POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Tesi di Laurea Magistrale

GESTIONE AMBIENTALE ED INDICATORI DI PRESTAZIONE NEL SETTORE DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Il caso studio degli impianti termoelettrici
italiani registrati EMAS

Relatore:
Prof. Claudio Comoglio

Candidata:
Ilaria Orlandella

Anno Accademico 2021/2022

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

A.a. 2021/2022
Sessione di Laurea Dicembre 2022

Gestione ambientale ed indicatori di prestazione nel settore della produzione di energia elettrica

Il caso studio degli impianti termoelettrici italiani registrati EMAS

Relatore:
Prof. Claudio Comoglio

Candidata:
Ilaria Orlandella
Matricola 285623

Sommario

Introduzione 3
1. Impianti termoelettrici 4
1.1 Principali tipologie di impianti 4
1.2 Ruolo degli impianti termoelettrici in Italia 7
1.3 Principali impatti 10
1.3.1 Emissioni di gas a effetto serra 10
1.3.2 Fattori di emissione di $CO2$ per tipologia di impianto 11
1.3.3 Emissioni di altri gas a effetto serra e altri inquinanti atmosferici 13
1.4 Migliori Tecnologie Disponibili 14
2. Sistemi volontari di gestione ambientale 16
2.1 La registrazione EMAS e la certificazione ISO 14001 16
2.1.1 Diffusione in Italia e in Europa 18
2.2 Il ciclo PDCA 24
3. Metodologia 31
3.1 Campione 31
3.2 Analisi delle Dichiarazioni Ambientali 31
3.2.1 Informazioni sugli aspetti ambientali 31
3.2.2 Analisi delle prestazioni ambientali degli impianti 32
3.2.2.1 Confronto con i BAT-AEL e MTD 33
4. Risultati ottenuti 35
4.1 Il campione utilizzato 35
4.2 Gli aspetti e gli indicatori ambientali 42
4.3 Gli obiettivi ambientali 47
4.4 Analisi delle prestazioni ambientali 54
4.4.1 Produzione di energia elettrica e termica 54
4.4.2 Emissioni in atmosfera 61
4.4.3 Consumo di combustibile 76
4.4.4 Produzione di rifiuti 79
4.4.5 Consumo di risorse idriche 82
5. Conclusioni 85
6. Riferimenti bibliografici e sitografici 89
Ringraziamenti 92

Introduzione

L'oggetto di questo lavoro è l'analisi delle performance ambientali degli impianti termoelettrici.
Negli impianti termoelettrici il combustibile viene bruciato per generare calore, trasformando l'energia chimica in energia termica e poi in energia meccanica attraverso una turbina; tramite gli alternatori è possibile produrre l'energia elettrica che verrà poi immessa all'interno della rete ad alto voltaggio.
A seconda del tipo di combustibile usato e dalla tipologia di ciclo attuato esistono diverse categorie di impianti termoelettrici; le centrali convenzionali utilizzano prevalentemente combustibili fossili per generare il calore che alimenta le turbine; quelle più moderne sono caratterizzate da un processo di funzionamento a ciclo combinato. Negli impianti a ciclo combinato l'energia prodotta dal combustibile è ottimizzata attraverso la realizzazione di due processi termodinamici e l'utilizzo sia di turbine a vapore che di turbine a gas.
Esistono inoltre degli impianti termoelettrici che operano in condizioni di cogenerazione, essi sono cioè in grado di produrre, allo stesso tempo, energia termica ed elettrica; il calore in eccesso che viene generato dalla combustione viene utilizzato per riscaldare l'acqua per servire complessi residenziali vicini attraverso il sistema del teleriscaldamento. Il teleriscaldamento può fornire un valido contributo al concetto di circular economy in quanto valorizza, utilizzandole, le risorse di calore disponibili che altrimenti andrebbero disperse e non utilizzate.
Per valutare le performance ambientali di un impianto esistono diversi strumenti; nel caso in esame si è presa in considerazione l'adesione da parte delle organizzazioni ad un sistema volontario comunitario di ecogestione ambientale: la registrazione EMAS. Questa registrazione è validata da un ente certificatore esterno ed ha durata triennale. Il regolamento EMAS specifica un requisito fondamentale di comunicazione, da parte delle organizzazioni registrate, nei confronti degli stakeholders: la Dichiarazione Ambientale (DA). In questo lavoro si è esaminata la DA, di alcuni Impianti termoelettrici italiani, poiché è documento in cui l'organizzazione dichiara la propria gestione in campo ambientale rendendo pubblici diversi aspetti come il Bilancio Ambientale e il Programma Ambientale. Il campione di dati, specificatamente, è rappresentato da 73 dichiarazioni ambientali di impianti termoelettrici diffusi all'interno del territorio italiano.
La scelta volontaria di aderire al Regolamento di Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) è un'azione virtuosa poiché nasce per testimoniare l'attenzione e l'impegno delle organizzazioni ad uno sviluppo sostenibile del loro stesso business; quest'impegno si riflette nella consapevolezza che l'influenza di questi impianti sull'ambiente e la loro sicurezza sia una prerogativa assoluta che necessita di un monitoraggio e una corretta gestione degli impianti e grazie al dialogo, sempre più importante, con tutti gli stakeholders della filiera produttiva.
I sistemi di gestione ambientale hanno alla base del loro sviluppo il ciclo *Plan-Do-Check-Act*; questo ciclo, introdotto da William Edwards Deming, racchiude le quattro fasi principali della composizione dello stesso. La prima fase prevede la pianificazione dei processi mirata a fornire risultati conformi alla politica ambientale dell'organizzazione; nel secondo stadio si attuano i processi pianificati in precedenza, e infine, nella terza e quarta fase, si verificano i processi e i relativi risultati agendo per migliorare in continuo la prestazione del sistema di gestione.

1. Impianti termoelettrici

1.1 Principali tipologie di impianti

In un impianto termoelettrico si opera una trasformazione dell'energia chimica del combustibile in energia elettrica; il tutto avviene attraverso la successione di diverse fasi. Inizialmente si ha la combustione di una fonte energetica (carbone, gas naturale, biomasse...) che permette di ottenere del calore che viene utilizzato per azionare una turbina e, sfruttandone l'energia meccanica prodotta, si è in grado di generare l'elettricità attraverso l'ausilio di un alternatore idoneo a convertire l'energia elettromeccanica sotto forma di corrente alternata.
Sono presenti diverse tipologie di funzionamento degli impianti termoelettrici: centrali termoelettriche a vapore, centrali a turbogas o le più efficienti centrali a ciclo combinato.
Le sorgenti energetiche utilizzate sono diverse; le tradizionali sono sicuramente il carbone, l'olio combustibile e il gas naturale, tra le più moderne troviamo l'alimentazione tramite biogas o biomasse.
Una centrale termoelettrica a vapore sfrutta, attraverso una caldaia, il calore generato dal combustibile per trasformare l'acqua presente in vapore; il vapore mette in rotazione la girante della turbina a vapore che è collegata all'alternatore in grado di produrre la corrente alternata. La corrente alternata è poi trasformata e aumentata di voltaggio per essere immessa all'interno della rete elettrica nazionale. I combustibili utilizzati in questo tipo di centrale sono generalmente il carbone, l'olio combustibile o il gas metano. Si riporta in *Figura 1* lo schema di funzionamento di una centrale a vapore.

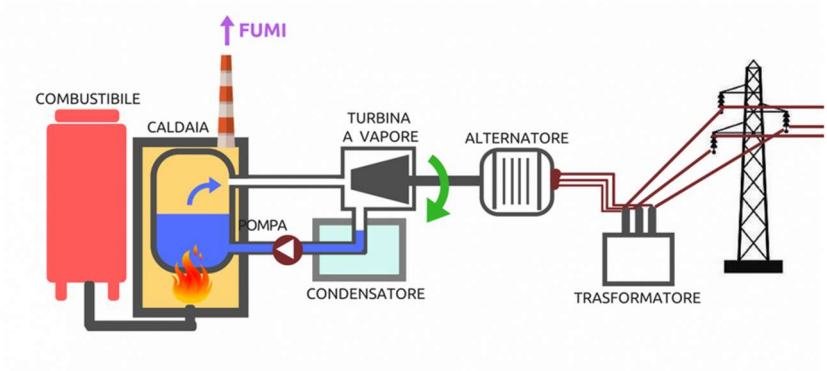


Figura 1: schema funzionamento impianto termoelettrico a vapore. (Immagine digitale, estratta da https://www.tecnologiaduepuntozero.it)

In una centrale termoelettrica a turbogas il principio di funzionamento è simile ma il calore generato dal combustibile è utilizzato per metter in funzione la turbina a gas. La trasformazione dell'energia meccanica in energia termica inizia attraverso l'ingresso dell'aria all'interno del compressore; esso scalda e comprime l'aria che passa poi alla camera di combustione dove viene immesso anche il carburante. I gas combusti che derivano dalla combustione mettono in moto le pale della turbina a gas e attraverso un albero di trasmissione ruotano anche le giranti del compressore che immette nuova aria all'interno della camera di combustione. Come nel precedente principio di funzionamento la turbina è collegata all'alternatore che produce corrente che verrà aumentata in tensione dal trasformatore e immessa nella rete elettrica

nazionale. Si riporta in *Figura 2* uno schema di funzionamento della centrale termoelettrica a turbogas.

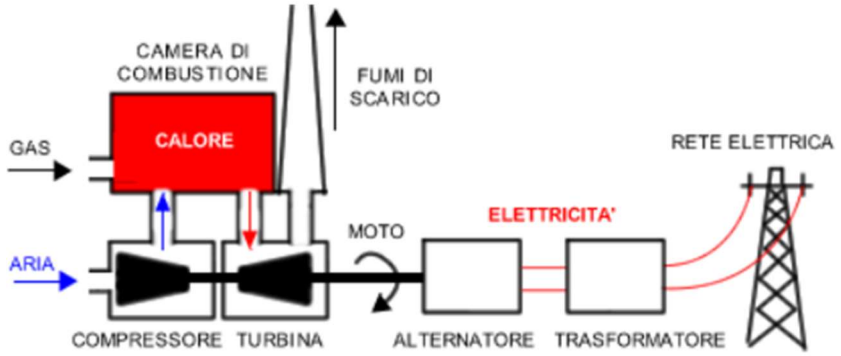


Figura 2: schema funzionamento impianto termoelettrico a Turbogas. (Immagine digitale, estratta da https://www.ecoage.it/centrale-elettrica-turbogas.htm)

Nelle più efficienti centrali termoelettriche a ciclo combinato viene usato come combustibile il gas naturale e sono composte da turbina a gas, generatore di vapore a recupero, turbina a vapore con relativo generatore e un sistema di condensazione. Il funzionamento di questa tecnologia a ciclo combinato è rappresentato dalla compresenza di due cicli termodinamici; il primo a gas, detto ciclo di Brayton, e il secondo a vapore, detto ciclo di Rankine. Nel primo ciclo la combustione di energia elettrica avviene tramite la combustione di gas naturale in una turbina a gas; nel secondo ciclo invece si sfrutta l'energia residua dei fumi di scarico della turbina a gas per produrre vapore. La combinazione dei due cicli ottimizza in questo modo l'utilizzo di combustibile e quindi anche la produzione di energia elettrica.
Per produrre la stessa quantità di energia, una centrale a ciclo combinato a gas, consuma una minor quantità di combustibile degli impianti tradizionali riducendo la produzione di anidride carbonica a parità di energia prodotta. Gli impianti termoelettrici con ciclo combinato a gas, grazie alla loro flessibilità di funzionamento, garantiscono l'adeguatezza dell'infrastruttura elettrica preservando la rete elettrica nazionale dalle fluttuazioni nella produzione di energia derivanti dalle fonti rinnovabili non programmabili aumentandone l'affidabilità.
La turbina a gas è composta da: un compressore, che serve a comprimere l'aria in ingresso, una camera di combustione, dove avviene la combustione del gas naturale, e da diversi stadi della turbina, dove, mediante l'espansione dei fumi di combustione della turbina a gas, si produce energia meccanica. Collegato alla turbina a gas si trova il generatore elettrico che trasforma l'energia meccanica prodotta dalle pale della turbina stessa in energia elettrica. All'uscita del generatore sono presenti dei trasformatori che innalzano la tensione dell'energia elettrica prodotta immettendola nella rete elettrica nazionale. I fumi di scarico in uscita dalla turbina a gas vengono recuperati e convogliati in un generatore di vapori a recupero; esso sfrutta l'energia termica residua dei fumi caldi per la produzione di vapore. Il vapore in uscita è inviato alla turbina a vapore per la produzione dell'energia elettrica.
La turbina a vapore è composta da tre sezioni operanti in alta, media e bassa pressione; il vapore espandendosi in queste tre sezioni fa ruotare le pale della turbina che pone in rotazione l'albero collegato al generatore elettrico, generando energia. Il vapore esausto in uscita dal corpo a bassa

pressione della turbina a vapore viene inviato ad un condensatore. Il condensatore può essere denominato ad aria o ad acqua a seconda del fluido di raffreddamento utilizzato.
Nel condensatore ad aria sono presenti una serie di ventole che creano un flusso di aria che condensa il vapore in acqua; essa viene raccolta in un opportuno serbatoio e rinviata nuovamente al generatore di recupero per chiudere il ciclo.
Il condensatore ad acqua utilizza acqua, per condensare il vapore, che può provenire da torri di raffreddamento o da fonte esterna come mare, fiumi o laghi. Il condensatore ad acqua, quando presente, è generalmente posto al di sotto della turbina a vapore.
Si riporta in *Figura 3* la rappresentazione del funzionamento di un impianto termoelettrico a ciclo combinato.

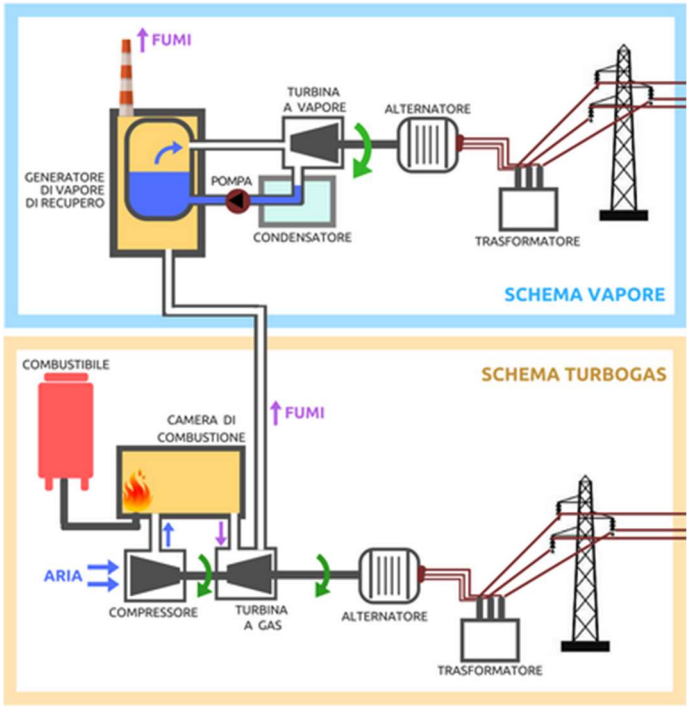


Figura 3: schema funzionamento impianto termoelettrico a ciclo combinato. (Immagine digitale, estratta da https://www.tecnologiaduepuntozero.it)

1.2 Ruolo degli impianti termoelettrici in Italia

I dati riguardanti il sistema elettrico, relativi alla produzione di energia elettrica e calore, potenza istallata e consumi, vengono pubblicati in maniera periodica dalla Rete Elettrica Nazionale TERNA. L'Istituto Superiore per la Protezione e la Riserva Ambientale ISPRA, in base ai dati del Rapporto mensile sul sistema elettrico pubblicato da TERNA, elabora i dati sui consumi energetici mensili per i principali combustibili pubblicati dal Ministero dello Sviluppo Economico. In particolare, i combustibili utilizzati dal 1990, per la produzione termoelettrica, sono raggruppati in 5 macrocategorie secondo la classificazione adottata da EUROSTAT, in relazione alle caratteristiche fisiche e chimiche degli stessi. Le categorie evidenziate sono: combustibili solidi, gas naturale, gas derivati, prodotti petroliferi e altri combustibili.
Dai rapporti pubblicati da ISPRA si evince che la produzione lorda nazionale di energia elettrica nell'ultimo trentennio è passata da 216,6 TWh a 280,5 TWh registrando un aumento del 29.5%. Gli andamenti di questo lasso temporale mostrano inoltre un aumento dell'efficienza del sistema elettrico in quanto si riduce la quota parte dell'energia destinata agli autoconsumi stessi degli impianti. Questa riduzione è anche correlata all'aumento nello sviluppo dell'energia derivante dalle fonti rinnovabili in quanto sono caratterizzate da bassi consumi ausiliari specifici. Si riporta in *Tabella 1* il consuntivo dei dati di produzione e consumo dell'energia elettrica e in *Figura 4* l'andamento della quota parte delle perdite di rete e degli autoconsumi rapportati alla produzione totale lorda di energia elettrica.

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Produzione lorda di energia elettrica	216,6	241,5	276,6	303,7	302,1	283,0	289,8	295,8	289,7	293,9	280,5
apporti da pompaggio	*3,5*	4,1	6,7	6,9	3,3	1,4	1,8	1,8	1,7	1,8	1,9
Calore utile	-	-	-	53,6	56,3	59,3	61,0	61,1	59,6	60,2	59,3
Energia destinata a servizi ausiliari	11,5	12,3	13,3	13,1	11,3	10,6	10,1	10,6	9,9	9,9	8,9
Produzione netta	205,1	229,2	263,3	290,6	290,7	272,4	279,7	285,3	279,8	284,0	271,6
Energia destinata ai pompaggi	4,8	5,6	9,1	9,3	4,5	1,9	2,5	2,5	2,3	2,5	2,7
Produzione destinata al consumo	200,3	223,6	254,2	281,3	286,3	270,5	277,2	282,8	277,5	281,5	269,0
Saldo import/export	34,7	37,4	44,3	49,2	44,2	46,4	37,0	37,8	43,9	38,1	32,2
Energia elettrica richiesta	234,9	261,0	298,5	330,5	330,5	316,9	314,3	320,5	321,4	319,6	301,2
Perdite di rete	16,2	17,6	19,2	20,6	20,6	19,7	18,8	18,7	18,0	17,8	17,4
Consumi elettrici	218,8	243,5	279,3	309,8	309,9	297,2	295,5	301,9	303,4	301,8	283,8

Tabella 1: Consuntivo dati produzione e consumo energia elettrica (TWh). (Fonte: Rapporto ISPRA r363_2022)

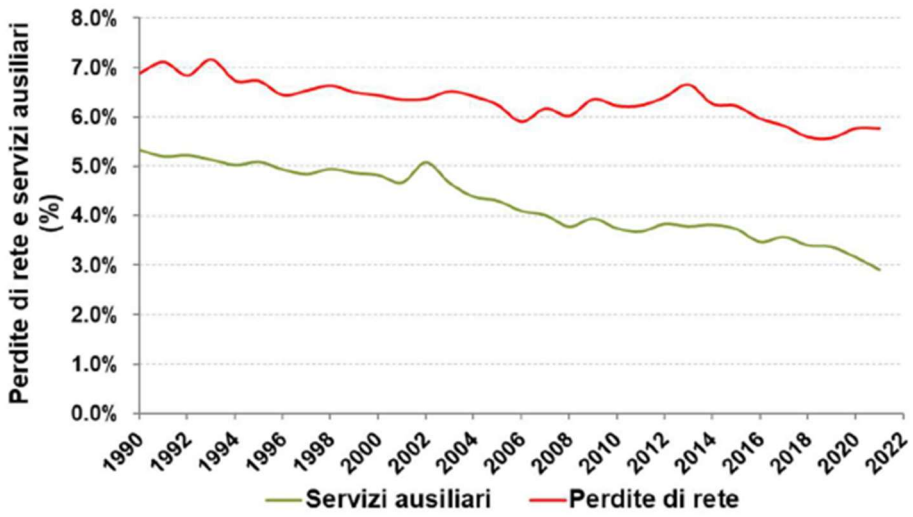


Figura 4: andamento perdite di rete e autoconsumi rapportati alla produzione lorda totale di energia elettrica. (Fonte: Rapporto ISPRA r363_2022)

È inoltre importante osservare, dal Rapporto ISTAT, come l'energia elettrica di origine termica rappresenta sicuramente, in tutto il trentennio analizzato, la quota prevalente della produzione elettrica nazionale. Questo contributo degli impianti termoelettrici manifesta una crescita fino all'anno 2007, successivamente si registra un rapido declino del contributo termoelettrico che passa dall'84.7% (anno 2007) al 63% (anno 2014) fino ad arrivare a un 64.6%, per l'anno 2020, della produzione nazionale.
Per ciò che concerne la quota parte delle energie rinnovabili, è registrato un rapido incremento nell'ultimo decennio; nel 2020 il contributo dell'eolico, del solare, dei rifiuti e del biocombustibile è pari al 22.6% della produzione nazionale. Si riporta in *Figura 5* l'andamento della produzione elettrica dalle diverse fonti.

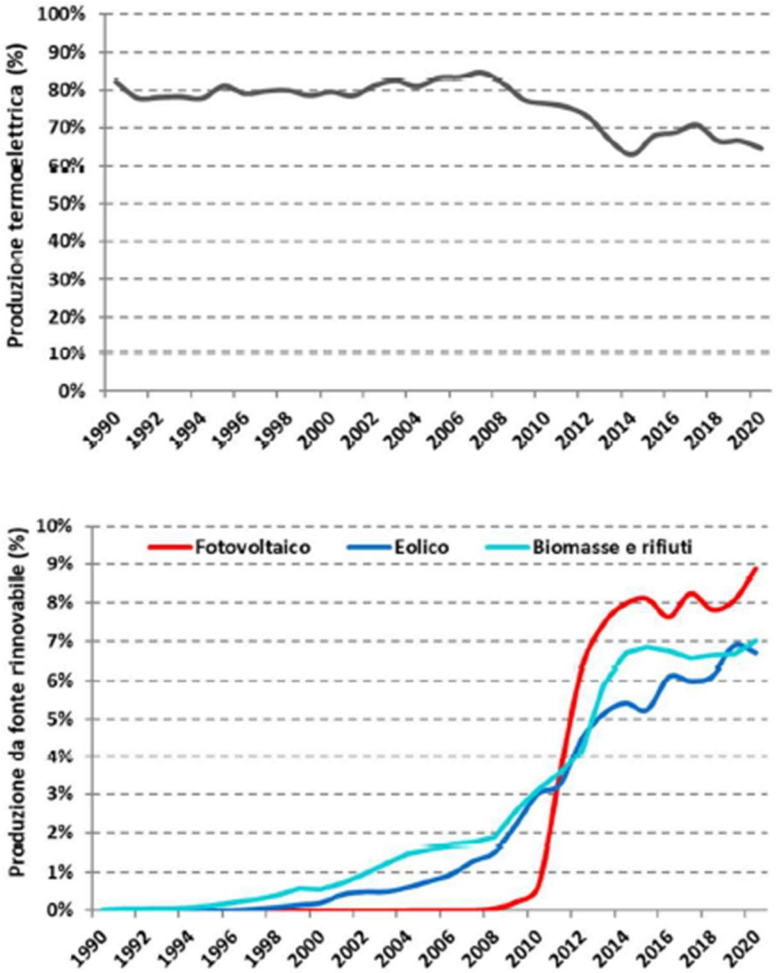


Figura 5: quota della produzione elettrica lorda da diverse fonti. (Fonte: Rapporto ISPRA r363_2022)

Nel Rapporto 2022 dell'ISTAT, sugli Indicatori di Efficienza del Sistema Energetico Nazionale, emerge la costante diminuzione dell'utilizzo dei combustibili fossili e specularmente la costante crescita nell'ultimo trentennio dell'utilizzo del gas naturale e delle bioenergie. In particolare, negli anni '90 e nel decennio seguente, i prodotti petroliferi erano il principale combustibile utilizzato in campo termoelettrico, in modo specifico l'olio

combustibile denso era il più diffuso. Si assiste successivamente ad un aumento dell'utilizzo del gas naturale all'interno degli impianti termoelettrici, in conseguenza alle politiche ambientali mirate alla riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera e alla comparsa, e al progressivo sviluppo, della tecnologia a ciclo combinato. Nell'andamento crescente di produzione di energia elettrica da gas naturale, arrivato a circa il 55% nel 2007, si registra una decrescita con un minimo nel 2014 pari a 33.5%; questo è avvenuto in corrispondenza del crescente contributo delle fonti rinnovabili. Successivamente, come si può notare in *Figura 6*, la tendenza dimostra nuovamente una crescita fino a registrare nel 2020 un contributo del 47.7% rispetto alla produzione totale di energia termoelettrica; questo è dovuto anche al calo degli investimenti e incentivi nell'ambito delle energie rinnovabili.
Si riporta inoltre in *Tabella 2* la produzione di energia elettrica lorda suddivisa per classe di combustibile.

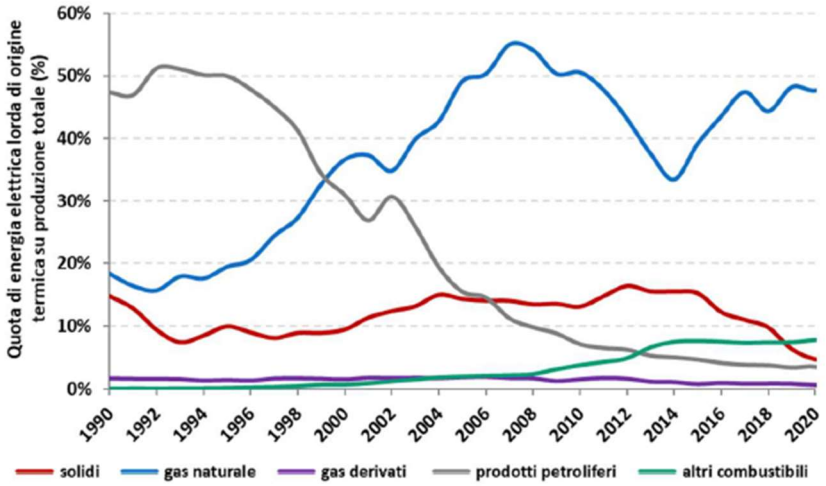


Figura 6: Andamento della produzione di energia termoelettrica per diverse classi di combustibili. (Fonte: Rapporto ISPRA r363_2022)

Fonte	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Solidi	32,0	24,1	26,3	43,6	39,7	43,2	32,6	28,5	18.8	13,4
Gas naturale*	39,7	47,0	101,4	149,3	152,7	110,9	140,3	128,5	141.7	133,7
Gas derivati	3,7	3,4	4,3	5,8	4,7	2,2	2,5	2,5	2.4	1,7
Prodotti petroliferi	102,7	120,8	85,9	47,1	21,7	13,4	11,5	11,0	10.2	10,0
Altri combustibili	0,1	0,4	1,9	6,2	11,6	21,8	21,9	21,6	22.0	22,0
Totale da combustibili	**178,3**	**195,8**	**219,7**	**252,0**	**230,5**	**191,5**	**208,8**	**192,1**	**195,1**	**180,8**

Tabella 2: Produzione di energia elettrica lorda (TWh) dalle diverse classi di combustibili. (Fonte: Rapporto ISPRA r363_2022)

Si segnalano, anche dal punto di vista grafico, le quote di produzione di energia elettrica lorda dalle rispettive fonti sopracitate. Si può notare facilmente, in *Figura 7*, come negli ultimi quindici anni vi sia una nettissima riduzione dell'utilizzo dei prodotti petroliferi e contemporaneamente un aumento della percentuale di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e un costante utilizzo del gas naturale.

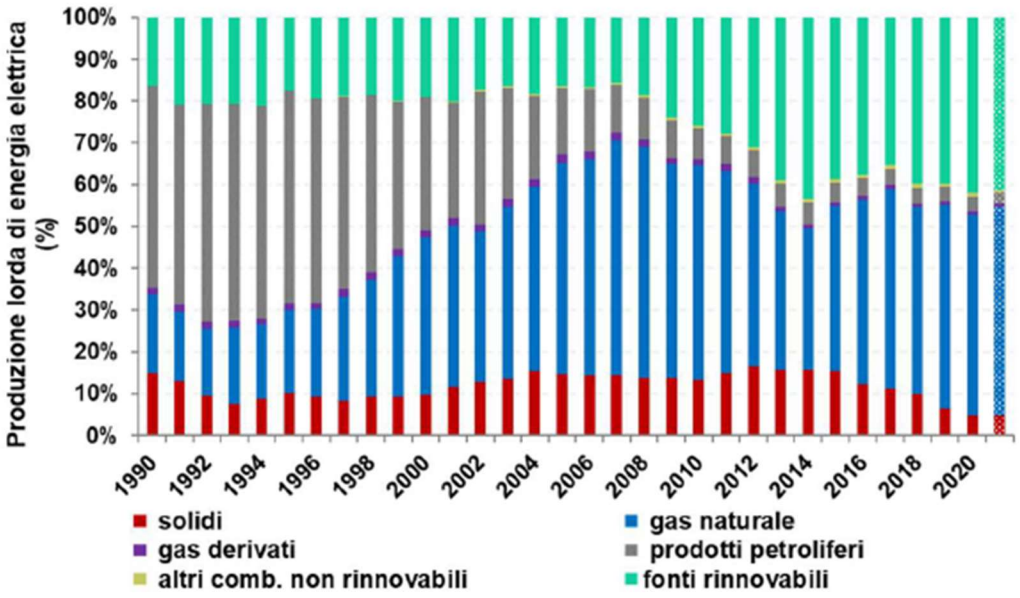


Figura 7: Produzione di energia elettrica lorda per le diverse fonti di combustibile. (Fonte: Rapporto ISPRA r363_2022)

1.3 Principali impatti

1.3.1 Emissioni di gas a effetto serra

L'impatto principale degli impianti termoelettrici riguarda l'emissione di inquinanti diffusi in atmosfera tramite i camini degli impianti stessi. Per poter calcolare la quantità di gas effetto serra emessa dagli impianti si fa riferimento a diverse metodologie che utilizzano il fattore di emissione proprio di ogni combustibile. Il fattore di emissione è dato dal rapporto tra l'emissione di un inquinante dato da una specifica sorgente emissiva e l'unità indicatore della sorgente stessa. Nel caso della combustione il fattore di emissione dipende dalle diverse tipologie di combustibile usato.
I fattori di emissione dei combustibili utilizzati nella generazione elettrica vengono calcolati, a partire dal contenuto di carbonio e dal potere calorifico dei rispettivi combustibili, mediante specifiche procedure. Le principali tipologie di combustibili analizzate risultano il carbone, il gas naturale e l'olio combustibile.
Il gas naturale che viene importato in Italia è regolarmente computato attraverso contatori e, tramite la composizione chimica e il potere calorifero dello stesso, è possibile stimare il fattore di emissione relativo. Per quanto riguarda l'olio combustibile, fonte energetica molto utilizzata negli anni '90, il fattore di emissione è correlato alla quantità di carbonio. Per ciò che concerne il carbone, la procedura condotta da ENEL per la determinazione del potere emissivo, deve tenere conto che la prevalenza di carbone utilizzato in Italia è commercializzato da diversi paesi. Sono state eseguite diverse analisi su diversi campioni di carbone importato e si è potuta elaborare una stima del fattore di emissione.
La quantità di CO_2 emessa in seguito alla produzione di energia elettrica e calore è riportata in *Tabella 3*.

Combustibili	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Solidi	28,1	20,8	22,4	40,4	35,5	39,1	32,1	28,6	25,4	17,3	12,5
Gas naturale	21,2	24,6	49,3	67,4	68,1	49,5	55,7	61,1	56,4	61,3	58,5
Gas derivati	6,7	6,4	6,4	11,4	8,0	4,5	5,7	4,5	4,5	4,3	2,9
P. petroliferi	70,2	81,4	61,2	36,2	20,0	10,1	9,2	8,7	8,4	7,5	7,6
Altri combustibili	0,1	0,2	0,5	2,5	3,2	3,5	3,6	3,5	3,5	3,5	3,4
Totale	126,4	133,5	139,8	157,8	134,8	106,6	106,3	106,5	98,1	94,0	84,9

Tabella 3: Emissione di anidride carbonica (Mt CO2) nel settore degli impianti termoelettrici. (Fonte: Rapporto ISPRA r363_2022)

Si può notare come, nel 1995, la quota emissiva da prodotti petroliferi ammontava al 61% delle emissioni totali del settore termoelettrico; nel 2020 però si registra una riduzione della quota parte delle emissioni totali imputabili ai prodotti petroliferi fino al 8.9%. Per quanto riguarda il gas naturale è presente un aumento della quota di emissione dal 16.7% del 1990 a circa il 69% del 2020. Le emissioni di gas naturale mostrano un incremento dovuto all'aumento del consumo della risorsa stessa. È importante segnalare come il totale delle emissioni di CO_2 di tutti i combustibili sia passato da essere di 126.4 Mt nel 1990 a 84.9 Mt nel 2020, segnalando una diminuzione del 33% circa.

La rendicontazione delle emissioni di CO_2 avviene attraverso il sistema europeo di quote dell'*European Union Emission Trading System (UE-ETS*). Questo sistema di scambio di quote, disciplinato nella Direttiva 2003/87/CE, è il principale strumento adottato dall'Unione Europea per raggiungere gli obiettivi di riduzione della CO_2 nei principali settori industriali. Il meccanismo dell'attribuzione delle quote è del tipo *cap&trade*; viene fissato un tetto massimo complessivo di emissioni consentite all'interno del territorio europeo nei settori interessati (cap) a cui corrisponde un numero equivalente di "quote"; 1 tonnellata di $CO_{2\,eq}$ equivale ad 1 quota di emissione. Ogni quota può essere acquistata o venduta su un apposito mercato, detto *trade*. Ogni settore industriale, che ricade all'interno della Direttiva sopracitata, deve "compensare" su base annuale le proprie emissioni effettive con un corrispondente quantitativo di quote. Le quote effettive delle organizzazioni devono essere verificate da un soggetto terzo indipendente e la contabilità delle compensazioni è tenuta attraverso il Registro Unico dell'Unione.

Le quote di emissione possono essere allocate a titolo oneroso o gratuito; nel primo caso le quote vengono vendute attraverso aste pubbliche alle quali partecipano soggetti accreditati che acquistano le quote principalmente per compensare le proprie emissioni. L'allocazione gratuita delle quote, invece, prevede l'assegnazione delle quote gratuite agli operatori a rischio di delocalizzazione delle produzioni in Paesi caratterizzati da standard ambientali meno stringenti rispetto a quelli europei. Indipendentemente dal metodo di allocazione delle quote, il quantitativo di quote disponibili per i settori industriali va a diminuire nel tempo, imponendo in questo modo una riduzione delle emissioni di gas serra all'interno dei settori che ricadono all'interno della Direttiva ETS.

L'approfondimento dei fattori di emissione per il calcolo della quantità di CO_2 emessa è stato già trattato nel *paragrafo 1.3*.

1.3.2 Fattori di emissione di CO_2 per tipologia di impianto

Dal Rapporto ISPRA risulta evidente come gli impianti adibiti alla sola produzione elettrica abbiano un fattore di emissione maggiore, rispetto a quelli adibiti anche alla produzione del

calore, in ragione della loro minore efficienza energetica rispetto agli impianti che prevedono assetto cogenerativo. Il fattore di emissione proprio di ogni impianto è ottenuto attraverso la media ponderata dei fattori di emissione del combustibile utilizzato, e quindi dalle emissioni totali dell'impianto stesso, e in funzione dell'energia elettrica prodotta dalla tipologia di impianto. Dai dati elaborati ISPRA risulta evidente come dal 2005 al 2020 le emissioni per unità di energia elettrica prodotta siano sensibilmente diminuite per tutte le tipologie di impianto e di combustibile utilizzato.
La riduzione del fattore di emissione medio si registra sia per gli impianti cogenerativi (-27,5%) sia per gli impianti non cogenerativi (-25,5%). I dati per gli impianti a ciclo combinato sono di particolare importanza per la prevalenza che tali impianti hanno in termini di produzione elettrica. Le centrali a ciclo combinato cogenerative fanno registrare una riduzione del fattore di emissione del 21,8% dal 2005 al 2020, mentre i cicli combinati non cogenerativi mostrano un incremento del fattore di emissione del 4,3% nello stesso periodo. Si osserva, inoltre, una sensibile riduzione del fattore di emissione per combustibile dovuta al continuo e costante miglioramento dell'efficienza di conversione elettrica degli impianti. Un dato molto interessante emerge dalla determinazione dei fattori di emissione per tipologia di combustibile ISPRA e riguarda il gas naturale; si registra una riduzione del fattore di emissione del 5.6% dal 2005 al 2020. Questa tendenza risulta molto significativa in quanto il gas naturale è il combustibile maggiormente utilizzato negli impianti cogenerativi. In *Tabella 4* è riportato l'andamento nel periodo 2005-2020 della quantità di emissioni di CO_2 e i fattori di emissioni per le diverse tipologie di combustibile (secondo la classificazione di TERNA); in *Tabella 5* è invece presentata la tendenza, con andamento quinquennale, dei fattori di emissione posti in relazione alle diverse tipologie di impianto cogenerativo e differenti combustibili.

		Solidi	Gas Naturale	Gas derivati	Prodotti petroliferi	Altri solidi	Altri gassosi	TOTALE
2020	Mt CO_2	0,1	8,8	0,6	1,2	1,8	0,0	**12,5**
	g CO_2/kWh	376,5	233,5	697,2	240,3	147,5	0,3	**211,0**
2019	Mt CO_2	0,2	8,9	0,9	1,2	1,5	0,0	**12,8**
	g CO_2/kWh	385,3	232,2	692,9	236,3	131,0	0,9	**212,2**
2018	Mt CO_2	0,2	8,9	0,4	1,2	1,8	0,0	**12,5**
	g CO_2/kWh	381,6	232,9	594,0	243,6	138,9	0,6	**209,5**
2017	Mt CO_2	0,2	9,1	0,8	1,3	1,7	0,0	**13,1**
	g CO_2/kWh	379,8	233,8	705,7	244,5	137,2	0,3	**215,3**
2016	Mt CO_2	0,2	9,0	1,1	1,3	1,7	0,0	**13,4**
	g CO_2/kWh	384,1	234,5	747,8	245,1	137,0	0,3	**220,2**
2015	Mt CO_2	0,2	8,7	0,9	1,5	1,6	0,0	**13,0**
	g CO_2/kWh	383,4	232,6	780,8	249,4	140,3	0,5	**218,9**
2010	Mt CO_2	0,1	8,3	0,2	3,9	1,4	-	**13,9**
	g CO_2/kWh	383,5	233,2	625,8	289,1	224,8	-	**247,3**
2005	Mt CO_2	0,3	7,6	0,3	4,2	0,8	-	**13,2**
	g CO_2/kWh	377,2	225,9	474,3	283,5	237,7	-	**246,7**

Tabella 4: Emissione di anidride carbonica e fattori di emissione per la produzione di calore per diverse tipologie di combustibili. (Fonte: Rapporto ISPRA r363_2022)

	Solidi	Gas Naturale	Gas derivati	Prodotti petrol.	Altri solidi	Altri gassosi	TOTALE
	g CO_2/kWh						
2020							
Impianti cogenerativi	**384,7**	**315,4**	**1.141,9**	**288,3**	**210,9**	**5,5**	**293,8**
a combustione interna (CIC)		295,2	919,7	312,0	193,9	5,5	226,2
a turbine a gas (TGC)		279,2		276,5	175,8	5,4	264,4
a ciclo combinato (CCC)		325,3	1.109,7	306,8	184,9	5,9	316,2
a vapore a contropressione (CPC)	202,5	246,2		263,0	164,1	0,2	222,0
a vapore a condensaz. con spillamento (CSC)	384,7	375,9	1.246,0	254,1	250,2	6,7	343,8
2015							
Impianti cogenerativi	**391,4**	**312,2**	**1.319,2**	**311,5**	**216,7**	**5,2**	**304,2**
a combustione interna (CIC)		281,5	1.120,8	385,0	202,1	5,2	**216,8**
a turbine a gas (TGC)		279,3	866,8	290,1	171,3	3,3	**271,0**
a ciclo combinato (CCC)	391,1	322,9	1.290,9	331,4	197,4	5,4	**319,0**
a vapore a contropressione (CPC)	392,8	245,4		258,5	164,7	1,4	**229,2**
a vapore a condensaz. con spillamento (CSC)		352,9	1.363,0	331,5	251,8	3,1	**412,8**
2010							
Impianti cogenerativi	**436,2**	**335,2**	**1.555,8**	**365,1**	**399,9**	**17,1**	**374,8**
a combustione interna (CIC)		303,6	1.572,8	415,3	325,3	17,0	**319,0**
a turbine a gas (TGC)		283,1	891,8	365,1		7,0	**298,4**
a ciclo combinato (CCC)	458,5	344,3	1.528,5	356,1	355,5	25,8	**383,5**
a vapore a contropressione (CPC)	390,5	286,0		339,9	267,5	7,2	**295,6**
a vapore a condensaz. con spillamento (CSC)		334,7	2.546,5	380,9	592,2	20,1	**442,1**
2005							
Impianti cogenerativi	**492,3**	**334,0**	**1.586,6**	**395,8**	**412,8**	**20,5**	**391,0**
a combustione interna (CIC)		298,3	1.835,5	487,8	359,7	29,5	**369,8**
a turbine a gas (TGC)		294,1		359,7	273,7	38,5	**308,6**
a ciclo combinato (CCC)		359,1	1.500,7	420,5	375,4	7,1	**415,3**
a vapore a contropressione (CPC)	492,3	240,8	1.277,5	306,2	398,5	16,6	**289,4**
a vapore a condensaz. con spillamento (CSC)		309,5	2.684,8	441,3	519,3	15,3	**456,3**

Tabella 5: Fattori di emissione per produzione di energia elettrica e calore per tipologia di impianto cogenerativo. (Fonte: Rapporto ISPRA r363_2022)

1.3.3 Emissioni di altri gas a effetto serra e altri inquinanti atmosferici

Dal Rapporto ISPRA emerge l'andamento delle emissioni dei principali gas effetto serra derivanti dalla produzione di energia elettrica e calore tramite gli impianti termoelettrici italiani. Nonostante siano prodotti in minor quantità, rispetto all'anidride carbonica, risultano di notevole importanza la presenza del metano e del protossido di azoto all'interno del plume emissivo; questo perché sono caratterizzati da un elevato *global warming potential (GWP)* e quindi risultano avere un grande impatto sul riscaldamento globale. In *Tabella 6* è riportata la rendicontazione dei gas climalteranti prodotti dal settore termoelettrico negli anni 2005-2020.

Gas serra	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Anidride carbonica - CO_2	157,85	134,79	106,64	106,31	106,47	98,09	94,00	84,90
Metano - CH_4	0,16	0,17	0,22	0,23	0,23	0,22	0,22	0,22
Protossido di azoto - N_2O	0,49	0,51	0,56	0,56	0,53	0,50	0,46	0,44
GHG	**158,50**	**135,47**	**107,43**	**107,10**	**107,23**	**98,82**	**94,69**	**85,55**

Tabella 6: Gas climalteranti prodotti (Mt CO2eq) a seguito della produzione di energia elettrica e calore. (Fonte: Rapporto ISPRA r363_2022)

È da considerare che la combustione che avviene per produrre energia termoelettrica è anche causa di emissioni di inquinanti in atmosfera che alterano la qualità dell'aria. Dal rapporto ISPRA si riporta, in *Tabella 7*, l'andamento delle concentrazioni emesse dei principali inquinanti: ossidi di azoto, ossidi di zolfo, composti organici volatili, monossido di carbonio, ammoniaca, e particolato atmosferico. Si può notare una coerente diminuzione delle concentrazioni emesse, nel periodo indicato in tabella dal 2005 al 2020, per la maggior parte degli inquinanti citati; questo beneficio deriva dai sistemi di abbattimento degli inquinanti, dall'avanzamento delle migliori tecnologie disponibili e, al contempo, all'abbandono dei combustibili maggiormente inquinanti; un esempio sono i combustibili solidi identificabili come i principali responsabili delle emissioni degli ossidi di zolfo in atmosfera.

Inquinanti atmosferici	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ossidi di azoto - NO_x	129,13	102,27	86,27	82,94	80,57	75,89	73,82	69,39
Ossidi di zolfo - SO_x	183,91	78,98	32,52	25,03	22,48	20,30	16,71	15,37
Composti organici volatili non metanici - COVNM	18,57	26,01	27,84	30,29	30,40	30,08	30,22	30,48
Monossido di carbonio – CO	36,97	35,90	32,15	33,60	34,66	32,46	33,27	31,25
Ammoniaca - NH_3	0,22	0,22	0,23	0,20	0,18	0,16	0,12	0,09
Materiale particolato - PM_{10}	5,93	2,85	1,41	1,24	1,17	1,01	0,94	0,80

Tabella 7: Inquinanti atmosferici (Kt) derivanti dalla produzione di energia elettrica e calore. (Fonte: Rapporto ISPRA r363_2022)

1.4 Migliori Tecnologie Disponibili

Il BREF di settore (for Large Combustion Plants) definisce le migliori tecniche disponibili per ridurre le emissioni dei diversi inquinanti. La BAT 42 è dedicata alla prevenzione e riduzione degli ossidi di azoto in atmosfera attraverso una o più tecniche presenti in *Figura 8*. Come si può notare vi è la presenza di alcune tecniche, ricercate all'interno delle DA, come i Bruciatori a basse emissioni di NOx (DLN), dei sistemi di riduzione selettiva catalitica (SCR) e non catalitica (SNCR).

Tecnica		Descrizione	Applicabilità
a.	Sistema di controllo avanzato	Cfr. descrizione alla sezione 8.3. Questa tecnica è spesso utilizzata in combinazione con altre tecniche o può essere utilizzata da sola per gli impianti di combustione in funzione < 500 ore/anno.	L'applicabilità ai vecchi impianti di combustione può essere subordinata alla necessità di installare a posteriori il sistema di combustione e/o il sistema di controllo-comando

b.	Aggiunta di acqua/vapore	Cfr. descrizione alla sezione 8.3.	L'applicabilità può essere limitata dalla disponibilità di acqua
c.	Bruciatori a bassa emissione di NO_x a secco (DLN)		L'applicabilità può essere limitata nel caso di turbine per le quali non è disponibile un pacchetto di modifiche tecniche o in cui sono installati sistemi di aggiunta di acqua/vapore.
d.	Modi di progettazione a basso carico	L'adattamento del controllo del processo e delle relative attrezzature per mantenere un buon livello di efficienza di combustione durante le variazioni della domanda energetica, ad esempio migliorando le capacità di controllo del flusso d'aria in entrata o suddividendo il processo di combustione in fasi disaccoppiate di combustione.	L'applicabilità può essere limitata dalla progettazione della turbina a gas
e.	Bruciatori a basse emissioni di NO_x (LNB)	Cfr. descrizione alla sezione 8.3.	Generalmente applicabile alla combustione supplementare per i generatori di vapore a recupero termico (HRSG) in caso di impianti di combustione con turbine a gas a ciclo combinato (CCGT)
f.	Riduzione catalitica selettiva (SCR)		Non applicabile agli impianti di combustione in funzione < 500 ore/anno. Non generalmente applicabile agli impianti di combustione esistenti di potenza < 100 MW_{th}. L'adeguamento degli impianti di combustione esistenti è subordinato alla disponibilità di spazio sufficiente. Vi possono essere limitazioni tecniche ed economiche all'adozione di questa tecnica negli impianti di combustione esistenti in funzione per un numero di ore annue compreso tra 500 e 1 500

Figura 8: BAT 42 delle BREF del settore Large Combustion Plants 2017.

