

**ALLEGATO VII – REGOLE PER IL CALCOLO DELL'IMPATTO DEI  
GAS A EFFETTO SERRA DEI COMBUSTIBILI DA BIOMASSA E I  
RELATIVI COMBUSTIBILI FOSSILI DI RIFERIMENTO**

**A. Valori tipici e standard delle riduzioni dei gas a effetto serra per i combustibili da biomassa se prodotti senza emissioni nette di carbonio a seguito della modifica della destinazione d'uso dei terreni**

*A1: Valori tipici e standard per i combustibili solidi da biomassa*

*Tabella 1: Truciolini di legno*

Sistema di produzione di combustibile da biomassa	Distanza di trasporto	Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra – Valore tipico		Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra – Valore standard	
		Energia termica	Energia elettrica	Energia termica	Energia elettrica
Truciolini di legno da residui forestali	1-500 km	93 %	89 %	91 %	87 %
	500-2.500 km	89 %	84 %	87 %	81 %
	2.500-10.000 km	82 %	73 %	78 %	67 %
	Superiore a 10.000 km	67 %	51 %	60 %	41 %
Truciolini di legno da boschi cedui a rotazione rapida (eucalipto)	2.500-10.000 km	77 %	65 %	73 %	60 %
Truciolini di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo - fertilizzato)	1-500 km	89 %	83 %	87 %	81 %
	500-2.500 km	85 %	78 %	84 %	76 %
	2.500-10.000 km	78 %	67 %	74 %	62 %
	Superiore a 10.000 km	63 %	45 %	57 %	35 %
Truciolini di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo - non fertilizzato)	1-500 km	91 %	87 %	90 %	85 %
	500-2.500 km	88 %	82 %	86 %	79 %
	2.500-10.000 km	80 %	70 %	77 %	65 %
	Superiore a 10.000 km	65 %	48 %	59 %	39 %
Truciolini di legno da corteccia d'albero	1-500 km	93 %	89 %	92 %	88 %
	500-2.500 km	90 %	85 %	88 %	82 %
	2.500-10.000 km	82 %	73 %	79 %	68 %
	Superiore a 10.000 km	67 %	51 %	61 %	42 %

Sistema di produzione di combustibile da biomassa	Distanza di trasporto	Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra – Valore tipico		Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra – Valore standard	
		Energia termica	Energia elettrica	Energia termica	Energia elettrica
Trucioli di legno da residui industriali	1-500 km	94 %	92 %	93 %	90 %
	500-2 500 km	91 %	87 %	90 %	85 %
	2 500-10 000 km	83 %	75 %	80 %	71 %
	Superiore a 10.000 km	69 %	54 %	63 %	44 %

Tabella 2: Pellet (\*)

Sistema di produzione di combustibile da biomassa		Distanza di trasporto	Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra – Valore tipico		Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra – Valore standard	
			Energia termica	Energia elettrica	Energia termica	Energia elettrica
Bricchetti o pellet di legno da residui forestali	Caso 1	1-500 km	58 %	37 %	49 %	24 %
		500-2.500 km	58 %	37 %	49 %	25 %
		2.500-10.000 km	55 %	34 %	47 %	21 %
		Superiore a 10.000 km	50 %	26 %	40 %	11 %
	Caso 2	1-500 km	77 %	66 %	72 %	59 %
		500-2.500 km	77 %	66 %	72 %	59 %
		2.500-10.000 km	75 %	62 %	70 %	55 %
		Superiore a 10.000 km	69 %	54 %	63 %	45 %
	Caso 3	1-500 km	92 %	88 %	90 %	85 %
		500-2.500 km	92 %	88 %	90 %	86 %
		2.500-10.000 km	90 %	85 %	88 %	81 %
		Superiore a 10.000 km	84 %	76 %	81 %	72 %
Bricchetti o pellet di legno da boschi cedui a rotazione rapida (eucalipto)	Caso 1	2.500-10.000 km	52 %	28 %	43 %	15 %
	Caso 2	2.500-10.000 km	70 %	56 %	66 %	49 %
	Caso 3	2.500-10.000 km	85 %	78 %	83 %	75 %
Bricchetti o pellet di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo - fertilizzato)	Caso 1	1-500 km	54 %	32 %	46 %	20 %
		500-10.000 km	52 %	29 %	44 %	16 %
		Superiore a 10.000 km	47 %	21 %	37 %	7 %
	Caso 2	1-500 km	73 %	60 %	69 %	54 %
		500-10.000 km	71 %	57 %	67 %	50 %
		Superiore a 10.000 km	66 %	49 %	60 %	41 %
	Caso 3	1-500 km	88 %	82 %	87 %	81 %
		500 -10.000 km	86 %	79 %	84 %	77 %
		Superiore a 10.000 km	80 %	71 %	78 %	67 %

Sistema di produzione di combustibile da biomassa		Distanza di trasporto	Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra – Valore tipico		Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra – Valore standard	
			Energia termica	Energia elettrica	Energia termica	Energia elettrica
Bricchetti o pellet di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo - non fertilizzato)	Caso 1	1-500 km	56 %	35 %	48 %	23 %
		500-10.000 km	54 %	32 %	46 %	20 %
		Superiore a 10.000 km	49 %	24 %	40 %	10 %
	Caso 2	1-500 km	76 %	64 %	72 %	58 %
		500 -10.000 km	74 %	61 %	69 %	54 %
		Superiore a 10.000 km	68 %	53 %	63 %	45 %
	Caso 3	1-500 km	91 %	86 %	90 %	85 %
		500-10.000 km	89 %	83 %	87 %	81 %
		Superiore a 10.000 km	83 %	75 %	81 %	71 %
Corteccia d'albero	Caso 1	1-500 km	57 %	37 %	49 %	24 %
		500-2.500 km	58 %	37 %	49 %	25 %
		2.500-10.000 km	55 %	34 %	47 %	21 %
		Superiore a 10.000 km	50 %	26 %	40 %	11 %
	Caso 2	1-500 km	77 %	66 %	73 %	60 %
		500-2.500 km	77 %	66 %	73 %	60 %
		2.500-10.000 km	75 %	63 %	70 %	56 %
		Superiore a 10.000 km	70 %	55 %	64 %	46 %
	Caso 3	1-500 km	92 %	88 %	91 %	86 %
		500-2.500 km	92 %	88 %	91 %	87 %
		2.500-10.000 km	90 %	85 %	88 %	83 %
		Superiore a 10.000 km	84 %	77 %	82 %	73 %

Sistema di produzione di combustibile da biomassa		Distanza di trasporto	Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra – Valore tipico		Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra – Valore standard	
			Energia termica	Energia elettrica	Energia termica	Energia elettrica
Bricchetti o pellet di legno da residui legnosi industriali	Caso 1	1-500 km	75 %	62 %	69 %	55 %
		500-2.500 km	75 %	62 %	70 %	55 %
		2.500-10.000 km	72 %	59 %	67 %	51 %
		Superiore a 10.000 km	67 %	51 %	61 %	42 %
	Caso 2	1-500 km	87 %	80 %	84 %	76 %
		500-2.500 km	87 %	80 %	84 %	77 %
		2.500-10.000 km	85 %	77 %	82 %	73 %
		Superiore a 10.000 km	79 %	69 %	75 %	63 %
	Caso 3	1-500 km	95 %	93 %	94 %	91 %
		500-2.500 km	95 %	93 %	94 %	92 %
		2.500-10.000 km	93 %	90 %	92 %	88 %
		Superiore a 10.000 km	88 %	82 %	85 %	78 %

(\*)

- Il caso 1 si riferisce ai processi in cui è utilizzata una caldaia a gas naturale per fornire il calore di processo all'impianto di pellettizzazione. L'energia elettrica per l'impianto di pellettizzazione è fornita dalla rete.
- Il caso 2 si riferisce ai processi in cui una caldaia alimentata con trucioli di legno preessiccati è utilizzata per fornire il calore di processo. L'energia elettrica per l'impianto di pellettizzazione è fornita dalla rete.
- Il caso 3 si riferisce ai processi in cui un impianto di cogenerazione alimentato con trucioli di legno preessiccati è utilizzato per fornire energia elettrica e termica all'impianto di pellettizzazione.

Tabella 3: Filiera agricola

Sistema di produzione di combustibile da biomassa	Distanza di trasporto	Riduzione delle emissioni digas a effetto serra – Valore tipico		Riduzione delle emissioni digas a effetto serra – Valore standard	
		Energia termica	Energia elettrica	Energia termica	Energia elettrica
Residui agricoli con densità <0,2 t/m <sup>3</sup> (*)	1-500 km	95 %	92 %	93 %	90 %
	500-2.500 km	89 %	83 %	86 %	80 %
	2.500-10.000 km	77 %	66 %	73 %	60 %
	Superiore a 10.000 km	57 %	36 %	48 %	23 %
Residui agricoli con densità >0,2 t/m <sup>3</sup> (**)	1-500 km	95 %	92 %	93 %	90 %
	500-2.500 km	93 %	89 %	92 %	87 %
	2.500-10.000 km	88 %	82 %	85 %	78 %
	Superiore a 10.000 km	78 %	68 %	74 %	61 %
Paglia in pellet	1-500 km	88 %	82 %	85 %	78 %
	500-10.000 km	86 %	79 %	83 %	74 %
	Superiore a 10.000 km	80 %	70 %	76 %	64 %
Bricchetti di bagassa	500-10.000 km	93 %	89 %	91 %	87 %
	Superiore a 10.000 km	87 %	81 %	85 %	77 %
Farina di palmisti	Superiore a 10.000 km	20 %	-18 %	11 %	- 33 %
Farina di palmisti (senza emissioni di CH <sub>4</sub> provenienti dall'oleificio)	Superiore a 10.000 km	46 %	20 %	42 %	14 %

(\*) Questo gruppo di materiali comprende i residui agricoli a bassa densità apparente tra cui materiali come balle di paglia, lolla diriso, pula di avena e balle di bagassa della canna da zucchero (elenco non esaustivo).

(\*\*) Il gruppo di residui agricoli a maggiore densità apparente include materiali come tutoli di mais, gusci di noce, baccelli di soia, guscidi palmisti (elenco non esaustivo).

