

# METODOLOGIA PER LA STIMA DELLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI E/O DELL'AUMENTO DEGLI ASSORBIMENTI DA ATTIVITÀ DI GESTIONE SOSTENIBILE

Applicabile ai Distretti che abbiano aderito al Meccanismo volontario di riduzione e compensazione delle emissioni zootecniche a livello di distretto agricolo-zootecnico-forestale - Versione 2020





**Documento realizzato nell'ambito del Programma Rete Rurale  
Nazionale 2014-20  
Piano di azione biennale 2019-20  
Scheda progetto ISMEA 14.1 Cambiamenti climatici**

Autorità di gestione: Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali  
Ufficio DISR2 - Dirigente: Paolo Ammassari

Responsabile scientifico:  
Camillo Zaccarini Bonelli

Autori: Maria Vincenza Chiriaco, Matteo Bellotta (CMCC Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), Nicola Lacetera, Andrea Vitali, Giampiero Grossi (DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali della Tuscia)

Data: Dicembre 2020

Impaginazione e grafica:  
Roberta Ruberto e Mario Cariello





## INDICE

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Principi di funzionamento del meccanismo</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Calcolo delle emissioni zootecniche</b>	<b>10</b>
3.1	Stima delle consistenze delle mandrie	11
3.2	Stima delle emissioni provenienti dalla fermentazione enterica	13
3.3	Stima delle emissioni da gestione delle deiezioni	18
3.4	Stima delle emissioni da coltivazione di foraggio	20
<b>4</b>	<b>Attività di gestione sostenibile e valutazione del potenziale di mitigazione</b>	<b>22</b>
4.1	Miglioramento della dieta dei ruminanti	22
4.2	Gestione delle deiezioni	24
4.3	Utilizzo sostenibile dei fertilizzanti chimici	26
4.4	Riduzione del disturbo dei suoli agricoli	28
4.5	Mantenimento della copertura erbosa nelle colture permanenti	30
4.6	Gestione sostenibile dei residui agricoli	32
4.7	Nuovi impianti di frutticoltura	35
4.8	Rimboschimenti/imboschimenti	37
	<b>Annex I - Questionario</b>	<b>41</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>45</b>



## ACRONIMI

<b>BAU</b>	Business as usual
<b>C</b>	Carbonio
<b>CH<sub>4</sub></b>	Metano
<b>CO<sub>2</sub>eq</b>	Anidride carbonica equivalente
<b>CRPA</b>	Centro Ricerche Produzioni Animali
<b>DAFNE</b>	Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali
<b>DE</b>	Digestible Energy/Digeribilità
<b>EF</b>	EmissionFactors/Fattori di Emissione
<b>ENEA</b>	Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
<b>GHG</b>	GreenhouseGases/Gas Serra
<b>INFC</b>	Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>ISMEA</b>	Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare
<b>ISPRA</b>	IstitutoSuperiore per la Protezione e la Ricerca Unione Europea Ambientale
<b>K<sub>2</sub>O</b>	Ossido di potassio
<b>LCA</b>	Life CycleAssessment
<b>MERC</b>	Misurare Evitare Ridurre Compensare
<b>N</b>	Azoto
<b>NA</b>	Not Available
<b>NH<sub>3</sub></b>	Ammoniacca
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Protossido di Azoto
<b>NO<sub>x</sub></b>	Ossido e Biossido di Azoto
<b>SOC</b>	SoilOrganic Carbon/Carbonio organico nel suolo
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	Anidride fosforica
<b>SV</b>	Solidi Volatili
<b>UNFCCC</b>	United Nations Framework Convention on Climate Change



# 1 Introduzione

Il progetto de *Il distretto agricolo-zootecnico-forestale: un nuovo approccio territoriale per la mitigazione dei cambiamenti climatici*, descritto nel presente documento, nasce e si sviluppa nell'ambito delle attività della Rete Rurale Nazionale 2014-2020 sul tema dei cambiamenti climatici ed ha portato ad individuare un meccanismo applicabile a livello di distretto zootecnico, per ridurre e compensare le emissioni di gas serra derivanti dalla produzione zootecnica, perseguendo al contempo l'obiettivo della tutela dei servizi ecosistemici e della mitigazione dei cambiamenti climatici.

Il concetto di base è che, pur essendo in netta diminuzione a partire dal 1990 (-13,1% nel 2018 secondo i dati dell'inventario nazionale, ISPRA), le emissioni di gas ad effetto serra (GHG) del settore agricolo, in particolare quelle provenienti dal settore zootecnico (a cui sono imputabili circa il 76% delle emissioni di GHG del settore agricolo<sup>1</sup>), hanno ulteriori potenzialità di riduzione. La concentrazione delle attività zootecniche in determinate aree prefigura, infatti, delle potenzialità per un'ulteriore riduzione e compensazione del proprio impatto emissivo, in particolare attraverso un approccio di gestione sostenibile da attuare a livello di **distretto zootecnico**. Gli impatti generati dalla produzione zootecnica più o meno intensiva, in un determinato territorio, possono infatti essere ridotti o compensati attraverso attività di riduzione e assorbimento di gas climalteranti che siano realizzate nelle immediate vicinanze, cioè in prossimità della fonte emissiva.

Attraverso questo approccio, è possibile incrementare e tutelare la sostenibilità generale del territorio, generando *crediti di sostenibilità*, di cui la tonnellata di CO<sub>2</sub> è un indicatore di misura quantitativo. Tali crediti possono essere generati da soggetti del settore zootecnico e agroforestale locale, che si impegnano nell'implementazione di attività aggiuntive rispetto alle pratiche di gestione correnti (definite BAU ovvero *business as usual*) e possono essere oggetto di un vero e proprio scambio in un mercato di natura volontaria, con transazioni commerciali tra venditori e acquirenti, nel rispetto dei principi e criteri previsti dai principali standard e linee guida a livello internazionale.

Gli attori del distretto sono quelli che in qualche modo beneficiano dall'implementazione delle pratiche gestionali aggiuntive e possono essere:

- gli imprenditori del settore zootecnico (interessati a partecipare in quanto emettitori, ma anche come possibili produttori di crediti),
- gli imprenditori del settore agricolo e forestale (interessati a partecipare in quanto potenziali produttori di crediti),
- le istituzioni locali, tutti gli imprenditori in generale e i cittadini (interessati perché beneficiano del miglioramento dei servizi ecosistemici e della migliore qualità della vita raggiunta nel distretto e del ritorno in termini di immagine di distretto a basse emissioni spendibile anche sul piano turistico-ricettivo).

Tra i possibili attori può comparire anche l'Organismo di Certificazione che può certificare la validità delle attività realizzate con riferimento al rispetto dello standard seguito.

---

<sup>1</sup>Secondo l'inventario nazionale delle emissioni di gas serra (Fonte: NIR, ISPRA 2020), l'agricoltura è responsabile del 7,1% delle emissioni complessive di gas serra, con circa 30,2 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>eq prodotte nel 2016, collocandosi al terzo posto dopo il settore energetico e quello industriale. La maggior parte delle emissioni generate dal settore agricolo italiano è imputabile al comparto zootecnico, per circa il 76% del totale del settore, corrispondenti al 5,4% delle emissioni di gas serra nazionali. In particolare, le emissioni del comparto zootecnico sono costituite da metano (CH<sub>4</sub>) dovuto alla fermentazione enterica e alla gestione delle deiezioni animali e da emissioni dirette e indirette di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) derivanti dalla gestione delle deiezioni animali e dei suoli agricoli.



A livello progettuale la metodologia prevede due step:

- STEP1: Calcolo delle emissioni generate dalla produzione zootecnica;
- STEP2: Valutazione del potenziale di mitigazione del distretto.

Ai fini del calcolo delle emissioni generate dalla produzione zootecnica nel distretto (STEP 1), si dovrà procedere alla valutazione delle emissioni generate dalle aziende zootecniche che intendono aderire al meccanismo di riduzione e compensazione attraverso un'analisi del ciclo di vita (*Life Cycle Assessment o LCA*).

Una volta stimate le emissioni generate dalla produzione zootecnica, ogni azienda dovrà individuare delle azioni da attuare per cercare di evitare e ridurre parte di queste emissioni. Solo dopo aver dimostrato tale impegno di riduzione, si potranno attuare le attività di gestione sostenibile per la compensazione del proprio impatto (STEP 2). In particolare, le attività ammissibili per la riduzione e compensazione delle emissioni zootecniche ai fini dell'aumento del potenziale di mitigazione dei cambiamenti climatici del distretto possono fare riferimento a **tre ambiti di azione**:

<b>1.riduzione delle emissioni</b>	<b>2.aumento dei sink di carbonio</b>	<b>3.sostituzione o riduzione delle emissioni dei combustibili fossili</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Miglioramento della dieta dei ruminanti</li><li>- Riduzione dell'utilizzo dei fertilizzanti chimici</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Riduzione delle lavorazioni dei suoli agricoli</li><li>- Mantenimento della copertura erbosa nelle colture permanenti</li><li>- Gestione dei residui agricoli delle colture arboree (interramento)</li><li>- Nuovi impianti di frutticoltura</li><li>-Realizzazione di rimboschimenti</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gestione delle deiezioni, utilizzo biomasse per la produzione di biogas</li><li>- Gestione dei residui agricoli delle colture arboree(per fini energetici)</li></ul>

La validità delle attività realizzate e dei risultati conseguiti all'interno un'unità distrettuale sono garantite dalle *Linee guida per la definizione di uno Standard per l'attuazione di un Meccanismo volontario di riduzione e compensazione delle emissioni zootecniche a livello di distretto agricolo-zootecnico-forestale*, che delineano l'architettura generale del sistema di applicazione della metodologia al contesto territoriale, i principi e i meccanismi che lo regolano, i soggetti che sono coinvolti nella sua attuazione e le relative funzioni e responsabilità.

Ogni distretto che intenda aderire al meccanismo deve rispettare le regole delineate nelle linee guida, identificando chiaramente tutti gli attori e attuando tutti gli strumenti necessari per definire una *governance* territoriale. Il Meccanismo, infatti, si attua attraverso un ciclo di realizzazione suddiviso in più fasi, precedute dalla costituzione formale del Distretto (che sia rispondente a specifici criteri di idoneità) e di una Cabina di Regia istituzionale che presieda alla corretta realizzazione del meccanismo all'interno del distretto stesso.

Gli attori coinvolti in qualità di acquirenti (imprenditori zootecnici) e venditori (imprenditori zootecnici e agroforestali) si impegneranno nella realizzazione di attività di riduzione e compensazione delle emissioni zootecniche secondo gli step 1 e 2 definiti dalla presente Metodologia e dettagliati da un punto di vista procedurale all'interno dello standard. I due documenti, pertanto, si integrano a vicenda e devono essere portati a conoscenza di tutti i portatori di interesse che intendano costituirsi in un Distretto.



Lo standard, che accompagna e si integra con il documento aggiornato della metodologia, è sviluppato nel rispetto dei principali standard e linee guida esistenti per la valutazione e certificazione della sostenibilità ambientale, riconosciuti a livello internazionale e fornisce i requisiti per la convalida, la realizzazione, la validazione, il monitoraggio e la verifica delle attività realizzate che prevedono riduzioni e assorbimenti delle emissioni di GHG con conseguente produzione di quei crediti di sostenibilità che potranno compensare le emissioni zootecniche del distretto.



## 2 Principi di funzionamento del meccanismo

Il Meccanismo<sup>2</sup>, finalizzato alla riduzione e compensazione delle emissioni zootecniche a livello di distretto, trova applicazione pratica attraverso la quantificazione degli impatti ambientali della produzione zootecnica nel distretto (valutati in termini di emissioni di GHG) e la realizzazione, all'interno dei confini dello stesso distretto territoriale, di specifiche attività virtuose di gestione del settore agricolo-zootecnico-forestale, addizionali rispetto alla gestione corrente, in grado di generare **crediti di sostenibilità**<sup>3</sup>. Per crediti di sostenibilità, si intende il risultato di un'azione finalizzata a tutelare i servizi ecosistemici, tra cui la mitigazione dei cambiamenti climatici in termini di riduzione delle emissioni di gas serra o assorbimenti, di cui la tonnellata di CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>eq), o credito di carbonio, è un indicatore quantitativo.

Attraverso la valutazione del bilancio tra le emissioni di GHG dal settore zootecnico e i crediti di sostenibilità generabili nel distretto, si può delineare un meccanismo, di natura volontaria, finalizzato al raggiungimento di una produzione zootecnica *carbon neutral*, attuabile a livello di distretto territoriale mediante l'interazione tra diversi soggetti.

