente (TEF) in relazione alla TCDD e ciò permette di ottenere le rispettive concentrazioni equivalenti (TEQ). La TEQ relativa a PCB_{DL} è quindi addizionata con le TEQ di PCDD e PCDF per ottenere la tossicità equivalente complessiva.

- **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)**

Si formano dalla combustione incompleta di materiale organico (carbone, olio combustibile, gasolio, biomassa legnosa) e sono composti caratterizzati da due o più anelli di benzene (formula chimica del benzene: C_6H_6) disposti secondo strutture differenti e contengono quindi solo atomi di carbonio e idrogeno. Sono ad oggi state classificate più di 100 specie di IPA in atmosfera. Nonostante alcuni IPA siano emessi da fenomeni naturali (incendi boschivi ed eruzioni vulcaniche) la maggior parte degli IPA presenta sorgenti di tipo antropico. Le sorgenti principali sono il riscaldamento domestico, i processi industriali, le combustioni all'aperto, la produzione di energia ma anche le emissioni da traffico, con particolare riferimento alle aree urbanizzate.

- **Metalli pesanti**

Le emissioni di metalli pesanti derivano in gran parte dalla combustione, sia industriale sia non industriale, dai processi produttivi e dalla produzione di energia. I metalli pesanti hanno una notevole rilevanza sanitaria in quanto persistono nell'ambiente dando luogo a fenomeni di bioaccumulo e sono, inoltre, riconosciuti come importanti agenti cancerogeni, tra questi l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il cromo (Cr) e il nichel (Ni) ricadono nella classe 1 (cancerogeni certi) dello IARC. Di seguito si elencano i metalli pesanti normati e quindi monitorati presso il termovalorizzatore di Brescia:

- Mercurio (Hg);
- Cadmio (Cd);
- Tallio (Tl);
- Antimonio (Sb);
- Arsenico (As);
- Piombo (Pb);
- Cromo (Cr);
- Cobalto (Co);
- Rame (Cu);
- Manganese (Mn);
- Nichel (Ni);
- Vanadio (V);
- Stagno (Sn);
- Zinco (Zn).

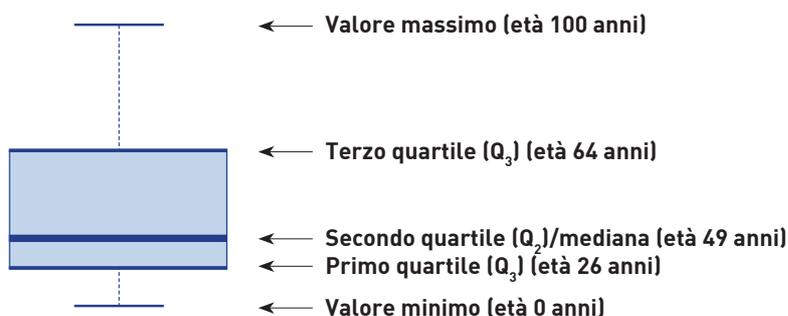
Nelle relazione "*Dati di funzionamento TU anno 2022*" pubblicata sul sito del Comune di Brescia "*Osservatorio Termoutilizzatore dal 2014*" sono riportati i risultati delle analisi chimiche effettuate per i microinquinanti.

<https://www.comune.brescia.it/aree-tematiche/ambiente/osservatori/osservatorio-termoutilizzatore>

5.2 RAPPRESENTAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI DEI MACROINQUINANTI TRAMITE BOX PLOT

In analisi di tipo statistico, il “box plot” permette di rappresentare una distribuzione di valori suddividendo l'intera popolazione in intervalli di valori specifici per valutare il loro grado di dispersione.

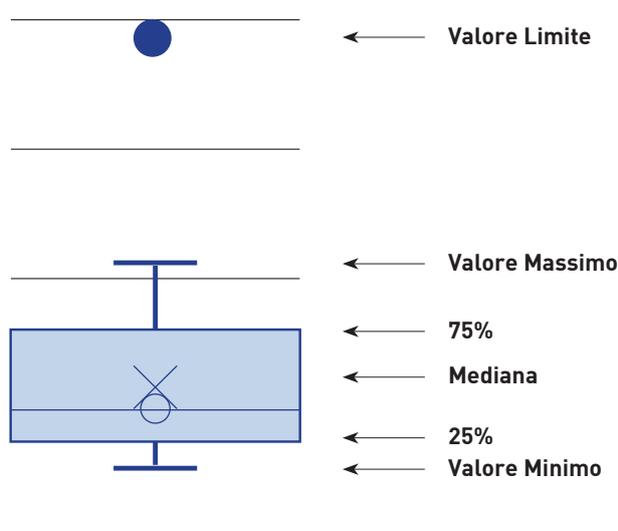
A titolo d'esempio, supponiamo di voler definire la distribuzione della popolazione residente a Brescia in base all'età. Prendendo come riferimento l'anno 2012, secondo i dati ISTAT 1741 persone presentavano un'età inferiore all'anno di vita e 60 persone un'età di 100 anni (considerando anche i pochissimi casi di persone con età superiore ai 100 anni inclusi nella stessa categoria). Rispetto alla popolazione totale (189085 residenti) e considerando il numero di persone associate ad un'età compresa tra i 0 e i 100 anni di vita risulta che il 25% della popolazione presenta un'età inferiore ai 26 anni, il 50% un'età inferiore ai 49 anni e il 75% un'età inferiore ai 64 anni. La rappresentazione della distribuzione dell'età della popolazione di Brescia tramite box plot porta quindi ad individuare gli estremi superiore e inferiore del box che rappresentano rispettivamente il terzo e primo quartile, ovvero i valori al di sotto dei quali cade il 75% e il 25% della popolazione (64 anni e 26 anni rispettivamente). La riga continua e spessa all'interno del box rappresenta invece il valore del secondo quartile (detto anche mediana), al di sotto del quale cade la metà (50%) della popolazione (di età inferiore ai 49 anni). Da ultimo, gli estremi dei segmenti individuati al di sopra e al di sotto del box rappresentano rispettivamente i valori di massimo e minimo rilevati (età di 100 e 0 anni rispettivamente).



Risultati del monitoraggio in continuo al camino

I grafici da Figura 3 a Figura 5 nella SEZIONE DATI E GRAFICI riportano i box plots relativi ai valori di concentrazione medi giornalieri dei macroinquinanti monitorati nei fumi del termovalorizzatore nel 2019 e nel 2020 in corrispondenza delle tre linee dell'impianto da cui si evince che, nonostante la variabilità dei valori registrati, le concentrazioni monitorate a camino sono sempre ben al di sotto dei valori limite di legge.

Nel grafico si riportano, per ciascun parametro, le seguenti informazioni:



Non si notano differenze statisticamente significative tra i dati di concentrazione monitorati in corrispondenza delle tre linee di campionamento, evidenziando una omogeneità nella tipologia di combustibile bruciato sulle tre griglie di combustione.

Dai grafici si può notare una variabilità molto ridotta delle emissioni di PTS, COT, HCl, SO₂, NH₃ grazie all'efficienza del sistema di abbattimento fumi costante nel tempo. Una maggiore variabilità si ha per i composti che sono fortemente legati al processo di combustione (NOX e CO). Infatti la temperatura di combustione influenza la produzione di ossidi di azoto (NOX) mentre il monossido di carbonio (CO) prodotto dipende dalla combustione incompleta di un combustibile per sua natura disomogeneo che non può avere per sua natura una composizione costante nel tempo.

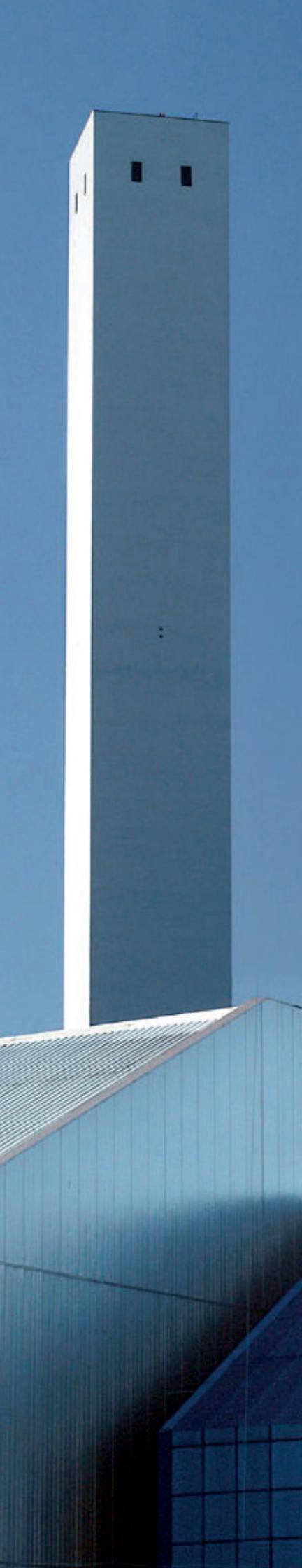
5.3 RISULTATI DEI CONTROLLI EFFETTUATI DA ARPA

Nel corso del 2022 non sono state svolte da ARPA Lombardia visite ispettive finalizzate al controllo del funzionamento dell'impianto e al rispetto delle prescrizioni dell'Autorizzazione Integrata Ambientale.

5.4 FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Nel corso del 2022 sono state effettuate le fermate programmate per manutenzione, secondo il calendario predisposto.

Non si sono registrati eventi anomali nel funzionamento dell'impianto tali da comportare un rischio per l'ambiente.



06. RESIDUI DELLA COMBUSTIONE

Dal processo di combustione dei rifiuti si generano due tipologie di materiali:

- residui inerti di combustione che si depositano sul fondo griglia delle caldaie (EER 190112 - ceneri pesanti e scorie);
- residui derivanti dal trattamento fumi, classificati come rifiuti pericolosi (EER 190105 – residui di filtrazione prodotti dal trattamento fumi).

Le *ceneri pesanti* da combustione sono pari a circa il 16 % del peso totale dei rifiuti in ingresso. Tale materiale, avendo subito un trattamento termico a temperatura di oltre 1000°C, risulta sostanzialmente privo delle *sostanze organiche pericolose* eventualmente contenute nei rifiuti di origine e presenta caratteristiche fisiche che lo renderebbero idoneo per impieghi nell'ambito delle costruzioni edili. Presso il Termoutilizzatore viene effettuata con un magnete la separazione del ferro che viene inviato direttamente al recupero (EER 190102 - materiali ferrosi estratti da ceneri pesanti).

Le ceneri pesanti vengono successivamente sottoposte ad uno specifico trattamento di separazione in impianti dedicati che consente prima di separare ulteriormente i metalli ferrosi e non ferrosi (che complessivamente rappresentano l'8-10% del totale) e quindi le diverse frazioni granulometriche dell'inerte. Queste, a seconda della granulometria e delle caratteristiche chimico-fisiche, vengono conferite ai cementifici, che le impiegano come materia prima per la preparazione del cemento, oppure ad impianti per il confezionamento del calcestruzzo. I prodotti risultanti da tali attività di recupero sono sottoposti a severi controlli che garantiscono il rispetto delle normative. L'attività di recupero delle ceneri da combustione di rifiuti si è progressivamente estesa negli anni fino a raggiungere il 100% (vedi tabella) delle ceneri pesanti prodotte.

Nel corso del 2017 è stato pubblicato il Regolamento Europeo 997/2017/UE in merito all'attribuzione della caratteristica di ecotossicità (HP14) dei rifiuti. A2A Ambiente, in coordinamento con le autorità di controllo nazionali (ISPRA) e regionali (ARPA), ha provveduto ad eseguire una serie di indagini specifiche che hanno confermato la NON PERICOLOSITÀ delle ceneri pesanti (EER 190112).

Il recupero dei residui di filtrazione viene effettuato in Germania dove sono utilizzate in progetti di stabilizzazione geologica, previa inertizzazione, per il riempimento di vecchie miniere di sale.

La media di automezzi in uscita per il trasporto dei residui è stata:

- Anno 2022: 19 mezzi/giorno

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 6).

