

## ALLEGATO

**Metodologia di valutazione delle riduzioni di emissioni di gas a effetto serra da carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto e da carburanti derivanti da carbonio riciclato**

## A. METODOLOGIA

1. Le emissioni di gas a effetto serra generate dalla produzione e dall'uso di carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto o di carburanti derivanti da carbonio riciclato sono calcolate secondo la seguente formula:

$$E = e_i + e_p + e_{td} + e_u - e_{ccs}$$

dove:

$E =$	totale delle emissioni derivanti dall'uso del carburante (gCO <sub>2</sub> eq/MJ di carburante)
$e_i =$	$e_i$ elastic + $e_i$ rigid – $e_{ex\ use}$ : emissioni derivanti dall'approvvigionamento di input (materie energetiche) (gCO <sub>2</sub> eq/MJ di carburante)
$e_i$ elastic =	emissioni derivanti da input elastici (gCO <sub>2</sub> eq/MJ di carburante)
$e_i$ rigid =	emissioni derivanti da input rigidi (gCO <sub>2</sub> eq/MJ di carburante)
$e_{ex\ use} =$	emissioni derivanti dall'attuale uso o destinazione degli input (gCO <sub>2</sub> eq/MJ di carburante)
$e_p =$	emissioni derivanti dalla lavorazione (gCO <sub>2</sub> eq/MJ di carburante)
$e_{td} =$	emissioni derivanti dal trasporto e dalla distribuzione (gCO <sub>2</sub> eq/MJ di carburante)
$e_u =$	emissioni derivanti dalla combustione al momento dell'uso finale del carburante (gCO <sub>2</sub> eq/MJ di carburante)
$e_{ccs} =$	riduzioni delle emissioni grazie alla cattura e allo stoccaggio geologico di CO <sub>2</sub> (gCO <sub>2</sub> eq/MJ di carburante)

Non si tiene conto delle emissioni dovute alla produzione di macchinari e apparecchiature.

L'intensità delle emissioni di gas a effetto serra dei carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto e dei carburanti derivanti da carbonio riciclato è calcolata dividendo le emissioni totali del processo relative a ciascun elemento della formula per la quantità totale di combustibile ottenuto dal processo ed è espressa in grammi di CO<sub>2</sub> equivalente per MJ di carburante (gCO<sub>2</sub>eq/MJ di carburante). Se un carburante è un mix di carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto, di carburanti derivanti da carbonio riciclato e di altri combustibili, si considera che tutti i tipi di combustibili abbiano la stessa intensità di emissione.

Fa eccezione a questa regola il caso in cui i carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto e i carburanti derivanti da carbonio riciclato sostituiscono solo parzialmente un input convenzionale.

In questo caso, nel calcolo dell'intensità delle emissioni di gas a effetto serra si distingue, in proporzione del valore energetico degli input, tra:

- la parte del processo che si basa sull'input convenzionale e
- la parte del processo che si basa sui carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto e sui carburanti derivanti da carbonio riciclato, nell'ipotesi che le parti del processo siano altrimenti identiche.

Quando i carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto e i carburanti derivanti da carbonio riciclato sono lavorati insieme alla biomassa si applica una distinzione analoga.

L'intensità delle emissioni di gas a effetto serra può essere calcolata come media dell'intera produzione di carburanti durante un periodo massimo di un mese di calendario o per periodi più brevi. Se come input per aumentare il potere calorifico del carburante o dei prodotti intermedi si usa energia elettrica considerata pienamente rinnovabile secondo la metodologia di cui alla direttiva (UE) 2018/2001, l'intervallo di tempo è in linea con i requisiti applicabili alla correlazione temporale. Se pertinente, i valori di intensità delle emissioni di gas a effetto serra calcolati per singoli intervalli di tempo possono servire per calcolare l'intensità media delle emissioni di gas a effetto serra per un periodo massimo di un mese, a condizione che i singoli valori calcolati per ciascun periodo di tempo rispettino la soglia minima di riduzione del 70 %.

2. La riduzione delle emissioni di gas a effetto serra generate da carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto o da carburanti derivanti da carbonio riciclato è calcolata secondo la seguente formula:

$$\text{Riduzione} = (E_F - E)/E_F$$

dove:

$E$  = totale delle emissioni generate dall'uso di carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto o di carburanti derivanti da carbonio riciclato;

$E_F$  = totale delle emissioni derivanti dal carburante fossile di riferimento.