La BAT 44 è correlata alla prevenzione e riduzione del monossido di carbonio in atmosfera attraverso l'ottimizzazione della combustione stessa o l'utilizzo di catalizzatori ossidanti. L'ottimizzazione della combustione si ottiene attraverso la combinazione di diverse tecniche, compresa la corretta progettazione delle stesse apparecchiature di combustione, del perfezionamento dei tempi di permanenza nella zona di combustione e della temperatura del processo. L'utilizzo di un sistema di controllo avanzato è un altro parametro di ottimizzazione; esso consiste in un sistema automatico in grado di controllare l'efficienza della combustione e supportare la prevenzione e/o riduzione delle emissioni. Le tecniche di abbattimento degli inquinanti possono essere applicate singolarmente o in combinazione con altre tecniche primarie. Gli ossido di zolfo e azoto possono essere rimossi attraverso tecniche di abbattimento integrate che permettono la rimozione anche di diversi inquinanti presenti negli effluenti gassosi; un esempio sono i processi DeSONOx o con carboni attivi.
Per ciò che concerne la riduzione delle emissioni in atmosfera di polveri e metalli, nella BREF di settore, si fa riferimento a diverse tecniche tra cui i filtri a maniche, i precipitatori elettrostatici e l'iniezione di diversi sorbenti, tra cui per esempio il carbone attivo.
Un aspetto fondamentale riguarda il miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti e questo concetto è espresso nella BAT 12. Al fine di aumentare l'efficienza energetica delle unità di combustione la BAT consiste nell'utilizzare una combinazione adeguata di diverse tecniche; tra le tante proposte si possono identificare ad esempio:

- Ottimizzazione della combustione: permette di ridurre al minimo il contenuto di sostanze incombuste negli effluenti gassosi e nei residui solidi della combustione (BAT 12a)
- Ottimizzazione delle condizioni del fluido di lavoro: ottenuto praticando un funzionamento ai valori massimi di pressione e temperatura del fluido di lavoro, compatibilmente ai vincoli imposti da fattori diversi, come ad esempio il controllo delle emissioni di ossidi di azoto (BAT 12b)
- Ottimizzazione del ciclo del vapore: si identifica nel funzionamento della turbina alla pressione minima di scarico, utilizzando la temperatura minima possibile dell'acqua di raffreddamento del condensatore (BAT 12c)
- Riduzione al minimo del consumo di energia: attraverso una riduzione del consumo energetico interno, per esempio attraverso l'incremento dell'efficienza della pompa dell'acqua di alimentazione (BAT 12d)
- Preriscaldamento dell'aria di combustione: attraverso il riutilizzo di una parte del calore recuperato dall'effluente gassoso è possibile preriscaldare l'aria utilizzata nel processo di combustione (BAT 12e)
- Preriscaldamento del combustibile attraverso il calore recuperato (BAT 12f)
- Sistemi di controllo avanzato dei principali parametri di combustione volti a migliorare l'efficienza della combustione (BAT 12g)
- Preriscaldamento dell'acqua di alimentazione per mezzo del calore utilizzato (BAT 12h)
- Recupero del calore dalla cogenerazione: il recupero del calore avviene principalmente dal sistema di generazione del vapore; esso è poi utilizzato per la produzione di acqua calda o vapore da utilizzare all'interno dei processi industriali o in una rete pubblica di teleriscaldamento (BAT12i)
- Condensatore degli effluenti gassosi (BAT12k)
- Accumulo termico: praticabile attraverso l'accumulo del calore cogenerato tramite lo stoccaggio termico (BAT 12l)
- Potenziamento delle turbine a vapore: può concretizzarsi tramite l'aumento della temperatura e della pressione del vapore a media pressione, nell'aggiunta di una turbina a bassa pressione o nella modifica della geometria delle pale del rotore (BAT 12r)

2. Sistemi volontari di gestione ambientale

2.1 La registrazione EMAS e la certificazione ISO 14001

Gli strumenti di gestione ambientale nascono dalla necessità di trovare delle modalità di intervento che mettano in evidenza il ruolo e la responsabilità delle imprese sia in merito alla protezione dell'ambiente, sia in sostegno all'economia. Adottare un sistema di gestione ambientale (SGA), per un'organizzazione, vuol dire intraprendere un percorso volontario mirato a ottenere una migliore gestione dell'attività stessa riducendone i rischi e migliorandone le prestazioni.
I due sistemi di gestione ambientale più diffusi sono la certificazione ISO 14001 e la registrazione EMAS. Entrambe si fondano sul requisito imprescindibile di conformità

normativa delle aziende, ISO 14001 specifica inoltre i requisiti che un'organizzazione può utilizzare per migliorare le proprie prestazioni ambientali; EMAS, invece, presuppone un miglioramento futuro e programmato delle prestazioni ambientali e che sia presente un dialogo aperto con il pubblico.
I sistemi di gestione ambientale basano i loro principi sul Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*); esso è un modello studiato da William Edwards Deming volto a promuovere la qualità e il miglioramento continuo dei processi e all'utilizzo ottimale delle risorse. È uno strumento molto versatile in quanto applicabile sia a livello globale sull'intera gestione dell'organizzazione e sia su un singolo aspetto della produzione o della gestione ambientale.
La pubblicazione del primo regolamento EMAS risale al 1993 con la pubblicazione del Regolamento CEE n° 1836/93; la prima certificazione ISO 14001 arriva tre anni dopo con la pubblicazione della norma UNI EN ISO 14001/96, in successione vi sono diverse integrazioni e modifiche fino ad arrivare alla pubblicazione di ISO 14001/15 in cui viene indicato un allineamento di tutte le norme sui sistemi di gestione ad una struttura detta di "Alto Livello" (HLS: High Level Structure). L'ultima revisione EMAS risale invece al Regolamento UE 2018/2026 della Commissione Europea all'interno del quale vengono revisionati gli allegati EMAS in merito alla Dichiarazione Ambientale e agli indicatori.
Le principali analogie tra questi due strumenti di gestione ambientale riguardano la volontarietà delle organizzazioni nell'adottarli, nella piena conformità normativa come requisito imprescindibile e l'obiettivo principale di avere, per l'impresa stessa, un'ottica di miglioramento continuo delle prestazioni ambientali secondo il modello del PDCA. Sono, inoltre, destinate a qualsiasi organizzazione le voglia richiedere e hanno una durata di tre anni, una volta validate da un certificatore esterno accreditato, con la presenza di verifiche intermedie ogni anno.
Entrambe impongono un approccio sistematico alla gestione ambientale per garantire uno sviluppo sostenibile. Richiedono di proteggere l'ambiente prevenendo o mitigando gli impatti ambientali negativi. EMAS e la ISO 14001 assistono anche l'organizzazione nell'adempimento degli obblighi normativi e nel migliorare il modo in cui i suoi prodotti e servizi sono progettati, fabbricati, distribuiti, consumati e smaltiti utilizzando una prospettiva del ciclo di vita. I sistemi di gestione ambientale possono essere molto utili, inoltre, per ottenere vantaggi finanziari e operativi che possono derivare dall'implementazione di alternative ecocompatibili che rafforzino la posizione di mercato dell'organizzazione stessa.
È inoltre importante sottolineare come il livello di dettaglio e complessità del sistema di gestione ambientale varierà a seconda del contesto dell'organizzazione, dell'ambito del suo sistema di gestione ambientale, dei suoi obblighi di conformità e della natura delle sue attività, prodotti e servizi, compresi i suoi aspetti ambientali e i relativi impatti ambientali associati.
EMAS e ISO 14001 detengono però alcune differenze; le principali riguardano la validità intesa come confine geografico: la certificazione ISO 14001 è promossa da un'organizzazione internazionale e privata e la certificazione stessa ha validità in tutto il mondo; al contrario la registrazione EMAS è valida all'interno della Comunità Europea.
La registrazione EMAS prevede l'adozione di un logo identificativo utilizzabile dalle organizzazioni registrate e inoltre prevede la compresenza di diversi soggetti nell'iter di registrazione: l'organizzazione, il verificatore ambientale accreditato, e le agenzie di protezione proprie del territorio in esame.

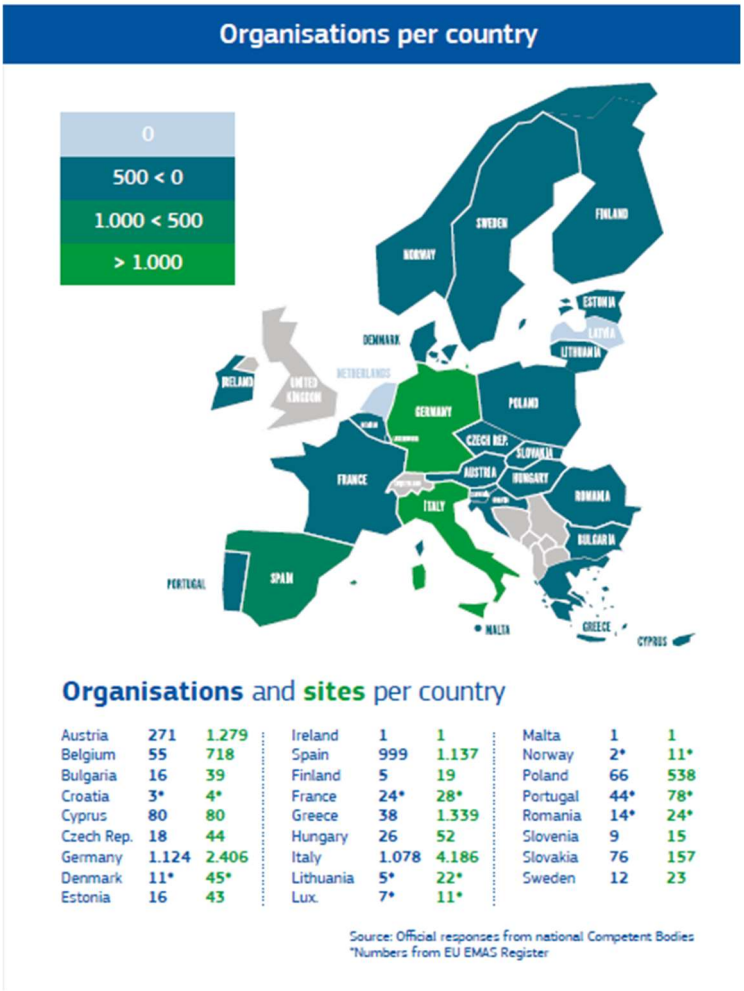
La certificazione ISO 14001 prevede invece un iter di ottenimento un po' più semplice e breve che vede la partecipazione dell'organizzazione e dell'ente certificatore accreditato. L'ultima differenza che è importante sottolineare, soprattutto per lo scopo di questa tesi, è che, a differenza della certificazione ISO 14001, la Registrazione EMAS prevede l'obbligo di comunicazione attiva e periodica verso l'esterno della Politica Ambientale che viene applicata all'interno dell'organizzazione stessa. Questo avviene redigendo, e aggiornando annualmente, la Dichiarazione Ambientale; essa è un documento che ha lo scopo di veicolare al pubblico e a tutte le parti interessate informazioni riguardanti la struttura e le attività, la Politica Ambientale, il Programma Ambientale e le prestazioni ambientali e il relativo rispetto degli obblighi normativi applicabili.
La Dichiarazione Ambientale, che ha durata triennale, deve essere aggiornata e convalidata ogni anno da parte di un ente terzo certificatore e deve essere messa a disposizione del pubblico entro un mese dalla registrazione.
Il regolamento EMAS stabilisce i requisiti minimi che devono essere presenti all'interno della dichiarazione, ma l'organizzazione ha autonomia decisionale, circa il livello di dettaglio, la struttura generale, purché venga mantenuto un contenuto chiaro, attendibile e corretto.
I requisiti minimi necessari, che devono essere esplicitati obbligatoriamente, sono:

- La sintesi delle attività, dei prodotti e dei servizi dell'organizzazione.
- La Politica Ambientale adottata e una breve descrizione della struttura del sistema di gestione ambientale adottato.
- La descrizione di tutti gli aspetti ambientali, diretti e indiretti, che determinano gli impatti ambientali significativi, con una spiegazione del metodo utilizzato per specificarne la significatività.
- Una specifica riguardo gli obbiettivi e i traguardi ambientali inseriti nel programma ambientale dell'organizzazione.
- La descrizione sulle azioni attuate e programmate per migliorare le prestazioni ambientali, conseguire gli obiettivi prefissati e garantire la conformità normativa.
- La sintesi dei dati disponibili sulle prestazioni dell'organizzazione riportando gli indicatori chiave e gli indicatori specifici di prestazione ambientale.
- I principali obblighi di conformità normativi in materia ambientale e una dichiarazione relativa alla conformità giuridica.
- Conformità ai requisiti EMAS, conferma di attendibilità dei dati presentati e i riferimenti del verificatore ambientale che ha validato la dichiarazione ambientale.

2.1.1 Diffusione in Italia e in Europa

È importante far presente che, essendo l'iter di certificazione ISO 14001 molto simile all'iter di registrazione EMAS, è possibile, integrando alcuni aspetti e requisiti, richiedere in modo semplificato la registrazione EMAS dopo aver ottenuto la certificazione ISO 14001. Per ciò che concerne la registrazione EMAS, è interessante capire a livello europeo quale sia il numero di organizzazioni che hanno deciso di aderire a questo tipo di sistema di gestione ambientale. Nell'annuario pubblicato da ISPRA, è possibile reperire la numerosità delle organizzazioni italiane, e più in generale anche europee, che effettuano tale registrazione. In particolare, il numero totale delle organizzazioni italiane registrate EMAS raggiunge quota di 1078 al 30

agosto 2022, quelle europee risultano 4112. Questo dato conferma il segnale di ripresa rispetto al 2018 con una crescita, in Italia, di circa il 6% delle nuove registrazioni EMAS rilasciate.
In *Figura 9* è presente il dettaglio delle organizzazioni e dei siti che a livello europeo hanno aderito alla registrazione EMAS; le nazioni maggiormente virtuose risultano l'Italia, la Germania, l'Austria e la Spagna.



Organisations and **sites** per country

Austria	271	1.279	Ireland	1	1	Malta	1	1
Belgium	55	718	Spain	999	1.137	Norway	2*	11*
Bulgaria	16	39	Finland	5	19	Poland	66	538
Croatia	3*	4*	France	24*	28*	Portugal	44*	78*
Cyprus	80	80	Greece	38	1.339	Romania	14*	24*
Czech Rep.	18	44	Hungary	26	52	Slovenia	9	15
Germany	1.124	2.406	Italy	1.078	4.186	Slovakia	76	157
Denmark	11*	45*	Lithuania	5*	22*	Sweden	12	23
Estonia	16	43	Lux.	7*	11*			

Source: Official responses from national Competent Bodies
*Numbers from EU EMAS Register

Figura 9: Totale di certificati EMAS attivi in Europa. (Fonte: https://ec.europa.eu/environment/emas/emas_registrations/statistics_graphs_en.htm)

I settori produttivi nei quali si riscontra una maggiore adesione sono quello dei rifiuti, dell'energia, delle costruzioni, del commercio all'ingrosso e della pubblica amministrazione.
In *Figura 10* è riportato un diagramma che indica il numero di registrazioni EMAS rilasciate in totale e annualmente fino ad agosto 2022.

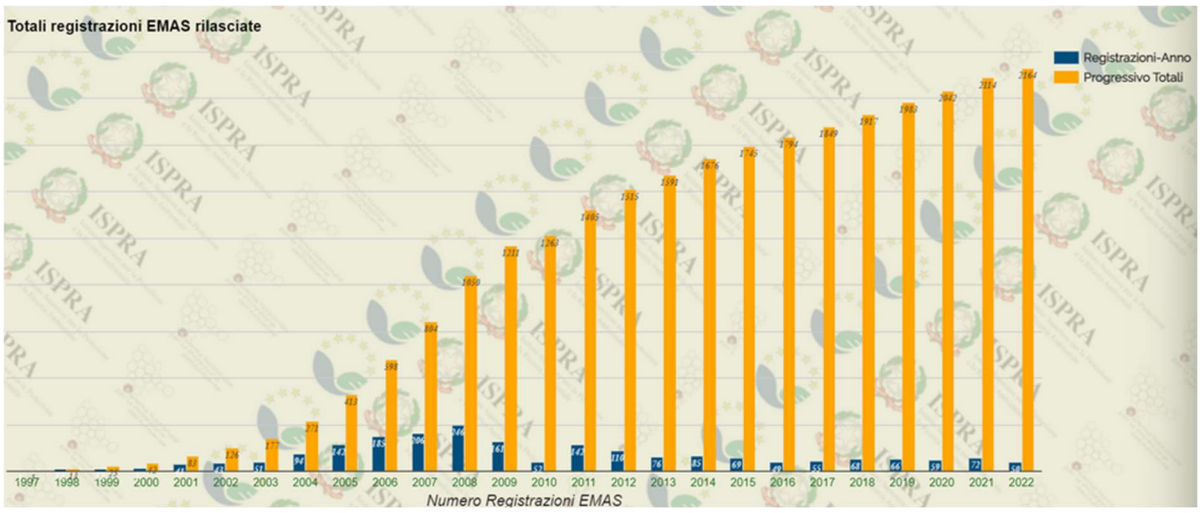


Figura 10: Totale di certificati EMAS rilasciati in Italia. (Fonte: https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/certificazioni)

In *Figura 11* è riportato invece il numero di registrazioni EMAS suddivise per i diversi settori produttivi; è importante notare come il comparto delle imprese adibite al recupero e smaltimento dei rifiuti registri il numero più alto delle adesioni EMAS arrivando a 313 registrazioni, che corrispondono al 15% del totale delle registrazioni attive in Italia. Il comparto dell'energia segue subito dopo con un numero di registrazioni pari a 151.

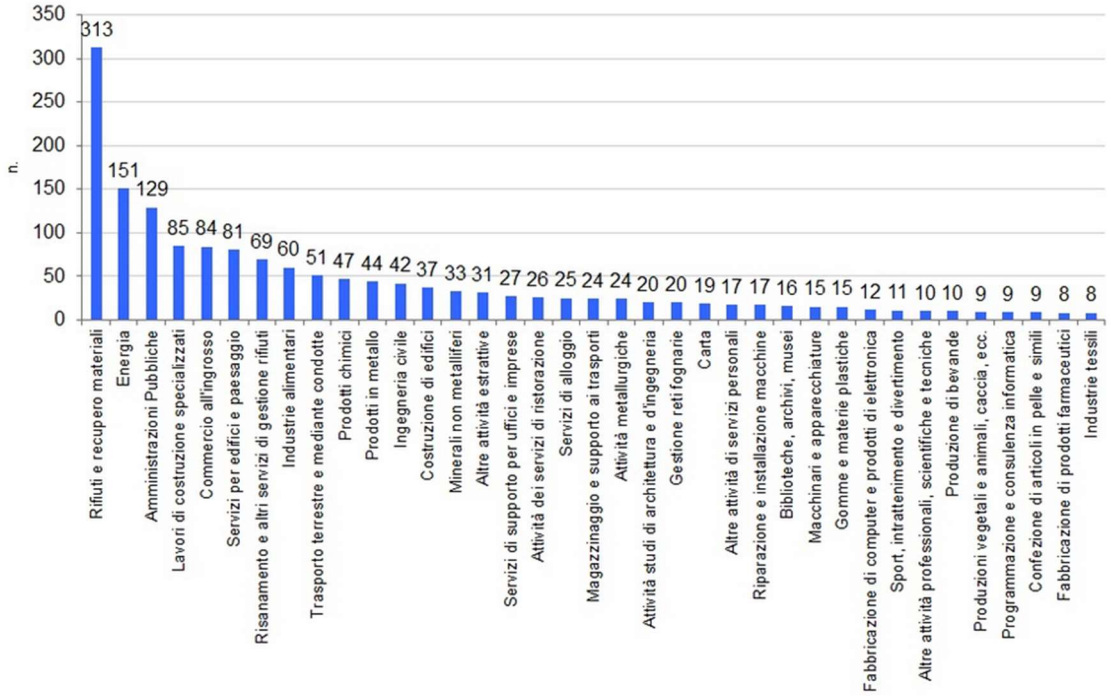


Figura 11: Totale di certificati EMAS rilasciati in Italia suddivisi per tipologia di settore produttivo. (Fonte: https://annuario.isprambiente.it)

Per quanto riguarda l'andamento regionale della diffusione di EMAS, è possibile notare in *Figura 12*, quali sono le regioni che detengono il primato di tale certificazione; in particolare la Lombardia è caratterizzata da 230 registrazioni EMAS, seguita da Emila Romagna con 146 adesioni e subito dopo dalla Toscana con 115 registrazioni EMAS.

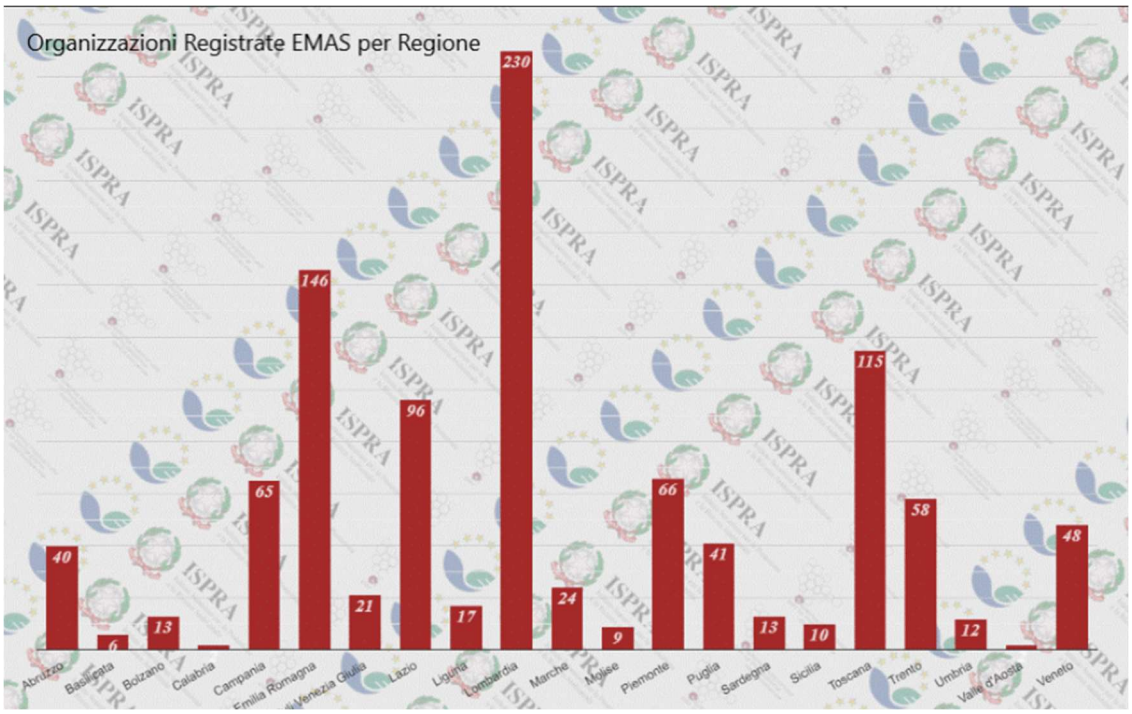


Figura 12: Totale di certificati EMAS rilasciati in Italia suddivisi per regione. (Fonte: https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/certificazioni)

È inoltre interessante vedere il dettaglio delle registrazioni EMAS attive in Italia suddivise per anno e per regione; per questo scopo viene in aiuto la *Tabella 8*.

Regione/ Provincia autonoma	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	giu-21
	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.
Piemonte	9	13	16	23	37	43	51	60	61	71	85	93	91	87	84	69	63	61	66	67
Valle d'Aosta	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	6	6	6	5	4	4	4	4	4
Lombardia	30	35	44	59	81	102	116	126	131	151	159	166	182	191	192	217	209	220	226	226
Bolzano - Bozen	*4*	4	3	4	7	7	6	8	9	14	12	11	5	10	10	12	13	12	12	11
Trento	*1*	1	1	4	8	9	34	65	69	105	123	131	127	81	79	65	65	65	60	60
Veneto	14	17	19	26	35	39	60	62	62	68	70	63	63	58	56	48	44	42	45	49
Friuli-Venezia Giulia	1	2	4	4	5	14	28	32	33	34	30	32	26	23	23	21	19	20	20	21
Liguria	3	3	8	12	16	19	27	24	24	25	20	15	12	13	14	12	12	12	17	17
Emilia-Romagna	41	63	90	116	135	158	184	185	188	194	184	184	168	166	153	144	139	144	147	145
Toscana	6	9	16	40	77	109	133	130	140	136	134	125	122	129	136	123	111	110	112	116
Umbria	0	1	2	4	9	16	25	27	27	27	27	21	17	14	14	11	12	12	12	13
Marche	0	2	5	6	13	23	29	33	36	38	34	31	31	31	27	28	26	27	25	24
Lazio	5	6	7	13	20	28	30	33	37	40	38	36	38	45	46	70	77	83	88	91
Abruzzo	4	6	6	13	18	21	27	32	32	33	32	28	31	30	30	32	32	33	40	40
Molise	1	1	3	4	4	6	12	11	11	11	10	9	7	7	8	7	9	10	10	9
Campania	0	1	8	17	31	41	58	60	68	65	61	46	37	38	40	45	51	60	61	63
Puglia	1	0	4	12	16	29	53	69	72	72	71	54	47	44	39	38	39	38	40	40
Basilicata	0	2	3	4	10	10	14	16	16	13	12	7	7	6	5	4	6	7	7	7
Calabria	1	1	1	6	9	9	12	11	9	9	7	6	7	6	4	3	2	1	2	1
Sicilia	3	4	9	12	17	33	35	31	32	34	23	17	15	16	15	12	13	11	10	9
Sardegna	1	1	4	10	16	22	23	19	21	23	20	17	19	20	20	18	19	17	16	16
ITALIA	**125**	**174**	**255**	**391**	**566**	**740**	**959**	**1 036**	**1 080**	**1 165**	**1 158**	**1 098**	**1 058**	**1 021**	**1 000**	**983**	**965**	**989**	**1 020**	**1 029**

Tabella 8: Totale di certificati EMAS rilasciati in Italia suddivisi per regione e per anno. (Fonte: https://annuario.isprambiente.it)

La diffusione della norma ISO 14001, come si può notare in *Figura 13*, è sicuramente maggiore rispetto alla registrazione EMAS; questo è dovuto principalmente alla validità internazionale,

per ISO 14001, o europea, per EMAS. Questa forte differenza è anche data dalla maggiore semplicità in termini di requisiti e iter di registrazione, della norma ISO 14001.

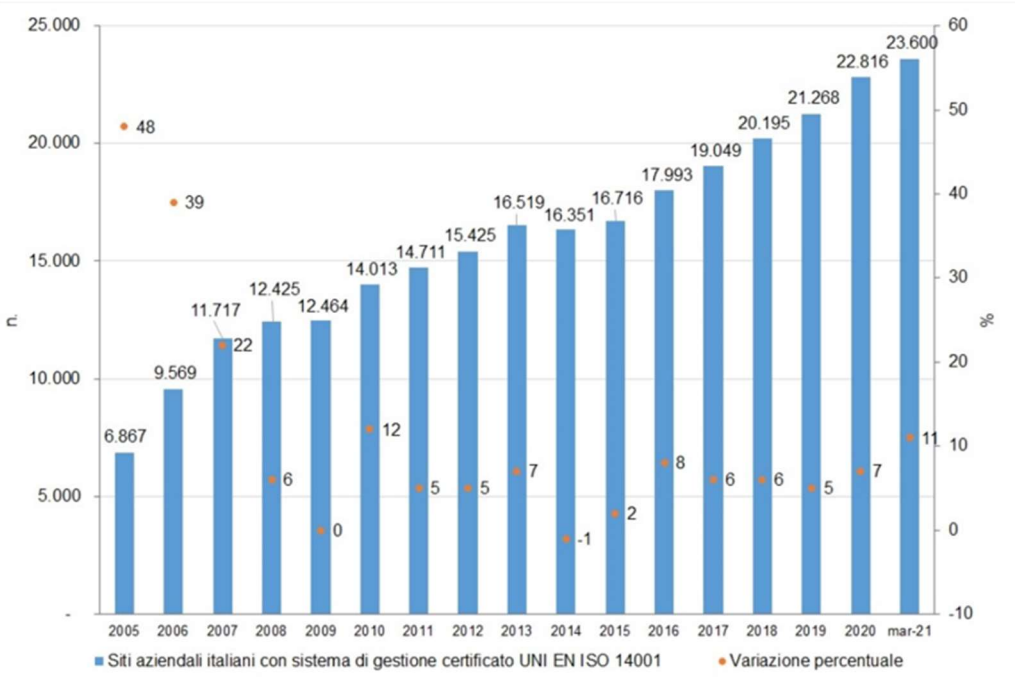


Figura 13: Totale di certificazioni ISO 14001 rilasciate in Italia. (Fonte: https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/816)

Come mostrato in *Figura 13,* il numero totale delle organizzazioni certificate secondo lo standard ISO 14001 in Italia è pari a 23600, a marzo 2021; ciò registra un aumento dell'11% rispetto all'anno 2020.

Dall'annuario ISPRA è possibile identificare quali siano all'interno del territorio italiano le regioni che hanno adottato questo sistema di certificazione; si ritrovano come regioni maggiormente certificate la Lombardia, con 4316 certificazioni attive, il Veneto e l'Emila Romagna, con circa 2500 certificazioni ISO 14001, seguite poi da Toscana, Piemonte e Lazio con circa 1800 adesioni a questo sistema di gestione ambientale.

Si riporta, in *Figura 14*, un istogramma che esplicita il numero totale di adesioni allo standard ISO 14001 delle diverse regioni italiane.

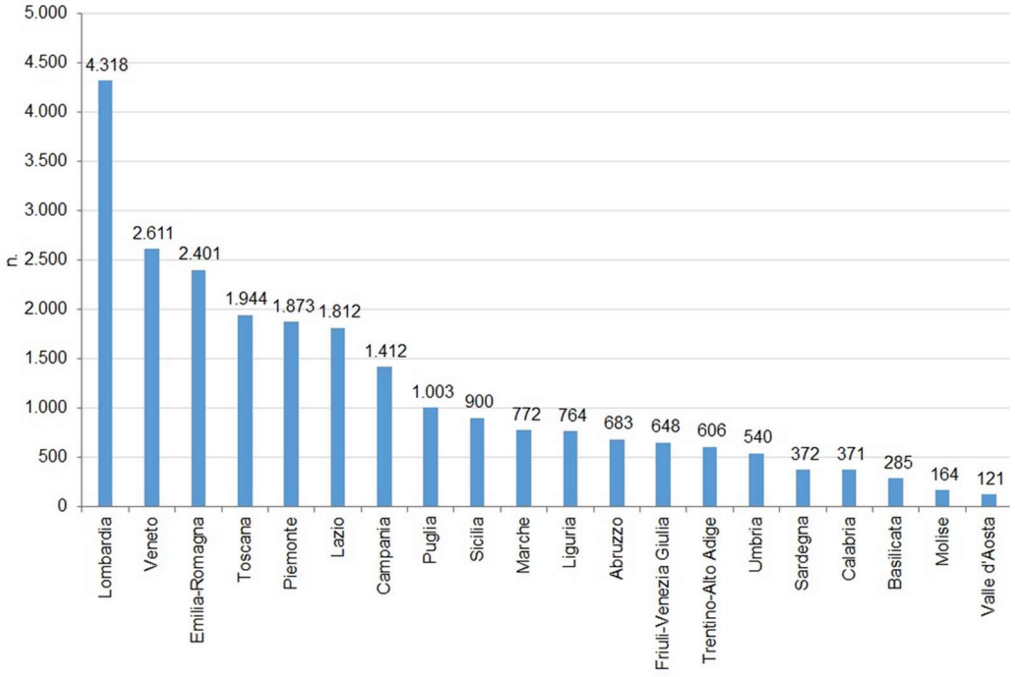


Figura 14: Totale di certificazioni ISO 14001 rilasciate suddivise per le varie regioni italiane. (Fonte: https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/816)

È inoltre molto significativo analizzare, all'interno dell'annuario ISPRA, quali siano i diversi settori economici in cui si riscontra il maggior numero di certificazioni ISO 14001. In *Figura 15*, si può notare come il settore delle costruzioni sia quello che detiene il maggior numero di adesioni allo standard internazionale. Le variazioni percentuali maggiori di adesioni tra l'anno 2020 e l'anno 2021, si riscontrano però nel settore dei trasporti, della logistica e delle comunicazioni e nel ramo dei servizi dell'ingegneria, con aumenti superiori al 20%.

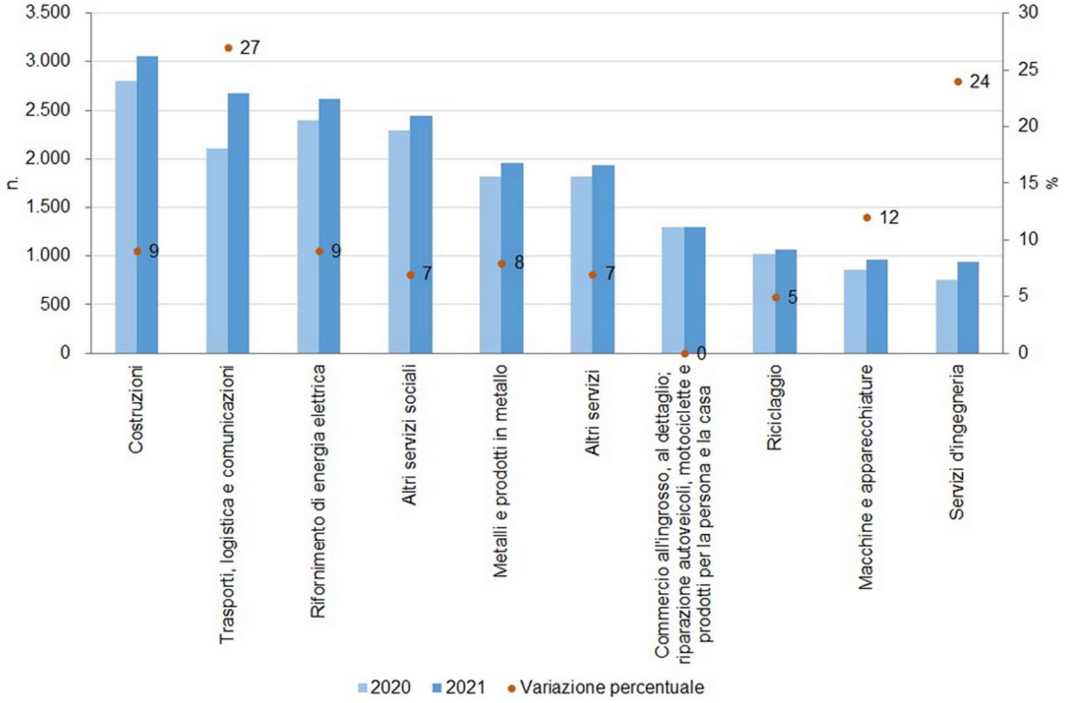


Figura 15: Totale di certificazioni ISO 14001 rilasciate suddivise per i settori produttivi principali. (Fonte: https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/816)

2.2 Il ciclo PDCA

Come accennato in precedenza, i sistemi di gestione, ambientale, per la sicurezza e quelli sviluppati in altri ambiti, hanno alla base del loro sviluppo il ciclo di Deming. Questo ciclo, rappresentato in *Figura 16,* consiste nell'applicare in modo costante e mirato una serie di fasi strettamente interconnesse tra di loro. L'acronimo del nome del ciclo racchiude e spiega le fasi fondamentali di composizione dello stesso:

- Plan (Pianifica): in questa fase è fondamentale stabilire gli obiettivi ed i processi necessari a fornire risultati conformi alla politica ambientale dell'organizzazione
- Do (Attua): in questo stadio si attuano i processi pianificati
- Check (Verifica): è necessario sorvegliare e misurare i processi rispetto agli obiettivi e traguardi, alla politica ambientale, alle prescrizioni legali e alle altre prescrizioni e riportarne i relativi risultati
- Act (Agisci): in quest'ultima fase è necessario intraprendere le azioni necessarie per migliorare in continuo la prestazione del sistema di gestione.

Figura 16: Ciclo PDCA. (Fonte: https://www.tecnicoprevenzione.it/quality-management-system)

Il sistema di gestione ambientale comprende quindi la struttura, i ruoli, le responsabilità, la pianificazione, il funzionamento, la valutazione delle prestazioni e il miglioramento dell'organizzazione utilizzati per gestire gli aspetti ambientali, adempiere agli obblighi di conformità normativa e affrontare i rischi e le opportunità.
Il linguaggio di alto livello comune a tutti i sistemi di gestione prevede inoltre che vi sia un'immediata comprensibilità dei diversi sistemi di gestione nei diversi ambiti e inoltre rende molto più semplici eventuali integrazioni periodiche.
Si riassumono in *Tabella 9* i diversi stadi del sistema di gestione con le rispettive fasi del ciclo di Deming.

FASI DEL SISTEMA DI GESTIONE	FASI DEL CICLO DI DEMING
INTRODUZIONE	
SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	
TERMINI E CONDIZIONI	
CONTESTO DELL'ORGANIZZAZIONE	Plan
LEADERSHIP	Plan
PIANIFICAZIONE	Plan
SUPPORTO	Do
ATTIVITÀ OPERATIVE	Do
VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI	Check
MIGLIORAMENTO	Act

Tabella 9: Diverse fasi del sistema di gestione ambientale

Come si vede anche in *Tabella 9*, i primi capitoli del sistema di gestione sono dedicati allo scopo del sistema stesso, ai riferimenti normativi e alla terminologia utilizzata; servono perciò a fornire un quadro di riferimento generale senza prevedere adempimenti.
Dal capitolo quarto fino al decimo vengono invece definiti chiaramente quali sono i requisiti del sistema di gestione stesso. Con la prima fase di pianificazione del ciclo di Deming, si possono accorpare diversi aspetti: il contesto dell'organizzazione, la leadership e la pianificazione vera e propria.
Per ciò che concerne il contesto dell'organizzazione è necessario inizialmente comprendere l'organizzazione e il suo contesto, successivamente determinarne il perimetro in cui opera la stessa individuando i fattori interni ed esterni, le parti interessate e coinvolte e capire le esigenze e le aspettative delle parti stesse. Su questo aspetto sono state diffuse delle linee guida di riferimento, *LG ISO 14001*, pubblicate dal Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI) in collaborazione con l'Unione Industriale di Torino. In questo documento è identificabile un riferimento per individuare i fattori interni ed esterni del contesto. Nel prospetto vengono riconosciuti e suddivisi i fattori in esterni ed interni, e identificate diverse classi di tipologia di fattore; ad ogni classe sono attribuiti diversi elementi che possono avere un'influenza sul sistema di gestione ambientale.
Per i fattori esterni sono stati individuate le seguenti tipologie: ambientali, socioeconomici, politici, culturali, tecnologici, finanziari/economici, competitivi, e legali/normativi. Come classificazione di fattori interni sono stati identificati: orientamento strategico, attività/prodotti/servizi, risorsa, capacità e conoscenze.
All'interno di questo prospetto vengono anche riconosciute undici possibili categorie di parti interessate che possono essere coinvolte nelle attività delle organizzazioni; esse risultano:

a. Fornitori di servizi fuori sito (gestione rifiuti, trattamento reflui, trasporto dei prodotti finiti...) significativi/critici dal punto vi vista ambientale
b. Fornitori di servizi in sito significativi/critici dal punto di vista ambientale
c. Clienti (aziende)-B2B
d. Consumatori -B2C
e. Autorità competenti/Enti di controllo
f. Comunità locale (residenti, comitati, associazioni ambientali…)

g. Personale dipendente
h. Azionisti/proprietà
i. Finanziatori, banche…
j. Assicurazioni
k. Associazioni di categoria (del settore di attività)
l. Altri

Per ogni categoria riferita alle possibili parti interessate sono state riconosciute, all'interno del prospetto dell'Unione Industriale Torino-DIATI, le possibili esigenze o aspettative teoriche caratteristiche della parte interessata nei confronti dell'organizzazione. La comprensione delle esigenze e delle aspettative deve essere di carattere generale, non necessariamente dettagliata, e va riferita a esigenze e aspettative considerate rilevanti.

La leadership è importante poiché risulta un concetto chiave che garantisce il coinvolgimento del personale nel sistema di gestione stesso; infatti, la leadership ha una duplice chiave di lettura: è riferita al coinvolgimento diretto dell'Alta Direzione dell'azienda, ma è anche al contempo la leva necessaria per coinvolgere attivamente all'interno del sistema di gestione tutte le figure che operano nei diversi processi. In questa fase viene definito un documento molto importante: la Politica Ambientale dell'organizzazione; attraverso questa documentazione l'Alta Direzione dichiara la propria volontà di aderire ad uno schema volontario di certificazione ambientale. L'organizzazione si impegna quindi a fornire, all'interno della Politica Ambientale, un quadro di riferimento, per fissare poi gli obbiettivi ambientali da raggiungere, e un impegno chiaro nella protezione dell'ambiente con un'ottica di prevenzione dell'inquinamento.

Il capitolo dedicato alla pianificazione si occupa di individuare le azioni per affrontare i rischi e le opportunità e in successione gli obiettivi e la loro programmazione per il loro raggiungimento. Il contesto, le esigenze delle parti interessate e il campo di applicazione dell'organizzazione costituiscono il quadro di riferimento per la pianificazione stessa del sistema di gestione. L'organizzazione deve quindi determinare gli aspetti ambientali delle sue attività, prodotti e servizi, e i relativi impatti ambientali associati considerando una prospettiva del ciclo di vita. È inoltre importante che vengano comunicati, all'interno e all'esterno dell'azienda stessa, quali siano gli aspetti che possano avere un impatto significativo sull'ambiente. Nel caso di registrazione EMAS viene richiesta in questa fase anche la redazione dell'Analisi Ambientale Iniziale: diagnosi sistematica nella quale vengono studiate tutte le relazioni che intercorrono tra un'attività produttiva e l'ambiente che la circonda.

È necessario che ogni organizzazione identifichi i diversi aspetti ambientali dei propri processi produttivi, che possano interagire con l'ambiente, e ne stabilisca i diversi livelli di influenza e di controllo che possono variare da un controllo completo o parziale. Per ogni attività è quindi necessario riconoscere gli aspetti ambientali diretti o indiretti per prevenire fenomeni di inquinamento.

Sia la norma ISO 14001 che il regolamento EMAS, forniscono un elenco, non del tutto esaustivo, sulle categorie di aspetti ambientali che ogni organizzazione deve analizzare tenendo in considerazione: condizioni di emergenza, modifiche e ampliamenti o riduzioni di un progetto e la prospettiva di ciclo di vita di un prodotto o servizio.

Si riporta, in *Tabella 10*, un elenco fornito dal regolamento EMAS circa gli aspetti ambientali da considerare nell'Analisi Ambientale Iniziale.

ASPETTI AMBIENTALI
Emissioni in atmosfera
Scarichi nell'acqua
Produzione di rifiuti
Uso e contaminazione del suolo
Uso dell'energia, delle risorse naturali e delle materie prime
Uso di additivi e coadiuvanti nonché di semilavorati
Questioni locali (rumore, vibrazioni, odori, polveri, impatto visivo...)
Rischi di incidenti ambientali e altre situazioni anomale/ di emergenza con potenziale impatto ambientale
Questioni di trasporto legate ai beni e servizi e per il personale che viaggia per lavoro

Tabella 10: Elenco aspetti ambientali forniti dal regolamento EMAS

Ad ogni aspetto ambientale devono poi essere associati gli eventuali rischi (impatti ambientali negativi) e contemporaneamente la presenza delle potenziali opportunità (impatti ambientali positivi). È molto importante che gli aspetti ambientali siano individuati, per ogni attività e sotto attività, caratterizzati; devono cioè essere raccolte tutte le informazioni disponibili utili a caratterizzarli, e quantificarli.

La quantificazione degli aspetti ambientali è molto rilevante e, qualora sia possibile, gli aspetti ambientali devono essere quantificati mediante la raccolta di dati numerici individuando quindi gli indicatori ambientali. Gli indicatori ambientali sono delle metriche singole o aggregate in grado di fornire delle informazioni in forma sintetica di un fenomeno anche molto complesso e permettendone in questo modo di rendere anche esplicito un andamento. Gli indicatori ambientali possono essere di due tipi: gli indicatori di condizione ambientale e gli indicatori di prestazione ambientale. I primi forniscono delle indicazioni sulle condizioni dell'ambiente e permettono anche di facilitare la valutazione delle prestazioni ambientali. Gli indicatori di prestazione ambientale si suddividono a loro volta in: indicatori di prestazione della direzione e indicatori di prestazione operativa. Gli indicatori di prestazione della direzione forniscono delle informazioni sugli sforzi esercitati dalla direzione per influire sulla prestazione ambientale delle operazioni dell'organizzazione. Gli indicatori di prestazione operativa forniscono invece delle informazioni sulla prestazione ambientale delle operazioni dell'organizzazione.

Nel regolamento EMAS sono espressi i requisiti degli indicatori ambientali che vengono utilizzati all'interno delle Dichiarazioni Ambientali delle organizzazioni. Questi indicatori devono fornire una valutazione accurata delle prestazioni ambientali dell'organizzazione, essere comprensibili e privi di ambiguità e consentire confronti con gli obblighi regolamentati dalla normativa vigente.

Gli indicatori ambientali devono anche consentire la comparazione tra i diversi anni in cui è in funzione un processo produttivo, per poterne studiare l'andamento e individuare gli obbiettivi di miglioramento più congrui. È inoltre molto importante che gli indicatori ambientali siano quantificati per poter consentire confronti con i parametri di riferimento presenti a livello

settoriale, nazionale o regionale. In *Tabella 11* sono esplicitati i nove indicatori chiave obbligatori previsti dal regolamento EMAS.

INDICATORI AMBIENTALI	UNITÀ DI MISURA
Consumo totale diretto di energia, totale annuo	KWh, MWh, GJ
Consumo totale di energia rinnovabile	KWh, MWh, GJ
Flusso di massa annuo dei diversi materiali utilizzati	Kg, t, m3
Consumo idrico totale annuo	L, m3
Produzione totale annua di rifiuti, suddivisa per tipologia	Kg, t, m3
Produzione totale annua di rifiuti pericolosi	Kg, t, m3
Utilizzo del suolo in relazione alla biodiversità	m2, ha
Emissioni totali annue di gas serra	t eq CO_2
Emissioni totali annue nell'atmosfera	t, Kg

Tabella 11: Indicatori chiave EMAS

Dopo aver individuato gli aspetti ambientali e i relativi impatti, l'organizzazione deve stabilire quali di questi aspetti risultino significativi e quindi meritevoli di essere presi in considerazione e gestiti. La valutazione della significatività non deve avvenire con un metodo standard, la scelta per identificare la significatività degli aspetti è a capo dell'organizzazione. A questo proposito però il regolamento EMAS cita: *"i criteri elaborati da un'organizzazione tengono conto della legislazione comunitaria e sono generali, verificabili ad un controllo indipendente, riproducibile e resi pubblicamente disponibili"*. Gli elementi da considerare per valutare e definire i criteri di significatività sono molteplici: la potenzialità di causare un danno ambientale, la fragilità della matrice ambientale interessata, l'entità, la frequenza e la reversibilità degli aspetti o degli impatti e l'importanza che i diversi aspetti possano avere per le parti interessate e per il personale.
All'interno del capitolo di pianificazione è ribadita come caratteristica imprescindibile, della certificazione ISO 14001 o EMAS, la conformità normativa; essa è il prerequisito di tutti i sistemi di gestione. Per obblighi normativi non si intende solo l'insieme della normativa vigente applicabile, ma anche tutti gli impegni di tipo volontario che l'organizzazione si prefigge di realizzare e mantenere; questo poiché una volta assunti, tali impegni, sono vincolanti al pari della normativa. A differenza di ISO 14001, EMAS prevede che vi sia una procedura dedicata per gli obblighi di conformità e che sia presente un aggiornamento continuo e una verifica sistematica di tali obblighi e che il tutto venga annotato sul Registro degli Obblighi di Conformità.
La vera fase di pianificazione si attua nell'individuare i rischi e le opportunità e nell'indentificare l'attuale livello di controllo dei rischi e delle opportunità stesse correlando una valutazione di necessità di ulteriori azioni. Questo risulta il quadro di riferimento per l'organizzazione che ha l'obbligo di stabilire degli obbiettivi di miglioramento che siano congrui rispetto agli aspetti ambientali risultati significativi, agli obblighi di conformità normativa e alla valutazione dei rischi e delle opportunità. Gli obiettivi devono inoltre essere misurati, monitorati, comunicati, aggiornati e coerenti con la Politica Ambientale. Nello stabilire e documentare gli obiettivi di miglioramento l'organizzazione deve definire cosa sarà

fatto, quali risorse verranno stanziate, chi ne risulterà responsabile, quali saranno le tempistiche di previsione di realizzazione di tali obiettivi e come verranno valutati i risultati.
Nel capitolo del supporto, viene valutato il complesso delle risorse e dei mezzi funzionali all'attuazione del sistema di gestione; tali risorse e mezzi possono essere ricondotte a cinque tipologie essenziali: le risorse materiali ed immateriali, le competenze delle persone, la consapevolezza, i processi di comunicazione (interna ed esterna) e la documentazione del sistema.
L'Alta Direzione dell'organizzazione deve assicurare che le risorse siano adeguate e che il personale, adibito a mettere in atto le azioni da intraprendere, possegga le necessarie ed adeguate competenze per svolgere il proprio ruolo coerentemente al sistema di gestione ambientale. In merito alla consapevolezza è importante che le persone, che svolgono le attività lavorative all'interno dell'organizzazione, siano consapevoli della Politica Ambientale, degli aspetti ambientali significativi e del proprio contributo da mettere in atto per ottenere un miglioramento delle prestazioni.
È quindi, di enorme importanza, pianificare ed eseguire delle attività formative instaurando un programma annuale di formazione completo di una pianificazione dettagliata per ogni singola attività formativa che deve essere mirata nei confronti dei fabbisogni formativi. In modo ciclico sarà poi necessario verificare i risultati della formazione erogata e riesaminare i fabbisogni formativi per poi poter stilare un nuovo programma di formazione.
La comunicazione è un aspetto essenziale del sistema di gestione ambientale; esistono due tipi di comunicazione, quella interna, che avviene fra differenti livelli e funzioni presenti nell'organizzazione, e quella esterna, che si concretizza nel trasmettere le risposte opportune alle domande provenienti dalle parti interessate esterne.
La comunicazione interna è finalizzata prioritariamente alla diffusione all'interno dell'organizzazione delle informazioni inerenti al sistema di gestione allo scopo di motivare il personale e fare in modo che esso contribuisca al miglioramento continuo delle prestazioni. Per il regolamento EMAS la partecipazione attiva del personale è l'elemento chiave dell'efficacia del sistema di gestione ambientale. Requisito del regolamento EMAS è la pubblicazione della Dichiarazione Ambientale come strumento di comunicazione verso l'esterno. All'interno del sistema di gestione ambientale è inoltre obbligatorio documentare le informazioni per dare evidenza delle regole del sistema stesso, in modo che non vi sia ambiguità, e per consentire la diffusione delle informazioni contenute e consentire la continuità del sistema di gestione.
Nel capitolo dedicato alle attività operative è prevista la pianificazione e i controlli operativi e la preparazione e la risposta alle situazioni di emergenza. L'organizzazione deve stabilire i criteri per l'operatività dei processi e controllare gli stessi processi affinché siano conformi a tali criteri; questo avviene standardizzando i processi mediante criteri e modalità di controllo operativo. Attraverso una riesamina della procedura si può riprogettare il processo al fine di prevenire errori ed assicurare risultati coerenti, utilizzare la tecnologia come strumento di prevenzione di risultati indesiderati e monitorare che le procedure siano eseguite con modalità codificate attraverso l'impiego di personale con specifiche competenze. Questi controlli operativi devono essere applicati alle attività sotto il controllo diretto dell'organizzazione, ma anche alle attività in outsourcing utilizzando un'ottica di ciclo di vita delle attività stesse. Le attività di outsourcing sono quei processi affidati all'esterno che possono avere criteri di controllo analoghi ad un'attività svolta direttamente.