07. QUANTITÀ DI EMISSIONI ANNUE PRODOTTE DAL TERMOUTILIZZATORE

Le emissioni massiche annue, ovvero le tonnellate emesse all'anno, sono calcolate a partire dalle analisi in continuo e discontinuo previste dal Piano di Monitoraggio e Controllo dell'AIA.

In particolare sono stati riportati i valori di emissioni massiche degli ossidi di azoto (NO_x) delle polveri totali (PTS) e delle diossine.

I valori sono stati calcolati anche per i parametri la cui misura non è prevista dal Piano di Monitoraggio e Controllo dell'AIA e precisamente PM10, PM2.5 e PCB, valutate con misure effettuate dal Gestore al camino e rapportate al reale volume di fumi emesso negli anni.

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 7).

Oltre alle emissioni massiche assolute, particolare rilievo hanno gli indicatori specifici calcolati come tonnellate emesse per energia totale prodotta (t/GWh).

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 8).

7.1 IL SISTEMA INEMAR

Il testo e i dati di seguito riportati sono tratti dal *Rapporto Osservatorio Aria bene comune*.

I principali inquinanti in aria possono essere suddivisi, schematicamente, in due gruppi:

- **inquinanti primari** che vengono immessi nell'atmosfera direttamente dalle sorgenti, antropogeniche o naturali;
- **inquinanti secondari** che si formano in atmosfera successivamente, a seguito di reazioni chimiche o fisiche che coinvolgono altre specie.

Nella tabella seguente sono riassunte, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici, le principali sorgenti di emissione.

Inquinante	Tipologia	Principali sorgenti di emissione
Biossido di zolfo (SO₂)	Primario	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili).
Biossido di azoto (NO₂)	Primario / Secondario	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici).
Monossido di carbonio (CO)	Primario	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili).
Ozono (O₃)	Secondario	Non ci sono sorgenti di emissione antropiche in atmosfera.
Particolato fine (PM10, PM2.5)	Primario / Secondario	È prodotto principalmente da combustioni e per azioni meccaniche (erosione, attrito, ecc.) ma anche per processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire da precursori anche in fase gassosa. In Provincia di Brescia, in particolare, la parte primaria proviene dal traffico, dai processi di combustione, in ambito industriale e non, e dalla combustione domestica di biomasse legnose nonché da attività produttive. Tra i precursori della parte secondaria, gli ossidi di azoto, le cui sorgenti sono descritte sopra, e l'ammoniaca, prevalentemente di origine agricola e zootecnica
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) (tra cui Benzo(a)pirene)	Primario	Combustione di biomasse legnose, alcuni processi industriali, traffico veicolare.
Benzene (C₆H₆)		Traffico autoveicolare, processi di combustione incompleta, evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali.

In Lombardia, per la stima e l'aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera, viene utilizzato da anni il sistema INEMAR (INventario EMISSIONI ARia), sviluppato nell'ambito del Piano Regionale per la Qualità dell'Aria e gestito, a partire dal 2003, da ARPA Lombardia.

Sul portale di ARPA Lombardia (<http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/WebHome>) è presente una descrizione dettagliata di tutte le attività censite nell'inventario.

L'organizzazione dei dati di INEMAR segue le categorie riconosciute dalle linee guida europee e nazionali, ma non sempre consente una individuazione immediata delle macrocategorie di uso comune. Ad esempio, le emissioni derivanti dalle attività industriali principalmente ricadono nei due macrosettori relativi alla combustione nell'industria e nella produzione dell'industria.

I dati dell'ultimo inventario, relativi all'anno 2019 in versione di revisione pubblica, fruibili al pubblico e liberamente scaricabili dal sito web di INEMAR, sono disponibili fino a risoluzione comunale, dettagliati per tipo di attività e tipo di combustibile eventualmente utilizzato.

I dati sono riferiti sia agli inquinanti d'interesse a fini di risanamento della qualità dell'aria (SO₂, NO_x, COVNM, CO, NH₃, PM2.5, PM10, PTS) che ai principali gas climalteranti allo scopo di controllare il surriscaldamento globale (CO₂, CH₄, N₂O).

L'inventario permette di stimare, fino a dettaglio comunale, la quantità degli inquinanti emessi da diverse fonti, suddivise nelle classi elencate in tabella.

Produzione di energia e trasformazione dei combustibili	Trasporto su strada
Combustione non industriale	Altre sorgenti mobili e macchinari
Combustione nell'industria	Trattamento e smaltimento rifiuti
Processi produttivi	Agricoltura
Estrazione e distribuzione di combustibili	Altre e assorbimenti
Uso di solventi	



Le emissioni atmosferiche nella provincia di Brescia

Le stime delle emissioni atmosferiche per fonte relative alla provincia di Brescia sono presentate nella tabella seguente. Dall'analisi dei dati presentati si possono dunque trarre le seguenti considerazioni circa le fonti che contribuiscono maggiormente alle emissioni delle sostanze inquinanti:

- NO_x : la principale fonte di emissione è il trasporto su strada (45%), la seconda sorgente è costituita dalla combustione in ambito industriale (19%) seguita dalle emissioni da altre sorgenti mobili (16%). Le emissioni dovute al riscaldamento domestico contribuiscono per un 10%.
- $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} e PTS : le polveri, sia fini che grossolane, sono emesse principalmente dal comparto relativo alla combustione non industriale, in particolare dalla combustione della legna per riscaldamento domestico, con contributi pari rispettivamente 57%, 48% e 40% in funzione della frazione granulometrica considerata. Il trasporto su strada costituisce la seconda sorgente (14%, 17%, 19%). Il comparto agricoltura, considerando sia le emissioni da allevamenti che le emissioni da macchine operatrici, contribuisce per il 9% delle emissioni di $\text{PM}_{2.5}$, tale contributo sale al 15% e al 16% all'aumentare del diametro della frazione considerata.
- NH_3 : è il comparto agricoltura a determinare quasi esclusivamente le emissioni di ammoniaca a livello provinciale (99%).
- CO_2 : il maggior contributo relativo alle emissioni di biossido di carbonio è dato dalla combustione industriale (36%) e dal trasporto su strada (27%). Il contributo della combustione in ambito civile è del 22%. Gli assorbimenti da parte della porzione di territorio a foresta sono stimati attorno all'10%.
- CO_2 equivalenti (totale emissioni di gas serra in termini di CO_2 equivalente): come per la CO_2 il contributo principale è dovuto alle emissioni dal comparto relativo alla combustione industriale (26%) e dal trasporto su strada (19%). Assumono rilevanza le emissioni dal comparto agricolo (16%) mentre la combustione in ambito civile determina un ulteriore 16% alle emissioni di gas climalteranti. Gli assorbimenti dovuti a foreste sono pari al 7%.

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 9 e dalla Figura 6 alla Figura 8).

08. ENERGIA PRODOTTA DAL TERMOUTILIZZATORE

Nell'anno 2022 il Termoutilizzatore di Brescia ha prodotto e immesso in rete:

- 558 GWh di energia elettrica
- 810 GWh di energia termica

La Direttiva 2008/98/CE del Parlamento e del Consiglio Europeo del 19 novembre 2008 stessa introduce la formula di efficienza energetica R1, al fine di qualificare le operazioni svolte negli impianti di trattamento termico dei rifiuti urbani come "recupero energetico" ($R1 > 0,6$) o "smaltimento" ($R1 \leq 0,6$). Il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con il DM n. 134 del 19 maggio 2016, ha recepito la Direttiva UE 2015/1127, del 10/07/2015, modificando la definizione dell'indice R1 con l'introduzione del fattore di correzione climatica CCF ("Climate Correction Factor").

L'indice di efficienza energetica R1 è definito nel seguente modo:

$$R1 = \frac{E_p - (E_f + E_l)}{0.97 * (E_w + E_f)} * CCF$$

- R1 è l'indice di recupero energetico in vigore in Italia a valle delle ultime modifiche normative introdotte dal DM n. 134/2016;
- E_p è l'energia prodotta annualmente dall'impianto (GJ/anno) nelle varie forme (elettricità e calore) e utilmente impiegata;
- E_w è l'energia contenuta nel rifiuto trattato (GJ/anno);
- E_f è l'energia introdotta nel sistema dai combustibili ausiliari che contribuiscono alla produzione di vapore utilmente impiegato (GJ/anno);
- E_l è l'energia importata escludendo E_w ed E_f (GJ/anno);
- 0,97 è un fattore che considera le perdite di energia in caldaia dovute alle ceneri del combustibile e all'irraggiamento;
- CCF è il fattore di correzione climatica introdotto dalla Direttiva 2015/1127/UE del 10 luglio 2015 recepito nella Legislazione italiana mediante il DM n. 134/2016.

Per il 2022 il valore del parametro R1 è stato

- 1,42

09. IL PROGETTO FLUE GAS CLEANING

Il progetto “Flue gas cleaning” ha principalmente i seguenti obiettivi:

- aumento dell'efficienza dell'impianto mediante un maggiore recupero di energia termica utile da immettere nella rete di teleriscaldamento cittadino;
- riduzione delle emissioni;

In particolare, il primo punto è in linea con le indicazioni contenute nella comunicazione della Commissione Europea al Parlamento Europeo del 26 gennaio 2017 (COM 2017 34) in merito al ruolo degli impianti di termovalorizzazione dei rifiuti nell'ambito dell'economia circolare. Questa comunicazione evidenzia infatti come tale tipo di impianti possa avere un ruolo non marginale anche nell'ambito dell'economia circolare purché vengano adottate tecnologie efficienti in modo da massimizzare il loro contributo agli obiettivi climatici ed energetici europei. Tali tecnologie, come indicato nella comunicazione stessa, comprendono, tra le altre:

- il massimo recupero energetico dai fumi;
- l'utilizzo di pompe di calore;
- la distribuzione di energia attraverso reti di teleriscaldamento.

I dati di base per la progettazione delle nuove sezioni di recupero energetico e abbattimento dei parametri emissivi sono i seguenti:

- mantenimento della capacità termica nominale delle caldaie al valore attuale;
- mantenimento delle tipologie di rifiuti e dei valori di PCI autorizzati;
- incremento dell'efficienza energetica dell'impianto tramite l'ulteriore recupero di energia termica dai gas di combustione, con un valore atteso di miglioramento superiore ai 10 punti percentuali rispetto all'assetto attuale;
- ulteriore riduzione del limite emissivo per gli ossidi di azoto (NO_x) a 60 mg/Nm^3 rispetto ai valori previsti dalle normative europee (200 mg/Nm^3) al termine del progetto.

La modifica impiantistica in progetto non comporta alcun intervento sulla potenzialità termica delle caldaie. L'intervento riguarda solamente il comparto di recupero energetico e depurazione dei fumi a servizio dell'impianto.

In particolare, la soluzione tecnologica prevede di inserire nuove sezioni dell'impianto di trattamento a valle delle sezioni esistenti al fine di ottenere un recupero di energia termica addizionale, oltre ad effettuare un'ulteriore pulizia dei fumi già trattati.

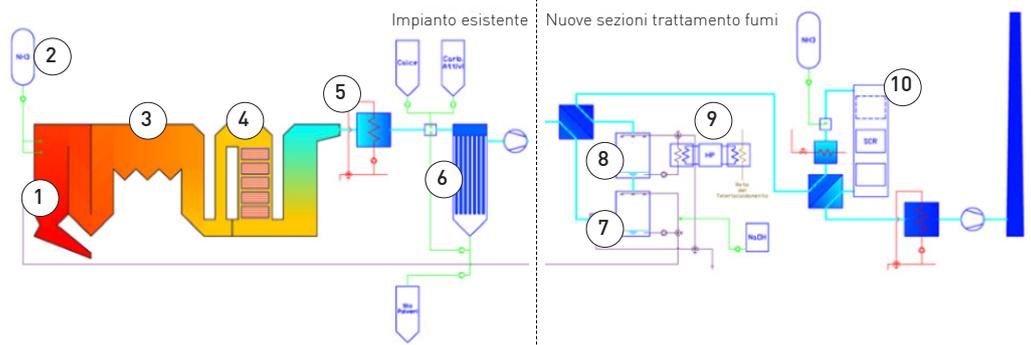
Le sezioni esistenti, come sopra descritto ed evidenziato dai livelli di concentrazione di inquinanti nei fumi che l'impianto raggiunge, permettono infatti già un buon livello di abbattimento e di contenimento delle emissioni.