Per tutti i carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto e i carburanti derivanti da carbonio riciclato, il totale delle emissioni del carburante fossile di riferimento è pari a 94 gCO<sub>2</sub>eq/MJ.

3. Se l'output di un processo non rientra totalmente tra i carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto o i carburanti derivanti da carbonio riciclato, le rispettive quote nella produzione totale sono calcolate come segue:
- la quota dei carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto è calcolata dividendo l'input energetico pertinente da fonti rinnovabili per il totale degli input energetici;
  - la quota del carburante da carbonio riciclato è calcolata dividendo l'input energetico pertinente che può essere considerata fonte per la produzione di carburanti derivanti da carbonio riciclato per il totale degli input energetici.

L'energia pertinente degli input materiali è il potere calorifico inferiore dell'input materiale che entra nella struttura molecolare del carburante <sup>(1)</sup>.

Nel caso dell'energia elettrica usata per aumentare il potere calorifico del carburante o dei prodotti intermedi, l'energia pertinente è quella dell'energia elettrica.

Per i gas di scarico industriali, è l'energia del gas di scarico basata sul potere calorifico inferiore. Per il calore usato per aumentare il potere calorifico del carburante o dei prodotti intermedi, l'energia pertinente è l'energia utile del calore usato per sintetizzare il carburante. Per calore utile si intende l'energia termica totale moltiplicata per il rendimento di Carnot definito nell'allegato V, parte C, punto 1, lettera b), della direttiva (UE) 2018/2001. Gli altri input sono presi in considerazione solo per calcolare l'intensità delle emissioni del carburante.

4. Nel calcolare le emissioni derivanti dall'approvvigionamento di input, occorre distinguere tra input elastici e rigidi: sono rigidi gli input la cui offerta non può essere ampliata per soddisfare una domanda supplementare. Tutti gli input che possono essere considerati fonti di carbonio per la produzione di carburanti derivanti da carbonio riciclato sono quindi rigidi, come anche gli output prodotti in proporzione fissa mediante un processo integrato <sup>(2)</sup> e che rappresentano meno del 10 % del valore economico dell'output; se rappresentano il 10 % o più del valore economico, sono considerati elastici. In linea di principio, sono elastici gli input il cui approvvigionamento può essere aumentato per soddisfare la domanda supplementare. I prodotti petroliferi delle raffinerie rientrano in questa categoria in quanto le raffinerie possono modificare il rapporto tra i loro prodotti.
5. All'energia elettrica considerata pienamente rinnovabile ai sensi dell'articolo 27, paragrafo 3, della direttiva (UE) 2018/2001 sono attribuite zero emissioni di gas a effetto serra.
6. Ogni anno civile, per attribuire i valori delle emissioni di gas a effetto serra all'energia elettrica prelevata dalla rete che non è considerata pienamente rinnovabile ai sensi dell'articolo 27, paragrafo 3, della direttiva (UE) 2018/2001 ma che è utilizzata per produrre carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto e carburanti derivanti da carbonio riciclato, si applica uno dei tre metodi alternativi seguenti:
- i valori delle emissioni di gas a effetto serra sono attribuiti conformemente alla parte C del presente allegato, senza pregiudicare la valutazione ai sensi delle norme in materia di aiuti di Stato;

<sup>(1)</sup> Negli input materiali contenenti acqua, come potere calorifico inferiore si prende quello della frazione secca (cioè senza tener conto dell'energia necessaria per far evaporare l'acqua). I carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto usati come prodotti intermedi per la produzione di carburanti convenzionali non sono presi in considerazione.

<sup>(2)</sup> I processi integrati comprendono quelli che si svolgono nello stesso complesso industriale, o che forniscono l'input mediante un'infrastruttura apposita, oppure che forniscono più della metà dell'energia di tutti gli input nella produzione di carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto o di carburante derivante da carbonio riciclato.

- b) i valori delle emissioni di gas a effetto serra sono attribuiti in funzione del numero di ore a pieno carico dell'impianto che produce i carburanti in questione. Se il numero di ore a pieno carico è pari o inferiore al numero di ore in cui il prezzo marginale dell'energia elettrica è stato fissato da impianti che producono energia elettrica da fonti rinnovabili o centrali nucleari nell'anno civile precedente per il quale sono disponibili dati affidabili, all'energia elettrica di rete usata nel processo di produzione dei carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto e dei carburanti derivanti da carbonio riciclato è attribuito un valore di emissione di gas a effetto serra pari a 0 gCO<sub>2</sub>eq/MJ. Se il numero di ore a pieno carico è superiore, all'energia elettrica di rete è attribuito un valore di emissione di gas a effetto serra pari a 183 gCO<sub>2</sub>eq/MJ; o
- c) può essere usato il valore di emissione di gas a effetto serra dell'unità marginale che genera energia elettrica al momento della produzione dei carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto nella zona di offerta, se l'informazione è pubblicamente disponibile presso un gestore del sistema di trasmissione nazionale.