Da un lato ci sono i **soggetti venditori**, ossia gli imprenditori del settore agricolo o forestale che si impegnano in attività addizionali alle pratiche correnti (tra quelle descritte nel Cap. 4) in grado di generare una riduzione di emissioni o un aumento degli assorbimenti, e che saranno interessati a vendere i crediti derivanti dal proprio impegno agli imprenditori del settore zootecnico (e in parte minore anche da altri soggetti di altri settori o cittadini o istituzioni).

Dall'altro lato ci sono i **soggetti acquirenti**, ossia gli imprenditori del settore zootecnico che saranno interessati a sostenere economicamente le attività di gestione addizionali messe in atto nel distretto, sia realizzando azioni virtuose nella propria azienda sia ricompensando economicamente i soggetti che hanno generato i crediti, al fine di compensare le proprie emissioni, contribuendo agli obiettivi climatici del territorio con ritorno in termini di immagine e visibilità. Esistono inoltre anche **altri acquirenti**, tra cui ad esempio le istituzioni locali, tutti gli imprenditori di altri settori rispetto a quello zootecnico e i cittadini, interessati ad acquistare crediti perché beneficiano del miglioramento dei servizi ecosistemici e della migliore qualità della vita e del ritorno in termini di immagine del distretto a basse emissioni spendibile anche sul piano turistico-ricettivo.

Inoltre, ogni Distretto che aderisce al meccanismo dovrà avere un **ente istituzionale** che sarà responsabile della gestione del Meccanismo nel Distretto. Esso dovrà dotarsi di una **Cabina di Regia**, di cui fanno parte rappresentanti dell'Ente Gestore e dei soggetti coinvolti nel Distretto, che riunendosi periodicamente avranno il compito di gestire l'attuazione del Meccanismo nel Distretto, garantendone il corretto funzionamento.

Il Meccanismo prevede dunque un sistema di scambio volontario, il cui funzionamento è ben definito nel documento delle linee guida dello standard "Linee guida per la definizione di uno Standard per l'attuazione di un Meccanismo volontario di riduzione e compensazione delle emissioni zootecniche a livello di distretto

---

<sup>2</sup>RRN-ISMEA e CMCC, Linee guida per la definizione di uno Standard per l'attuazione di un Meccanismo volontario di riduzione e compensazione delle emissioni zootecniche a livello di distretto agricolo-zootecnico-forestale. Dicembre 2020

<sup>3</sup> Il concetto di *Credito di Sostenibilità* è stato sviluppato per la prima volta nel 2015 dal PEFC Italia e CMCC all'interno del progetto "Patto per il clima" del comune di Raiano (AQ).



agricolo-zootecnico-forestale)”, che si realizza nel rispetto di principi e delle metodologie previste dai principali standard e linee guida.

Anche le regole e le metodologie per la quantificazione delle emissioni e la stima della riduzione delle emissioni e/o dell’aumento degli assorbimenti da attività di gestione sostenibile, descritte in questo documento tecnico, sono sviluppate nel rispetto dei principi definiti dagli standard e linee guida riconosciuti e accreditati, e costruiti sulla base delle linee guida dell’ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), secondo i principi individuati dall’ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Tra i principi fondamentali di cui si è tenuto conto nello sviluppo della metodologia, ci sono:

- **Addizionalità:** Il principio di addizionalità prevede la necessità di dimostrare che le attività sostenibili realizzate nel distretto implicino un impegno nuovo e addizionale rispetto alla normale gestione corrente del territorio o business as usual (BAU) e che non siano già previste nell'attuale situazione di gestione (o che senza la vendita dei crediti le attività non sarebbero economicamente sostenibili).
- **Effetto leakage:** Per evitare il cosiddetto “effetto leakage”, ossia il verificarsi di perdite (leakage) indirette o dirette, in termini di emissioni di gas serra o altri impatti connessi alle attività attuate, è necessario valutare e dimostrare l’insussistenza del rischio che le attività previste possano generare delle esternalità negative, anche al di fuori dell’area strettamente interessata dall’attività, o in termini di emissioni di gas serra o altri impatti generate durante la realizzazione dell’attività stessa. Per semplificare i processi di contabilizzazione e scambio dei crediti, ai fini del meccanismo da realizzare, si stabilisce, per quelle attività che possono generare eventuali effetti negativi o emissioni aggiuntive (per es. realizzazione di nuovi impianti di frutticoltura o di rimboschimenti e/o imboschimenti), una riduzione del quantitativo dei crediti utilizzabili rispetto al quantitativo effettivamente generabile, in modo da includere in tale valore anche le eventuali perdite dirette o indirette di carbonio (C) .

Inoltre, la partecipazione al Meccanismo non deve rappresentare un diritto a continuare a inquinare o tantomeno a inquinare maggiormente nel perseguire la gestione ordinaria, ma piuttosto uno strumento che permetta di ridurre il proprio impatto a seguito di una pianificazione delle proprie attività che preveda prima il calcolo, poi la riduzione e, infine, la compensazione delle proprie emissioni climalteranti. A tal fine, le aziende zootecniche che intendono compensare le proprie emissioni accederanno al Meccanismo attuando una gerarchia cronologica di azioni volte a ridurre il proprio impatto climalterante e aumentare la sostenibilità, ovvero: Misurare→ Evitare→Ridurre→Compensare (MERC).

A tal proposito, la metodologia proposta per il calcolo dei crediti di sostenibilità prevede due step consecutivi:

- STEP1: Calcolo delle emissioni generate dalla produzione zootecnica;
- STEP2: Valutazione del potenziale di mitigazione del distretto.

Sulla base di quanto indicato nel documento dello Standard, entrambi gli Step possono essere gestiti mediante una piattaforma online, supervisionata dall’Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare (ISMEA), tramite una sezione specifica che sarà attivata per ogni Distretto costituito e gestita dalla Cabina di Regia. Le aziende zootecniche potranno accedere alla piattaforma e, semplicemente compilando un questionario speditivo (si veda Annex I), potranno calcolare le emissioni di GHG derivanti dal proprio processo produttivo, stimate attraverso un tool di calcolo online. Inoltre, anche la componente di valutazione del



potenziale di mitigazione del distretto sarà gestita dal tool presente sulla piattaforma, attraverso la possibilità di quantificare i crediti generabili dalle singole attività. Sulla piattaforma sarà resa disponibile anche la modulistica necessaria per consentire ai partecipanti di completare agevolmente tutte le fasi previste dal Meccanismo.

Una volta definite e quantificate le emissioni zootecniche delle singole aziende e quindi quelle cumulative del distretto, si quantificherà il potenziale di mitigazione e dunque la quantità di crediti di sostenibilità che dovrà essere scambiata nel Distretto, secondo modalità e regole che ne garantiscano la massima trasparenza e credibilità, definite nello standard.

### 3 Calcolo delle emissioni zootecniche

Ai fini del calcolo delle emissioni generate dalla produzione zootecnica nel distretto (STEP 1), si dovrà procedere alla quantificazione delle emissioni generate dalle singole aziende zootecniche che intendono aderire al Meccanismo attraverso un'analisi del ciclo di vita (*Life Cycle Assessment* o LCA)<sup>4</sup>. L'obiettivo dell'analisi LCA è quello di individuare e quantificare gli impatti in termini di emissioni di gas ad effetto serra generate dall'intero processo produttivo messo in atto dall'azienda zootecnica, che derivano principalmente dalla fermentazione enterica, dalla gestione delle deiezioni e dalla gestione dei suoli agricoli (in particolare, attraverso l'utilizzo di letame come fertilizzante dei suoli o la pratica che prevede il libero pascolamento degli animali che rilasciano al suolo le loro deiezioni).

Il livello di accuratezza con cui può essere condotta un'analisi LCA può essere diverso, in base alla quantità delle informazioni richieste e al grado di complessità analitica. In accordo con le linee guida IPCC (2006a), il livello di accuratezza di un'analisi è definito in tre livelli (o Tier):

- Tier 1, rappresenta l'approccio di base in cui vengono utilizzati dati e metodologie generiche, derivate per lo più dalla letteratura;
- Tier 2, rappresenta il livello intermedio in cui i dati e le metodologie fanno riferimento all'area geografica in cui viene condotta l'analisi;
- Tier 3, rappresenta il livello più complesso e più accurato e richiede dati specifici, possibilmente misurati direttamente.

Rispetto al precedente documento pubblicato a dicembre 2018<sup>5</sup>, questa versione della metodologia consente, a fronte di poche informazioni fornite dall'allevatore, di stimare le emissioni zootecniche con un maggior livello di accuratezza, permettendo in generale un passaggio da Tier 1 a Tier 2/3 per le specie di maggiore interesse zootecnico. Pertanto, le emissioni generate dalle aziende zootecniche sono contabilizzate a partire dalle informazioni inserite dall'allevatore nella piattaforma online, compilando un questionario, e modellizzate con un approccio basico (Tier 1) per le specie di minore interesse (es. avicoli, conigli, cavalli) e intermedio/complesso (Tier 2/3) per quelle di maggiore interesse zootecnico, che sono più rappresentate nel

---

<sup>4</sup> L'analisi LCA consiste in una quantificazione degli impatti ambientali generati durante l'intero ciclo di vita di un bene o servizio, dall'acquisizione delle materie prime fino alla produzione del bene o servizio, all'uso, al trattamento di fine vita, al riciclaggio e fino allo smaltimento finale (*dalla culla alla tomba*). Essa è regolamentata dalla norma ISO 14040:2006 *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles And Framework* che definisce i principi e le procedure da seguire.

<sup>5</sup> RRN-ISMEA e CMCC, Metodologia per l'attuazione di meccanismi volontari di riduzione e compensazione delle emissioni a livello di distretto zootecnico. Dicembre 2018



contesto nazionale e che, al tempo stesso, incidono maggiormente in termini di emissioni di gas serra. In particolare, questo ha riguardato i ruminanti (bovini, ovi-caprini e bufalini), classificati per le principali razze e attitudine produttiva (latte o carne) e la specie suina, classificata in funzione della tipologia produttiva (intensivo, semi-intensivo e brado).

Nel primo caso si applicano dei fattori di emissioni standard così come indicati da IPCC, nel secondo caso invece si applicano modelli di calcolo sviluppati ad hoc.

Le informazioni richieste riguardano le principali caratteristiche dell'allevamento oggetto di valutazione:

- il numero e la tipologia dei capi presenti nell'azienda;
- la tipologia di gestione delle deiezioni;
- la modalità di approvvigionamento del foraggio:
  - animali al pascolo;
  - foraggio acquistato o prodotto in azienda con metodo biologico<sup>6</sup> o convenzionale.

Lo sviluppo dei modelli di calcolo aggiornati, riportati in questa versione della metodologia, si basa sulla parametrizzazione di variabili specifiche, effettuata sulla base della bibliografia nazionale e internazionale e delle conoscenze zootecniche (*subject-matterexpert*) del gruppo di ricerca in produzioni animali del Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE) dell'Università della Tuscia di Viterbo.

La somma di tutte le emissioni associate al processo produttivo (descritte in dettaglio nei par. da 4.1 a 4.4), calcolate con la metodologia descritta, fornisce un'idea dell'impatto in termini di gas serra prodotti dalle aziende zootecniche del distretto produttivo. Tuttavia, è necessario evidenziare che tale conteggio ha il solo scopo di fornire un riferimento dell'impatto della produzione zootecnica esclusivamente nell'ambito del presente progetto e, seppur esso si basi su metodologie e fattori rigorosi sviluppati dall'IPCC o dalla letteratura scientifica o utilizzati negli inventari dei gas serra, resta pur sempre una stima speditiva, non vincolate o legalmente impugnabile.

### 3.1 Stima delle consistenze delle mandrie

Il modello è strutturato in modo da stimare la consistenza della mandria a partire da alcune informazioni fornite dall'allevatore e da specifici parametri zootecnici.

#### **Ruminanti**

Per la stima della consistenza della mandria aziendale dei ruminanti, il modello si basa sull'elaborazione di alcune informazioni richieste tramite il questionario che gli imprenditori zootecnici compilano online, quali: specie, attitudine produttiva, razza, n. di capi adulti femmina presenti in azienda e la presenza o meno della fase di ingrasso. La struttura demografica dell'allevamento è stimata combinando queste informazioni con i parametri zootecnici specie e razza-specifici, quali il tasso di rimonta e di natalità (tabella 1) definiti in base alla bibliografia nazionale e internazionale e alle conoscenze zootecniche (*subject-matterexpert*). Il modello stima il numero di nati e gli animali destinati alla rimonta, gli altri animali sono considerati come venduti appena svezzati oppure inclusi nella categoria da ingrasso, se l'allevatore indica di effettuare questa pratica.