Le modifiche in progetto consistono nell'inserimento, per ciascuna delle tre linee di combustione, delle seguenti sezioni:

- sezione di "lavaggio" ad umido dei fumi. La torre di lavaggio, tramite l'iniezione di acqua porta l'umidità dei fumi a saturazione (100%) consentendo l'abbattimento degli inquinanti acidi presenti a valle del trattamento a secco esistente;
- sezione di recupero di calore mediante condensazione. In questo stadio i fumi vengono sottoraffreddati al fine di condensarne l'acqua in essi contenuta per il recupero del calore latente di evaporazione. Il calore così recuperato viene inviato alle pompe di calore;
- sezione de-NO_x "tail-end". Il sistema SCR con iniezione di una soluzione ammoniacale consentirà l'abbattimento degli ossidi di azoto;
- pompe di calore necessarie ad innalzare la temperatura del calore recuperato dalla condensazione del vapor d'acqua contenuto nei fumi a livelli sufficienti per l'immissione nella rete di teleriscaldamento cittadino;
- sistema di trattamento dell'acqua prodotta dalla condensazione del vapore contenuto nei fumi, al fine di ottenere acqua demineralizzata, utile al soddisfacimento dei fabbisogni impiantistici. Questo permetterà una riduzione degli emungimenti dai pozzi e quindi un risparmio della risorsa idrica.

Il cantiere per la realizzazione delle opere è stato aperto a novembre 2020. Il completamento dei montaggi e le attività di collaudo e messa in servizio del primo lotto, sistema di trattamento fumi e recupero di calore, è avvenuto nel dicembre 2022. Le opere di fondazione del secondo e terzo lotto sono state completate e mentre le attività di montaggio meccanico ed elettrostrumentale sono state completate al 65%. Si conferma l'entrata in servizio degli ultimi due lotti nell'autunno del 2023.

Lo schema che segue mostra l'intero impianto nella configurazione ipotizzata a seguito dell'installazione delle nuove sezioni di trattamento:



- 1 Camera di combustione
- 2 DeNox SNCR
- 3 Caldaia a recupero
- 4 DeNox SCR High Dust
- 5 Economizzatore esterno

- 6 Filtro a maniche
- 7 Torre di lavaggio (Quencher)
- 8 Torre di condensazione
- 9 Pompe di calore
- 10 DeNox SCR Tile End

10. L'IMPIANTO ED I CAMBIAMENTI CLIMATICI

Come annunciato nell'ambito della presentazione del *Primo Rapporto Aria Bene Comune* del gennaio 2021, anche i documenti relativi ad altri Osservatori andranno a porre l'attenzione al tema dei cambiamenti climatici, argomento inquadrato nel suo complesso dal **Rapporto** citato cui si rimanda per gli aspetti di dettaglio. Il presente capitolo vuole portare un contributo in tal senso, relativamente al Termoutilizzatore con riferimento a due temi:

- utilizzo efficiente dell'energia (l'impianto fa parte delle centrali di cogenerazione del teleriscaldamento del comune di Brescia)
- gestione dei rifiuti per la transizione all'economia circolare.

Migliorare l'efficienza energetica è una priorità della strategia dell'Unione Europea per promuovere la competitività europea e per ridurre le emissioni di gas a effetto serra.

Tale strategia è stata definita a partire dal 2006 con piani di azione¹, direttive² per perseguire gli Obiettivi del 2030 dell'Unione Europea, in particolare:

- Migliorare l'efficienza energetica del 32.5% rispetto al mix tradizionale
- Raggiungere una quota del 32% di consumo di energia rinnovabile
- Ridurre del 40% rispetto al 1990 le emissioni di gas serra

(Fonte: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_it)

Il riscaldamento e il raffreddamento rappresentano circa il 50% dell'energia finale consumata nell'UE, occorre dunque individuare e promuovere potenziali risparmi in questo settore. Infatti attualmente solo il 16% del riscaldamento e del raffreddamento nell'UE è generato da energia rinnovabile, l'84% è ancora generato da combustibili fossili.

Il decreto legislativo n. 102 del 4 luglio 2014 (attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica) definisce all'Articolo n. 2 il concetto di «**rete di teleriscaldamento e raffreddamento efficiente**»: sistema di teleriscaldamento o teleraffreddamento che usa, in alternativa, almeno:

- Il 50 % derivante da fonti rinnovabili;
- il 50 % di calore di scarto;
- il 75 % di calore cogenerato;
- il 50 % di una combinazione delle precedenti;

¹ «Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità» [COM(2006)/0545]

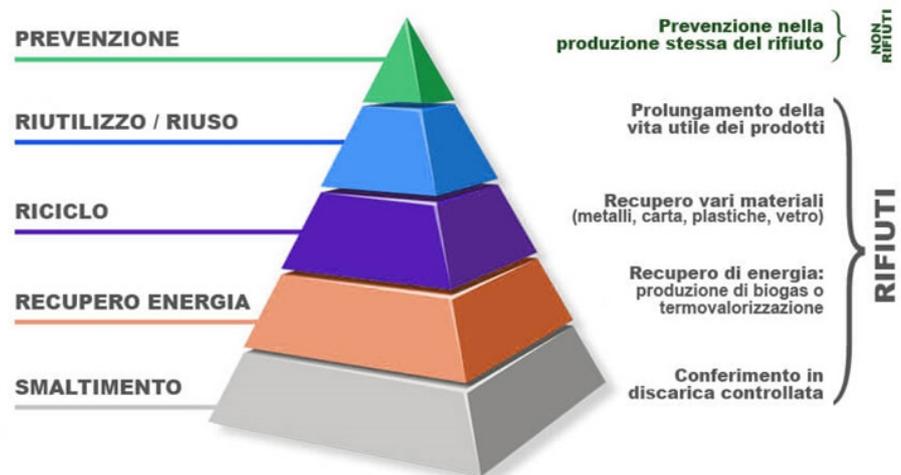
² Direttiva sull'efficienza energetica [2012/27/UE], recepita in Italia dal D.Lgs. n. 102 del 4 luglio 2014

Nel febbraio 2016, la Commissione Europea³ ha proposto una strategia per rendere più sicuri, efficienti e sostenibili il riscaldamento e il raffreddamento nell'UE: evidenziando la capacità delle reti di Teleriscaldamento e Teleraffreddamento di integrare domanda di calore e fonti disponibili sul territorio, quali:

- Calore di scarto da processi industriali, altrimenti disperso in ambiente.
- Produzione di energia dai rifiuti non utilmente riciclati.
- Risorse rinnovabili: geotermia, biomasse, solare termico.
- Cogenerazione ad alto rendimento.
- Utilizzo di pompe di calore alimentate da elettricità da fonti rinnovabili.

La gerarchia dei rifiuti è la pietra angolare della politica e della legislazione dell'UE sui rifiuti, ed è una chiave per la transizione all'economia circolare. Il suo scopo principale è quello di stabilire un ordine di priorità che minimizzi gli effetti ambientali e ottimizzi l'efficienza delle risorse nella prevenzione e nella gestione dei rifiuti.

Ma la gestione dei rifiuti non è svincolata dai temi dell'efficienza energetica tant'è che il recupero di energia si colloca al terzo livello della suddetta gerarchia dei rifiuti e rappresenta anche un elemento dell'economia circolare, come riportato nella comunicazione della Commissione Europea del 2017⁴. Secondo tale studio della Commissione Europea, combinando il recupero di materiali e di energia si potrebbero decarbonizzare settori chiave come il riscaldamento, il raffreddamento e il trasporto. Ciò porterebbe ad una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra provenienti dal settore del riscaldamento domestico e dei rifiuti.



³ «La strategia Europea sul riscaldamento e raffreddamento» [COM(2016)/51]

⁴ «Il ruolo della termovalorizzazione nell'economia circolare» [COM(2017)/34]

La produzione locale di energia termica

La rete di teleriscaldamento del comune di Brescia è entrata in funzione negli anni '70 e rappresenta il risultato di un piano globale di lungo periodo elaborato dal Comune assieme all'azienda comunale di pubblica utilità ASM S.p.A. (Azienda Servizi Municipalizzati), confluita poi in A2A S.p.A. a partire dal 2007.

Il sistema attuale di produzione di energia rispecchia i dettami delle diverse direttive e piani strategici dell'Unione Europea:

- Oltre il 50% del calore complessivamente distribuito proviene da energia rinnovabile
- Recupero di calore di scarto da processi industriali
- Impianti cogenerativi ad alto rendimento
- Integrazione e sinergia con impianti di termovalorizzazione
- Sistemi di accumulo termico

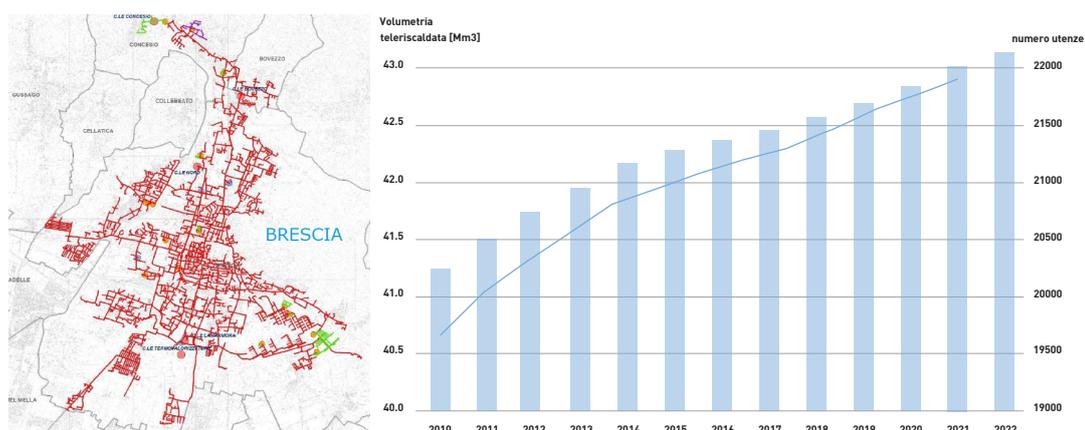
Il sistema è caratterizzato dai seguenti poli principali:

- La Centrale Lamarmora, localizzata nella zona sud della città, consta di un gruppo in assetto cogenerativo combinato con turbina a vapore a contropressione e generatore di vapore, attualmente alimentato con gas naturale (fino alla stagione termica 2019/2020 il gruppo era alimentato anche a carbone), a cui si aggiungono tre caldaie semplici alimentate a gas naturale che fungono da integrazione e riserva ed un accumulatore di calore.
- Il Termoutilizzatore, localizzato anch'esso nella zona sud della città, connesso alla rete di teleriscaldamento dal 1998.
- La Centrale Nord, costituita da caldaie semplici.
- Recupero di calore da due acciaierie nel Comune di Brescia (Alfa Acciai e Ori Martin).

Esistono inoltre due centrali minori, a nord della città, Bovezzo e Concesio, entrambe allacciate alla rete principale.

Al fine di completare il quadro conoscitivo sull'impianto, nella figura successiva si riporta una rappresentazione della rete di teleriscaldamento attuale, dove è possibile individuare la posizione delle centrali, e un grafico in cui è riportata la volumetria complessivamente allacciata alla rete a partire dalla sua entrata in funzione. Da questo punto di vista si sottolinea che, come riportato nell'annuario 2018 dell'AIRU (Associazione Italiana Riscaldamento Urbano), sono previsti ulteriori allacciamenti alla rete a seguito della realizzazione di nuove lottizzazioni residenziali e commerciali mentre, per quanto riguarda gli edifici esistenti, si prevedono campagne promozionali e agevolazioni allo scopo di ampliare la volumetria servita.