Se si usa il metodo della lettera b), lo si applica anche all'energia elettrica utilizzata per produrre carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto e carburanti derivanti da carbonio riciclato, che si considera pienamente rinnovabile ai sensi dell'articolo 27, paragrafo 3, della direttiva (UE) 2018/2001.

7. Le emissioni di gas a effetto serra di input elastici ottenuti con un processo integrato sono calcolate sulla base dei dati del processo di produzione effettivo. Sono incluse tutte le emissioni derivanti dalla produzione degli input lungo l'intera catena di approvvigionamento (comprese le emissioni causate dall'estrazione dell'energia primaria necessaria per la produzione, la lavorazione e il trasporto dell'input). Non sono incluse le emissioni di combustione relative al contenuto di carbonio degli input dei carburanti <sup>(3)</sup>.

Tuttavia, le emissioni di gas a effetto serra derivanti da input elastici che non sono ottenuti da un processo integrato sono calcolate in base ai valori figuranti nella parte B del presente allegato. Se l'input non figura nell'elenco, le informazioni sull'intensità delle emissioni possono essere ricavate dall'ultima versione della relazione *JEC Well-To-Wheels*, dalla banca dati ECOINVENT, da fonti ufficiali quali il gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (IPCC), l'Agenzia internazionale per l'energia (AIE) o la pubblica amministrazione, da altre fonti verificate come le banche dati E3 e GEMIS e dalle pubblicazioni sottoposte a revisione inter pares.

8. Il fornitore di ciascun input, tranne quelli i cui valori figurano nella parte B del presente allegato, calcola l'intensità delle emissioni <sup>(4)</sup> secondo le procedure di cui al presente documento e comunica il valore alla fase di produzione successiva o al produttore del carburante finale. La stessa regola si applica ai fornitori di input più monte nella catena di approvvigionamento.
9. Le emissioni degli input rigidi comprendono quelle derivanti dal loro cambio di destinazione da un uso precedente o alternativo. Tali emissioni tengono conto della perdita di produzione di energia elettrica, calore o di prodotti ricavati dall'input in precedenza, nonché di eventuali emissioni dovute a un trattamento supplementare dell'input e al trasporto. Si applicano le regole seguenti.
- a) Le emissioni attribuite alla fornitura di input rigidi sono calcolate moltiplicando la perdita di produzione di energia elettrica, calore o altri prodotti per il relativo fattore di emissione. In caso di perdita di produzione di energia elettrica, sono da considerare i fattori di emissione per la produzione di energia elettrica di rete nel paese in cui si è verificato il cambio di destinazione d'uso, calcolati secondo la metodologia del caso indicata ai punti 5 o 6. Nel caso di cambio di destinazione d'uso di materiali, le emissioni da attribuire al materiale sostitutivo sono calcolate come per gli input materiali nella presente metodologia. Per i primi 20 anni dopo l'inizio della produzione di carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto o di carburanti derivanti da carbonio riciclato, la perdita di produzione di energia elettrica, calore e materiale è calcolata in base alla quantità media di energia elettrica e calore prodotta dall'input rigido negli ultimi tre anni prima dell'inizio della produzione di carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto o di carburanti derivanti da carbonio riciclato. Dopo 20 anni di produzione, la perdita di produzione di energia elettrica, calore o altri prodotti è calcolata in base a standard minimi di prestazione energetica ipotizzati nelle conclusioni sulle migliori tecnologie disponibili (BAT) pertinenti. Se il processo non rientra in una BAT, la stima della perdita di produzione si basa su un processo comparabile che applica una tecnologia d'avanguardia.

<sup>(3)</sup> Se le intensità di carbonio sono ricavate dalla tabella della parte B, le emissioni di combustione non sono prese in considerazione perché sono consegnate nella lavorazione o nelle emissioni di combustione del carburante finale.

<sup>(4)</sup> In linea con il punto 6, l'intensità delle emissioni non comprende le emissioni incorporate nel contenuto di carbonio dell'input fornito.