---

<sup>6</sup>In accordo con la regolamentazione europea di produzione biologica Reg. (EC) n. 834/2007 e Reg. (EC) n. 889/2008.



**Tabella 1. Informazioni primarie e parametri zootecnici utilizzati per la stima delle consistenze della mandria per allevamenti di ruminanti**

Specie	Attitudine	Razza	% rimonta	% asciutte	n. nati vivi/parto	n. capi ingrasso
Bovini	Latte	Frisona	40	20	0,9	Differenza tra animali nati nell'anno e animali destinati alla rimonta nell'anno
		Bruna	20			
		Jersey				
		Pezzata rossa				
		Grigio Alpina	15			
		Valdostana				
		Pezz. Nera				
	Altre razze					
	Carne	Piemontese	12	-		
		Charolaise				
		Limousine				
		Chianina				
		Romagnola				
		Marchigiana				
Podolica						
Maremmana						
Altre razze						
Bufalini	Latte	Bufala	20	20		
Ovini	Latte	Sarda	25	-	1,4	
		Comisana				
		Massese				
		Delle langhe				
	Altra razza	20				
	Carne	Bergamasca	15			
		Appenninica				
Sopravissana						
Gentile di puglia						
Altra razza						
Caprini	Latte	Camosciata	20			
		Maltese				
	Carne	Altra razza				

## Suini

Per la stima della consistenza degli allevamenti di suini, il modello richiede quattro dati di input che provengono dalla compilazione del questionario online:

- l'indirizzo produttivo (i.e., intensivo, semi-intensivo o brado);
- la tipologia di allevamento inteso come ciclo aperto (i.e., solo riproduzione o solo ingrasso) o come ciclo chiuso (i.e., riproduzione e ingrasso);
- la tipologia di animale classificata con il colore del mantello (i.e., bianco, nero o incrocio dei due);
- il n. di scrofe o capi adulti a seconda della tipologia di allevamento.

La struttura demografica media annuale dell'allevamento è stimata combinando queste informazioni fornite dall'utente con i parametri zootecnici (tabella 2) desunti da bibliografia (Camera di commercio di Mantova, 2011; ARSSA, 2017), sitografia ([www.agraria.org](http://www.agraria.org)) e dalle conoscenze di questi sistemi (*subject-matterexpert*).



## Altri monogastrici

Per le restanti specie di monogastrici incluse nel modello (i.e., conigli, cavalli, galline ovaiole e polli), la consistenza della mandria equivale al dato di input primario fornito dall'allevatore.

**Tabella 2. Informazioni primarie e parametri zootecnici utilizzati nella stima delle consistenze della mandria per gli allevamenti di suini**

Gestione	Allevamento	Colore mantello	n° di parti scrofa/anno	n° di nati/parto	(% mortalità)	(% rimonta)	%suini per categoria di peso/anno			
							20-50 kg	50-80 kg	80-110 kg	135 kg
Intensivo	Solo riproduzione	Bianco	2,26	11	-	35%	-	-	-	35% (rimonta)
	Solo ingrasso		-	-	-	-	33,3%	33,3%	33,3%	
	Ripr. + ingrasso		2,26	11	5%	35%	25%	25%	25%	25%
Semi-intensivo	Solo riproduzione	Bianco	2,08	11	-	35%	-	-	-	35% (rimonta)
		Nero		7,3						
		Mix		9,1						
	Solo ingrasso	Bianco	-	-	-	-	-	33,3%	33,3%	33,3%
		Nero								
		Mix								
	Ripr. + ingrasso	Bianco	2,08	11	12,5%	35%	25%	25%	25%	25%
		Nero			7,3					
		Mix			9,1					
Brado	Solo riproduzione	Bianco	1,9	11	20%	35%	25%	25%	25%	25%
		Nero		7,3						
		Mix		9,1						
	Solo ingrasso	Bianco	-	-	-	-	-	33,3%	33,3%	33,3%
		Nero								
		Mix								
	Ripr. + ingrasso	Bianco	1,9	11	20%	35%	25%	25%	25%	25%
		Nero			7,3					
		Mix			9,1					

## 3.2 Stima delle emissioni provenienti dalla fermentazione enterica

Nel precedente approccio metodologico (Tier 1), la stima del metano enterico (CH<sub>4</sub>) veniva effettuata utilizzando dei fattori di emissione (EF) specie-specifici (kg di CH<sub>4</sub> capo<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup>) utilizzati dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) nell'ambito dell'inventario nazionale dei GHG, moltiplicati per le consistenze aziendali. Il nuovo modello di calcolo è stato sviluppato secondo un approccio superiore (Tier 2/3) tale da consentire una valutazione azienda-specifica. Nei successivi paragrafi sono riportate le principali informazioni e assunzioni coinvolte nella stima delle emissioni enteriche generate dalle varie specie/categorie di animali.

## Ruminanti



A partire dalle informazioni indicate dall'utente nel questionario online e da parametri specie e razza-specifici "subject-matterexpert" (Tabella 3), il modello calcola le emissioni di metano da fermentazione enterica in base ad una parametrizzazione specie razza-specifica realizzata in funzione di specifici parametri previsti dalle formule IPCC (2019). Uno dei parametri calcolati è l'**energia grezza ingerita dagli animali** (per le diverse categorie di animali) (IPCC, 2019 – Eq. 10.16) stimata in funzione della del peso vivo, dei livelli produttivi (i.e. quantità e qualità latte, accrescimenti ponderali), digeribilità (Digestible Energy o DE%) della razione in relazione al possibile management alimentare (subject-matterexpert) per le diverse categorie di animali, l'attività di pascolamento (i.e. mesi dell'anno dedicati al pascolo e % di animali al pascolo) derivata da "subject-matterexpert" e in funzione delle informazioni ricavate dal questionario online.

Infine, è stata calcolato il **fattore di emissione (Ym)** che corrisponde alla quota di energia grezza che è convertita in metano. Il valore di Ym viene calcolato nel modello con una funzione che pesa il rapporto foraggio concentrato delle razioni (Tier 3). La funzione (Tabella 3) è stata sviluppata dal DAFNE tenendo in considerazioni i valori indicati nelle linee guida IPCC (IPCC, 2019; Tab. 10.12). La tabella 4 riporta la funzione e i valori di Ym calcolati per le diverse quantità di concentrato presente nelle razioni somministrate agli animali (così come indicato nel questionario online).



**Tabella 3. Principali parametri utilizzati per la stima dei fabbisogni energetici dei ruminanti**

Specie	Att.	Razza	Latte prodotto			Peso medio (kg/capo) adulto	Peso medio (kg/capo) rimonta	Incremento di peso medio giornaliero (rimonta)	Peso medio (kg/capo) ingrasso	Incremento di peso medio giornaliero (ingrasso)	Digeribilità della razione (%)		
			kg	grasso (%)	prot. (%)						lattazione	asciutta e rimonta	ingrasso
Bovini	Latte	Frisona	9.820	3,8	3,3	650	325	0,65 kg	292,5	0,80 kg	70	75	
		Bruna	7.542	4	3,6	700	350		315	0,85 kg			
		Jersey	6.381	5	3,9	400	200		180	0,70 kg			
		Pezzata rossa	7.018	3,9	3,4	700	350		315	0,85 kg			
		Grigio Alpina	5.218	3,7	3,3	550	275		247,5	0,70 kg			
		Pezzata Nera	2.630	3,4	3,4	650	325		292,5				
		Altre razze	2.000	3,5	3,3	600	300		270	0,70 kg			
	Carne	Piemontese	1.000	4		500	250		225		1,00 kg		
		Charolaise	1.000			650	325		292,5				
		Limousine	1.000			650	325		292,5				
		Chianina	1.000			750	375		337,5		0,95 kg		
		Romagnola	1.000			650	325		292,5				
		Marchigiana	1.000			650	325		292,5				
		Podolica	1.000			600	300		270		0,70 kg		
		Maremmiana	1.000			600	300		270		0,85 kg		
		Altre razze	1.000			600	300		270		0,85 kg		
	Bufalini	Latte	Bufala	2.200	8,5	550	275		247,5	0,75 kg	65		
	Ovini	Latte	Sarda	220	6	4	50		30	20			0,20 kg
Comisana			180	60			30	24					
Massese			160	60			30	24					
Delle langhe			180	70			35	28					
Altra razza			140	60			30	24					
Carne		Bergamasca	130	70			35	31,5	0,15 kg				
		Appenninica	130	65			32,5	29,25					
		Sopravissana	120	65			32,5	29,25					
		Gentiledi puglia	120	65			32,5	29,25					
		Altra razza	120	60			30	27	0,20 kg				
Caprini	Latte	Camosciata	300	60	30	60	24	65	65				
		Maltese	220	60	30	24							
	Carne	Altra razza	200	60	30	24							



**Tabella 4. Valori di Ym in funzione della quantità di concentrato (%) presente nella razione calcolati secondo la seguente funzione:  $Y_m = 144.469,1 + (2,530848 - 144.469,1) / (1 + (x/256.404.600)^{0,6913409})$**

Concentrato (%)	Ym
0	7,89
10	7,51
20	7,12
30	6,72
40	6,29
50	5,85
60	5,37
70	4,86
80	4,29
90	3,62
100	2,53

### **Suini**

Per la stima delle emissioni enteriche generate dai monogastrici è stato utilizzato un approccio Tier 1. In particolare, per la stima delle emissioni di metano enterico a carico dei suini si fa riferimento ai coefficienti di emissione (Tabella 5) proposti dalle linee guida IPCC (IPCC, 2019; Tab. 10.10) riportati in Tabella 5, caratterizzati in funzione della specie, razza e tipologia di gestione e allevamento (Tabella 6).

**Tabella 3. Fattori di emissione proposti dalle linee guida IPCC (2019; Tab. 10.10) per la stima del metano enterico dei suini**

Tipologia di allevamento	Kg di CH <sub>4</sub> capo <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup>	Peso vivo medio capo <sup>-1</sup>
Sistema ad alta produttività	1,5	72 kg
Sistema a bassa produttività	1	52 kg



**Tabella 6. Emissioni di metano enterico dei suini**

Specie allevata	Tipologia di gestione	Tipologia di allevamento	Colore del mantello	CH <sub>4</sub> a capo all'anno					
				suini (20-50kg)	suini (50-80kg)	suini (80-110kg)	suini (135kg)	scrofe	
Suini	Intensivo	Solo riproduzione	Bianco	0,73	1,35	1,97	2,81	3,85	
		Solo ingrasso	Bianco	0,73	1,35	1,97	2,81	3,85	
		Riproduzione + ingrasso	Bianco	0,73	1,35	1,97	2,81	3,85	
	Semi-intensivo	Solo riproduzione	Bianco	0,64	1,18	1,72	2,46	3,36	
			Nero	0,48	0,89	1,30	1,86	2,55	
			Mix bianco e nero	0,55	1,02	1,48	2,12	2,91	
		Solo ingrasso	Bianco	0,64	1,18	1,72	2,46	3,36	
			Nero	0,48	0,89	1,30	1,86	2,55	
			Mix bianco e nero	0,55	1,02	1,48	2,12	2,91	
		Riproduzione + ingrasso	Bianco	0,64	1,18	1,72	2,46	3,36	
			Nero	0,48	0,89	1,30	1,86	2,55	
			Mix bianco e nero	0,55	1,02	1,48	2,12	2,91	
		Brado	Solo riproduzione	Bianco	0,64	1,18	1,72	2,46	3,36
				Nero	0,48	0,89	1,30	1,86	2,55
				Mix bianco e nero	0,55	1,02	1,48	2,12	2,91
	Solo ingrasso		Bianco	0,64	1,18	1,72	2,46	3,36	
			Nero	0,48	0,89	1,30	1,86	2,55	
			Mix bianco e nero	0,55	1,02	1,48	2,12	2,91	
Riproduzione + ingrasso	Bianco		0,64	1,18	1,72	2,46	3,36		
	Nero		0,48	0,89	1,30	1,86	2,55		
	Mix bianco e nero		0,55	1,02	1,48	2,12	2,91		

Il modello utilizza l'EF associato ai sistemi ad alta produttività per gli allevamenti intensivi, mentre l'EF relativo alla bassa produttività viene utilizzato per gli allevamenti semi-intensivi e bradi. Inoltre, per affinare il livello di stima vengono utilizzati degli EF specifici per le diverse categorie di animali che sono stati calcolati in relazione ai pesi vivi considerati per le rispettive categorie di animali (Tabella 2).