Volumetria allacciata alla rete e numero di utenze



Il Termoutilizzatore, come descritto nelle pagine precedenti, è un impianto cogenerativo. Annualmente viene trasmessa al Gestore Servizi Energetici (GSE) la documentazione ai sensi del D.Lgs 20/07, come integrato dal DM 4 agosto 2011, in base alla quale il GSE stesso procede al riconoscimento di impianto Cogenerativo ad alto Rendimento (CAR) avendo un indice di risparmio di energia primaria "PES" non inferiore al valore minimo fissato da normativa.

Nel corso del 2022, il Termoutilizzatore ha immesso nella rete del teleriscaldamento circa il 70 % dell'energia termica distribuita, costituendone la base per l'intero anno. La rete nel 2022 ha servito 21.600 utenze, pari a circa il 65% delle utenze nei comuni serviti dal teleriscaldamento, per una volumetria complessiva di 42,9 milioni di m³ con un trend in saturazione a 45 milioni di m³.

Il sistema integrato energia ambiente consente, anche tramite la distribuzione del calore con la rete del teleriscaldamento, un risparmio energetico medio annuo di combustibili fossili di circa 167.000 TEP/anno (tonnellate equivalenti di petrolio) e un beneficio ambientale pari a 877.200 tonnellate di CO₂ evitate (dati forniti da A2A).

Nel 2019 A2A ha avviato il percorso di decarbonizzazione del sistema del teleriscaldamento, che punta a sostituire progressivamente il calore attualmente prodotto nella centrale Lamarmora da combustibili fossili e a migliorare complessivamente le prestazioni ambientali della centrale. Nell'aprile 2020 questo percorso ha consentito l'abbandono del carbone per la produzione energetica nella Centrale Lamarmora, che ormai utilizza solo il gas naturale.

I benefici ambientali attesi dal percorso di decarbonizzazione sono la riduzione delle

emissioni di CO₂, pari a 105.000 t/anno, e un'ulteriore riduzione dei combustibili fossili pari a 15.000 TEP/anno (dati forniti da A2A).

Il progetto si concretizzerà attraverso il revamping dell'impianto di depurazione fumi del Termoutilizzatore di Brescia, che prevede la realizzazione di un innovativo sistema di trattamento dei fumi di combustione finalizzato alla riduzione delle emissioni e al recupero del calore residuo ancora presente nei fumi. L'intervento di integrazione del sistema di filtrazione esistente prevede l'installazione di:

- un nuovo impianto DeNO_x SCR catalitico di ultima generazione, per l'abbattimento degli ossidi di azoto ad altissima efficienza e una torre di lavaggio fumi con ulteriore abbattimento di acido cloridrico e ammoniacca;
- una sezione di "flue gas condensation" di recupero di calore a condensazione sui fumi depurati, che verrà impiegato per alimentare la rete di teleriscaldamento-

L'intervento, quindi, innalzerà il rendimento energetico complessivo del Termoutilizzatore, e contribuirà alla riduzione delle emissioni del sistema di teleriscaldamento bresciano.

SEZIONE II DATI E GRAFICI

In questa sezione sono riportate tutte le tabelle ed i grafici con i dati riassuntivi relativi al 2022 (per quanto disponibile al momento della pubblicazione).
Le informazioni sono state riportate suddivise con riferimento ai capitoli della Sezione I per un più rapido collegamento ai paragrafi dove trovare la descrizione estesa dei contenuti.

CAPITOLO 2

Tabella 1: Controlli di livello 6 nel 2022

ANNO 2022

EER	Descrizione	Prelievo campioni
03 03 07	Scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone	68
04 01 09	Rifiuti delle operazioni di confezionamento e finitura	1
15 01 06	Imballaggi in materiali misti	4
19 05 01	Parte di rifiuti urbani e simili non destinata al compost	38
19 12 10	Rifiuti combustibili (combustibile da rifiuto)	50
19 12 12	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	139
20 03 01	Rifiuti urbani non differenziati	6
tot 2022		306

Tabella 2: Produzione netta di energia nel corso dei mesi del 2022 (in MWh)

ENERGIA 2022		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Termica	[MWh]	128.429	105.356	113.269	83.607	36.499	27.589	25.429	26.145	30.116	30.622	82.377	120.804
Elettrica	[MWh]	46.630	44.247	50.609	52.879	42.009	47.027	40.129	53.911	54.158	47.158	31.821	46.562

Figura 1: Produzione netta di energia nel corso dei mesi del 2022 (in MWh)

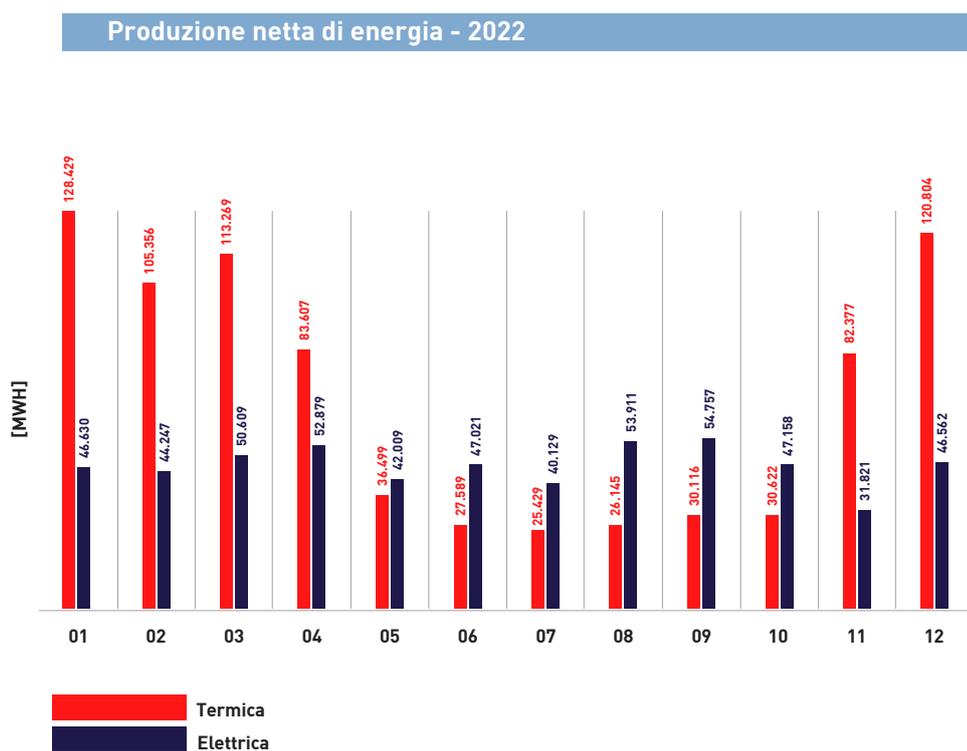


Tabella 3: Approvvigionamento idrico nel corso del 2022 (in m³)

Anno	Acquedotto [m ³]	Pozzo [m ³]	Recuperata da Centrale Lamarmora [m ³]
2022	9.054	594.693	1.801

CAPITOLO 4

ANNO 2022

Tabella 4: Quantità di rifiuti conferite al TU di Brescia nel 2022 (in t)

	GEN (t)	FEB (t)	MAR (t)	APR (t)	MAG (t)	GIU (t)	LUG (t)	AGO (t)	SET (t)	OTT (t)	NOV (t)	DIC (t)	Totale (t)
RIFIUTI URBANI, ASSIMILATI, INGOMBRANTI	16.793	15.330	18.548	18.922	18.758	19.232	17.199	18.484	21.677	19.845	16.849	18.855	220.492
RESTANTE BACINO DI BRESCIA	9.039	8.276	9.391	9.418	10.186	10.286	10.035	11.030	9.624	9.342	9.366	9.565	115.560
ALTRE PROVINCE LOMBARDE	5.014	4.544	6.313	6.748	5.583	5.906	4.378	4.668	9.117	7.412	4.617	6.323	70.623
COMUNE DI BRESCIA	2.739	2.510	2.843	2.756	2.988	3.040	2.786	2.787	2.935	3.091	2.866	2.966	34.308
EXTRA REGIONALI	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
SPECIALI DA ATTIVITÀ COMMERCIALI E/O PRODUTTIVE	49.284	44.673	50.358	41.897	33.336	36.476	28.522	40.676	40.917	33.776	30.501	52.336	482.752
ALTRE PROVINCE LOMBARDE	24.627	20.603	24.542	22.005	17.834	18.559	14.246	19.691	20.599	19.432	14.669	24.165	240.971
EXTRA REGIONALI	15.173	15.241	14.534	11.076	8.057	10.632	7.252	10.927	11.656	6.531	6.943	17.414	135.436
COMUNE E PROVINCIA DI BRESCIA	9.484	8.829	11.282	8.816	7.445	7.285	7.024	10.058	8.662	7.813	8.889	10.758	106.345
TOTALE	66.077	60.004	68.906	60.819	52.094	55.708	45.721	59.160	62.594	53.621	47.350	71.191	703.244

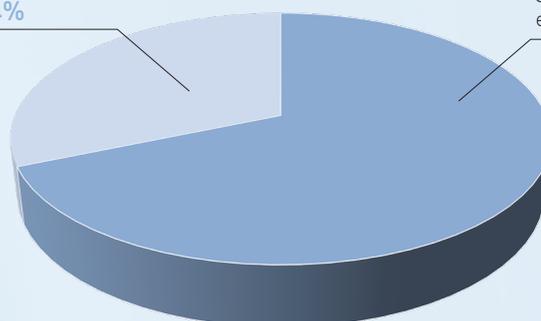
Figura 2: Distribuzione dei conferimenti nel corso del 2022

Conferimenti totali 2022

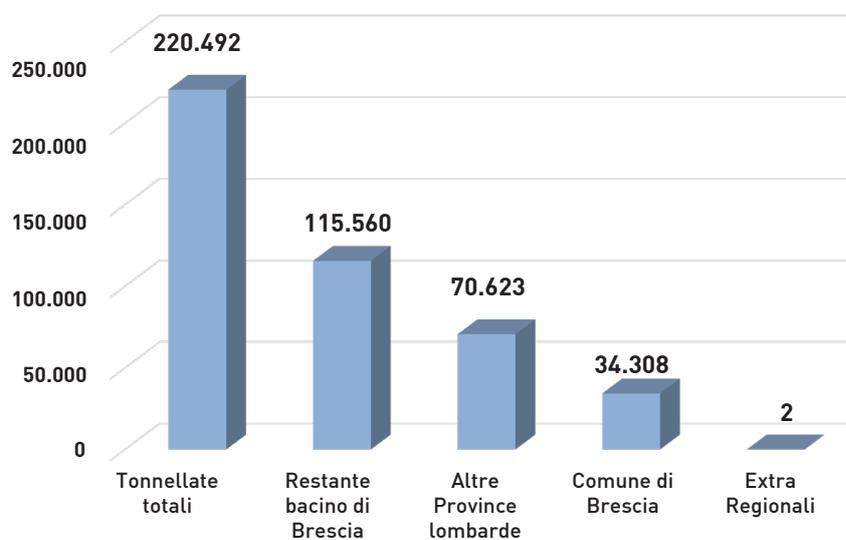
703.244 ton.