- b) Nel caso di input rigidi che sono flussi intermedi nei processi industriali, quali gas di cokeria, gas di altoforno nelle acciaierie o gas di raffineria in una raffineria di petrolio, se l'effetto del cambio di destinazione per la produzione di carburante non può essere misurato direttamente, le emissioni dovute a tale cambio di destinazione sono calcolate in base a simulazioni del funzionamento dell'impianto prima e dopo la modifica subita per produrre carburanti derivanti da carbonio riciclato. Se la modifica dell'impianto ha comportato una riduzione della produzione di alcuni prodotti, le emissioni attribuite all'input rigido includono le emissioni associate alla sostituzione dei prodotti perduti.
- c) Se il processo si avvale di input rigidi provenienti da nuovi impianti, come una nuova acciaieria che sfrutta il gas di altoforno per produrre carburanti derivanti da carbonio riciclato, si tiene conto dell'impatto del cambio di destinazione dell'input dall'uso alternativo più economico. Le conseguenze in termini di emissioni sono calcolate in base alle norme minime di prestazione energetica ipotizzate nelle conclusioni sulle BAT pertinenti. Per i processi industriali che non rientrano in una BAT, la riduzione delle emissioni è calcolata in base a un processo comparabile che applica una tecnologia d'avanguardia.
10. Le emissioni derivanti dall'attuale uso o destinazione comprendono tutte le emissioni dell'attuale uso o destinazione dell'input che sono evitate quando l'input è usato per la produzione di carburante. Tali emissioni comprendono il CO<sub>2</sub> equivalente del carbonio incorporato nella composizione chimica del carburante che sarebbe stato altrimenti emesso come CO<sub>2</sub> nell'atmosfera, tra cui il CO<sub>2</sub> catturato e incorporato nel carburante purché sia soddisfatta almeno una delle condizioni seguenti:
- a) il CO<sub>2</sub> è stato catturato da un'attività elencata nell'allegato I della direttiva 2003/87/CE, è stato preso in considerazione a monte in un sistema efficace di fissazione del prezzo del carbonio ed è incorporato nella composizione chimica del carburante prima del 2036. Tale termine è esteso al 2041 in casi diversi dal CO<sub>2</sub> derivante dalla combustione di carburanti per la produzione di energia elettrica; o
- b) il CO<sub>2</sub> è stato catturato nell'aria; o
- c) il CO<sub>2</sub> catturato deriva dalla produzione o combustione di biocarburanti, bioliquidi o combustibili da biomassa conformi ai criteri di sostenibilità e di riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra e non ha ottenuto crediti per la riduzione delle emissioni da cattura e sostituzione di CO<sub>2</sub>, secondo quanto indicato negli allegati V e VI della direttiva (UE) 2018/2001; o
- d) il CO<sub>2</sub> catturato deriva dalla combustione di carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto o di carburanti derivanti da carbonio riciclato conformi ai criteri di riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra di cui all'articolo 25, paragrafo 2, e all'articolo 28, paragrafo 5, della direttiva (UE) 2018/2001 e al presente regolamento; o
- e) il CO<sub>2</sub> catturato deriva da una fonte geologica e in precedenza era rilasciato naturalmente.
- Sono esclusi il CO<sub>2</sub> catturato che proviene da un carburante deliberatamente bruciato allo scopo preciso di produrre CO<sub>2</sub>, nonché il CO<sub>2</sub> la cui cattura ha comportato un credito di emissione ai sensi di altre disposizioni giuridiche.
- Le emissioni associate agli input quali l'energia elettrica, il calore e i materiali di consumo usati nel processo di cattura di CO<sub>2</sub> sono incluse nel calcolo delle emissioni attribuite agli input.
11. La tempistica di cui al punto 10, lettera a), sarà riesaminata alla luce dell'attuazione, nei settori contemplati dalla direttiva 2003/87/CE, del traguardo in materia di clima a livello dell'Unione per il 2040 fissato a norma dell'articolo 4, paragrafo 3, del regolamento (UE) 2021/1119.
12. Le emissioni derivanti dalla lavorazione comprendono le emissioni atmosferiche dirette derivanti dalla lavorazione stessa, dal trattamento dei rifiuti e dalle perdite.
13. Le emissioni derivanti dalla combustione di carburante si riferiscono alle emissioni totali di combustione del carburante in uso.
14. I gas a effetto serra presi in considerazione nel calcolo delle emissioni e le loro equivalenze in CO<sub>2</sub> sono gli stessi indicati nell'allegato V, parte C, punto 4, della direttiva (UE) 2018/2001.