### Altri monogastrici

Per la stima delle emissioni enteriche generate dagli altri monogastrici è stato utilizzato un approccio Tier 1. In particolare, per la stima del metano enterico si fa riferimento ai valori (Tabella 7) forniti da ISPRA (ISPRA, 2020; Tab. 5.14).



**Tabella 7. Fattori di emissione per il metano enterico degli altri monogastrici**

Specie	Kg di CH <sub>4</sub> capo <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup>
Conigli	0,08
Cavalli	18
Galline ovaiole	nessuna
Polli da carne	nessuna

### 3.3 Stima delle emissioni da gestione delle deiezioni

Il modello è in grado di stimare (con un approccio Tier 2) anche le emissioni di metano (CH<sub>4</sub>) e di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) generate dalle deiezioni degli animali rilasciate nella stalla e al pascolo.

#### **Ruminanti**

##### ***Emissioni di metano***

La metodologia differenzia il metano prodotto dalle deiezioni rilasciate in stalla da quello rilasciato dalle deiezioni al pascolo. Per quelle in stalla, il modello si basa sulla stima dei volumi di liquame e letame prodotti in funzione del peso delle diverse categorie di animale e della tipologia di stabulazione (Centro Ricerche Produzioni Animali o CRPA, 2001) che sono state parametrizzate in base alla specie e alla razza indicate dall'allevatore. Dalle quantità di liquame e letame prodotto, in funzione dell'attitudine produttiva degli animali e della tipologia di deiezione sono stimati i Solidi Volatili (SV) in essi contenuti (CRPA, 2001). Dai SV così calcolati, utilizzando i fattori di conversione 15,16 e 4,78 gCH<sub>4</sub>/Kg SV rispettivamente per liquame e letame, ottenuti da ISPRA (ISPRA, 2020) e riferiti per management e condizioni climatiche al contesto nazionale, il modello stima i quantitativi di metano prodotto dalla gestione delle deiezioni in stalla.

Diversamente dall'approccio utilizzato per il calcolo dei SV contenuti nelle deiezioni rilasciate in stalla, i SV generati dalle deiezioni al pascolo sono stati calcolati a partire dai parametri (kg SV/1000 kg peso vivo/giorno) indicati nelle linee guida IPCC (IPCC, 2019; Tab. 10.13A) che mettono in relazione la categoria, il peso e l'area geografica (in questo caso West Europe). In particolare, la quota annuale di SV proveniente dalle deiezioni depositate al pascolo è stata ottenuta combinando le informazioni ricavate dal questionario (i.e. % sul totale degli animali che hanno accesso al pascolo, mesi dell'anno dedicati al pascolo) con i parametri indicati nella tabella 10.13A di IPCC 2019.

Una volta ottenuti i SV generati annualmente, questi vengono convertiti in CH<sub>4</sub> utilizzando il fattore di conversione (Tabella 8) indicato dalle linee guida IPCC (2019, Tab. 10.14) e riportato in *tabella 8*.

##### ***Emissioni di protossido di azoto***

Così come per il metano, anche la metodologia adottata per la stima delle emissioni di N<sub>2</sub>O si differenzia per la stalla e il pascolo. Per le emissioni di N<sub>2</sub>O generate dalle deiezioni lasciate in stalla, il modello stima dapprima il quantitativo di letame e/o liquame escreto annualmente in funzione del peso delle diverse categorie di animale e della tipologia di stabulazione (CRPA, 2001) che sono state parametrizzate in base alla specie e alla razza indicate dall'allevatore. Successivamente, il modello assegna uno specifico quantitativo di azoto (N) in funzione della tipologia di deiezione prodotta e dell'attitudine produttiva latte o carne (CRPA, 2001).



Le quote annuali di azoto provenienti dalle deiezioni degli animali sono moltiplicate per i fattori di emissione proposti dalle linee guida IPCC (IPCC, 2019; Tab. 10.21) considerando una gestione “dry lot” per il letame e “stored in tanks with naturalcrust cover” per il liquame (*tabella A8*).

Per la stima delle emissioni di N escreto dagli animali al pascolo, il modello combina le informazioni ricavate dal questionario (i.e., % sul totale degli animali che hanno accesso al pascolo, mesi dell’anno dedicati al pascolo) con i parametri (kg N/1000 kg peso vivo/giorno) indicati da IPCC (IPCC, 2019; Tab. 10.19). La quota annuale di N escreto dagli animali al pascolo viene moltiplicata per il relativo coefficiente di emissione IPCC (IPCC, 2019; Tab. 11.1) indicato in *tabella 8*.

**Tabella 8. Fattori di conversione per la stima delle emissioni dalle deiezioni dei ruminati**

Tipologia/gestione refluo	Fattore di conversione in CH <sub>4</sub>	Fattore di conversione in N <sub>2</sub> O
Stoccaggio letame	15,6 g di CH <sub>4</sub> (kg SV) <sup>-1</sup>	0,02 kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup>
Stoccaggio liquame	4,78 g di CH <sub>4</sub> (kg SV) <sup>-1</sup>	0,005 kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup>
Deiezioni al pascolo	0,8 g di CH <sub>4</sub> (kg SV) <sup>-1</sup>	0,004 kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup>

## Suini

Come per i ruminanti, anche per i suini il modello fa una differenziazione tra i reflui gestiti in allevamento e quelli depositati al pascolo. In particolare, in questo caso la ripartizione è effettuata a partire dal sistema produttivo dichiarato dall’allevatore (i.e., intensivo, semi-intensivo e brado). Per quello “intensivo” tutte le deiezioni vengono considerate rilasciate in stalla, nella gestione “semi-intensivo” sono ripartite per metà nei ricoveri e metà al pascolo, mentre nella modalità “brado” il modello considera che il totale delle deiezioni vengono depositate al pascolo.

In funzione del sistema produttivo e delle informazioni acquisite in precedenza (i.e. consistenze e pesi delle diverse categorie zootecniche), il modello procede dapprima con la stima (Tier 2) del quantitativo annuale di SV e N utilizzando i fattori di emissione (*tabella 9*) proposti dalle linee guida IPCC (IPCC, 2019; Tab 10.13A e Tab. 10.19), successivamente questi quantitativi vengono convertiti in emissioni di metano e protossido di azoto. Nello specifico, per i sistemi di allevamento intensivi, i SV e l’N vengono convertiti rispettivamente in emissioni di metano e protossido di azoto utilizzando i fattori di conversione proposti dal report ISPRA (ISPRA, 2020) riportati in *tabella 10*. Mentre per i sistemi semi-intensivi e bradi, i SV e l’N vengono convertiti utilizzando i fattori di conversione proposti dalle linee guida IPCC (IPCC, 2019; Tab. 10.14, Tab. 10.21) riportati in *tabella 10*. Infine, per quanto riguarda i SV e l’N generato dalle deiezioni depositate al pascolo, questi sono convertiti in CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O utilizzando i fattori di conversione proposti dalle linee guida IPCC (IPCC, 2019; Tab. 10.14 e Tab. 11.1) riportati in *tabella A10*.

**Tabella 9. Parametri adottati per la stima dei solidi volatili (SV) e dell’azoto (N) contenuti nelle deiezioni dei suini**

Categoria di animale	Kg SV (1000 kg peso vivo) <sup>-1</sup> giorno <sup>-1</sup>	Kg N (1000 kg peso vivo) <sup>-1</sup> giorno <sup>-1</sup>
Scrofe	4,5	0,65
Suino pesante	5,3	0,76
Suino leggero		0,38
Lattonzoli/lattoni/magroncelli	2,4	



**Tabella 10. Fattori di conversione per CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O adottati nella stima delle emissioni provenienti dalle deiezioni dei suini**

Tipologia/gestione refluo	Fattore di conversione in CH <sub>4</sub>	Fattore di conversione in N <sub>2</sub> O
Liquame-letame (laguna-concimaia): intensivo	15 g di CH <sub>4</sub> (kg SV) <sup>-1</sup>	0,005 kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup>
Liquame-letame (laguna-concimaia): semi-intensivo e brado	12,1 g di CH <sub>4</sub> (kg SV) <sup>-1</sup>	0,01 kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup>
Deiezioni al pascolo	0,6 g di CH <sub>4</sub> (kg SV) <sup>-1</sup>	0,004 kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup>

### Altri monogastrici

Per la stima delle emissioni provenienti dalla gestione degli altri monogastrici è stato utilizzato un approccio Tier 1. In particolare, per la stima del metano proveniente dalla gestione delle deiezioni sono stati utilizzati i fattori riportati dal report ISPRA (ISPRA, 2020). Mentre per la stima del N<sub>2</sub>O, il modello combina i quantitativi di N escreto annualmente da ciascun animale (ISPRA, 2020 – Tab. 5.25) e successivamente li moltiplica per i fattori di emissione proposti dalle linee guida IPCC (IPCC, 2019; Tab. 11.1 e Tab.10.21) e dal report ISPRA (ISPRA, 2020). Nella tabella 11 sono riportati i parametri utilizzati per la stima.

**Tabella 4. EF e parametri per la stima di CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O proveniente dagli altri monogastrici**

Specie	Fattore di emissione CH <sub>4</sub>	Valori N escreto stalla	Fattore di emissione N <sub>2</sub> O
Conigli	0,08 kg CH <sub>4</sub> capo <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup>	1,02 kg Ncapo <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup>	0,005 kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup>
Cavalli*	1,634 kg CH <sub>4</sub> capo <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup>	50 kg Ncapo <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup>	0,005 kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> (stalla) 0,003 kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> (pascolo)
Galline ovaiole	0,03 kg CH <sub>4</sub> capo <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup>	0,49 kg Ncapo <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup>	0,001 kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup>
Polli da carne	0,02 kg CH <sub>4</sub> capo <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup>		

\*In accordo con quanto riportato da ISPRA, 2020, il 60% delle deiezioni degli equini sono state considerate al pascolo e il restante 40% in stalla

## 3.4 Stima delle emissioni da coltivazione di foraggio

Nel caso in cui l'azienda zootecnica produca il foraggio coltivando direttamente i terreni, anche le emissioni associate a questi processi dovranno essere quantificate. La quota di emissioni derivanti dalla coltivazione del foraggio dovrà essere stimata utilizzando i fattori di emissione derivati dalla letteratura e dai database scientifici di riferimento per ciascun input utilizzato nella fase agricola, sia per il metodo di produzione biologico che convenzionale (Tabella 12). Infine, anche le emissioni derivanti dai consumi energetici aziendali dovranno essere contabilizzate utilizzando i fattori di emissione derivati dalla letteratura e dai database scientifici (Tabella 13).

**Tabella 12. Fattori di emissione per ogni input relativo alla produzione del foraggio biologico e convenzionale**

Input	Unit à	Fattore di emissione (kg CO <sub>2</sub> eq)	Fonte bibliografica del dato
Seme (convenzionale)	kg	0,58	Nemecek and Kagi, 2007
Seme (biologico)	kg	0,53	Nemecek and Kagi, 2007



Fertilizzanti – N	kg	12,43	Nielsen et al., 2003; Lugato et al., 2010; Castaldi et al., 2015
Fertilizzanti - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	1,18	Nielsen et al., 2003
Fertilizzanti - K <sub>2</sub> O	kg	0,66	Nielsen et al., 2003
Pesticidi	kg	9,95	Nemecek and Kagi, 2007
Fungicidi	kg	15,2	Nemecek and Kagi, 2007
Erbicidi	kg	10,2	Nemecek and Kagi, 2007
Concimazione organica	t	65,4	IPCC, 2006b; Laini et al., 2011; Rees et al., 2013; Castaldi et al., 2015
Gasolio agricolo (produzione)	kg	0,51	Jungbluth, 2007
Gasolio agricolo (combustione)	kg	3,1	Nemecek and Kagi, 2007

**Tabella 13. Fattori di emissione per i consumi energetici aziendali**

	Unità	Fattore di emissione (kg CO <sub>2</sub> eq)	Fonte bibliografica del dato
<b>Consumo energetico (Italia)</b>			
Idroelettrico	kWh	0,005	Dones et al., 2007
Fotovoltaico	kWh	0,07	Jungbluth et al., 2009
Mix energetico nazionale	kWh	0,65	Dones et al., 2007



## 4 Attività di gestione sostenibile e valutazione del potenziale di mitigazione

Una volta stimate le emissioni generate dalla produzione zootecnica, ogni azienda dovrà individuare delle azioni da attuare per cercare di evitare e ridurre parte di queste emissioni. Solo dopo aver dimostrato tale impegno si potranno attuare le attività di gestione sostenibile per la compensazione del proprio impatto (STEP 2), tra quelle di seguito descritte.