Rifiuti urbani, Assimilati, Ingombranti **31.4%**

Speciali da attività commerciali e/o produttive **68.6%**



Rifiuti Solidi Urbani - Assimilati e Ingombranti - 2022



Rifiuti Speciali - Attività Commerciali/Produttive 2022

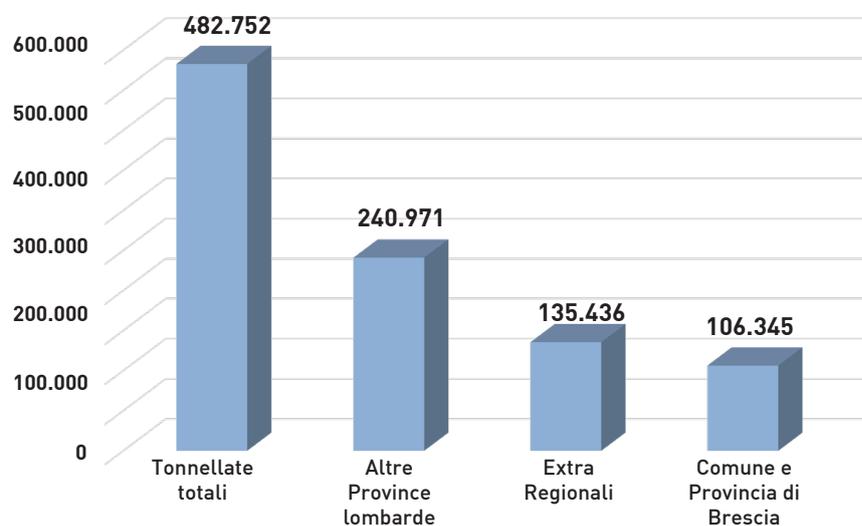


Tabella 5: Dettaglio provinciale dei rifiuti speciali conferiti al TU di Brescia nel 2022, (in t)

ANNO 2022
RIFIUTI SPECIALI

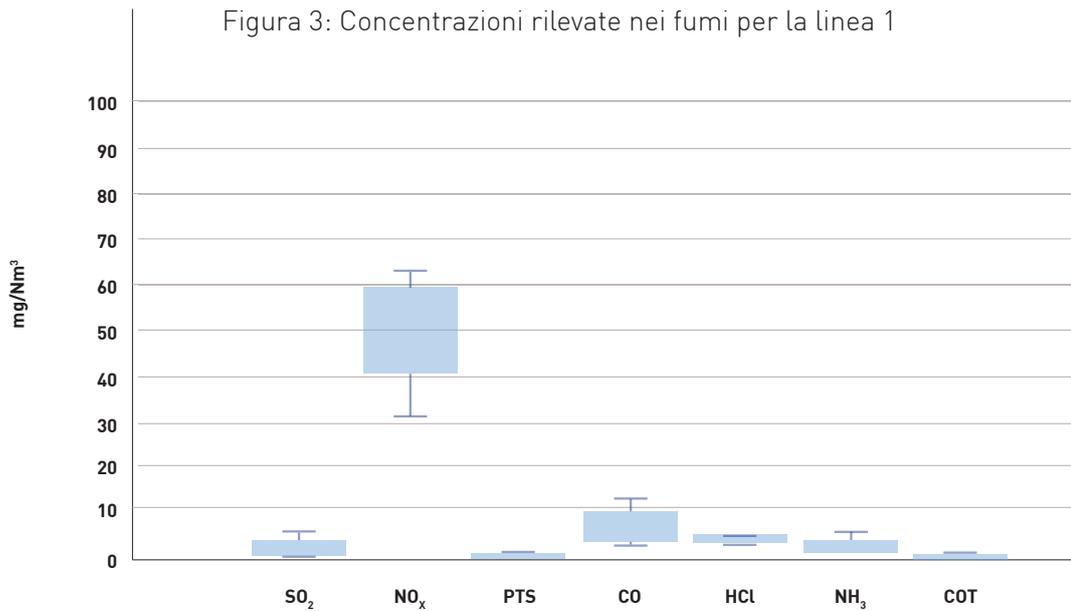
		Fanghi da operazioni di lavaggio e pulizia	Fanghi da trattamento sul posto degli effluenti	Scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone	Rifiuti delle operazioni di confezionamento e finitura	Imballaggi in materiali misti	Assorbenti, Materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi	Plastica	Parte dei rifiuti urbani e simili non destinata al compost	Residui di vagliatura
Regione	Provincia	020201	020304	030307	040109	150106	150203	170203	190501	190801
Lombardia	BRESCIA COMUNE					52	6	59		945
	BRESCIA PROVINCIA			18.141		297			232	345
	BERGAMO			9.277					31.613	
	COMO									
	CREMONA									
	LECCO			1.492						
	LODI									
	MANTOVA	213								
	MILANO			1.104	23				9.286	
	MONZA BRIANZA			5.883						
	PAVIA								4.559	
	SONDRIO								13.743	
	VARESE			8.067						
Abruzzo	CHIETI			670						
	L'AQUILA			2.075						
Campani	NAPOLI									
Emilia-Romagna	PARMA			966						
Rep. San Marino	Rep. San Marino			2.883						
Friuli-Venezia Giulia	TRIESTE		29							
	UDINE									
Lazio	FROSINONE								10.370	
	ROMA									
	VITERBO									
Liguria	GENOVA									
Marche	MACERATA									
Piemonte	ALESSANDRIA			1.404						
	BIELLA								47.576	
	CUNEO			2.292						
	NOVARA			1.914						
	TORINO			1.887						
	VERCELLI			1.679						
Puglia	LECCE									
Toscana	LUCCA			6.244						
	MASSA-CARRARA									
Trentino	TRENTO			4.393						
Veneto	PADOVA			181						
	ROVIGO		211	5.800						
	VERONA			1.110						
Ton singoli codici		213	240	77.464	23	349	6	59	117.378	1.290

ANNO 2022
RIFIUTI SPECIALI

Regione	Provincia	Rifiuti da dissabbiamento	Fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	Fanghi prodotti da altri trattamenti di acque reflue industriali	Combustibile da rifiuti	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti	TOTALE	
		190802	190805	190814				191210
Lombardia	BRESCIA COMUNE	79	6.483	279		8.439	16.341	
	BRESCIA PROVINCIA		15.534		52.516	2.939	90.004	
	BERGAMO		5.216			29.881	75.988	
	COMO		6.163				6.163	
	CREMONA					1.619	1.619	
	LECCO		945				2.437	
	LODI					2.714	2.714	
	MANTOVA		47			25.642	11.992	37.894
	MILANO		15.540				28.119	54.072
	MONZA BRIANZA					1.601	812	8.296
	PAVIA						14.997	19.556
	SONDRIO		1.012					14.755
	VARESE					8.294	1.117	17.478
Abruzzo	CHIETI						670	
	L'AQUILA						2.075	
Campani	NAPOLI				7.558		7.558	
Emilia-Romagna	PARMA						966	
Rep. San Marino	Rep. San Marino						2.883	
Friuli-Venezia Giulia	TRIESTE						29	
	UDINE				760		760	
Lazio	FROSINONE				8.473		18.843	
	ROMA				5.485	1.699	7.184	
	VITERBO				9.879		3.879	
Liguria	GENOVA						0	
Marche	MACERATA				1.894		1.894	
Piemonte	ALESSANDRIA						1.404	
	BIELLA				2.906	1.293	51.774	
	CUNEO						2.292	
	NOVARA					2.458	4.372	
	TORINO			103			1.990	
	VERCELLI						1.679	
Puglia	LECCE				254		254	
Toscana	LUCCA						6.244	
	MASSA-CARRARA				1.347		1.347	
Trentino	TRENTO					1.955	6.349	
Veneto	PADOVA					2.803	2.984	
	ROVIGO		76				6.087	
	VERONA				235	572	1.918	
Ton singoli codici		79	51.016	382	120.845	113.408	482.752	

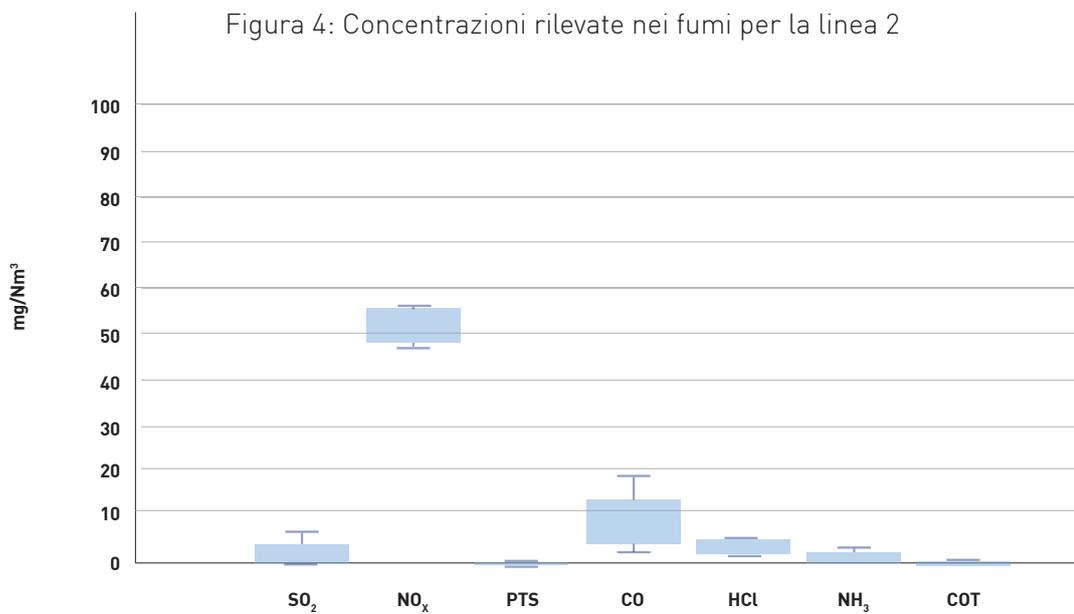
LINEA 1

Figura 3: Concentrazioni rilevate nei fumi per la linea 1



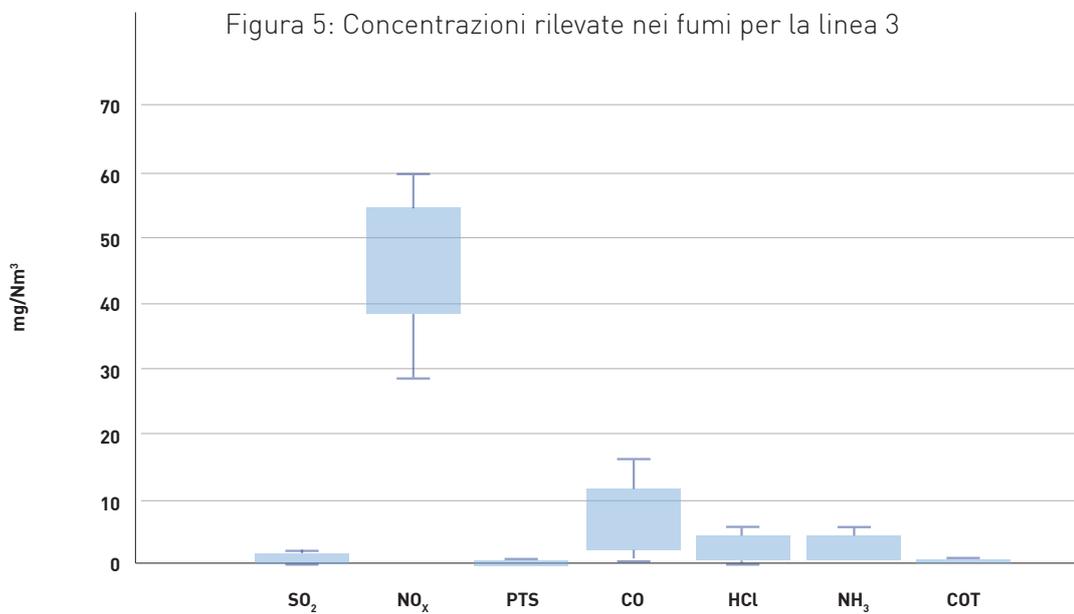
LINEA 2

Figura 4: Concentrazioni rilevate nei fumi per la linea 2



LINEA 3

Figura 5: Concentrazioni rilevate nei fumi per la linea 3



CAPITOLO 6

Tabella 6: Destino dei residui di combustione nel 2022 (in t)

ANNO 2022	EER	Prodotte (t)	Recupero (%)	Destino
Ceneri pesanti	190112	122.549	100	Lombardia: 75.479 t Veneto: 47.070 t
Ferro recuperato	190102	5.028	100	Lombardia
Residui di filtrazione	190105	39.573	17	Germania: 6.583 t recupero Germania: 866 t smaltimento Italia: 32.124 t smaltimento

CAPITOLO 7

Tabella 7: Emissioni massiche nel 2022 in t/a o g/a

ANNO 2022		
NO _x	249	(t/a)
PTS	1.0	(t/a)
PM10	0.1	(t/a)
PM 2.5	0,1	(t/a)

ANNO 2022		
PCDD+PCDF Teq	0.004	(g/a)
PCB (WHO'98) Teq	0.0003	(g/a)

Tabella 8: Emissioni massiche per energia prodotta nel 2022 in t/GWh

ANNO 2022	
NO _x (t/GWh)	PTS (t/GWh)
0,28	0,001

Tabella 9: Inventario delle emissioni in atmosfera della Provincia di Brescia (Fonte: ARPA Lombardia).

