

INVENTARIO DELLE EMISSIONI GHG 2019



arpae

agenzia
prevenzione
ambiente energia
emilia-romagna





Emissioni gas climalteranti

Introduzione

L'**inventario regionale delle emissioni dei gas serra** è compilato secondo la metodologia IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), aggiornata all'anno 2019: "Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories" (aggiornato al 2019).

La metodologia IPCC prevede una stima delle emissioni e della rimozione di gas climalteranti secondo **5 settori principali**, in cui sono raggruppate sia le fonti emissive che i processi di stoccaggio di carbonio.

In **tabella 1** si riporta, per ciascun settore IPCC, la descrizione delle attività valutate in correlazione con i macrosettori SNAP (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution), previsti dalla metodologia EMEP-CORINAIR, che costituisce il riferimento per la valutazione delle emissioni in atmosfera delle **sostanze inquinanti**.

SETTORI IPCC	ATTIVITÀ	MACROSETTORI CORINAIR
ENERGIA (ENERGY)	esplorazione e sfruttamento di fonti energetiche primarie	 MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili
	conversione delle fonti energetiche primarie in forme energetiche più utilizzabili nelle raffinerie e nelle centrali elettriche	 MS2 - Combustione non industriale  MS3 - Combustione industriale
	trasmissione e distribuzione di carburanti	 MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili  MS7 - Trasporto su strada
	utilizzo di combustibili nelle attività produttive, nei trasporti ed in sistemi destinati al riscaldamento	 MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari
PROCESSI INDUSTRIALI E USO DI PRODOTTI (IPPU)	processi industriali, dall'uso di gas serra nei prodotti all'uso non energetici del carbonio da combustibili fossili	 MS4 - Processi produttivi  MS6 - Uso di solventi
AGRICOLTURA, FORESTA E ALTRI USI DEL SUOLO (AFOLU)	coltivazioni agricole	 MS10 - Agricoltura
	zone umide gestite e terreni allagati	
	zootecnia (fermentazione enterica) e sistemi di gestione del letame	 MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti
	C stock associato ai prodotti legnosi raccolti	
RIFIUTI (WASTE)		 MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti
ALTRO	emissioni indirette da depositi di azoto da fonti non agricole	

Tabella 1: Settori IPCC-Macrosettori Corinair

I gas climalteranti, responsabili dell'**aumento dell'effetto serra naturale**, stimati nell'ambito dell'inventario sono: **CO₂, CH₄ e N₂O**.

Detti gas non hanno lo stesso comportamento nei confronti del riscaldamento della terra; il potenziale di riscaldamento, infatti, viene espresso in termini di CO₂ equivalente. Ciascuno di questi gas concorre alla CO₂eq in base al proprio specifico "**potere climalterante**" (GWP - Global Warming Potential), che sostanzialmente corrisponde alla "capacità serra" di quel composto in relazione al potere climalterante della CO₂, convenzionalmente posto uguale a 1, lungo un intervallo temporale che normalmente è di 100 anni (tabella 2).

GAS CLIMALTERANTI	II REPORT (SAR)	IV REPORT (AR4)	V REPORT (AR5)
CO ₂	1	1	1
CH ₄	21	25	28
N ₂ O	310	298	265

Tabella 2: Valori GWP in un intervallo temporale di 100 anni - Report IPCC

Ai fini della presente quantificazione della CO₂eq sono stati utilizzati i valori di GWP, per ciascun composto, proposti nel V rapporto IPCC¹:

$$CO_2eq = CO_2 + 265 * N_2O + 28 * CH_4$$

Seppur CH₄ e N₂O, come evidente in tabella 2, hanno un "potere climalterante" molto più alto di quello della CO₂, è proprio quest'ultima, com'è noto, ad essere il principale e più rilevante gas ad effetto serra, contribuendo **praticamente al 99% delle emissioni** in ragione delle quantità emesse.

1 GWP values for 100-year time horizon; Fifth Assessment Report (AR5)

Metodologia di calcolo

Nel presente paragrafo, si stimano le emissioni dei gas serra CO₂, CH₄, N₂O e di CO₂eq relativamente ai seguenti settori IPCC: Energy, IPPU, AFOLU, Waste.