L'organizzazione si deve anche occupare di definire le procedure necessarie ad affrontare eventuali situazioni di emergenza. Tali situazioni di emergenza devono essere individuate in modo preventivo esaminando le analisi degli aspetti ambientali. È necessario programmare ed attuare periodicamente prove per attuare le azioni pianificate in risposta alle emergenze e mantenere tutte le informazioni necessarie documentate.
Dopo aver pianificato ed attuato il sistema di gestione ambientale, la normativa ISO-UNI-14001 richiede una valutazione delle prestazioni attraverso misurazioni, monitoraggio, analisi, valutazione e secondo il processo di Audit interno e di Riesame di Direzione. È chiara a questo punto l'importanza di utilizzare degli indicatori, chiari e quantificabili, all'interno della misurazione e monitoraggio delle prestazioni del sistema di gestione ambientale. L'organizzazione deve fare questo, per conseguire i risultati attesi ed individuare le corrette opportunità di miglioramento, sulla base dell'andamento delle prestazioni ambientali.
L'organizzazione deve condurre a intervalli pianificati degli Audit interni al fine di accertare che il sistema di gestione ambientale sia conforme ai requisiti della certificazione ISO o EMAS, e efficacemente attuato e mantenuto nel tempo. L'Audit è un processo sistematico, indipendente e documentato per ottenere evidenze e valutare con obiettività se, e in quale misura, i criteri dell'Audit sono stati soddisfatti. Esistono diversi tipi di Audit, quelli detti di prima parte sono delle verifiche effettuate dall'organizzazione sulle proprie attività o processi; quelli di seconda parte, sono invece effettuati dall'organizzazione sui propri fornitori. Nel caso in cui la verifica procedurale sia effettuata da un ente di certificazione esterno si è di fronte ad Audit detti di terza parte; vengono riscontrati in presenza di rinnovo o mantenimento della stessa certificazione. L'Audit può ancora essere definito combinato, quando si hanno due sistemi che vengono sottoposti nello stesso momento alla fase di verifica, o congiunto se due o più organismi eseguono congiuntamente un Audit di verifica.
L'organizzazione deve stabile i criteri dell'Audit e quindi l'insieme di politiche, procedure o requisiti utilizzati come riferimento rispetto ai quali si andrà poi a confrontare ciò che emerge dall'Audit.
Il riesame è un'attività di verifica di responsabilità dell'Alta Direzione che ha lo scopo di riesaminare il sistema di gestione a intervalli pianificati per assicurare che esso continui a essere idoneo, adeguato ed efficace. Devono quindi essere dedotte le conclusioni in merito alla continua efficacia del sistema di gestione, le decisioni alle opportunità di miglioramento continuo e le eventuali azioni da intraprendere in caso di mancato raggiungimento di obiettivi ambientali prefissati.
La fase finale del ciclo di Deming fa riferimento al miglioramento, che come già detto, deve quantificarsi nelle azioni necessarie al conseguimento degli esiti attesi dal sistema di gestione. Gli strumenti per attuare quest'impegno sono un'accurata analisi delle non conformità, cioè il mancato soddisfacimento di un requisito, e la definizione di azioni correttive. Le azioni correttive sono i provvedimenti messi in atto per eliminare la causa di una non conformità rilevata e prevenirne in questo modo la sua ripetizione. Queste azioni devono essere proporzionate all'importanza degli effetti delle non conformità riscontrate e devono essere opportunamente documentate.

3. Metodologia

3.1 Campione

Il lavoro di analisi, delle prestazioni ambientali di impianti termoelettrici italiani, è partito da un'indagine sulle aziende operanti sul territorio italiano che hanno scelto di intraprendere il percorso volontario di registrazione EMAS. In modo specifico, si è ricercato, all'interno del Registro della Comunità Europea, quali fossero le aziende registrate EMAS e identificate dal codice NACE 35.11. Questo codice fa riferimento al settore produttivo di produzione di energia elettrica.

3.2 Analisi delle Dichiarazioni Ambientali

È stato realizzato, in un primo momento, uno studio preliminare di tutte le dichiarazioni ambientali in modo da raccogliere delle informazioni generali quali: la tipologia di ciclo produttivo, la localizzazione geografica, la potenza nominale, la tipologia di combustibile utilizzato e le tecnologie di trattamento impiegate.

3.2.1 Informazioni sugli aspetti ambientali

Successivamente, la DA di ogni impianto è stata indagata per poter estrapolare tutte le informazioni relative a come le organizzazioni, che gestiscono gli impianti del campione, hanno valutato i propri impatti ambientali. Gli impatti ambientali degli impianti sono stati categorizzati in base a diversi aspetti ambientali e tecnici:

- ✓ Emissioni in atmosfera
- ✓ Scarichi idrici
- ✓ Consumo di energia elettrica
- ✓ Consumo di energia derivante da combustibili
- ✓ Consumo di risorsa idrica
- ✓ Consumo di materie prime, prodotti e miscele
- ✓ Questioni locali (comprendenti rumore, impatto visivo…)
- ✓ Rischi di incidenti ambientali, emergenze (contaminazione del suolo, sottosuolo…)
- ✓ Questioni legate al trasporto
- ✓ Produzione di energia elettrica
- ✓ Produzione di energia termica
- ✓ Produzione di rifiuti
- ✓ Biodiversità
- ✓ Gestione di processo (ore di formazioni, collaborazioni con enti scolastici…)

Riguardo a questi aspetti sono state raccolte dalle DA le seguenti informazioni:

- Quali aspetti vengono menzionati all'interno delle DA (considerati)
- Quali aspetti vengono definiti come significativi dalle organizzazioni
- Quali aspetti vengono descritti attraverso indicatori che ne descrivono gli impatti, e quali metriche vengono utilizzate
- Per quali aspetti vengono definiti obiettivi di miglioramento, quali traguardi vengono definiti dalle organizzazioni e come viene distribuito il budget allocato.

Per valutare la significatività, e cioè stabilire quanto gli aspetti considerati siano meritevoli di essere presi in considerazione e gestiti, l'organizzazione deve definire i criteri di significatività, applicarli ai diversi aspetti ambientali e individuarne i significativi registrandoli su apposito registro. È importante precisare che per entrambi i sistemi di gestione ambientale, ISO 14001 ed EMAS, non esiste un metodo standard prestabilito per determinare la significatività degli aspetti ambientali. Devono però essere considerati i seguenti elementi nella definizione dei criteri di analisi della significatività:

i. Potenzialità di causare un danno ambientale
ii. Fragilità dell'ambiente locale, regionale o globale
iii. Entità, numero, frequenza e reversibilità degli aspetti o degli impatti ambientali
iv. Esistenza di una legislazione ambientale e relativi obblighi previsti
v. Importanza degli aspetti ambientali per il personale e le parti interessate dall'attività produttiva dell'organizzazione

Ogni organizzazione che decide di intraprendere il percorso volontario di registrazione EMAS ha come intento principale quello di impegnarsi, attraverso obiettivi quantificati e continui nel tempo, in un programma di miglioramento. Pianificare i corretti obiettivi ambientali significa attuare in precedenza, all'interno del sistema di gestione, una corretta misurazione, monitoraggio e analisi e valutazione delle proprie performance ambientali. Attuare un miglioramento continuo nel tempo vuol anche dire dover modificare, qualora sia necessario, il sistema di gestione stesso.

Specificatamente l'organizzazione deve valutare le non conformità (NC) e agire in conseguenza attraverso due possibilità: trattare la NC individuata, e quindi eseguire un'azione tesa a eliminare la NC rilevata, o applicare un'azione correttiva (AC), intraprendendo cioè un'azione in grado di eliminare la causa di non conformità in modo da prevenirne la ripetizione. Le tipologie di NC che si possono riscontrare all'interno dei sistemi di gestione possono essere legate al mancato soddisfacimento di un requisito dello Standard ISO 14001 o del Regolamento EMAS o per esempio ad un mancato rispetto di un requisito normativo.

Quando viene riscontrata una non conformità l'organizzazione deve, dove possibile, intraprendere azioni per eliminare la NC; in modo specifico si va a riesaminare la NC e attraverso una *Root-Cause Analysis* si determinano le cause della NC stessa e si identificano, in modo preventivo, non conformità simili che potrebbero verificarsi. Dopo aver attuato le azioni necessarie, per eliminare la causa della NC, si procede ad una riesamina dell'efficacia di ogni iniziativa correttiva intrapresa e si effettuano, se necessario, modifiche al sistema di gestione ambientale.

3.2.2 Analisi delle prestazioni ambientali degli impianti

Dalle Dichiarazioni Ambientali sono state, successivamente, raccolte le informazioni riguardo alle prestazioni ambientali degli impianti del campione. Sono stati selezionati i seguenti indicatori chiave di prestazione ambientale:

1. Massa di inquinanti emessa ($Polveri, NO_x, SO_x, N_2O, Metalli, Hg, CO, HF, HCl, NH_3, Idrocarburi, CH_4, TVOC_s, Diossine$)
2. Quantità di CO_2 emessa
3. Volume totale di scarichi idrici
4. Consumo di energia

5. Consumo di combustibili
6. Consumo/utilizzo di risorsa idrica
7. Consumo di materie prime, reagenti
8. Quantità di energia prodotta (in termini netti e lordi)
9. Quantità di rifiuti prodotti (suddivisa per tipologia: pericolosi e non pericolosi)

Di ogni indicatore chiave si è riscontrato il valore annuo di riferimento rappresentativo in termini assoluti delle attività e il rapporto tra lo stesso quantitativo di risorsa consumata riferito alla produzione netta o lorda della stessa attività svolta negli impianti.
Questi indicatori sono stati selezionati in base a diversi criteri: la loro presenza nelle DA della maggioranza del campione, la loro rappresentatività degli impatti significativi del settore, la possibilità di essere normalizzati rispetto alla produzione e la presenza di valori limite associati (BAT-AEL)

3.2.2.1 Confronto con i BAT-AEL e MTD

Per poter esaminare correttamente le prestazioni ambientali di un impianto è necessario fare riferimento alle Migliori Tecniche Disponibili (MTD) presenti sul mercato e ai valori limite di emissione associati ad esse (BAT-AEL). In particolare, per Migliori Tecniche Disponibili (o BAT: Best Available techniques) si intende l'insieme di tecniche impiantistiche, di controllo e di gestione che garantiscono i più bassi livelli di emissione di inquinanti raggiungibili in maniera tecnica ed economicamente sostenibili. Il termine *Migliori* fa riferimento all'eccellenza tra le diverse tecnologie disponibili sul mercato; *Tecniche* indica l'insieme di metodi, procedure, e sistemi impiegati a livello di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto. L'espressione *Disponibili* include un duplice aspetto: queste tecniche devono essere disponibili sul mercato e quindi commercializzabili, non solo utilizzate quindi a livello di laboratorio, e contemporaneamente devono essere economicamente realizzabili e sostenibili in rapporto ai processi produttivi stessi. Le BAT hanno come scopo fondante la protezione dell'ambiente, che avviene poi tramite il contenimento delle emissioni di sostanze inquinanti ma anche nella riduzione dell'utilizzo di materie prime ed energie. Nella direttiva IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) 96/61/CE per migliori tecniche disponibili si intende: *"la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costruire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare oppure, ove ciò si rilevi impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso".*
L'adozione delle BAT da parte delle aziende e la relativa prescrizione da parte degli enti competenti è guidata dalle BREFs (BAT REFerence documents), documenti in cui vengono descritte le tecniche presenti sul mercato e le relative prestazioni ambientali di riferimento. Le BREFs sono redatte e mantenute aggiornate dall'istituto scientifico dell'European Commission's Joint Research Centre (JRC). Per ciascuna BREFs è nominato un gruppo di lavoro tecnico che ha il compito di identificare le questioni ambientali rilevanti di un settore specifico, analizzarne i relativi aspetti ambientali ed esaminare le principali tecniche applicabili per ridurre gli impatti ambientali degli impianti. Per arrivare a definire le BAT è necessario ancora identificare i migliori livelli di prestazione ambientale, sulla base di dati presenti in Europa e all'estero, ed esaminare le condizioni di esercizio di ottenimento di tali livelli. Infine,

si identificano le migliori tecnologie disponibili tra quelle presenti e i relativi livelli di emissione e/o consumo per il settore specifico.
I sistemi di gestione ambientale sono identificati proprio come BAT gestionale, in particolare la BAT numero 1, delle BREFs per i grandi impianti di combustione, cita: "*Per migliorare la prestazione ambientale complessiva, la BAT consiste nell'istituire e applicare un sistema di gestione ambientale avente tutte le seguenti caratteristiche […] l'ambito di applicazione (ad esempio, il livello di dettaglio) e la natura del sistema di gestione ambientale (ad esempio, standardizzato o non standardizzato) dipendono in genere dalla natura, dalle dimensioni e dalla complessità dell'installazione, così come dall'insieme dei suoi possibili effetti sull'ambiente".*
Le BREFs di riferimento per gli impianti termoelettrici sono quelle dedicate ai grandi impianti di combustione e risalgono al 2017. In questa documentazione è previsto un primo capitolo in cui vengono esplicitate delle informazioni generali sul settore in esame; nel secondo capitolo vengono chiariti i principali processi per la generazione dell'energia. Nel terzo capitolo vengono presentate le tecniche per prevenire o ridurre le emissioni in ambiente e i consumi di materie prime o energia. Dal capitolo 4 al capitolo 9 è presente una dichiarazione sulle diverse combustioni applicabili con diverse fonti energetiche e nel capitolo 10 vengono presentate le BATC (BAT Conclusions). Nelle BATC vengono descritte le BAT, e le relative informazioni per valutarne l'applicabilità; i livelli di emissioni, le tecnologie di monitoraggio e i livelli di consumo associati alle migliori tecnologie disponibili presentate. Segue poi, il capitolo 11, in cui vengono presentate le tecnologie emergenti che potrebbero poi, in un futuro, diventare le nuove tecnologie migliori disponibili.
Per valutare l'andamento delle concentrazioni medie annue dei diversi impianti termoelettrici è fondamentale fare riferimento ai valori limite di emissione (BAT-AEL: *Associated Emission Level*) associati alle migliori tecniche disponibili. Specificatamente si fa riferimento alle BATC (BAT *Conclusions*); questi documenti formalmente adottati dalla Commissione Europea contengono la descrizione delle tecniche individuate, le informazioni per valutarne l'applicabilità, i livelli di emissione e di consumi associati, nonché i sistemi di monitoraggio e le indicazioni per eventuali interventi di bonifica. Le BATC riferite al settore della produzione di energia elettrica, e utilizzate in quest'analisi, sono state pubblicate in data 30 novembre 2021 dalla Commissione Europea.
L'analisi delle performance ambientali è iniziata individuando le emissioni totali prodotte dai diversi impianti per i diversi inquinanti principali; in modo specifico si è registrata la quantità, in termini di Kg o t, delle emissioni totali emesse dagli impianti dei seguenti inquinanti:

- ✓ Polveri
- ✓ NO_x
- ✓ SO_x
- ✓ N_2O
- ✓ Metalli
- ✓ Hg
- ✓ CO
- ✓ CO_2
- ✓ HF
- ✓ HCl
- ✓ NH_3

- ✓ Idrocarburi
- ✓ CH_4
- ✓ $TVOC_s$
- ✓ Diossine

4. Risultati ottenuti

4.1 Il campione utilizzato

Sono stati identificati 152 impianti registrati a EMAS con codice NACE 35.11 tra cui 73 impianti termoelettrici. Questi 73 impianti hanno costituito il nostro campione, di cui è stata opportunamente studiata la Dichiarazione Ambientale. Si riporta in *Tabella 12* l'elenco degli impianti termoelettrici presi come campione per questa analisi.

N° ASSEGNATO	NOME SITO	NOME ORGANIZZAZIONE
1	La casella	ENEL PRODUZIONE
2	Cassano d'Adda	A2A
3	Torrevaldaliga Sud	TIRRENO POWER
4	Torrevaldaliga	ENEL PRODUZIONE
5	Tavazzano e Montanaso	EP PRODUZIONE
6	Lamarmora	A2A
7	Turbigo	IREN ENERGIA
8	Monfalcone	A2A
9	Sulcis	ENEL PRODUZIONE
10	Sermide	A2A
11	Altomonte	EDISON
12	Bussi sul Tirino	EDISON
13	Candela	EDISON
14	Cologno Monzese	EDISON
15	Jesi	EDISON
16	Marghera Azotati	EDISON
17	Marghera Levante	EDISON
18	Porto Viro	EDISON
19	San Quirico	EDISON
20	Sesto San Giovanni	EDISON
21	Simeri Crichi	EDISON
22	Terni	EDISON
23	Torviscosa	EDISON
24	Fusina	ENEL PRODUZIONE
25	Montalto di Castro	ENEL PRODUZIONE
26	Piacenza	A2A
27	Chivasso	A2A
28	San Filippo del Mela	A2A
29	Trapani	EP PRODUZIONE
30	Ostiglia	EP PRODUZIONE
31	La Spezia	ENEL PRODUZIONE

32	Fiume Santo	FIUME SANTO
33	San Giorgio	AZIENDA PUBBLISERVIZI
34	Porto Corsini	ENEL PRODUZIONE
35	Bolgiano	ENIPOWER
36	Brindisi	ENIPOWER
37	Ferrera Erbognone	ENIPOWER
38	Ravenna	ENIPOWER
39	Mincio	A2A
40	Priolo Gargallo	ENEL PRODUZIONE
41	Mantova	ENIPOWER
42	Voghera	VOGHERA ENERGIA
43	Moncalieri	IREN ENERGIA
44	Gualdo Cattaneo	ENEL PRODUZIONE
45	Termoli	SORGENIA POWER
46	Santa Barbara	ENEL PRODUZIONE
47	Riva del Garda	ALTO GARDA POWER
48	Linate	SEA ENERGIA
49	Malpensa	SEA ENERGIA
50	Pietrafitta	ENEL PRODUZIONE
51	Canavese	A2A
52	Napoli Levante	TIRRENO POWER
53	Ferrara	ENIPOWER
54	Fiumicino	FIUMICINO ENERGIA
55	Taranto	ARCELORMITTAL
56	Novara	NOVEL
57	San Severo	EN PLUS
58	Gissi	A2A
59	Torino Nord	IREN ENERGIA
60	Leinì	ENGIE
61	Brindisi	ENEL PRODUZIONE
62	Silandro	TELERISCALDAMENTO SILANDRO
63	Livorno Ferraris	EP PRODUZIONE
64	Priolo Gargallo	ERG
65	Aprilia	SORGENIA POWER
66	Porcari	DS SMITH
67	Colleferro	TERMICA COLLEFERRO
68	Turano Lodigiano e Bertonico	SORGENIA POWER
69	Rosignano	ENGIE
70	Verzuolo	GEVER
71	Vercelli	ALPIQ
72	Castellavazzo	CEB
73	Reggio Emilia	IREN ENERGIA

Tabella 12: Elenco impianti termoelettrici italiani di cui è stata analizzata la Dichiarazione Ambientale.

Il campione è stato poi catalogato in base alla collocazione geografica dei diversi impianti e, come si vede nel diagramma presente in *Figura 17*, la maggior parte degli impianti è collocato nella zona Nord d'Italia (44 impianti). Nella zona centrale si trovano 12 impianti, tra quelli

presenti nel campione, e infine nel Sud e nelle Isole, rispettivamente 11 e 6 impianti termoelettrici.

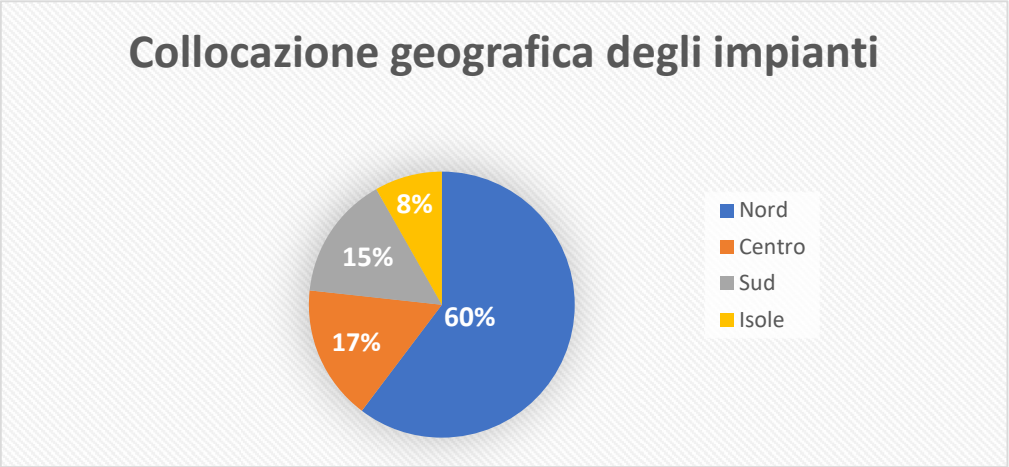


Figura 17: Collocazione geografica degli impianti termoelettrici utilizzati come campione dell'analisi.

In *Figura 18* si riporta la percentuale di impianti con tecnologia a ciclo combinato (*CCGT: Combined-Cycle-Gas-Turbine*) e gli altri impianti caratterizzati da tecnologie pregresse e meno performanti. In particolare, dei 73 impianti campione, 56 sono risultati a ciclo combinato e 17 con altre tecnologie di funzionamento (turbina a vapore, turbina a gas…).

Figura 18: Tipologia di funzionamento degli impianti termoelettrici utilizzati come campione dell'analisi.

Si è poi analizzata la quantità di impianti che utilizzano il gas come combustibile (60 impianti) e quelli categorizzati con la voce "altri" (13 impianti) che utilizzano altre tipologie di combustibili come il carbone o la biomassa. In *Figura 19* se ne riporta il risultato.

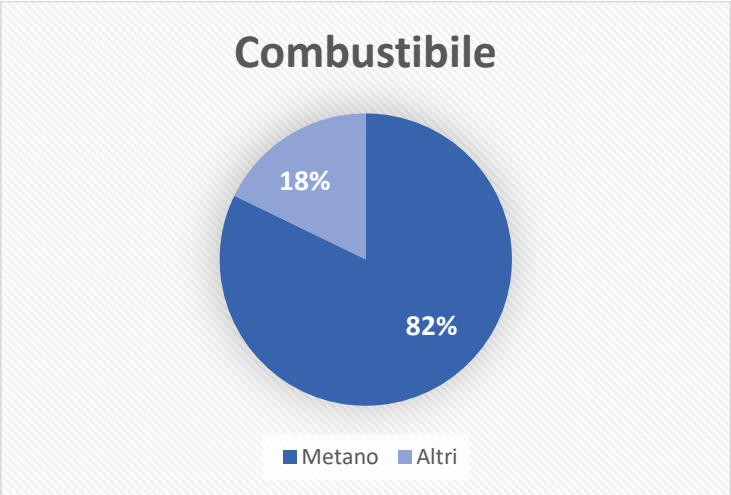


Figura 19: Tipologia di combustibile utilizzato dagli impianti termoelettrici campione d'esame.

In *Tabella 13,* si riporta un riassunto sulle caratteristiche, dei 73 impianti termoelettrici analizzati, in termini di capacità elettrica, combustibile utilizzato, tipologia di impianto e collocazione geografica (N=Nord, S=Sud, C=centro, I=isole). In alcuni casi è riportata la dicitura non disponibile (n.d.) in quanto non si è riscontrato il dato di riferimento all'interno delle DA analizzate.

N°	NOME IMPIANTO	COLLOCAZIONE GEOGRAFICA	TIPOLOGIA FUNZIONAMENTO	COMBUSTIBILE	CAPACITÀ [MWe]
1	La casella	N	combinato	metano	n.d.
2	Cassano d'Adda	N	combinato	metano	760
3	Torrevaldaliga Sud	C	combinato	metano	1140
4	Torrevaldaliga	C	n.d.	carbone	1980
5	Tavazzano e Montanaso	N	combinato	metano	1140
6	Lamarmora	N	n.d.	metano	72
7	Turbigo	N	combinato	metano	855
8	Monfalcone	N	convenzionale	carbone	336
9	Sulcis	I	n.d.	carbone	590
10	Sermide	N	combinato	metano	1158
11	Altomonte	S	combinato	metano	780
12	Bussi sul Tirino	S	combinato	metano	125
13	Candela	S	combinato	metano	405
14	Cologno Monzese	N	combinato	metano	50
15	Jesi	C	combinato	metano	130
16	Marghera Azotati	N	combinato	metano	239
17	Marghera Levante	N	combinato	metano	766
18	Porto Viro	N	combinato	metano	125
19	San Quirico	N	combinato	metano	138
20	Sesto San Giovanni	N	combinato	metano	113.3
21	Simeri Crichi	S	combinato	metano	857
22	Terni	C	combinato	metano	100
23	Torviscosa	N	combinato	metano	790
24	Fusina	N	vapore	carbone	1152
25	Montalto di Castro	C	turbogas	metano	n.d.
26	Piacenza	N	combinato	metano	790
27	Chivasso	N	combinato	metano	1177

28	San Filippo del Mela	I	vapore	olio combustibile	960
29	Trapani	I	turbogas	metano	213
30	Ostiglia	N	combinato	metano	1137
31	La Spezia	N	vapore	carbone	n.d.
32	Fiume Santo	I	vapore	carbone	640
33	San Giorgio	N	n.d.	biomassa	n.d.
34	Porto Corsini	N	combinato	metano	760
35	Bolgiano	N	combinato	metano	100
36	Brindisi	S	combinato	metano	1321
37	Ferrera Erbognone	N	combinato	metano	1030
38	Ravenna	N	combinato	metano	972
39	Mincio	N	combinato	metano	381
40	Priolo Gargallo	I	combinato	metano	n.d.
41	Mantova	N	combinato	metano	780
42	Voghera	N	combinato	metano	400
43	Moncalieri	N	combinato	metano	800
44	Gualdo Cattaneo	C	vapore	carbone	n.d.
45	Termoli	S	combinato	metano	n.d.
46	Santa Barbara	C	combinato	metano	n.d.
47	Riva del Garda	N	combinato	metano	49.5
48	Linate	N	combinato	metano	24
49	Malpensa	N	combinato	metano	80
50	Pietrafitta	C	combinato	metano	n.d.
51	Canavese	N	n.d.	metano	15.12
52	Napoli Levante	S	combinato	metano	400
53	Ferrara	N	combinato	metano	800
54	Fiumicino	C	combinato	metano	25.7
55	Taranto	S	combinato	gas siderurgici	160
56	Novara	N	combinato	metano	104
57	San Severo	S	combinato	metano	714.6
58	Gissi	S	combinato	metano	840
59	Torino Nord	N	combinato	metano	335
60	Leinì	N	combinato	metano	392
61	Brindisi	S	vapore	carbone	n.d.
62	Silandro	N	turbogeneratore ORC	cippato	2.472
63	Livorno Ferraris	N	combinato	metano	805
64	Priolo Gargallo	I	combinato	metano	480
65	Aprilia	C	combinato	metano	790
66	Porcari	C	combinato	metano	98
67	Colleferro	C	combinato	metano	44
68	Turano Lodigiano e Bertonico	N	combinato	metano	n.d.
69	Rosignano	N	combinato	metano	386
70	Verzuolo	N	combinato	metano	120
71	Vercelli	N	gas	metano	51
72	Castellavazzo	N	vapore	biomassa	6
73	Reggio Emilia	N	combinato	metano	57

Tabella 13: Principali caratteristiche del campione di impianti termoelettrici italiani.

Si riporta in *Figura 20* una rappresentazione grafica della taglia degli impianti termoelettrici in termini di capacità di produzione dell'energia elettrica. Si può notare come la maggior parte degli impianti (19) analizzati hanno capacità produttive comprese tra i 500 e i 1 000 MWe; 11 impianti sono risultati avere capacità comprese tra 200 e 500 MWe. Gli impianti identificati da

maggiori potenzialità produttive (maggiori di 1000 MWe) sono risultati essere 9. Sono stati poi individuati 8 impianti con capacità comprese tra 100 e 200 MWe e tra 0 e 50 MWe; infine 7 impianti hanno potenzialità di produzione comprese tra 50 e 100 MWe. All'interno delle DA, per 11 impianti non si è potuta riscontrare chiaramente la taglia degli stessi in termini di MW elettrici potenzialmente prodotti.

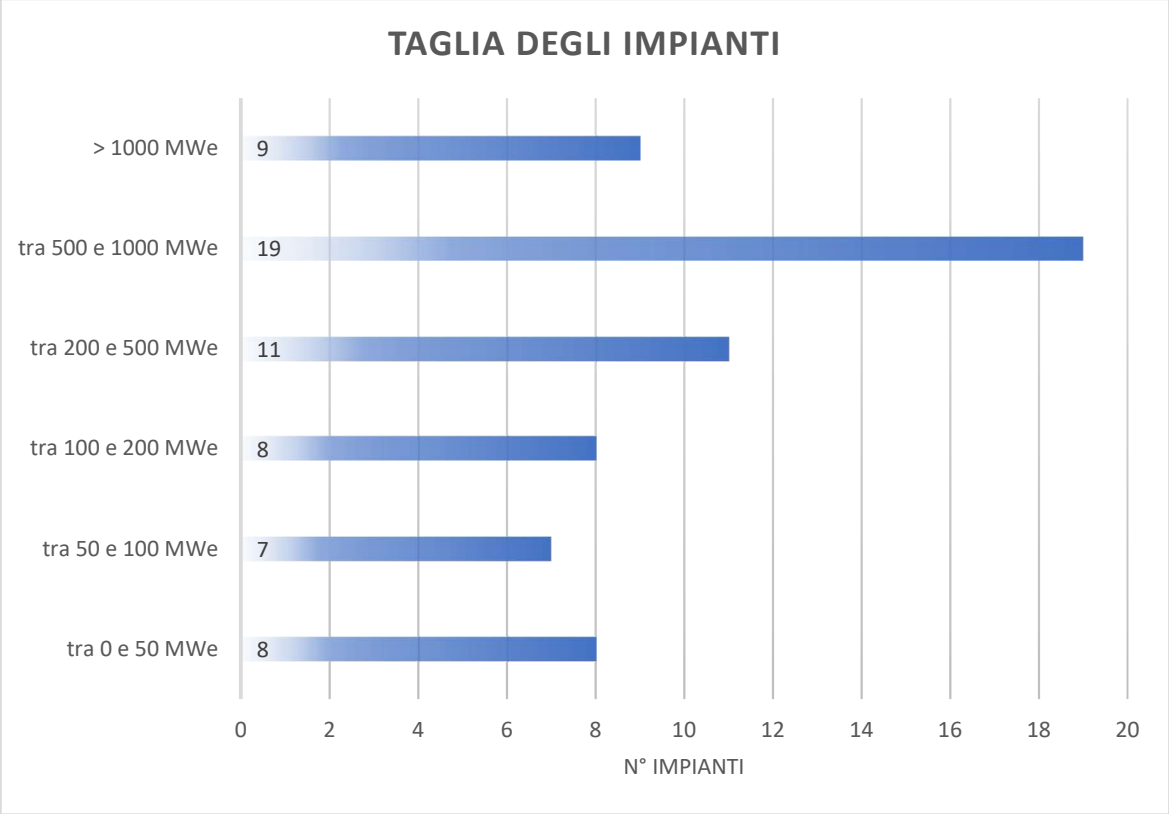


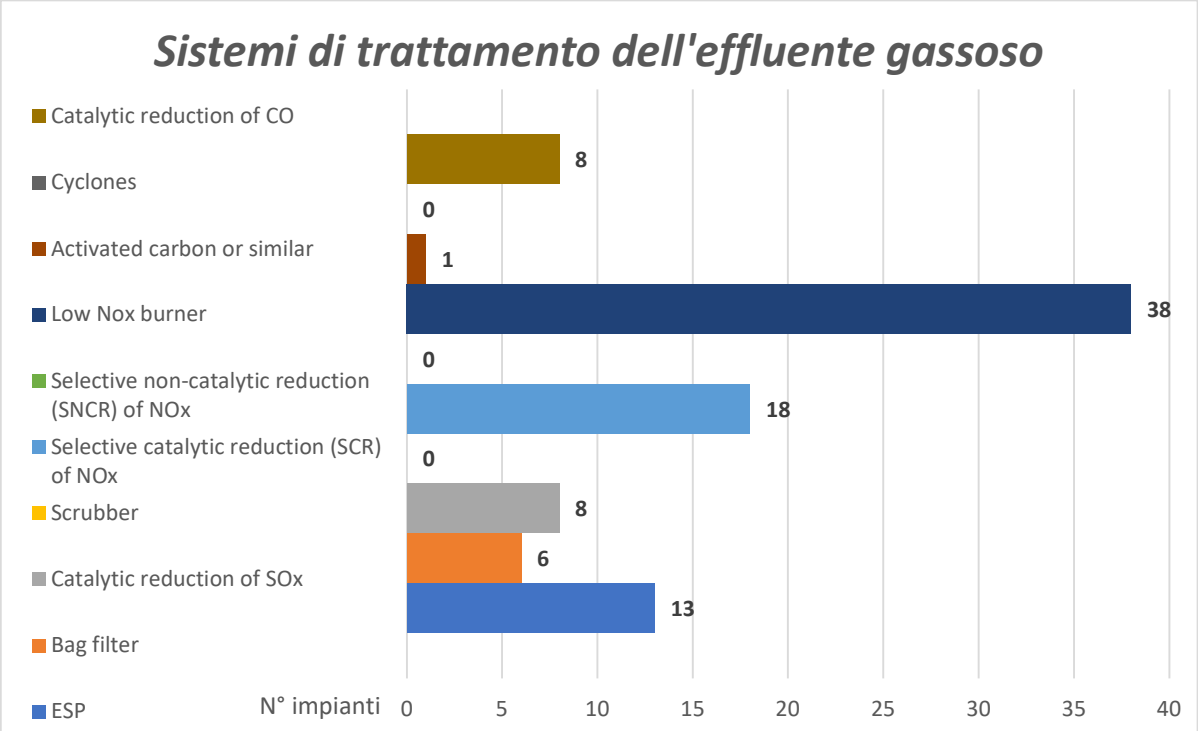
Figura 20: Suddivisione degli impianti termoelettrici in base alla capacità di produzione dell'energia elettrica.

Si è ricercato all'interno delle Dichiarazioni Ambientali quali fossero i sistemi di trattamento presenti per ridurre la quantità di inquinanti all'interno delle emissioni in atmosfera. Specificatamente si sono ricercati i seguenti sistemi di trattamento dell'effluente gassoso:

i. Precipitatore elettrostatico (ESP)
ii. Filtri a manica
iii. Cicloni
iv. Scrubber (Wet, Semi-dry…)
v. Riduzione catalitica selettiva (SCR)
vi. Riduzione selettiva non catalitica (SNCR)
vii. Bruciatori a bassa emissione di ossidi di azoto (Dry, Low…)
viii. Carbone attivo

In *Figura 21* si riporta il risultato dell'analisi e, come si può notare, alcuni sistemi di trattamento dell'effluente gassoso non sono stati riscontrati in nessun impianto termoelettrico. Specificatamente, i cicloni, la riduzione selettiva non catalitica degli NO_x, e gli scrubber non hanno trovato riscontro all'interno delle DA analizzate. In un impianto termoelettrico è stato evidenziato l'utilizzo di carbone attivo come strumento per trattare gli effluenti gassosi prima di immetterli in atmosfera. La riduzione catalitica degli inquinanti è stata riscontrata in diversi

impianti, in particolare la riduzione catalitica di CO in 8 impianti, quella di NO_x in 18 impianti e infine la riduzione degli SO_x in 8 impianti termoelettrici analizzati. Questo risultato è dovuto alla maggiore efficienza di riduzione dei contaminanti, attraverso l'utilizzo di reagenti, dei sistemi catalitici (SCR). Essi permettono di eliminare le sostanze inquinanti mediante la loro conversione in sostanze meno nocive, come nel caso degli ossidi di azoto (NO_x) convertiti in azoto molecolare (N_2) e acqua (H_2O). Il precipitatore elettrostatico, invece, è stato riscontrato in 13 impianti termoelettrici; esso permette la rimozione dei solidi dispersi all'interno della fase gassosa attraverso l'applicazione di un campo elettrico; questo sistema di rimozione di inquinanti risulta molto efficiente nella rimozione del particolato, anche a piccole concentrazioni.
Il sistema di trattamento riscontrato in più della metà degli impianti termoelettrici analizzati è l'utilizzo di Bruciatori a bassa emissione di NO_x (DLN: *Dry Low* NO_x *Burner*); essi permettono di ridurre le emissioni di ossidi di azoto termico e del carburante stesso attraverso una combustione dell'ossigeno in più fasi e senza l'ausilio di reagenti chimici.



	1
Catalytic reduction of CO	8
Cyclones	0
Activated carbon or similar	1
Low Nox burner	38
Selective non-catalytic reduction (SNCR) of NOx	0
Selective catalytic reduction (SCR) of NOx	18
Scrubber	0
Catalytic reduction of SOx	8
Bag filter	6
ESP	13

Figura 21: Sistemi di trattamento dell'effluente gassoso riscontrati negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

4.2 Gli aspetti e gli indicatori ambientali

Si è iniziato con il determinare quali aspetti ambientali fossero stati considerati nella documentazione dei diversi impianti termoelettrici e quali fossero ritenuti significativi dalle stesse organizzazioni. Un aspetto è definito come "considerato" da un'organizzazione se almeno uno dei seguenti criteri è stato rispettato nella DA:

1. Quantificato attraverso metriche;
2. È presente un obiettivo di miglioramento ambientale che riguarda l'aspetto;
3. Gli impatti dell'organizzazione riguardo l'aspetto sono descritti.

In secondo luogo, per ogni aspetto ambientale trattato nelle DA, ci si è chiesti se e con quanti indicatori ambientali fossero rappresentati.
Si riporta in *Figura 22* il risultato ottenuto rispetto a quali aspetti ambientali sono stati considerati all'interno delle dichiarazioni.

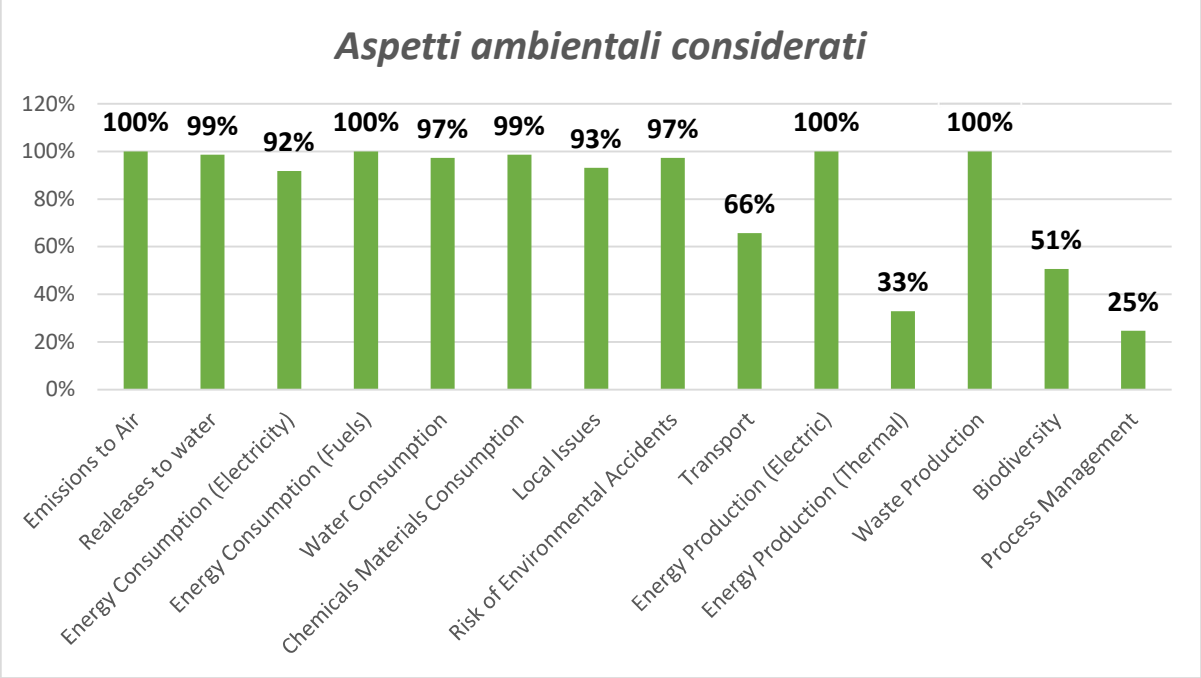


Figura 22: Aspetti ambientali trattati all'interno delle Dichiarazioni Ambientali considerate.

Si può notare come, l'aspetto ambientale delle emissioni in atmosfera, del consumo di energia da combustibile e la produzione di rifiuti siano gli unici tre aspetti ambientali considerati in egual modo all'interno di tutte le DA considerate, insieme all'aspetto tecnico della produzione di energia elettrica. Il rilascio di sostanze in acqua attraverso gli scarichi idrici, il consumo di risorse idriche, l'utilizzo di materie prime, il rischio di incidenti ambientali sono stati considerati quasi nella totalità dei casi raggiungendo percentuali pari al 97% o al 99%. Leggermente minore trattazione hanno registrato gli aspetti ambientali legati alle questioni locali (93%) e al consumo di energia elettrica prelevata dall'esterno dell'impianto (92%).

Rimangono quattro aspetti ambientali considerati in maniera marginale in tutte le DA; in particolare, le questioni legate al trasporto sono state considerate nel 66% del campione di dati e il parametro della biodiversità nel 51% dei casi. Notevole differenza si riscontra con gli aspetti tecnici. Infatti, la produzione di energia termica è riscontrata nel 33% delle DA analizzate e gli aspetti ambientali, legati alle gestioni del processo stesso analizzati, solo nel 25% degli impianti in esame.
Successivamente si è ricercato, all'interno delle Dichiarazioni Ambientali delle organizzazioni, quali fossero gli aspetti considerati significativi. In *Figura 23* è riportato il grafico che riassume i risultati dell'analisi della significatività degli aspetti all'interno delle DA analizzate.

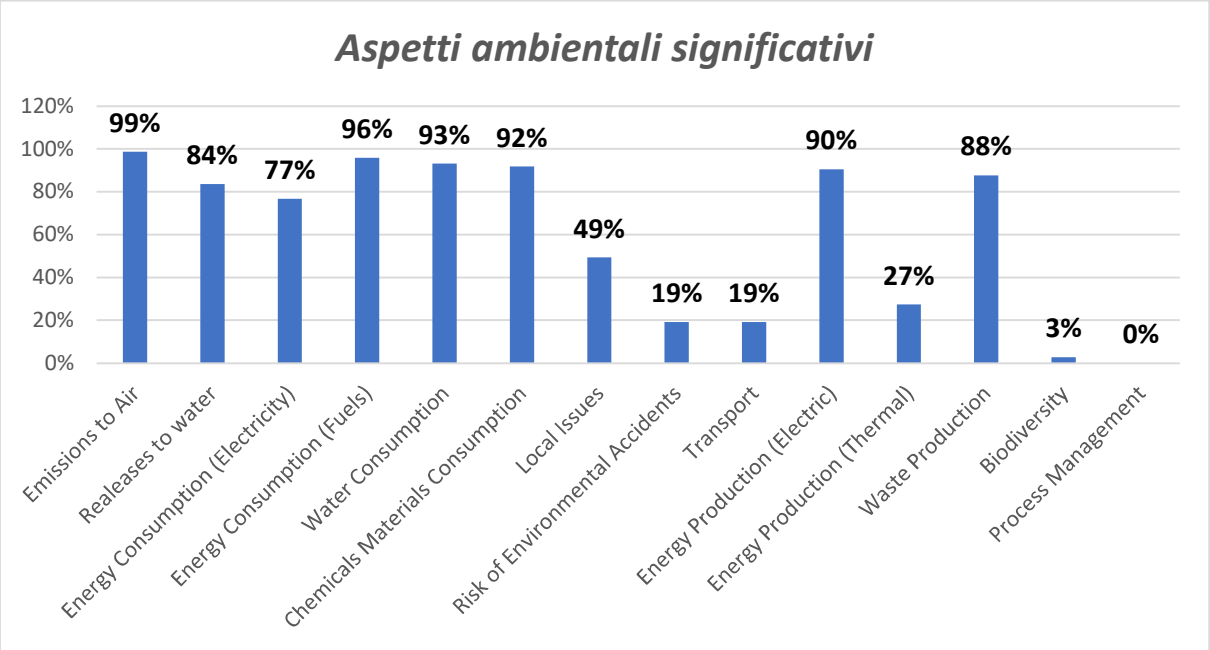


Figura 23: Aspetti ambientali considerati significativi all'interno delle Dichiarazioni Ambientali considerate.

Dall'analisi le emissioni in atmosfera, il consumo di energia da combustibili, il consumo di risorsa idrica e materie prime e la produzione di energia elettrica risultano definiti come aspetti significativi, da più del 90% delle organizzazioni considerate. La produzione di rifiuti non è considerata in tutte le DA come significativa; infatti, è stata riscontrata nell'88% delle DA e analogamente anche il consumo di energia elettrica, nel 77% dei casi. Infatti, non sempre gli impianti hanno la necessità di consumare energia dalla rete, riuscendo ad autosostentarsi tramite il consumo della propria produzione di energia elettrica. Analogamente, gli scarichi idrici sono risultati significativi nell'84% dei casi.
Meno di una Dichiarazione Ambientale su due considera significativi gli aspetti ambientali riguardanti le questioni locali, il rischio di incidenti ambientali, il trasporto e la produzione di energia termica. In particolare, il rischio di incidenti ambientali e le questioni legate al trasporto sono risultate significative nel 19% delle DA analizzate. La biodiversità è stata, quasi sempre, considerata un aspetto non significativo all'interno delle attività produttive delle organizzazioni, definito come significativo solo nel 3% dei casi. Le gestioni di processo, comprendenti anche le ore di formazione o le collaborazioni con gli istituti scolastici, non sono state mai categorizzate come significative per nessuna organizzazione considerata.

Dopo aver considerato la presenza dei diversi aspetti ambientali, si è ricercato se tali aspetti considerati all'interno delle Dichiarazioni Ambientali, fossero descritti o meno tramite degli indicatori ambientali. Come già accennato, è fondamentale descrivere i vari aspetti ambientali considerati, tramite gli indicatori ambientali; questo permette di poter esaminare e quantificare le prestazioni ambientali di un'organizzazione e allo stesso tempo di poterne monitorare l'andamento che dovrà, sempre, dimostrare un continuo e costante miglioramento nel futuro.
In *Figura 24*, si mostra il risultato ottenuto dall'analisi eseguita in merito alla descrizione, all'interno delle DA, dei vari aspetti ambientali tramite l'utilizzo di indicatori ambientali. Si è riscontrata una similitudine nella scelta delle diverse organizzazioni nel rendicontare gli aspetti ambientali. In modo specifico, gli aspetti riguardanti le questioni locali, il rischio di incidenti ambientali e il traporto, non sono quasi mai stati trattati tramite indicatori. Risultano descritti nella quasi totalità delle DA, tramite indicatori, gli aspetti ambientali legati alle emissioni in atmosfera, agli scarichi idrici, al consumo di combustibili e materie prime e alla produzione di energia elettrica e di rifiuti.

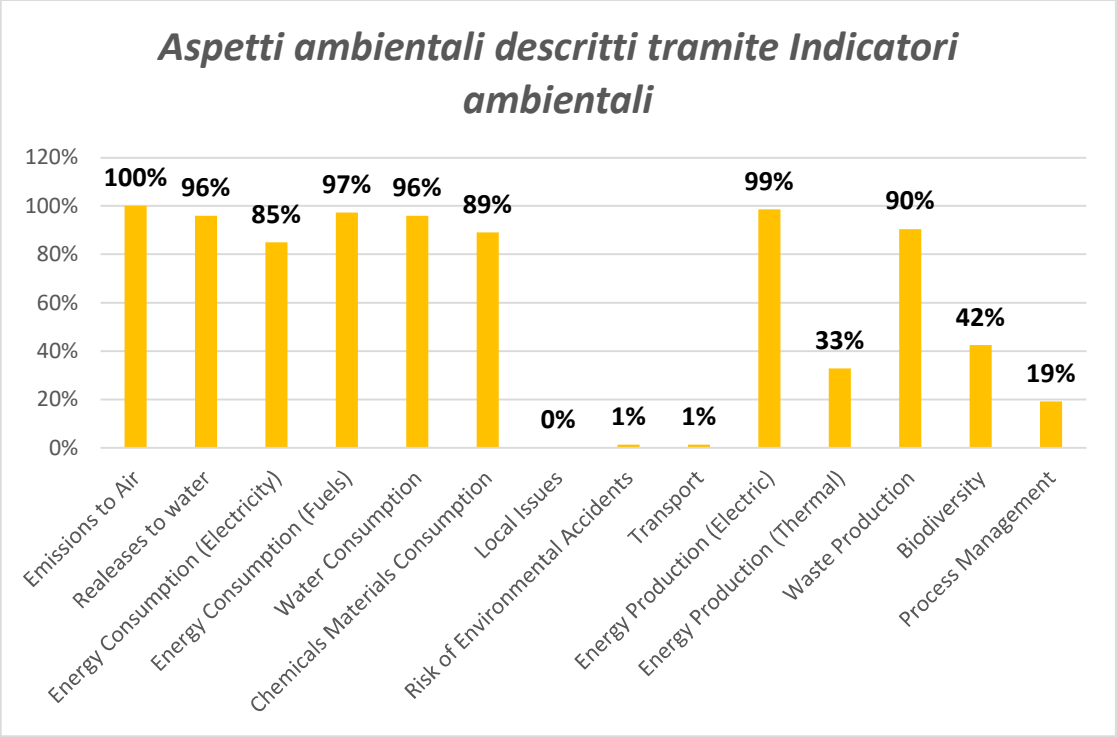


Figura 24: Aspetti ambientali descritti tramite Indicatori ambientali all'interno delle DA considerate.

È importante sottolineare come aspetti inerenti a questioni locali, rischio di incidenti ambientali e questioni legate al trasporto siano state ritenute significative rispettivamente per il 49%, 19% e 19% degli impianti analizzati; ma al contempo siano stati descritti tramite indicatori in nessun caso (per le questioni locali) e in un caso (per il rischio di incidenti ambientali e le questioni legate al trasporto). Un riscontro opposto invece è pervenuto per gli aspetti ambientali legati alla biodiversità in cui la significatività è stata riscontrata solo nel 3% degli impianti analizzati,

ma lo stesso aspetto ambientale è stato però descritto tramite indicatori ambientali per il 42% degli impianti termoelettrici.