	SO ₂ (t/anno)	NO _x (t/anno)	COV (t/anno)	CH ₄ (t/anno)	CO (t/anno)	CO ₂ (kt/anno)	N ₂ O (kt/anno)	NH ₃ (t/anno)	PM2.5 (t/anno)	PM10 (t/anno)	PTS (t/anno)	CO ₂ eq (kt/anno)	Percurs. O ₃ (t/anno)	Tot.Lacif (H+) (kt/anno)
Produzione energia e trasform. combustibili	128	243	29	131	148	214	16	3	13	13	14	222	344	9
Combustione non industriale	90	1.438	1.192	705	10.434	1.767	91	135	1.241	1.271	1.339	1.811	4.104	42
Combustione nell'industria	1.144	2.838	449	91	2.877	2.840	57	4	121	183	235	2.859	4.228	98
Processi produttivi	879	889	1.737	85	10.036	1.028	32	6	90	144	219	1.039	3.927	47
Estrazione e distribuzione combustibili			978	4.014								100	1.034	
Uso di solventi	0	4	10.712		6			0	91	99	145	514	10.718	0
Trasporto su strada	5	6.679	1.248	113	6.876	2.121	74	124	312	450	627	2.146	10.153	153
Altre sorgenti mobili e macchinari	16	2.347	234	6	769	211	11	1	126	126	127	214	3.182	52
Trattamento e smaltimento rifiuti	5	283	6	28.651	67	571	84	42	3	3	4	1.313	759	9
Agricoltura		44	11.063	57.028			1.151	24.151	97	247	496	1.769	11.916	1.422
Altre sorgenti e assorbimenti	5	24	17.130	1.973	699	-827	0	11	85	109	128	-778	17.264	1
Totale	2.272	14.789	44.777	92.796	31.912	7.924	1.516	24.476	2.172	2.646	3.333	11.210	67.628	1.832

Figura 6: Emissioni annuali di ossidi di azoto (NOx) nell'agglomerato di Brescia.

Stima delle emissioni di NO_x nell'Agglomerato di Brescia

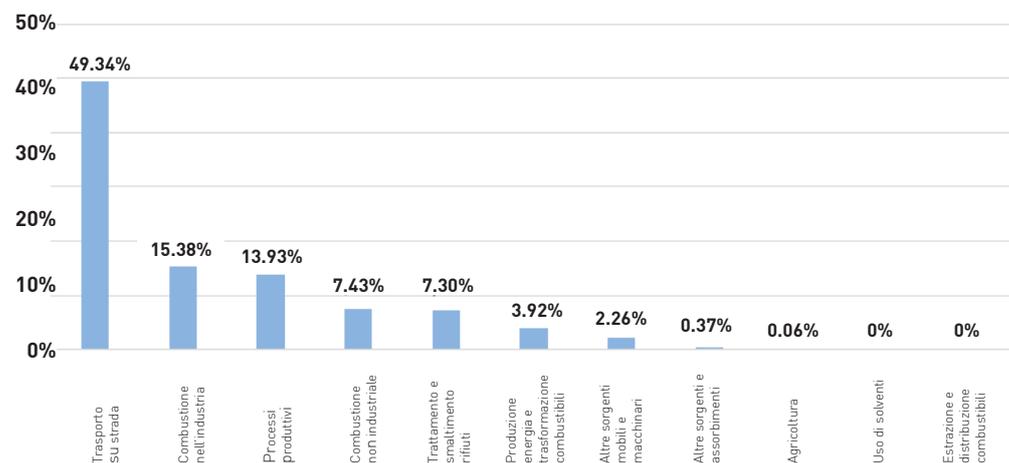


Figura 7: Emissioni annuali di polveri sottili (PM10) nell'agglomerato di Brescia.

Stima delle emissioni del PM10 nell'Agglomerato di Brescia

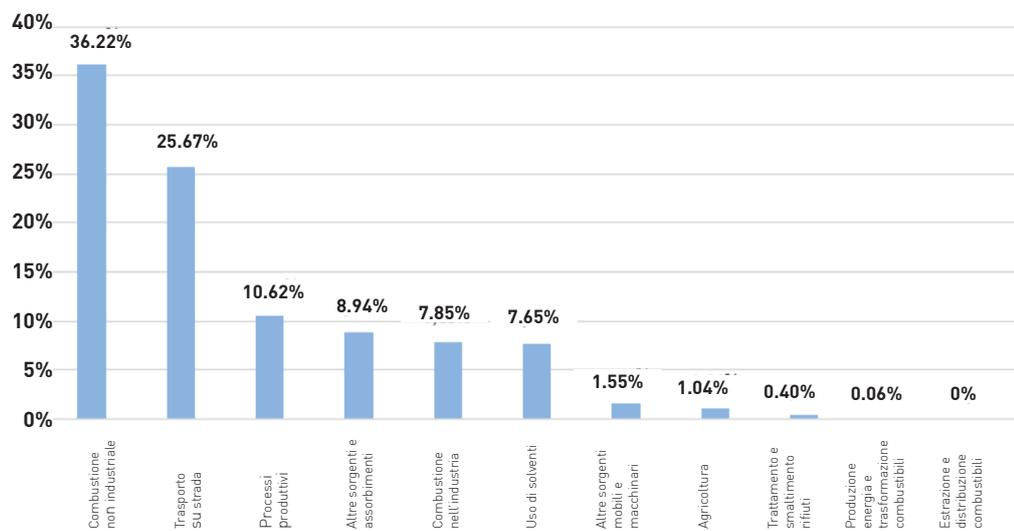
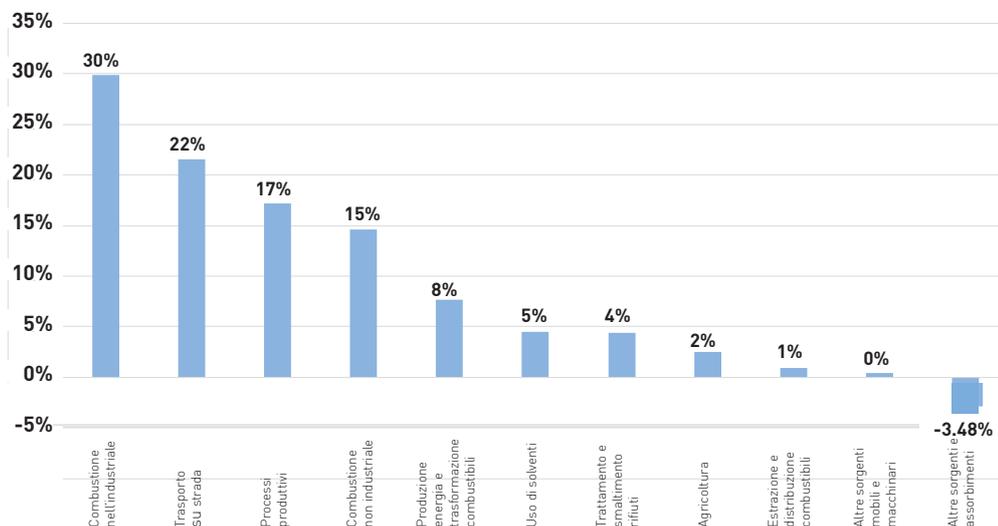


Figura 8: Emissioni annuali di gas serra in termini di CO₂ equivalente nell'agglomerato di Brescia.

Stima delle emissioni di Gas Serra (CO₂ equivalenti) nell'Agglomerato di Brescia



SEZIONE III DATI STORICI

In questa sezione sono riportati i dati di sintesi degli ultimi cinque anni in forma tabellare e grafica per un rapido confronto.

Tabella 10: Produzione netta di energia dal 2018 al 2022 (in GWh)

Energia	2018	2019	2020	2021	2022
Termica [GWh]	801	823	872	915	810
Elettrica [GWh]	553	552	553	538	558

Figura 9: Produzione netta di energia dal 2018 al 2022 (in GWh)

Produzione netta di energia

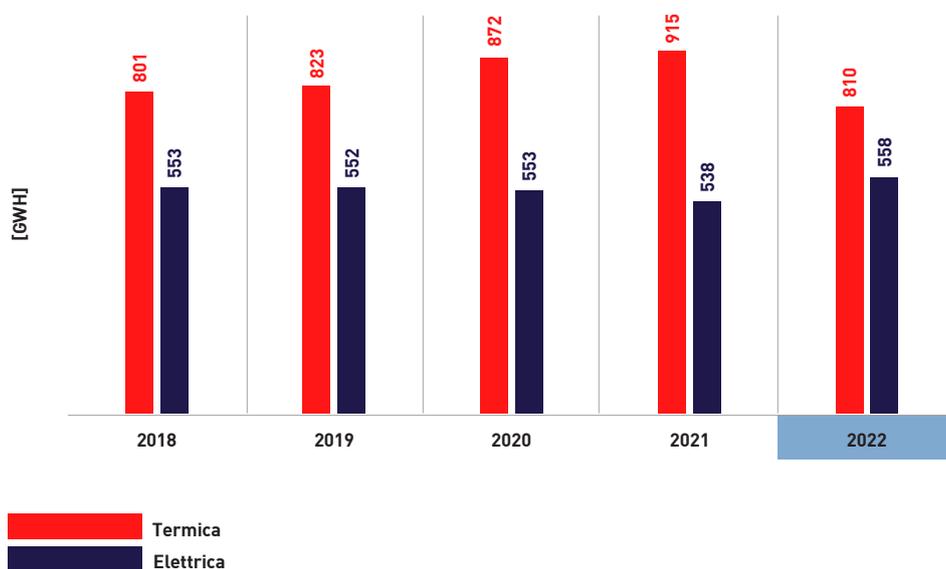


Tabella 11: Consumi idrici dal 2018 al 2022 (in m³)

Consumi idrici	2018	2019	2020	2021	2022
Acquedotto [m ³]	14.297	4.680	4.213	7.138	9.054
Pozzo [m ³]	678.903	690.684	623.765	564.456	594.693
Recuperata dalla Centrale Lamarmora [m ³]	5.218	5.370	7.030	2.725	1.801

Figura 10: Consumi idrici dal 2018 al 2022 (in m³)