## A2: Valori tipici e standard per i combustibili gassosi da biomassa

Tabella 1: Biogas per la produzione di energia elettrica(\*)

Sistema di produzione di biogas		Soluzione tecnologica	Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra - Valore tipico	Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra - Valore standard
Letame umido (1)	Caso 1	Digestato scoperto (2)	146 %	94 %
		Digestato coperto (3)	246 %	240 %
	Caso 2	Digestato scoperto	136 %	85 %
		Digestato coperto	227 %	219 %
	Caso 3	Digestato scoperto	142 %	86 %
		Digestato coperto	243 %	235 %
Pianta intera del granturco (4)	Caso 1	Digestato scoperto	36 %	21 %
		Digestato coperto	59 %	53 %
	Caso 2	Digestato scoperto	34 %	18 %
		Digestato coperto	55 %	47 %
	Caso 3	Digestato scoperto	28 %	10 %
		Digestato coperto	52 %	43 %
Biorifiuti	Caso 1	Digestato scoperto	47 %	26 %
		Digestato coperto	84 %	78 %
	Caso 2	Digestato scoperto	43 %	21 %
		Digestato coperto	77 %	68 %
	Caso 3	Digestato scoperto	38 %	14 %
		Digestato coperto	76 %	66 %

(\*)

- Il caso 1 fa riferimento alle filiere in cui l'energia elettrica e termica necessarie al processo di produzione sono fornite dal motore dell'impianto di cogenerazione stesso.
- Il caso 2 si riferisce alle filiere in cui l'energia elettrica necessaria al processo è prelevata dalla rete e il calore di processo viene fornito dal motore dell'impianto di cogenerazione stesso. In alcuni Stati membri, gli operatori non sono autorizzati a chiedere sovvenzioni per la produzione lorda e il caso 1 è la configurazione più probabile.
- Il caso 3 si riferisce alle filiere in cui l'energia elettrica necessaria al processo è prelevata dalla rete e il calore di processo viene fornito da una caldaia a biogas. Questo caso si applica ad alcuni impianti in cui l'unità di cogenerazione non si trova in loco e il biogas è venduto (ma non trasformato in biometano)

- (1) I valori per la produzione di biogas dal letame comprendono emissioni negative per la riduzione delle emissioni dovuta alla gestione del letame non trattato. Il valore di  $e_{sca}$  considerato è pari a  $-45 \text{ g CO}_{2eq}/\text{MJ}$  di letame utilizzato nella digestione anaerobica.
- (2) Lo stoccaggio scoperto di digestato comporta ulteriori emissioni di  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ . L'entità di tali emissioni varia a seconda delle condizioni ambientali, dei tipi di substrato e dell'efficienza del processo di digestione.
- (3) Lo stoccaggio coperto significa che il digestato derivante dal processo di digestione è stoccato in un serbatoio a tenuta di gas e si considera che il biogas in eccesso liberato durante lo stoccaggio sia recuperato per la produzione di ulteriore energia elettrica o biometano. Nessuna emissione di gas a effetto serra è inclusa in tale processo.
- (4) Per «pianta intera del granturco» si intende il mais mietuto per foraggio e insilato per la conservazione.

Tabella 2: Biogas per la produzione di energia elettrica – miscele di letame e di granturco

Sistema di produzione di biogas		Soluzione tecnologica	Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra - Valore tipico	Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra - Valore standard
Letame — Granturco 80 % - 20 %	Caso 1	Digestato scoperto	72 %	45 %
		Digestato coperto	120 %	114 %
	Caso 2	Digestato scoperto	67 %	40 %
		Digestato coperto	111 %	103 %
	Caso 3	Digestato scoperto	65 %	35 %
		Digestato coperto	114 %	106 %
Letame — Granturco 70 % - 30 %	Caso 1	Digestato scoperto	60 %	37 %
		Digestato coperto	100 %	94 %
	Caso 2	Digestato scoperto	57 %	32 %
		Digestato coperto	93 %	85 %
	Caso 3	Digestato scoperto	53 %	27 %
		Digestato coperto	94 %	85 %
Letame — Granturco 60 % - 40 %	Caso 1	Digestato scoperto	53 %	32 %
		Digestato coperto	88 %	82 %
	Caso 2	Digestato scoperto	50 %	28 %
		Digestato coperto	82 %	73 %
	Caso 3	Digestato scoperto	46 %	22 %
		Digestato coperto	81 %	72 %



Tabella 3: Biometano per trasporti(\*)

<b>Sistema di produzione di biometano</b>	<b>Soluzioni tecnologiche</b>	<b>Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra – Valore tipico</b>	<b>Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra - Valore standard</b>
Letame umido	Digestato scoperto, senza combustione dei gas di scarico	117 %	72 %
	Digestato scoperto, con combustione dei gas di scarico	133 %	94 %
	Digestato coperto, senza combustione dei gas di scarico	190 %	179 %
	Digestato coperto, con combustione dei gas di scarico	206 %	202 %
Pianta intera del granturco	Digestato scoperto, senza combustione dei gas di scarico	35 %	17 %
	Digestato scoperto, con combustione dei gas di scarico	51 %	39 %
	Digestato coperto, senza combustione dei gas di scarico	52 %	41 %
	Digestato coperto, con combustione dei gas di scarico	68 %	63 %
Biorifiuti	Digestato scoperto, senza combustione dei gas di scarico	43 %	20 %
	Digestato scoperto, con combustione dei gas di scarico	59 %	42 %
	Digestato coperto, senza combustione dei gas di scarico	70 %	58 %
	Digestato coperto, con combustione dei gas di scarico	86 %	80 %

(\*) Le riduzioni delle emissioni di gas a effetto serra relative al biometano si riferiscono solo al biometano compresso rispetto al carburante fossile per trasporti di riferimento pari a 94 g CO<sub>2</sub>eq/MJ.

Tabella 4: Biometano per trasporti- miscele di letame e granturco (\*)

Sistema di produzione di biometano	Soluzioni tecnologiche	Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra - Valore tipico	Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra - Valore standard
Letame – Granturco 80 % - 20 %	Digestato scoperto, senza combustione dei gas di scarico <sup>11</sup>	62 %	35 %
	Digestato scoperto, con combustione dei gas di scarico <sup>12</sup>	78 %	57 %
	Digestato coperto, senza combustione dei gas di scarico	97 %	86 %
	Digestato coperto, con combustione dei gas di scarico	113 %	108 %
Letame – Granturco 70 % - 30 %	Digestato scoperto, senza combustione dei gas di scarico	53 %	29 %
	Digestato scoperto, con combustione dei gas di scarico	69 %	51 %
	Digestato coperto, senza combustione dei gas di scarico	83 %	71 %
	Digestato coperto, con combustione dei gas di scarico	99 %	94 %
Letame – Granturco 60 % - 40 %	Digestato scoperto, senza combustione dei gas di scarico	48 %	25 %
	Digestato scoperto, con combustione dei gas di scarico	64 %	48 %
	Digestato coperto, senza combustione dei gas di scarico	74 %	62 %
	Digestato coperto, con combustione dei gas di scarico	90 %	84 %

(\*) Le riduzioni delle emissioni di gas a effetto serra relative al biometano si riferiscono solo al biometano compresso rispetto al carburante fossile per trasporti di riferimento pari a 94 g CO<sub>2</sub>eq/MJ.

<sup>11</sup> Questa categoria comprende le seguenti categorie di tecnologie per l'upgrading del biogas in biometano: Lavaggio con acqua in pressione (PWS) quando l'acqua è riciclata, Adsorbimento per inversione di pressione (PSA), Scrubbing chimico, Assorbimento fisico con solventi organici (OPS), Purificazione mediante membrane e criogenica. Nessuna emissione di metano è considerata per questa categoria (l'eventuale metano viene bruciato nel gas di scarico).

<sup>12</sup> Questa categoria comprende le seguenti categorie di tecnologie per l'upgrading del biogas in biometano: Lavaggio con acqua in pressione (PWS) quando l'acqua è riciclata, Adsorbimento per inversione di pressione (PSA), Scrubbing chimico, Assorbimento fisico con solventi organici (OPS), Purificazione mediante membrane e criogenica. Nessuna emissione di metano è considerata per questa categoria (l'eventuale metano viene bruciato nel gas di scarico).

## **B. Metodologia di calcolo delle emissioni di gas ad effetto serra**

### **Parte A. Gas ad effetto serra**

I gas a effetto serra presi in considerazione ai fini del calcolo di cui alla lettera B sono: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>.

Ai fini del calcolo dell'equivalenza in CO<sub>2</sub>, ai predetti gas sono associati i seguenti valori:

- CO<sub>2</sub> = 1;
- N<sub>2</sub>O = 298;
- CH<sub>4</sub> = 25.

### **Parte B. Calcolo delle emissioni di gas ad effetto serra durante il ciclo di vita**

#### **1. Formula di calcolo**

Le emissioni di gas a effetto serra provenienti dalla produzione e dall'uso di combustibili da biomassa sono calcolate secondo la seguente formula:

- a) Le emissioni di gas a effetto serra provenienti dalla produzione e dall'uso di combustibili da biomassa prima della conversione in energia elettrica, riscaldamento e raffrescamento sono calcolate secondo la seguente formula:

$$E = e_{ec} + e_l + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr},$$

dove:

**E** = totale delle emissioni derivanti dalla produzione del combustibile prima della conversione di energia;

**e<sub>ec</sub>** = emissioni derivanti dall'estrazione o dalla coltivazione delle materie prime;

**e<sub>l</sub>** = emissioni annualizzate risultanti da modifiche delle scorte di carbonio a seguito del cambiamento della destinazione d'uso dei terreni;

**e<sub>p</sub>** = emissioni derivanti dalla lavorazione;

**e<sub>td</sub>** = emissioni derivanti dal trasporto e Dalla distribuzione;

**e<sub>u</sub>** = emissioni derivanti dal carburante al momento dell'uso;

**e<sub>sca</sub>** = riduzioni delle emissioni grazie all'accumulo di carbonio nel suolo mediante una migliore gestione agricola;

**e<sub>ccs</sub>** = riduzioni delle emissioni grazie alla cattura e al sequestro del CO<sub>2</sub>; e

**e<sub>ccr</sub>** = riduzione delle emissioni grazie alla cattura e alla sostituzione del CO<sub>2</sub>.

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

- b) In caso di codigestione di diversi substrati utilizzati in un impianto di produzione di biogas per la produzione di biogas o biometano i valori tipici e standard delle emissioni di gas a effetto serra sono calcolati come segue:

$$E = \sum_1^n E_n * S_n$$

dove:

**E** = le emissioni di gas a effetto serra per MJ di biogas o biometano da codigestione della

definita miscela di substrati;

$S_n$  = quota di materie prime n nel contenuto energetico;

$E_n$  = le emissioni espresse in g CO<sub>2</sub>/MJ per la filiera n come indicato nella parte D del presente Allegato (\*).

$$S_n = \frac{P_n \cdot W_n}{\sum_1^n W_n}$$

dove:

$P_n$  = rendimento energetico [MJ] per chilogrammo di input umido di materie prime n (\*\*);

$W_n$  = fattore di ponderazione di substrato n definito come:

$$W_n = \frac{I_n}{\sum_1^n I_n} \left( \frac{1 - AM_n}{1 - SM_n} \right)$$

dove:

$I_n$  = input annuale al digestore di substrato n [tonnellata di materia fresca];

$AM_n$  = umidità media annua del substrato n [kg acqua/kg di materia fresca];

$SM_n$  = umidità standard per il substrato n (\*\*\*)

(\*) Per il letame animale utilizzato come substrato, un bonus di 45 g CO<sub>2</sub>eq/MJ di letame (- 54 kg CO<sub>2</sub>eq/t di materia fresca) è aggiunto per la gestione migliorata dell'agricoltura e del letame.