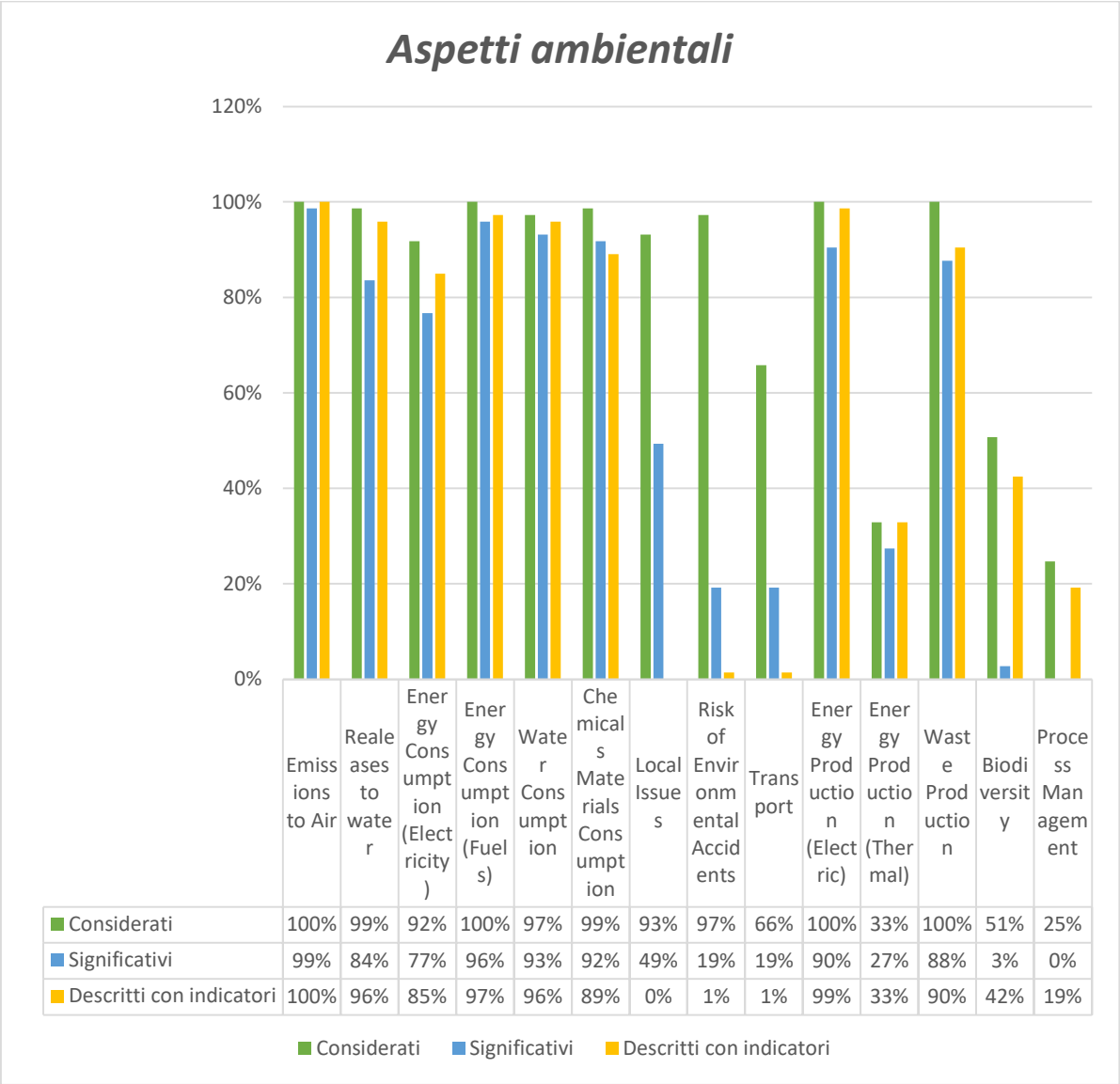
Dopo aver valutato la presenza o meno di indicatori ambientali per la descrizione degli aspetti ambientali considerati all'interno delle DA analizzate, si è esaminata la numerosità di tali indicatori. Per ogni aspetto ambientale, è stata calcolata la quantità di indicatori utilizzati. In *Tabella 14*, è riportata la quantità massima di indicatori, trovati all'interno di tutte le DA, suddivisa per tutte le classi di aspetti ambientali; viene, inoltre, riportato il valore medio, minimo e massimo della quantità di indicatori individuati per ciascun aspetto ambientale. Gli aspetti ambientali che riscontrano la quantità di indicatori maggiori sono le emissioni in aria (299) e la produzione di rifiuti (300); un minor numero di indicatori è stato reso noto per il consumo idrico (191), il consumo di prodotti chimici (182), e il consumo di combustibili (176). La produzione di energia elettrica è stata descritta, all'interno delle Dichiarazioni Ambientali, tramite 127 indicatori; gli scarichi idrici e il consumo di energia elettrica sono stati rendicontati rispettivamente con 94 e 89 indicatori. Il minor numero di indicatori risulta, come già detto, per gli aspetti ambientali legati alle questioni locali, il rischio di incidenti ambientali e le questioni legate al trasporto.
Parlando in termini di media, all'interno di tutte le DA dei 73 impianti termoelettrici analizzati, si riscontra un'analoga media di 4.1 indicatori per le emissioni in atmosfera e per la produzione di rifiuti.
Gli aspetti ambientali che vengono descritti con una media di circa due indicatori sono il consumo di combustibili (2.41), il consumo idrico (2.62) e il consumo di prodotti chimici (2.49).
Alcuni aspetti ambientali, considerati in più del 90% delle DA, sono poi mediamente quantificati da circa un indicatore; è questo il caso degli scarichi idrici (1.29), del consumo di energia elettrica (1.22) e della produzione di energia elettrica che registra, un valore leggermente superiore, pari a 1.74.

ASPETTI AMBIENTALI	CONSIDERATI NELLE DA	SIGNIFICATIVI NELLE DA	DESCRITTI TRAMITE INDICATORI	TOT INDICATORI	AVG	MAX	MIN
	%	%	%	-	-	-	-
Emissions to air	100%	99%	100%	299	4.10	7	2
Realeases to water	99%	84%	96%	94	1.29	4	1
Energy consumption (electricity)	92%	77%	85%	89	1.22	4	1
Energy consumption (fuels)	100%	96%	97%	176	2.41	4	1
Water consumption	97%	93%	96%	191	2.62	6	1
Chemicals materials consumption	99%	92%	89%	182	2.49	7	1
Local issues	93%	49%	0%	0	0.00	0	0

Risk of environmental accidents	97%	19%	1%	2	0.03	1	1
Transport	66%	19%	1%	1	0.01	1	1
Energy production (electric)	100%	90%	99%	127	1.74	5	1
Energy production (thermal)	29%	27%	33%	29	0.40	2	1
Waste production	100%	88%	90%	300	4.11	10	2
Biodiversity	51%	3%	42%	30	0.41	1	1
Process management	25%	0%	19%	18	0.25	3	1

Tabella 14: Risultato della quantificazione degli aspetti ambientali analizzati all'interno delle DA degli impianti termoelettrici.

Si ritiene utile rappresentare a livello complessivo un confronto grafico, in *Figura 25*, tra gli aspetti ambientali ritenuti significativi e la rappresentazione degli stessi attraverso indicatori ambientali. Si riescono a notare in modo più immediato tutte le considerazioni appena fatte sulla descrizione degli aspetti ambientali all'interno delle Dichiarazioni Ambientali esaminate. È molto interessante notare come alcuni aspetti ambientali, che sono stati considerati in quasi la totalità delle DA, non siano stati poi descritti tramite indicatori; è il caso degli aspetti ambientali delle questioni locali, del rischio di incidenti ambientali e degli aspetti legati al trasporto. Tali aspetti ambientali sono risultati presenti in più del 90% delle DA, ma riscontrano solo lo 0% o l'1% di quantificazione tramite indicatori. L'aspetto ambientale della biodiversità, al contrario, risulta analogamente considerato all'interno delle dichiarazioni (51%) e descritto con indicatori ambientali (42%) nonostante la risultante significatività sia molto bassa (3%). Per ciò che concerne gli aspetti ambientali legati alla gestione di processo all'interno del processo produttivo, in maniera analoga alla biodiversità, si rileva che il 25% delle organizzazioni l'ha trattato all'interno delle proprie DA (e il 19% l'ha descritto anche tramite indicatori), nonostante nessuna lo abbia ritenuto significativo.
A parte questi aspetti, in *Figura 25* si può notare come sia presente una correlazione tra la significatività di un aspetto e la sua quantificazione attraverso indicatori. Per la maggior parte degli aspetti ambientali (emissioni in atmosfera, scarichi idrici, consumo di energia elettrica, consumo di combustibili, consumo di risorsa idrica, consumo di prodotti chimici, produzione di energia elettrica, produzione di rifiuti) è presente un'analogia nelle percentuali riscontrate tra la considerazione dell'aspetto, la valutazione della significatività e la descrizione tramite indicatori. Questo riscontro è, quindi, rappresentativo del fatto che tutti gli aspetti appena citati, siano reputati importanti e meritevoli di essere valutati, gestiti e quantificati all'interno delle Dichiarazioni Ambientali.



	Emissions to Air	Releases to water	Energy Consumption (Electricity)	Energy Consumption (Fuels)	Water Consumption	Chemicals Materials Consumption	Local Issues	Risk of Environmental Accidents	Transport	Energy Production (Electric)	Energy Production (Thermal)	Waste Production	Biodiversity	Process Management
Considerati	100%	99%	92%	100%	97%	99%	93%	97%	66%	100%	33%	100%	51%	25%
Significativi	99%	84%	77%	96%	93%	92%	49%	19%	19%	90%	27%	88%	3%	0%
Descritti con indicatori	100%	96%	85%	97%	96%	89%	0%	1%	1%	99%	33%	90%	42%	19%

Figura 25: Confronto tra aspetti ambientali considerati, significativi, descritti tramite indicatori.

4.3 Gli obiettivi ambientali

È importante ricordare, che per essere veramente efficaci, gli obiettivi ambientali, inseriti all'interno del programma ambientale, devono essere rivolti agli aspetti e agli impatti ambientali che sono risultati più significativi. Come sarà chiarito in questo paragrafo, dall'analisi eseguita sul campione di impianti termoelettrici, è però emerso che spesso non è così.

Nell'approfondimento degli obiettivi ambientali, all'interno delle DA analizzate, si è ricercato in un primo momento quanti obiettivi ambientali venissero dichiarati, nel programma ambientale, per ogni specifico aspetto ambientale considerato. Gli aspetti ambientali considerati sono i medesimi dell'analisi eseguita in precedenza sugli Indicatori Ambientali; questo è stato fatto proprio per riuscire a vedere se fosse presente, da parte delle organizzazioni, una correlazione tra la dichiarazione di significatività di un aspetto ambientale e l'impegno di

migliorarne le prestazioni ambientali nel futuro. In *Tabella 15*, si riporta un confronto diretto tra le percentuali di significatività di ogni aspetto ambientale, già precedentemente approfondite nel paragrafo 4.1, e gli obiettivi dichiarati, espressi in termini percentuali e raggruppati secondo i diversi aspetti ambientali analizzati.

ASPETTI AMBIENTALI	SIGNIFICATIVI NELLE DA	DESCRITTI TRAMITE INDICATORI	OBIETTIVI AMBIENTALI DICHIARATI
	%	%	%
Emissions to air	99%	100%	64%
Realeases to water	84%	96%	26%
Energy consumption (electricity)	77%	85%	62%
Energy consumption (fuels)	96%	97%	21%
Water consumption	93%	96%	36%
Chemicals materials consumption	92%	89%	25%
Local issues	49%	0%	32%
Risk of environmental accidents	19%	1%	66%
Transport	19%	1%	12%
Energy production (electric)	90%	99%	8%
Energy production (thermal)	27%	33%	4%
Waste production	88%	90%	52%
Biodiversity	3%	42%	0%
Process management	0%	19%	38%

Tabella 15: Risultato della percentuale di Obiettivi ambientali dichiarati per ogni Aspetto ambientale.

Dai valori tabulati, in *Tabella 15*, si può notare come per ridurre gli impatti degli aspetti riguardanti le emissioni in atmosfera e il consumo di energia elettrica, le organizzazioni abbiano stabilito una congrua quantità di obiettivi ambientali, pari, rispettivamente, al 64% e al 62% degli impianti; la significatività di tali aspetti ambientali risulta pari al 99% (per le emissioni in atmosfera) e al 77% (per il consumo di energia elettrica). La percentuale massima di obiettivi (66% degli impianti) si è ottenuta per l'aspetto ambientale relativo al rischio di incidenti ambientali, nonostante tale aspetto non sia risultato molto significativo (19%). Questo dato è sicuramente dovuto all'obbligo da parte delle aziende di monitorare e smaltire nel tempo i manufatti contenenti amianto o serbatoi in disuso che contenevano sostante pericolose; in entrambi questi casi sono associati, da parte delle organizzazioni, rischi di incidenti per inalazioni di fibre di amianto oppure rischi di contaminazione del suolo e del sottosuolo.
Sono emersi molti aspetti ambientali che, nonostante siano stati ritenuti altamente significativi dalle organizzazioni (con valori maggiori dell'84%), hanno rendicontato un numero molto basso di obiettivi di miglioramento; è il caso degli aspetti ambientali legati agli scarichi idrici (26%), al consumo di acqua (36%), di combustibili (21%), di materie prime (25%) e di produzione di energia elettrica (8%).
Dall'analisi risulta, oltre a ciò, che l'aspetto ambientale legato alle questioni locali, e quindi agli impatti relativi ad aspetti legati al rumore, all'impatto visivo delle centrali, abbiano riscontrato significatività su circa la metà del campione, ma nonostante non siano stati descritti tramite indicatori ambientali, abbiano ricevuto obiettivi ambientali nel 32% degli impianti.

Infine, nell'analisi, è emerso come l'aspetto tecnico inerente alla gestione del processo all'interno degli impianti, nonostante non fosse ritenuto significativo da nessuna organizzazione, abbia ricevuto obiettivi dal 38% delle organizzazioni. Questo risultato è molto importante, in quanto suggerisce che, spesso, le organizzazioni investono su ore di formazione e iniziative di coinvolgimento delle comunità locali, seppur stanziando un quantitativo di risorse molto esiguo. Questo risultato verrà ripreso e commentato più avanti nella trattazione economica degli investimenti che afferiscono le diverse tipologie di obiettivi ambientali.

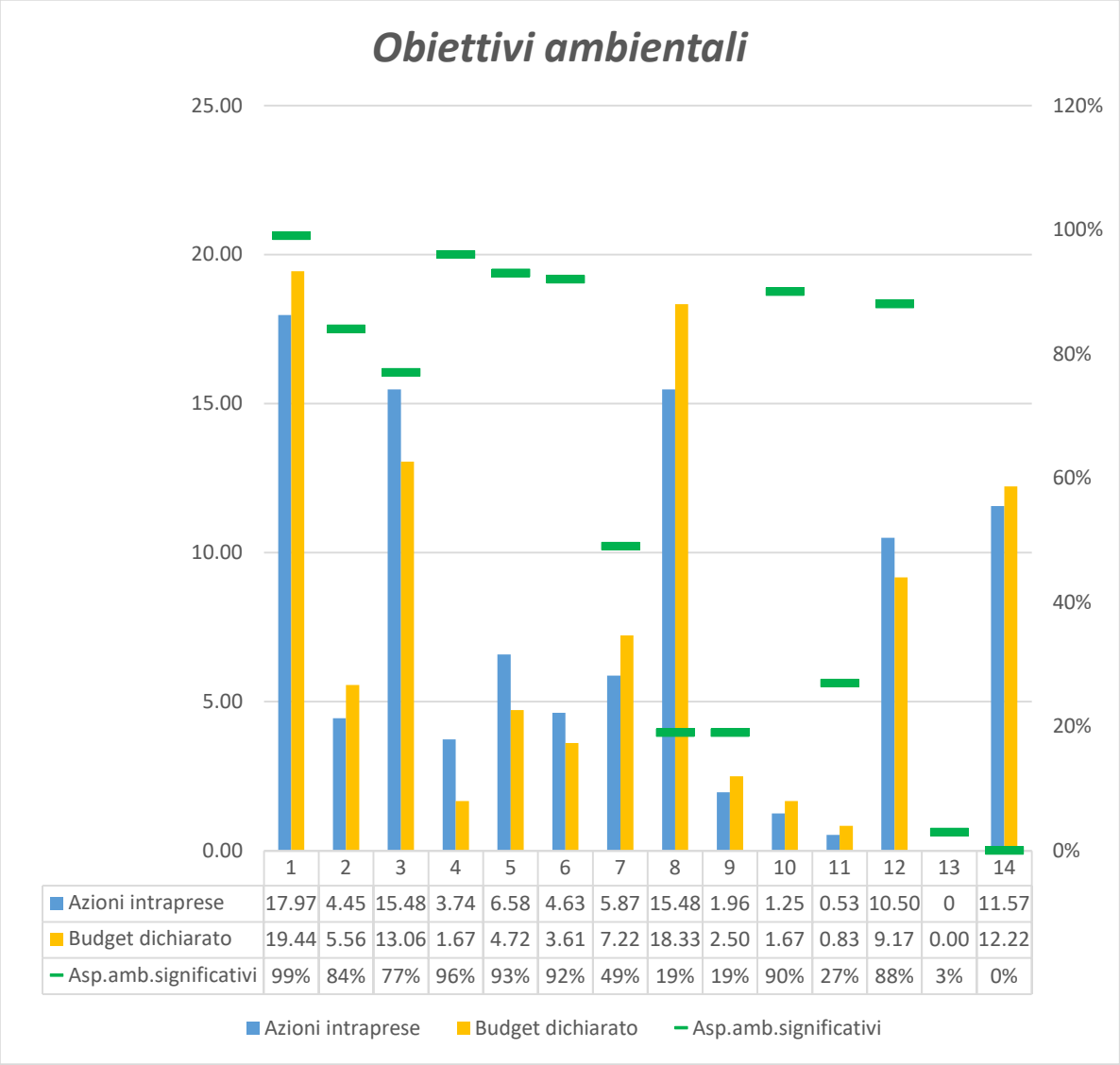
Per ogni aspetto ambientale, per cui le organizzazioni hanno identificato degli obiettivi all'interno del programma ambientale, devono essere correlate delle azioni o dei progetti per poter raggiungere gli stessi obiettivi precedentemente prestabiliti.
In modo del tutto analogo all'analisi degli Indicatori ambientali, si è ricercato, all'interno delle DA, il numero di azioni dedicate da parte di ogni azienda per raggiungere i singoli obbiettivi predefiniti. In *Tabella 16*, è riportato il riscontro di tale approfondimento.

ASPETTI AMBIENTALI	OBIETTIVI AMBIENTALI DICHIARATI	AZIONI/ PROGETTI INTRAPRESI	AVG	MAX	MIN
	%	-	-	-	-
Emissions to air	64%	101	1.38	6	1
Realeases to water	26%	25	0.34	3	1
Energy consumption (electricity)	62%	87	1.19	5	1
Energy consumption (fuels)	21%	21	0.29	3	1
Water consumption	36%	37	0.51	3	1
Chemicals materials consumption	25%	26	0.36	4	1
Local issues	32%	33	0.45	3	1
Risk of environmental accidents	66%	87	1.19	6	1
Transport	12%	11	0.15	2	1
Energy production (electric)	8%	7	0.10	2	1
Energy production (thermal)	4%	3	0.04	1	1
Waste production	52%	59	0.81	4	1
Biodiversity	0%	0	0.00	0	0
Process management	38%	65	0.89	7	1

Tabella 16: Risultato del numero di azioni intraprese, connesse ad ogni obiettivo ambientale, per ogni Aspetto ambientale.

Per gli aspetti ambientali, che hanno ricevuto il maggior numero di obbiettivi, si riscontra anche il maggior numero di azioni e progetti dedicati all'interno del Programma di miglioramento. Precisamente, per le emissioni in atmosfera si registra il maggior numero di progetti pianificati per migliorarne le prestazioni ambientali (101); 87 iniziative di miglioramento sono invece state attribuite sia agli obiettivi ambientali inerenti al consumo di energia elettrica e sia per la riduzione del rischio di incidenti ambientali. È da precisare, però, che spesso le azioni di potenziamento in campo di risparmio di energia elettrica siano identificate nella sostituzione degli impianti di illuminazione utilizzando delle tecnologie a led.
La categoria dell'aspetto ambientale legato alle gestioni di processo, nonostante, come già detto, non sia stata ritenuta significativa in nessuna delle DA analizzate, registra un elevato numero di progetti di miglioramento all'interno del Programma Ambientale. Per le altre categorie di aspetti ambientali si è riscontrata una quantità di obiettivi ambientali in equilibrio

con le percentuali di dichiarazione degli stessi; per la produzione di rifiuti sono stati quantificati 59 azioni migliorative, per il consumo idrico 37, per gli scarichi idrici 25, per il consumo di combustibili 21, per il consumo di materie prime 26 e per le questioni locali 33 obiettivi ambientali. Gli aspetti ambientali meno considerati sono stati: la biodiversità, la produzione di energia elettrica e la produzione di energia termica.
Si può notare come le emissioni in atmosfera, il consumo di elettricità e il rischio di incidenti ambientali siano rappresentati da più di un'azione migliorativa in media; precisamente le emissioni in aria da 1.38, il consumo di energia elettrica e il rischio di incidenti ambientali da 1.19 obiettivi ambientali.
Il numero massimo di progetti di miglioramento si riscontra negli aspetti ambientali legati alle gestioni di processo (7), seguiti da 6 obiettivi per gli aspetti ambientali delle emissioni in aria e del rischio di incidenti ambientali.
Si riporta, in *Figura 26*, un confronto tra le percentuali di obiettivi dichiarati, di azioni intraprese e le relative risorse rendicontate.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Azioni intraprese	17.97	4.45	15.48	3.74	6.58	4.63	5.87	15.48	1.96	1.25	0.53	10.50	0	11.57
Budget dichiarato	19.44	5.56	13.06	1.67	4.72	3.61	7.22	18.33	2.50	1.67	0.83	9.17	0.00	12.22
Asp.amb.significativi	99%	84%	77%	96%	93%	92%	49%	19%	19%	90%	27%	88%	3%	0%

Figura 26: Confronto tra obiettivi ambientali dichiarati, azioni dichiarate e le azioni di cui vengono rese note le risorse economiche stanziate. I numeri da 1 a 14 si riferiscono alla Tabella 16 e l'unità di misura del budget dichiarato è in M€.

L'analisi è proseguita andando a capire a quali azioni dichiarate all'interno del Programma Ambientale fosse attribuita una quantificazione delle risorse economiche preventivate per la loro realizzazione. In *Tabella 17*, è presentato il confronto tra la quantità di azioni dichiarate per ogni aspetto ambientale e la quantità di queste azioni di cui sono state rese note le risorse economiche stanziate; come si può notare dai valori, per le emissioni in atmosfera, solo il 69% delle azioni sono rendicontate dal punto di vista economico. Per gli scarichi idrici vengono quantificati l'80% degli obiettivi; contrariamente, per esempio, per gli obiettivi legati al consumo di materie prime, in cui solo la metà delle azioni dichiarate hanno trovato un riscontro di spesa economica associata.
La minor rendicontazione economica si ha per gli obiettivi riguardanti il consumo di combustibili; vengono dichiarati solo 6 obbiettivi su 21 presenti nel Programma Ambientale.

ASPETTI AMBIENTALI	AZIONI	AVG (AZIONI)	BUDGET DICHIARATO	AVG (OBIETTIVI CON BUDGET DICHIARATO PER DA)
	-	-	-	-
Emissions to air	101	1.38	70	0.96
Realeases to water	25	0.34	20	0.27
Energy consumption (electricity)	87	1.19	47	0.64
Energy consumption (fuels)	21	0.29	6	0.08
Water consumption	37	0.51	17	0.23
Chemicals materials consumption	26	0.36	13	0.18
Local issues	33	0.45	26	0.36
Risk of environmental accidents	87	1.19	66	0.90
Transport	11	0.15	9	0.12
Energy production (electric)	7	0.10	6	0.08
Energy production (thermal)	3	0.04	3	0.04
Waste production	59	0.81	33	0.45
Biodiversity	0	0.00	0	0.00
Process management	65	0.89	44	0.60

Tabella 17: Risultato della quantità di risorse dedicate dichiarate per ogni azione intrapresa correlata ai diversi aspetti ambientali prefissati.

Successivamente il lavoro è proseguito indagando quali fossero le risorse economiche stanziate per i vari aspetti ambientali; da una prima analisi, dei dati ottenuti in *Tabella 18*, si evince come la somma economica più importante (476 428 k€) risulta dedicata alle emissioni in atmosfera. Questo aspetto risulta coerente, per il settore della produzione di energia termoelettrica, in quanto uno dei suoi maggiori impatti ambientali risiede sicuramente nell'emissione di contaminanti in atmosfera. Questo dato concorda anche nel fatto di aver ritrovato, proprio per

questo aspetto ambientale, il maggior numero di obiettivi ambientali all'interno dei Programmi Ambientali delle DA analizzate.
Il secondo aspetto ambientale caratterizzato da una maggiore attenzione economica (64 573 k€) è quello riguardante il rischio di incidenti ambientali; questo dato è sicuramente collegato alla quantità di manufatti di amianto da bonificare ma anche alla presenza, per esempio, di serbatoi di combustibili liquidi oramai in disuso da bonificare e smaltire.
L'aspetto ambientale delle questioni locali vede 20 276 k€ di risorse stanziate; e dello stesso ordine di grandezza è il capitale destinato all'efficientamento degli scarichi idrici (18 262 k€) e per il consumo di energia elettrica (16 427 k€)
Ci sono una serie di aspetti ambientali con risorse stanziate che risiedono nell'intervallo 6 000-10 000 k€, precisamente gli obiettivi riguardanti il consumo di risorsa idrica, la produzione di energia termica, la produzione di rifiuti e la gestione del processo produttivo. Come già accennato in precedenza, è da sottolineare come quest'ultima categoria della gestione all'interno del processo produttivo veda un gran numero di azioni migliorative dichiarate ma anche delle risorse economiche dedicate molto esigue.
Gli aspetti ambientali, di cui sono stati definiti degli obiettivi, caratterizzati dalla minor quantità di risorse economiche sono quelli legati al trasporto (363 k€). Successivamente si trovano, con lo stesso ordine di grandezza di risorse stanziate, gli aspetti legati al consumo di combustibili (1 605 k€), consumo di prodotti chimici (1 717 k€) e la produzione di energia elettrica (1 454 k€).

ASPETTI AMBIENTALI	OBIETTIVI AMBIENTALI DICHIARATI	RISORSE ECONOMICHE STANZIATE	AVG	MAX	MIN
	%	K€	K€	K€	K€
Emissions to air	64%	476428	6 526.41	352700	12
Realeases to water	26%	18262	250.16	10214	4
Energy consumption (electricity)	62%	16427	225.03	6000	8
Energy consumption (fuels)	21%	1605	21.99	1010	50
Water consumption	36%	8031.6	110.02	5900	8.6
Chemicals materials consumption	25%	1717	23.52	1270	12
Local issues	32%	20276	277.75	6900	2.6
Risk of environmental accidents	66%	64573	884.56	10810	5
Transport	12%	363	4.97	90	25
Energy production (electric)	8%	1454	19.92	800	14
Energy production (thermal)	4%	6050	82.88	5500	50
Waste production	52%	9698.5	132.86	6465	0.9
Biodiversity	0%	0	0.00	0	0
Process management	38%	7303.4	100.05	5500	5

Tabella 18: Risultato, in termini economici (k€), della quantità di risorse dedicate dichiarate per ogni azione intrapresa correlata ai diversi aspetti ambientali prefissati.

In merito all'analisi sulle risorse economiche stanziate per le diverse azioni del programma ambientale, si è cercato di valutare quali fossero nello specifico quelle a cui è stato attribuito il budget maggiore. Considerando le azioni inerenti alle emissioni in atmosfera (impatto ambientale preponderante per la produzione di energia elettrica da impianti termoelettrici), si è scelto di raggruppare in tre gruppi diversi le risorse stanziate; in modo specifico nel primo

gruppo sono rientrati i progetti programmati dalle aziende a cui sono state attribuite risorse minori di 1 000 k€, nel secondo le azioni con budget compreso tra 1 000 k€ e 5 000 k€, e infine nel terzo gruppo le azioni con risorse stanziate maggiori di 5 000 k€. Le azioni migliorative, pianificate per la riduzione delle emissioni in atmosfera, del primo gruppo sono risultate essere 52; quelle del secondo gruppo si sono dimostrate 12, e infine le azioni che riscontrano una maggiore attenzione economica dalle imprese (terzo gruppo) si sono dimostrate 6. Si è deciso di porre maggiormente l'attenzione sulle azioni che riguardano il secondo e terzo gruppo. Si riporta, in *Tabella 19*, l'elenco delle azioni caratterizzate da risorse economiche comprese tra 1 000 k€ e 5 000 k€.

ASPETTO AMBIENTALE	OBIETTIVO	AZIONI	BUDGET DICHIARATO
Emissioni in atmosfera	-	-	K€
	Riduzione emissioni in atmosfera	Installazione catalizzatore CO	3 500
	Riduzione emissioni in atmosfera	Sostituzione della caldaia a gasolio con una a metano	2 000
	Riduzione emissioni in atmosfera	Revamping De-SOx e precipitatore elettrostatico	3 570
	Riduzione emissioni in atmosfera	Gestione del parco stoccaggio combustibili	2 000
	Riduzione emissioni in atmosfera	Istallazione catalizzatore CO	2 500
	Riduzione emissioni in atmosfera	Istallazione catalizzatore CO	2 700
	Riduzione emissioni in atmosfera	Installazione Fuel Gas Preheater	2 000
	Riduzione emissioni in atmosfera	Istallazione catalizzatore CO	2 700
	Riduzione emissioni in atmosfera	Riduzione concentrazione media di Nox tramite installazione di DLN Dry low Nox burner	4 000
	Riduzione delle emissioni in atmosfera	Installazione di un catalizzatore nella caldaia a recupero	1 150
	Riduzione delle emissioni in atmosfera	Revamping impianto abbattimento polveri	2 926
	riduzione emissioni di GHG	Studio di fattibilità e messa in servizio del FGPH (Fuel Gas Pre-Heater)	1 997

Tabella 19: Elenco di azioni migliorative, pianificate all'interno del programma ambientale, caratterizzate da un budget stanziato compreso tra 1 000 k€ e i 5 000 k€.

Come si vede dal dettaglio presente in tabella, un terzo delle azioni migliorative programmate dagli impianti per la riduzione delle emissioni in atmosfera riguarda l'istallazione di un catalizzatore per l'abbattimento delle emissioni di monossido di carbonio (CO). Inoltre, l'obiettivo più importante economicamente tra quelli presenti in tabella, riguarda l'istallazione di un Dry Low NO_x Burner; questo risulta molto congruo con le indicazioni presenti nelle BREF di settore, in cui questo tipo di bruciatori risultano una delle migliori tecnologie applicabili per la riduzione degli ossidi di azoto in atmosfera. Altri obiettivi ambientali identificati riguardano il revamping di sistemi di abbattimento delle polveri, tramite precipitatore elettrostatico, o sistemi di riduzione delle emissioni di ossido di zolfo. È importante inoltre far presente come spesso le organizzazioni classifichino alcune azioni all'interno di un aspetto ambientale non molto consono; è il caso, per esempio, dell'obiettivo riferito alla gestione del parco stoccaggio

dei combustibili che viene classificato come progetto volto a migliorare le emissioni in atmosfera.
Si riporta, in *Tabella 20*, l'elenco delle azioni caratterizzate da risorse economiche maggiori di 5 000 k€.

ASPETTO AMBIENTALE	OBIETTIVO	AZIONI	BUDGET DICHIARATO
Emissioni in atmosfera	-	-	K€
	Riduzione emissioni in atmosfera	Realizzazione di una nuova unità produzione a ciclo combinato, in sostituzione all'attuale unità tradizionale	350 000
	Riduzione emissioni in atmosfera	Revamping gruppo dell'impianto (bruciatori, pale turbine...)	25 000
	Riduzione emissioni in atmosfera	Istallazione SCR per ridurre Nox	6 400
	Riduzione emissioni in atmosfera	Sostituzione turbogas con una turbina di nuova generazione	12 000
	Miglioramento della funzionalità degli impianti di abbattimento	Revamping sistema De_NOx	11 251
	Miglioramento della funzionalità degli impianti di abbattimento	Miglioramento dell'efficienza della turbina a gas	27 902

Tabella 20: Elenco di azioni migliorative, pianificate all'interno del programma ambientale, caratterizzate da un budget stanziato maggiore di 5 000 k€.

Dai risultati mostrati in tabella si evince come l'obiettivo caratterizzato dalla maggior risorsa economica sia legato alla realizzazione di una nuova unità di produzione a ciclo combinato (350 000 k€). Altri due obiettivi, legati ad un budget elevato, sono legati al revamping di parti fondamentali dell'impianto come le turbine o i bruciatori. Seguono poi obiettivi volti a ridurre le emissioni in atmosfera, con particolare attenzione alla riduzione degli ossidi di azoto; specificatamente l'istallazione di un impianto di riduzione selettiva catalitica (6 400 k€) e un revamping del sistema di riduzione degli NO_x(11 251 k€).

4.4 Analisi delle prestazioni ambientali

4.4.1 Produzione di energia elettrica e termica

Si è analizzata la quantità di energia elettrica e termica prodotta dagli impianti termoelettrici campione d'esame; in modo specifico all'interno delle Dichiarazioni Ambientali si sono andati a cercare i seguenti dati:

- ✓ Energia elettrica netta immessa in rete (MWh)
- ✓ Energia elettrica consumata da rete (MWh)
- ✓ Energia termica consumata da rete (MWh)
- ✓ Energia elettrica lorda prodotta (MWh)
- ✓ Energia termica lorda prodotta (MWh)
- ✓ Energia netta in input derivante dai combustibili (MWh)
- ✓ Net electrical efficiency (%)

- ✓ Net total fuel utilization (%)

Questi dati sono stati rendicontati per il triennio di riferimento (2018-2020) per poterne rappresentare l'andamento della produzione nel tempo. Per ciò che riguarda l'energia elettrica netta prodotta, si è riscontrato che 13 impianti sul campione totale non hanno riportato questo valore di produzione all'interno delle DA; l'energia lorda prodotta dagli impianti è stata riportata da 66 impianti termoelettrici. Il dato relativo alla produzione lorda di energia termica è stato riportato da 26 impianti termoelettrici, mentre quello relativo all'energia termica consumata da rete da solo 1 impianto tra quelli analizzati. L'energia elettrica consumata da rete è stata rendicontata da 36 impianti; l'energia netta derivanti dai combustibili non è stata invece ritrovata in nessuna Dichiarazione Ambientale.
Per ciò che concerne i due parametri percentuali, l'efficienza elettrica netta (Net electrical efficiency) è stata esposta in 35 Dichiarazioni ambientali; il consumo totale netto di carburante (Net total fuel utilization) è stato riscontrato in sole 3 DA tra quelle analizzate.
In *Figura 27* si riporta la rappresentazione tramite BOX plot dell'energia elettrica netta prodotta e immessa in rete dagli impianti termoelettrici all'interno del triennio considerato.

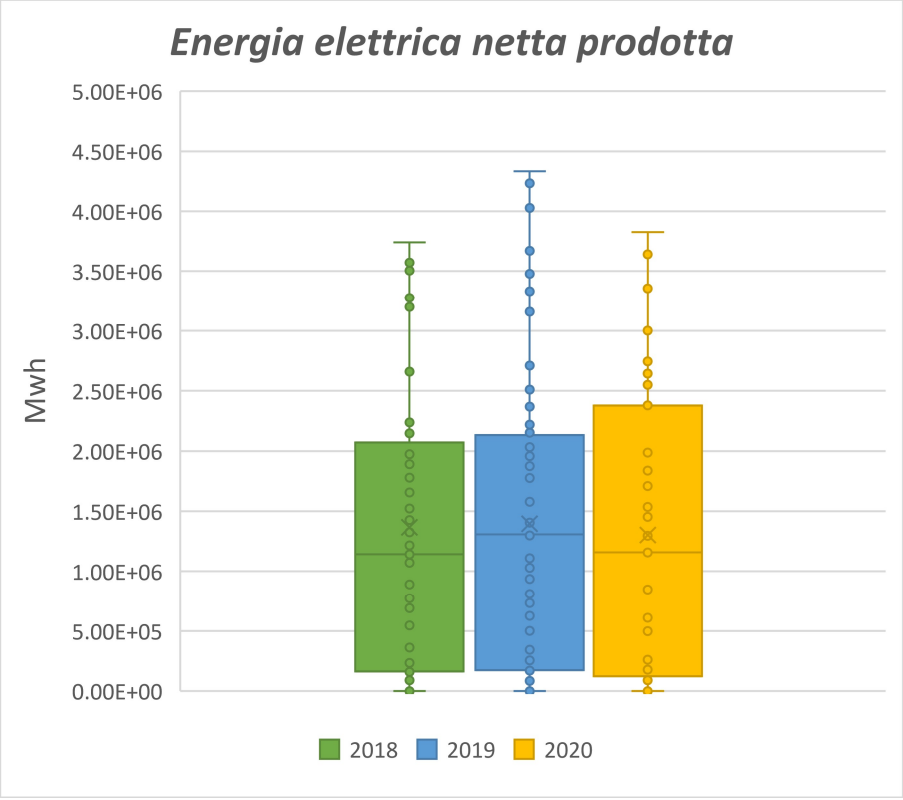


Figura 27: Rappresentazione della quantità di energia elettrica netta immessa in rete all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

La produzione di energia elettrica netta vede un aumento nell'anno 2019 e poi un successivo decremento nell'anno 2020. In modo specifico, la produzione media di energia elettrica netta nel 2018 ammonta a 1 385 GWh, nel 2019 a 1 413 GWh e nel 2020 è pari a 1 320 GWh. Complessivamente nell'anno 2018 si è registrata, all'interno delle DA analizzate, la produzione

di 77 600 GWh di energia elettrica netta, lo stesso dato riferito all'anno 2019 è pari a 83 400 GWh e infine per l'anno 2020 la produzione è di 71 300 GWh.

L'energia elettrica lorda prodotta dagli impianti analizzati ammonta complessivamente a 104 000 GWh nel 2018, a 112 000 GWh e a 74 200 GWh nell'anno 2020. Quest'andamento medio decrescente della produzione lorda di energia elettrica è riscontrabile nel grafico presente in *Figura 28*; questa tendenza è rassicurante poiché, a fronte di un aumento della produzione netta di energia elettrica, una diminuzione dell'energia lorda prodotta si concretizza in una diminuzione degli autoconsumi degli stessi impianti termoelettrici produttori di energia elettrica.

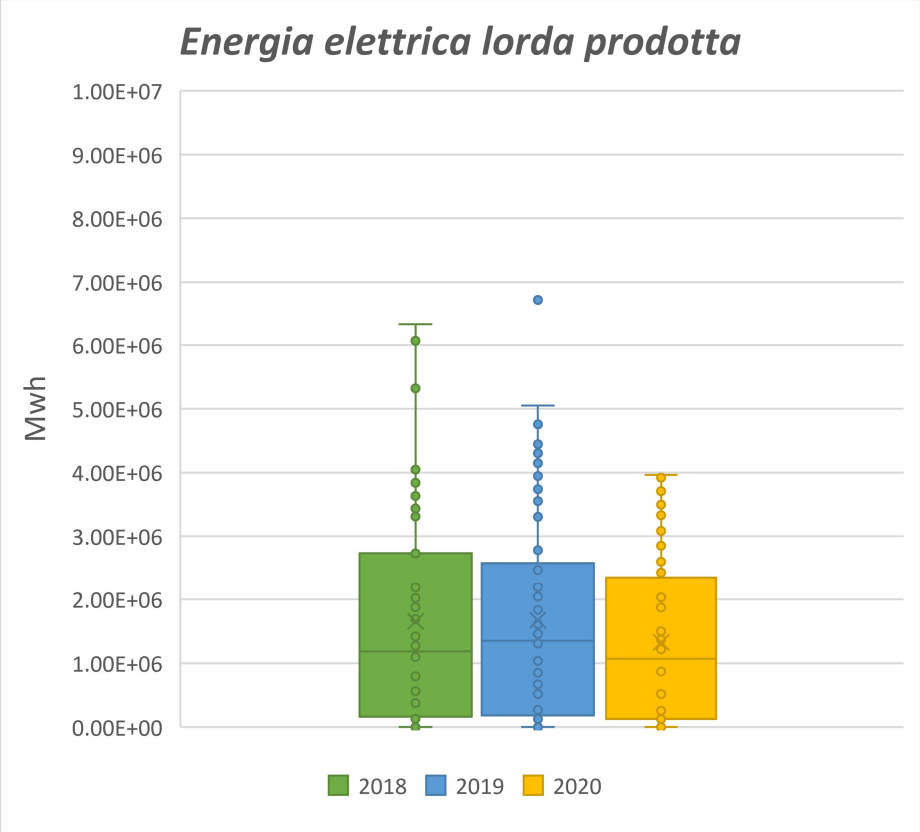


Figura 28: Rappresentazione della quantità di energia elettrica lorda prodotta all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

L'energia elettrica lorda media prodotta ammonta a 1 651 GWh, per l'anno 2018, a 1 672 GWh, per il 2019, e a 1 325 GWh per il 2020.

Si è ricercato all'interno delle DA analizzate quale fosse la quantità di energia elettrica e termica consumata da rete; per quanto riguarda l'energia termica, è presente come già detto precedentemente solo un impianto che trasmette questo dato all'interno della propria DA, per questo motivo non si può quantificare un andamento medio di tale consumo. Il consumo di energia elettrica dalla rete è stato dichiarato da circa la metà degli impianti termoelettrici esaminati e si riporta in *Figura 29* la sua rappresentazione tramite BOX plot.

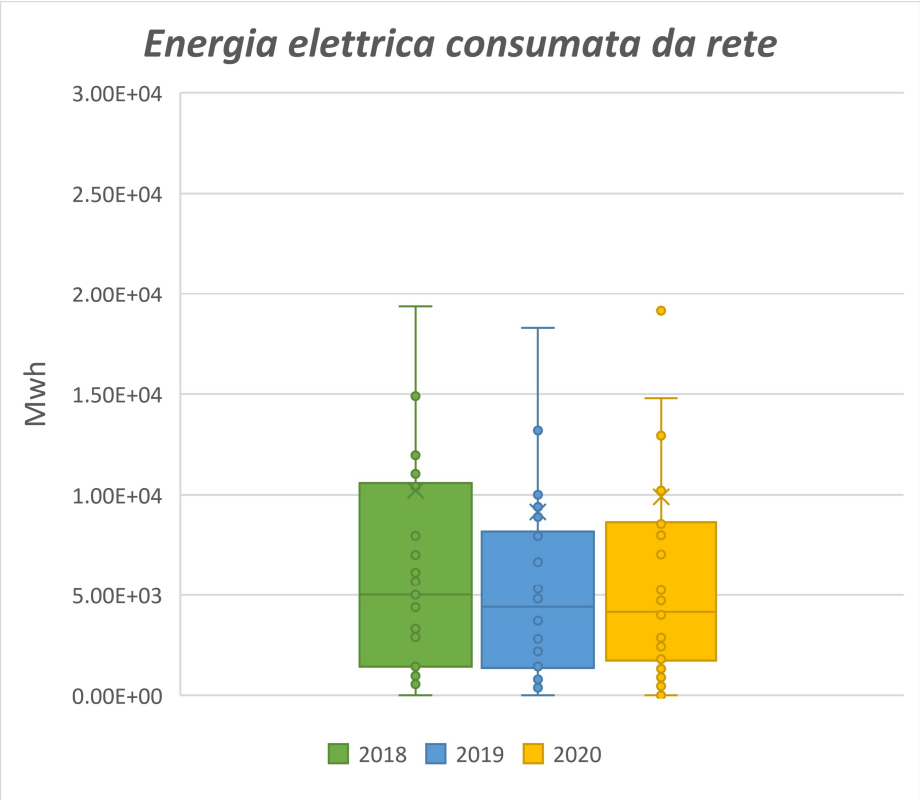


Figura 29: Rappresentazione della quantità di energia elettrica consumata dalla rete all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

Il valore medio di consumo di energia elettrica da rete, nel triennio di riferimento, è pari a 10.2 GWh (anno 2018), 9.2 GWh (anno 2019) e a 9,9 GWh (anno 2020). In tutto l'arco temporale la media della quantità di energia elettrica consumata dalla rete nazionale è pari a 9.8 GWh. Complessivamente, dai dati contenuti nelle DA, il consumo di energia elettrica da rete è di 317 GWh, per l'anno 2018, di 311 GWh, per l'anno 2019, e infine è pari a 317 GWh per l'anno 2020.

L'energia termica lorda prodotta globalmente nell'anno 2018 è di 8 280 GWh, nell'anno 2019 è di 8 100 GWh e infine nell'anno 2020 è risultata pari a 4 990 GWh. Questa riduzione di produzione di energia dell'anno 2020, rispetto ai due anni precedenti, si può notare nell'andamento medio all'interno del BOX plot di riferimento presente in *Figura 30*. In termini medi invece la produzione lorda di energia termica è rispettivamente di 345 GWh, per l'anno 2018, di 311 GWh per l'anno 2019, e di 293 GWh per l'anno 2020.

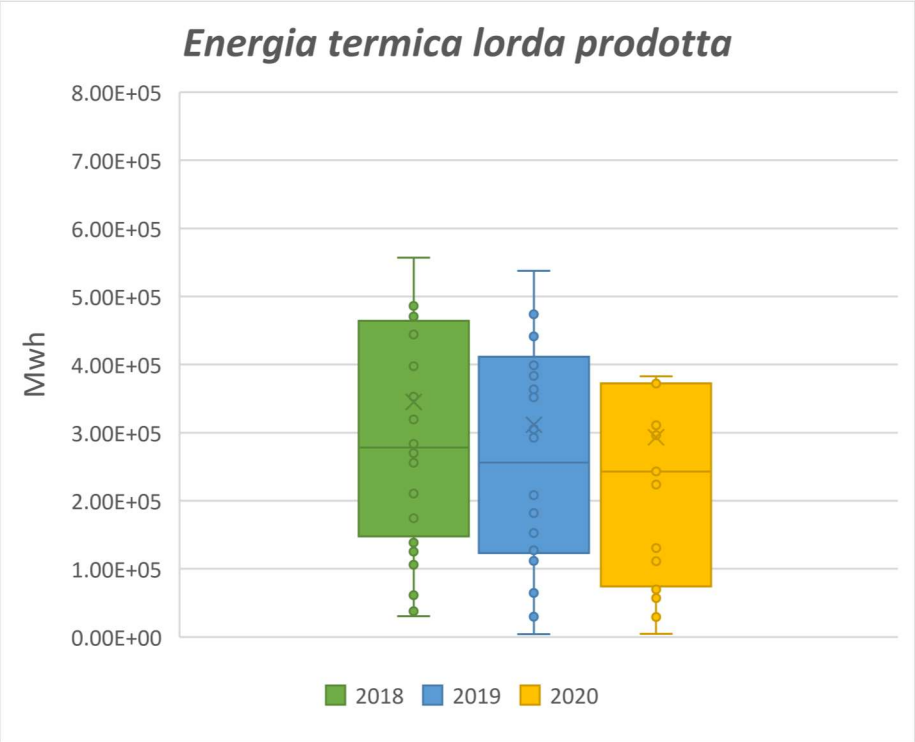


Figura 30: Rappresentazione della quantità di energia termica prodotta dagli impianti termoelettrici all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

Nel *paragrafo 4.4.1* è stata trattata la presenza delle BAT dedicate all'efficientamento della produzione di energia elettrica, all'interno delle BREF di settore. In modo particolare si fa riferimento alla BAT 12 in cui viene riportato un elenco di tecniche da attuare per migliorare l'efficienza energetica delle unità di combustione. Nella BAT 40 (*Figura 31*) sono espressi i livelli di efficienza energetica associati alla BAT (BAT-AEEL) per la combustione di gas naturale.

Tipo di unità di combustione	BAT-AEEL (1) (2)				
	Rendimento elettrico netto (%)		Consumo totale netto di combustibile (%) (3) (4)	Efficienza meccanica netta (%) (4) (5)	
	Nuova unità	Unità esistente		Nuova unità	Unità esistente
Motore a gas	39,5-44 (6)	35-44 (6)	56-85 (6)	Nessun BAT-AEEL	
Caldaia a gas	39-42,5	38-40	78-95	Nessun BAT-AEEL	
Turbina a gas a ciclo aperto, ≥ 50 MW_{th}	36-41,5	33-41,5	Nessun BAT-AEEL	36,5-41	33,5-41
Turbina a gas a ciclo combinato (CCGT)					
CCGT, 50-600 MW_{th}	53-58,5	46-54	Nessun BAT-AEEL	Nessun BAT-AEEL	
CCGT, ≥ 600 MW_{th}	57-60,5	50-60	Nessun BAT-AEEL	Nessun BAT-AEEL	
CHP CCGT, 50-600 MW_{th}	53-58,5	46-54	65-95	Nessun BAT-AEEL	
CHP CCGT, ≥ 600 MW_{th}	57-60,5	50-60	65-95	Nessun BAT-AEEL	

Figura 31: BAT 40 delle BREF del settore Large Combustion Plants 2017

Tali livelli limite di efficienza energetica dipendono dalle caratteristiche degli impianti termoelettrici, in particolare dalla tipologia di unità di combustione, dalla presenza o meno della cogenerazione, e dal fatto che l'impianto sia o meno già esistente. Nell'analisi del rendimento elettrico ci si è concentrati sul rendimento elettrico netto (Net electrical efficiency) definito come il rapporto tra l'energia elettrica netta prodotta dall'impianto e l'energia del combustibile. Dalle DA analizzate è emerso che 30 impianti hanno dichiarato il proprio rendimento elettrico netto, per altri 17 impianti è stato possibile ricavare il dato attraverso il rapporto sopra descritto. Si riporta in *Tabella 21* la rappresentazione dell'andamento di tale indicatore di efficienza energetica per i diversi impianti termoelettrici analizzati nel triennio di riferimento. La media del rendimento elettrico nell'anno 2018 risulta pari al 46.12%, nel 2019 pari al 46.73%, e nel 2020 pari al 45.84 %.

Numero impianto	η_2018 (%)	η_2019 (%)	η_2020 (%)
1	48.83	49.44	52.38
2	37.45	37.97	38.19
3	50.26	51.20	49.27
5	53.62	53.93	53.04
7	48.74	51.02	51.71
10	50.43	49.39	48.64
11	52.54	52.74	52.01
12	41.20	41.87	44.85
13	49.32	51.22	51.45
16	38.89	39.04	39.15
17	46.83	46.66	46.76
20	32.66	31.81	32.72
21	53.75	54.34	53.23
22	40.56	37.73	41.17
26	53.20	53.40	52.52
27	53.03	53.70	53.47
29	23.59	28.66	29.52
30	52.42	53.07	53.53
34	51.51	51.40	51.63
36	51.72	52.06	n.d.
37	50.53	50.45	n.d.
39	51.27	51.98	51.70
40	48.15	46.14	46.80
41	52.5	51.83	n.d.
42	53.86	53.62	53.4
43	50.09	50.19	49.83
45	52.12	53.20	51.60
46	54.36	54.12	54.21
48	31.15	30.17	26.13
49	35.05	35.50	34.80
50	43.47	42.83	41.00
51	20.62	23.96	19.09
54	44.04	44.10	43.98
56	35.31	34.94	35.25
57	55.72	54.99	n.d.
58	56.17	55.45	55.33
59	47.81	47.92	42.84

60	n.d.	54.51	54.47
63	54.78	55.10	54.89
64	45.44	45.69	44.82
65	55.24	53.66	51.08
67	n.d.	44.91	45.00
68	53.18	53.79	52.55
69	n.d.	55.14	55.25
71	36.86	37.16	37.63
73	24.68	27.56	28.60

Tabella 21: Elenco del rendimento elettrico netto (%) degli impianti termoelettrici all'interno del triennio considerato (2018-2019-2020)

Da quest'elenco di impianti termoelettrici sono stati individuati quelli di cui è stato possibile ottenere il valore del rendimento elettrico netto per tutto il triennio di riferimento. Di questi 39 impianti termoelettrici è stato confrontato il valore del rendimento rispetto al limite superiore e inferiore dei BAT-AEL presenti in *Figura 31*. Nel biennio 2018-2019 15 impianti sono risultati con un rendimento minore del limite inferiore presente nelle BAT (46%), il restante numero di impianti (24) è risultato all'interno dell'intervallo dei BAT-AEL. Nell'anno 2020 si è registrata una lieve riduzione del trend: 16 impianti hanno rendicontato un rendimento inferiore al limite presente nelle BAT mentre 23 impianti sono risultati all'interno del range suggerito dai BREF. In tutto il triennio di riferimento nessun impianto ha dimostrato un rendimento elettrico superiore al limite massimo dei BAT-AEL (60.5%). Il rendimento è stato rappresentato tramite BOX plot, in *Figura 32*, per mettere in evidenza l'andamento dell'indicatore all'interno del triennio considerato.