In particolare, le attività ammissibili per la riduzione e compensazione delle emissioni zootecniche ai fini dell'aumento del potenziale di mitigazione dei cambiamenti climatici del distretto, devono essere addizionali rispetto alla gestione corrente e possono fare riferimento a tre ambiti di azione:

- a) **riduzione delle emissioni:** le emissioni di gas serra possono essere ridotte utilizzando tecniche in grado di gestire in maniera più efficiente i fattori produttivi (ad esempio attraverso una distribuzione controllata dei fertilizzanti);
- b) **aumento dei sink di carbonio:** consiste principalmente nell'aumentare il sequestro e, quindi, il contenuto di carbonio nei suoli e nelle strutture legnose permanenti;
- c) **sostituzione o riduzione delle emissioni dei combustibili fossili:** i residui agricoli possono essere utilizzati per produrre combustibili alternativi a quelli fossili.

Le attività di gestione sostenibile realizzabili nel distretto ai fini della realizzazione del Meccanismo<sup>7</sup> sono di seguito elencate e ognuna di esse è analiticamente descritta nei successivi paragrafi:

1. Miglioramento della dieta dei ruminanti
2. Gestione sostenibile delle deiezioni
3. Utilizzo sostenibile dei fertilizzanti chimici
4. Riduzione del disturbo dei suoli agricoli (minimum o zero tillage)
5. Mantenimento della copertura erbosa nelle colture permanenti
6. Gestione sostenibile dei residui agricoli
7. Nuovi impianti di frutticoltura
8. Rimboschimenti/imboschimenti

### 4.1 Miglioramento della dieta dei ruminanti

La fermentazione enterica negli erbivori, in particolare nei ruminanti (bovini, bufalini, ovini e caprini) produce un certo quantitativo di metano come sottoprodotto, in funzione di diversi fattori tra cui anche la qualità e quantità di mangime consumato. Anche l'escrezione di azoto nelle feci e nelle urine, in grado di generare emissioni dirette e indirette di protossido di azoto, dovuta alla frazione di cibo non digerito, assorbito e ritenuto dall'animale, è correlata al tenore proteico della dieta. Questa attività prevede dunque una modifica nella dieta, in particolare per bovini da latte, bovini da carne e bufalini, con l'obiettivo di ridurre le emissioni climalteranti.

---

<sup>7</sup>RRN-ISMEA e CMCC, Linee guida per la definizione di uno Standard per l'attuazione di un Meccanismo volontario di riduzione e compensazione delle emissioni zootecniche a livello di distretto agricolo-zootecnico-forestale. Dicembre 2020.



Molti studi in letteratura mostrano che bovini alimentati con diete ricche di concentrati, specialmente di cereali, producono una minore quantità di metano rispetto a quelli alimentati prevalentemente con foraggio (Martin *et al.*, 2010; Bayat e Shingfield, 2012). Aumentando, dunque, la porzione di concentrati rispetto ai foraggi si ottiene un miglioramento della digeribilità e una conseguente riduzione di emissioni di metano.

**Potenzialità dell'attività.** Il modello permette la personalizzazione nella quantificazione dell'obiettivo di mitigazione anche per variazioni piccole di concentrato (es. +1%). Tuttavia, a titolo di esempio, si riporta l'effetto che si otterrebbe con un incremento pari a +5% della quota di concentrati di una razione per vacche frisone da latte che passa dal 40 al 45% che comporterebbe una riduzione delle emissioni in anidride carbonica equivalente (CO<sub>2</sub>eq) di ca. il 3,5%.

**Leakage.** Considerando che variazioni contenute del rapporto foraggio/concentrato delle razioni somministrate ai ruminanti non dovrebbero comportare effetti di riduzione della produttiva, il rischio di effetti negativi come cambi indiretti di uso del suolo non sussiste. Pertanto, non si applica alcuna riduzione dei crediti utilizzabili, rispetto al quantitativo effettivamente generabile.

**Periodo di credito.** I crediti di sostenibilità derivanti dalla presente attività progettuale possono essere venduti con cadenza annuale, a partire dalla fine del primo anno di attività, dopo essere stati realmente generati. La durata del periodo di credito della presente attività è di 9 anni, eventualmente rinnovabile.

**Metodo di calcolo.** In questa versione della metodologia, il calcolo dei crediti generabili è stato ottimizzato, sviluppando una funzione ad hoc, a partire dai valori indicati nelle ultime linee guida IPCC (IPCC, 2019; Tab. 10.12), in grado di parametrizzare il rapporto foraggio/concentrato delle razioni somministrate ai ruminanti. In particolare, la funzione elaborata utilizza l'informazione azienda-specifica relativa alla quota di concentrati già presenti nella razione dei ruminanti (scenario *business as usual* – BAU, vedi par. 2.1 e 2.2) ed è in grado di quantificare la variazione emissiva a fronte di una variazione della quota di concentrati rispetto allo scenario BAU<sup>8</sup>.

**Condizioni di applicabilità.** Per poter accedere alla presente attività, ai fini del rispetto del principio dell'addizionalità rispetto alla normale gestione dell'attività (di seguito indicata con la sigla BAU), è necessario aumentare la quota di concentrati rispetto allo scenario BAU che prevedeva un quantitativo maggiore di foraggio, ameno nei precedenti 5 anni.

**Piano di monitoraggio.** Al fine di verificare l'effettiva azione di mitigazione è necessario predisporre il Piano di Monitoraggio a cadenza annuale, al fine di poter verificare *ex post* e monitorare l'effettiva quantità di emissioni evitate grazie all'applicazione di questa attività sostenibile.

In caso di controllo documentale si dovrà dimostrare, attraverso i dati rilevati nel libretto di campagna, le fatture di acquisto o la documentazione equipollente, l'aumento della quota di concentrato.

**Valutazione qualitativa della sostenibilità ambientale, sociale e economica.** Oltre a un'azione di mitigazione, in termini di riduzione di emissioni di gas ad effetto serra, la variazione della dieta nei ruminanti comporta molteplici impatti correlati. Tra gli effetti positivi si evidenzia il possibile aumento della produttività, con un conseguente vantaggio economico. Mentre, tra gli impatti negativi si registra il potenziale rischio correlato al cambio di gestione alimentare, con una possibile variazione dei costi per

---

<sup>8</sup>Tuttavia il modello non considera la sostenibilità economica associata all'aumento dei concentrati, né i limiti fisiologici di una corretta funzionalità del rumine che pure andrebbero considerati con variazioni alimentari di questo tipo.



l'acquisto del mangime concentrato o lipidico e il possibile aumento delle emissioni dovute al trasporto del nuovo mangime.

<b>Indicatori Ambientali</b>	<b>Effetto valutato</b> <i>Not Available (NA) = non si rileva effetto)</i>
Utilizzo di prodotti chimici e/o inquinanti	<i>Potenzialmente Negativa</i>
Uso delle terre	<i>Potenzialmente Negativa</i>
Consumo idrico e tutela della qualità delle acque	<i>Potenzialmente Negativa</i>
Erosione e perdita di vitalità dei suoli	<i>NA</i>
Biodiversità animale e vegetale	<i>NA</i>
Risorse energetiche	<i>Potenzialmente Negativa</i>
Rifiuti	<i>NA</i>
<b>Indicatori Sociali:</b>	
Partecipazione pubblica	<i>NA</i>
Mantenimento o creazione di nuovi posti di lavoro	<i>Positiva</i>
Produzioni alimentari di qualità	<i>NA</i>
<b>Indicatori Economici:</b>	
Quantità di beni o servizi prodotti	<i>Positiva</i>
Costi per consumi energetici	<i>NA</i>
PIL pro-capite	<i>Positiva</i>

## 4.2 Gestione delle deiezioni

La decomposizione delle deiezioni zootecniche, sia solide che liquide, avviene sia durante la fase di stoccaggio che in quella di trattamento, e può avvenire sia in ambiente aperto (vasche scoperte) che in ambiente chiuso (vasche coperte), generando di volta in volta un quantitativo diverso di metano e protossido di azoto. Applicando quindi sistemi ottimizzati di gestione delle deiezioni si può avere una riduzione delle emissioni in atmosfera.

**Potenzialità dell'attività.** Il modello di calcolo permette la personalizzazione nella quantificazione dell'obiettivo di mitigazione in riferimento ad un livello emissivo BAU che prevede una gestione ordinaria del sistema di reflui raccolti in stalla, assumendo una gestione in "dry lot" per il letame e "stored in tank with natural crust cover" per il liquame (IPCC, 2019; Tab. 10.21) a cui segue un utilizzo agronomico come ammendante. Il potenziale di mitigazione è stimato in funzione della possibilità di adottare tre principali tecniche di gestione alternative e non cumulative, quali:

- digestione anaerobica: 60% riduzione emissiva rispetto al BAU;
- separazione solido liquido: 33% riduzione emissiva rispetto al BAU;
- areazione del liquame: 49% riduzione emissiva rispetto al BAU.

**Leakage.** Considerando che un'ottimizzazione della gestione delle deiezioni non dovrebbe comportare alcun effetto di riduzione della produttività o di cambi indiretti di uso del suolo, non si applica alcuna riduzione dei crediti utilizzabili, rispetto al quantitativo effettivamente generabile.

**Periodo di credito.** I crediti di sostenibilità derivanti dalla presente attività progettuale possono essere venduti con cadenza annuale, a partire dalla fine del primo anno di attività dopo essere stati realmente



generati. La durata del periodo di credito della presente attività corrisponde a un tempo minimo di 9 anni, eventualmente rinnovabile.

**Metodo di calcolo.** Il modello è in grado di stimare il potenziale di riduzione emissivo generato dalla adozione di una delle tre tecniche di gestione proposte. Nello specifico, il modello si basa su una percentuale di riduzione ottenuta facendo una media dei valori riportati in bibliografia da studi che hanno coinvolto misurazioni dirette del metano e del protossido di azoto (Aguirre-Villegas et al., 2017; Aguirre-Villegas et al., 2019; Amon et al., 2006; Battini et al., 2014; Calvet et al., 2017; Loyon et al., 2007; Mostafa et al., 2020).

**Condizioni di applicabilità.** Per poter accedere alla presente attività, ai fini del rispetto del principio dell'addizionalità rispetto al BAU, è necessario dimostrare attraverso documentazione specifica che negli anni precedenti (5 anni) le deiezioni sono state gestite mediante un sistema di gestione BAU che prevede una gestione in "dry lot" per il letame e "stored in tank with naturalcrust cover" per il liquame a cui segue un utilizzo agronomico come ammendante.

**Piano di monitoraggio.** Al fine di verificare l'effettiva azione di mitigazione è necessario predisporre il Piano di Monitoraggio a cadenza annuale, al fine di poter verificare *ex post* e monitorare l'effettiva quantità di emissioni evitate grazie all'applicazione di questa attività sostenibile.

In caso di controllo documentale si dovrà dimostrare, attraverso dati rilevati, nel libretto di campagna, foto o documentazione equipollente la realizzazione dell'impianto di gestione ottimizzato.

**Valutazione qualitativa della sostenibilità ambientale, sociale e economica.** Oltre a un'azione di mitigazione, in termini di riduzione delle emissioni di metano, nel caso della digestione anaerobica e di un eventuale riutilizzo del biogas a fini energetici comporta molteplici impatti correlati. Tra quelli positivi si evidenziano le emissioni evitate per la sostituzione dei combustibili fossili, mentre tra gli aspetti negativi è da sottolineare l'impegno economico iniziale per la costruzione del digestore anaerobico o le emissioni associate al trasporto e conferimento delle deiezioni ad un impianto esterno.