15. Se un processo produce una pluralità di prodotti («co-prodotti»), quali carburanti o prodotti chimici, nonché co-prodotti energetici come il calore oppure l'energia elettrica o meccanica esportati dall'impianto, le emissioni di gas a effetto serra sono assegnate a tali co-prodotti secondo gli approcci seguenti:
- l'assegnazione è effettuata al termine del processo di produzione dei co-prodotti. Le emissioni assegnate comprendono quelle derivanti dal processo stesso e quelle attribuite agli input del processo;
  - le emissioni da assegnare sono  $e_i$  più eventuali frazioni  $e_p$ ,  $e_{td}$  e  $e_{ccs}$  che hanno luogo fino alla fase del processo (compresa) in cui sono prodotti i co-prodotti. Se un input nel processo è a sua volta il co-prodotto di un altro processo, l'assegnazione all'altro processo è effettuata in primo luogo per stabilire le emissioni da assegnare all'input;
  - se un impianto entro i limiti del progetto tratta solo uno dei co-prodotti del progetto, le emissioni dell'impianto sono interamente assegnate al co-prodotto;
  - se il processo consente di modificare il rapporto dei co-prodotti ottenuti, l'assegnazione è effettuata in base a un criterio di causalità fisica, ossia determinando l'effetto, sulle emissioni del processo, dell'incremento della produzione di un solo co-prodotto mantenendo costanti gli altri output;
  - se il rapporto tra i prodotti è fisso e i co-prodotti sono tutti carburanti, energia elettrica o calore, l'assegnazione è effettuata in base al contenuto energetico. Se l'assegnazione riguarda il calore esportato in base al contenuto energetico, può essere presa in considerazione solo la parte utile del calore ai sensi dell'allegato V, parte C, punto 16, della direttiva (UE) 2018/2001;
  - se il rapporto tra i prodotti è fisso e alcuni co-prodotti sono carburanti privi di contenuto energetico, l'assegnazione è effettuata in base al valore economico dei co-prodotti. Il valore economico considerato è il valore franco fabbrica medio dei prodotti negli ultimi tre anni. Se tali dati non sono disponibili, il valore è stimato in base ai prezzi delle materie prime meno il costo del trasporto e dello stoccaggio <sup>(?)</sup>.
16. Le emissioni derivanti dal trasporto e dalla distribuzione comprendono le emissioni generate dallo stoccaggio e dalla distribuzione dei carburanti finiti. Nelle emissioni attribuite agli input  $e_i$  sono comprese quelle derivanti dal trasporto e dallo stoccaggio.
17. Se da un processo di produzione di carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica per il trasporto e di carburanti derivanti da carbonio riciclato risultano emissioni di carbonio che sono stoccate in modo permanente a norma della direttiva 2009/31/CE relativa allo stoccaggio geologico di biossido di carbonio, ciò può essere accreditato ai prodotti del processo come riduzione delle emissioni incluse in  $e_{ccs}$ . Anche le emissioni derivanti dall'operazione di stoccaggio (compreso il trasporto del biossido di carbonio) dovranno essere incluse in  $e_p$ .

B. «VALORI STANDARD» PER LE INTENSITÀ DELLE EMISSIONI DI GAS A EFFETTO SERRA DEGLI INPUT ELASTICI

Le intensità di gas a effetto serra degli input diversi dall'energia elettrica sono indicate nella tabella seguente.

	Emissioni totali gCO <sub>2</sub> eq/MJ	Emissioni a monte gCO <sub>2</sub> eq/MJ	Emissioni di combustione gCO <sub>2</sub> eq/MJ
Gas naturale	66,0	9,7	56,2
Diesel	95,1	21,9	73,2
Benzina	93,3	19,9	73,4
Olio combustibile pesante	94,2	13,6	80,6
Metanolo	97,1	28,2	68,9
Carbon fossile	112,3	16,2	96,1
Lignite	116,7	1,7	115,0

<sup>(?)</sup> Il dato rilevante sono i valori relativi dei co-prodotti; quindi, l'inflazione generale non è un problema.