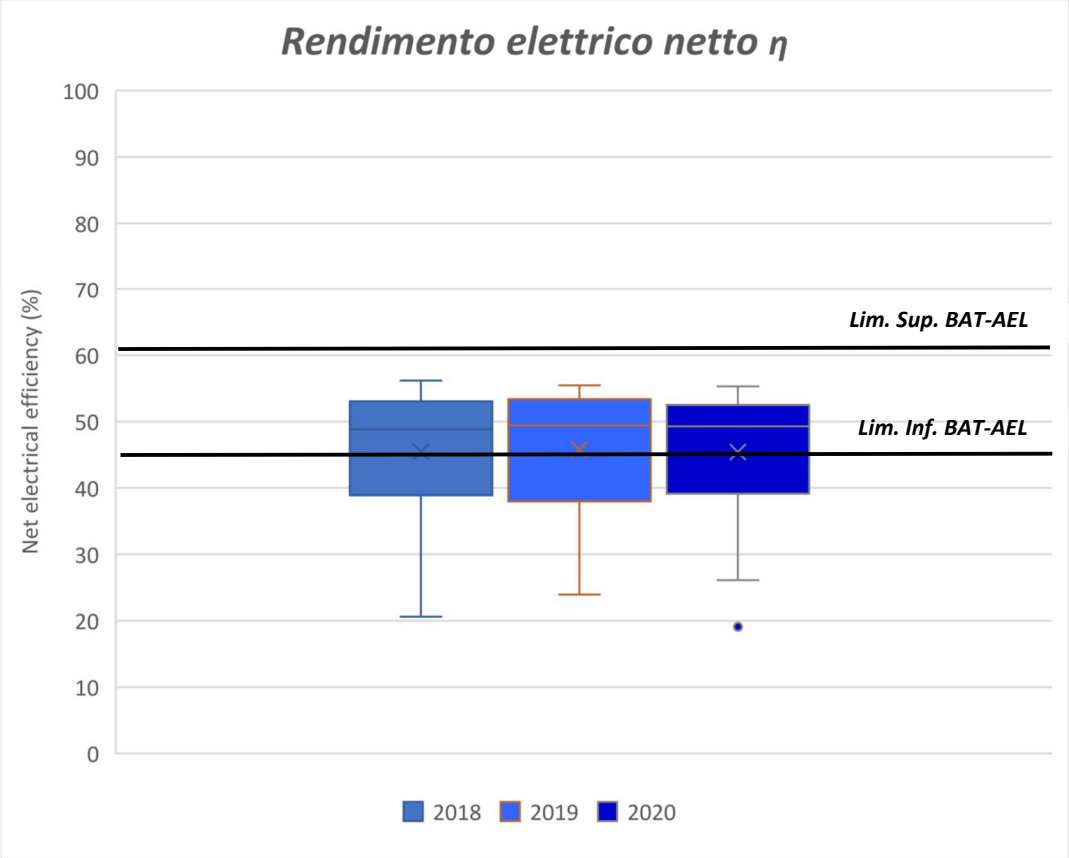


Figura 32: Rappresentazione del rendimento elettrico netto degli impianti termoelettrici all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

Inoltre, è interessante notare come la media del rendimento elettrico netto sia risultata pressoché costante all'interno del triennio considerato; in modo specifico nel 2018 risulta pari al 45.45 %, nel 2019 pari al 46.46.2 % e nel 2020 al 45.4 %.

4.4.2 Emissioni in atmosfera

All'interno delle BREF di settore sono presenti le indicazioni relative al monitoraggio delle emissioni in atmosfera; precisamente la BAT 4 (*Figura 33*) consiste nell'applicare il monitoraggio con una frequenza specifica per ogni sostanza in funzione del tipo di combustibile, processo o tipologia di impianto di combustione. Si riporta, in *Figura 34,* una rappresentazione grafica degli impianti, che hanno reso noto all'interno delle DA analizzate, il monitoraggio in continuo e le relative sostanze monitorate. Come si può notare, le sostanze che vengono maggiormente monitorate sono la CO (47 impianti) e gli NO_x (48 impianti). Gli ossidi di zolfo e le polveri invece vengono monitorate in continuo, rispettivamente, in 12 e 13 impianti analizzati. L'ammoniaca, utilizzata come reagente all'interno dei riduttori catalitici selettivi (SCR), è rilevata in maniera continuativa in 8 impianti termoelettrici. Sostanze di cui non si è riscontrato, in nessuna DA analizzata, il monitoraggio in continuo sono: i metalli, gli NO_2, $TVOC_s$ (Total Volatil Organic Compounds), CH_4. Un esiguo numero di impianti registra il monitoraggio in continuo delle seguenti sostanze: CO_2 (3 impianti), HCl (2 impianti), HF (1 impianto), Hg (1 impianto), Hydrocarbons (1 impianto), Dioxins (1 impianto) e CH_4 (1 impianto).

Sostanza/ Parametro	Combustibile/Processo/Tipo di impianto di combustione	Potenza termica nominale totale dell'impianto di combustione	Norma/e (1)	Frequenza minima di monitoraggio (2)	Monitoraggio associato a
NH_3	— Se si utilizza SCR e/o SNCR	Tutte le dimensioni	Norme EN generiche	In continuo (3) (4)	BAT 7
CO	— Carbone e/o lignite compreso coincenerimento dei rifiuti — Biomassa solida e/o torba compreso coincenerimento dei rifiuti — Caldaie e motori a HFO e/o gasolio — Turbine a gas alimentate a gasolio — Caldaie, motori e turbine a gas naturale — Gas di processo della siderurgia — Combustibili di processo dell'industria chimica — Impianti IGCC	Tutte le dimensioni	Norme EN generiche	In continuo (3) (5)	BAT 20 BAT 24 BAT 28 BAT 33 BAT 38 BAT 44 BAT 49 BAT 56 BAT 64 BAT 65 BAT 73
	— Impianti di combustione su piattaforme off-shore	Tutte le dimensioni	EN 15058	Una volta l'anno (6)	BAT 54

NO_X	— Carbone e/o lignite compreso coincenerimento dei rifiuti — Biomassa solida e/o torba compreso coincenerimento dei rifiuti — Caldaie e motori a HFO e/o gasolio — Turbine a gas alimentate a gasolio — Caldaie, motori e turbine a gas naturale — Gas di processo della siderurgia — Combustibili di processo dell'industria chimica — Impianti IGCC	Tutte le dimensioni	Norme EN generiche	In continuo (3) (5)	BAT 20 BAT 24 BAT 28 BAT 32 BAT 37 BAT 41 BAT 42 BAT 43 BAT 47 BAT 48 BAT 56 BAT 64 BAT 65 BAT 73
	— Impianti di combustione su piattaforme off-shore	Tutte le dimensioni	EN 14792	Una volta l'anno (6)	BAT 53
N_2O	— Carbone e/o lignite in caldaie a letto fluido circolante — Biomassa solida e/o torba in caldaie a letto fluido circolante	Tutte le dimensioni	EN 21258	Una volta l'anno (7)	BAT 20 BAT 24
CO	— Carbone e/o lignite compreso coincenerimento dei rifiuti — Biomassa solida e/o torba compreso coincenerimento dei rifiuti — Caldaie e motori a HFO e/o gasolio — Turbine a gas alimentate a gasolio — Caldaie, motori e turbine a gas naturale — Gas di processo della siderurgia — Combustibili di processo dell'industria chimica — Impianti IGCC	Tutte le dimensioni	Norme EN generiche	In continuo (3) (5)	BAT 20 BAT 24 BAT 28 BAT 33 BAT 38 BAT 44 BAT 49 BAT 56 BAT 64 BAT 65 BAT 73
	— Impianti di combustione su piattaforme off-shore	Tutte le dimensioni	EN 15058	Una volta l'anno (6)	BAT 54
SO_2	— Carbone e/o lignite compreso coincenerimento dei rifiuti — Biomassa solida e/o torba compreso coincenerimento dei rifiuti — Caldaie a HFO e/o gasolio — Motori a HFO e/o gasolio — Turbine a gas alimentate a gasolio — Gas di processo della siderurgia — Combustibili di processo dell'industria chimica usati nelle caldaie — Impianti IGCC	Tutte le dimensioni	Norme EN generiche e EN 14791	In continuo (3) (8) (9)	BAT 21 BAT 25 BAT 29 BAT 34 BAT 39 BAT 50 BAT 57 BAT 66 BAT 67 BAT 74
SO_3	— Se si utilizza SCR	Tutte le dimensioni	Nessuna norma EN disponibile	Una volta l'anno	—
Cloruri gassosi espressi come HCl	— Carbone e/o lignite — Combustibili di processo dell'industria chimica usati nelle caldaie	Tutte le dimensioni	EN 1911	Una volta ogni tre mesi (3) (10) (11)	BAT 21 BAT 57
	— Biomassa solida e/o torba	Tutte le dimensioni	Norme EN generiche	In continuo (12) (13)	BAT 25
	— Coincenerimento dei rifiuti	Tutte le dimensioni	Norme EN generiche	In continuo (3) (13)	BAT 66 BAT 67

HF	— Carbone e/o lignite — Combustibili di processo dell'industria chimica usati nelle caldaie	Tutte le dimensioni	Nessuna norma EN disponibile	Una volta ogni tre mesi (5) (10) (11)	BAT 21 BAT 57
	— Biomassa solida e/o torba	Tutte le dimensioni	Nessuna norma EN disponibile	Una volta l'anno	BAT 25
	— Coincenerimento dei rifiuti	Tutte le dimensioni	Norme EN generiche	In continuo (5) (13)	BAT 66 BAT 67
Polveri	— Carbone e/o lignite — Biomassa solida e/o torba — Caldaie a HFO e/o gasolio — Gas di processo della siderurgia — Combustibili di processo dell'industria chimica usati nelle caldaie	Tutte le dimensioni	Norme EN generiche, EN 13284-1 e EN 13284-2	In continuo (5) (14)	BAT 22 BAT 26 BAT 30 BAT 35 BAT 39 BAT 51 BAT 58 BAT 75

Figura 33: Frequenza minima di monitoraggio delle emissioni in atmosfera (BAT 4)

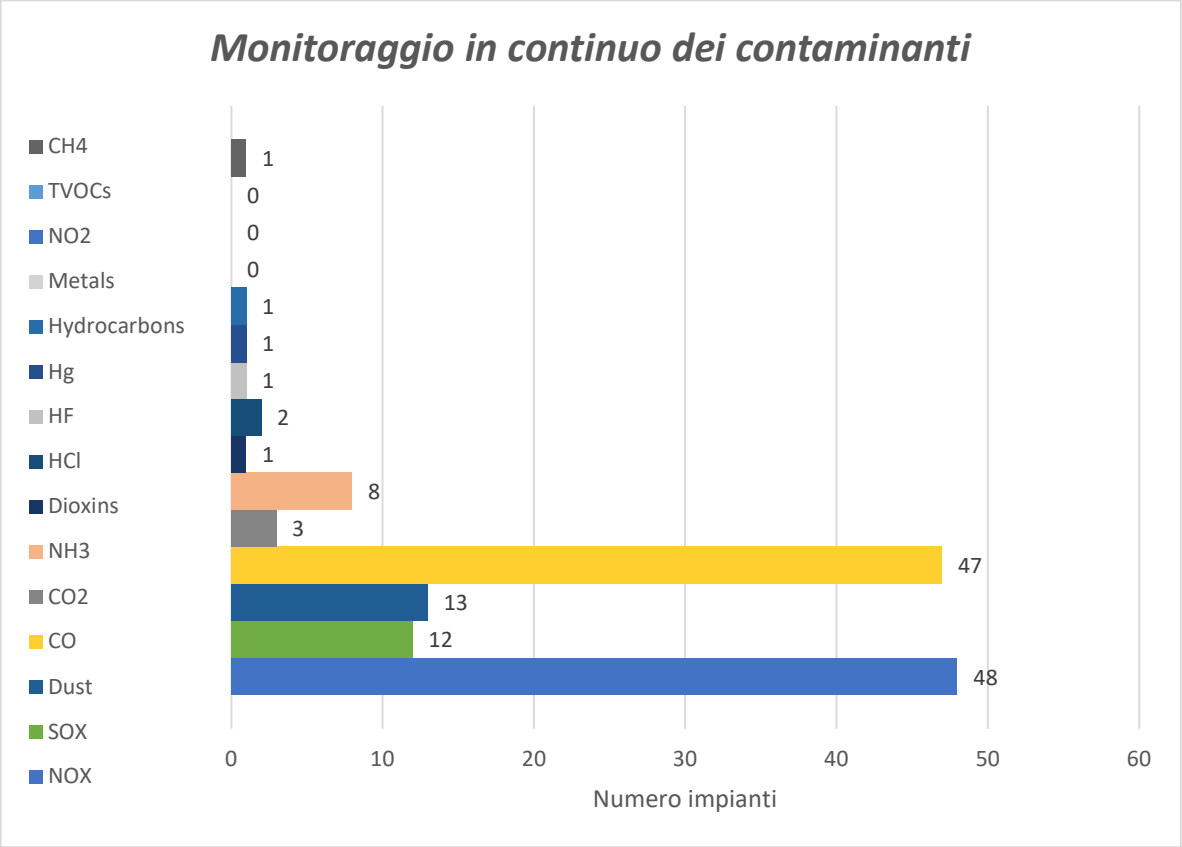


Figura 34: Monitoraggio in continuo delle sostanze applicato dagli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

All'interno delle Dichiarazioni ambientali si è ricercata la presenza delle tecnologie indicate nelle BREF di settore e volte a migliorare l'efficienza degli impianti termoelettrici in termini principalmente di rendimento energetico. Si riporta in *Tabella 22*, il risultato dell'analisi.

TECNOLOGIE APPLICATE	BAT DI RIFERIMENTO	% IMPIANTI	N° IMPIANTI
Heat recovery by cogeneration	BAT12i	47.9	35
Flue gas recirculation or exhaust gas recirculation	BAT 18a, 20b, 24e, 28c, 32b, 41b, 47d, 56d	4.1	3
Flue-gas condenser	BAT12k	0	0
Combustion air preheating	BAT12e	1.4	1
Fuel preheating/drying	BAT12f	2.7	2
Preheating water from the steam condenser	BAT12h	0	0
Advanced control system to automatically determine combustion parameters	BAT12g	0	0

Tabella 22: Tecnologie applicate, volte al miglioramento energetico degli impianti termoelettrici analizzati.

Come si può notare dai dati ottenuti, l'unica tecnologia ampiamente applicata all'interno degli impianti termoelettrici analizzati, è relativa al recupero del calore tramite la cogenerazione (BAT 12i). Quasi la metà degli impianti analizzati applica il recupero del calore come processo integrato, dimostrando la possibilità di sfruttare il calore disperso, e altrimenti non utilizzato, generato dall'impianto per la produzione di energia elettrica. In questo modo è possibile ottenere una migliore resa energetica, e al contempo un minor spreco, combinando la produzione di energia elettrica e termica.

Nelle analisi delle Dichiarazioni Ambientali è emerso che quasi la totalità del campione ha riportato all'interno dei bilanci ambientali le emissioni totali di NO_x, CO_2, e CO. Le emissioni relative al particolato e agli ossidi di zolfo (SO_x) sono state riportate solo per circa il 25% del campione; per gli altri inquinanti citati nell'elenco (Hg, N_2O, metalli, *HF, HC, HCl,* idrocarburi, CH_4, $TVOC_s$, diossine), ad eccezione dell'ammoniaca (NH_3), non si è riscontrata la quantità di dati tali da permettere un'analisi media del campione.
L'analisi della quantità di emissione per i diversi inquinanti è stata valutata nel triennio (2018-2019-2020) caratteristico delle DA validate e pubblicate nell'anno 2021.
Vista la numerosità del campione (73 impianti) si è scelto di rappresentare tramite BOX plot l'andamento delle emissioni di ogni inquinante, si riportano però negli *Allegati*, i valori tabulati per il triennio considerato, per tutti gli inquinanti sopraelencati.

Ossidi di azoto (NO_x)

Si riporta in *Figura 35* la rappresentazione delle emissioni totali di tutti gli impianti presi come campione, degli ossidi di azoto.

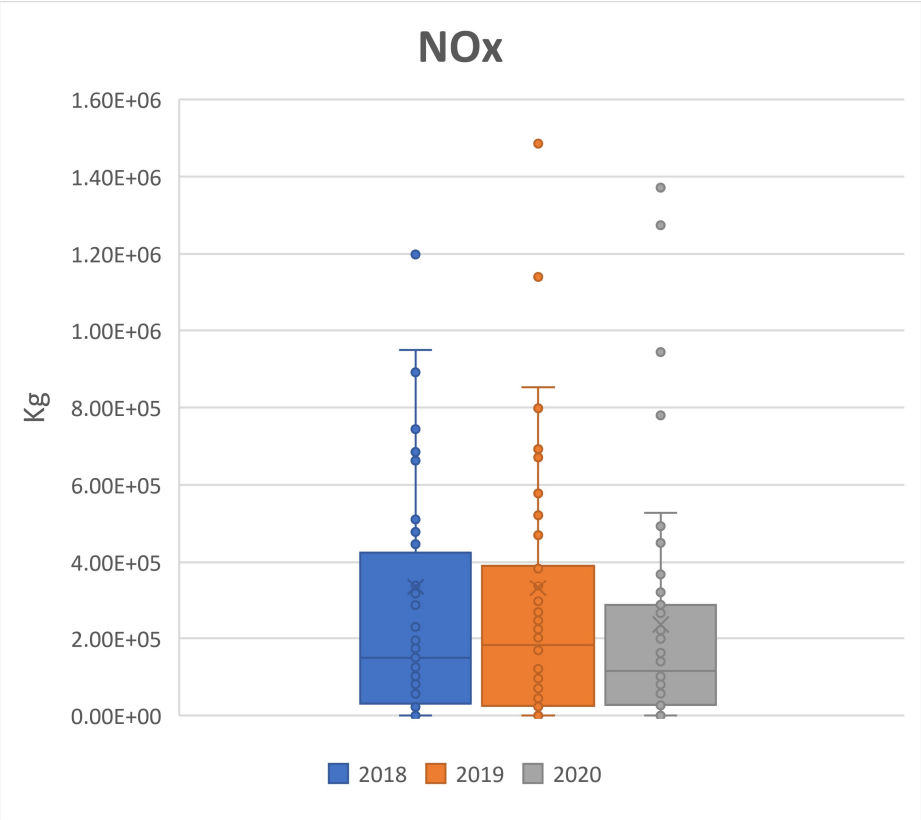


Figura 35: Rappresentazione delle emissioni totali (Kg) degli Nox riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

Si è calcolato il valore medio della quantità totale di NO_x emessi da tutti gli impianti nel triennio considerato (nel 2018 pari a 334.8 t, nel 2019 pari a 331.3 t, nel 2020 pari a 235.9 t); successivamente si è ricavata la media annuale delle emissioni degli ossidi di azoto, da parte degli impianti termoelettrici, ed essa è risultata pari a 300.6 t.

In termini di concentrazione medie annue emesse, sempre di ossidi di azoto, all'interno del triennio considerato si fa rifermento alla rappresentazione in *Figura 36*; specificatamente, per analizzarne l'andamento si fa riferimento alle BATC delle BREF di settore. Il valore limite di emissione, per gli ossidi di azoto in riferimento alla combustione di gas naturale, risulta pari a 15-50 mg/Nm3.

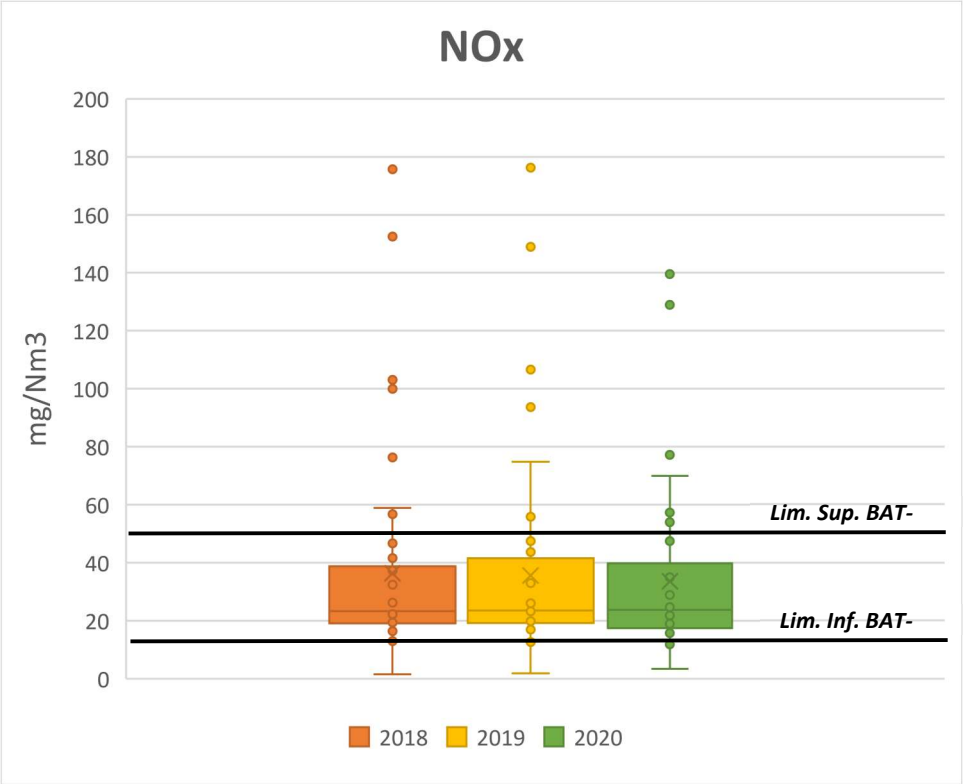


Figura 36: Rappresentazione delle concentrazioni medie annue degli Nox (mg/Nm3) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

Si è riscontrata la presenza di 12 impianti in cui le emissioni sono risultate minori dell'intervallo dei BAT-AEL, le emissioni di 33 impianti sono risultate interne ai valori di riferimento contenuti nelle BAT; infine, per 12 impianti i valori delle emissioni medie annue in atmosfera hanno superato il limite superiore per gli NO_x che è pari a 50 mg/Nm3.

Per tutti gli inquinanti analizzati all'interno delle DA si è anche ricavato un indicatore normalizzato attraverso la massa di inquinante emessa e l'energia elettrica netta immessa all'interno della rete nazionale. In taluni casi questo indicatore non risulta riportato in quest'analisi in quanto, per circa il 26% degli impianti analizzati non si è potuto ricavare il valore dell'energia elettrica netta prodotta e, come già detto, per alcuni inquinanti si sono riscontrate poche rendicontazioni sulle emissioni totali degli inquinanti in atmosfera. Nel caso degli ossidi di azoto però, si riporta in *Figura 37,* la rappresentazione tramite BOX plot di tale indicatore riferito alle emissioni totali di NO_x normalizzate per l'energia elettrica netta immessa in rete.

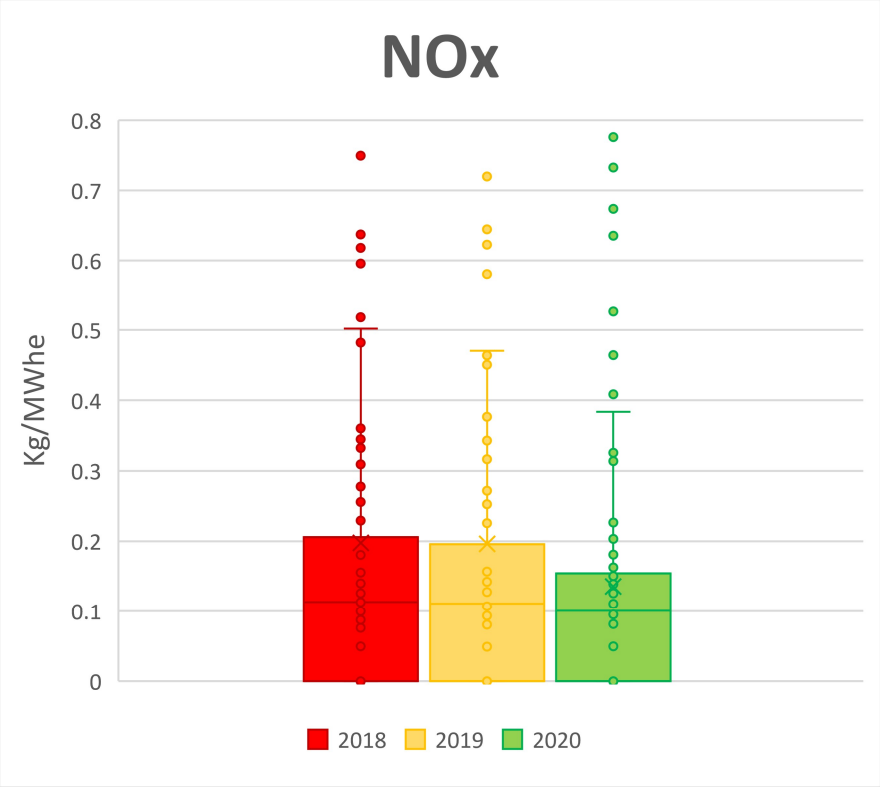


Figura 37: Rappresentazione del rapporto tra le emissioni totali annue degli Nox e l'energia elettrica netta prodotta (Kg/MWhe) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

In questa rappresentazione si può notare come il decremento medio delle emissioni in atmosfera, per gli ossidi di azoto, sia confermato attraverso l'indice normalizzato che tiene quindi conto della quantità di emissioni totali riferiti all'effettiva produzione elettrica da parte degli impianti termoelettrici.

Polveri (*Dust*)

In *Figura 38* è riportato il BOX plot delle emissioni totali di polveri per tutti gli impianti termoelettrici campione dell'analisi. Nell'anno 2018 queste emissioni totali sono risultate, in media, pari a 23.4 t; nel 2019 pari a 15.3 t e nel 2020 pari a 15.8 t. Il valore medio su tutto il triennio risulta pari a 18.2 t. È importante notare come dall'anno 2018 si sia registrato un grande decremento delle emissioni, questo è probabilmente dovuto all'utilizzo da parte degli impianti termoelettrici del metano come combustibile principale, rispetto al carbone o altri combustibili tradizionali; come già detto, il gas naturale permette di ridurre notevolmente la formazione delle polveri e degli ossidi di azoto all'interno dei flussi gassosi.

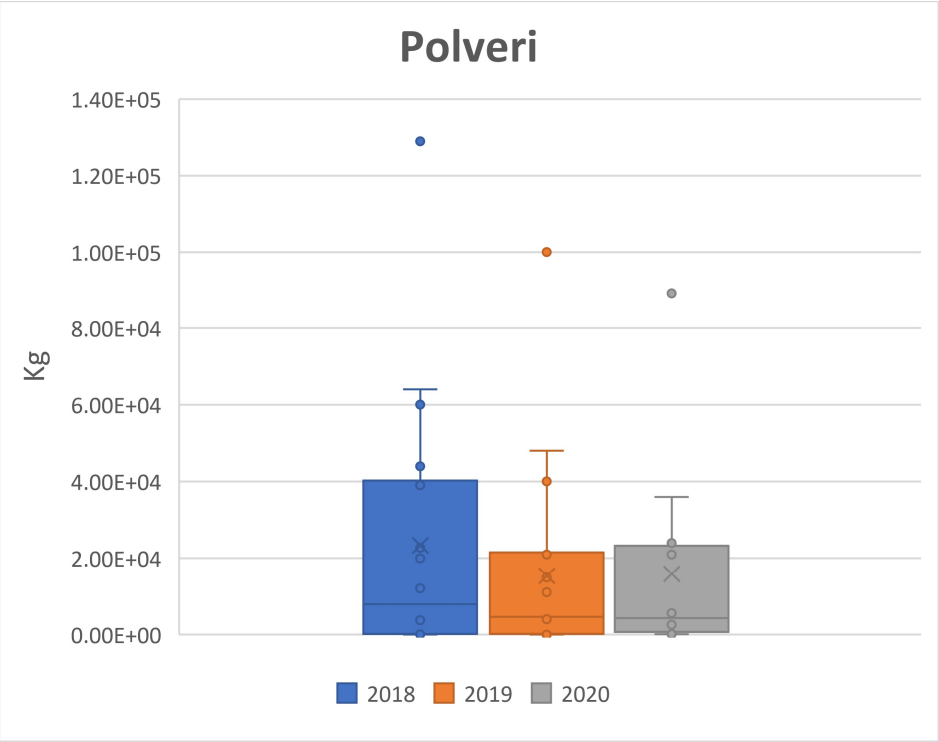


Figura 38: Rappresentazione delle emissioni totali (Kg) delle polveri riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

In *Figura 39* vengono rappresentate le concentrazioni medie annue di polveri, in termini di mg/Nm3, nell'arco del triennio di riferimento.

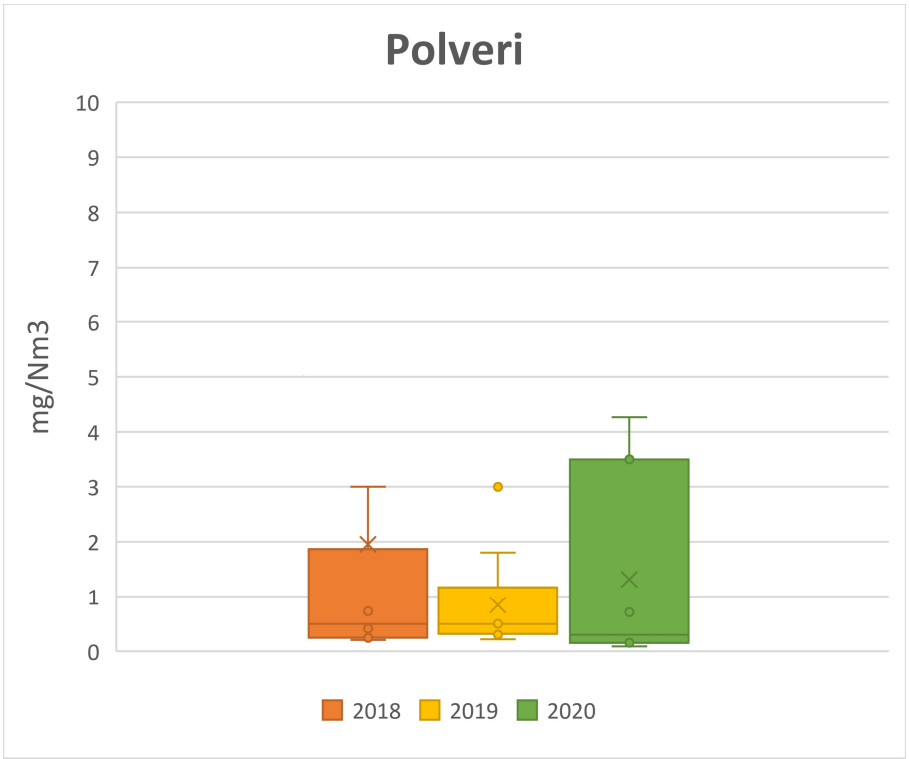


Figura 39: Rappresentazione delle concentrazioni medie annue delle polveri (mg/Nm3) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

Ossidi di zolfo (SO_x)

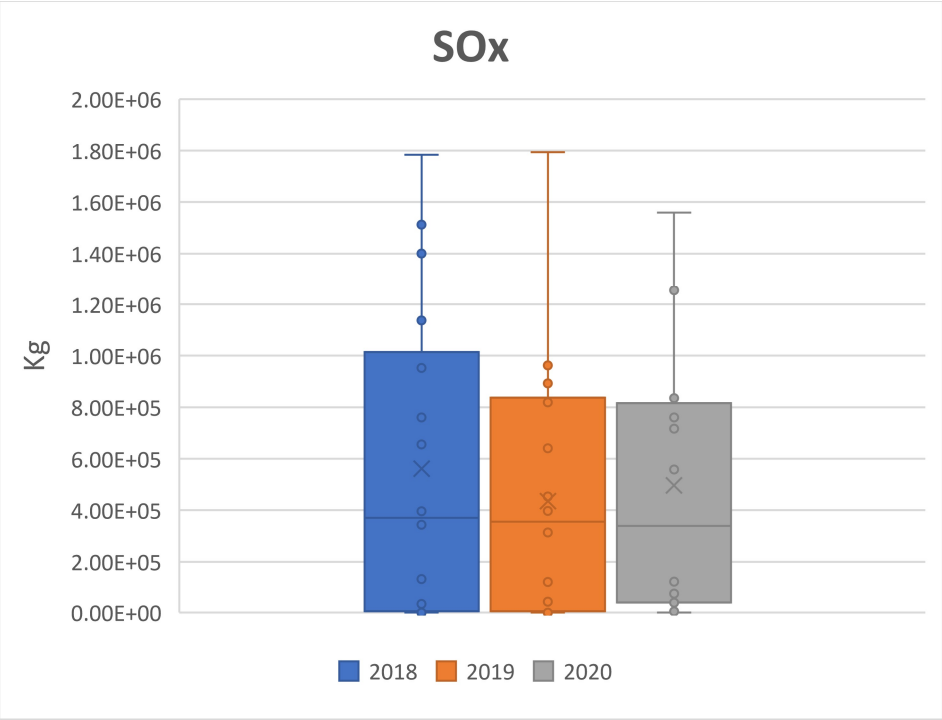


Figura 40: Rappresentazione delle emissioni totali (Kg) degli SOx riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

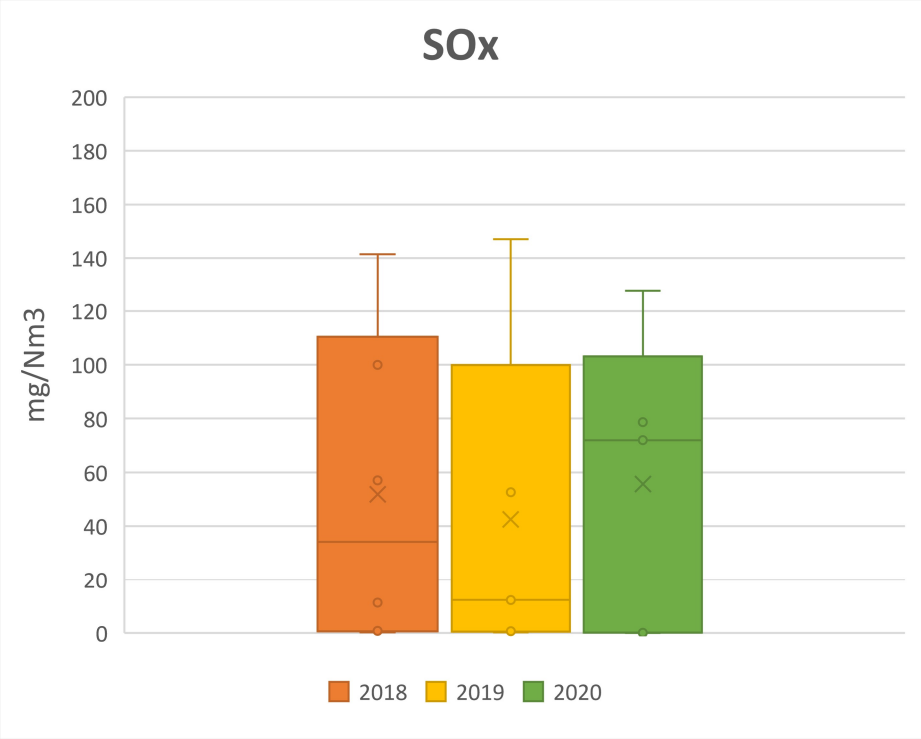


Figura 41: Rappresentazione delle concentrazioni medie annue degli SOx (mg/Nm3) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

In *Figura 40* e in *Figura 41*, vengono rappresentate rispettivamente le emissioni totali, in Kg, e le concentrazioni annue, in termini di mg/Nm3, degli ossidi di zolfo. La media delle emissioni

totali di SO_x nell'anno 2018 è stata di 561 t, nell'anno successivo è risultata di 435.5 t e infine, nell'anno 2020, si è pari a 497 t. Anche in questo caso, come per le polveri, si registra una diminuzione del valore dall'anno 2019. La media delle emissioni totali di questo inquinante, su tutto il triennio, risulta pari a 497.8 t.

Monossido di carbonio (*CO*)

Per ciò che concerne le emissioni totali di monossido di carbonio, se ne riporta l'andamento in *Figura 42*; anche in questo caso siamo in presenza di un andamento medio decrescente all'interno dell'intero triennio. Specificatamente nel 2018 le emissioni totali di monossido di carbonio risultano pari a 156.8 t, nel 2019 pari a 138.4 t e infine, nel 2020 sono di 133.8 t. Mediamente in tutto il triennio di riferimento la quantità emessa in atmosfera è di 143 t.

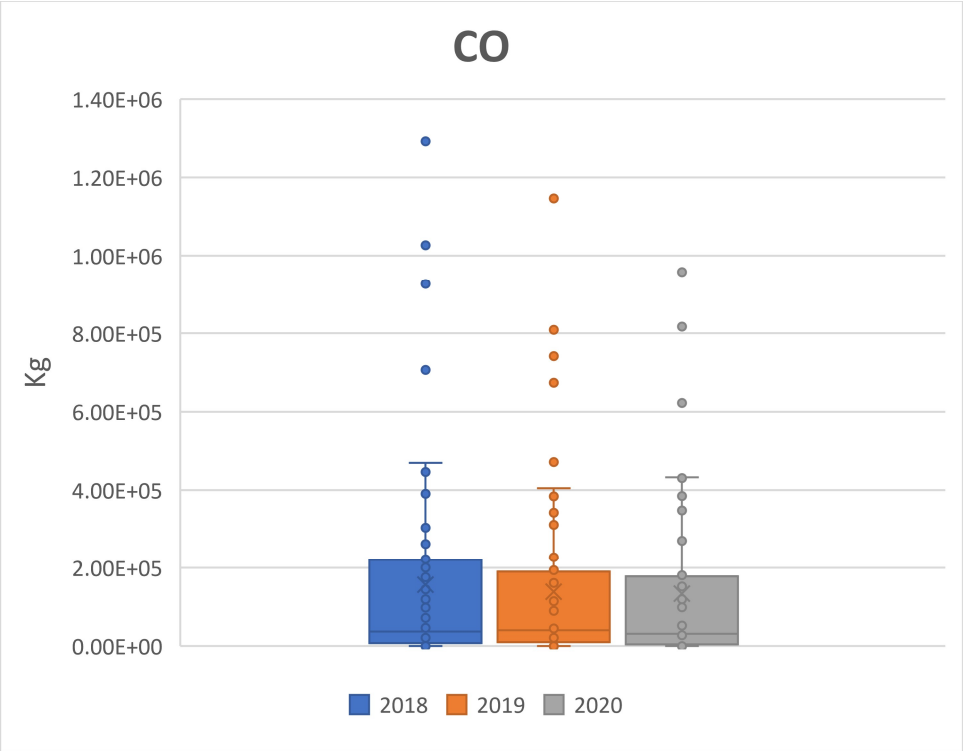


Figura 42: Rappresentazione delle emissioni totali (Kg) della CO riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

In *Figura 43*, è rappresentata la concentrazione media annua di monossido di carbonio emesso all'interno dell'atmosfera. In riferimento a questo aspetto, all'interno delle BREF di settore, si trova esplicitato il valore limite di emissione (BAT- AEL); esso risulta pari a 5 mg/Nm3, per il limite inferiore di emissione, e a 30 mg/Nm3 per il limite superiore di emissione. Vista la presenza di quest'indicazione, si riporta sul grafico, e si nota come la maggior parte dei dati rilevati dai 73 impianti termoelettrici in esame, ricadano all'interno dell'intervallo sopracitato, e anzi siano sotto il livello limite inferiore. In modo specifico 33 impianti risultano avere emissioni sotto il limite inferiore di emissione, le emissioni di 15 impianti ricadono all'interno dell'intervallo dei BAT-AEL e 33 impianti hanno delle emissioni maggiori del limite superiore di emissione.

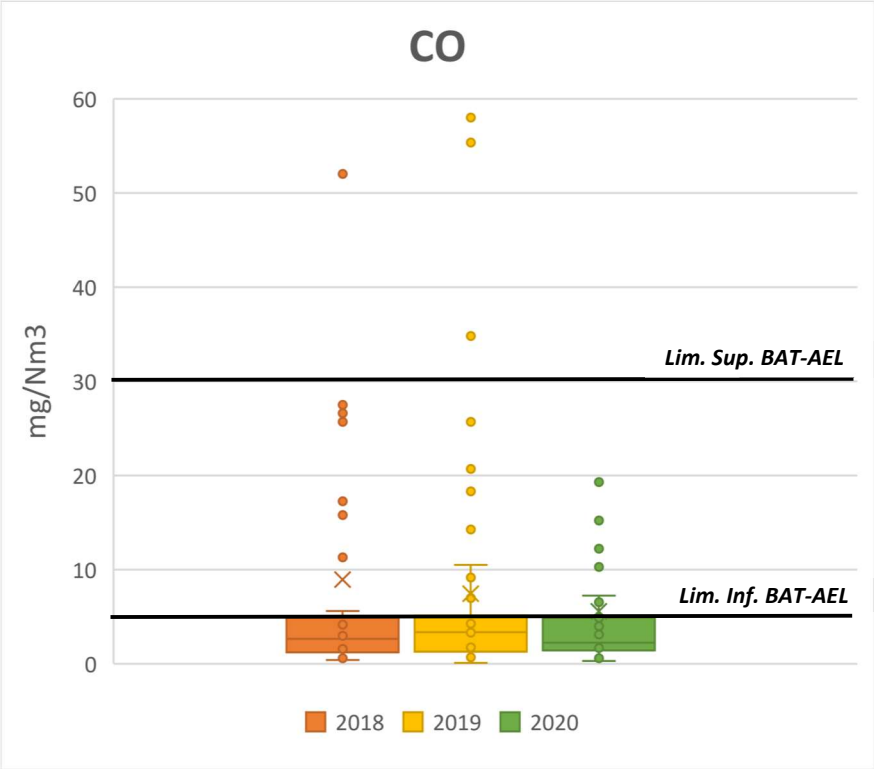


Figura 43: Rappresentazione delle concentrazioni medie annue di CO (mg/Nm3) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

Per il monossido di carbonio si riporta, in *Figura 44*, la rappresentazione dell'indicatore normalizzato dell'emissione totale di *CO* rispetto all'energia elettrica netta prodotta dagli impianti. Dal grafico si può notare un andamento coerente con il grafico riferito alla sola emissione totale di *CO* (*Figura 42*); dall'anno 2018 all'anno 2020 si nota un decremento medio continuo in tutto l'arco temporale considerato.

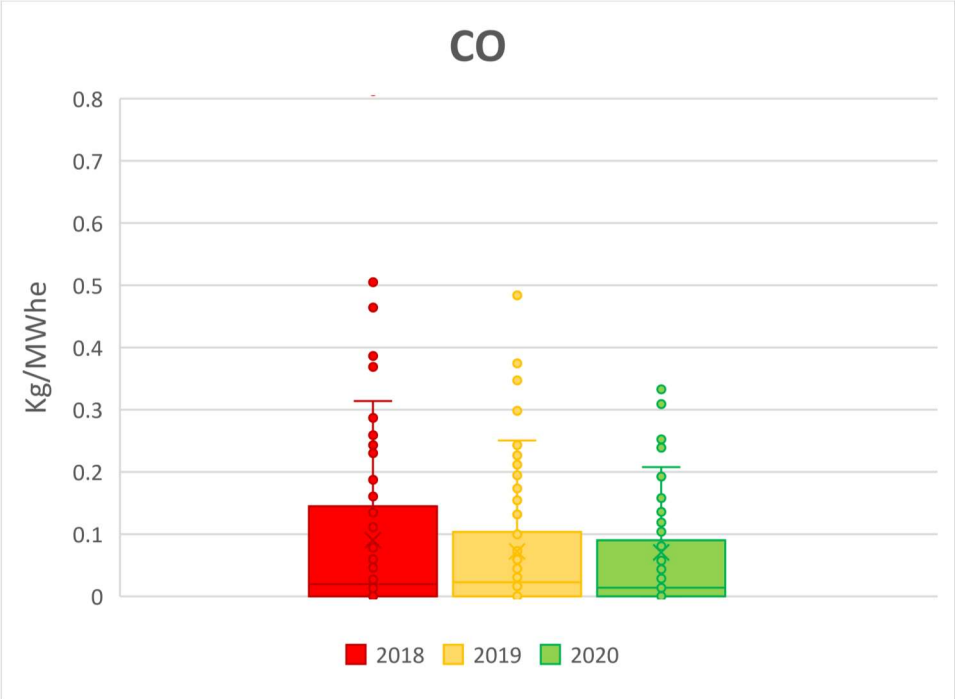


Figura 44: Rappresentazione del rapporto tra le emissioni totali annue della CO e l'energia elettrica netta prodotta (Kg/MWhe) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

Anidride carbonica (CO_2)

Per analizzare l'andamento dell'anidride carbonica all'interno delle emissioni in atmosfera si è ricercato, come per gli altri inquinanti, la quantità delle emissioni all'interno dell'effluente gassoso in termini di massa totale di sostanza (in tonnellate) e in termini di concentrazione (in mg/Nm3). In merito a questo si segnala che solo un impianto su 73 totali riporta, all'interno delle DA, la concentrazione media annua di CO_2. Da qui deriva la rappresentazione, in forma grafica, solo delle emissioni, in termini di massa di inquinante, nel triennio di riferimento. In *Figura 45* si mostra il risultato dell'analisi.

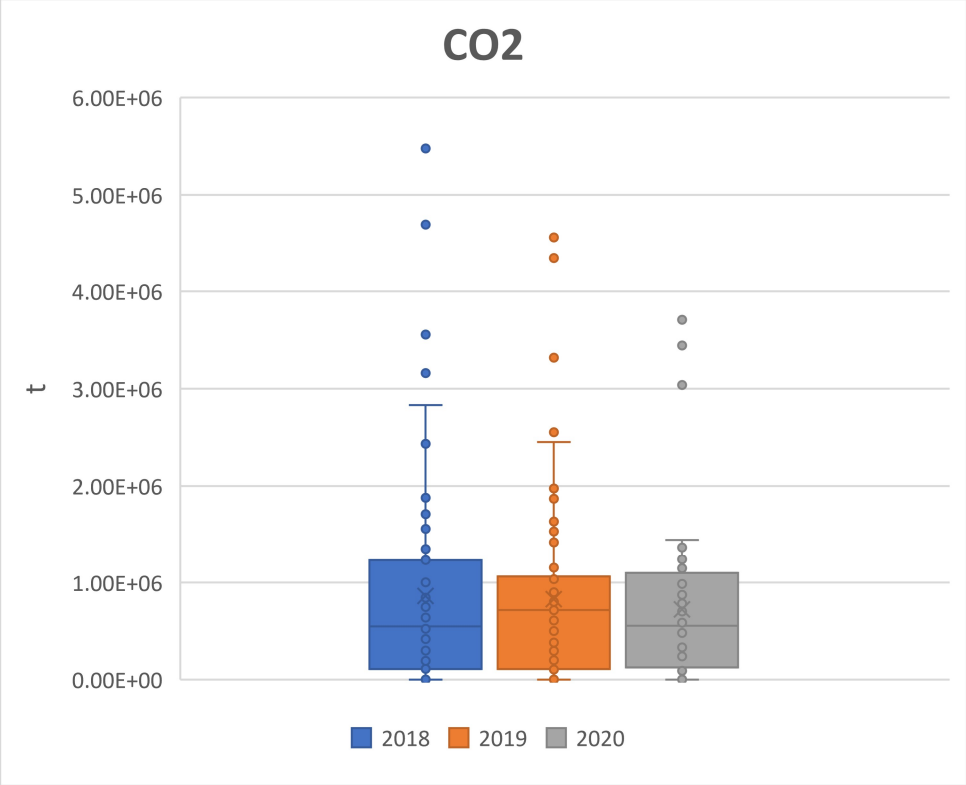


Figura 45: Rappresentazione delle emissioni totali (t) della CO2 riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

L'andamento medio complessivo mostra una riduzione delle emissioni di anidride carbonica all'interno del triennio considerato; in particolar modo la quantità media di emissioni di CO_2 è pari a $8.6 * 10^5 t$ (anno 2018), $8.3 * 10^5 t$ (anno 2019) e $7.2 * 10^5 t$ per l'anno 2020. Globalmente all'interno dei tre anni considerati sono state emesse in media $8.4 * 10^5 t$.
In *Figura 46* viene riportato l'andamento dell'indice normalizzato in funzione dell'energia netta prodotta per l'anidride carbonica; in questo caso è importante notare come nell'anno 2019 vi sia un leggero aumento delle emissioni di CO_2 in atmosfera, ma allo stesso tempo nel 2020 una più marcata diminuzione. I valori medi dell'indice normalizzato sono pari a 0.43 t/MWhe per l'anno 2018, pari a 0.44 t/MWhe per l'anno 2019, e infine risultano pari a 0.37 t/MWhe per l'anno 2020.