In particolare, allo stato attuale, la stima del contributo emissivo dei settori IPPU e AFOLU si basa sui risultati elaborati nell'ambito dell'**Inventario delle emissioni in atmosfera INEMAR** (INventario EMISSIONi Aria – <https://www.arpae.it/temi-ambientali/aria/inventario-emissioni>), strutturato secondo la metodologia IPCC prevista per ciascun settore, mentre per i settori Energy e Waste è stata sviluppata una procedura di calcolo dedicata, in quanto INEMAR si discosta dalla metodologia IPCC.

SETTORE "ENERGY"

Le emissioni relative al settore "Energy" sono dovute alle attività di combustione **sia di combustibili fossili, che di biomasse** (responsabili del solo contributo in termini di emissioni di CH₄).

Le emissioni dei gas sono linearmente correlate ai consumi di combustibile per ciascuna attività e per vettore energetico.

Il valore delle emissioni del settore "Energy" è dovuto al prodotto dell'indicatore di attività (consumo di combustibile per vettore energetico) per il relativo fattore di emissione:

$$E_j = \sum_i A_{att,comb_{i,j}} * FE_{i,j}$$

E_j = Emissione dell'attività j

$A_{att,comb_{i,j}}$ = indicatore di attività per l'attività j e per il vettore energetico i (consumo di combustibile relativo all'attività j e al vettore energetico i)

$FE_{i,j}^2$ = fattore di emissione per l'inquinante i-esimo relativo all'attività j

I dati di base utilizzati sono i consumi energetici elaborati dall'Osservatorio Energia di ARPAE nell'ambito del **Bilancio Energetico Regionale** (BER). Ai fini di questo lavoro si considerano esclusivamente le voci "consumo per la produzione di energia" e "consumo finale di energia", come si vede in [tabella 3](#), evidenziate in arancione. Il "consumo finale di energia" viene analizzato in dettaglio in [tabella 4](#).

2 Fattori di emissione ISPRA (EF Combustion 2019)

BILANCIO ENERGETICO REGIONALE 2018	TOTALE PER TUTTE LE FONTI (ktep)	PRODOTTI PETROLIFERI (ktep)	GAS (ktep)	RINNOVABILI-TOTALE (ktep)	RIFIUTI-NON RINNOVABILI (ktep)	CALORE DERIVATO (ktep)	ELETTRICITÀ (ktep)
CONSUMO INTERNO LORDO	16.171	4.941	8.194	2.308	194		533
CONSUMO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA	5.660	727	3.345	1.460	125		3
ENERGIA PRODOTTA	3.294	403	5	3		780	2.104
CONSUMO DEL SETTORE ENERGETICO	254	24	74			70	86

Tabella 3: Bilancio energetico dell'Emilia-Romagna (ktep) 2019
Segue nella pagina successiva

SISTEMA DI GESTIONE
 QUALITÀ CERTIFICATO



UNI EN ISO 9001:2015

BILANCIO ENERGETICO REGIONALE 2018	TOTALE PER TUTTE LE FONTI (ktep)	PRODOTTI PETROLIFERI (ktep)	GAS (ktep)	RINNOVABILI-TOTALE (ktep)	RIFIUTI-NON RINNOVABILI (ktep)	CALORE DERIVATO (ktep)	ELETTRICITÀ (ktep)
PERDITE DI DISTRIBUZIONE	203		45			24	134
DISPONIBILE PER IL CONSUMO FINALE	13.344	4.592	4.733	851	68	686	2.414
CONSUMO FINALE NON ENERGETICO	684	618	66				
CONSUMO FINALE DI ENERGIA	12.660	3.975	4.667	851	68	686	2.414