Consumi idrici

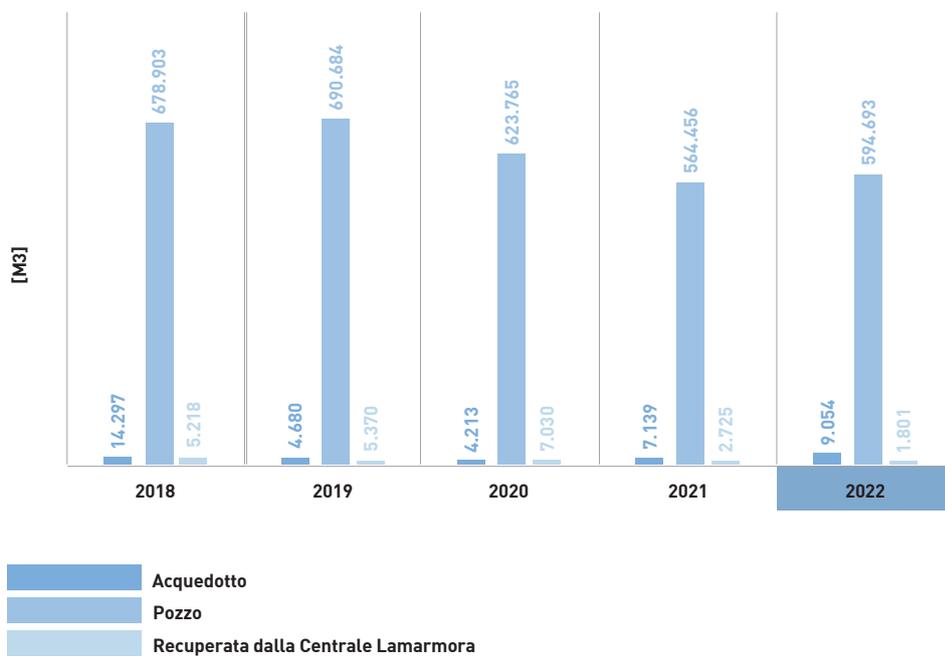
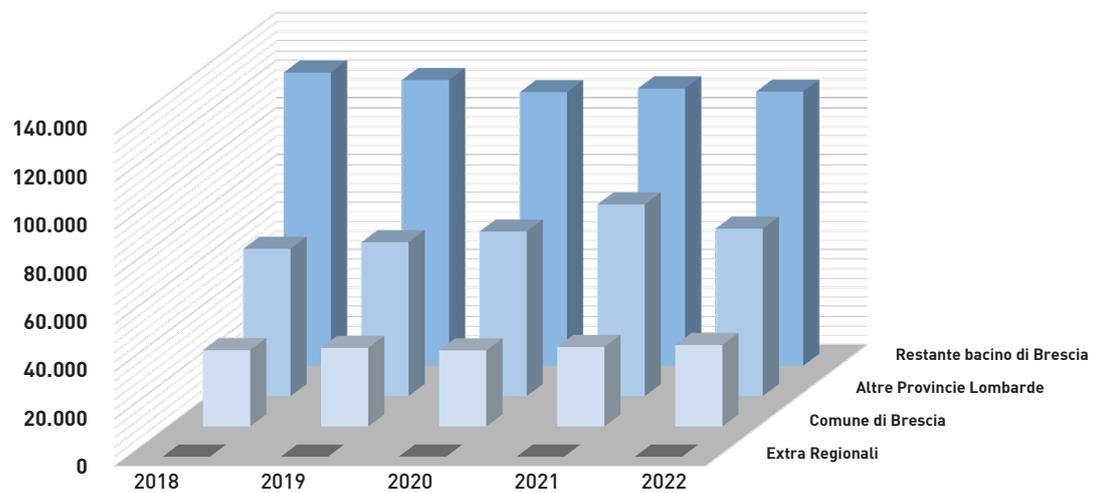
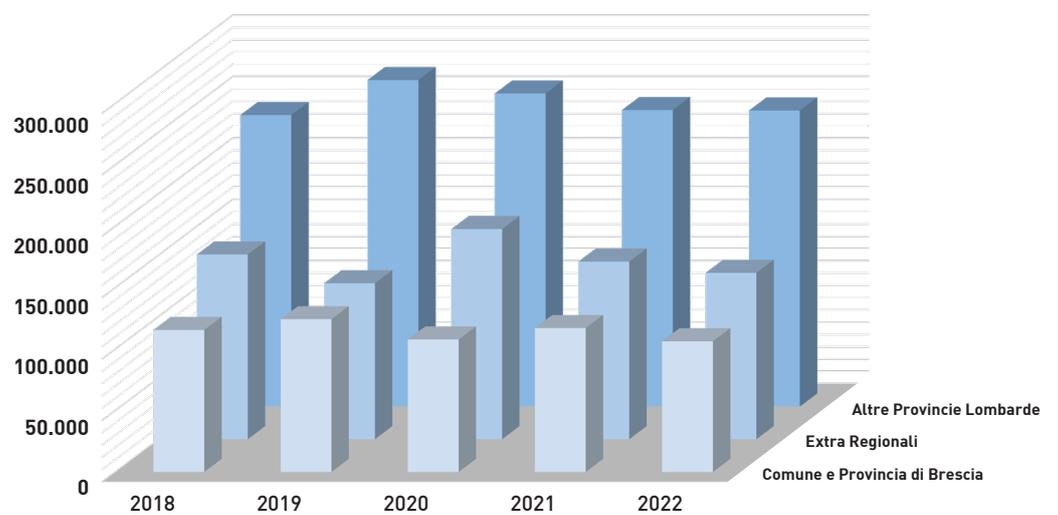