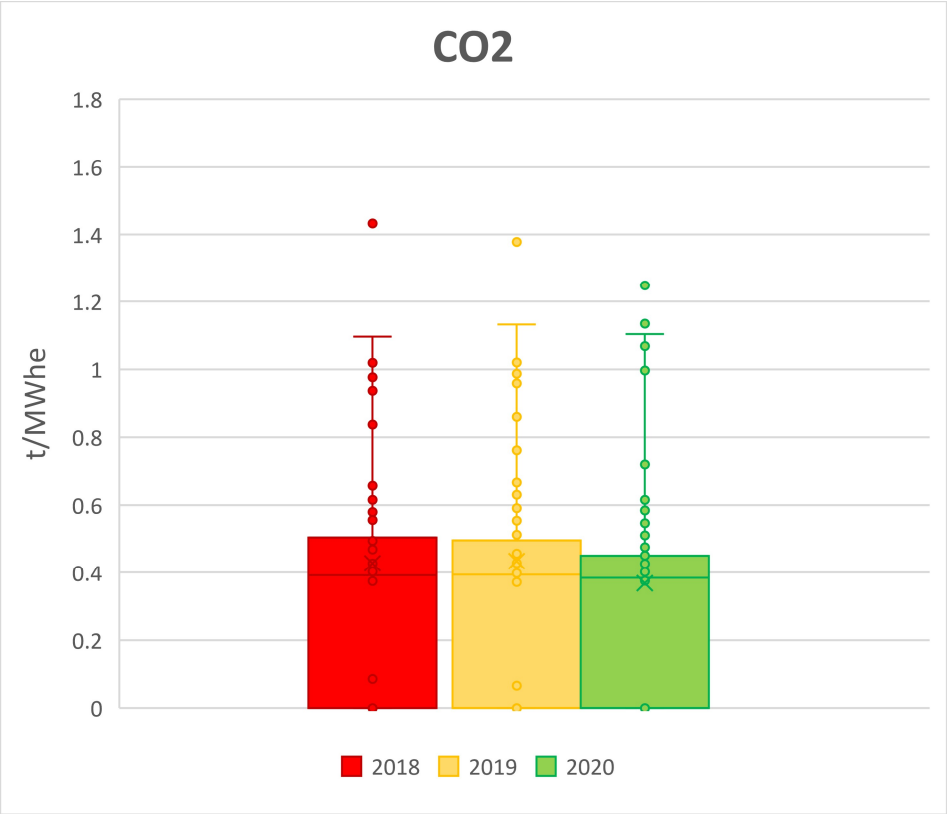


Figura 46: Rappresentazione del rapporto tra le emissioni totali annue della CO2 e l'energia elettrica netta prodotta (t/MWhe) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

In merito alle emissioni di anidride carbonica l'analisi all'interno delle Dichiarazioni Ambientali è stata svolta anche sulle modalità di rendicontazione della CO_2 che le aziende riportano all'interno delle stesse DA. Si è ricercato in particolare quali fossero le fonti di emissione di anidride carbonica all'interno delle analisi delle prestazioni ambientali degli impianti. Nel caso di impianti termoelettrici la maggior parte delle emissioni di CO_2 sono state imputate al processo di combustione del combustibile, però in alcuni casi è stata riportata l'indicazione relativa alle emissioni di CO_2 derivanti dal trasporto delle materie prime e del trasporto dei dipendenti attraverso le autovetture.

Ammoniaca (NH_3)

In *Figura 47* è riportata la quantità totale di ammoniaca rilasciata in atmosfera dagli impianti oggetto dell'analisi; si può notare in questo caso un andamento medio crescente delle emissioni totali all'interno del triennio di riferimento. La quantità di NH_3 emessa mediamente nell'anno 2018 è risultata pari a 1 887.5 kg, nell'anno 2019 di 5 635 kg e, infine, nell'anno 2020 pari a 5 182.5 kg. La media complessiva all'interno dell'intero triennio è di 4 235 kg. È da precisare però che solo 4 impianti hanno rendicontato la quantità totale di ammoniaca emessa in atmosfera.

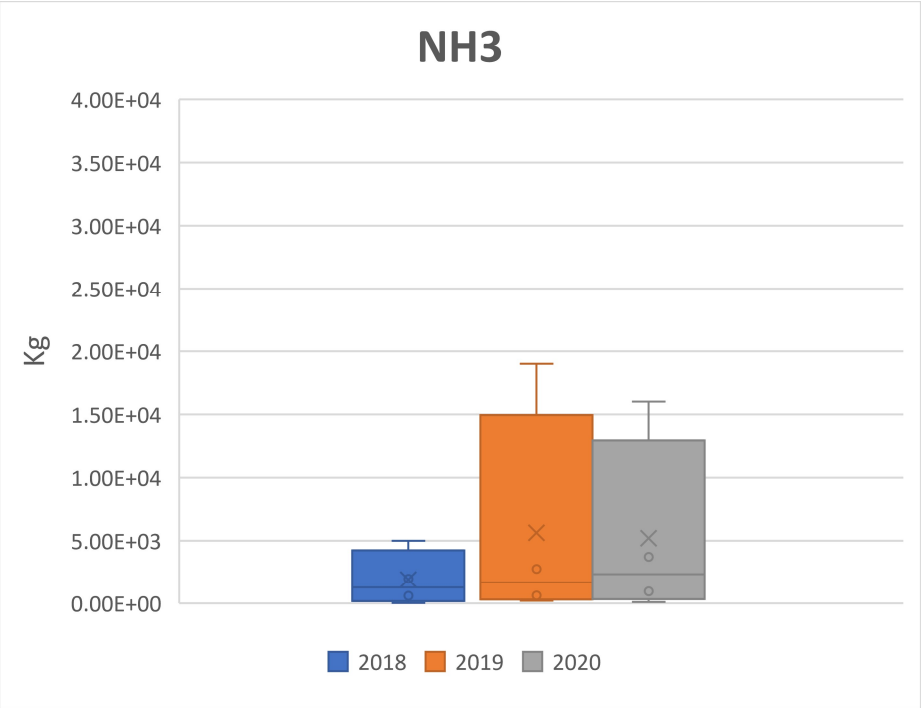


Figura 47: Rappresentazione delle emissioni totali (Kg) di NH3 riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

Per quanto riguarda l'andamento delle concentrazioni medie annue di emissioni di ammoniaca, risulta la stessa la numerosità di impianti che hanno rendicontato il dato all'interno delle DA. In *Figura 48* è riportato l'andamento di queste concentrazioni medie annue e la presenza, tramite due linee marcate, del valore limite di emissione pubblicato all'interno delle BATC; il valore limite inferiore è pari a 3 mg/Nm3, quello superiore è di 10 mg/Nm3. 3 impianti risultano avere emissioni sotto al limite inferiore di emissione espresso all'interno dei BREF mentre 1 impianto presenta emissioni medie nell'intervallo dei BAT-AEL.

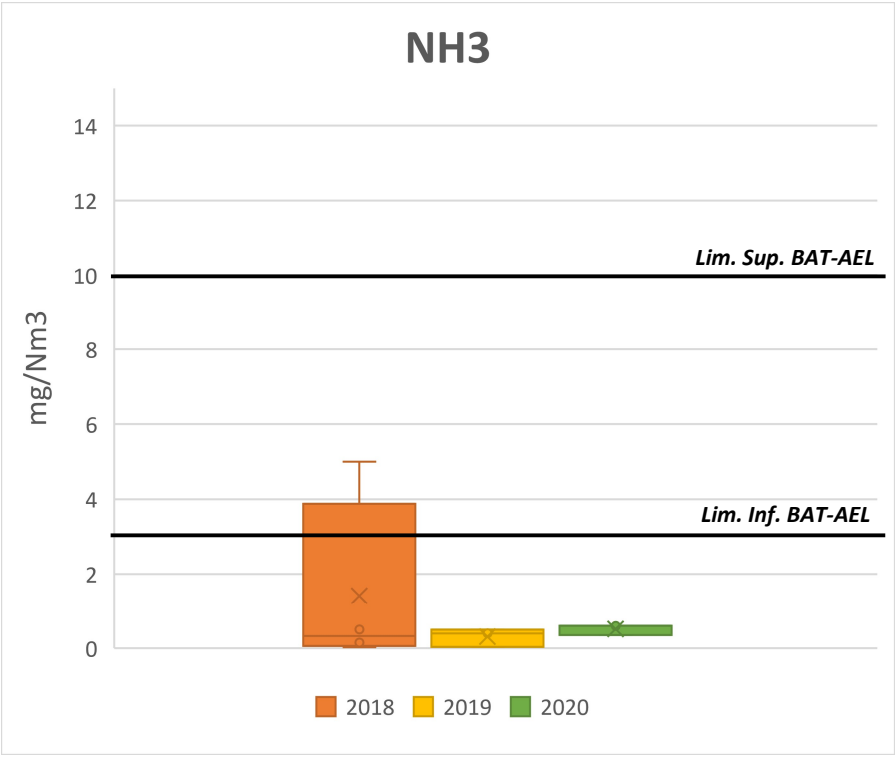
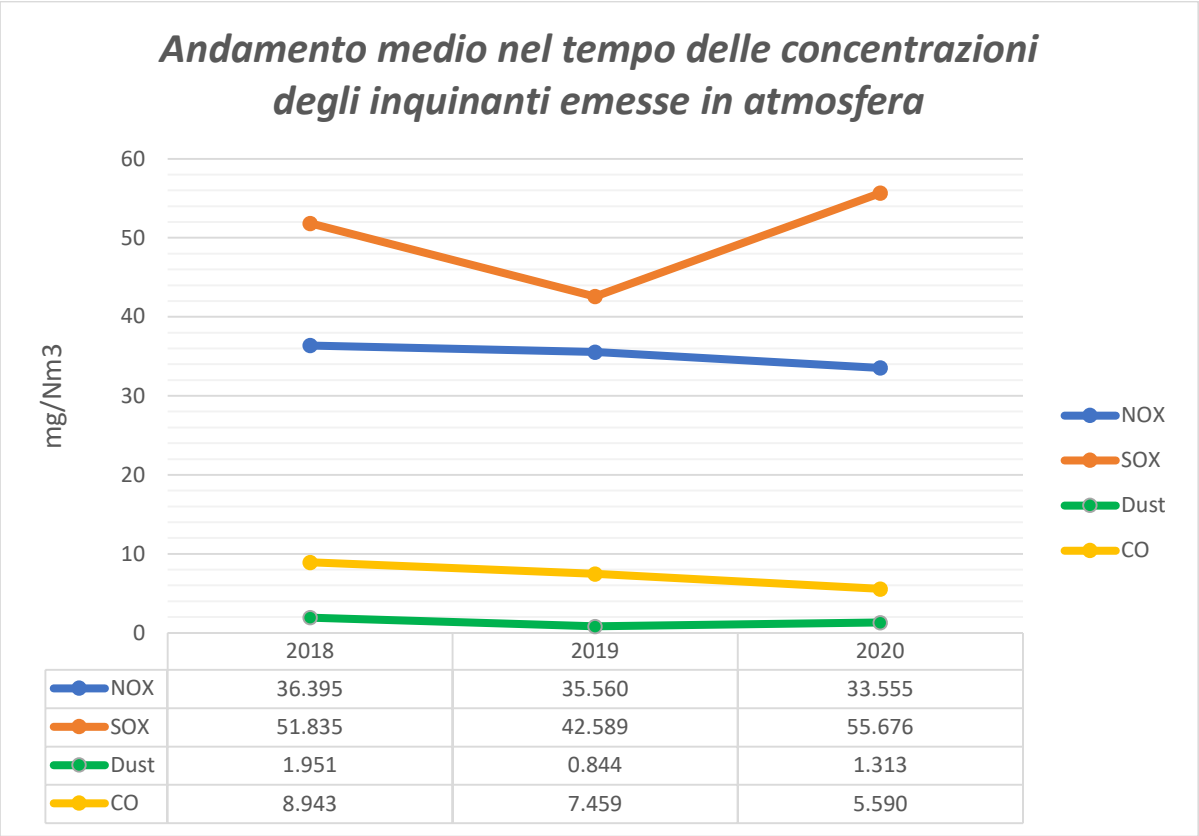


Figura 48: Rappresentazione delle concentrazioni medie annue di NH3 (mg/Nm3) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

Come si può vedere dal grafico in *Figura 48* il range di valore limite di emissione risulta ampiamente rispettato e ridotto notevolmente a partire dall'anno 2019; rimane comunque da tenere presente che in questo caso il numero di dati disponibili per il calcolo di questo andamento è molto basso.
All'interno delle BATC, si fa riferimento all'utilizzo di due tecnologie fondamentali per poter ottemperare ai BAT-AEL: la riduzione selettiva catalitica (SCR) e la riduzione selettiva non catalitica dell'ammoniaca. All'interno del *paragrafo 4.4.1* sono state precedentemente approfondite queste tecnologie e la quantità di impianti termoelettrici che ne hanno dichiarato l'utilizzo, all'interno delle DA.

Metano (CH_4) e Formaldeide (CH_2O)

Per il metano e la formaldeide è importante far notare che, all'interno delle BATC è dichiarato il valore limite di emissione; per il metano il BAT-AEL è di 215-560 mg/Nm3 e per la formaldeide è di 5-15 mg/Nm3. Nonostante sia presente tale riferimento all'interno delle BREF di settore, per nessun impianto termoelettrico campione dell'analisi, è stato riportato il valore della concentrazione media annuale di queste due sostanze.
In *Figura 49*, si riporta l'andamento medio delle concentrazioni di inquinanti emesse nell'atmosfera nel triennio di riferimento; si può apprezzare l'andamento di tali concentrazioni per gli inquinanti principali analizzati e di cui si hanno abbastanza dati a disposizione per poter calcolare un valore medio della concentrazione. Specificatamente si è rappresentato l'andamento degli ossidi di azoto, degli ossidi di zolfo, delle polveri e del monossido di carbonio.



	2018	2019	2020
NOX	36.395	35.560	33.555
SOX	51.835	42.589	55.676
Dust	1.951	0.844	1.313
CO	8.943	7.459	5.590

Figura 49: Rappresentazione delle concentrazioni medie annue di NOx, SOx, Polveri, CO (mg/Nm3) all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

Per gli ossidi di azoto (NO_x) e il monossido di carbonio (CO) si può notare un andamento lievemente decrescente dall'anno 2018 all'anno 2020; le concentrazioni medie tabulate, infatti, dimostrano che il valore medio rimane nel range di 33-36 mg/Nm3 (per gli NO_x) e tra 5-9 mg/Nm3 (per il CO).
Gli ossidi di zolfo (SO_x), al contrario dimostrano un valore nettamente inferiore per l'anno 2019 che però cresce notevolmente nell'anno 2020, fino ad arrivare a 55.7 mg/Nm3. Nell'ultimo parametro analizzato, le polveri, è rappresentato un andamento circa costante della concentrazione; si identifica nel 2018, all'interno dell'effluente gassoso, una concentrazione media pari a 1.9 mg/Nm3, nel 2019 pari a 0.84 mg/Nm3 e nel 2020 pari a 1.3 mg/Nm3.

4.4.3 Consumo di combustibile

All'interno del *paragrafo 4.1* è stata già riportata la percentuale di impianti, tra quelli analizzati, che usano come combustibile il gas naturale rispetto ad altri combustibili. Il gas naturale è utilizzato da 60 impianti, gli altri 13 utilizzano: carbone (8 impianti), olio combustibile (1 impianto), biomassa (3 impianti) e gas siderurgici (1 impianto). Si riporta in *Figura 50*, la rappresentazione tramite BOX plot della quantità di carbone utilizzato all'interno del triennio dagli impianti che lo utilizzano ancora come combustibile tra quelli analizzati.

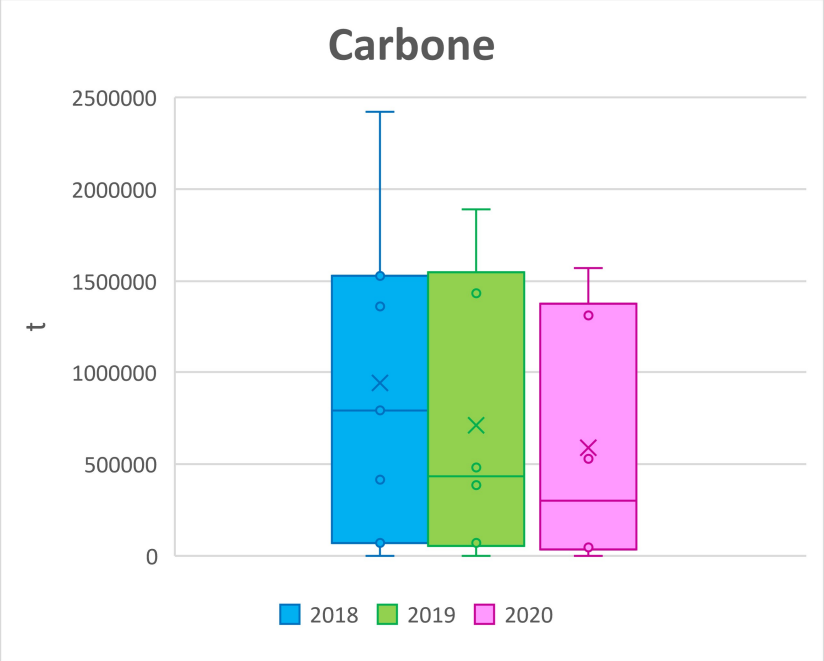


Figura 50: Rappresentazione della quantità di carbone consumata dagli impianti termoelettrici all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

Complessivamente, dagli 8 impianti che utilizzano il carbone come combustibile, nell'anno 2018 il consumo è stato pari a 6 587 908 t, nel 2019 è di 4 262 703 t, nell'anno 2020 è di 3 531 647 t di carbone. Si registra quindi una diminuzione della quantità complessiva di carbone utilizzato per produrre energia elettrica all'interno degli impianti esaminati.

Il gas naturale è risultato il combustibile più utilizzato all'interno degli impianti termoelettrici; attraverso le rendicontazioni all'interno dei bilanci ambientali è stato possibile elaborare un BOX plot (*Figura 51*) che contiene il consumo di metano dei 60 impianti che ne hanno dichiarato l'utilizzo come combustibile.

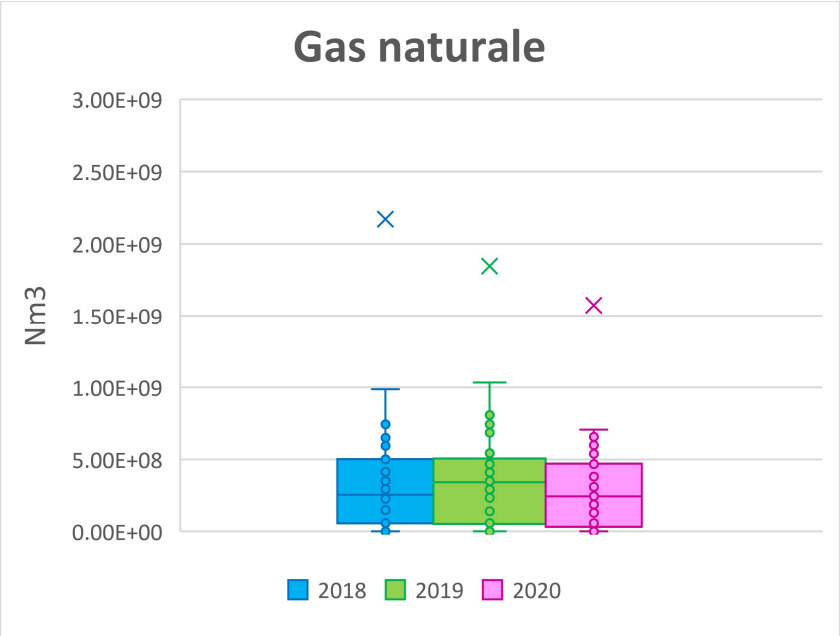


Figura 51: Rappresentazione della quantità di gas naturale consumata dagli impianti termoelettrici all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

Il consumo totale di gas naturale registrato nell'anno 2018 è di $1.2 * 10^{11}$ Nm3, nell'anno 2019 è di $1.1 * 10^{11}$ Nm3, e infine risulta di $8.35 * 10^{10}$ Nm3 per l'anno 2020.
Si riporta in *Figura 52* l'andamento dell'indice normalizzato in funzione dell'energia netta prodotta per il metano; si può notare come l'andamento medio sia leggermente crescente all'interno del triennio considerato. In modo specifico, il valor medio di tale indice per l'anno 2018 risulta pari a 123.6 Nm3/MWhe, 128.7 Nm3/MWhe per l'anno 2019, e infine risulta pari a 133.2 Nm3/MWhe per l'anno 2020.

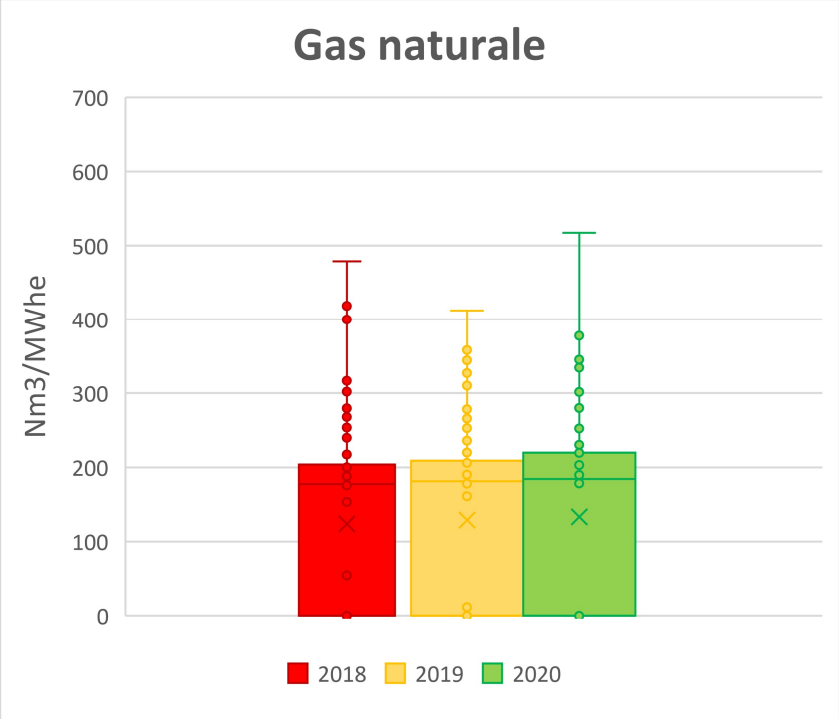


Figura 52: Rappresentazione del rapporto tra il consumo di metano e l'energia elettrica netta prodotta (Nm3/MWhe) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

Si segnala inoltre, che il consumo totale di biomassa all'interno degli impianti termoelettrici, viene riportato solo da un impianto, dei tre totali che ne hanno dichiarato l'utilizzo; esso è di 29 835 t (anno 2018), di 56 551 t (anno 2019) e di 61 990 (anno 2020). Quest'impianto utilizza biomassa derivante da legno e da rifiuti non pericolosi sempre di natura legnosa.
Il consumo totale di olio combustibile per l'anno 2018 è di 215 000 t, per l'anno 2019 è di 227 000 t e per l'anno 2020 è pari a 1 000 t.
Per ciò che concerne, invece l'utilizzo di gas siderurgici, l'unico impianto che ne dichiara l'utilizzo riporta il consumo totale di questo combustibile pari a $4.19 * 10^9$ Nm3 (anno 2018), a $3.85 * 10^9$ Nm3 (anno 2019), e di $2.74 * 10^9$ Nm3 per l'anno 2020.
All'interno delle Dichiarazioni Ambientali analizzate viene anche riportato il consumo di gasolio che viene adoperato per il funzionamento di parti minori dell'impianto stesso, come le prove delle pompe antincendio, dei gruppi elettrogeni di emergenza o delle caldaie ausiliarie; in *Figura 53* se ne riporta l'andamento tramite BOX plot. Complessivamente il consumo di gasolio per l'anno 2018 è di 35 063.4 t, per l'anno 2019 è di 31 428.4 t, e infine per l'anno 2020 è di 18 893.7 t.

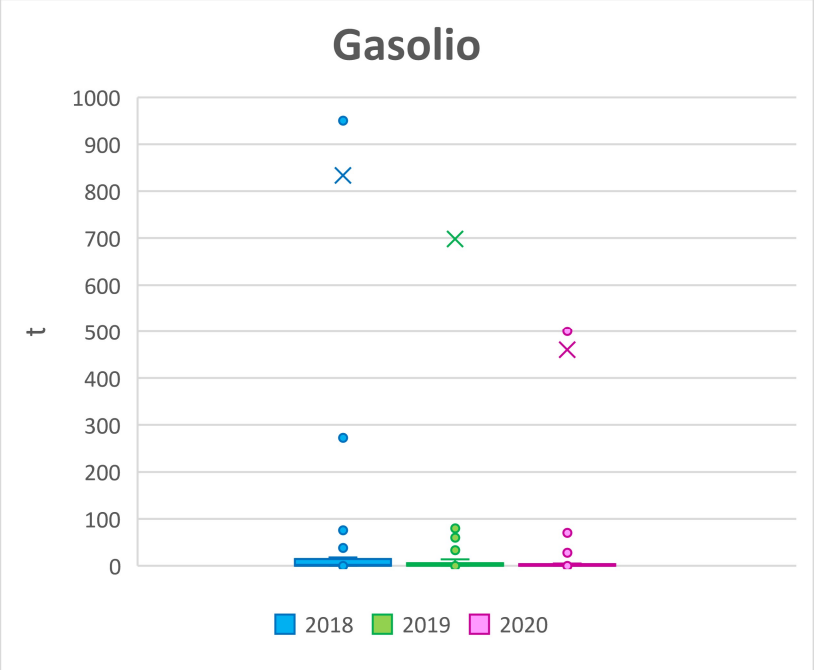


Figura 53: Rappresentazione della quantità di gasolio consumata dagli impianti termoelettrici all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

4.4.4 Produzione di rifiuti

Analizzando le Dichiarazioni ambientali si è ricercata la quantità di rifiuti prodotti all'interno dei diversi impianti, suddividendo la quantità di tali rifiuti secondo le caratteristiche di pericolosità degli stessi. In modo specifico la produzione di rifiuti è stata raggruppata per rifiuti totali e per rifiuti pericolosi. Nel primo caso sono stati rendicontati sia i rifiuti pericolosi che quelli non pericolosi, andando quindi a quantificare la produzione totale; nel secondo caso sono evidenziati i rifiuti pericolosi, di maggior importanza per la quantità di contaminanti in essi contenuti.

Per 9 impianti tra quelli considerati nell'analisi, non è stata riscontrata all'interno della Dichiarazione Ambientale, la relativa quantità di rifiuti prodotti. In alcuni casi tale aspetto ambientale non è stato ritenuto significativo all'interno delle stesse DA, o non rendicontato perché gestito da ditte terze.

Si riporta in *Tabella 23* la produzione complessiva dei rifiuti, per i diversi anni considerati, suddivisi secondo la caratteristica di pericolosità.

	PRODUZIONE TOTALE DI RIFUTI	
	Rifiuti pericolosi (**P**) e non pericolosi (**NP**)	Rifiuti Pericolosi (**P**)
2018	2566176.9 t	333427.5 t
2019	1165969.8 t	277617 t
2020	1157830.1 t	115841.7 t

Tabella 23: Quantità di rifiuti prodotti dagli impianti termoelettrici analizzati all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020).

In *Figura 54* e in *Figura 55*, si riporta la rappresentazione tramite BOX plot della quantità di rifiuti prodotti dagli impianti termoelettrici analizzati.

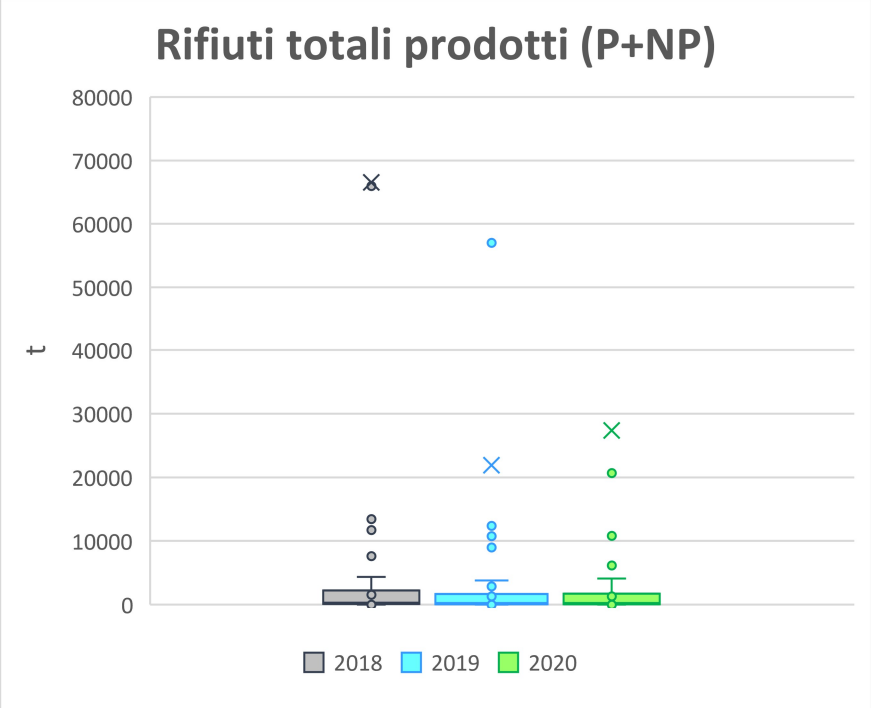


Figura 54: Rappresentazione della quantità di rifiuti pericolosi e non pericolosi prodotti dagli impianti termoelettrici all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

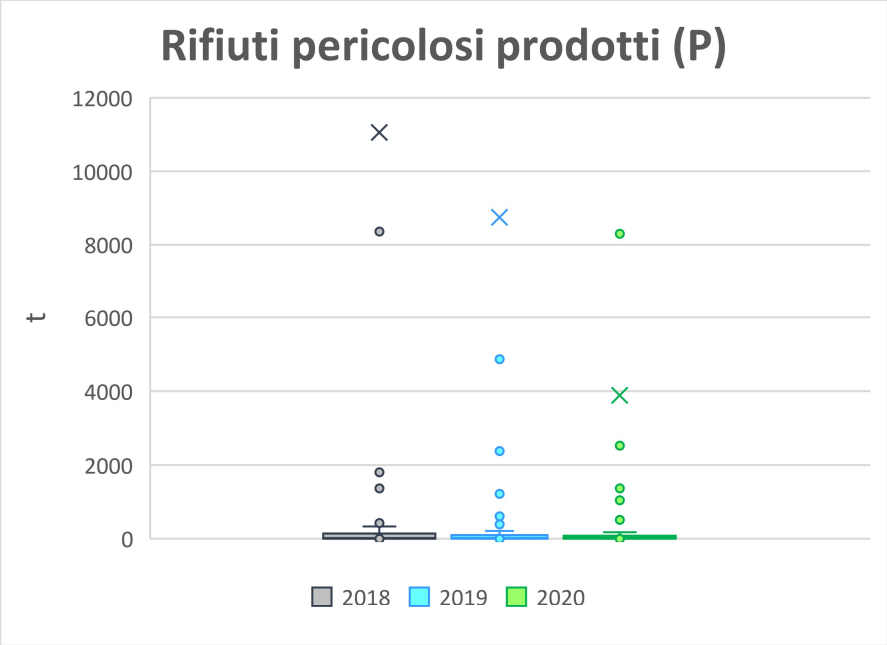


Figura 55: Rappresentazione della quantità di rifiuti pericolosi e non pericolosi prodotti dagli impianti termoelettrici all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

Dai dati ricavati dall'analisi delle Dichiarazioni Ambientali si nota una forte incidenza delle attività di manutenzione che contribuiscono, spesso in maniera preponderante, al quantitativo di rifiuti pericolosi prodotti. Si nota inoltre, dai valori tabulati sul quantitativo di rifiuti prodotti, una riduzione delle quantità degli stessi da parte degli impianti termoelettrici analizzati.

Considerando il valore normalizzato della quantità di rifiuti prodotti in funzione dell'energia elettrica netta prodotta, si nota sia per i rifiuti totali prodotti (*Figura 56*) che per quelli solo pericolosi (*Figura 57*) un aumento del valore medio di tale indice nell'anno 2019.

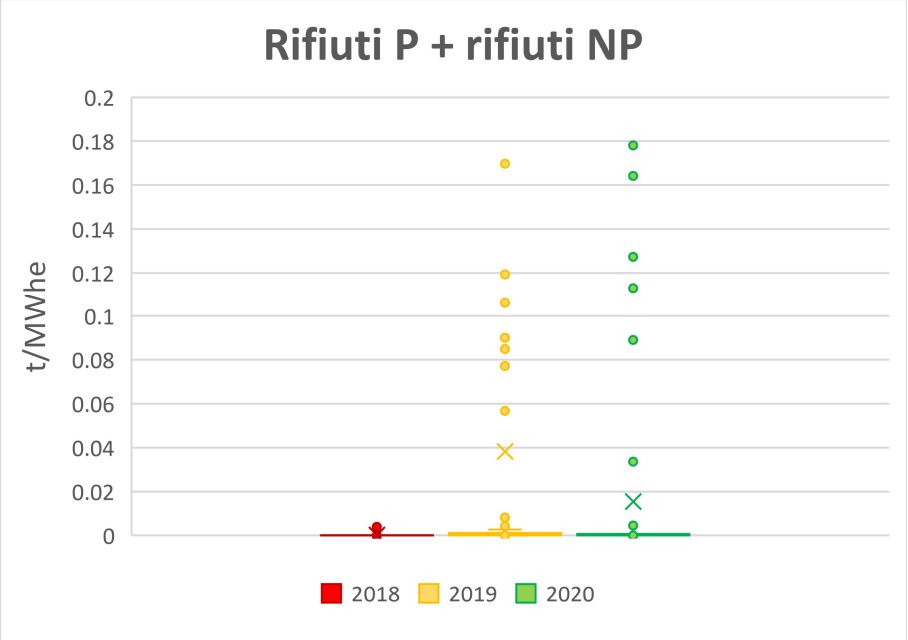


Figura 56: Rappresentazione del rapporto tra la produzione totale di rifiuti e l'energia elettrica netta prodotta (t/MWhe) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

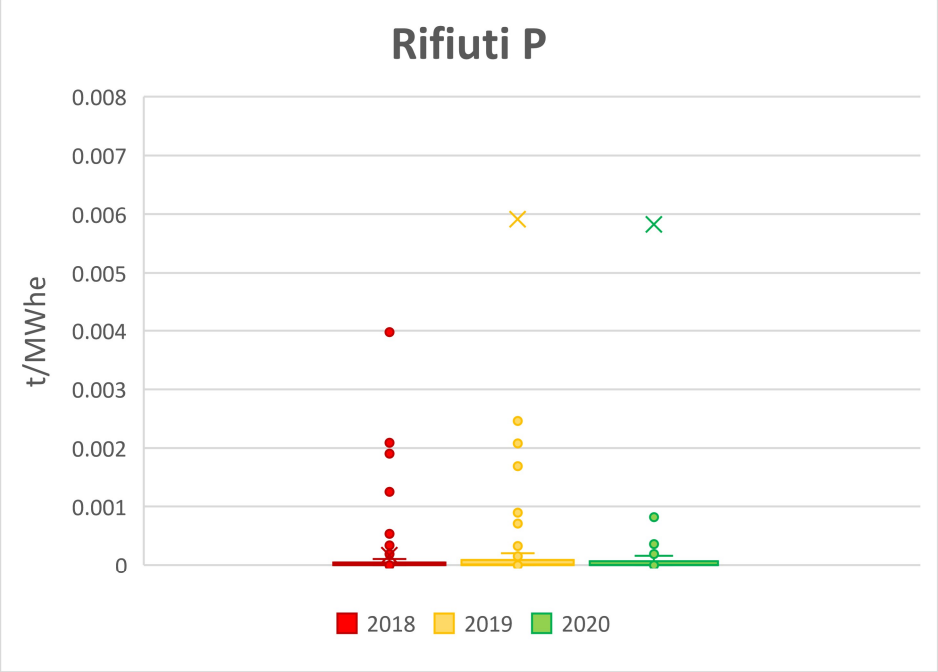


Figura 57: Rappresentazione del rapporto tra la produzione totale di rifiuti e l'energia elettrica netta prodotta (t/MWhe) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

Il valore medio della produzione di rifiuti in funzione dell'energia netta prodotta è pari a 0.172 kg/MWhe per l'anno 2018, pari 38.1 kg/MWhe per l'anno 2019, e pari a 15.3 kg/MWhe per l'anno 2020. Per ciò che concerne solo la produzione dei rifiuti pericolosi il valor medio dell'indice normalizzato è pari a 0.17 kg/MWhe per l'anno 2018, pari a 5.9 kg/MWhe per l'anno

2019, e pari a 5.8 kg/MWhe per l'anno 2020. È importante ricordare come, in entrambi i casi, le attività di manutenzione straordinarie e saltuarie influenzino in modo molto consistente la produzione di rifiuti pericolosi degli impianti, e di conseguenza anche l'andamento della produzione totale di rifiuti.

4.4.5 Consumo di risorse idriche

All'interno dei bilanci ambientali delle DA si è ricercata la presenza della quantità di acque utilizzate per scopi di raffreddamento (*Figura 58)* dei processi produttivi e la quantità di risorse idriche destinate invece agli usi civili e industriali *(Figura 59)*. Le acque di raffreddamento non possono considerarsi un vero e proprio consumo, ma solo un utilizzo; questo perché vengono prelevate in grandi quantità ma restituite nelle medesime quantità senza nessuna alterazione chimica di sostanze immesse, ma solo una piccola variazione di temperatura di pochi gradi centigradi. Gli impianti che hanno dichiarato all'interno delle DA la quantità di acque utilizzate per tale scopo sono il 54.8% del totale degli impianti analizzati. Gli impianti che invece dichiarano la quantità annuale di risorse idriche destinate a scopi industriali e civili sono maggiori e pari al 91.8%.
In merito alla provenienza delle acque di raffreddamento tra tutti gli impianti analizzati 12 hanno dichiarato di utilizzare acqua proveniente dal mare, e 2 acqua proveniente da lago. Inoltre, è da tenere presente che tra tutti gli impianti termoelettrici campione dell'analisi, 6 hanno dichiarato l'utilizzo di condensatori ad aria evitando quindi l'acqua come fluido di raffreddamento del processo produttivo.

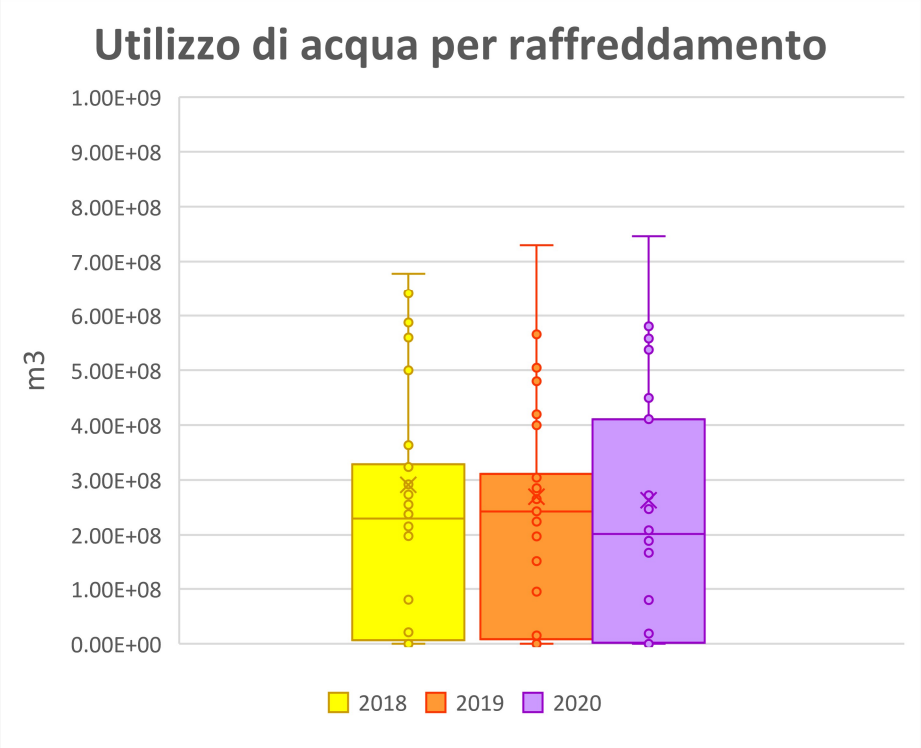


Figura 58: Rappresentazione della quantità di acqua utilizzata a scopo di raffreddamento dagli impianti termoelettrici all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

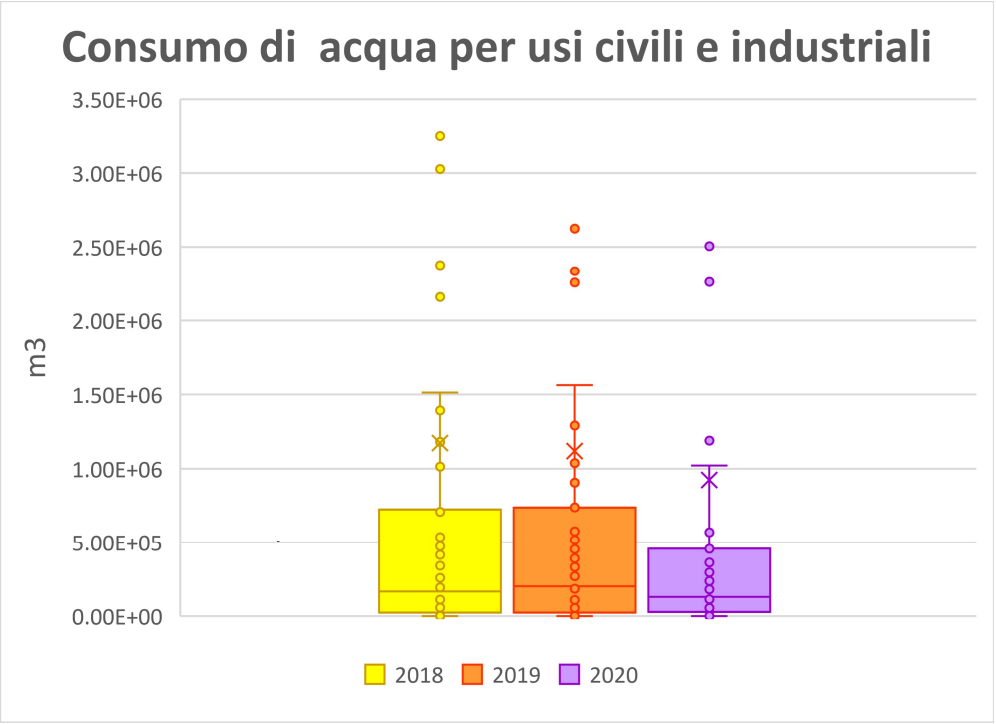


Figura 59: Rappresentazione della quantità di acqua consumata, per usi civili e industriali, dagli impianti termoelettrici all'interno del triennio di riferimento (2018-2019-2020)

L'ordine di grandezza della quantità di acqua utilizzata a scopo di raffreddamento, rispetto a quella usata per scopi industriali/civili, è notevolmente maggiore, ma identificandosi solo come un uso e non un consumo vero e proprio risulta sicuramente meno impattante all'interno del bilancio del consumo delle risorse idriche degli impianti. L'utilizzo medio di risorse idriche a scopi industriali e civili mostra un decremento nel triennio considerato, in modo specifico l'utilizzo di acqua a tale scopo è pari a $11.7 * 10^5\, m3$ per l'anno 2018, $11.2 * 10^5\, m3$ per l'anno 2019, e a $9.2 * 10^5\, m3$ per l'anno 2020.

Anche per l'utilizzo o il consumo di risorse idriche si è calcolato l'indice normalizzato in funzione dell'energia netta prodotta dagli impianti; in *Figura 60* è mostrato il risultato dell'analisi per l'acqua utilizzata a scopi di raffreddamento, in *Figura 61* è invece rappresentato il consumo di risorsa idrica a scopi industriali e civili. In modo concorde all'andamento della quantità di risorsa idrica espressa nei due grafici precedenti (*Figura 58* e *Figura 59*) anche l'indice normalizzato mostra un consumo/utilizzo della risorsa idrica costante all'interno del triennio di riferimento considerato.

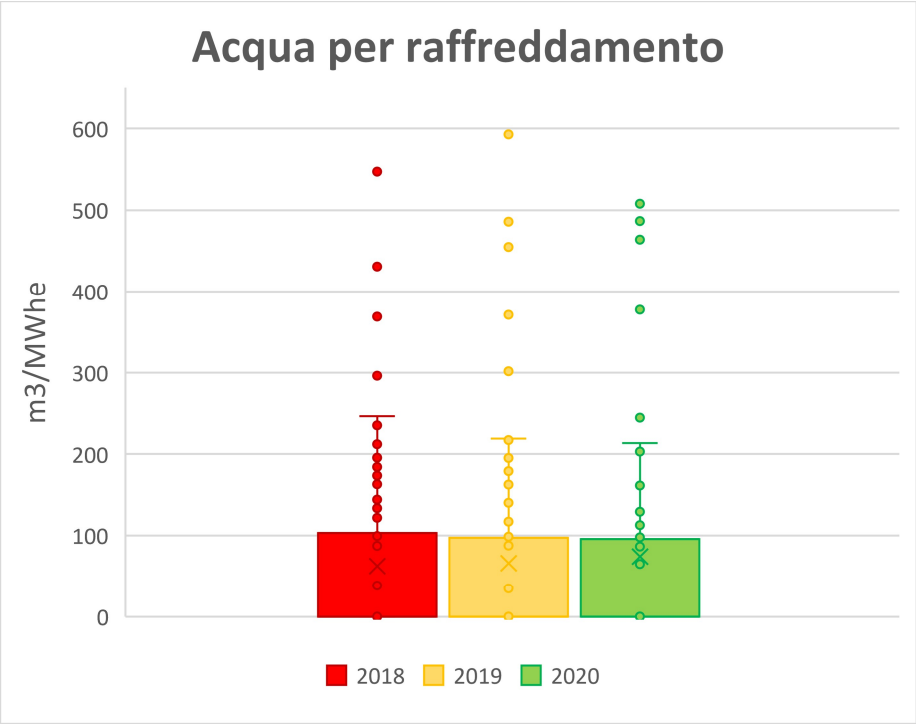


Figura 60: Rappresentazione del rapporto tra l'utilizzo di acqua per raffreddamento e l'energia elettrica netta prodotta (m3/MWhe) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

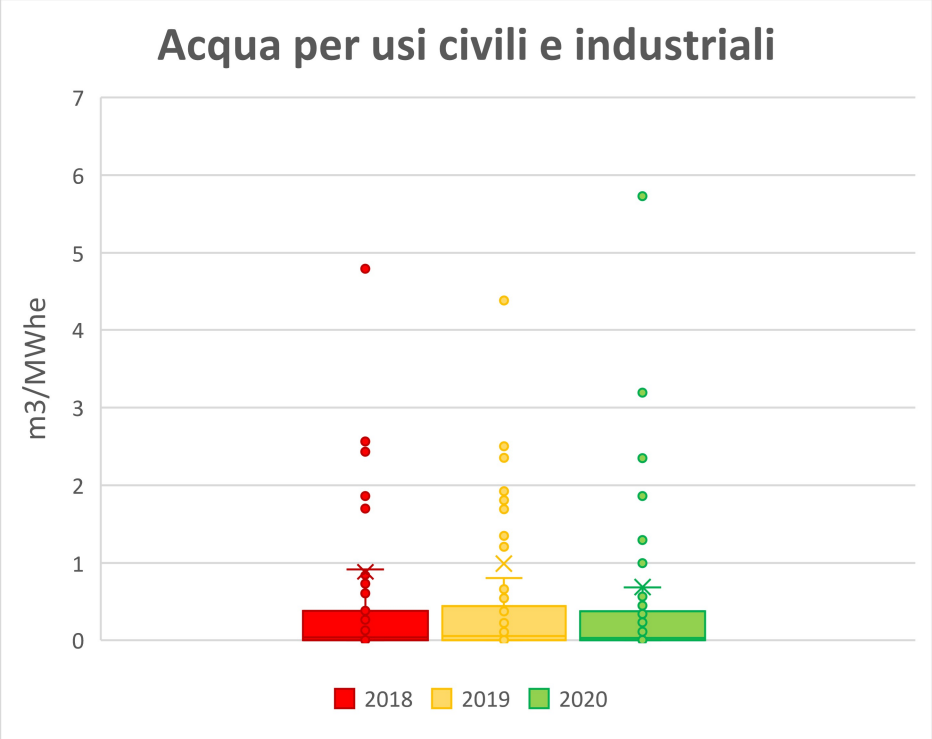


Figura 61: Rappresentazione del rapporto tra il consumo di acqua per scopi civili e industriali e l'energia elettrica netta prodotta (m3/MWhe) riscontrate negli impianti termoelettrici campione dell'analisi.

5. Conclusioni

Da questo studio è risultato che la maggior parte degli impianti (56) utilizzano una delle migliori tecnologie di produzione dell'energia elettrica: il ciclo combinato; mentre un minor numero di impianti (17) è caratterizzato da altre tecnologie di funzionamento. È altresì stato evidenziato come il combustibile maggiormente utilizzato è il gas naturale (82%), a discapito di altri combustibili tradizionali e più inquinanti come il carbone o l'olio combustibile denso.

Per quanto riguarda i sistemi di trattamento presenti all'interno degli impianti per ridurre la quantità di inquinanti emessi in atmosfera, i bruciatori a bassa emissione di NO_x (DLN: *Dry Low Nox Burner*) sono stati i più impiegati (38 impianti). È stata riscontrata la riduzione catalitica del monossido di carbonio (CO) in 8 impianti, quella degli NO_x in 18 impianti e infine la riduzione degli SO_x in 8 degli impianti termoelettrici analizzati. Il precipitatore elettrostatico è stato, invece, individuato in 13 impianti.
Per quanto riguarda il monitoraggio delle emissioni in atmosfera, le sostanze maggiormente monitorate sono la CO (47 impianti) e gli NO_x (48 impianti). Gli ossidi di zolfo e le polveri invece vengono monitorati in continuo, rispettivamente, in 12 e 13 impianti analizzati. L'ammoniaca, utilizzata come reagente all'interno dei riduttori catalitici selettivi (SCR), è rilevata in continuo in 8 impianti termoelettrici. Sostanze di cui non si è riscontrato, in nessuna DA analizzata, il monitoraggio in continuo sono: i metalli, gli NO_2, $TVOC_s$ (Total Volatil Organic Compounds), CH_4.