(\*\*) I seguenti valori di  $P_n$  sono utilizzati per calcolare i valori standard e i valori tipici:

- P(Granturco): 4,16 [MJbiogas/kg granturco umido @ 65 % umidità];
- P(Letame): 0,50 [MJbiogas/kg letame umido @ 90 % umidità];
- P(Biorifiuti): 3,41 [MJbiogas/kg biorifiuti umidi @ 76 % umidità].

(\*\*\*) I seguenti valori di umidità standard per il substrato  $SM_n$  sono utilizzati:

- $SM$ (Granturco): 0,65 [kg acqua/kg di materia fresca];
- $SM$ (Letame): 0,90 [kg acqua/kg di materia fresca];
- $SM$ (Biorifiuti): 0,76 [kg acqua/kg di materia fresca].

- c) Nel caso di codigestione di n substrati in un impianto a biogas per la produzione di energia elettrica o biometano, le emissioni effettive di gas a effetto serra di biogas e biometano sono calcolate come segue:

$$E = \sum_1^n S_n \cdot (e_{ec,n} + e_{td, \text{ materia prima, n}} + e_{l,n} - e_{sca,n}) + e_p + e_{td, \text{ prodotto}} + e_u - e_{ccs} - e_{ccr}$$

dove:

$E$  = totale delle emissioni derivanti dalla produzione di biogas o biometano prima della conversione di energia;

$S_n$  = la quota di materie prime n, in frazione di input al digestore;

$e_{ec,n}$  = le emissioni derivanti dall'estrazione o dalla coltivazione delle materie prime n;

$e_{td, \text{ materia prima, n}}$  = le emissioni derivanti dal trasporto di materie prime n al digestore;

$e_{l,n}$  = le emissioni annualizzate risultanti da modifiche delle scorte di carbonio a seguito del cambiamento della destinazione d'uso dei terreni, per la materia prima n;

$e_{sca}$  = la riduzione delle emissioni grazie a una migliore gestione agricola delle materie prime n (\*);

$e_p$  = le emissioni derivanti dalla lavorazione;

$e_{td,prodotto}$  = le emissioni derivanti dal trasporto e dalla distribuzione di biogas e/o biometano;

$e_u$  = le emissioni derivanti dal combustibile al momento dell'uso, ossia i gas a effetto serra emessi durante la combustione;

$e_{ccs}$  = le riduzioni delle emissioni grazie alla cattura e al sequestro dell'anidride carbonica;

$e_{ccr}$  = la riduzione delle emissioni grazie alla cattura e alla sostituzione dell'anidride carbonica.

(\*) Per l'esca un bonus di 45 g CO<sub>2</sub> eq/MJ di letame viene attribuito per la gestione migliorata dell'agricoltura e del letame se il letame animale è usato come substrato per la produzione di biogas e biometano.

d) Le emissioni di gas a effetto serra derivanti dall'uso di combustibili da biomassa per la produzione di energia elettrica, riscaldamento e raffrescamento, compresa la conversione energetica in energia elettrica e/o calore o freddo, sono calcolate come segue:

i. per impianti di energia che producono solo energia termica:

$$ECh = \frac{E}{\eta_h}$$

ii. per impianti di energia che producono solo energia elettrica:

$$EC_{el} = \frac{E}{\eta_{el}}$$

dove:

$ECh_{,el}$  = totale delle emissioni di gas a effetto serra dal prodotto energetico finale;

$E$  = totale delle emissioni di gas a effetto serra del combustibile prima della conversione finale;

$\eta_{el}$  = l'efficienza elettrica, definita come l'energia elettrica prodotta annualmente divisa per l'input annuale di combustibile, in base al suo contenuto energetico;

$\eta_h$  = l'efficienza termica, definita come l'energia termica prodotta annualmente divisa per l'input annuale di combustibile, in base al suo contenuto energetico.

iii. Per l'energia elettrica o meccanica da impianti che producono calore utile assieme all'energia elettrica e/o meccanica:

$$EC_{el} = \frac{E}{\eta_{el}} \left( \frac{C_{el} \cdot \eta_{el}}{C_{el} \cdot \eta_{el} + C_h \cdot \eta_h} \right)$$

iv. Per l'energia termica utile da impianti che producono calore assieme all'energia elettrica e/o meccanica:

$$ECh = \frac{E}{\eta_h} \left( \frac{C_h \cdot \eta_h}{C_{el} \cdot \eta_{el} + C_h \cdot \eta_h} \right)$$

dove:

$EC_{h,el}$  = totale delle emissioni di gas a effetto serra dal prodotto energetico finale;

$E$  = totale delle emissioni di gas a effetto serra del bioliquido prima della conversione finale;

$\eta_{el}$  = efficienza elettrica, definita come l'energia elettrica prodotta annualmente divisa per l'input annuale di combustibile in base al suo contenuto energetico;

$\eta_h$  = efficienza termica, definita come il calore utile prodotto annualmente diviso per l'input annuale di combustibile in base al suo contenuto energetico;

$C_{el}$  = frazione di exergia nell'energia elettrica, e/o meccanica, fissata al 100 % ( $C_{el} = 1$ ).

$C_h$  = rendimento di Carnot (frazione di exergia nel calore utile);

Il rendimento di Carnot,  $C_h$ , per il calore utile a diverse temperature è definito come segue:

$$C_h = (T_h - T_0) / T_h$$

dove

$T_h$  = temperatura, misurata in temperatura assoluta (kelvin) del calore utile al punto di fornitura;

$T_0$  = temperatura ambiente, fissata a 273,15 kelvin (pari a 0 °C).

Se il calore in eccesso è esportato per il riscaldamento degli edifici, ad una temperatura inferiore a 150 °C (423,15 kelvin),  $C_h$  può, in alternativa, essere definito come segue:

$C_h$  = rendimento di Carnot alla temperatura di 150 °C (423,15 kelvin), pari a: 0,3546.

Ai fini del presente calcolo si applicano le seguenti definizioni:

- «cogenerazione» la generazione simultanea in un unico processo di energia termica ed elettrica e/o meccanica;
- «calore utile»: il calore generato per soddisfare una domanda economicamente giustificabile di calore, ai fini di riscaldamento o raffrescamento;
- «domanda economicamente giustificabile»: una domanda non superiore al fabbisogno di calore o di freddo che sarebbe altrimenti soddisfatta a condizioni di mercato.

Qualora il riscaldamento e il raffrescamento siano co-generati assieme all'energia elettrica le emissioni sono ripartite tra il calore e l'energia elettrica, indipendentemente dal fatto che l'energia termica venga utilizzata per l'effettivo riscaldamento o raffrescamento<sup>13</sup>.

## 2. Unità di misura utilizzate e fattori di conversione

Le emissioni di gas a effetto serra da combustibili da biomassa sono espresse come segue:

- a) le emissioni di gas a effetto serra derivanti da combustibili da biomassa, E, sono espresse in grammi equivalenti di CO<sub>2</sub> per MJ di combustibile da biomassa (g CO<sub>2eq</sub>/MJ);
- b) le emissioni di gas a effetto serra da riscaldamento o energia elettrica, prodotti da combustibili da biomassa, EC, sono espresse in termini di grammi equivalenti di CO<sub>2</sub> per MJ del prodotto energetico finale (calore o energia elettrica), (gCO<sub>2eq</sub>/MJ).

---

<sup>13</sup> Il calore o il calore di scarto è utilizzato per generare il raffrescamento (aria o acqua raffrescata) attraverso sistemi frigoriferi ad assorbimento. Pertanto, è opportuno calcolare soltanto le emissioni associate al calore prodotto per MJ di calore, indipendentemente dal fatto che la destinazione finale del calore sia il riscaldamento o raffrescamento effettivo attraverso sistemi frigoriferi ad assorbimento.

Se le emissioni di gas a effetto serra derivanti dall'estrazione o dalla coltivazione delle materie prime, ecc, sono espresse in unità g CO<sub>2</sub>eq/t di materia prima solida la conversione in grammi equivalenti di CO<sub>2</sub> per MJ di carburante, g CO<sub>2</sub>eq/MJ, è calcolata come segue:

$$E_{cc} \text{ combustibile}_a \left[ \frac{gCO_2eq}{MJ \text{ combustibile}} \right] = \frac{e_{ec} \text{ materia prima}_a \left[ \frac{gCO_2eq}{t_{solida}} \right]}{LHV_a \left( \frac{MJ \text{ materia prima}}{t_{materia prima solida}} \right)} \text{ Fattore materia prima combustibile}_a * \text{ Fattore attribuzione combustibile}_a$$

Dove:

$$\text{Fattore attribuzione combustibile}_a = \left[ \frac{\text{Energia nel combustibile}}{\text{Energia nel combustibile} + \text{energia nei coprodotti}} \right]$$

Fattore materia prima combustibile<sub>a</sub> = [Rapporto MJ materia prima necessaria per ottenere 1 MJ di combustibile]

Le emissioni per tonnellata di materia prima solida sono calcolate come segue:

$$e_{cc} \text{ materia prima}_a = \left[ \frac{gCO_2eq}{t_{solida}} \right] = \frac{e_{ec} \text{ materia prima}_a \left[ \frac{gCO_2eq}{t_{umida}} \right]}{(1 - \text{tenore umidità})}$$

La formula per il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra derivanti dall'estrazione o dalla coltivazione delle materie prime, ecc, descrive i casi in cui la materia prima è convertita in biocombustibile in un'unica fase. Per le catene di approvvigionamento più complesse, sono necessari adeguamenti per calcolare le emissioni di gas a effetto serra derivanti dall'estrazione o dalla coltivazione delle materie prime, ecc, per i prodotti intermedi.