	gCO <sub>2</sub> eq/kg
Ammoniaca	2 351,3
Cloruro di calcio (CaCl <sub>2</sub> )	38,8
Cicloesano	723,0
Acido cloridrico (HCl)	1 061,1
Lubrificanti	947,0
Solfato di magnesio (MgSO <sub>4</sub> )	191,8
Azoto	56,4
Acido fosforico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	3 124,7
Idrossido di potassio (KOH)	419,1
Ossido di calcio (CaO) puro per processi	1 193,2
Carbonato di sodio (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	1 245,1
Cloruro di sodio (NaCl)	13,3
Idrossido di sodio (NaOH)	529,7
Metossido di sodio (Na(CH <sub>3</sub> O))	2 425,5
SO <sub>2</sub>	53,3
Acido solforico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	217,5
Urea	1 846,6

#### C. INTENSITÀ DELLE EMISSIONI DI GAS A EFFETTO SERRA DELL'ENERGIA ELETTRICA

L'intensità delle emissioni di gas a effetto serra dell'energia elettrica è determinata a livello nazionale o a livello di zone di offerta. Se i dati necessari sono pubblicamente disponibili, l'intensità suddetta può essere determinata anche solo a livello di zone di offerta. Il calcolo dell'intensità di carbonio dell'energia elettrica, espressa in CO<sub>2</sub>eq/kWh di energia elettrica, tiene conto di tutte le potenziali fonti di energia primaria per la produzione di energia elettrica, del tipo di centrale, delle efficienze di conversione e del consumo interno di energia elettrica nella centrale.

Il calcolo tiene conto di tutte le emissioni di carbonio equivalente associate alla combustione e all'approvvigionamento dei combustibili usati per la produzione di energia elettrica. Ciò si basa sulla quantità di diversi combustibili utilizzati negli impianti di produzione di energia elettrica, sui fattori di emissione derivanti dalla combustione di combustibili e sui fattori di emissione dei combustibili a monte.

I gas a effetto serra diversi dal CO<sub>2</sub> sono convertiti in CO<sub>2</sub>eq moltiplicando il potenziale di riscaldamento globale relativo al CO<sub>2</sub> su un orizzonte di 100 anni, come indicato nell'allegato V, parte C, punto 4 della direttiva (UE) 2018/2001. Le emissioni di CO<sub>2</sub> dei combustibili da biomassa non sono prese in considerazione in quanto di origine biogenica, mentre si conteggiano le emissioni di CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O.

Per il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra derivanti dalla combustione di combustibili, si prendono i fattori di emissione predefiniti per la combustione fissa nelle industrie energetiche indicati nelle linee guida IPCC del 2006. Le emissioni a monte comprendono le emissioni derivanti da tutti i processi e le fasi necessari per rendere il combustibile idoneo alla produzione di energia elettrica; derivano dall'estrazione, dalla raffinazione e dal trasporto del combustibile usato per produrre energia elettrica.

Sono inoltre prese in considerazione tutte le emissioni a monte derivanti da coltivazione, raccolto o raccolta, trasformazione e trasporto della biomassa. La torba e i componenti dei rifiuti di origine fossile sono trattati come combustibili fossili.

I combustibili usati per la produzione lorda di energia elettrica nelle centrali esclusivamente elettriche sono calcolati in base alla produzione e all'efficienza di conversione in energia elettrica. Nel caso della cogenerazione di calore ed energia elettrica, i combustibili usati per il calore prodotto nella cogenerazione sono conteggiati considerando la produzione alternativa di calore con efficienze medie complessive dell'85 %, mentre il resto è attribuito alla produzione di energia elettrica.

Per le centrali nucleari l'efficienza di conversione dal calore nucleare è considerata pari al 33 % oppure basata sui dati forniti da Eurostat o da fonte analoga accreditata.

I combustibili da fonti rinnovabili che comprendono energia idroelettrica, solare, eolica e geotermica non sono associati alla produzione di energia elettrica. Le emissioni derivanti dalla costruzione e dalla disattivazione e dalla gestione dei rifiuti degli impianti di produzione di energia elettrica non sono prese in considerazione. Pertanto, le emissioni CO<sub>2</sub> equivalenti associate alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (eolica, solare, idroelettrica e geotermica) sono considerate pari a zero.

Le emissioni CO<sub>2</sub> equivalenti derivanti dalla produzione lorda di energia elettrica comprendono le emissioni a monte di cui alla relazione *JEC Well-To-Wheels*, versione 5 (Prussi et al., 2020), elencate nella tabella 3 e i fattori di emissione predefiniti per la combustione fissa di cui alle linee guida IPCC per gli inventari nazionali dei gas a effetto serra (IPCC 2006) elencati nelle tabelle 1 e 2. Le emissioni a monte per l'approvvigionamento del carburante sono calcolate applicando i fattori di emissione a monte di cui alla relazione *JEC Well-To-Wheels*, versione 5 (Prussi et al., 2020).