Per ciò che concerne gli aspetti ambientali, le emissioni in atmosfera, il consumo di energia da combustibili, il consumo di risorsa idrica e materie prime e la produzione di energia elettrica risultano definiti come aspetti significativi da più del 90% delle organizzazioni considerate.
Meno di una Dichiarazione Ambientale su due considera significativi gli aspetti ambientali riguardanti le questioni locali, il rischio di incidenti ambientali, il trasporto e la produzione di energia termica. La biodiversità è stata quasi sempre considerata un aspetto non significativo all'interno delle attività produttive delle organizzazioni, definito come significativo solo nel 3% dei casi. Le gestioni di processo, comprendenti anche le ore di formazione o le collaborazioni con gli istituti scolastici, non sono state mai categorizzate come significative per nessuna organizzazione considerata.
Risultano descritti nella quasi totalità delle DA, tramite indicatori, gli aspetti ambientali legati alle emissioni in atmosfera, agli scarichi idrici, al consumo di combustibili e materie prime e alla produzione di energia elettrica e di rifiuti. Gli aspetti ambientali che riscontrano la quantità di indicatori maggiori sono le emissioni in atmosfera (299) e la produzione di rifiuti (300). È interessante notare come alcuni aspetti ambientali, che sono stati considerati in quasi la totalità delle DA e definiti come significativi da oltre il 19% delle DA, siano stati descritti raramente tramite indicatori in meno dell'1% delle DA; è il caso degli aspetti ambientali legati alle questioni locali, al rischio di incidenti ambientali e degli aspetti connessi al trasporto. L'aspetto ambientale della biodiversità, al contrario, risulta descritto con indicatori ambientali dal 42% delle organizzazioni nonostante la risultante significatività sia molto bassa (3%). Similarmente la gestione di processo viene descritta tramite indicatori nel 19% delle DA, nonostante nessuna lo abbia ritenuto significativo.

Ciononostante, si può notare come sia presente una correlazione tra la significatività di un aspetto e la sua quantificazione attraverso indicatori. Per la maggior parte degli aspetti ambientali è presente un'analogia nelle percentuali riscontrate tra la considerazione dell'aspetto, la valutazione della significatività e la descrizione tramite indicatori.

In riferimento ai Programmi Ambientali messi in atto dalle organizzazioni, è importante ricordare, che per essere veramente efficaci, gli obiettivi ambientali, inseriti all'interno del Programma, devono essere rivolti agli aspetti e agli impatti ambientali che sono risultati più significativi. Dall'analisi eseguita sul campione di impianti termoelettrici, è però emerso che spesso non è così. La percentuale massima di obiettivi (66% degli impianti) si è ottenuta per l'aspetto ambientale relativo al rischio di incidenti ambientali, nonostante tale aspetto non sia risultato molto significativo (19%). Questo dato è sicuramente dovuto all'obbligo da parte delle aziende di monitorare e smaltire nel tempo i manufatti contenenti amianto o serbatoi in disuso che contenevano sostante pericolose; in entrambi questi casi sono associati, da parte delle organizzazioni, rischi di incidenti per inalazioni di fibre di amianto oppure rischi di contaminazione del suolo e del sottosuolo.
Sono emersi molti aspetti ambientali che, nonostante siano stati ritenuti altamente significativi dalle organizzazioni (con valori maggiori dell'84%), hanno rendicontato un numero molto basso di obiettivi di miglioramento; è il caso degli aspetti ambientali legati agli scarichi idrici (26%), al consumo di acqua (36%), di combustibili (21%), di materie prime (25%) e di produzione di energia elettrica (8%).
Inoltre, è emerso come l'aspetto tecnico inerente alla gestione del processo all'interno degli impianti, nonostante non fosse ritenuto significativo da nessuna organizzazione, abbia ricevuto obiettivi dal 38% delle organizzazioni. Questo risultato suggerisce che, spesso, le organizzazioni programmano molti obiettivi riguardo a formazione e iniziative di coinvolgimento delle comunità locali, stanziando un quantitativo di risorse comunque molto esiguo.
Per le emissioni in atmosfera si registra il maggior numero di progetti pianificati per migliorarne le prestazioni ambientali (101); 87 iniziative di miglioramento sono invece state attribuite sia agli obiettivi ambientali inerenti al consumo di energia elettrica e sia per la riduzione del rischio di incidenti ambientali. Spesso le azioni di potenziamento in campo di risparmio di energia elettrica risultano individuate nell'efficientamento energetico e si identificano nella sostituzione degli impianti di illuminazione utilizzando delle tecnologie a led più performanti.
Un terzo delle azioni migliorative programmate dagli impianti per la riduzione delle emissioni in atmosfera riguarda l'istallazione di un catalizzatore per l'abbattimento delle emissioni di monossido di carbonio (CO). L'obiettivo più importante economicamente tra quelli presenti in tabella, riguarda l'istallazione di un *Dry Low NOx Burner*; questo risulta molto congruo con le indicazioni presenti nelle BREF di settore, in cui questo tipo di bruciatori risultano una delle migliori tecnologie applicabili per la riduzione degli ossidi di azoto in atmosfera. È importante inoltre far presente come spesso le organizzazioni classifichino alcune azioni all'interno di un aspetto ambientale non molto consono ai fini migliorativi dello stesso obiettivo. È il caso, per esempio, della sostituzione di lampade con tecnologia a led identificate come efficientamento energetico dell'intero processo.

Per quanto concerne la produzione di energia elettrica, la produzione netta vede un aumento nell'anno 2019; al contrario la produzione di energia lorda vede un decremento marcato nell'anno 2020. Questa tendenza risulta rassicurante poiché evidenzia una diminuzione degli autoconsumi. La media del rendimento elettrico netto degli impianti analizzati è risultata pari al 46.1% nell'anno 2018, nel 2019 pari al 46.7%, e nel 2020 pari al 45.8 %. È stato riscontrato che 15 impianti hanno ottenuto performance inferiori al range inferiore dei BAT-AEL, mentre 24 impianti sono risultati all'interno dell'intervallo. Inoltre, è interessante notare come la media del rendimento elettrico netto sia risultata pressoché costante all'interno del triennio considerato.

Per quanto riguarda i risultati dell'analisi sulla quantità di inquinanti emessi in atmosfera, si è osservato un decremento delle emissioni in atmosfera per gli ossidi di azoto, confermato attraverso l'indice normalizzato che tiene conto della quantità di emissioni totali riferite all'effettiva produzione elettrica da parte degli impianti termoelettrici. Le concentrazioni di emissione sono in diminuzione (-30%) dall'anno 2018 all'anno 2020 e il valore medio rimane nel range definito dal BREF.

Dall'anno 2018 si è registrato un grande decremento (-33%) delle emissioni totali di polveri, probabilmente dovuto all'utilizzo da parte degli impianti termoelettrici del metano come combustibile principale, rispetto al carbone o altri combustibili tradizionali. Dall'indice normalizzato, si registra un andamento variabile con un minimo nell'anno 2019, e una decrescita delle concentrazioni di emissione.

Per il monossido di carbonio (CO) si è individuato un andamento decrescente (-15%) per le emissioni totali. La maggior parte degli impianti termoelettrici in esame, ricade all'interno del range limite di emissione fissato nel BREF, e anzi, spesso risulta essere minore del limite inferiore.

In riferimento all'anidride carbonica (CO_2) l'andamento complessivo delle emissioni in atmosfera mostra una riduzione (-16%) delle emissioni all'interno del triennio considerato. In termini di concentrazione media annua delle emissioni di CO_2, si segnala che solo un impianto su 73 totali riporta, all'interno delle DA, la concentrazione media annua di tale inquinante. L'analisi all'interno delle Dichiarazioni Ambientali è stata svolta anche sulle modalità di rendicontazione della CO_2, e dai risultati è emerso che per gli impianti termoelettrici la fonte principale di emissione di anidride carbonica è imputabile al processo di combustione del combustibile.

Per l'ammoniaca (NH_3) è stato rilevato un andamento crescente (con un valore più che raddoppiato) delle emissioni totali in atmosfera all'interno del triennio considerato. Per quanto riguarda il confronto con i BAT-AEL, invece, il range di concentrazioni di emissione limite risulta ampiamente rispettato e le concentrazioni emesse sono ridotte notevolmente a partire dall'anno 2019. Rimane comunque da tenere presente che in questo caso il numero di dati disponibili è molto basso.

Gli ossidi di zolfo (SO_x) dimostrano per le emissioni totali una riduzione del 12% dall'anno 2018 all'anno 2020; per le concentrazioni medie emesse in atmosfera, si riscontra un valore inferiore (-18%) per l'anno 2019 che però cresce nuovamente nell'anno 2020, fino ad arrivare a 55.7 mg/Nm3.
Nonostante sia presente il riferimento dei valori limite di emissione all'interno dei BREF di settore, per nessun impianto termoelettrico campione dell'analisi, è stato riportato il valore della concentrazione media annuale di metano (CH_4) e formaldeide (CH_2O).

In merito all'utilizzo di combustibili, si registra una diminuzione (-47%) della quantità complessiva di carbone utilizzato per produrre energia elettrica all'interno degli impianti esaminati nel triennio di riferimento, che potrebbe essere la causa della diminuzione delle polveri emesse. La quantità di gas naturale utilizzato dagli impianti risulta complessivamente in diminuzione (-31%) dall'anno 2018 all'anno 2020; l'indice normalizzato di tale consumo in funzione dell'energia elettrica netta prodotta non mostra lo stesso comportamento ma anzi evidenzia un leggerissimo aumento nel triennio considerato.
Complessivamente il consumo di gasolio, che viene adoperato per il funzionamento di parti minori dell'impianto come le prove delle pompe antincendio, dei gruppi elettrogeni di emergenza o delle caldaie ausiliarie, risulta in calo (-46%) dal 2018 al 2020.

Per quanto riguarda la produzione di rifiuti si nota una forte incidenza delle attività di manutenzione che contribuiscono, spesso in maniera preponderante, al quantitativo di rifiuti pericolosi prodotti. La produzione totale di rifiuti mostra un decremento (-55%) nell'anno 2019, la produzione dei soli rifiuti pericolosi invece evidenzia una continua decrescita (-65%) dall'anno 2018 all'anno 2020. Per quanto riguarda l'indice normalizzato in funzione dell'energia elettrica netta prodotta si è ottenuto un andamento opposto con una crescita nell'anno 2019, per la produzione totale di rifiuti, e una lieve crescita all'interno di tutto il triennio per la produzione dei soli rifiuti pericolosi.

L'utilizzo di risorsa idrica, insieme al consumo di acqua a scopi di raffreddamento, mostra un andamento decrescente (-10%) all'interno del triennio considerato. Anche in questo caso l'indice normalizzato in funzione dell'energia elettrica netta prodotta mostra un andamento contrario per quanto riguarda l'utilizzo di acqua a scopo di raffreddamento; infatti, è stato riscontrato un aumento (+18%) dello stesso all'interno del triennio considerato. Il consumo di acqua per usi industriali e civili mostra un aumento (+12%) nell'anno 2019 ma un ulteriore decremento (-31%) nell'anno 2020.

6. Riferimenti bibliografici e sitografici

- ISPRA, Rapporti 363, Anno 2022.

https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti

- EUROPEAN COMMISSION-EMAS Register

https://ec.europa.eu/environment/emas/emas_registrations/register_en.htm

- ISPRA, elenco delle organizzazioni registrate EMAS

https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/macro/22

- EUROPEAN COMMISSION- Certificazione EMAS

https://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm

- European IPPC Bureau - BREF

https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/

- Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica – Emission trading scheme

https://www.mite.gov.it/pagina/emission-trading

- SORGENIA – Energia termoelettrica

https://www.sorgenia.it/guida-energia/energia-termoelettrica

- EDISON – Energia termoelettrica

https://www.edison.it/it/termoelettrico

- ISPRA, fattori di emissione per produzione e consumo dell'energia elettrica

http://emissioni.sina.isprambiente.it

- SNAM, gas naturale

https://www.snam.it/it/trasporto/adempimenti-reporting-autorita/PCS_Convenzionale/

- Dichiarazioni ambientali delle diverse organizzazioni

http://www.enel.it

http://www.a2a.eu

http://www.tirrenopower.com

http://www.epproduzione.eu

http://www.a2acaloreservizi.eu

http://www.gruppoiren.it

http://www.a2aenergiefuture.eu

http://www.a2agencogas.eu

http://www.edison.it

http://www.pubbliservizi.it

http://www.enipower.eni.it

http://www.gruppo-iride.it

http://www.sorgenia.it

http://www.altogardapower.eu

http://www.malpensaenergia.it

http://www.arcelormittal.com

http://www.alpiq.it

http://www.enplus.it

http://www.irenenergia.it

http://www.gdfsuez.it

http://www.alperia.eu

http://www.erg.it

http://www.dssmith.com

http://www.termicacolleferro.it

http://www.burgogroup.com

- Le centrali termoelettriche

https://www.tecnologiaduepuntozero.it/2018/04/06/centrali-termoelettriche/

https://it.wikipedia.org/wiki/Centrale_termoelettrica

https://www.ecoage.it/centrale-elettrica-turbogas.htm

- Analisi BOX plot

https://www.jmp.com/it_it/statistics-knowledge-portal/exploratory-data-analysis/box-plot.html

Ringraziamenti

Ringrazio tutti coloro che mi hanno aiutata nella stesura di questa tesi con suggerimenti, critiche ed osservazioni. In particolar modo sono grata al Professor Claudio Comoglio per il supporto, le competenze e la pazienza dimostratami durante il mio percorso. Ringrazio inoltre Stefano Castelluccio per avermi sostenuta, dedicandomi tempo e le sue conoscenze.

Un ringraziamento speciale va a tutta la mia famiglia che mi ha sempre supportata senza giudicare le mie scelte. Ringrazio mia sorella che mi ha ricordato l'importanza di circondarmi delle sole cose che mi fanno stare bene. Ringrazio infinitamente mia mamma: esempio per me di tenacia e coraggio nel saper affrontare le avversità che la vita pone sul mio percorso. Il suo appoggio e il suo affetto sono stati fondamentali per poter raggiungere questo traguardo.

Ringrazio inoltre il mio fidanzato per avermi sempre sostenuta e incoraggiata a perseguire i miei obiettivi, anche nei momenti di difficoltà, ma soprattutto gli sono grata per aver gioito, assieme a me, per i miei successi.

Una gratitudine speciale va anche ai miei più stretti amici; in particolare ringrazio Antonella, la mia più cara collega in questo percorso, per esserci sempre stata e perché so che sarà sempre al mio fianco a condividere tutte le sorprese che la vita lascerà sul nostro cammino.

Un ringraziamento lo rivolgo anche a me stessa per i sacrifici fatti, la tenacia dimostrata in questi anni e per essermi concessa di inseguire le mie passioni.

Infine, la mia più profonda riconoscenza va a chi non c'è più e che mi ha inconsapevolmente trasmesso la passione per questa professione; a te papà dedico questo mio lavoro.

Allegato 1_ Elenco impianti

N° assegnato	Nome Impianto	Collocazione Geografica	Tipologia funzionamento	Combustibile	Capacità [MWe]	Capacità [MWth]
1	La casella	N	combinato	metano	n.d.	n.d.
2	Cassano d'Adda	N	combinato	metano	760	33
3	Torrevaldaliga Sud	C	combinato	metano	1140	750
4	Torrevaldaliga	C	n.d.	carbone	1980	n.d.
5	Tavazzano e Montanaso	N	combinato	metano	1140	n.d.
6	Lamarmora	N	n.d.	metano	72	110
7	Turbigo	N	combinato	metano	855	n.d.
8	Monfalcone	N	convenzionale	carbone	336	n.d.
9	Sulcis	I	n.d.	carbone	590	n.d.
10	Sermide	N	combinato	metano	1158	n.d.
11	Altomonte	S	combinato	metano	780	n.d.
12	Bussi sul Tirino	S	combinato	metano	125	n.d.
13	Candela	S	combinato	metano	405	709.9
14	Cologno Monzese	N	combinato	metano	50	n.d.
15	Jesi	C	combinato	metano	130	n.d.
16	Marghera Azotati	N	combinato	metano	239	n.d.
17	Marghera Levante	N	combinato	metano	766	n.d.
18	Porto Viro	N	combinato	metano	125	n.d.
19	San Quirico	N	combinato	metano	138	n.d.
20	Sesto San Giovanni	N	combinato	metano	113.3	20
21	Simeri Crichi	S	combinato	metano	857	n.d.
22	Terni	C	combinato	metano	100	n.d.
23	Torviscosa	N	combinato	metano	790	n.d.

24	Fusina	N	vapore	carbone	1152	n.d.
25	Montalto di Castro	C	turbogas	metano	n.d.	n.d.
26	Piacenza	N	combinato	metano	790	n.d.
27	Chivasso	N	combinato	metano	1177	2078.4
28	San Filippo del Mela	I	vapore	olio combustibile	960	n.d.
29	Trapani	I	turbogas	metano	213	n.d.
30	Ostiglia	N	combinato	metano	1137	n.d.
31	La Spezia	N	vapore	carbone	n.d.	n.d.
32	Fiume Santo	I	vapore	carbone	640	n.d.
33	San Giorgio	N	n.d.	biomassa	n.d.	n.d.
34	Porto Corsini	N	combinato	metano	760	n.d.
35	Bolgiano	N	combinato	metano	100	n.d.
36	Brindisi	S	combinato	metano	1321	n.d.
37	Ferrera Erbognone	N	combinato	metano	1030	1828
38	Ravenna	N	combinato	metano	972	n.d.
39	Mincio	N	combinato	metano	381	n.d.
40	Priolo Gargallo	I	combinato	metano	n.d.	n.d.
41	Mantova	N	combinato	metano	780	n.d.
42	Voghera	N	combinato	metano	400	n.d.
43	Moncalieri	N	combinato	metano	800	500
44	Gualdo Cattaneo	C	vapore	carbone	n.d.	n.d.
45	Termoli	S	combinato	metano	n.d.	n.d.
46	Santa Barbara	C	combinato	metano	n.d.	n.d.
47	Riva del Garda	N	combinato	metano	49.5	99
48	Linate	N	combinato	metano	24	81
49	Malpensa	N	combinato	metano	80	95

50	Pietrafitta	C	combinato	metano	n.d.	n.d.
51	Canavese	N	n.d.	metano	15.12	106.2
52	Napoli Levante	S	combinato	metano	400	n.d.
53	Ferrara	N	combinato	metano	800	n.d.
54	Fiumicino	C	combinato	metano	25.7	105.2
55	Taranto	S	combinato	gas siderurgici	160	190
56	Novara	N	combinato	metano	104	n.d.
57	San Severo	S	combinato	metano	714.6	n.d.
58	Gissi	S	combinato	metano	840	220
59	Torino Nord	N	combinato	metano	335	n.d.
60	Leinì	N	combinato	metano	392	692
61	Brindisi	S	vapore	carbone	n.d.	n.d.
62	Silandro	N	turbogeneratore ORC	cippato	2.472	n.d.
63	Livorno Ferraris	N	combinato	metano	805	n.d.
64	Priolo Gargallo	I	combinato	metano	480	n.d.
65	Aprilia	C	combinato	metano	790	n.d.
66	Porcari	C	combinato	metano	98	n.d.
67	Colleferro	C	combinato	metano	44	82
68	Turano Lodigiano e Bertonico	N	combinato	metano	n.d.	n.d.
69	Rosignano	N	combinato	metano	386	730
70	Verzuolo	N	combinato	metano	120	n.d.
71	Vercelli	N	gas	metano	51	n.d.
72	Castellavazzo	N	vapore	biomassa	6	n.d.
73	Reggio Emilia	N	combinato	metano	57	96

Allegato 2_ Aspetti ambientali considerati

		Emissions to Air	Realeases to water	Energy Consumption (Electricity)	Energy Consumption (Fuels)	Water Consumption	Chemicals Materials Consumption	Local Issues	Risk of Environmental Accidents	Transport	Energy Production (Electric)	Energy Production (Thermal)	Waste Production	Biodiversity	Process Management
	TOT	73	72	67	73	71	72	68	71	48	73	24	73	37	18
	%	100	98.63014	91.78082	100	97.26027	98.63014	93.15068	97.26027	65.75342	100	32.87671	100	50.68493	24.65753
1	La casella	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si
2	Cassano d'Adda	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no
3	Torrevaldaliga Sud	si	si	no	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no
4	Torrevaldaliga	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no
5	Tavazzano e Montanaso	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si
6	Lamarmora	si	no	si	si	no	si	no	no	no	si	si	si	si	no
7	Turbigo	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
8	Monfalcone	si	si	no	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
9	Sulcis	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si
10	Sermide	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
11	Altomonte	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	no
12	Bussi sul Tirino	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	no

13	Candela	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	no
14	Cologno Monzese	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	no
15	Jesi	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
16	Marghera Azotati	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
17	Marghera Levante	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
18	Porto Viro	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
19	San Quirico	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
20	Sesto San Giovanni	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	no
21	Simeri Crichi	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
22	Terni	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
23	Torviscosa	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	no
24	Fusina	si	si	no	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si
25	Montalto di Castro	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si
26	Piacenza	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	si	no	no
27	Chivasso	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	si	no	no
28	San Filippo del Mela	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no
29	Trapani	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si

30	Ostiglia	si	si	no	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si
31	La Spezia	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no
32	Fiume Santo	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	si
33	San Giorgio	si	si	si	si	no	no	no	no	no	si	si	si	si	no
34	Porto Corsini	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si
35	Bolgiano	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
36	Brindisi	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
37	Ferrera Erbognone	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
38	Ravenna	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
39	Mincio	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si
40	Priolo Gargallo	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no
41	Mantova	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si
42	Voghera	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no
43	Moncalieri	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	no
44	Gualdo Cattaneo	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no
45	Termoli	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no
46	Santa Barbara	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si

47	Riva del Garda	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no
48	Linate	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no
49	Malpensa	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no
50	Pietrafitta	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no
51	Canavese	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no
52	Napoli Levante	si	si	no	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no
53	Ferrara	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no
54	Fiumicino	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no
55	Taranto	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	si	no
56	Novara	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no
57	San Severo	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no
58	Gissi	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	si	no	no
59	Torino Nord	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	no
60	Leinì	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no
61	Brindisi	si	si	no	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no
62	Silandro	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no
63	Livorno Ferraris	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si

64	Priolo Gargallo	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si
65	Aprilia	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no
66	Porcari	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no
67	Colleferro	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no
68	Turano Lodigiano e Bertonico	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
69	Rosignano	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no
70	Verzuolo	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no
71	Vercelli	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no
72	Castellavazzo	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
73	Reggio Emilia	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no

Allegato 3_ Aspetti ambientali significativi

		Emissions to Air	Realeases to water	Energy Consumption (Electricity)	Energy Consumption (Fuels)	Water Consumption	Chemicals Materials Consumption	Local Issues	Risk of Environmental Accidents	Transport	Energy Production (Electric)	Energy Production (Thermal)	Waste Production	Biodiversity	Process Management
	TOT	72	61	56	70	68	67	36	14	14	66	20	64	2	0
	%	98.63014	83.56164	76.71233	95.89041	93.15068	91.78082	49.31507	19.17808	19.17808	90.41096	27.39726	87.67123	2.739726	0
1	La casella	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no	si	si	no
2	Cassano d'Adda	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si	si	no
3	Torrevaldaliga Sud	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
4	Torrevaldaliga	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no	si	no	no
5	Tavazzano e Montanaso	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no
6	Lamarmora	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si	si	no	no
7	Turbigo	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
8	Monfalcone	si	si	no	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
9	Sulcis	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
10	Sermide	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
11	Altomonte	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si	si	si	no	no
12	Bussi sul Tirino	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si	no	si	no	no

13	Candela	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si	si	si	no	no
14	Cologno Monzese	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
15	Jesi	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
16	Marghera Azotati	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si	no	si	no	no
17	Marghera Levante	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
18	Porto Viro	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si	no	si	no	no
19	San Quirico	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si	no	si	no	no
20	Sesto San Giovanni	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
21	Simeri Crichi	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no	si	no	no
22	Terni	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si	no	si	no	no
23	Torviscosa	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
24	Fusina	si	si	no	si	si	si	si	no	si	si	no	si	no	no
25	Montalto di Castro	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si	no	si	no	no
26	Piacenza	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	si	no	no
27	Chivasso	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
28	San Filippo del Mela	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si	no	si	no	no
29	Trapani	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no

30	Ostiglia	si	si	no	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no
31	La Spezia	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	si	no	no
32	Fiume Santo	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	no
33	San Giorgio	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	si	si	no	no
34	Porto Corsini	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no	si	no	no
35	Bolgiano	si	no	si	si	si	si	si	no	no	si	si	no	no	no
36	Brindisi	si	no	si	si	si	si	si	no	no	si	si	no	no	no
37	Ferrera Erbognone	si	no	si	si	si	si	si	no	no	si	si	no	no	no
38	Ravenna	si	no	si	si	si	si	si	no	no	si	si	no	no	no
39	Mincio	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no	no	no
40	Priolo Gargallo	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no
41	Mantova	si	no	no	si	si	no	no	no	no	si	si	no	no	no
42	Voghera	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
43	Moncalieri	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
44	Gualdo Cattaneo	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si	no	si	no	no
45	Termoli	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
46	Santa Barbara	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	no	si	no	no

47	Riva del Garda	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	no	no	no
48	Linate	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
49	Malpensa	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
50	Pietrafitta	si	si	si	si	si	si	no	no	si	si	no	si	no	no
51	Canavese	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	no
52	Napoli Levante	si	si	no	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
53	Ferrara	si	no	no	no	si	no	si	no	no	si	si	no	no	no
54	Fiumicino	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
55	Taranto	si	si	no	no	si	si	no	no	no	si	no	no	no	no
56	Novara	si	no	no	si	si	si	si	no	no	no	no	si	no	no
57	San Severo	si	no	no	si	no	si	si	no	no	no	no	si	no	no
58	Gissi	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
59	Torino Nord	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
60	Leinì	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
61	Brindisi	si	si	no	si	si	si	si	no	si	si	no	si	no	no
62	Silandro	si	no	no	si	no	si	si	no	no	no	no	si	no	no
63	Livorno Ferraris	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	no

64	Priolo Gargallo	no	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	si	no	no
65	Aprilia	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
66	Porcari	si	si	no	si	si	si	no	si	no	si	no	si	no	no
67	Colleferro	si	si	no	si	si	no	no	no	no	si	no	si	no	no
68	Turano Lodigiano e Bertonico	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
69	Rosignano	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
70	Verzuolo	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	no
71	Vercelli	si	si	no	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
72	Castellavazzo	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
73	Reggio Emilia	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no

Allegato 4_ Aspetti ambientali descritti tramite indicatori

		Emissions to Air	Realeases to water	Energy Consumption (Electricity)	Energy Consumption (Fuels)	Water Consumption	Chemicals Materials Consumption	Local Issues	Risk of Environmental Accidents	Transport	Energy Production (Electric)	Energy Production (Thermal)	Waste Production	Biodiversity	Process Management
	TOT	73	70	62	71	70	65	0	1	1	72	24	66	31	14
	%	100	95.89041	84.93151	97.26027	95.89041	89.0411	0	1.369863	1.369863	98.63014	32.87671	90.41096	42.46575	19.17808
1	La casella	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	si
2	Cassano d'Adda	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
3	Torrevaldaliga Sud	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	no
4	Torrevaldaliga	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	no
5	Tavazzano e Montanaso	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	si
6	Lamarmora	si	no	si	si	no	si	no	no	no	si	si	si	si	no
7	Turbigo	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
8	Monfalcone	si	si	no	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
9	Sulcis	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	si
10	Sermide	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
11	Altomonte	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
12	Bussi sul Tirino	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no

13	Candela	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	si	si
14	Cologno Monzese	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
15	Jesi	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
16	Marghera Azotati	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
17	Marghera Levante	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
18	Porto Viro	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
19	San Quirico	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
20	Sesto San Giovanni	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
21	Simeri Crichi	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
22	Terni	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
23	Torviscosa	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
24	Fusina	si	si	no	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	si
25	Montalto di Castro	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	si
26	Piacenza	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
27	Chivasso	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
28	San Filippo del Mela	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
29	Trapani	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	si

30	Ostiglia	si	si	no	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	si
31	La Spezia	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	si	no	no
32	Fiume Santo	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	si
33	San Giorgio	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no	si	si	si	no
34	Porto Corsini	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	si
35	Bolgiano	si	si	no	no	si	no	no	no	no	si	si	no	no	no
36	Brindisi	si	si	no	si	si	no	no	no	no	si	si	no	no	no
37	Ferrera Erbognone	si	si	no	si	si	no	no	no	no	si	si	no	no	no
38	Ravenna	si	si	no	si	si	no	no	no	no	si	si	no	no	no
39	Mincio	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
40	Priolo Gargallo	si	si	si	si	si	si	no	no	si	si	no	si	si	no
41	Mantova	si	si	no	si	si	no	no	no	no	si	si	no	no	si
42	Voghera	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	no
43	Moncalieri	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
44	Gualdo Cattaneo	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	no
45	Termoli	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
46	Santa Barbara	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	si

47	Riva del Garda	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	no	si	no
48	Linate	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	no
49	Malpensa	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	si	no
50	Pietrafitta	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	no
51	Canavese	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no
52	Napoli Levante	si	si	no	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	no
53	Ferrara	si	si	no	si	si	si	no	no	no	si	si	no	no	no
54	Fiumicino	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
55	Taranto	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	no
56	Novara	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	no
57	San Severo	si	no	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	no
58	Gissi	si	si	si	si	si	no	no	no	no	si	no	si	no	no
59	Torino Nord	si	si	si	si	si	no	no	no	no	si	si	si	no	no
60	Leinì	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	si	no
61	Brindisi	si	si	si	no	si	si	no	no	no	si	no	si	si	no
62	Silandro	si	no	no	si	no	si	no	no	no	si	si	si	no	no
63	Livorno Ferraris	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	si

64	Priolo Gargallo	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	si
65	Aprilia	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
66	Porcari	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
67	Colleferro	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
68	Turano Lodigiano e Bertonico	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
69	Rosignano	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	si	no
70	Verzuolo	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	si	si	si	no
71	Vercelli	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	no
72	Castellavazzo	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no
73	Reggio Emilia	si	si	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	no	no

Allegato 5_ Aspetti ambientali: numeri di indicatori descrittivi

			Emissions to Air	Realeases to water	Energy Consumption (Electricity)	Energy Consumption (Fuels)	Water Consumption	Chemicals Materials Consumption	Local Issues	Risk of Environmental Accidents	Transport	Energy Production (Electric)	Energy Production (Thermal)	Waste Production	Biodiversity	Process Management
	TOT	1538	299	94	89	176	191	182	0	2	1	127	29	300	30	18
	AVG	21.1	4.09589	1.28767	1.21918	2.41096	2.61644	2.49315	0	0.0274	0.0137	1.73973	0.39726	4.10959	0.41096	0.24658
	MAX	40	7	4	4	4	6	7	0	1	1	5	2	10	1	3
	MIN	10	2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	2	1	1
1	La casella	40	7	3	2	3	5	7	0	1	0	1	0	7	1	3
2	Cassano d'Adda	34	7	1	4	2	5	5	0	0	0	5	1	4	0	0
3	Torrevaldaliga Sud	21	4	1	0	2	4	3	0	0	0	2	0	4	1	0
4	Torrevaldaliga	24	6	1	1	3	3	2	0	0	0	1	0	6	1	0
5	Tavazzano e Montanaso	24	5	2	2	2	2	2	0	0	0	2	0	5	1	1
6	Lamarmora	16	4	0	1	3	0	0	0	0	0	3	1	3	1	0
7	Turbigo	23	4	2	2	3	4	3	0	0	0	1	0	4	0	0
8	Monfalcone	30	5	1	0	4	4	4	0	0	0	2	0	10	0	0
9	Sulcis	24	4	1	1	3	4	2	0	0	0	3	0	4	1	1
10	Sermide	19	5	2	1	2	2	1	0	0	0	3	0	3	0	0

11	Altomonte	21	4	1	1	2	2	3	0	0	0	1	2	5	0	0
12	Bussi sul Tirino	21	4	1	1	3	2	3	0	0	0	1	0	6	0	0
13	Candela	24	4	1	2	3	2	3	0	0	0	2	2	5	0	0
14	Cologno Monzese	23	4	1	2	3	2	3	0	0	0	1	1	6	0	0
15	Jesi	22	4	1	2	3	2	3	0	0	0	1	0	6	0	0
16	Marghera Azotati	21	4	1	2	3	2	2	0	0	0	1	0	6	0	0
17	Marghera Levante	22	4	1	2	3	2	3	0	0	0	1	0	6	0	0
18	Porto Viro	22	4	1	2	3	2	3	0	0	0	1	0	6	0	0
19	San Quirico	22	4	1	2	3	2	3	0	0	0	1	0	6	0	0
20	Sesto San Giovanni	22	4	1	2	3	2	3	0	0	0	1	1	5	0	0
21	Simeri Crichi	21	4	1	2	3	2	3	0	0	0	1	0	5	0	0
22	Terni	20	4	1	2	2	2	3	0	0	0	1	0	5	0	0
23	Torviscosa	19	4	1	1	2	2	3	0	0	0	1	1	4	0	0
24	Fusina	22	4	1	0	2	4	2	0	0	0	2	0	5	1	1
25	Montalto di Castro	17	4	1	1	2	1	2	0	0	0	1	0	3	1	1
26	Piacenza	21	5	2	1	2	2	4	0	0	0	2	0	3	0	0
27	Chivasso	22	5	2	1	2	2	4	0	0	0	3	0	3	0	0

28	San Filippo del Mela	25	6	2	1	2	3	4	0	0	0	3	0	4	0	0
29	Trapani	21	3	1	1	3	2	3	0	0	0	2	0	4	1	1
30	Ostiglia	21	4	1	0	1	4	2	0	0	0	3	0	5	0	1
31	La Spezia	27	4	3	2	3	6	2	0	1	0	2	0	4	0	0
32	Fiume Santo	25	4	2	1	3	4	2	0	0	0	2	0	5	0	2
33	San Giorgio	13	2	1	1	4	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0
34	Porto Corsini	29	7	3	2	2	3	3	0	0	0	2	0	4	1	2
35	Bolgiano	10	4	2	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0
36	Brindisi	11	4	2	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0
37	Ferrera Erbognone	11	4	2	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0
38	Ravenna	11	4	2	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0
39	Mincio	26	5	4	1	3	4	4	0	0	0	2	0	3	0	0
40	Priolo Gargallo	23	5	1	1	2	3	1	0	0	1	2	0	6	1	0
41	Mantova	14	4	1	0	1	3	0	0	0	0	2	1	0	0	2
42	Voghera	20	4	1	1	2	2	3	0	0	0	2	0	4	1	0
43	Moncalieri	25	4	2	2	3	4	3	0	0	0	2	1	4	0	0
44	Gualdo Cattaneo	21	3	1	1	2	3	4	0	0	0	2	0	4	1	0

45	Termoli	17	3	1	1	2	3	2	0	0	0	1	0	4	0	0
46	Santa Barbara	23	4	1	1	2	4	2	0	0	0	2	0	5	1	1
47	Riva del Garda	20	4	1	2	2	2	3	0	0	0	4	1	0	1	0
48	Linate	22	4	1	1	3	2	2	0	0	0	2	1	5	1	0
49	Malpensa	22	4	1	1	3	2	2	0	0	0	2	1	5	1	0
50	Pietrafitta	19	4	1	1	2	3	2	0	0	0	2	0	3	1	0
51	Canavese	21	4	1	1	2	3	3	0	0	0	2	1	4	0	0
52	Napoli Levante	21	4	1	0	2	4	3	0	0	0	2	0	4	1	0
53	Ferrara	12	4	1	0	2	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0
54	Fiumicino	21	4	1	1	2	2	3	0	0	0	2	1	5	0	0
55	Taranto	20	3	2	1	3	2	4	0	0	0	1	0	3	1	0
56	Novara	22	4	1	1	2	3	2	0	0	0	4	0	4	1	0
57	San Severo	23	4	0	2	3	3	3	0	0	0	2	0	5	1	0
58	Gissi	22	5	1	1	3	2	4	0	0	0	3	0	3	0	0
59	Torino Nord	23	4	2	2	3	2	3	0	0	0	2	1	4	0	0
60	Leinì	22	3	1	2	3	2	3	0	0	0	2	1	4	1	0
61	Brindisi	23	4	1	1	2	4	2	0	0	0	2	0	6	1	0

62	Silandro	11	2	0	0	1	0	2	0	0	0	1	1	4	0	0
63	Livorno Ferraris	21	4	1	1	4	2	2	0	0	0	2	0	3	1	1
64	Priolo Gargallo	21	4	1	2	1	2	3	0	0	0	1	0	5	1	1
65	Aprilia	18	3	1	1	2	4	2	0	0	0	1	0	4	0	0
66	Porcari	21	4	1	1	4	3	2	0	0	0	1	0	5	0	0
67	Colleferro	20	4	1	2	2	3	2	0	0	0	1	0	5	0	0
68	Turano Lodigiano e Bertonico	18	3	1	1	3	4	1	0	0	0	1	0	4	0	0
69	Rosignano	23	3	1	2	3	3	3	0	0	0	2	1	4	1	0
70	Verzuolo	20	4	1	1	1	2	2	0	0	0	2	1	5	1	0
71	Vercelli	12	2	1	1	1	1	2	0	0	0	1	0	2	1	0
72	Castellavazzo	25	4	1	2	4	3	4	0	0	0	1	0	6	0	0
73	Reggio Emilia	25	4	2	2	4	2	3	0	0	0	2	1	5	0	0

Allegato 6_ Obiettivi ambientali

		Emissions to Air	Realeases to water	Energy Consumption (Electricity)	Energy Consumption (Fuels)	Water Consumption	Chemicals Materials Consumption	Local Issues	Risk of Environmental Accidents	Transport	Energy Production (Electric)	Energy Production (Thermal)	Waste Production	Biodiversity	Process Management
	TOT	47	19	45	15	26	18	23	48	9	6	3	38	0	28
	%	64.38356	26.0274	61.64384	20.54795	35.61644	24.65753	31.50685	65.75342	12.32877	8.219178	4.109589	52.05479	0	38.35616
1	La casella	si	si	no	no	si	si	no	si	no	no	no	si	no	si
2	Cassano d'Adda	si	no	si	no	no	no	no	si	no	no	no	no	no	si
3	Torrevaldaliga Sud	no	no	no	no	no	si	si	si	no	no	no	no	no	si
4	Torrevaldaliga	si	si	si	no	no	si	si	si	no	no	no	si	no	si
5	Tavazzano e Montanaso	si	si	si	no	si	no	no	si	no	no	no	si	no	no
6	Lamarmora	si	no	no	si	no	si	si	si	no	no	no	si	no	no
7	Turbigo	no	no	si	no	no	no	si	si	no	no	no	no	no	no
8	Monfalcone	si	no	no	no	no	no	no	si	no	no	no	si	no	no
9	Sulcis	si	no	no	no	no	no	no	si	no	no	no	si	no	si
10	Sermide	si	no	si	no	no	no	si	si	no	no	no	no	no	si
11	Altomonte	no	si	si	si	si	si	no	si	no	no	no	si	no	no
12	Bussi sul Tirino	no	no	si	si	no	no	no	no	no	no	no	si	no	no

13	Candela	no	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no	si	no	no
14	Cologno Monzese	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	no	no
15	Jesi	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	no	no
16	Marghera Azotati	si	no	no	no	si	no	si	si	no	no	no	si	no	no
17	Marghera Levante	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	si	no	no
18	Porto Viro	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	no	no
19	San Quirico	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	no	no
20	Sesto San Giovanni	si	no	no	no	no	si	no	si	no	no	no	si	no	no
21	Simeri Crichi	si	no	si	no	no	no	no	si	no	no	no	si	no	no
22	Terni	si	no	si	si	si	no	no	no	no	no	no	si	no	no
23	Torviscosa	no	si	si	no	si	no	no	no	no	no	no	si	no	no
24	Fusina	si	no	no	no	si	si	si	si	no	no	no	si	no	no
25	Montalto di Castro	no	no	no	no	no	si	si	si	no	no	no	no	no	no
26	Piacenza	si	si	no	no	si	no	si	si	no	no	no	no	no	si
27	Chivasso	si	no	si	no	si	no	no	si	no	no	no	si	no	si
28	San Filippo del Mela	si	si	si	no	si	no	no	si	no	no	no	no	no	si
29	Trapani	si	no	si	no	no	no	si	si	no	no	no	no	no	no

30	Ostiglia	no	si	si	no	no	no	si	si	no	no	no	no	no	no
31	La Spezia	si	no	si	si	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no
32	Fiume Santo	si	si	no	si	no	no	no	si	no	no	no	si	no	no
33	San Giorgio	no	no	si	no	si	no	no	si	si	no	si	si	no	no
34	Porto Corsini	si	si	no	no	no	no	no	si	no	no	no	si	no	si
35	Bolgiano	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
36	Brindisi	si	no	si	no	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no
37	Ferrera Erbognone	no	no	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no
38	Ravenna	si	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
39	Mincio	si	no	si	si	si	no	si	si	no	no	no	no	no	no
40	Priolo Gargallo	si	si	no	si	si	no	si	si	no	no	no	no	no	si
41	Mantova	si	no	si	no	no	no	si	si	no	no	no	si	no	no
42	Voghera	si	no	si	no	si	no	si	si	si	no	no	si	no	si
43	Moncalieri	no	no	si	no	no	no	si	si	si	si	no	no	no	no
44	Gualdo Cattaneo	no	no	no	no	no	si	si	si	no	no	no	si	no	no
45	Termoli	si	si	si	no	no	si	no	no	no	si	no	si	no	si
46	Santa Barbara	si	no	si	no	si	no	si	si	no	no	no	si	no	no

47	Riva del Garda	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	si
48	Linate	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	si
49	Malpensa	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
50	Pietrafitta	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	si	no	no
51	Canavese	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	si
52	Napoli Levante	si	no	si	no	si	si	no	no	no	no	no	no	no	si
53	Ferrara	si	no	no	no	no	si	no	si	no	no	no	si	no	si
54	Fiumicino	si	no	si	no	no	no	no	si	no	no	si	si	no	si
55	Taranto	no	no	si	no	no	no	no	si	no	no	no	no	no	no
56	Novara	si	no	si	no	si	no	no	si	si	si	si	si	no	si
57	San Severo	si	no	si	si	no	no	no	si	no	no	no	no	no	si
58	Gissi	no	si	no	no	no	si	si	si	si	no	no	si	no	si
59	Torino Nord	no	no	si	no	no	si	no	si	no	no	no	no	no	no
60	Leinì	si	no	si	no	si	no	si	si	si	no	no	si	no	si
61	Brindisi	si	si	no	no	si	no	si	si	no	no	no	si	no	no
62	Silandro	no	no	si	si	no	no	no	si	si	si	no	no	no	no
63	Livorno Ferraris	si	si	no	no	no	no	no	si	no	si	no	si	no	no

64	Priolo Gargallo	no	no	si	no	no	no	no	si	si	no	no	no	no	si
65	Aprilia	no	no	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
66	Porcari	si	no	si	si	si	no	no	si	si	no	no	no	no	si
67	Colleferro	si	no	si	no	no	no	si	no	no	no	no	no	no	si
68	Turano Lodigiano e Bertonico	no	no	si	no	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no
69	Rosignano	si	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	si
70	Verzuolo	no	no	si	no	no	si	no	no	no	no	no	si	no	no
71	Vercelli	si	no	no	no	no	no	no	si	no	no	no	no	no	si
72	Castellavazzo	si	no	no	no	si	si	no	si	no	no	no	no	no	no
73	Reggio Emilia	si	no	no	no	no	si	si	no	no	si	no	no	no	no

Allegato 7_ Azioni dichiarate nel Programma Ambientale

			Emissions to Air	Realeases to water	Energy Consumption (Electricity)	Energy Consumption (Fuels)	Water Consumption	Chemicals Materials Consumption	Local Issues	Risk of Environmental Accidents	Transport	Energy Production (Electric)	Energy Production (Thermal)	Waste Production	Biodiversity	Process Management
	TOT	562	101	25	87	21	37	26	33	87	11	7	3	59	0	65
	AVG	7.7	1.38356	0.34247	1.19178	0.28767	0.50685	0.35616	0.45205	1.19178	0.15068	0.09589	0.0411	0.80822	0	0.89041
	MAX	27	6	3	5	3	3	4	3	6	2	2	1	4	0	7
	MIN	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
1	La casella	27	5	3	0	0	2	1	0	6	0	0	0	3	0	7
2	Cassano d'Adda	5	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
3	Torrevaldaliga Sud	7	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	1
4	Torrevaldaliga	20	2	1	2	0	0	3	1	3	0	0	0	4	0	4
5	Tavazzano e Montanaso	14	3	2	2	0	1	0	0	4	0	0	0	2	0	0
6	Lamarmora	11	4	0	0	3	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
7	Turbigo	3	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8	Monfalcone	5	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0
9	Sulcis	7	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
10	Sermide	8	1	0	1	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	1

11	Altomonte	9	0	1	2	1	1	2	0	1	0	0	0	1	0	0
12	Bussi sul Tirino	5	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
13	Candela	8	0	1	1	3	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
14	Cologno Monzese	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
15	Jesi	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
16	Marghera Azotati	8	2	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	2	0	0
17	Marghera Levante	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
18	Porto Viro	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
19	San Quirico	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
20	Sesto San Giovanni	4	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
21	Simeri Crichi	9	1	0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
22	Terni	8	1	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
23	Torviscosa	8	0	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0
24	Fusina	11	2	0	0	0	1	4	1	2	0	0	0	1	0	0
25	Montalto di Castro	7	0	0	0	0	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0
26	Piacenza	9	2	1	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	1
27	Chivasso	7	2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1

28	San Filippo del Mela	15	5	1	2	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	2
29	Trapani	5	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
30	Ostiglia	7	0	1	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
31	La Spezia	6	2	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
32	Fiume Santo	8	2	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
33	San Giorgio	9	0	0	3	0	1	0	0	1	1	0	1	2	0	0
34	Porto Corsini	17	5	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	4
35	Bolgiano	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	Brindisi	5	1	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
37	Ferrera Erbognone	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	Ravenna	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	Mincio	10	2	0	3	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0
40	Priolo Gargallo	10	2	1	0	1	1	0	2	2	0	0	0	0	0	1
41	Mantova	7	1	0	2	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0
42	Voghera	17	2	0	3	0	1	0	1	2	2	0	0	2	0	4
43	Moncalieri	6	0	0	1	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0
44	Gualdo Cattaneo	5	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	0	0

45	Termoli	11	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	5
46	Santa Barbara	10	3	0	1	0	2	0	2	1	0	0	0	1	0	0
47	Riva del Garda	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
48	Linate	5	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
49	Malpensa	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	Pietrafitta	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
51	Canavese	6	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
52	Napoli Levante	7	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
53	Ferrara	5	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1
54	Fiumicino	7	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2
55	Taranto	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
56	Novara	13	3	0	1	0	2	0	0	1	1	1	1	1	0	2
57	San Severo	12	1	0	5	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2
58	Gissi	8	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	0	1
59	Torino Nord	4	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
60	Leinì	20	3	0	3	0	1	0	2	1	2	0	0	4	0	4
61	Brindisi	16	6	2	0	0	1	0	3	2	0	0	0	2	0	0

62	Silandro	7	0	0	2	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0
63	Livorno Ferraris	8	1	1	0	0	0	0	0	4	0	1	0	1	0	0
64	Priolo Gargallo	9	0	0	2	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	3
65	Aprilia	5	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
66	Porcari	14	2	0	4	1	2	0	0	2	1	0	0	0	0	2
67	Colleferro	7	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
68	Turano Lodigiano e Bertonico	5	0	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
69	Rosignano	9	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
70	Verzuolo	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
71	Vercelli	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
72	Castellavazzo	5	1	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
73	Reggio Emilia	5	2	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0

Allegato 8_ Azioni con budget dichiarato

			Emissions to Air	Realeases to water	Energy Consumption (Electricity)	Energy Consumption (Fuels)	Water Consumption	Chemicals Materials Consumption	Local Issues	Risk of Environmental Accidents	Transport	Energy Production (Electric)	Energy Production (Thermal)	Waste Production	Biodiversity	Process Management
	TOT	360	70	20	47	6	17	13	26	66	9	6	3	33	0	44
	AVG	4.93	0.9589	0.27397	0.64384	0.08219	0.23288	0.17808	0.35616	0.90411	0.12329	0.08219	0.0411	0.45205	0	0.60274
	MAX	20	6	3	3	2	2	3	3	5	2	2	1	4	0	5
	MIN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
1	La casella	20	3	3	0	0	1	1	0	5	0	0	0	3	0	4
2	Cassano d'Adda	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Torrevaldaliga Sud	7	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	1
4	Torrevaldaliga	20	2	1	2	0	0	3	1	3	0	0	0	4	0	4
5	Tavazzano e Montanaso	14	3	2	2	0	1	0	0	4	0	0	0	2	0	0
6	Lamarmora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Turbigo	3	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8	Monfalcone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Sulcis	7	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
10	Sermide	8	1	0	1	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	1

11	Altomonte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Bussi sul Tirino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Candela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Cologno Monzese	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Jesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Marghera Azotati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Marghera Levante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Porto Viro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	San Quirico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Sesto San Giovanni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Simeri Crichi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Terni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Torviscosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	Fusina	7	1	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	1	0	0
25	Montalto di Castro	7	0	0	0	0	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0
26	Piacenza	8	2	1	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	1
27	Chivasso	7	2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1

28	San Filippo del Mela	15	5	1	2	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	2
29	Trapani	5	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
30	Ostiglia	7	0	1	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
31	La Spezia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Fiume Santo	8	2	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
33	San Giorgio	9	0	0	3	0	1	0	0	1	1	0	1	2	0	0
34	Porto Corsini	17	5	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	4
35	Bolgiano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	Brindisi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	Ferrera Erbognone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	Ravenna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	Mincio	10	2	0	3	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0
40	Priolo Gargallo	10	2	1	0	1	1	0	2	2	0	0	0	0	0	1
41	Mantova	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	Voghera	17	2	0	3	0	1	0	1	2	2	0	0	2	0	4
43	Moncalieri	6	0	0	1	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0
44	Gualdo Cattaneo	5	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	0	0

45	Termoli	11	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	5
46	Santa Barbara	10	3	0	1	0	2	0	2	1	0	0	0	1	0	0
47	Riva del Garda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	Linate	5	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
49	Malpensa	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	Pietrafitta	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
51	Canavese	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	Napoli Levante	5	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
53	Ferrara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	Fiumicino	6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2
55	Taranto	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
56	Novara	9	3	0	1	0	2	0	0	1	0	1	1	0	0	0
57	San Severo	7	1	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
58	Gissi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	Torino Nord	3	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
60	Leinì	20	3	0	3	0	1	0	2	1	2	0	0	4	0	4
61	Brindisi	16	6	2	0	0	1	0	3	2	0	0	0	2	0	0