Figura 11: Distribuzione dei conferimenti dal 2018 al 2022

Rifiuti Solidi Urbani - Assimiliati e Ingombranti

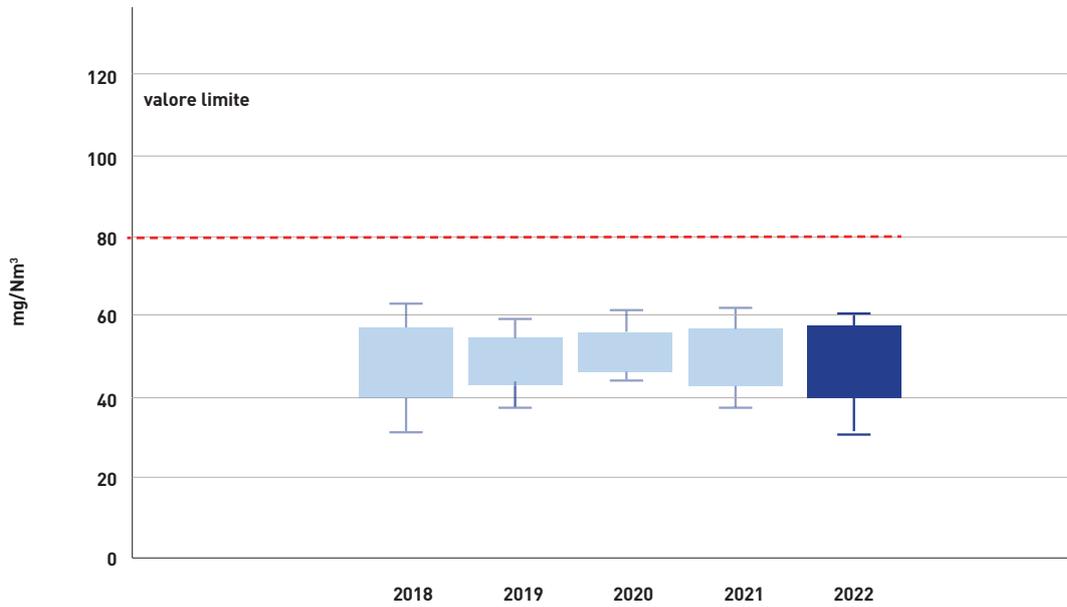


SPECIALI da attività commerciali e/o produttive



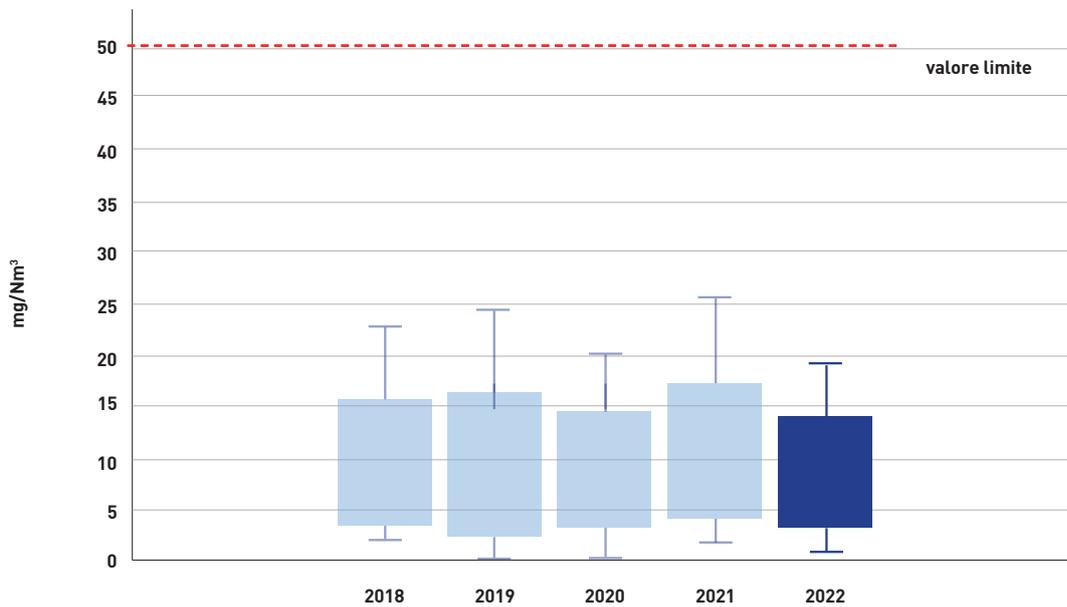
EMISSIONI NO_x

Figura 12: Concentrazione media annua dal 2018 al 2022 – parametro NO_x



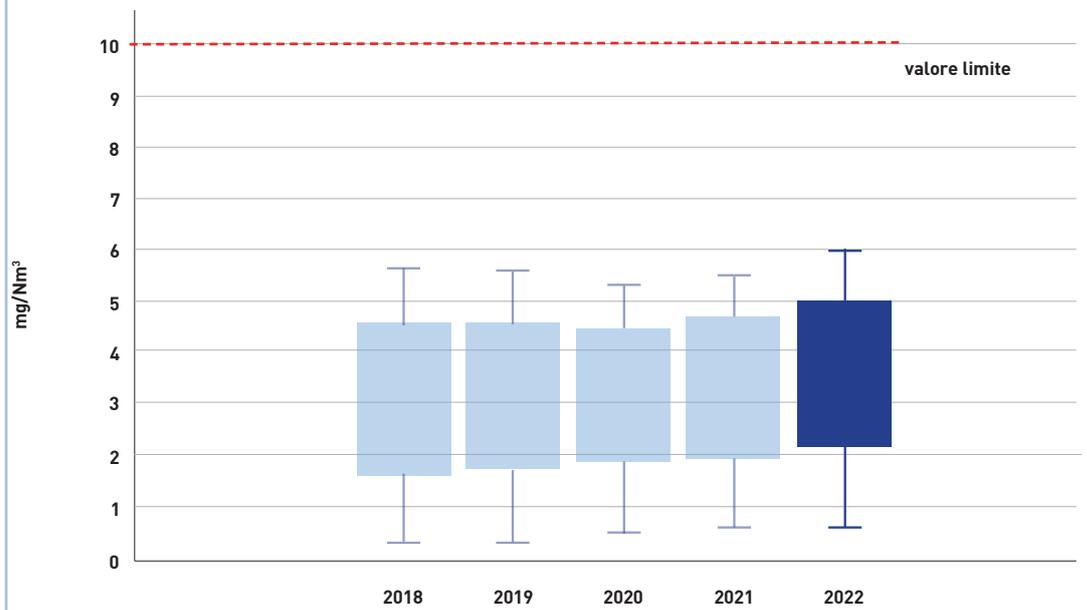
EMISSIONI CO

Figura 13: Concentrazione media annua dal 2018 al 2022 – parametro CO



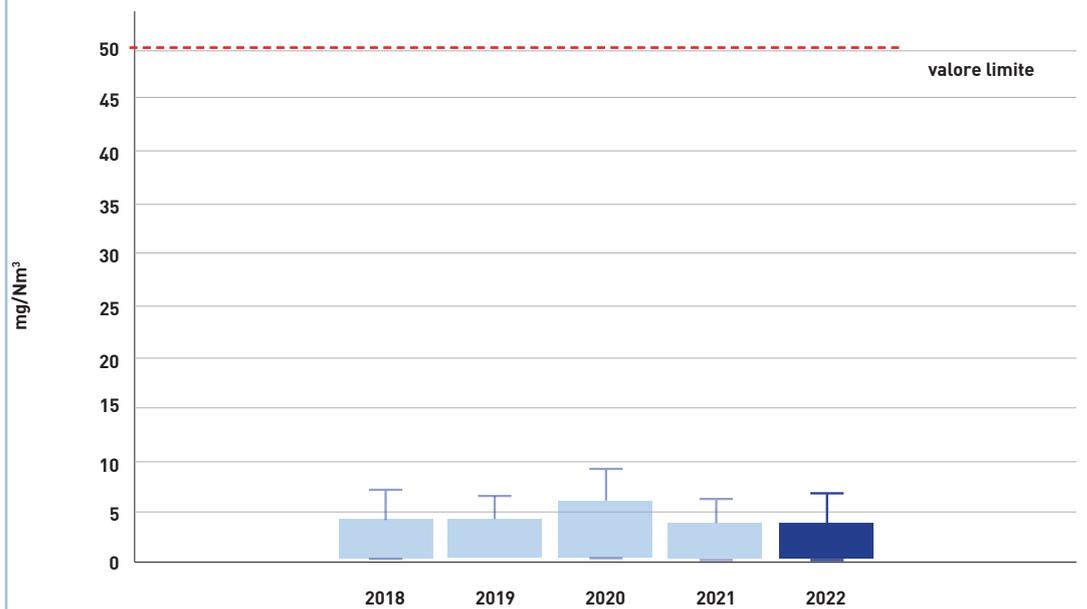
EMISSIONI HCl

Figura 14: Concentrazione media annua dal 2018 al 2022 – parametro HCl



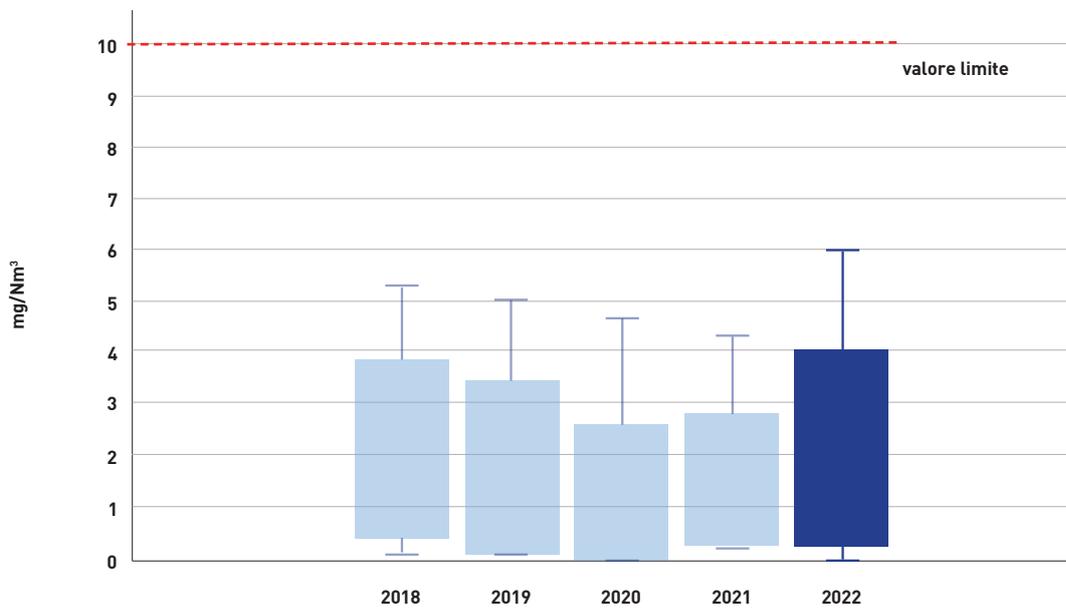
EMISSIONI SO₂

Figura 15: Concentrazione media annua dal 2018 al 2022 – parametro SO₂



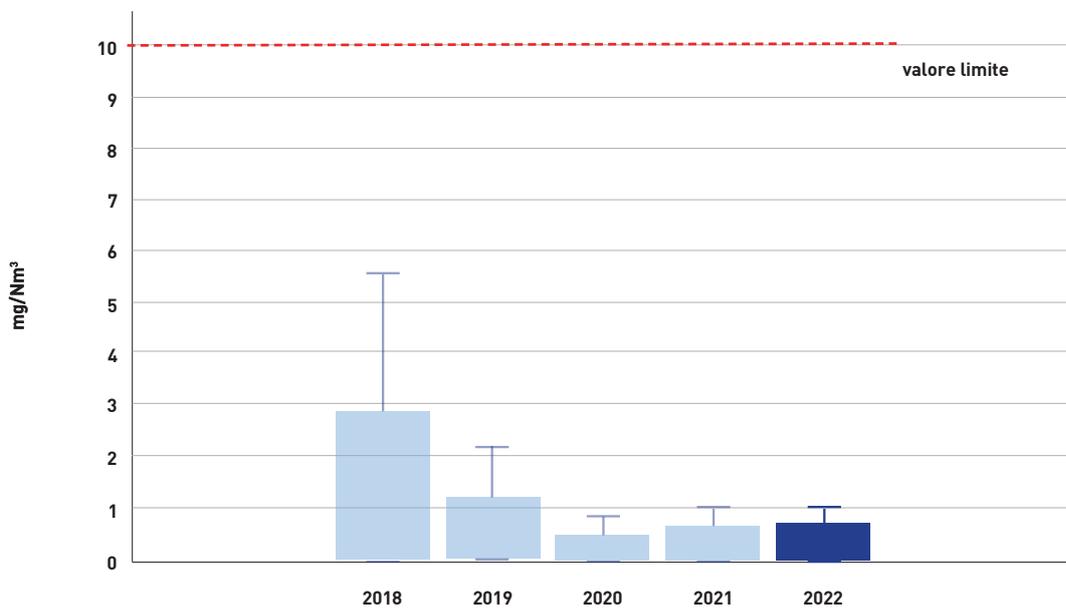
EMISSIONI NH₃

Figura 16: Concentrazione media annua dal 2018 al 2022 – parametro NH₃



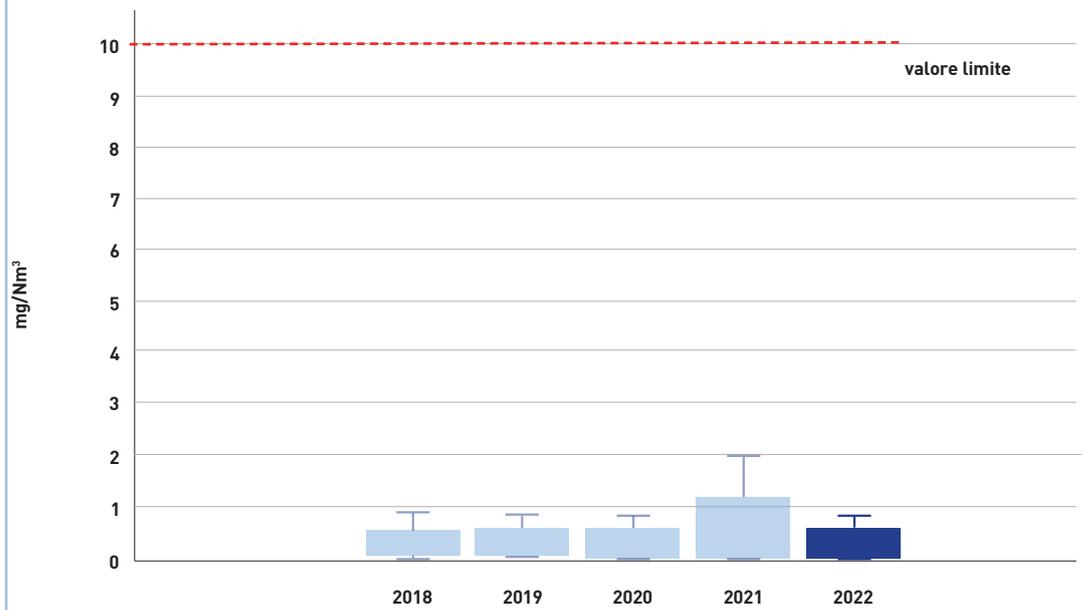
EMISSIONI COT

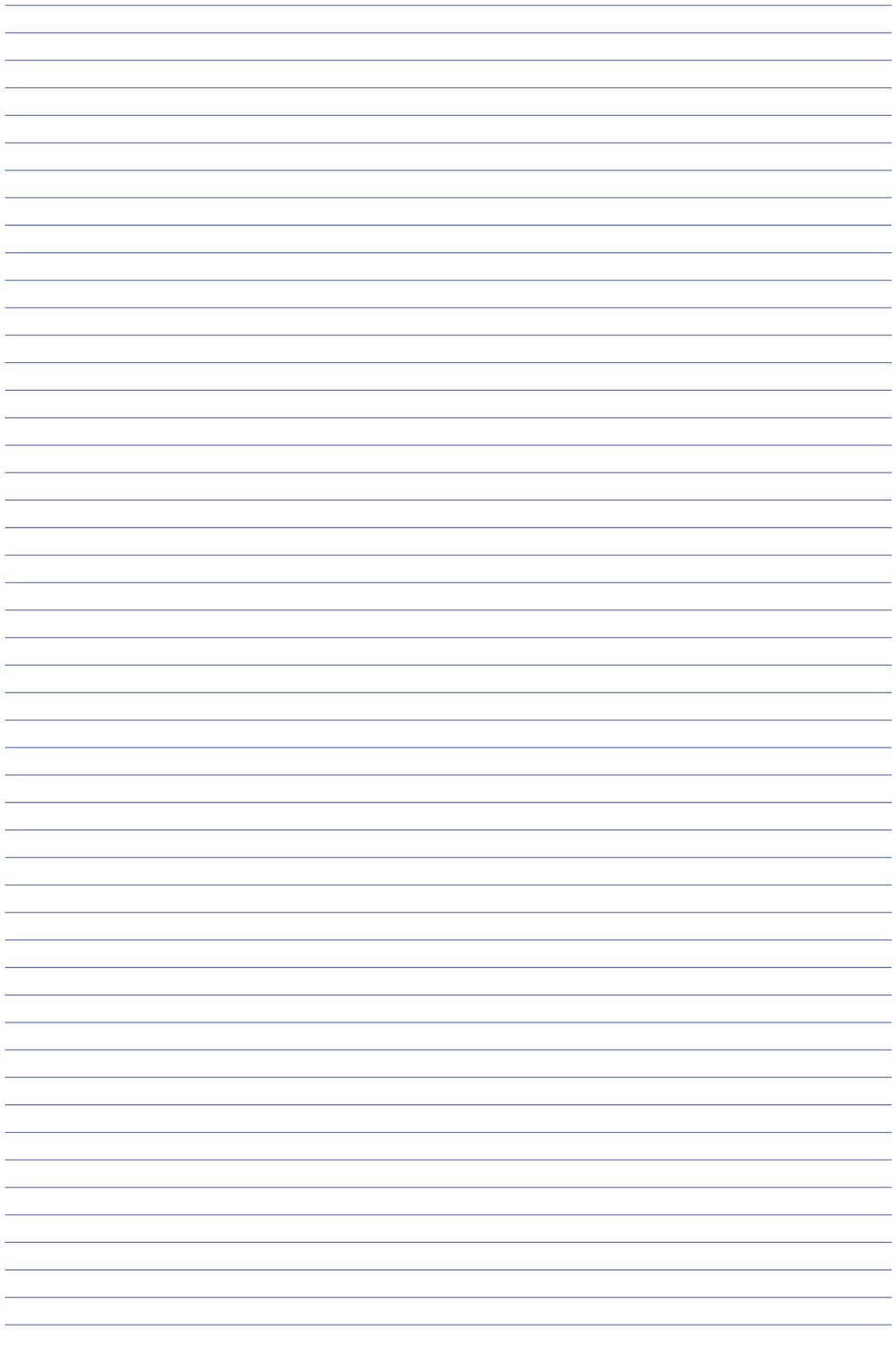
Figura 17: Concentrazione media annua dal 2018 al 2022 – parametro COT



EMISSIONI PTS

Figura 18: Concentrazione media annua dal 2018 al 2022 – parametro PTS







**Settore Sostenibilità Ambientale del Comune di Brescia
Brescia, via Marconi 12**

**Osservatorio sul Termoutilizzatore di Brescia
Tel. 030 2978754 Fax 030 3385397**

E-mail: sostenibilitaambientale@comune.brescia.it

<https://www.comune.brescia.it/aree-tematiche/ambiente/osservatori/osservatorio-termoutilizzatore>