<b>Indicatori Ambientali</b>	<b>Effetto valutato (NA=non si rileva effetto)</b>
Utilizzo di prodotti chimici e/o inquinanti	NA
Uso delle terre	NA
Consumo idrico e tutela della qualità delle acque	<b>Potenzialmente Positivo</b>
Erosione e perdita di vitalità dei suoli	<b>Potenzialmente Positivo</b>
Biodiversità animale e vegetale	NA
Risorse energetiche	<b>Potenzialmente Positivo</b>
Rifiuti	<b>Positivo</b>
<b>Indicatori Sociali:</b>	
Partecipazione pubblica	<b>Potenzialmente Positivo</b>
Mantenimento o creazione di nuovi posti di lavoro	<b>Positivo</b>
Produzioni alimentari di qualità	NA
<b>Indicatori Economici:</b>	
Quantità di beni o servizi prodotti	<b>Positivo</b>
Costi per consumi energetici	<b>Potenzialmente Negativo</b>
PIL pro-capite	<b>Positivo</b>



### 4.3 Utilizzo sostenibile dei fertilizzanti chimici

In accordo con gli obiettivi della produzione agricola integrata, secondo le informazioni riportate nei Disciplinari di Produzione Integrata<sup>9</sup>, ai fini del contenimento dell'utilizzo di fertilizzanti azotati, è definito un quantitativo massimo di azoto utilizzabile per le principali colture agricole, nel rispetto delle esigenze minime richieste per l'ottenimento di produzioni quantitativamente e qualitativamente accettabili. Nella Tabella 14 sono riportati i valori medi (prima colonna) su base nazionale di concime azotato attualmente utilizzato ad ettaro (ha) per la produzione integrata delle principali macro categorie colturali.

Ai fini dell'applicabilità di tale attività ai distretti territoriali per la compensazione delle emissioni zootecniche, si propone un'ulteriore riduzione del 15% di tale limite (Tabella 14, seconda colonna) rispetto ai valori riportati dagli specifici Disciplinari di Produzione Integrata regionali, considerando anche che vari studi in letteratura dimostrano che riduzioni di azoto contenute entro il 15% non comportano effetti di riduzione della produttiva.

La riduzione del 15% dell'uso dei fertilizzanti azotati rispetto ai quantitativi attualmente utilizzati garantirebbe il rispetto del principio dell'addizionalità rispetto al BAU e comporterebbe una diminuzione delle emissioni dirette e indirette di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O).

**Tabella 14. Crediti generabili dalla riduzione del 15% dell'utilizzo di concimi azotati a partire da valori medi attualmente utilizzati per le principali colture**

Tipologia colturale	Concime utilizzato in agricoltura integrata kg N/ha	Riduzione Concime (15%) kg N/ha	Crediti generabili t CO <sub>2</sub> /ha/anno
<b>Oliveto</b>	60	51	0,06
<b>Vigneto</b>	40-60	34-51	0,04
<b>Frutteto</b>	80	68	0,08
<b>Seminativo</b>	85	72	0,08
<b>Pascoli</b>	120	102	0,12

Fonte: Valori medi nazionali, derivati dai Disciplinari di Produzione Integrata Regionali

**Potenzialità dell'attività.** La riduzione proposta nell'utilizzo dei concimi azotati determina una diminuzione delle emissioni che oscilla da 0,04 a 0,12 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno (Tabella 14, ultima colonna).

**Leakage.** Considerando che vari studi in letteratura dimostrano che riduzioni di azoto contenute entro il 15% non comportano effetti di riduzione della produttiva, il rischio di effetti negativi come cambi indiretti di uso del suolo non sussiste. Pertanto, considerata anche la quantità contenuta di crediti generabili da questa attività, non si applica alcuna riduzione dei crediti utilizzabili, rispetto al quantitativo effettivamente generabile.

<sup>9</sup>La produzione agricola integrata rappresenta un compromesso tra l'agricoltura convenzionale e quella biologica. Essa prevede l'uso coordinato e razionale di tutti i fattori della produzione allo scopo di ridurre al minimo il ricorso a mezzi tecnici e chimici che hanno un impatto sull'ambiente o sulla salute dei consumatori. In particolare, si prevede il ricorso ai mezzi tecnici e chimici adottati nell'agricoltura convenzionale (inclusi fertilizzazione, lavorazioni del terreno, controllo delle infestanti e difesa dei vegetali) solo quando si reputano necessari per ottimizzare il compromesso fra le esigenze ambientali e sanitarie e le esigenze economiche. La produzione agricola integrata è regolata da linee guida nazionali e disciplinari regionali. Per maggiori informazioni si rimanda a: <https://www.reterurale.it/produzioneintegrata>



**Periodo di credito.** I crediti di sostenibilità derivanti dalla presente attività progettuale possono essere venduti con cadenza annuale, a partire dalla fine del primo anno di attività, dopo essere stati realmente generati. La durata del periodo di credito della presente attività è di 9 anni, eventualmente rinnovabile.

**Metodo di calcolo.** Le emissioni azotate ( $N_2O$ ) derivanti dall'utilizzo dei fertilizzanti si distinguono in dirette ed indirette e sono calcolate e convertite in  $CO_2$  equivalente sulla base delle metodologie e dei fattori di emissione forniti dall' IPCC (2006c). Le emissioni dirette sono calcolate sulla base dei quantitativi di concimi a base di azoto utilizzati per la tipologia colturale (IPCC, 2006c - Eq. 11.1). Le emissioni indirette vengono calcolate tenendo conto di due processi: 1) la volatilizzazione di ammoniaca ( $NH_3$ ) e ossido e biossido di Azoto ( $NO_x$ ) da applicazione di concimi e successiva rideposizione di questi gas come  $NH_4^+$  e  $NO_3^-$  nei suoli e nelle acque (IPCC, 2006c Eq. 11.9); 2) emissioni dai suoli di  $NO_3^-$  a seguito di lisciviazione e scorrimento superficiale (IPCC, 2006c - Eq. 11.10).

**Condizioni di applicabilità.** Per poter accedere alla presente attività, ai fini del rispetto del principio dell'addizionalità rispetto al BAU, è necessario che negli anni precedenti (5 anni) siano stati utilizzati quantitativi di concime azotato conformi a quanto indicato nel Disciplinare di Produzione Integrata della Regione di riferimento o alla media nazionale riportata in Tabella 13.

In caso di controllo documentale, si dovrà dimostrare attraverso dati rilevati dal libretto di campagna (o tramite le fatture di acquisto e i quantitativi presenti in magazzino) o documentazione equipollente che negli anni precedenti (5 anni) siano stati utilizzati quantitativi di concime azotato conformi a quanto indicato nel Disciplinare di Produzione Integrata della Regione di riferimento o alla media nazionale riportata in Tabella 13.

**Piano di monitoraggio.** Al fine di verificare l'effettiva azione di riduzione delle emissioni, è necessario predisporre il Piano di Monitoraggio a cadenza annuale in cui si dovranno indicare dettagliatamente tutte le operazioni effettuate relativamente all'utilizzo di concimi azotati e le quantità effettivamente utilizzate, al fine di poter verificare *ex post* e monitorare l'effettiva quantità di emissioni evitate grazie all'applicazione di questa attività sostenibile.

In caso di controllo, si dovranno fornire le prove documentali per la verifica e il monitoraggio dell'effettivo risultato di mitigazione ottenuto, attraverso i dati rilevati dal libretto di campagna (o tramite le fatture di acquisto e i quantitativi presenti in magazzino) o documentazione equipollente.

**Valutazione qualitativa della sostenibilità ambientale, sociale e economica.** Oltre ad una azione di mitigazione, in termini di riduzione di emissioni di gas serra, la riduzione dell'utilizzo di fertilizzanti azotati comporta molteplici impatti correlati. Tra gli impatti positivi si evidenzia l'ulteriore diminuzione di emissioni per la produzione e trasporto dei fertilizzanti, una diminuzione dell'inquinamento delle acque, un risparmio nell'acquisto e consumo di fertilizzanti. Tra gli impatti negativi si registra, invece, il potenziale rischio di riduzione della produzione in termini di rese per ettaro.

<b>Indicatori Ambientali</b>	<b>Effetto valutato (NA=non si rileva effetto)</b>
Utilizzo di prodotti chimici e/o inquinanti	<b>Positivo</b>
Uso delle terre	<b>Potenzialmente Negativo</b>
Consumo idrico e tutela della qualità delle acque	<b>Positivo</b>
Erosione e perdita di vitalità dei suoli	<b>Positivo</b>
Biodiversità animale e vegetale	<b>Positivo</b>



Risorse energetiche	<i>Positivo</i>
Rifiuti	<i>Positivo</i>
<b>Indicatori Sociali:</b>	
Partecipazione pubblica	<i>NA</i>
Mantenimento o creazione di nuovi posti di lavoro	<i>NA</i>
Produzioni alimentari di qualità	<i>Positivo</i>
<b>Indicatori Economici:</b>	
Quantità di beni o servizi prodotti	<i>Potenzialmente Negativo</i>
Costi per consumi energetici	<i>Potenzialmente Positivo</i>
PIL pro-capite	<i>NA</i>

#### 4.4 Riduzione del disturbo dei suoli agricoli

La gestione sostenibile del suolo è una pratica finalizzata al mantenimento della fertilità chimico-fisica e microbiologica del terreno e il contenimento dei fenomeni di erosione superficiale, estremamente dannosi per le colture anche a causa della lisciviazione dei nutrienti. L'adozione di pratiche conservative di gestione del suolo o *conservationtillage* (lavorazioni minime e superficiali) è in grado di apportare numerosi benefici: in particolare, l'aumento della sostanza organica e dello stock di carbonio organico nel suolo (SOC), oltre a garantire un effetto di mitigazione dei cambiamenti climatici influenzando positivamente il bilancio del carbonio rispetto al BAU, sostiene la produzione e la crescita delle colture, migliora la qualità dei prodotti, aumenta l'efficienza di uso dell'acqua, recupera suoli degradati e promuove la salute degli ecosistemi (Libro bianco, 2012).

Tra le pratiche sostenibili di gestione del suolo, con particolare riferimento alla riduzione delle lavorazioni, si propongono le seguenti attività:

- **lavorazione minima del terreno “*minimum tillage*”:** tra la fase di raccolta di una coltura e la semina della successiva, il suolo non viene disturbato e una parte sostanziale (almeno il 30%) di esso rimane coperta dai residui della precedente coltura. Si procede poi con una semplice lavorazione superficiale solo sulla fila lasciando intatta l'interfila.
- **non lavorazione o semina diretta su sodo “*zero tillage*” (*no tillage, o direct seeding*):** il suolo non viene mai lavorato.

**Tabella 15 – Variazioni di SOC e crediti generabili da riduzione delle lavorazioni del suolo**

Pratica	Variazione SOC t C/ha/anno	Crediti generabili t CO <sub>2</sub> /ha/anno
<b>Minimum tillage</b>	0,15-0,3	0,55-1,10
<b>Zero tillage</b>	0,3-0,4	1,10 -1,47

Fonte: Freibauer et al., 2014; Libro bianco, 2012

**Potenzialità dell'attività.** La pratica della riduzione del disturbo dei suoli agricoli genera un incremento del SOC che oscilla in media da 0,55 a 1,10 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno nel caso del *minimum tillage*, con un



**valore medio pari a 0,82 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno;** e da 1,10 a 1,47 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno nel caso di *zero tillage*, con un **valore medio pari a 1,28 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno** (Tabella 14).

**Leakage.** La riduzione del disturbo dei suoli agricoli potrebbe comportare il rischio di riduzione di produttività, dovuto ad un potenziale minor attecchimento post-semine e maggior competizione delle erbe infestanti con la coltura principale. Tuttavia, questo effetto è compensato dal fatto che la riduzione delle lavorazioni incrementa la fertilità dei suoli. Pertanto questa attività non dovrebbe comportare particolari effetti di riduzione della produttività e il rischio di effetti negativi come cambi indiretti di uso del suolo non sussiste. Pertanto, non si applica alcuna riduzione dei crediti utilizzabili, rispetto al quantitativo effettivamente generabile.

**Periodo di credito.** I crediti di sostenibilità derivanti dalla presente attività progettuale possono essere venduti con cadenza annuale, a partire dalla fine del primo anno di attività dopo essere stati realmente generati. La durata del periodo di credito della presente attività corrisponde a un tempo minimo di 20 anni. Tale orizzonte temporale è conforme, infatti, al tempo medio necessario per il raggiungimento dell'equilibrio del carbonio nei suoli (20 anni) individuato di *default* dall'IPCC (2006d).