Tabella 3: Bilancio energetico dell'Emilia-Romagna (ktep) 2019

Fonte: Arpae Emilia-Romagna

SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ CERTIFICATO



UNI EN ISO 9001:2015

CONSUMO FINALE DI ENERGIA	TOTALE PER TUTTE LE FONTI (ktep)	PRODOTTI PETROLIFERI (ktep)	GAS (ktep)	RINNOVABILI-TOTALE (ktep)	RIFIUTI-NON RINNOVABILI (ktep)	CALORE DERIVATO (ktep)	ELETTRICITÀ (ktep)
INDUSTRIA	3.815	149	1.926	5	68	598	1.069
TRASPORTI	3.737	3.362	149	126			100
ALTRI SETTORI TOTALE	5.107	463	2.592	719		88	1.245
COMMERCIO E SERVIZI PUBBLICI	2.063	27	862	405		41	726
RESIDENZIALE	2.628	117	1.710	314		43	444
AGRICOLTURA E FORESTA	382	286	19			2	74
PESCA	17	17		0			
ALTRI SETTORI NON SPECIFICATI	18	16				2	

Tabella 4: Bilancio energetico dell'Emilia-Romagna (ktep) 2019. Analisi dei diversi settori della voce "Consumo finale di energia"

Fonte: Arpae Emilia-Romagna

SETTORE “WASTE”

Per quanto concerne invece il settore “Waste”, analogamente al settore “Energy”, le emissioni sono state calcolate secondo la metodologia IPCC, che basa tale valutazione in funzione dell’origine del **carbonio contenuto nel rifiuto trattato** e della **tecnica di trattamento finale dello stesso** (le tipologie considerate sono: discariche e termovalorizzatori).

Il bilancio GHG riferito agli **impianti di termovalorizzazione** ha lo scopo di determinare il loro contributo in termini di produzione di gas serra, considerando da un lato le emissioni dirette prodotte dalla combustione dei rifiuti (tenendo conto della percentuale di carbonio rinnovabile in essi contenuta) e dall’altro le emissioni evitate dal recupero di energia effettuato in tali impianti.

Ai fini dei calcoli di seguito riportati, per emissioni dirette ed evitate si intende:

- **Emissioni dirette:** emissioni di CO₂ di origine fossile, di N₂O e CH₄ derivanti direttamente dal processo di combustione (ovvero le emissioni al camino, determinate dal processo di combustione dei rifiuti).
- **Emissioni evitate:** emissioni costituite complessivamente dalla CO₂eq determinata dalla energia elettrica e termica prodotte dal termovalorizzatore, attraverso una diversa tipologia impiantistica (per la quota di energia elettrica si fa riferimento al mix energetico nazionale e per quella termica si considera un impianto alimentato a gas naturale).

Al fine della compilazione dell’**inventario delle emissioni dei gas serra** (espressi come CO₂eq) si considerano **solo le emissioni di CO₂ dovute alla combustione del metano e le emissioni dirette**, che derivano come sopra evidenziato dalla combustione dei rifiuti, considerando unicamente la frazione di carbonio di origine fossile e non quella di origine biologica (presente in carta e cartone, organico, legno, tessile ecc.), in quanto in tal caso, come è noto e secondo la metodologia citata, si assume convenzionalmente che l’anidride carbonica derivante dalla combustione del carbonio organico non contribuisce all’effetto serra.

La percentuale di carbonio di origine fossile e rinnovabile dei rifiuti trattati è stata valutata partendo dalle analisi merceologiche, riferite all’anno 2019, dei rifiuti in ingresso negli impianti ed utilizzando il contenuto biogenico di ciascuna frazione di rifiuto, secondo quanto descritto in [tabella 5](#).

FRAZIONE MERCEOLOGICA	PERCENTUALE DI CARBONIO RINNOVABILE
CARTA E CARTONE	100%
PLASTICHE E GOMME	0%
ORGANICO	100%
LEGNO	100%
TESSILI	50%
VETRO E INERTI	0%
METALLI	0%
SOTTOVAGLIO	60%

Tabella 5: Contenuto CO₂ biogenico
Fonte: ENEA

Sulla base della Metodologia sopra descritta e dei dati di base considerati, tutti riferiti all'annualità 2019, si riporta in [tabella 6](#) il bilancio complessivo dei GHG prodotti dagli impianti presenti sul territorio regionale ed in [tabella 7](#) le emissioni di CO₂ evitata a seguito del recupero energetico.