### 3. Precisazioni formula di cui al punto 1

#### a) E<sub>cc</sub>: emissioni provenienti dalla produzione di materia prima coltivata

Le emissioni derivanti dall'estrazione, raccolta o coltivazione delle materie prime, ecc, comprendono le emissioni derivanti dal processo stesso di estrazione, coltivazione o raccolta; dalla raccolta, essiccazione e conservazione delle materie prime, dai rifiuti e dalle perdite, e dalla produzione di sostanze chimiche o prodotti utilizzati nell'estrazione o nella coltivazione. Non si tiene conto della cattura di CO<sub>2</sub> nella coltivazione delle materie prime. La stima delle emissioni derivanti dalla coltivazione di biomassa agricola può essere desunta dalle medie regionali per le emissioni da coltivazione incluse nelle relazioni di cui all'articolo 44, comma 2, o dalle informazioni sui valori standard disaggregati delle emissioni da coltivazione inclusi nel presente Allegato, in alternativa all'uso dei valori effettivi. In assenza di informazioni pertinenti in tali relazioni è consentito calcolare medie con riferimento alle pratiche agricole basate, ad esempio, sui dati di un gruppo di aziende, in alternativa all'uso dei valori effettivi.

Le stime delle emissioni derivanti dalla coltivazione e dalla raccolta di biomassa forestale possono essere ricavate dalle medie calcolate per le emissioni dalla coltivazione e dalla raccolta per aree geografiche a livello nazionale, in alternativa all'uso dei valori effettivi.

#### b) E<sub>sca</sub> : riduzioni delle emissioni grazie all'accumulo di carbonio nel suolo mediante una migliore gestione agricola

Le riduzioni di emissioni rese possibili da una migliore gestione agricola esca, come il passaggio a una ridotta aratura o a una semina senza aratura, una migliore rotazione delle colture, l'uso di colture di copertura, compresa la gestione dei residui delle colture, e l'utilizzo di ammendanti

organici (ad es. compost, digestato della fermentazione del letame), sono prese in considerazione solo se sono forniti elementi di prova attendibili e verificabili che il carbonio nel suolo è aumentato o che è ragionevole attendersi che sia aumentato nel periodo di coltura delle materie prime considerate tenendo conto anche delle emissioni laddove tali pratiche comportino un maggiore impiego di erbicidi e fertilizzanti. Tali elementi di prova possono essere costituiti da misurazioni del carbonio nel suolo, ad esempio con una prima misurazione anteriormente alla coltivazione e misurazioni successive a intervalli regolari a distanza di anni. In tale caso, prima che la seconda misurazione sia disponibile, l'aumento del carbonio nel suolo sarebbe stimato sulla base di esperimenti rappresentativi o di modelli di suolo. A partire dalla seconda misurazione le misurazioni costituirebbero la base per la determinazione dell'esistenza di un aumento del carbonio nel suolo e della sua entità.

c)  $e_1$ : emissioni annualizzate risultanti da modifiche delle scorte di carbonio dovute al cambiamento della destinazione d'uso dei terreni

Le emissioni annualizzate risultanti da modifiche delle scorte di carbonio dovute al cambiamento della destinazione d'uso dei terreni,  $e_1$ , sono calcolate ripartendo uniformemente il totale delle emissioni su 20 anni. Per il calcolo di dette emissioni, si applica la seguente formula:

$$e_1 = (CSR - CSA) \times 3,664 \times 1/20 \times 1/P - e_P^{14}$$

dove:

$e_1$  = le emissioni annualizzate di gas a effetto serra risultanti da modifiche delle scorte di carbonio dovute al cambiamento della destinazione del terreno (esprese in massa equivalente di CO<sub>2</sub> per unità di energia prodotta dal combustibile da biomassa). I «terreni coltivati»<sup>15</sup> e le «colture perenni»<sup>16</sup> sono considerati un solo tipo di destinazione del terreno;

$CSR$  = le scorte di carbonio per unità di superficie associate alla destinazione del terreno di riferimento (espresso in massa (tonnellate) di carbonio per unità di superficie, compresi suolo e vegetazione) calcolato in linea con gli atti normativi europei<sup>17</sup>. La destinazione di riferimento del terreno è la destinazione del terreno nel gennaio 2008 o 20 anni prima dell'ottenimento delle materie prime, se quest'ultima data è posteriore;

$CSA$  = le scorte di carbonio per unità di superficie associate alla destinazione del terreno di riferimento (espresso in massa (tonnellate) di carbonio per unità di superficie, compresi suolo e vegetazione) calcolato in linea con gli atti normativi europei<sup>18</sup>. Nel caso in cui le scorte di carbonio si accumulino per oltre un anno, il valore attribuito al CSA è il valore stimato per

<sup>14</sup> Il quoziente ottenuto dividendo il peso molecolare della CO<sub>2</sub> (44,010 g/mol) per il peso molecolare del carbonio (12,011 g/mol) è uguale a 3,664.

<sup>15</sup> Terreni coltivati quali definiti dal gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (IPCC);

<sup>16</sup> Colture pluriennali il cui peduncolo non viene raccolto annualmente, quali il bosco ceduo a rotazione rapida e la palma da olio

<sup>17</sup> Decisione 2010/335/UE della Commissione del 10 giugno 2010 relative alle linee direttrici per il calcolo degli stock di carbonio nel suolo ai fini dell'Allegato V della direttiva 2009/28/CE; Regolamento (UE) 2018/841 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'inclusione delle emissioni e degli assorbimenti di gas a effetto serra risultanti dall'uso del suolo, dal cambiamento di uso del suolo e dalla silvicoltura nel quadro 2030 per il clima e l'energia e recante la modifica del Regolamento (UE) n. 525/2013 e della decisione n. 529/2013/UE.

<sup>18</sup> Decisione 2010/335/UE della Commissione del 10 giugno 2010 relative alle linee direttrici per il calcolo degli stock di carbonio nel suolo ai fini dell'Allegato V della direttiva 2009/28/CE; Regolamento (UE) 2018/841 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'inclusione delle emissioni e degli assorbimenti di gas a effetto serra risultanti dall'uso del suolo, dal cambiamento di uso del suolo e dalla silvicoltura nel quadro 2030 per il clima e l'energia e recante la modifica del Regolamento (UE) n. 525/2013 e della decisione n. 529/2013/UE.



unità di superficie dopo 20 anni o quando le colture giungono a maturazione, se quest'ultima data è anteriore;

**P** = la produttività delle colture (misurata come quantità di energia ottenuta dal combustibile da biomassa per unità di superficie all'anno); e

**e<sub>B</sub>** = bonus di 29 g CO<sub>2eq</sub>/MJ di combustibile da biomassa se la biomassa è ottenuta a partire da terreni degradati ripristinati, applicabile nel caso in presenza di elementi che dimostrino che il terreno in questione:

- a) non era utilizzato per attività agricole o di altro tipo nel gennaio 2008; e
- b) è pesantemente degradato<sup>19</sup>, compresi i terreni precedentemente utilizzati per scopi agricoli.

Il bonus di 29 g CO<sub>2eq</sub>/MJ si applica per un periodo massimo di 20 anni a decorrere dalla data di conversione del terreno ad uso agricolo purché, per i terreni di cui alla lettera b), siano assicurate la crescita regolare delle scorte di carbonio e la rilevante riduzione dell'erosione.

#### d) e<sub>p</sub>: emissioni derivanti dalla lavorazione

Le emissioni derivanti dalla lavorazione, e<sub>p</sub>, includono le emissioni dalla lavorazione stessa, dai rifiuti e dalle perdite, e dalla produzione di sostanze chimiche e prodotti utilizzati per la lavorazione, incluse le emissioni di CO<sub>2</sub> corrispondenti al contenuto di carbonio degli input fossili, che siano o meno effettivamente bruciati nel processo.

Nel calcolo del consumo di energia elettrica non prodotta all'interno dell'unità di produzione del combustibile solido o gassoso da biomassa, l'intensità delle emissioni di gas a effetto serra della produzione e della distribuzione dell'energia elettrica viene ipotizzata uguale all'intensità media delle emissioni dovute alla produzione e alla distribuzione di energia elettrica in una data regione. In deroga a questa regola, per l'energia elettrica prodotta in un dato impianto di produzione elettrica non collegato alla rete elettrica i produttori possono utilizzare un valore medio.

Le emissioni derivanti dalla lavorazione comprendono le emissioni derivanti dall'essiccazione di prodotti e materiali intermedi, se del caso.

#### e) e<sub>d</sub>: emissioni derivanti dal trasporto e dalla distribuzione

Le emissioni derivanti dal trasporto e dalla distribuzione, e<sub>d</sub>, comprendono le emissioni generate dal trasporto delle materie prime e dei prodotti semilavorati, e dallo stoccaggio e dalla distribuzione dei prodotti finiti. Le emissioni derivanti dal trasporto e dalla distribuzione considerate alla lettera a) non sono disciplinate dal presente punto.

#### f) e<sub>u</sub>: emissioni derivanti dall'uso

Le emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dal combustibile al momento dell'uso, e<sub>u</sub>, sono considerate pari a zero per i combustibili da biomassa. Le emissioni di gas ad effetto serra diversi dal CO<sub>2</sub> (CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O) derivanti dal combustibile utilizzato sono incluse nel fattore e<sub>u</sub>.

#### g) e<sub>ccs</sub>: riduzione di emissioni da cattura e stoccaggio geologico del CO<sub>2</sub>

La riduzione di emissioni da cattura e stoccaggio geologico di CO<sub>2</sub>, e<sub>ccs</sub>, che non è già stata

---

<sup>19</sup> Per «terreni pesantemente degradati» s'intendono terreni che sono da tempo fortemente salini o il cui tenore di materie organiche è particolarmente basso e la cui erosione è particolarmente forte.

computata in  $e_p$ , è limitata alle emissioni evitate grazie alla cattura e allo stoccaggio della CO<sub>2</sub> emessa, direttamente collegata all'estrazione, al trasporto, alla lavorazione e alla distribuzione del combustibile da biomassa, se lo stoccaggio rispetta i requisiti posti dalla direttiva 2009/31/CE.

#### h) $e_{ccr}$ : riduzione di emissioni da cattura e sostituzione di CO<sub>2</sub>

La riduzione delle emissioni da cattura e sostituzione di CO<sub>2</sub>,  $e_{ccr}$ , è direttamente collegata alla produzione di combustibile da biomassa al quale le emissioni sono attribuite, ed è limitata alle emissioni evitate grazie alla cattura di CO<sub>2</sub> il cui carbonio proviene dalla biomassa e che viene usato in sostituzione della CO<sub>2</sub> ascrivibile ai combustibili fossili nella produzione di prodotti e servizi commerciali.

#### i) allocazione emissioni in caso di cogenerazione

Quando un'unità di cogenerazione – che fornisce calore e/o energia elettrica a un processo di produzione di combustibile da biomassa le cui emissioni sono calcolate - produce energia elettrica e/o calore utile in eccesso, le emissioni di gas a effetto serra sono suddivise tra l'energia elettrica e il calore utile a seconda della temperatura del calore (che riflette l'utilità del calore). La parte utile del calore è ottenuta moltiplicando il suo contenuto energetico per il rendimento di Carnot,  $C_h$ , calcolato come segue:

$$C_h = \frac{T_h - T_0}{T_h}$$

dove:

$T_h$  = la temperatura, misurata in temperatura assoluta (kelvin) del calore utile al punto di fornitura;

$T_0$  = temperatura ambiente, fissata a 273,15 kelvin (pari a 0 °C).