Il calcolo dell'intensità di carbonio dell'energia elettrica è effettuato secondo la formula:

$$e_{gross\_prod} = \sum_{i=1}^k (c_{i-ups} + c_{i-comb}) * B_i$$

dove:

$e_{gross\_prod}$  = emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente [gCO<sub>2eq</sub>]

$c_{i-ups}$  = emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente a monte  $\left[ \frac{gCO_{2eq}}{MJ} \right]$

$c_{i-comb}$  = fattori di emissione di CO<sub>2</sub> equivalente da combustione di combustibili  $\left[ \frac{gCO_{2eq}}{MJ} \right]$

$B_i$  = consumo di combustibile per la produzione di energia elettrica [MJ]

$i = 1 \dots k$  = combustibili per la produzione di energia elettrica

La quantità di produzione netta di energia elettrica è data dalla produzione lorda di energia elettrica, dal consumo interno nella centrale elettrica e dalle perdite nell'accumulazione per pompaggio:

$$E_{net} = E_{gross} - E_{own} - E_{pump}$$

dove: produzione netta di energia elettrica [MJ]

$E_{net}$  =

$E_{gross}$  = produzione lorda di energia elettrica [MJ]

$E_{own}$  = consumo interno di energia elettrica nella centrale [MJ]

$E_{pump}$  = consumo elettrico per il pompaggio [MJ]

L'intensità di carbonio dell'energia elettrica netta prodotta è il totale lordo delle emissioni di gas a effetto serra per produrre o consumare l'energia elettrica netta:

$$CI = \frac{e_{gross\_prod}}{E_{net}}$$

dove: CI = emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente da produzione di energia elettrica  $\left[ \frac{gCO_{2eq}}{MJ} \right]$

### Dati sulla produzione di energia elettrica e sul consumo di combustibile

I dati sulla produzione di energia elettrica e sul consumo di combustibile sono ricavati dall'AIE, che offre informazioni sui bilanci energetici e sull'energia elettrica prodotta con vari combustibili (cfr. ad esempio sito web dell'AIE, sezione su dati e statistiche «*Energy Statistics Data Browser*») <sup>(6)</sup>.

<sup>(6)</sup> Esempio: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=GERMANY&energy=Coal&year=202>.

Per gli Stati membri dell'UE si possono prendere i dati Eurostat, che sono più dettagliati. Se l'intensità delle emissioni di gas a effetto serra è stabilita a livello di zone di offerta, i dati si traggono dalle statistiche nazionali ufficiali aventi lo stesso livello di dettaglio dei dati dell'AIE. I dati sul consumo di combustibile includono i dati al massimo livello di dettaglio disponibili nelle statistiche nazionali riguardo a: combustibili fossili solidi, gas manifatturati, torba e prodotti a base di torba, scisto bituminoso e sabbie bituminose, petrolio e prodotti petroliferi, gas naturale, energie rinnovabili e biocarburanti, rifiuti non rinnovabili e nucleare. Le energie rinnovabili e i biocarburanti comprendono i biocarburanti, i rifiuti urbani rinnovabili, l'energia idroelettrica, oceanica, geotermica, eolica, solare e le pompe di calore.

### Dati da fonti bibliografiche

Tabella 1

**Fattori di emissione standard per combustione stazionaria [g/MJ di carburante su un potere calorifico netto].**

Combustibile	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>Combustibili fossili solidi</b>			
Antracite	98,3	0,001	0,0015
Carbone da coke	94,6	0,001	0,0015
Altro carbone bituminoso	94,6	0,001	0,0015
Carbone sub-bituminoso	96,1	0,001	0,0015
Lignite	101	0,001	0,0015
Agglomerati di carbon fossile	97,5	0,001	0,0015
Coke da cokeria	107	0,001	0,0015
Coke da gas	107	0,001	0,0001
Catrame di carbone	80,7	0,001	0,0015
Mattonelle di lignite	97,5	0,001	0,0015
<b>Gas manifatturati</b>			
Gas di officine del gas	44,4	0,001	0,0001
Gas di cokeria	44,4	0,001	0,0001
Gas di altoforno	260	0,001	0,0001
Altri gas di recupero	182	0,001	0,0001
<b>Torba e prodotti a base di torba</b>	106	0,001	0,0015
<b>Scisto bituminoso e sabbie bituminose</b>	73,3	0,003	0,0006
<b>Petrolio e prodotti petroliferi</b>			
Petrolio greggio	73,3	0,003	0,0006
Liquidi di gas naturale	64,2	0,003	0,0006
Prodotti base di raffineria	73,3	0,003	0,0006
Additivi e ossigenati	73,3	0,003	0,0006
Altri idrocarburi	73,3	0,003	0,0006
Gas di raffineria	57,6	0,001	0,0001
Etano	61,6	0,001	0,0001
Gas di petrolio liquefatto	63,1	0,001	0,0001
Benzina per motori	69,3	0,003	0,0006