**Metodo di calcolo.** L'aumento dell'assorbimento di carbonio generato dall'applicazione di tale attività è misurato sulla base dei dati di SOC derivati da letteratura che riportano un *range* da 0,15 a 0,3 t C/ha/anno nel caso del *minimum tillage* e da 0,3 a 0,4 nel caso di *zero tillage* (Freibauer *et al.*, 2004; Libro bianco, 2012).

**Condizioni di applicabilità.** Per poter accedere alla presente attività, ai fini del rispetto del principio dell'addizionalità rispetto al BAU, è necessario che:

- non siano state applicate le pratiche del *minimum tillage* o *zero tillage* nei 5 anni precedenti;
- per quel terreno non sussista già l'obbligo del *minimum tillage* o *zero tillage*.

**Piano di monitoraggio.** Al fine di verificare l'effettiva azione di riduzione è necessario predisporre il Piano di Monitoraggio a cadenza annuale, in cui si dovranno indicare dettagliatamente tutte le operazioni effettuate relativamente alle lavorazioni del suolo, al fine di poter verificare *ex post* e monitorare l'effettiva quantità di emissioni evitate grazie all'applicazione di questa attività sostenibile.

In caso di controllo documentale, si dovrà dimostrare attraverso dati rilevati dal libretto di campagna riportante le lavorazioni effettuate o foto (o ortofoto) o documentazione equipollente che siano applicate le pratiche del *minimum tillage* o *zero tillage* che per quel terreno non sussista già l'obbligo del *minimum tillage* o *zero tillage*.

**Valutazione qualitativa della sostenibilità ambientale, sociale e economica.** Oltre a un'azione di mitigazione, in termini di aumento degli assorbimenti di carbonio nel suolo, la riduzione delle lavorazioni comporta molteplici impatti correlati. Tra gli impatti positivi si evidenzia la riduzione degli input energetici dovuti al minor numero di lavorazioni, la maggiore stabilizzazione e consolidamento dei suoli ed aumento delle riserve idriche; miglioramento della struttura, della porosità e della portanza del suolo; aumento della biodiversità. Tra gli impatti negativi si registra, invece, il potenziale rischio correlato con la riduzione di produttività, minor attecchimento post-semine e maggior competizione delle erbe infestanti con la coltura principale.

Quando il segno è riportato tra parentesi si indica un potenziale rischio ridotto di aumento o diminuzione

Indicatori Ambientali	Effetto valutato
-----------------------	------------------



	<i>(NA=non si rileva effetto)</i>
Utilizzo di prodotti chimici e/o inquinanti	<i>Positivo</i>
Uso delle terre	<i>Potenzialmente Negativo</i>
Consumo idrico e tutela della qualità delle acque	<i>Positivo</i>
Erosione e perdita di vitalità dei suoli	<i>Positivo</i>
Biodiversità animale e vegetale	<i>Positivo</i>
Risorse energetiche	<i>Positivo</i>
Rifiuti	<i>NA</i>
<b>Indicatori Sociali:</b>	
Partecipazione pubblica	<i>NA</i>
Mantenimento o creazione di nuovi posti di lavoro	<i>NA</i>
Produzioni alimentari di qualità	<i>Potenzialmente Negativo</i>
<b>Indicatori Economici:</b>	
Quantità di beni o servizi prodotti	<i>Potenzialmente Negativo</i>
Costi per consumi energetici	<i>Potenzialmente Negativo</i>
PII pro-capite	<i>NA</i>

#### 4.5 Mantenimento della copertura erbosa nelle colture permanenti

La pratica dell'inerbimento nelle colture permanenti rappresenta un'azione applicabile ai fini di una gestione ottimale del suolo. L'inerbimento può essere considerato come un vero e proprio prato che copre il terreno su cui insistono colture arboree, in cui tutta la biomassa aerea viene periodicamente sfalciata e lasciata sul suolo. Oltre a notevoli vantaggi ecologici (es. ridurre l'erosione superficiale, migliorare la struttura del suolo, favorire l'assorbimento dell'acqua, aumentare la porosità del suolo e la portanza del terreno, ecc.), l'inerbimento permette di mantenere ed incrementare il livello della sostanza organica nei suoli e comporta l'aumento dello stock di SOC influenzando positivamente il bilancio del carbonio rispetto al BAU (Libro bianco, 2012).

**Tabella 16 – Variazioni di SOC derivate da dati di letteratura e crediti generabili in seguito all'attuazione della pratica dell'inerbimento**

Pratica	Variazione SOC t C/ha/anno	Crediti generabili t CO <sub>2</sub> /ha/anno
Inerbimento	0,32-0,6	1,17-2,20

Fonte: Freibauer et al., 2014; Poeplau and Don, 2015; Libro bianco, 2012

**Potenzialità dell'attività.** La pratica dell'inerbimento delle colture permanenti genera un incremento del SOC che oscilla in media da 1,17 a 2,20 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno (Tabella 15), con un **valore medio pari a 1,68 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno.**

**Periodo di credito.** I crediti di sostenibilità derivanti dalla presente attività progettuale possono essere venduti con cadenza annuale, a partire dalla fine del primo anno di attività dopo essere stati realmente generati. La durata del periodo di credito della presente attività corrisponde a un tempo minimo di 20 anni. Tale orizzonte temporale è conforme infatti al tempo medio necessario per il raggiungimento dell'equilibrio del carbonio nei suoli (20 anni) individuato di *default* dall'IPCC (2006d).



**Metodo di calcolo.** L'aumento dell'assorbimento di carbonio generato da tale attività è stimato sulla base di dati di SOC derivati da letteratura che riportano un *range* da 0,32 a 0,6 t C/ha/anno (Freibauer et al., 2014; Poeplau and Don, 2015; Libro bianco, 2012).

**Leakage.** La pratica dell'inerbimento potrebbe comportare il rischio di riduzione di produttività, dovuto ad una potenziale competizione con la coltura principale. Tuttavia, questo effetto è compensato dal fatto che l'inerbimento incrementa la fertilità dei suoli. Pertanto questa attività non dovrebbe comportare particolari effetti di riduzione della produttività e il rischio di effetti negativi come cambi indiretti di uso del suolo non sussiste. Pertanto, non si applica alcuna riduzione dei crediti utilizzabili, rispetto al quantitativo effettivamente generabile.

**Condizioni di applicabilità.** Per poter accedere alla presente attività, ai fini del rispetto del principio dell'addizionalità rispetto al BAU, è necessario che:

- non sia stata applicata la pratica dell'inerbimento nei 5 anni precedenti;
- per quel terreno non sussista già l'obbligo dell'inerbimento.

**Piano di monitoraggio.** Al fine di verificare l'effettiva azione di mitigazione è necessario predisporre il Piano di Monitoraggio a cadenza annuale, in cui si dovranno indicare dettagliatamente tutte le operazioni effettuate relativamente alle pratiche di mantenimento della copertura erbosa, al fine di poter verificare *ex post* e monitorare l'effettiva quantità di emissioni evitate grazie all'applicazione di questa attività sostenibile.

In caso di controllo documentale, si dovrà dimostrare attraverso dati rilevati dal libretto di campagna riportante le lavorazioni effettuate o foto (o ortofoto) o documentazione equipollente il mantenimento dell'inerbimento.

**Valutazione qualitativa della sostenibilità ambientale, sociale e economica.** Oltre a un'azione di mitigazione, in termini di aumento degli assorbimenti di carbonio nel suolo, l'inerbimento comporta molteplici impatti correlati. Tra gli impatti positivi si evidenzia la maggiore stabilizzazione e consolidamento dei suoli e aumento delle riserve idriche; riduzione delle perdite per dilavamento dei fertilizzanti, in particolare nitrati, regolando la disponibilità di azoto nel terreno; minor disturbo dei suoli in seguito a minori lavorazioni del terreno; miglioramento della struttura, della porosità e della portanza del suolo; aumento della biodiversità. Tra gli impatti negativi si registra, invece, il potenziale rischio correlato alla competizione con la specie principale.

<b>Indicatori Ambientali</b>	<b>Effetto valutato (NA=non si rileva effetto)</b>
Utilizzo di prodotti chimici e/o inquinanti	<b>Positivo</b>
Uso delle terre	<b>Potenzialmente Negativo</b>
Consumo idrico e tutela della qualità delle acque	<b>Positivo</b>
Erosione e perdita di vitalità dei suoli	<b>Positivo</b>
Biodiversità animale e vegetale	<b>Positivo</b>
Risorse energetiche	<b>Potenzialmente Negativo</b>
Rifiuti	<b>NA</b>
<b>Indicatori Sociali:</b>	
Partecipazione pubblica	<b>NA</b>



Mantenimento o creazione di nuovi posti di lavoro	<i>Potenzialmente Positivo</i>
Produzioni alimentari di qualità	<i>Potenzialmente Negativo</i>
<b>Indicatori Economici:</b>	
Quantità di beni o servizi prodotti	<i>Potenzialmente Negativo</i>
Costi per consumi energetici	<i>Potenzialmente Negativo</i>
PIL pro-capite	NA

#### 4.6 Gestione sostenibile dei residui agricoli

Generalmente i residui legnosi che derivano dalle operazioni di potatura nella gestione annuale delle colture arboree perenni vengono allontanati dal campo e bruciati o direttamente bruciati in loco. Tale operazione comporta dunque una perdita netta di carbonio dal sistema agricolo e un'emissione di gas climalteranti a seguito del processo di combustione. Tuttavia, si possono attuare delle azioni per un utilizzo più sostenibile delle biomasse derivati dalle potature rispetto al BAU, in cui i residui vengono triturati e lasciati in campo con funzione pacciante e fertilizzante, incrementando lo stock di carbonio nel suolo, oppure utilizzati per fini energetici in sostituzione dei combustibili fossili con conseguente riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera.

**Tabella 17. Aumento stimato di stock di SOC e crediti generabili con la trinciatura in loco dei residui delle potature delle colture arboree perenni**

Pratica	Variazione SOC t C/ha/anno	Crediti generabili t CO <sub>2</sub> /ha/anno
Trinciatura in loco dei residui di potatura	0,16-0,4	0,59-1,47

**Tabella 18. Biomasse utilizzabili (tonnellate di sostanza secca -t s.s.), produzione energetica e crediti generabili dalle emissioni evitate con la gestione dei residui agricoli delle colture arboree perenni per produzione energetica**

Riutilizzo residui potatura per fini energetici Specie	Potature annuali (t s.s./ha)	Produzione energetica da biomasse (kW/ha/anno)	CREDITI GENERABILI (t CO <sub>2</sub> /ha/anno)	CREDITI UTILIZZABILI (t CO <sub>2</sub> /ha/anno)
Agrumi	1,8	9.002	3,69	1,8
kiwi	5,5	27.505	11,29	5,6
Ciliegio	2,4	12.002	4,92	2,5
Melo	1,4-2,4	7.001-12.002	2,87-4,92	1,9
Olivo	1,7	8.502	3,49	1,7
Pero	2-2,6	10.002-13.002	4,10-5,33	2,4
Pesche, Percoche, Nettarine	2,9-4,3	14.503-21.504	5,95-8,82	3,7



Susino	1,6	8.001	3,28	1,6
Vite	2,9	14.503	5,95	3,0
Altri frutteti	2,9	14.503	5,95	3,0
<b>MEDIA</b>	<b>2</b>	<b>10.002</b>	<b>4,10</b>	<b>2,1</b>

**Potenzialità dell'attività.** La pratica della trinciatura in loco dei residui di potatura delle colture permanenti genera un incremento del SOC che oscilla in media da 0,59 a 1,47 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno (Tabella 17), **con un valore medio pari a 1,03 t CO<sub>2</sub>/ha/anno**. La sostituzione dell'impiego di energia fossile con l'utilizzo delle biomasse derivanti dalle potature legnose delle colture arboree perenni determina una diminuzione delle emissioni che oscilla da 2,87 a 11,29 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno, con un valore medio pari a 4,10 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno<sup>10</sup> (Tabella 18). Tuttavia, ai fini della garanzia di un approccio conservativo, solo la metà dei crediti generabili annualmente potrà essere utilizzata, con una quota di incremento nell'assorbimento di CO<sub>2</sub> con un valore medio pari a **2,1 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno** (Tabella 18, ultima colonna).

**Leakage.** La pratica della trinciatura in loco dei residui di potatura delle colture permanenti genera una perdita di carbonio immediata nel momento stesso dell'asportazione della biomassa dalla pianta. Tuttavia, il quantitativo di carbonio asportato viene trinciato e lasciato sul terreno lasciando così intatto il bilancio di carbonio nell'ecosistema e generando anche un incremento della fertilità dei suoli. Pertanto, non si applica alcuna riduzione dei crediti utilizzabili, rispetto al quantitativo effettivamente generabile.