Se il calore in eccesso è esportato per il riscaldamento degli edifici, a una temperatura inferiore a 150 °C (423,15 kelvin),  $C_h$  può, in alternativa, essere definito come segue:

$C_h$  = rendimento di Carnot alla temperatura di 150 °C (423,15 kelvin), pari a: 0,3546

Ai fini di tale calcolo sono applicati i rendimenti effettivi, definiti come le quantità annua di energia meccanica, elettrica e termica prodotte divise rispettivamente per l'energia annua immessa.

Ai fini di tale calcolo si applicano le seguenti definizioni:

- «cogenerazione»: la generazione simultanea in un unico processo di energia termica ed elettrica e/o meccanica;
- «calore utile»: il calore generato per soddisfare una domanda economicamente giustificabile di calore, ai fini di riscaldamento o raffrescamento;
- «domanda economicamente giustificabile»: una domanda non superiore al fabbisogno di calore o di freddo e che sarebbe altrimenti soddisfatta a condizioni di mercato

Nel caso di combustibili prodotti in raffinerie, diversi dalla combinazione degli impianti di trasformazione con caldaie o unità di cogenerazione che forniscono energia termica e/o energia elettrica all'impianto di trasformazione, l'unità di analisi ai fini del calcolo è la raffineria.

#### l) allocazione in caso di produzione contemporanea di più prodotti

Quando nel processo di produzione di combustibile sono prodotti, in combinazione, il combustibile per il quale sono calcolate le emissioni e uno o più altri prodotti («co-prodotti»), le emissioni di gas a effetto serra sono divise tra il combustibile o il prodotto intermedio e i co-prodotti proporzionalmente al loro contenuto energetico (determinato dal potere calorifico inferiore nel caso di co-prodotti diversi dall'energia elettrica e dal calore). L'intensità delle emissioni di gas a effetto serra dell'energia elettrica o del calore utile in eccesso è uguale all'intensità delle emissioni di gas a effetto serra fornita al processo di produzione di combustibile ed è determinata dal calcolo dell'intensità di gas a effetto serra di tutti gli input e le emissioni, comprese le materie prime e le emissioni di CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, da e verso l'unità di cogenerazione, caldaia o altro apparato che fornisce calore o energia elettrica al processo di produzione di combustibile. In caso di cogenerazione di energia elettrica e di energia termica il calcolo viene eseguito in applicazione di quanto previsto alla lettera i).

Ai fini del calcolo, le emissioni da dividere sono: eec + e l + esca + le frazioni di e p, e td, eccs, ed eccr che intervengono fino alla fase, e nella fase stessa, del processo di produzione nella quale il co-prodotto è fabbricato. Se sono state attribuite emissioni a co-prodotti in precedenti fasi del processo nel ciclo di vita, in sostituzione del totale delle emissioni si utilizza solo la frazione delle emissioni attribuita nell'ultima fase del processo prima del prodotto combustibile intermedio. Nel caso del biogas e del biometano, ai fini di tale calcolo sono presi in considerazione tutti i co-prodotti che non sono contemplati dalla lettera c). Nessuna emissione è attribuita ai rifiuti e ai residui. I co-prodotti il cui contenuto energetico è negativo sono considerati aventi un contenuto energetico pari a zero ai fini del calcolo.

#### m) calcolo emissioni in caso di rifiuti e residui

Rifiuti e residui, compresi fronde e rami degli alberi, paglia, lolla, tutoli e gusci, e i residui della lavorazione, compresa la glicerina grezza (glicerina non raffinata) e bagasse, sono considerati materiali a zero emissioni di gas a effetto serra durante il ciclo di vita fino al processo di raccolta degli stessi, a prescindere dal fatto che essi sono trasformati in prodotti intermedi prima di essere trasformati in prodotto finito.

### **Parte C. Risparmio delle emissioni**

La riduzione delle emissioni di gas a effetto serra da combustibili da biomassa è calcolata secondo la seguente formula:

- a) la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra da combustibili da biomassa usati come carburanti:

$$\text{RIDUZIONE} = (E_F(t) - E_B) / E_F(t)$$

dove:

**E<sub>B</sub>** = totale delle emissioni derivanti da combustibili da biomassa usati come carburanti per il trasporto; e

**E<sub>F</sub>(t)** = totale delle emissioni derivanti dal carburante fossile di riferimento per trasporti.

- b) la riduzione di emissioni di gas a effetto serra da calore e raffrescamento, ed energia elettrica prodotti da combustibili da biomassa:

$$\text{RIDUZIONE} = (ECF(h\&c,el) - ECB(h\&c,el)) / ECF(h\&c,el),$$

dove:

**ECB(h&c,el)** = totale delle emissioni derivanti dal calore o energia elettrica;

**ECF(h&c,el)** = totale delle emissioni derivanti dal combustibile fossile di riferimento per il calore utile o l'energia elettrica.

Per i combustibili da biomassa utilizzati nella produzione di energia elettrica, il valore del combustibile fossile di riferimento ECF(el) è 183 g CO<sub>2eq</sub>/MJ di energia elettrica o 212 g CO<sub>2eq</sub>/MJ di energia elettrica per le regioni ultraperiferiche.

Per i combustibili da biomassa utilizzati nella produzione di calore utile a scopo di riscaldamento e/o raffrescamento, il valore del combustibile fossile di riferimento ECF(h) è 80 g CO<sub>2eq</sub>/MJ di calore.

Per i combustibili da biomassa utilizzati nella produzione di calore utile, laddove può essere comprovata una sostituzione fisica diretta del carbone, il valore del combustibile fossile di riferimento ECF(h) è 124 g CO<sub>2eq</sub>/MJ di calore.

Per i combustibili da biomassa utilizzati per il trasporto, il valore del combustibile fossile di riferimento ECF(t) è 94 g CO<sub>2eq</sub>/MJ.

### C. Valori standard disaggregati per i combustibili da biomassa

#### C1: Valori standard disaggregati per i combustibili solidi da biomassa

Tabella 1: Trucioli di legno

Sistema di produzione di combustibile da biomassa	Distanza di trasporto	Emissioni di gas a effetto serra - Valore tipico (gCO <sub>2</sub> eq/MJ)				Emissioni di gas a effetto serra - Valore standard (gCO <sub>2</sub> eq/MJ)			
		Coltivazione	Lavorazione	Trasporti	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato	Coltivazione	Lavorazione	Trasporti	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato
Trucioli di legno da residui forestali	1-500 km	0,0	1,6	3,0	0,4	0,0	1,9	3,6	0,5
	500-2.500 km	0,0	1,6	5,2	0,4	0,0	1,9	6,2	0,5
	2.500-10.000 km	0,0	1,6	10,5	0,4	0,0	1,9	12,6	0,5
	Superiore a 10.000 km	0,0	1,6	20,5	0,4	0,0	1,9	24,6	0,5
Trucioli di legno da bosco ceduo a corta rotazione (eucalipto)	2.500-10.000 km	4,4	0,0	11,0	0,4	4,4	0,0	13,2	0,5
Trucioli di legno da bosco ceduo a corta rotazione (pioppo - fertilizzato)	1-500 km	3,9	0,0	3,5	0,4	3,9	0,0	4,2	0,5
	500-2.500 km	3,9	0,0	5,6	0,4	3,9	0,0	6,8	0,5
	2.500-10.000 km	3,9	0,0	11,0	0,4	3,9	0,0	13,2	0,5
	Superiore a 10.000 km	3,9	0,0	21,0	0,4	3,9	0,0	25,2	0,5
Trucioli di legno da bosco ceduo a corta rotazione (pioppo - non fertilizzato)	1-500 km	2,2	0,0	3,5	0,4	2,2	0,0	4,2	0,5
	500-2.500 km	2,2	0,0	5,6	0,4	2,2	0,0	6,8	0,5
	2.500-10.000 km	2,2	0,0	11,0	0,4	2,2	0,0	13,2	0,5
	Superiore a 10.000 km	2,2	0,0	21,0	0,4	2,2	0,0	25,2	0,5

Sistema di produzione di combustibile da biomassa	Distanza di trasporto	Emissioni di gas a effetto serra – Valore tipico(g CO <sub>2</sub> eq/MJ)				Emissioni di gas a effetto serra - Valore standard(g CO <sub>2</sub> eq/MJ)			
		Coltivazione	Lavorazione	Trasporti	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato	Coltivazione	Lavorazione	Trasporti	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato
Trucioli di legno da corteccia d'albero	1-500 km	1,1	0,3	3,0	0,4	1,1	0,4	3,6	0,5
	500-2.500 km	1,1	0,3	5,2	0,4	1,1	0,4	6,2	0,5
	2.500-10.000 km	1,1	0,3	10,5	0,4	1,1	0,4	12,6	0,5
	Superiore a 10.000 km	1,1	0,3	20,5	0,4	1,1	0,4	24,6	0,5
Trucioli di legno da residui legnosi industriali	1-500 km	0,0	0,3	3,0	0,4	0,0	0,4	3,6	0,5
	500-2.500 km	0,0	0,3	5,2	0,4	0,0	0,4	6,2	0,5
	2.500-10.000 km	0,0	0,3	10,5	0,4	0,0	0,4	12,6	0,5
	Superiore a 10.000 km	0,0	0,3	20,5	0,4	0,0	0,4	24,6	0,5