	CO ₂ (kt/anno)	CO ₂ (kt/anno) - METANO	CO ₂ BIOGENICA (kt/anno)	CO ₂ FOSSILE DOVUTA AL TRATTAMENTO DEI RIFIUTI (kt/anno)
BILANCIO GHG	1.151	28	670	481

Tabella 6: Bilancio GHG
Fonte: Elaborazione Arpae su dati Report AIA 2019

	ENERGIA TERMICA (MW/h)	ENERGIA ELETTRICA (MW/h)	CO ₂ EVITATA (RECUPERO ENERGIA) (kt/anno)
RECUPERO DI ENERGIA	288.614	667.624	264

Tabella 7: Recupero di energia
Fonte: Elaborazione Arpae su dati Report AIA 2019

Infine le emissioni dovute al conferimento dei rifiuti in **discarica** sono elaborate mediante l'utilizzo del modulo di **calcolo specifico del db INEMAR**.

Risultati

Applicando la metodologia sopradescritta, in questa sezione vengono riportati, per settore, i risultati a livello regionale dei gas serra sopra considerati.

	CO ₂ (kt)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO ₂ eq (kt)
ENERGY	32.912	23.946	2.470	34.237
IPPU	1.505	20	1	1.506
AFOLU	-2.344	88.979	4.085	1.230
WASTE	1.266	46.017	80	2.576
TOTALE	33.339	158.961	6.636	39.549
TOTALE (-C STOCK)	35.683	146.866	6.236	41.448

Tabella 8: Ripartizione delle emissioni di gas serra dell'Emilia-Romagna per settori IPCC (2019)

Energy

Dall'analisi dei risultati riportati in (tabella 8) risulta evidente che il settore **energia** è responsabile del **92%** delle **emissioni di CO₂**; tali emissioni derivano principalmente dalla combustione di combustibili fossili (petrolio, gas naturale, carbone), in quanto durante l'attività di combustione si ha la reimmissione in atmosfera del carbonio contenuto in essi in forma ossidata (CO₂). Rispetto invece alle **emissioni di CO₂eq**, il settore energia contribuisce per l'**87%**.

AFOLU

Il settore **AFOLU**, che valuta le emissioni derivanti dalle attività agrozootecniche e forestali, rappresenta il **56%** delle emissioni di **CH₄** e il **62%** di **N₂O**.

Il contributo emissivo in termini di CO₂eq del settore AFOLU è dato dalle attività zootecniche, responsabili di elevate emissioni di CH₄, e dalle emissioni del **settore agroforestale**, che invece svolge un ruolo di **stoccaggio del carbonio** computato come rimozione di CO₂ dall'atmosfera.

In figura 1 si riporta la rappresentazione grafica del contributo alle emissioni di ciascun gas per i singoli settori.

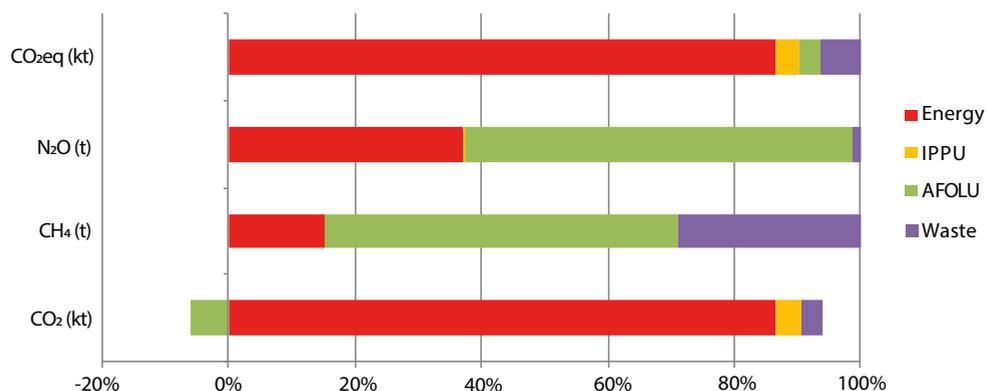


Figura 1: Contributi alle emissioni GHG in Emilia-Romagna (Bilancio GHG 2019) per settore IPCC

Analizzando il contributo emissivo per vettore energetico, riportato in [tabella 9](#) e rappresentato in [figura 2](#), emerge che il combustibile maggiormente responsabile delle **emissioni di CO₂eq è il metano (60%)**, seguito dal **gasolio (25%)**.