62	Silandro	5	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
63	Livorno Ferraris	7	0	1	0	0	0	0	0	4	0	1	0	1	0	0
64	Priolo Gargallo	8	0	0	1	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	3
65	Aprilia	4	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
66	Porcari	6	1	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
67	Colleferro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	Turano Lodigiano e Bertonico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	Rosignano	9	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
70	Verzuolo	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
71	Vercelli	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	Castellavazzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	Reggio Emilia	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Allegato 9_ Budget dichiarto (k€) per ogni azione

			Emissions to Air	Realeases to water	Energy Consumption (Electricity)	Energy Consumption (Fuels)	Water Consumption	Chemicals Materials Consumption	Local Issues	Risk of Environmental Accidents	Transport	Energy Production (Electric)	Energy Production (Thermal)	Waste Production	Biodiversity	Process Management
	TOT	632188	476428	18262	16427.2	1605	8031.6	1717	20275.9	64573.1	363	1454	6050	9698.5	0	7303.4
	AVG	8660.1	6526.41	250.164	225.03	21.9863	110.022	23.5205	277.752	884.563	4.9726	19.9178	82.8767	132.856	0	100.047
	MAX	359870	352700	10214	6000	1010	5900	1270	6900	10810	90	800	5500	6465	0	5500
	MIN	17.5	12	4	8	50	8.6	12	2.6	5	25	14	50	0.9	0	5
1	La casella	23288	3592	6090	0	0	5900	105	0	1895	0	0	0	205.5	0	5500
2	Cassano d'Adda	350	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Torrevaldaliga Sud	1233.5	0	0	0	0	0	170	215	840	0	0	0	0	0	8.5
4	Torrevaldaliga	13004	664	245	1016.2	0	0	77	68	10810	0	0	0	27.5	0	96
5	Tavazzano e Montanaso	359870	352700	40	600	0	500	0	0	5910	0	0	0	120	0	0
6	Lamarmora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Turbigo	9300	0	0	6000	0	0	0	1600	1700	0	0	0	0	0	0
8	Monfalcone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Sulcis	17341	4591	0	0	0	0	0	0	10700	0	0	0	2050	0	0
10	Sermide	7356	500	0	186	0	0	0	10	6640	0	0	0	0	0	20

11	Altomonte	7356	500	0	186	0	0	0	10	6640	0	0	0	0	0	20
12	Bussi sul Tirino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Candela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Cologno Monzese	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Jesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Marghera Azotati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Marghera Levante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Porto Viro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	San Quirico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Sesto San Giovanni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Simeri Crichi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Terni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Torviscosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	Fusina	6222	2000	0	0	0	15	1270	0	2617	0	0	0	320	0	0
25	Montalto di Castro	6669	0	0	0	0	0	50	5395	1224	0	0	0	0	0	0
26	Piacenza	1565	800	15	0	0	40	0	200	350	0	0	0	0	0	160
27	Chivasso	1610	408	0	100	0	850	0	0	60	0	0	0	192	0	0

28	San Filippo del Mela	4493	1956	200	224	0	138	0	0	1915	0	0	0	0	0	60
29	Trapani	1340	220	0	20	0	0	0	1000	100	0	0	0	0	0	0
30	Ostiglia	5652	0	1000	200	0	0	0	152	4300	0	0	0	0	0	0
31	La Spezia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Fiume Santo	3362	250	99	0	1010	0	0	0	2000	0	0	0	3	0	0
33	San Giorgio	680	0	0	40	0	25	0	0	60	50	0	500	5	0	0
34	Porto Corsini	3623	2803	130	0	0	0	0	0	210	0	0	0	60	0	420
35	Bolgiano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	Brindisi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	Ferrera Erbognone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	Ravenna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	Mincio	3806.5	35.5	0	1430	325	9	0	2002	5	0	0	0	0	0	0
40	Priolo Gargallo	30278	27700	100	0	100	21	0	751.75	1205.3	0	0	0	0	0	400
41	Mantova	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	Voghera	2220.8	2005	0	55	0	8.6	0	2.6	31	90	0	0	21.1	0	7.5
43	Moncalieri	1169.8	0	0	30	0	0	0	600	309.8	30	200	0	0	0	0
44	Gualdo Cattaneo	187	0	0	0	0	0	13	70	100	0	0	0	4	0	0

45	Termoli	1225	130	15	50	0	0	20	0	0	0	800	0	10	0	200
46	Santa Barbara	16220	9150	0	20	0	70	0	6900	50	0	0	0	30	0	0
47	Riva del Garda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	Linate	965	900	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
49	Malpensa	12585	12585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	Pietrafitta	17.5	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.5	0	0
51	Canavese	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	Napoli Levante	756.4	600	0	45	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	11.395
53	Ferrara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	Fiumicino	529.4	158.5	0	0	0	0	0	0	20	0	0	50	0.9	0	300
55	Taranto	1600	0	0	300	0	0	0	0	1300	0	0	0	0	0	0
56	Novara	10160	4230	0	35	0	45	0	0	50	0	300	5500	0	0	0
57	San Severo	1447	1150	0	212	0	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0
58	Gissi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	Torino Nord	4030	0	0	3530	0	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0
60	Leinì	228	15	0	35	0	10	0	10	10	90	0	0	53	0	5
61	Brindisi	36221	15883.6	10214	0	0	300	0	1289.51	2069	0	0	0	6465	0	0

62	Silandro	349	0	0	285	0	0	0	0	0	50	14	0	0	0	0
63	Livorno Ferraris	610	0	100	0	0	0	0	0	250	0	140	0	120	0	0
64	Priolo Gargallo	962	0	0	250	0	0	0	0	617	25	0	0	0	0	70
65	Aprilia	714	0	0	590	120	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
66	Porcari	1010	12	0	965	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	5
67	Colleferro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	Turano Lodigiano e Bertonico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	Rosignano	29923	29899.2	4	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
70	Verzuolo	20	0	0	8	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
71	Vercelli	520	520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	Castellavazzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	Reggio Emilia	120	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Allegato 10_ Migliori Tecnologie Disponibili

			COGENERAZIONE Heat recovery by cogeneration (CHP) (BAT12i)	RICIRCOLO FUMI Flue gas recirculation or exhaust gas recirculation (BAT 18a, 20b, 24e, 28c, 32b, 41b, 47d, 56d)	CONDENSAZIONE FUMI Flue-gas condenser (BAT12k only CHP plants)	PRERISCALDAMENTO ARIA COMBUSTIONE Combustion air preheating (BAT12e)	PRERISCALDAMENTO/ASCIUGATURA COMBUSTIBILE Fuel preheating/drying (BAT12f)	PRERISCALDAMENTO ACQUA Preheating water from the steam condenser with recovered heat before reusing it in the boiler (BAT12h)	SISTEMI DI CONTROLLO AUTOMATICO PARAMETRI COMBUSTIONE Advanced control system to automatically determine combustion parameters (BAT12g)
		%	47.94520548	4.109589041	0	1.369863014	2.739726027	0	0
		n°	35	3	0	1	2	0	0
1	La casella	1	0	0	0	0	0	0	0
2	Cassano d'Adda	1	si	0	0	0	0	0	0
3	Torrevaldaliga Sud	1	0	0	0	0	0	0	0
4	Torrevaldaliga	4	0	0	0	0	0	0	0
5	Tavazzano e Montanaso	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Lamarmora	5	si	0	0	0	0	0	0
7	Turbigo	1	0	0	0	0	0	0	0
8	Monfalcone	3	0	0	0	0	0	0	0
9	Sulcis	3	0	0	0	0	0	0	0
10	Sermide	1	0	0	0	0	0	0	0
11	Altomonte	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Bussi sul Tirino	2	si	0	0	0	0	0	0
13	Candela	1	si	0	0	0	0	0	0

14	Cologno Monzese	2	si	0	0	0	0	0	0
15	Jesi	2	si	0	0	0	0	0	0
16	Marghera Azotati	1	si	0	0	0	0	0	0
17	Marghera Levante	2	si	0	0	0	0	0	0
18	Porto Viro	1	si	0	0	0	0	0	0
19	San Quirico	1	si	0	0	0	0	0	0
20	Sesto San Giovanni	2	si	0	0	0	0	0	0
21	Simeri Crichi	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Terni	2	si	0	0	0	0	0	0
23	Torviscosa	2	si	0	0	0	0	0	0
24	Fusina	5	0	0	0	0	0	0	0
25	Montalto di Castro	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Piacenza	2	0	0	0	0	0	0	0
27	Chivasso	0	0	0	0	0	0	0	0
28	San Filippo del Mela	3	0	0	0	0	0	0	0
29	Trapani	2	0	0	0	0	0	0	0
30	Ostiglia	1	0	0	0	0	0	0	0
31	La Spezia	4	0	0	0	0	0	0	0
32	Fiume Santo	3	0	0	0	0	0	0	0
33	San Giorgio	2	si	0	0	0	0	0	0
34	Porto Corsini	1	0	0	0	0	0	0	0
35	Bolgiano	3	si	0	0	0	0	0	0
36	Brindisi	2	0	0	0	0	0	0	0
37	Ferrera Erbognone	3	si	0	0	0	0	0	0
38	Ravenna	2	0	0	0	0	0	0	0
39	Mincio	1	0	0	0	0	0	0	0
40	Priolo Gargallo	0	0	0	0	0	0	0	0

41	Mantova	1	si	0	0	0	0	0	0
42	Voghera	1	0	0	0	0	0	0	0
43	Moncalieri	4	si	0	0	0	0	0	0
44	Gualdo Cattaneo	1	0	0	0	0	0	0	0
45	Termoli	0	0	0	0	0	0	0	0
46	Santa Barbara	0	0	0	0	0	0	0	0
47	Riva del Garda	1	si	0	0	0	0	0	0
48	Linate	2	si	0	0	0	0	0	0
49	Malpensa	1	si	0	0	0	0	0	0
50	Pietrafitta	0	0	0	0	0	0	0	0
51	Canavese	1	si	0	0	0	0	0	0
52	Napoli Levante	1	0	0	0	0	0	0	0
53	Ferrara	1	si	0	0	0	0	0	0
54	Fiumicino	2	si	0	0	0	0	0	0
55	Taranto	3	si	0	0	0	0	0	0
56	Novara	3	si	si	0	0	0	0	0
57	San Severo	3	si	0	0	0	0	0	0
58	Gissi	2	0	0	0	0	0	0	0
59	Torino Nord	5	si	si	0	0	0	0	0
60	Leinì	2	si	0	0	0	si	0	0
61	Brindisi	5	0	0	0	0	0	0	0
62	Silandro	4	si	0	0	si	0	0	0
63	Livorno Ferraris	0	0	0	0	0	0	0	0
64	Priolo Gargallo	1	si	0	0	0	0	0	0
65	Aprilia	0	0	0	0	0	0	0	0
66	Porcari	1	0	0	0	0	0	0	0
67	Colleferro	3	si	0	0	0	0	0	0
68	Turano Lodigiano e Bertonico	0	0	0	0	0	0	0	0
69	Rosignano	2	si	0	0	0	0	0	0

70	Verzuolo	4	si	0	0	0	si	0	0
71	Vercelli	0	0	0	0	0	0	0	0
72	Castellavazzo	3	0	0	0	0	0	0	0
73	Reggio Emilia	4	si	si	0	0	0	0	0

Allegato 11_Sistemi di trattamento dell'effluente gassoso

			ESP	Bag filter	Cyclones	Wet scrubber	Semi-dry scrubber spray dry scrubber or absorber and circulating fluidised bed scrubber	Sorbent injection	Selective catalytic reduction (SCR) of NOx	Selective non-catalytic reduction (SNCR) of NOx	Low Nox burner (Dry, low, ultra-low…)	Activated carbon or similar	Catalytic reduction of SOx (WSA-SNOx, DeSONOx…)	Catalytic reduction of CO
		%	17.808219	8.2191781	0	0	0	0	24.657534	0	52.054795	1.369863	10.958904	10.958904
		n°	13	6	0	0	0	0	18	0	38	1	8	8
1	La casella	1	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
2	Cassano d'Adda	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Torrevaldaliga Sud	1	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
4	Torrevaldaliga	4	0	si	0	0	0	0	si	0	si	0	si	0
5	Tavazzano e Montanaso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Lamarmora	5	si	si	0	0	0	0	0	0	si	0	si	0
7	Turbigo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
8	Monfalcone	3	si	0	0	0	0	0	si	0	0	si	0	0
9	Sulcis	3	si	si	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0
10	Sermide	1	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
11	Altomonte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Bussi sul Tirino	2	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
13	Candela	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Cologno Monzese	2	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
15	Jesi	2	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0

16	Marghera Azotati	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Marghera Levante	2	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
18	Porto Viro	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	San Quirico	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Sesto San Giovanni	2	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
21	Simeri Crichi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Terni	2	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
23	Torviscosa	2	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
24	Fusina	5	si	si	0	0	0	0	si	0	si	0	si	0
25	Montalto di Castro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Piacenza	2	0	0	0	0	0	0	si	0	si	0	0	0
27	Chivasso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	San Filippo del Mela	3	si	0	0	0	0	0	si	0	0	0	si	0
29	Trapani	2	0	0	0	0	0	0	si	0	si	0	0	0
30	Ostiglia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
31	La Spezia	4	si	0	0	0	0	0	si	0	si	0	si	0
32	Fiume Santo	3	si	0	0	0	0	0	si	0	0	0	si	0
33	San Giorgio	2	si	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	Porto Corsini	1	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
35	Bolgiano	3	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0	0	si
36	Brindisi	2	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	si
37	Ferrera Erbognone	3	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	si
38	Ravenna	2	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	si
39	Mincio	1	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
40	Priolo Gargallo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	Mantova	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	Voghera	1	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0

43	Moncalieri	4	0	0	0	0	0	0	si	0	si	0	0	si
44	Gualdo Cattaneo	1	si	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	Termoli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	Santa Barbara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	Riva del Garda	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	Linate	2	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0	0	0
49	Malpensa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	Pietrafitta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	Canavese	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	Napoli Levante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
53	Ferrara	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	Fiumicino	2	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
55	Taranto	3	si	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
56	Novara	3	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
57	San Severo	3	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	si
58	Gissi	2	0	0	0	0	0	0	si	0	si	0	0	0
59	Torino Nord	5	0	0	0	0	0	0	si	0	si	0	0	si
60	Leinì	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	Brindisi	5	si	si	0	0	0	0	si	0	si	0	si	0
62	Silandro	4	si	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	si
63	Livorno Ferraris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	Priolo Gargallo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	Aprilia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	Porcari	1	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
67	Colleferro	3	0	0	0	0	0	0	si	0	si	0	0	0
68	Turano Lodigiano e Bertonico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	Rosignano	2	0	0	0	0	0	0	0	0	si	0	0	0
70	Verzuolo	4	0	0	0	0	0	0	si	0	si	0	0	0
71	Vercelli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

72	Castellavazzo	3	si	si	0	0	0	0	si	0	0	0	0	0
73	Reggio Emilia	4	0	0	0	0	0	0	si	0	si	0	0	0

Allegato 12_ Frequenza di monitoraggio dei contaminanti

	NOx	Sox	Polveri	CO	CO2	NH3	Diossine	HCl	HF	Hg	Idrocarburi	Metalli	NO2	TVOCs	CH4
TOT / N° impianto	48	12	13	47	3	8	1	2	1	2	1	0	0	0	1
1	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
2	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
3	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
4	si	no	si	si	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no
5	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
6	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
7	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
8	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
9	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
10	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
11	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
12	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
13	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
14	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
15	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
16	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
17	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
18	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
19	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
20	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
21	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
22	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
23	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
24	si	si	si	si	no	si	si	si	no	si	no	no	no	no	no
25	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
26	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no

27	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
28	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
29	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
30	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
31	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
32	si	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
33	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
34	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
35	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
36	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
37	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
38	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
39	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
40	no	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
41	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
42	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
43	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
44	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
45	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
46	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
47	si	no	no	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
48	si	no	no	si	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no
49	si	no	no	si	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no
50	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
51	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
52	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
53	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
54	si	no	no	si	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no
55	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
56	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
57	si	no	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
58	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
59	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no

60	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
61	si	si	si	si	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no
62	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
63	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no	si	no	no	no	no
64	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	si
65	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
66	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
67	si	no	no	si	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no
68	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
69	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
70	si	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
71	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
72	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	no	no	no	no
73	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no

Allegato 13_ Energia elettrica e termica

	Energia elettrica netta immessa in rete (MWh)			Energia elettrica lorda prodotta (MWh)			Energia elettrica consumata dalla rete (MWh)			Energia termica lorda prodotta (MWh)			Net electrical efficiency (%)			Net total fuel utilization (%)		
Anno	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
TOT / N° impianto	8E+07	8E+07	7E+07	1E+08	1E+08	7E+07	316772	311254	316954	8E+06	8E+06	5E+06						
1	2E+06	2E+06	3E+06	0	0	0	59698	66069	72872	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1E+06	1E+06	1E+06	0	0	0	10404	9401	10584	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4E+06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29.4	31	29.4	0	0	0
5	3E+06	4E+06	4E+06	3E+06	4E+06	4E+06	0	0	0	0	0	0	49.9	49.2	48.3	0	0	0
6	46100	45930	50530	1E+05	1E+05	1E+05	0	0	0	4E+05	4E+05	3E+05	53.52	53.71	53.05	0	0	0
7	1E+06	2E+06	3E+06	1E+06	2E+06	3E+06	12000	10000	8000	0	0	0	43.62	43.96	46.55	0	0	0
8	2E+06	9E+05	1E+05	2E+06	1E+06	1E+05	0	0	0	0	0	0	50.46	52.28	52.48	0	0	0
9	9E+05	1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	4E+06	4E+06	3E+06	4E+06	4E+06	3E+06	3193	2810	2492	0	0	0	41.08	41.48	42.01	0	0	0
12	89552	1E+05	2E+05	94941	1E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	47.39	47.07	47.34	0	0	0
13	1E+06	2E+06	1E+06	1E+06	2E+06	2E+06	5395	4858	4016	4E+05	4E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0

14	0	0	0	0	0	0	974	1003	891	30419	29882	29073	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	1181	1181	834	0	0	0	34.93	37.17	39.3	0	0	0
16	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	5692	7032	8684	0	0	0	55.16	55.66	54.37	0	0	0
17	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	4577	5581	4711	3E+05	4E+05	3E+05	44.28	43.07	45.07	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	1427	1427	1327	0	0	0	53.33	53.43	52.86	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	1170	1167	1143	0	0	0	33.7	32.7	0	0	0	0
20	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	4374	5307	5235	3E+05	2E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0
21	4E+06	4E+06	3E+06	4E+06	4E+06	3E+06	5011	3106	8349	0	0	0	51.3	51.6	51.18	0	0	0
22	65204	29311	49378	71225	33469	54077	0	0	0	0	0	0	52.37	52.65	52.09	0	0	0
23	0	0	0	4E+06	4E+06	3E+06	92609	90972	85451	2E+05	2E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0
24	4E+06	2E+06	0	4E+06	2E+06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	1836	19360	18290	19136	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	2E+06	2E+06	1E+06	2E+06	2E+06	1E+06	10592	10098	10214	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	2E+06	3E+06	3E+06	2E+06	3E+06	3E+06	14900	13200	14800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	7E+05	7E+05	0	8E+05	8E+05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	13873	47266	1E+05	17554	50346	1E+05	2901	2187	2427	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	3E+06	3E+06	4E+06	3E+06	3E+06	4E+06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

31	2E+06	8E+05	2E+05	2E+06	9E+05	3E+05	0	0	0	0	0	0	51.72	52.06	0	0	0	0
32	3E+06	3E+06	3E+06	4E+06	4E+06	3E+06	0	0	0	0	0	0	50.53	50.45	0	0	0	0
33	2E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	0	2E+05	2E+05	0	0	0	0	86.4	87.1	0
34	9E+05	2E+06	2E+06	9E+05	2E+06	2E+06	0	0	0	0	0	0	50.7	51.3	51.2	0	0	0
35	0	0	0	2E+05	2E+05	0	0	0	0	2E+05	2E+05	0	46.5	44.87	45.31	0	0	0
36	0	0	0	6E+06	7E+06	0	0	0	0	4E+05	4E+05	0	52.5	51.83	0	0	0	0
37	0	0	0	5E+06	5E+06	0	0	0	0	5E+05	4E+05	0	53.86	53.62	53.4	0	0	0
38	0	0	0	4E+06	4E+06	0	0	0	0	3E+05	3E+05	0	0	0	0	0	0	0
39	8E+05	1E+06	8E+05	8E+05	1E+06	9E+05	7969	6658	7038	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	1E+06	8E+05	9E+05	1E+06	9E+05	9E+05	0	0	0	0	0	0	49.97	51.25	49.83	0	0	0
41	0	0	0	4E+06	4E+06	0	0	0	0	6E+05	5E+05	0	52.57	52.63	52.38	0	0	0
42	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06	4E+06	3E+06	1000	1000	2000	1E+06	1E+06	1E+06	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	1E+06	2E+06	2E+06	0	0	0	11050	7949	12939	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	1E+06	2E+06	1E+06	1E+06	2E+06	1E+06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	4E+05	3E+05	3E+05	4E+05	4E+05	3E+05	0	0	0	5E+05	4E+05	4E+05	0	0	0	80.7	80.1	81.2

48	90045	84643	38720	95727	90700	41788	0	0	0	1E+05	1E+05	78261	0	0	0	0	0	0
49	2E+05	2E+05	88579	2E+05	2E+05	99719	0	0	0	3E+05	3E+05	1E+05	0	0	0	0	0	0
50	4E+05	1E+06	9E+05	4E+05	1E+06	9E+05	0	0	0	0	0	0	33.54	32.63	33.47	0	0	0
51	40741	49705	33544	58556	67561	52878	1105	792	1798	1E+05	1E+05	1E+05	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	1E+06	1E+06	1E+06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	4E+06	4E+06	0	0	0	0	1E+05	1E+05	0	0	0	0	0	0	0
54	2E+05	2E+05	1E+05	2E+05	2E+05	1E+05	0	0	0	61151	70698	57108	0	0	0	0	0	0
55	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06	3E+06	0	0	0	0	0	0	0	53.4	53.4	0	0	0
56	5E+05	5E+05	5E+05	6E+05	5E+05	5E+05	5010	4937	0	5E+05	5E+05	4E+05	31.02	29.97	30.1	0	0	0
57	2E+06	1E+06	0	2E+06	1E+06	0	3318	3997	0	0	0	0	22	19.7	0	0	0	0
58	1E+06	2E+06	2E+06	1E+06	2E+06	2E+06	11961	8912	8557	0	0	0	53.84	53.9	53.78	0	0	0
59	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	3000	3000	4000	1E+06	9E+05	1E+06	0	0	0	0	0	0
60	0	2E+06	2E+06	0	2E+06	2E+06	0	2451	2055	0	64439	69811	52.59	51.66	0	0	0	0
61	5E+06	4E+06	3E+06	6E+06	5E+06	4E+06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	11958	11000	0	0	0	0	37576	39782	0	0	45.6	45.9	75.1	74.9	0
63	4E+06	4E+06	4E+06	4E+06	4E+06	4E+06	0	0	0	0	0	0	53.18	53.79	52.55	0	0	0
64	2E+06	3E+06	2E+06	2E+06	3E+06	3E+06	0	0	0	0	0	0	0	53.8	53.4	0	0	0

65	2E+06	2E+06	7E+05	0	0	0	6137	4814	2865	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	6E+05	6E+05	0	6E+05	6E+05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	0	3E+05	3E+05	0	3E+05	3E+05	0	445	464	0	0	0	0	0	0	0	58.9	57.8
68	0	0	0	2E+06	2E+06	1E+06	7007	6913	8089	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	2E+06	2E+06	0	2E+06	2E+06	0	3709	4283	0	4301	4328	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	8E+05	7E+05	2E+05	0	0	0	3E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	0
71	17869	20811	21068	18761	21099	21927	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	37835	43463	0	37910	51018	0	558	388	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	2E+05	3E+05	2E+05	2E+05	3E+05	2E+05	3200	1600	1700	4E+05	4E+05	4E+05	0	0	0	0	0	0

Allegato 14_ Emissioni totali in atmosfera di inquinanti

	NOx (Kg)			SOx (Kg)			Polveri (Kg)			CO (Kg)			CO2 (t)			NH3 (Kg)		
Anno	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
TOT / N° impianto	2E+07	2E+07	1E+07	1E+07	8E+06	6E+06	420516	275316	189547	1E+07	9E+06	7E+06	6E+07	6E+07	4E+07	7550	22540	20730
1	2E+05	3E+05	4E+05	0	0	0	0	0	0	706690	742160	622540	639191	817264	1E+06	0	0	0
2	2E+05	2E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	5000	26000	16500	542792	528964	5E+05	0	0	0
3	2E+05	2E+05	2E+05	5000	5000	5000	1000	1000	1000	409000	234000	397000	747707	719052	6E+05	0	0	0
4	2E+06	1E+06	9E+05	2E+06	9E+05	8E+05	39000	40000	36000	1E+06	674000	281000	0	0	0	0	0	0
5	5E+05	6E+05	5E+05	0	0	0	0	0	0	469300	404900	432800	1E+06	2E+06	1E+06	0	0	0
6	1E+05	63400	39200	1E+05	1E+05	73200	700	200	150	11200	10400	6870	205652	199808	2E+05	0	0	0
7	1E+05	3E+05	3E+05	0	0	0	0	0	0	927000	1E+06	817000	480622	956144	1E+06	0	0	0
8	7E+05	3E+05	37000	8E+05	3E+05	38000	44000	21000	2600	39000	21000	2500	2E+06	897000	1E+05	0	0	0
9	7E+05	8E+05	8E+05	7E+05	8E+05	7E+05	12000	11000	21000	262000	386000	385000	1E+06	1E+06	1E+06	0	0	0
10	2E+05	2E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	17824	14558	13265	556195	575675	5E+05	0	0	0
11	5E+05	5E+05	5E+05	0	0	0	0	0	0	200790	227780	270080	1E+06	1E+06	1E+06	0	0	0
12	31000	41090	57400	0	0	0	0	0	0	2420	3480	4500	44294	57556	80114	0	0	0
13	2E+05	2E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	390130	395240	351070	520845	653563	6E+05	0	0	0
14	0.004	0.004	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
16	86.6	74.7	54.8	0	0	0	0	0	0	9.3	10.7	8.8	119805	102838	78522	0	0	0
17	4E+05	3E+05	3E+05	0	0	0	0	0	0	91500	161100	152000	843000	872000	8E+05	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	60.37	53.11	47.31	0	0	0	0	0	0	10.28	13.69	19.71	108219	107034	1E+05	0	0	0
21	5E+05	6E+05	5E+05	0	0	0	0	0	0	223020	193850	348030	1E+06	2E+06	1E+06	0	0	0
22	16670	13600	25990	0	0	0	0	0	0	3381	5801	52201	33	16	24	0	0	0
23	5E+05	5E+05	5E+05	0	0	0	0	0	0	214000	229000	287000	1E+06	1E+06	1E+06	0	0	0
24	1E+06	5E+05	0	1E+06	6E+05	0	23700	5200	0	98000	50000	0	4E+06	2E+06	0	0	0	0
25	90	440	1170	0	0	0	0	0	0	200	260	910	1185	225	1172	0	0	0
26	2E+05	2E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	14000	12000	12000	642718	607316	5E+05	0	0	0
27	3E+05	3E+06	3E+05	0	0	0	0	0	0	12000	16800	35100	865710	973008	1E+06	0	0	0
28	2E+05	3E+05	0	3E+05	4E+05	0	60000	23000	0	54000	52000	0	689000	728000	0	0	0	0

29	5000	11000	27900	0	0	0	0	0	0	7000	10000	16200	13000	36000	89400	0	0	0
30	0	0	0	4E+05	4E+05	6E+05	0	0	0	1E+06	808700	958200	1E+06	1E+06	1E+06	0	0	0
31	9E+05	5E+05	1E+05	1E+06	5E+05	1E+05	20000	6000	3000	304000	125000	12000	2E+06	799255	2E+05	0	0	0
32	2E+06	2E+06	2E+06	1E+06	2E+06	2E+06	129000	100000	89000	0	0	0	3E+06	3E+06	3E+06	0	0	0
33	0.03	0.042	0	0.018	0.023	0	0.0039	0.005	0	0	0	0	14852	11871	0	0	0	0
34	86100	2E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	0.0127	0.0427	0.022	348863	879052	8E+05	0	0	0
35	33350	30000	0	0	0	0	0	0	0	35130	33810	0	107998	105406	0	0	0	0
36	7E+05	7E+05	0	0	0	0	0	0	0	226000	384000	0	2E+06	3E+06	0	0	0	0
37	9E+05	9E+05	0	9000	8000	0	0	0	0	62000	54000	0	3E+06	2E+06	0	0	0	0
38	5E+05	7E+05	0	0	0	0	0	0	0	15000	29000	0	2E+06	2E+06	0	0	0	0
39	89800	1E+05	1E+05	0	0	0	0	0	0	206800	178500	167700	304497	400517	3E+05	0	0	0
40	1E+05	1E+05	1E+05	0	0	0	130	580	620	0	0	0	489535	380173	4E+05	0	0	0
41	4E+05	5E+05	0	0	0	0	0	0	0	229300	52700	0	2E+06	2E+06	0	0	0	0
42	2E+05	2E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	144656	176761	161537	802791	778304	8E+05	0	0	0
43	3E+05	3E+05	3E+05	0	0	0	0	0	0	72000	90000	119000	1E+06	1E+06	1E+06	5000	19000	16000
44	0	0	0	0	0	0	20	0	0	80	0	0	46	19	0	0	0	0
45	1E+05	2E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	306641	471623	430976	499361	749727	7E+05	0	0	0
46	1E+05	3E+05	137.9	0	0	0	0	0	0	25600	57500	41100	551016	712903	6E+05	0	0	0
47	90407	78653	64425	0	0	0	0	0	0	46258	41129	35009	193251	181287	1E+05	0	0	0
48	25000	23000	7000	0	0	0	0	0	0	13000	2800	2000	59239	57695	0	0	0	0
49	1E+05	1E+05	34000	0	0	0	0	0	0	33000	40000	14000	119120	118436	0	0	0	0
50	56400	2E+05	77700	0	0	0	0	0	0	6202	13342	3644	172547	527251	4E+05	0	0	0
51	12590	11410	10530	0	0	0	0	0	0	7640	7950	6460	40629	42730	36016	580	600	100
52	76000	70000	74000	0	0	0	0	0	0	10000	8000	8000	547000	537000	6E+05	0	0	0
53	5E+05	5E+05	0	0	0	0	0	0	0	104000	91000	0	2E+06	2E+06	0	0	0	0
54	22497	22794	16188	946	756.3	60.6	240.4	250	76.9	26303	16558	10082	77343	71142	52476	0	0	0
55	2E+06	1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	22700	14900	5600	176200	118200	99100	5E+06	4E+06	3E+06	0	0	0
56	74000	45000	80000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	316040	296303	3E+05	0	0	0
57	2E+05	1E+05	0	0	0	0	0	0	0	150600	26860	0	636518	499051	0	0	0	0
58	81300	2E+05	1E+05	0	0	0	0	0	0	22000	53700	61500	417520	753668	9E+05	0	0	0
59	99000	96000	1E+05	0	0	0	0	0	0	18000	24000	28000	852701	838900	9E+05	1950	2750	3700
60	0	2E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	0	114158	111661	0	732658	7E+05	0	0	0
61	3E+06	2E+06	1E+06	2E+06	1E+06	8E+05	64000	48000	24000	446000	311000	181000	5E+06	5E+06	4E+06	0	0	0

62	16594	18474	0	0	0	0	116	66	0	5194	11323	0	6043.2	5372	0	0	0	0
63	3E+05	4E+05	3E+05	0	0	0	0	0	0	401270	342200	359.57	1E+06	2E+06	1E+06	0	0	0
64	3E+05	4E+05	4E+05	33800	42400	42300	3700	4000	6500	41700	45300	43600	1E+06	1E+06	1E+06	0	0	0
65	2E+05	2E+05	74247	0	0	0	0	0	0	263498	238362	69776	766552	874398	0	0	0	0
66	0	5164	4752	0	0	0	0	0	0	0	3669.3	2834	0	0	0	0	0	0
67	0	38690	40970	0	0	0	0	0	0	0	4240	7530	0	123046	1E+05	0	0	0
68	2E+05	3E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	119325	133449	119755	637224	790044	5E+05	0	0	0
69	0	2E+05	2E+05	0	0	0	0	0	0	0	241071	276130	0	798715	8E+05	0	0	0
70	1E+05	1E+05	31250	0	0	0	0	0	0	21290	19360	4950	296012	293503	0	0	0	0
71	4100	4700	4360	0	0	0	0	0	0	2610	1520	920	9933.9	11536	11516	0	0	0
72	66130	76530	0	4240	5330	0	210	120	0	9800	15090	0	114	0	0	0	0	0
73	30400	23000	44400	0	0	0	0	0	0	7800	9800	12500	141169	170345	2E+05	20	190	930

Allegato 15_ Emissioni totali in atmosfera di inquinanti

	N2O (Kg)			Metalli (Kg)			Hg (Kg)			HF (Kg)			HCl (Kg)			Idrocarburi (Kg)		
Anno	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
TOT / N° impianto	0	0	0	0	0	0	5000	3000	3000	80	110	0	1130	1610	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	5000	3000	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	110	0	1130	1610	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Allegato 16_ Concentrazioni medie annue delle emissioni di inquinanti in atmosfera

	NOx (mg/Nm3)			SOx (mg/Nm3)			Polveri (mg/Nm3)			CO (mg/Nm3)			CO2 (mg/Nm3)			NH3 (mg/Nm3)		
Anno	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
TOT / N° impianto	1601.4	1706.9	1275.1	311.01	212.95	278.38	17.563	7.5917	9.1917	393.49	358.01	212.4	221600	277250	207050	5.68	0.94	1.55
1	21.48	21.1	21.8	0	0	0	0	0	0	3.7625	4.295	4.4175	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	20	20.67	22.67	0	0	0	0	0	0	1.6667	5	5.3333	0	0	0	0	0	0
4	100	0	0	100	0	0	11.667	0	0	123.33	0	0	0	0	0	5	0	0
5	23.4	24	23.9	0	0	0	0	0	0	1	1.5	2.1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	19	17	16	0	0	0	0	0	0	1	0.7	1.2	0	0	0	0	0	0
8	0	0	77.17	0	0	78.7	0	0	4.2667	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0
9	152.5	149	139.5	141.5	147	127.5	3	3	3.5	52	58	66	0	0	0	0	0	0
10	22	22.33	22.67	0	0	0	0	0	0	2.3333	2	1.6667	0	0	0	0	0	0
11	24.05	25.15	26.1	0	0	0	0	0	0	1.05	1.05	1.3	0	0	0	0	0	0
12	46.7	47.5	47.5	0	0	0	0	0	0	3	3.7	3.7	0	0	0	0	0	0
13	24.6	24.9	24.7	0	0	0	0	0	0	5.6	3.6	3.6	0	0	0	0	0	0
14	103.1	93.7	128.9	0	0	0	0	0	0	0.6	3.3	0.6	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	47.5	47.5	47.5	0	0	0	0	0	0	5	5	4	0	0	0	0	0	0
17	58.93	57.71	57.33	0	0	0	0	0	0	3.5667	4.8	4.4667	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	39.26	35.25	28.89	0	0	0	0	0	0	11.31	14.435	12.22	0	0	0	0	0	0
21	23.6	23.25	25.25	0	0	0	0	0	0	1.4	1.3	1.4	0	0	0	0	0	0
22	33.1	34.1	35	0	0	0	0	0	0	1.7	0.8	2.2	0	0	0	0	0	0
23	22.24	22.03	24.43	0	0	0	0	0	0	2.32	2.285	1.94	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

29	20.4	19.25	19.65	0	0	0	0	0	0	1.35	1.45	1.45	0	0	0	0	0	0
30	24.7	25.6	21.3	0	0	0	0	0	0	3.3	2.3	2.3	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	106.7	0	0	0	0	0	1.8	0	0	55.333	0	0	0	0	0	0	0
34	19.35	19.15	17.5	0	0	0	0	0	0	3.15	4.5	2.15	0	0	0	0	0	0
35	23.3	21.3	0	0	0	0	0	0	0	26.6	25.7	0	0	0	0	0	0	0
36	19.72	18.39	0	0	0	0	0	0	0	1.1433	1.84	0	0	0	0	0	0	0
37	26.83	26.07	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0
38	16.4	19.55	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.725	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	20.07	19.62	20.75	0	0	0	0	0	0	4.69	7	6.545	0	0	0	0	0	0
41	17.95	19.8	0	0	0	0	0.25	0.33	0	1	0.95	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	14.35	13.95	13.75	0	0	0	0	0	0	0.9	1.15	0.85	0	0	0	0.15	0.5	0.6
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	1.492	1.912	3.449	0	0	0	0.245	0.535	0.71	17.248	20.705	19.285	0	0	0	0	0	0
46	19.1	25.5	17.39	0	0	0	0	0	0	3.06	5.1	4.89	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	56.77	46.29	0	0	0	0	0	0	0	27.503	3.4867	0	0	0	0	0	0	0
49	41.57	43.67	0	0	0	0	0	0	0	15.8	14.267	0	0	0	0	0	0	0
50	22.77	23.78	20.22	0	0	0	0	0	0	2.98	1.75	0.86	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	13	13	13	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0
53	18.84	20.67	0	0	0	0	0	0	0	1.305	1.055	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0.827	0.68	0.077	0.2067	0.2167	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	76.35	74.8	69.95	57.1	52.65	71.95	0.55	0.5	0.3	4.55	4.4	3.95	221600	277250	2E+05	0	0	0
56	24	19	26	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0
57	20.56	21.76	0	0	0	0	0	0	0	1.58	9.17	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	26.2	24.2	23.55	0	0	0	0	0	0	0.65	1.3	1.15	0	0	0	0.5	0.4	0.6
60	0	18.8	15.8	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	16.75	17.1	13.8	0.285	0.315	0.152	0.415	0.53	0.17	1.245	1.445	1.975	0	0	0	0	0	0
66	0	25.95	26.05	0	0	0	0	0	0	0	18.3	15.2	0	0	0	0	0	0
67	0	55.9	53.98	0	0	0	0	0	0	0	4.25	4.94	0	0	0	0	0	0
68	17.05	18.6	18.95	0	0	0	0.73	0.38	0.155	1.39	0.905	1.185	0	0	0	0	0	0
69	0	12.6	13.1	0	0	0	0	0	0	0	1.9	2.1	0	0	0	0	0	0
70	16.99	15.21	11.92	0	0	0	0	0	0	3.035	3.41	10.29	0	0	0	0	0	0
71	32.4	33	37.2	0	0	0	0	0	0	15.9	10.49	7.24	0	0	0	0	0	0
72	175.7	176.3	0	11.3	12.3	0	0.5	0.3	0	25.7	34.8	0	0	0	0	0	0	0
73	37.3	44.3	48.5	0	0	0	0	0	0	4.1667	4.2667	3.1	0	0	0	0.03	0.04	0.35

Allegato 17_ Concentrazioni medie annue delle emissioni di inquinanti in atmosfera

	N2O (mg/Nm3)			Metalli (mg/Nm3)			Hg (mg/Nm3)			HF (mg/Nm3)			HCl (mg/Nm3)			Idrocarburi (mg/Nm3)		
Anno	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
TOT / N° impianto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Allegato 18_ Consumo di combustibili, produzione di rifiuti, consumo/utilizzo di risorsa idrica

	Consumo di gas naturale (Nm3)			Consumo di gasolio (t)			Produzione totale di rifiuti (t)			Produzione totale di rifiuti non pericolosi (t)			Utilizzo acqua di raffreddamento (m3)			Consumo di acqua uso civile e industriale (m3)		
Anno	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
TOT / N° impianto	1E+11	1E+11	8E+10	35026	31417	18883	4E+06	1E+06	2E+06	652226	542497	213672	9E+09	9E+09	8E+09	7E+07	7E+07	5E+07
1	3E+08	4E+08	6E+08	2.93	3.3	4.812	1032.2	1166.3	1233.6	3.91	211.22	172.48	0	0	0	0	0	0
2	3E+08	3E+08	3E+08	1.6	2.7	3.8	1E+06	195715	348789	318805	264888	97848	2E+08	3E+08	6E+08	2E+05	2E+05	1E+05
3	3E+08	3E+08	3E+08	1.6	2.7	3.8	1E+06	195715	348789	318805	264888	97848	2E+08	3E+08	6E+08	2E+05	2E+05	1E+05
4	0	0	9E+07	0	0	0	0	0	172566	0	0	1361.5	0	0	0	0	0	0
5	6E+08	7E+08	7E+08	18	80	70.46	711.59	837.54	956.98	43.806	24.045	24.674	3E+08	4E+08	4E+08	54000	43000	55000
6	3E+06	5E+05	2E+07	0	0	0	11692	8999.4	6137.9	32.5	24.36	6.94	0	0	0	1E+05	1E+05	98114
7	2E+08	5E+08	5E+08	8	4	4	352	136	87	76	17	31	2E+08	3E+08	3E+08	3E+05	4E+05	5E+05
8	0	0	0	3000	2000	500	7621	3822.8	1753.2	139.9	93.1	86	3E+08	2E+08	2E+07	1E+06	7E+05	4E+05
9	0	0	0	5836	6001	5650	117489	130858	123907	207	184	2726	5E+08	5E+08	5E+08	3E+05	3E+05	3E+05
10	3E+08	3E+08	2E+08	39.17	13.88	14.3	303.38	0	0	18.08	0	0	3E+08	3E+08	2E+08	2E+05	2E+05	3E+05
11	7E+08	7E+08	6E+08	8	6	15	674.43	800.17	1313	103.67	107.25	173.67	0	0	0	37497	40797	58471
12	2E+07	3E+07	4E+07	0.16	0.17	0.18	178.71	262.39	249.4	4.7	3.72	0.7	2E+07	2E+07	2E+07	2E+06	2E+06	3E+06
13	2E+08	3E+08	3E+08	14	37	28	4356.1	3640	4092.5	20.61	5.58	7.44	0	0	0	21084	23614	20697

14	3E+06	3E+06	3E+06	0.11	0.09	0.05	7.42	10.68	14.75	0	7.89	10.34	0	0	0	64751	75084	64124
15	0	0	0	0.41	0.41	0.38	21.28	0	0	21.28	0	0	0	0	0	2	2	2
16	6E+07	5E+07	4E+07	0.03	0.03	0.03	394.94	510.38	574.23	2.33	4.72	20.49	0	0	0	4E+05	3E+05	3E+05
17	4E+08	4E+08	4E+08	0.75	0.69	0.79	671.41	447	637.87	209.84	22.05	48.43	4E+08	3E+08	2E+08	1E+06	1E+06	1E+06
18	0	0	0	0.179	0.179	0.03	16.98	0	0	16.98	0	0	0	0	0	205	0	0
19	0	0	0	0.1	0.1	0.1	18.43	0	0	18.43	0	0	0	0	0	1363	612	433
20	5E+07	5E+07	5E+07	0.5	0.26	0.21	184.88	92.57	65.18	34.38	24.01	5.72	0	0	0	2E+05	2E+05	2E+05
21	7E+08	8E+08	6E+08	4.5	2.9	2.1	235.46	102.03	105.81	2.94	6.05	2.15	0	0	0	2E+07	2E+07	2E+07
22	2E+07	8E+06	1E+07	0	0	0	18.09	15.36	33.51	2.94	4.49	1.76	0	0	0	5E+05	6E+05	4E+05
23	7E+08	7E+08	6E+08	0	0	0	119.11	143.52	243.16	2.28	2.43	24.29	0	0	0	4E+06	4E+06	4E+06
24	0	0	0	0	0	0	230592	146513	0	169.44	676.55	0	6E+08	4E+08	0	3E+06	2E+06	0
25	0	0	0	272.4	0	0	598	1323.1	178	428.6	796.1	72.7	0	0	0	27225	10964	34602
26	3E+08	3E+08	2E+08	2.17	2.59	2.03	86.263	78.195	149.13	1.957	17.857	5.313	2E+08	2E+08	2E+08	7E+05	6E+05	6E+05
27	4E+08	5E+08	5E+08	0.217	0.238	0.468	331.56	209.66	138.55	14.58	25.61	5.525	2E+08	2E+08	2E+08	5E+05	5E+05	5E+05
28	0	0	0	950	1040	0	65965	10762	0	1804.5	2377.3	0	3E+08	3E+08	0	3E+05	3E+05	0
29	6E+06	2E+07	4E+07	3	1.9	2	2.4	29.3	16.6	0.5	2.1	9.4	0	0	0	1167	3373	3583
30	5E+08	5E+08	7E+08	0	0	0	537.58	485.91	478.63	44.769	103.9	58.898	3E+08	3E+08	4E+08	5E+05	4E+05	4E+05

31	0	0	0	0	0	0	137421	57030	20655	1369	4869	2526	6E+08	5E+08	2E+08	1E+05	60222	67051
32	0	0	0	0	0	0	256946	273979	220898	145	89	107	7E+08	7E+08	7E+08	5E+06	6E+06	6E+06
33	0	0	0	0	0	0	269.72	275.81	0	4.4	17.199	0	0	0	0	0	0	0
34	2E+08	4E+08	4E+08	0	0	0	305.02	372.34	264.53	17.13	10.44	27.217	8E+07	2E+08	2E+08	6E+05	1E+06	3E+05
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15749	16118	0
36	1E+09	1E+09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	253	259.1	0
37	8E+08	8E+08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	7E+08	8E+08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2E+06	2E+06	0
39	1E+08	2E+08	2E+08	2.2	1.6	1.4	43.708	9.1	29.71	1.74	1.2	0.88	8E+07	9E+07	8E+07	57147	55092	51254
40	2E+08	2E+08	2E+08	4.932	5.61	1.67	693.56	549.23	555.13	53.01	170.37	32.03	3E+08	3E+08	2E+08	4E+05	5E+05	3E+05
41	8E+09	7E+08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2E+06	2E+06	0
42	0	0	0	0	0	0	2242.9	2848.4	2428.8	25.789	7.33	10.11	0	0	0	77830	1E+05	96223
43	7E+08	7E+08	6E+08	6.2	3.2	3.4	168	178	141	24	25	37	3E+08	3E+08	3E+08	7E+05	9E+05	1E+06
44	0	0	0	15	6	0	74.68	15.2	0	5.32	4.78	0	205834	176291	0	8373	7208	0
45	2E+08	3E+08	3E+08	0	0	0	307.17	135.26	510.69	5.574	3.397	59.884	2E+06	2E+06	2E+06	12909	2582	976
46	3E+08	3E+08	3E+08	0.99	1.14	1.78	152.3	60.6	279	79	5.3	7.3	2E+06	2E+06	1E+06	3E+05	2E+05	2E+05
47	9E+10	9E+10	7E+10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6E+06	6E+06	6E+06

48	3E+07	3E+07	1E+07	0.034	0.018	0.01	30.392	11.912	0	27.537	9.93	0	0	0	0	432	267	95
49	6E+07	6E+07	3E+07	0.375	0.283	0	18.125	53.964	0	14.579	17.785	0	0	0	0	4E+05	4E+05	29771
50	1E+08	3E+08	2E+08	1.512	1.577	3.84	149.98	1566.1	2088.3	2.98	388.92	1044.2	199683	689338	1E+06	3331	5419	11423
51	2E+07	2E+07	2E+07	0	0	0	121.16	100.71	65.157	14.196	30.325	55.48	2E+06	2E+06	2E+06	10562	12503	33507
52	2E+08	2E+08	3E+08	0.8	1.6	2	77	202	105	8	6	9	2E+08	2E+08	2E+08	89460	1E+05	1E+05
53	8E+08	7E+08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9E+06	9E+06	0
54	4E+07	3E+07	2E+07	0	0	0	28.475	76.752	29.393	13.583	32.006	17.371	0	0	0	0	0	0
55	5E+08	5E+08	6E+08	0	0	0	13454	12396	10791	331.86	608.61	511.11	6E+08	6E+08	6E+08	1E+06	1E+06	1E+06
56	2E+08	1E+08	1E+08	0.47	0.4	0.8	124.74	61.308	0	9.851	9.408	0	465438	388792	4E+05	8424	5905	7580
57	3E+08	2E+08	0	38.39	33.36	0	547.95	336.67	0	5.209	11.277	0	0	0	0	82176	74058	0
58	2E+08	3E+08	4E+08	2.094	2.189	2.255	405.1	906.7	2358.3	186.1	157.7	76.9	37152	61599	65891	4725	1736	5122
59	4E+08	4E+08	5E+08	3	3	1.5	241	111	122	210	53	39	0	0	0	4E+05	4E+05	5E+05
60	0	4E+08	3E+08	0	1.91	1.56	0	27.86	91.26	0	4.603	17.935	0	0	0	0	53681	80073
61	0	0	0	24704	22088	12552	342144	298639	227112	8361	1213.7	8297.2	2E+09	2E+09	2E+09	3E+06	3E+06	2E+06
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	7E+08	8E+08	7E+08	3.49	4.34	4.51	393.92	344.98	561.33	16.585	45.898	27.424	0	0	0	75030	97750	1E+05
64	5E+08	5E+08	5E+08	0	0	0	1547	861	278	174	51	139	2E+08	2E+08	2E+08	6E+06	6E+06	6E+06

65	3E+08	4E+08	1E+08	0	0	0	270.73	247.8	126.9	35.29	13.5	7	0	0	0	23946	31061	11400
66	0	2E+05	2E+05	0	0.18	0.11	0	90.77	15.71	0	10.86	5.66	0	0	0	0	4E+05	4E+05
67	0	6E+07	6E+07	0	0	0	0	6.627	17.025	0	1.497	2.33	0	0	0	0	5E+05	5E+05
68	3E+08	4E+08	3E+08	2.8	2.01	2.86	146.99	148.52	73.51	9.25	9.71	2.62	0	0	0	63150	48949	49671
69	0	4E+08	4E+08	0	0.37	0.71	0	90.437	85.16	0	39.627	58.42	0	1E+07	1E+07	0	2896	3412
70	2E+08	1E+08	2E+07	0	0	0	2275	1993.2	1544	0	34.2	0	0	0	0	1E+06	7E+05	2E+05
71	5E+06	6E+06	6E+06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	706	861	1035
72	0	0	0	75.46	60.03	0	2463	2539	0	39	1	0	0	0	0	3E+05	3E+05	0
73	7E+07	9E+07	8E+07	0.3	0.3	0.3	31	52.7	21.2	1.2	26	2.8	0	0	0	48425	56008	68607