Tabella 2: Bricchetti o pellet di legno

Sistema di produzione di combustibile da biomassa	Distanza di trasporto	Emissioni di gas a effetto serra - valore tipico(gCO <sub>2</sub> eq/MJ)				Emissioni di gas a effetto serra - valore standard(gCO <sub>2</sub> eq/MJ)			
		Coltivazione	Lavorazione	Trasporto e distribuzione	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato	Coltivazione	Lavorazione	Trasporto e distribuzione	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato
Bricchetti o pellet di legno da residui forestali (caso 1)	1-500 km	0,0	25,8	2,9	0,3	0,0	30,9	3,5	0,3
	500-2.500 km	0,0	25,8	2,8	0,3	0,0	30,9	3,3	0,3
	2.500-10.000 km	0,0	25,8	4,3	0,3	0,0	30,9	5,2	0,3
	Superiore a 10.000 km	0,0	25,8	7,9	0,3	0,0	30,9	9,5	0,3
Bricchetti o pellet di legno da residui forestali (caso 2)	1-500 km	0,0	12,5	3,0	0,3	0,0	15,0	3,6	0,3
	500-2.500 km	0,0	12,5	2,9	0,3	0,0	15,0	3,5	0,3
	2.500-10.000 km	0,0	12,5	4,4	0,3	0,0	15,0	5,3	0,3
	Superiore a 10.000 km	0,0	12,5	8,1	0,3	0,0	15,0	9,8	0,3
Bricchetti o pellet di legno da residui forestali (caso 3)	1-500 km	0,0	2,4	3,0	0,3	0,0	2,8	3,6	0,3
	500-2.500 km	0,0	2,4	2,9	0,3	0,0	2,8	3,5	0,3
	2.500-10.000 km	0,0	2,4	4,4	0,3	0,0	2,8	5,3	0,3
	Superiore a 10.000 km	0,0	2,4	8,2	0,3	0,0	2,8	9,8	0,3
Bricchetti di legno da boschi cedui a rotazione rapida (eucalipto — caso 1)	2.500-10.000 km	3,9	24,5	4,3	0,3	3,9	29,4	5,2	0,3
Bricchetti di legno da boschi cedui a rotazione rapida (eucalipto — caso 2)	2.500-10.000 km	5,0	10,6	4,4	0,3	5,0	12,7	5,3	0,3
Bricchetti di legno da boschi cedui a rotazione rapida (eucalipto — caso 3)	2.500-10.000 km	5,3	0,3	4,4	0,3	5,3	0,4	5,3	0,3

Sistema di produzione di combustibile da biomassa	Distanza di trasporto	Emissioni di gas a effetto serra - valore tipico (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)				Emissioni di gas a effetto serra - valore standard (gCO <sub>2</sub> eq/MJ)			
		Coltivazione	Lavorazione	Trasporto e distribuzione	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato	Coltivazione	Lavorazione	Trasporto e distribuzione	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato
Bricchetti di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo — fertilizzato — caso 1)	1-500 km	3,4	24,5	2,9	0,3	3,4	29,4	3,5	0,3
	500-10.000 km	3,4	24,5	4,3	0,3	3,4	29,4	5,2	0,3
	Superiore a 10.000 km	3,4	24,5	7,9	0,3	3,4	29,4	9,5	0,3
Bricchetti di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo — fertilizzato — caso 2)	1-500 km	4,4	10,6	3,0	0,3	4,4	12,7	3,6	0,3
	500-10.000 km	4,4	10,6	4,4	0,3	4,4	12,7	5,3	0,3
	Superiore a 10.000 km	4,4	10,6	8,1	0,3	4,4	12,7	9,8	0,3
Bricchetti di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo — fertilizzato — caso 3)	1-500 km	4,6	0,3	3,0	0,3	4,6	0,4	3,6	0,3
	500-10.000 km	4,6	0,3	4,4	0,3	4,6	0,4	5,3	0,3
	Superiore a 10.000 km	4,6	0,3	8,2	0,3	4,6	0,4	9,8	0,3
Bricchetti di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo — non fertilizzato — caso 1)	1-500 km	2,0	24,5	2,9	0,3	2,0	29,4	3,5	0,3
	500-2.500 km	2,0	24,5	4,3	0,3	2,0	29,4	5,2	0,3
	2.500-10.000 km	2,0	24,5	7,9	0,3	2,0	29,4	9,5	0,3
Bricchetti di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo — non fertilizzato — caso 2)	1-500 km	2,5	10,6	3,0	0,3	2,5	12,7	3,6	0,3
	500-10.000 km	2,5	10,6	4,4	0,3	2,5	12,7	5,3	0,3
	Superiore a 10.000 km	2,5	10,6	8,1	0,3	2,5	12,7	9,8	0,3



Sistema di produzione di combustibile da biomassa	Distanza di trasporto	Emissioni di gas a effetto serra - valore tipico(g CO <sub>2</sub> eq/MJ)				Emissioni di gas a effetto serra - valore standard(g CO <sub>2</sub> eq/MJ)			
		Coltivazione	Lavorazione	Trasporto e distribuzione	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato	Coltivazione	Lavorazione	Trasporto e distribuzione	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato
Bricchetti di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo — non fertilizzato— caso 3)	1-500 km	2,6	0,3	3,0	0,3	2,6	0,4	3,6	0,3
	500-10.000 km	2,6	0,3	4,4	0,3	2,6	0,4	5,3	0,3
	Superiore a 10.000 km	2,6	0,3	8,2	0,3	2,6	0,4	9,8	0,3
Bricchetti o pellet di legno da corteccia d'albero (caso 1)	1-500 km	1,1	24,8	2,9	0,3	1,1	29,8	3,5	0,3
	500-2.500 km	1,1	24,8	2,8	0,3	1,1	29,8	3,3	0,3
	2.500-10.000 km	1,1	24,8	4,3	0,3	1,1	29,8	5,2	0,3
	Superiore a 10.000 km	1,1	24,8	7,9	0,3	1,1	29,8	9,5	0,3
Bricchetti o pellet di legno da corteccia d'albero (caso 2)	1-500 km	1,4	11,0	3,0	0,3	1,4	13,2	3,6	0,3
	500-2.500 km	1,4	11,0	2,9	0,3	1,4	13,2	3,5	0,3
	2.500-10.000 km	1,4	11,0	4,4	0,3	1,4	13,2	5,3	0,3
	Superiore a 10.000 km	1,4	11,0	8,1	0,3	1,4	13,2	9,8	0,3
Bricchetti o pellet di legno da corteccia d'albero (caso 3)	1-500 km	1,4	0,8	3,0	0,3	1,4	0,9	3,6	0,3
	500-2.500 km	1,4	0,8	2,9	0,3	1,4	0,9	3,5	0,3
	2.500-10.000 km	1,4	0,8	4,4	0,3	1,4	0,9	5,3	0,3
	Superiore a 10.000 km	1,4	0,8	8,2	0,3	1,4	0,9	9,8	0,3
Bricchetti o pellet di legno da residui legnosi industriali (caso 1)	1-500 km	0,0	14,3	2,8	0,3	0,0	17,2	3,3	0,3
	500-2.500 km	0,0	14,3	2,7	0,3	0,0	17,2	3,2	0,3
	2.500-10.000 km	0,0	14,3	4,2	0,3	0,0	17,2	5,0	0,3
	Superiore a 10.000 km	0,0	14,3	7,7	0,3	0,0	17,2	9,2	0,3

Sistema di produzione di combustibile da biomassa	Distanza di trasporto	Emissioni di gas a effetto serra - valore tipico (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)				Emissioni di gas a effetto serra - valore standard (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)			
		Coltivazione	Lavorazione	Trasporto e distribuzione	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato	Coltivazione	Lavorazione	Trasporto e distribuzione	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato
Bricchetti o pellet di legno da residui legnosi industriali (caso 2)	1-500 km	0,0	6,0	2,8	0,3	0,0	7,2	3,4	0,3
	500-2.500 km	0,0	6,0	2,7	0,3	0,0	7,2	3,3	0,3
	2.500-10.000 km	0,0	6,0	4,2	0,3	0,0	7,2	5,1	0,3
	Superiore a 10.000 km	0,0	6,0	7,8	0,3	0,0	7,2	9,3	0,3
Bricchetti o pellet di legno da residui legnosi industriali (caso 3)	1-500 km	0,0	0,2	2,8	0,3	0,0	0,3	3,4	0,3
	500-2.500 km	0,0	0,2	2,7	0,3	0,0	0,3	3,3	0,3
	2.500-10.000 km	0,0	0,2	4,2	0,3	0,0	0,3	5,1	0,3
	Superiore a 10.000 km	0,0	0,2	7,8	0,3	0,0	0,3	9,3	0,3

Tabella 3: Filiera agricola

Sistema di produzione di combustibile da biomassa	Distanza di trasporto	Emissioni di gas a effetto serra (g CO <sub>2</sub> eq/MJ) - Valore tipico				Emissioni di gas a effetto serra (g CO <sub>2</sub> eq/MJ) - Valore standard			
		Coltivazione	Lavorazione	Trasporto e distribuzione	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato	Coltivazione	Lavorazione	Trasporto e distribuzione	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato
Residui agricoli con densità < 0,2 t/m <sup>3</sup>	1-500 km	0,0	0,9	2,6	0,2	0,0	1,1	3,1	0,3
	500-2.500 km	0,0	0,9	6,5	0,2	0,0	1,1	7,8	0,3
	2.500-10.000 km	0,0	0,9	14,2	0,2	0,0	1,1	17,0	0,3
	Superiore a 10.000 km	0,0	0,9	28,3	0,2	0,0	1,1	34,0	0,3
Residui agricoli con densità > 0,2 t/m <sup>3</sup>	1-500 km	0,0	0,9	2,6	0,2	0,0	1,1	3,1	0,3
	500-2.500 km	0,0	0,9	3,6	0,2	0,0	1,1	4,4	0,3
	2.500-10.000 km	0,0	0,9	7,1	0,2	0,0	1,1	8,5	0,3
	Superiore a 10.000 km	0,0	0,9	13,6	0,2	0,0	1,1	16,3	0,3
Paglia in pellet	1-500 km	0,0	5,0	3,0	0,2	0,0	6,0	3,6	0,3
	500-10.000 km	0,0	5,0	4,6	0,2	0,0	6,0	5,5	0,3
	Superiore a 10.000 km	0,0	5,0	8,3	0,2	0,0	6,0	10,0	0,3
Bricchetti di bagassa	500-10.000 km	0,0	0,3	4,3	0,4	0,0	0,4	5,2	0,5
	Superiore a 10.000 km	0,0	0,3	8,0	0,4	0,0	0,4	9,5	0,5
Farina di palmisti	Superiore a 10.000 km	21,6	21,1	11,2	0,2	21,6	25,4	13,5	0,3
Farina di palmisti (senza emissioni di CH <sub>4</sub> provenienti dall'oleificio)	Superiore a 10.000 km	21,6	3,5	11,2	0,2	21,6	4,2	13,5	0,3

**C2: valori standard disaggregati per i combustibili gassosi da biomassa**

*Tabella 1: Biogas per la produzione di energia elettrica*

Sistema di produzione di combustibile da biomassa		Tecnologia	VALORI TIPICI [g CO <sub>2</sub> eq/MJ]					VALORI STANDARD [g CO <sub>2</sub> eq/MJ]				
			Coltivazione	Trattamento	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato	Trasporto	Crediti per letame	Coltivazione	Trattamento	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato	Trasporto	Crediti per letame
Letame umido (1)	caso 1	Digestato scoperto	0,0	69,6	8,9	0,8	- 107,3	0,0	97,4	12,5	0,8	- 107,3
		Digestato coperto	0,0	0,0	8,9	0,8	- 97,6	0,0	0,0	12,5	0,8	- 97,6
	caso 2	Digestato scoperto	0,0	74,1	8,9	0,8	- 107,3	0,0	103,7	12,5	0,8	- 107,3
		Digestato coperto	0,0	4,2	8,9	0,8	- 97,6	0,0	5,9	12,5	0,8	- 97,6
	caso 3	Digestato scoperto	0,0	83,2	8,9	0,9	- 120,7	0,0	116,4	12,5	0,9	- 120,7
		Digestato coperto	0,0	4,6	8,9	0,8	- 108,5	0,0	6,4	12,5	0,8	- 108,5

(1) I valori per la produzione di biogas dal letame comprendono emissioni negative per la riduzione delle emissioni dovuta alla gestione del letame non trattato. Il valore di  $e_{sca}$  considerato è pari a - 45 g CO<sub>2</sub>eq/MJ di letame utilizzato nella digestione anaerobica.