Da tale analisi risulta evidente che anche la combustione della biomassa contribuisce alle emissioni di CO₂eq, in quanto responsabile delle emissioni di CH₄ e N₂O.

	CH ₄ (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CO ₂ eq (kt)
METANO	3.200	20.040	1.104	20.422
GASOLIO	259	8.306	1.021	8.584
OLIO COMBUSTIBILE	0	683	0	683
GPL	155	1.517	46	1.534
BENZINA	251	1.798	47	1.818
ALTRI COMBUSTIBILI	2.952	683	178	813
	6.817	33.028	2.397	33.854

Tabella 9: Contributi alle emissioni GHG in Emilia-Romagna per vettore energetico

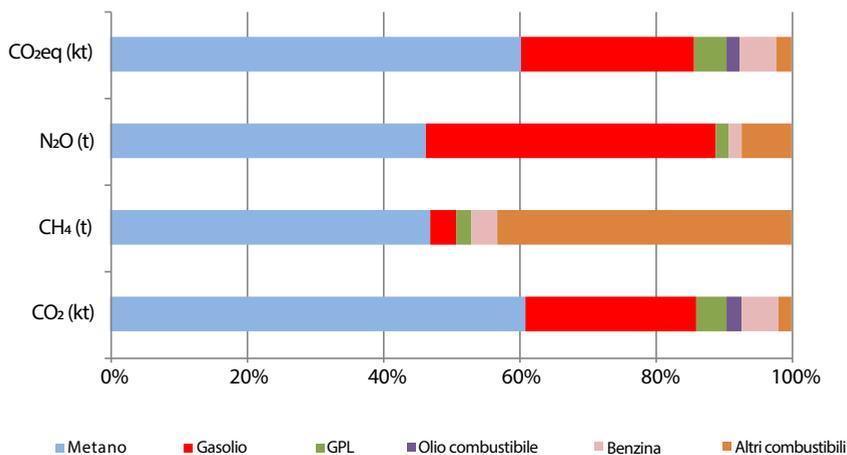


Figura 2: Ripartizione percentuale delle emissioni GHG in Emilia-Romagna per vettore energetico

Analisi trend emissivo in Emilia-Romagna

Infine, per valutare l'**andamento** negli anni (1990-2019) delle **emissioni di GHG**, si riporta in [figura 3](#) il trend dei gas serra, costruito con i dati elaborati nell'ambito dell'Inventario nazionale (ISPRA) per le annualità che vanno dal 1990 al 2017 ed i dati ARPAE per il 2018-2019.

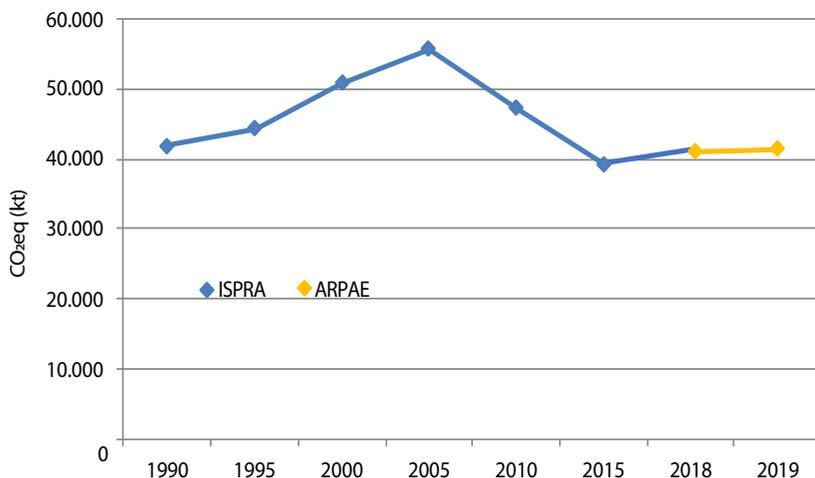


Figura 3: Trend emissioni CO₂eq in Emilia-Romagna (ISPRA 1990-2017-ARPAE 2018-2019)

arpae 
agenzia
prevenzione
ambiente energia
emilia-romagna
osservatorio energia
emilia-romagna