Benzina avio	70	0,003	0,0006
JET fuel del tipo benzina	70	0,003	0,0006
Carboturbo	71,5	0,003	0,0006
Altro cherosene	71,5	0,003	0,0006
Nafta	73,3	0,003	0,0006
Gasolio	74,1	0,003	0,0006
Olio combustibile	77,4	0,003	0,0006
Acquaragia minerale e benzine speciali (SBP)	73,3	0,003	0,0006
Lubrificanti	73,3	0,003	0,0006
Bitume	80,7	0,003	0,0006
Coke di petrolio	97,5	0,003	0,0006
Cere paraffiniche	73,3	0,003	0,0006
Altri prodotti petroliferi	73,3	0,003	0,0006
Gas naturale	56,1	0,001	0,0001
<b>Rifiuti</b>			
Rifiuti industriali (non rinnovabili)	143	0,03	0,004
Rifiuti urbani non rinnovabili	91,7	0,03	0,004

NB: i valori devono essere moltiplicati per i fattori del potenziale di riscaldamento globale di cui all'allegato V, parte C, punto 4, della direttiva (UE) 2018/2001.  
Fonte: IPCC, 2006.

Tabella 2

**Fattori di emissione standard per combustione stazionaria di combustibili da biomassa [g/M] di carburante su un potere calorifico netto]**

Combustibile	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Biocarburanti solidi primari	0	0,03	0,004
Carbone di legna	0	0,2	0,004
Biogas	0	0,001	0,0001
Rifiuti urbani rinnovabili	0	0,03	0,004
Biobenzina pura	0	0,003	0,0006
Biobenzina miscelata	0	0,003	0,0006
Biodiesel puri	0	0,003	0,0006
Biodiesel miscelati	0	0,003	0,0006
Carboturbo puro	0	0,003	0,0006
Carboturbo miscelato	0	0,003	0,0006
Altri biocarburanti liquidi	0	0,003	0,0006

Fonte: IPCC, 2006

Tabella 3

**Fattori di emissione a monte del combustibile [gCO<sub>2</sub>eq/M] di carburante su un potere calorifico netto]**

Combustibile	Fattore di emissione
Carbon fossile	15,9
Carbone bruno	1,7
Torba	0
Gas di carbone	0
Prodotti petroliferi	11,6
Gas naturale	12,7
Biocarburanti solidi	0,7
Biocarburanti liquidi	46,8
Rifiuti industriali	0
Rifiuti urbani	0
Biogas	13,7
Energia nucleare	1,2

Fonte: JEC Well-To-Wheels, versione 5.

La tabella A riporta i valori relativi all'intensità delle emissioni di gas a effetto serra dell'energia elettrica a livello nazionale nell'Unione europea; se è determinata a livello nazionale, fino a quando non saranno disponibili dati più recenti <sup>(7)</sup> tali valori sono usati per calcolare l'intensità delle emissioni dell'energia elettrica prodotta nell'Unione.

Tabella A

**Intensità delle emissioni dell'energia elettrica nell'Unione europea 2020**

Paese	Intensità delle emissioni dell'energia elettrica generata (gCO <sub>2</sub> eq/M)
Austria	39,7
Belgio	56,7
Bulgaria	119,2
Cipro	206,6
Cechia	132,5
Germania	99,3
Danimarca	27,1
Estonia	139,8
Grecia	125,2
Spagna	54,1
Finlandia	22,9
Francia	19,6
Croazia	55,4

<sup>(7)</sup> La Commissione europea mette regolarmente a disposizione dati aggiornati.

Ungheria	72,9
Irlanda	89,4
Italia	92,3
Lettonia	39,4
Lituania	57,7
Lussemburgo	52,0
Malta	133,9
Paesi Bassi	99,9
Polonia	196,5
Portogallo	61,6
Romania	86,1
Slovacchia	45,6
Slovenia	70,1
Svezia	4,1

Fonte: JRC, 2022