Sistema di produzione di combustibile da biomassa		Tecnologia	VALORI TIPICI [g CO <sub>2</sub> eq/MJ]					VALORI STANDARD [g CO <sub>2</sub> eq/MJ]				
			Coltivazione	Trattamento	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato	Trasporto	Crediti per letame	Coltivazione	Trattamento	Emissioni diverse dal CO <sub>2</sub> derivanti dal combustibile utilizzato	Trasporto	Crediti per letame
Pianta intera del granturco (1)	caso 1	Digestato scoperto	15,6	13,5	8,9	0,0 (2)	—	15,6	18,9	12,5	0,0	—
		Digestato coperto	15,2	0,0	8,9	0,0	—	15,2	0,0	12,5	0,0	—
	caso 2	Digestato scoperto	15,6	18,8	8,9	0,0	—	15,6	26,3	12,5	0,0	—
		Digestato coperto	15,2	5,2	8,9	0,0	—	15,2	7,2	12,5	0,0	—
	caso 3	Digestato scoperto	17,5	21,0	8,9	0,0	—	17,5	29,3	12,5	0,0	—
		Digestato coperto	17,1	5,7	8,9	0,0	—	17,1	7,9	12,5	0,0	—
Biorifiuti	caso 1	Digestato scoperto	0,0	21,8	8,9	0,5	—	0,0	30,6	12,5	0,5	—
		Digestato coperto	0,0	0,0	8,9	0,5	—	0,0	0,0	12,5	0,5	—
	caso 2	Digestato scoperto	0,0	27,9	8,9	0,5	—	0,0	39,0	12,5	0,5	—
		Digestato coperto	0,0	5,9	8,9	0,5	—	0,0	8,3	12,5	0,5	—
	caso 3	Digestato scoperto	0,0	31,2	8,9	0,5	—	0,0	43,7	12,5	0,5	—
		Digestato coperto	0,0	6,5	8,9	0,5	—	0,0	9,1	12,5	0,5	—

(1) Per «pianta intera del granturco» si intende il mais mietuto per foraggio e insilato per la conservazione.

(2) Il trasporto di materie prime agricole all'impianto di trasformazione è, secondo la metodologia indicata nella relazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo del 25 febbraio 2010 sui criteri di sostenibilità relativamente all'uso di fonti da biomassa solida e gassosa per l'elettricità, il riscaldamento e il raffrescamento, incluso nei valori relativi alla «coltivazione». Il valore per il trasporto di insilati di mais rappresenta lo 0,4 g CO<sub>2</sub>eq/MJ di biogas.

Tabella 2: Biometano

Sistema di produzione di biometano	Soluzione tecnologica		VALORI TIPICI [g CO <sub>2</sub> eq/MJ]						VALORI STANDARD [g CO <sub>2</sub> eq/MJ]					
			Coltiva-zione	Tratta-mento	Upgra-ding	Trasporto	Compr-essione presso la stazione d'im-barco	Crediti per letame	Coltiva-zione	Tratta-mento	Upgra-ding	Trasporto	Compr-essione presso la stazione d'im-barco	Crediti per letame
Letame umido	Digestato scoperto	senza combustione dei gas di scarico	0,0	84,2	19,5	1,0	3,3	- 124,4	0,0	117,9	27,3	1,0	4,6	- 124,4
		combustione dei gas di scarico	0,0	84,2	4,5	1,0	3,3	- 124,4	0,0	117,9	6,3	1,0	4,6	- 124,4
	Digestato coperto	senza combustione dei gas di scarico	0,0	3,2	19,5	0,9	3,3	- 111,9	0,0	4,4	27,3	0,9	4,6	- 111,9
		combustione dei gas di scarico	0,0	3,2	4,5	0,9	3,3	- 111,9	0,0	4,4	6,3	0,9	4,6	- 111,9
Pianta intera del granturco	Digestato scoperto	senza combustione dei gas di scarico	18,1	20,1	19,5	0,0	3,3	-	18,1	28,1	27,3	0,0	4,6	—
		combustione dei gas di scarico	18,1	20,1	4,5	0,0	3,3	—	18,1	28,1	6,3	0,0	4,6	—
	Digestato coperto	senza combustione dei gas di scarico	17,6	4,3	19,5	0,0	3,3	—	17,6	6,0	27,3	0,0	4,6	—
		combustione dei gas di scarico	17,6	4,3	4,5	0,0	3,3	—	17,6	6,0	6,3	0,0	4,6	—
Biorifiuti	Digestato scoperto	senza combustione dei gas di scarico	0,0	30,6	19,5	0,6	3,3	—	0,0	42,8	27,3	0,6	4,6	—
		combustione dei gas di scarico	0,0	30,6	4,5	0,6	3,3	—	0,0	42,8	6,3	0,6	4,6	—
	Digestato coperto	senza combustione dei gas di scarico	0,0	5,1	19,5	0,5	3,3	—	0,0	7,2	27,3	0,5	4,6	—
		combustione dei gas di scarico	0,0	5,1	4,5	0,5	3,3	—	0,0	7,2	6,3	0,5	4,6	—

## D. Totale dei valori tipici e standard per le filiere del combustibile da biomassa

### D1: Totale dei valori tipici e standard per le filiere del combustibile solido da biomassa

Tabella 1: valori trucioli, bricchetti e pellet

Sistema di produzione di combustibile da biomassa	Distanza di trasporto	Emissioni di gas a effetto serra - Valore tipico (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)	Emissioni di gas a effetto serra - Valore standard (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)
Trucioli di legno da residui forestali	1-500 km	5	6
	500-2.500 km	7	9
	2.500-10.000 km	12	15
	Superiore a 10.000 km	22	27
Trucioli di legno da boschi cedui a rotazione rapida (eucalipto)	2.500-10.000 km	16	18
Trucioli di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo - fertilizzato)	1-500 km	8	9
	500-2.500 km	10	11
	2.500-10.000 km	15	18
	Superiore a 10.000 km	25	30
Trucioli di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo - non fertilizzato)	1-500 km	6	7
	500-2.500 km	8	10
	2.500-10.000 km	14	16
	Superiore a 10.000 km	24	28
Trucioli di legno da corteccia d'albero	1-500 km	5	6
	500-2.500 km	7	8
	2.500-10.000 km	12	15
	Superiore a 10.000 km	22	27
Trucioli di legno da residui industriali	1-500 km	4	5
	500-2.500 km	6	7
	2.500-10.000 km	11	13
	Superiore a 10.000 km	21	25
Bricchetti o pellet di legno da residui forestali (caso 1)	1-500 km	29	35
	500-2.500 km	29	35
	2.500-10.000 km	30	36
	Superiore a 10.000 km	34	41

<b>Sistema di produzione di combustibile da biomassa</b>	<b>Distanza di trasporto</b>	<b>Emissioni di gas a effetto serra - Valore tipico (g CO<sub>2</sub>eq/MJ)</b>	<b>Emissioni di gas a effetto serra - Valore standard (g CO<sub>2</sub>eq/MJ)</b>
Bricchetti o pellet di legno da residui forestali (caso 2)	1-500 km	16	19
	500-2.500 km	16	19
	2.500-10.000 km	17	21
	Superiore a 10.000 km	21	25
Bricchetti o pellet di legno da residui forestali (caso 3)	1-500 km	6	7
	500-2.500 km	6	7
	2.500-10.000 km	7	8
	Superiore a 10.000 km	11	13
Bricchetti o pellet di legno da boschi cedui a rotazione rapida (eucalipto - caso 1)	2.500-10.000 km	33	39
Bricchetti o pellet di legno da boschi cedui a rotazione rapida (eucalipto - caso 2)	2.500-10.000 km	20	23
Bricchetti o pellet di legno da boschi cedui a rotazione rapida (eucalipto - caso 3)	2.500-10.000 km	10	11
Bricchetti o pellet di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo - fertilizzato - caso 1)	1-500 km	31	37
	500-10.000 km	32	38
	Superiore a 10 000 km	36	43
Bricchetti o pellet di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo - fertilizzato - caso 2)	1-500 km	18	21
	500-10 000 km	20	23
	Superiore a 10 000 km	23	27
Bricchetti o pellet di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo - fertilizzato - caso 3)	1-500 km	8	9
	500-10 000 km	10	11
	Superiore a 10 000 km	13	15



<b>Sistema di produzione di combustibile da biomassa</b>	<b>Distanza di trasporto</b>	<b>Emissioni di gas a effetto serra - Valore tipico (g CO<sub>2</sub>eq/MJ)</b>	<b>Emissioni di gas a effetto serra - Valore standard (g CO<sub>2</sub>eq/MJ)</b>
Bricchetti o pellet di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo - non fertilizzato - caso 1)	1-500 km	30	35
	500-10 000 km	31	37
	Superiore a 10 000 km	35	41
Bricchetti o pellet di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo - non fertilizzato - caso 2)	1-500 km	16	19
	500-10 000 km	18	21
	Superiore a 10 000 km	21	25
Bricchetti o pellet di legno da boschi cedui a rotazione rapida (pioppo - non fertilizzato - caso 3)	1-500 km	6	7
	500-10 000 km	8	9
	Superiore a 10 000 km	11	13
Bricchetti o pellet di legno da corteccia d'albero (caso 1)	1-500 km	29	35
	500-2.500 km	29	34
	2.500-10.000 km	30	36
	Superiore a 10.000 km	34	41
Bricchetti o pellet di legno da corteccia d'albero (caso 2)	1-500 km	16	18
	500-2.500 km	15	18
	2.500-10.000 km	17	20
	Superiore a 10.000 km	21	25
Bricchetti o pellet di legno da corteccia d'albero (caso 3)	1-500 km	5	6
	500-2.500 km	5	6
	2.500-10.000 km	7	8
	Superiore a 10.000 km	11	12

<b>Sistema di produzione di combustibile da biomassa</b>	<b>Distanza di trasporto</b>	<b>Emissioni di gas a effetto serra - Valore tipico (g CO<sub>2</sub>eq/MJ)</b>	<b>Emissioni di gas a effetto serra - Valore standard (g CO<sub>2</sub>eq/MJ)</b>
Bricchetti o pellet di legno da residui legnosi industriali (caso 1)	1-500 km	17	21
	500-2.500 km	17	21
	2.500-10.000 km	19	23
	Superiore a 10.000 km	22	27
Bricchetti o pellet di legno da residui legnosi industriali (caso 2)	1-500 km	9	11
	500-2.500 km	9	11
	2.500-10.000 km	10	13
	Superiore a 10.000 km	14	17
Bricchetti o pellet di legno da residui legnosi industriali (caso 3)	1-500 km	3	4
	500-2.500 km	3	4
	da 2.500 a 10.000	5	6
	Superiore a 10.000 km	8	10

- Il caso 1 si riferisce ai processi in cui è utilizzata una caldaia a gas naturale per fornire il calore di processo all'impianto di pellettizzazione. L'energia elettrica è fornita all'impianto di pellettizzazione dalla rete;
- Il caso 2 si riferisce ai processi in cui è utilizzata una caldaia alimentata con trucioli di legno per fornire il calore di processo all'impianto di pellettizzazione. L'energia elettrica è fornita all'impianto di pellettizzazione dalla rete;
- Il caso 3 si riferisce ai processi in cui è utilizzato un impianto di cogenerazione alimentato con trucioli di legno per fornire l'energia elettrica e termica all'impianto di pellettizzazione.

Tabella 2: filiera agricola

Sistema di produzione di combustibile da biomassa	Distanza di trasporto	Emissioni di gas a effetto serra - Valore tipico (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)	Emissioni di gas a effetto serra - Valore standard (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)
Residui agricoli con densità < 0,2 t/m <sup>3</sup> (1)	1-500 km	4	4
	500-2.500 km	8	9
	2.500-10.000 km	15	18
	Superiore a 10.000 km	29	35
Residui agricoli con densità < 0,2 t/m <sup>3</sup> (2)	1-500 km	4	4
	500-2.500 km	5	6
	2.500-10.000 km	8	10
	Superiore a 10.000 km	15	18
Paglia in pellet	1-500 km	8	10
	500-10.000 km	10	12
	Superiore a 10.000 km	14	16
Bricchetti di bagassa	500-10.000 km	5	6
	Superiore a 10.000 km	9	10
Farina di palmisti	Superiore a 10.000 km	54	61
Farina di palmisti (senza emissioni di CH <sub>4</sub> provenienti dall'oleificio)	Superiore a 10.000 km	37	40

(1) Questo gruppo di materiali comprende i residui agricoli a bassa densità apparente tra cui materiali come balle di paglia, lolla di riso, pula di avena e balle di bagassa della canna da zucchero (elenco non esaustivo).

(2) Il gruppo di residui agricoli a maggiore densità apparente include materiali come tutoli di mais, gusci di noce, baccelli di soia, gusci di palmisti (elenco non esaustivo).

## D2: Totale dei valori tipici e standard per le filiere del combustibile gassoso da biomassa

Tabella 1: Valori tipici e standard di biogas per la produzione di energia elettrica

Sistema di produzione di biogas	Soluzione tecnologica		Valore tipico	Valore standard
			Emissioni di gas a effetto serra (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)	Emissioni di gas a effetto serra (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)
Biogas da letame umido per la produzione di energia elettrica	Caso 1	Digestato scoperto(3)	- 28	3
		Digestato coperto (4)	- 88	- 84
	Caso 2	Digestato scoperto	- 23	10
		Digestato coperto	- 84	- 78
	Caso 3	Digestato scoperto	- 28	9
		Digestato coperto	- 94	- 89
Biogas da piante intere di mais per la produzione di energia elettrica	Caso 1	Digestato scoperto	38	47
		Digestato coperto	24	28
	Caso 2	Digestato scoperto	43	54
		Digestato coperto	29	35
	Caso 3	Digestato scoperto	47	59
		Digestato coperto	32	38
Biogas da rifiuti organici per la produzione di energia elettrica	Caso 1	Digestato scoperto	31	44
		Digestato coperto	9	13
	Caso 2	Digestato scoperto	37	52
		Digestato coperto	15	21
	Caso 3	Digestato scoperto	41	57
		Digestato coperto	16	22

(3) Lo stoccaggio scoperto del digestato comporta ulteriori emissioni di metano che variano in base alle condizioni atmosferiche, al substrato e all'efficienza di digestione. In questi calcoli, si presume che gli importi siano pari a 0,05 MJ CH<sub>4</sub> / MJ biogas per il letame, 0,035 MJ CH<sub>4</sub> / MJ biogas per il granturco e 0,01 MJ CH<sub>4</sub> / MJ biogas per i rifiuti organici.

(4) Lo stoccaggio coperto significa che il digestato derivante dal processo di digestione è stoccato in un serbatoio a tenuta di gas e si considera che il biogas in eccesso liberato durante lo stoccaggio sia recuperato per la produzione di ulteriore energia elettrica o biometano.

Tabella 2: Valori tipici e standard di biogas per il biometano

Sistema di produzione di biometano	Soluzione tecnologica	Emissioni di gas a effetto serra - Valore tipico (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)	Emissioni di gas a effetto serra - Valore standard (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)
Biometano da letame umido	Digestato scoperto, senza combustione dei gas di scarico (1)	- 20	22
	Digestato scoperto, con combustione dei gas di scarico (2)	- 35	1
	Digestato coperto, senza combustione dei gas di scarico	- 88	- 79
	Digestato coperto, con combustione dei gas di scarico	- 103	- 100
Biometano da pianta intera del granturco	Digestato scoperto, senza combustione dei gas di scarico	58	73
	Digestato scoperto, con combustione dei gas di scarico	43	52
	Digestato coperto, senza combustione dei gas di scarico	41	51
	Digestato coperto, con combustione dei gas di scarico	26	30
Biometano dai rifiuti organici	Digestato scoperto, senza combustione dei gas di scarico	51	71
	Digestato scoperto, con combustione dei gas di scarico	36	50
	Digestato coperto, senza combustione dei gas di scarico	25	35
	Digestato coperto, con combustione dei gas di scarico*	10	14

(1) Questa categoria comprende le seguenti categorie di tecnologie per l'upgrading del biogas in biometano: Adsorbimento per inversione di pressione (PSA), Lavaggio con acqua in pressione (PWS), Purificazione mediante membrane, criogenica e Assorbimento fisico con solventi organici (OPS). Comprende un'emissione di 0,03 MJ CH<sub>4</sub> / MJ biometano per le emissioni di metano nei gas di scarico.

(2) Questa categoria comprende le seguenti categorie di tecnologie per l'upgrading del biogas in biometano: Lavaggio con acqua in pressione (PWS) quando l'acqua è riciclata, Adsorbimento per inversione di pressione (PSA), Scrubbing chimico, Assorbimento fisico con solventi organici (OPS), Purificazione mediante membrane e criogenica. Nessuna emissione di metano è considerata per questa categoria (l'eventuale metano viene bruciato nel gas di scarico).

\* Con apposito decreto del Ministero della transizione ecologica possono essere individuati processi e assetti impiantistici assimilabili a questa soluzione tecnologica

Tabella 3: Valori tipici e standard – biogas – miscele di letame e granturco: emissioni di gas a effetto serra con quote calcolate in base alla massa fresca

Sistema di produzione di biogas		Soluzioni tecnologiche	Emissioni di gas a effetto serra - Valore tipico (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)	Emissioni di gas a effetto serra- Valore Standard (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)
Letame – Granturco 80 % - 20 %	Caso 1	Digestato scoperto	17	33
		Digestato coperto	- 12	- 9
	Caso 2	Digestato scoperto	22	40
		Digestato coperto	- 7	- 2
	Caso 3	Digestato scoperto	23	43
		Digestato coperto	- 9	- 4
Letame – Granturco 70 % - 30 %	Caso 1	Digestato scoperto	24	37
		Digestato coperto	0	3
	Caso 2	Digestato scoperto	29	45
		Digestato coperto	4	10
	Caso 3	Digestato scoperto	31	48
		Digestato coperto	4	10
Letame – Granturco 60 % - 40 %	Caso 1	Digestato scoperto	28	40
		Digestato coperto	7	11
	Caso 2	Digestato scoperto	33	47
		Digestato coperto	12	18
	Caso 3	Digestato scoperto	36	52
		Digestato coperto	12	18

- Il caso 1 fa riferimento alle filiere in cui l'energia elettrica e termica necessarie al processo di produzione sono fornite dal motore dell'impianto di cogenerazione stesso.
- Il caso 2 si riferisce alle filiere in cui l'energia elettrica necessaria al processo è prelevata dalla rete e il calore di processo è fornito dal motore dell'impianto di cogenerazione stesso. In alcuni Stati membri, gli operatori non sono autorizzati a chiedere sovvenzioni per la produzione lorda e il caso 1 è la configurazione più probabile.
- Il caso 3 si riferisce alle filiere in cui l'energia elettrica necessaria al processo è prelevata dalla rete e il calore di processo è fornito da una caldaia a biogas. Questo caso si applica ad alcuni impianti in cui l'unità di cogenerazione non si trova in loco e il biogas è venduto (ma non trasformato in biometano).

Tabella 4: Valori tipici e standard – biometano - miscele di letame e granturco: emissioni di gas a effetto serra con quote calcolate in base alla massa fresca

Sistema di produzione di biometano	Soluzioni tecnologiche	Emissioni di gas a effetto serra - Valore tipico (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)	Emissioni di gas a effetto serra – Valore standard (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)
Letame – Granturco 80 % - 20 %	Digestato scoperto, senza combustione dei gas di scarico	32	57
	Digestato scoperto, con combustione dei gas di scarico	17	36
	Digestato coperto, senza combustione dei gas di scarico	- 1	9
	Digestato coperto, con combustione dei gas di scarico	- 16	- 12
Letame – Granturco 70 % - 30 %	Digestato scoperto, senza combustione dei gas di scarico	41	62
	Digestato scoperto, con combustione dei gas di scarico	26	41
	Digestato coperto, senza combustione dei gas di scarico	13	22
	Digestato coperto, con combustione dei gas di scarico	- 2	1
Letame – Granturco 60 % - 40 %	Digestato scoperto, senza combustione dei gas di scarico	46	66
	Digestato scoperto, con combustione dei gas di scarico	31	45
	Digestato coperto, senza combustione dei gas di scarico	22	31
	Digestato coperto, con combustione dei gas di scarico	7	10

Nel caso del biometano utilizzato come biometano compresso per il trasporto, un valore di 3,3 g CO<sub>2</sub>eq/MJ di biometano deve essere aggiunto ai valori tipici e un valore di 4,6 g CO<sub>2</sub>eq/MJ di biometano ai valori standard.