Nel caso invece dell'utilizzo delle biomasse derivanti dalle potature legnose delle colture arboree perenni per la produzione di energia, potrebbero generarsi delle emissioni indirette dovute al trasporto delle potature e loro trinciatura ed essiccamento, nonché del ciclo produttivo dell'impianto a biomasse, pertanto si applica una riduzione del 50% dei crediti utilizzabili, rispetto al quantitativo effettivamente generabile.

**Periodo di credito.** I crediti di sostenibilità derivanti dalla presente attività progettuale possono essere venduti con cadenza annuale, a partire dalla fine del primo anno di attività dopo essere stati realmente generati. La durata del periodo di credito della presente attività corrisponde a un tempo minimo di 20 anni. Tale orizzonte temporale è conforme infatti al tempo medio necessario per il raggiungimento dell'equilibrio del carbonio nei suoli (20 anni) individuato di *default* dall'IPCC (2006d).

**Metodo di calcolo.** Sia l'aumento del carbonio nel suolo, grazie alla trinciatura in loco dei residui delle potature, che le emissioni di CO<sub>2</sub>, evitate grazie all'utilizzo delle biomasse di scarto per fini energetici, sono calcolati sulla base delle metodologie e dei fattori di emissione esistenti in letteratura. Il quantitativo di biomassa derivante dalle operazioni di potatura delle colture arboree è estremamente variabile in funzione della specie, della forma di allevamento, della densità di piante ad ettaro e dell'area geografica di riferimento. In Tabella 22 sono riportati alcuni valori medi di biomassa prodotta annualmente dalle operazioni di potatura derivati dalla letteratura esistente (Maggio 2010; Facini et al., 2007; Mazzetto et al., 2012; Michos et al., 2012; Missere et al., 2012; Musacchi et al., 2012; Nati et al., 2011; Panzacchi et al., 2012; Rossi et al., 2007; Sofo et al., 2004; Sofo et al., 2005; Canaverira et al., 2018). Per calcolare l'aumento di carbonio nel suolo nel

<sup>10</sup>Da notare che questo quantitativo non tiene conto delle emissioni dovute al trasporto delle potature e loro trinciatura ed essiccamento, nonché del ciclo produttivo dell'impianto a biomasse.



caso di trinciatura dei residui in loco, si fa riferimento a dati di letteratura che riportano un incremento nel carbonio dei suoli a seguito dell'interramento di residui organici in un *range* da 0,16 a 0,4 t C/ha/anno misurato su un periodo medio di almeno 20 anni (Freibauer et al. 2004; Triberti et al., 2008; Bos et al. 2017).

Nel caso dell'utilizzo dei residui per fini energetici, al quantitativo di biomassa legnosa annualmente retraibile dalle operazioni di potatura, espresso in tonnellate di sostanza secca all'ettaro (t s.s./ha), viene associato un coefficiente che esprime il potere calorifico delle biomasse dei frutteti, indicato pari a 4.300-4.400 chilocalorie (kcal)/chilogrammo di sostanza secca (kg s.s.) (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile –ENEA-, 2008). L'energia generabile dalle biomasse di scarto prodotte per ettaro di frutteto è calcolata con il fattore di conversione da kcal a kWh (1 kWh corrisponde a 859,8 kcal). Per calcolare le missioni di CO<sub>2</sub> evitate in seguito all'utilizzo delle biomasse di scarto per fini energetici in sostituzione si fa riferimento ad un fattore di emissione pari a 410,3 g CO<sub>2</sub>/KWh (ISPRA,2011) consumato per l'industria termoelettrica nazionale<sup>11</sup>.

**Condizioni di applicabilità.** Per poter accedere alla presente attività, ai fini del rispetto del principio dell'addizionalità rispetto al BAU, è necessario che la pratica corrente preveda che i residui legnosi derivanti dalle potature delle colture arboree perenni siano bruciati in loco o asportati dal terreno.

**Piano di monitoraggio.** Al fine di verificare l'effettiva azione di mitigazione è necessario predisporre il Piano di Monitoraggio a cadenza annuale, in cui si dovranno indicare dettagliatamente tutte le operazioni effettuate relativamente alla gestione delle potature, al fine di poter verificare *ex post* e monitorare l'effettiva quantità di emissioni evitate grazie all'applicazione di questa attività sostenibile.

In caso di controllo documentale, si dovrà dimostrare attraverso dati rilevati dimostrare attraverso il libretto di campagna riportante gli interventi eseguiti o documentazione equipollente la gestione effettuata.

**Valutazione qualitativa della sostenibilità ambientale, sociale e economica.** Oltre a un'azione di mitigazione, in termini di ritorno della sostanza organica al suolo se si considera la pratica di trinciare e lasciare in campo i residui o di emissioni evitate per l'utilizzo in sostituzione dei combustibili fossili, il riutilizzo delle biomasse di potatura comporta molteplici impatti correlati. Tra gli impatti positivi si evidenzia la maggiore stabilizzazione e consolidamento dei suoli e aumento delle riserve idriche; miglioramento della struttura, della porosità e della portanza del suolo; aumento della biodiversità; un minor rischio di incendio. Mentre, tra gli impatti negativi si registra il potenziale rischio di aumento dei costi di gestione dovuti alle operazioni di trinciatura e/o di trasporto del materiale legnoso.

<b>Indicatori Ambientali</b>	<b>Effetto valutato (NA=non si rileva effetto)</b>
Utilizzo di prodotti chimici e/o inquinanti	<b>Potenzialmente Negativo</b>
Uso delle terre	<b>NA</b>
Consumo idrico e tutela della qualità delle acque	<b>Positivo</b>

<sup>11</sup>Dato comprensivo dell'energia generata da fonti rinnovabili, del progresso dell'efficienza energetica degli impianti a energie rinnovabili realizzati in Italia fino al 2009 e del contributo delle fonti energetiche geotermiche, eoliche e fotovoltaiche, oltre che a quelle da biomasse.



Erosione e perdita di vitalità dei suoli	<b>Positivo</b>
Biodiversità animale e vegetale	<b>Positivo</b>
Risorse energetiche	<b>Potenzialmente Negativo</b>
Rifiuti	<b>NA</b>
<b>Indicatori Sociali:</b>	
Partecipazione pubblica	<b>NA</b>
Mantenimento o creazione di nuovi posti di lavoro	<b>Potenzialmente Positivo</b>
Produzioni alimentari di qualità	<b>Potenzialmente Positivo</b>
<b>Indicatori Economici:</b>	
Quantità di beni o servizi prodotti	<b>NA</b>
Costi per consumi energetici	<b>Negativo</b>
PIL pro-capite	<b>NA</b>

#### 4.7 Nuovi impianti di frutticoltura

La conversione dei terreni soggetti a colture annuali, quali seminativi o pascoli, verso terreni con colture arboree perenni, quali ad esempio i frutteti, genera un incremento di carbonio nei pool della biomassa e del suolo. In generale, tale accumulo di carbonio avviene fino a che gli alberi raggiungono la maturità e il suolo raggiunge uno stato di equilibrio. L'attività consiste nella realizzazione di un nuovo impianto di frutticoltura su terreni abbandonati, non utilizzati o precedentemente utilizzati come seminativi o pascolo. Ciò consentirebbe un aumento degli *stock* di carbonio nei pool della biomassa epigea e ipogea e del suolo, con conseguente aumento dell'assorbimento di CO<sub>2</sub> dall'atmosfera, rispetto al BAU.

**Tabella 19 – Crediti generabili ed utilizzabili con la realizzazione di impianti di frutticoltura**

SPECIE	CREDITI GENERABILI IN 20 ANNI (t CO <sub>2</sub> /ha/anno)			CREDITI UTILIZZABILI IN 20 ANNI (t CO <sub>2</sub> /ha/anno)		
	Biomassa epigea	Suolo	Totale	Biomassa epigea	Suolo	Totale
Pero	1,9	1,1	3,0	1,0	0,6	1,5
Ciliegio, susine, albicocche	3,4	1,1	4,5	1,7	0,6	2,3
Pesco, percoco, nettarine	3,5	1,1	4,6	1,7	0,6	2,3
Melo, kaki, cotogno, melograno, nespolo	1,3	1,1	2,4	0,7	0,6	1,2
Kiwi	5,5	1,1	6,6	2,8	0,6	3,3
Uva	5,5	1,1	6,6	2,8	0,6	3,3
Noci	4,8	1,1	5,9	2,4	0,6	2,9
Olivo	2,6	1,1	3,7	1,3	0,6	1,8
Castagne e Marroni	4,8	1,1	5,9	2,4	0,6	2,9



Media	3,7	1,1	4,8	1,8	0,6	2,4
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Potenzialità dell'attività.** La transizione da colture annuali, quali seminativi o pascoli, a colture arboree perenni, quali i frutteti, genera un incremento nell'assorbimento di CO<sub>2</sub> che oscilla da 2,4 a 6,6 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno se si considerano entrambi i *pool* biomassa epigea e suolo, con un valore medio pari a 4,8 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno (Tabella 19). Tuttavia, ai fini della garanzia di un approccio conservativo, solo la metà dei crediti generabili annualmente potrà essere utilizzata, con una quota di incremento nell'assorbimento di CO<sub>2</sub> che oscilla da 1,21 a 3,3 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno se si considerano entrambi i *pool* biomassa epigea e suolo, con un valore medio pari a **2,4 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno** (Tabella 19, ultima colonna).

**Leakage.** La transizione da colture annuali, quali seminativi o pascoli, a colture arboree perenni, quali i frutteti può comportare delle emissioni indirette anche al di fuori dell'area di progetto, dovute ad esempio alla fase di produzione delle piantine da frutto o alle operazioni e lavorazioni del suolo per la loro messa a dimora. Pertanto, per garantire un bilancio globale effettivamente positivo in termini di obiettivi di mitigazione, si applica una riduzione del 50% dei crediti utilizzabili, rispetto al quantitativo effettivamente generabile.

**Periodo di credito.** I crediti di sostenibilità derivanti dalla presente attività progettuale possono essere venduti con cadenza annuale, a partire dalla fine del primo anno di attività dopo essere stati realmente generati. La durata del periodo di credito della presente attività corrisponde a un tempo minimo di 20 anni.

**Metodo di calcolo.** L'aumento dell'assorbimento di CO<sub>2</sub> generato dall'applicazione di tale attività è misurato applicando le metodologie esistenti (IPCC, 2006d– Eq. 2.10 per la biomassa e 2.25 per i suoli) a dati disponibili in letteratura di incremento corrente di biomassa a pianta o a ettaro o di carbonio nei suoli (CARBIUS Project Report, Maggio 2010; Facini et al., 2007; Mazzetto et al., 2012; Michos et al., 2012; Missere et al., 2012; Musacchi et al., 2012; Nati et al., 2011; Panzacchi et al., 2012; Rossi et al., 2007; Sofo et al., 2004; Sofo et al., 2005). I dati di biomassa utilizzati sono ricavati dalla letteratura, a partire da dati di incremento a pianta o a ettaro ed elaborati in funzione delle densità medie di piante ad ettaro. Per il suolo sono stati utilizzati dati riportati in letteratura da Freibauer et al. (2004), che attribuisce ai suoli europei in transizione da seminativo a colture perenni un aumento di carbonio annuale compreso nell'intervallo di 0,3-0,6 t C/ha/anno. La biomassa ipogea (radici) non viene contabilizzata nell'ottica di un approccio maggiormente conservativo.

**Condizioni di applicabilità.** Per poter accedere alla presente attività, ai fini del rispetto del principio dell'addizionalità rispetto al BAU, è necessario che il nuovo impianto di frutticoltura venga realizzato su terreni abbandonati, non utilizzati o precedentemente utilizzati come seminativi o pascolo, per un periodo di almeno 5 anni.

**Piano di monitoraggio.** Al fine di verificare l'effettiva azione di mitigazione è necessario predisporre il Piano di Monitoraggio a cadenza annuale, al fine di poter verificare *ex post* e monitorare l'effettiva quantità di emissioni evitate grazie all'applicazione di questa attività sostenibile.

In caso di controllo documentale, si dovrà dimostrare attraverso dati rilevati dimostrare attraverso il libretto di campagna, ortofoto (o foto) o documentazione equipollente il mantenimento del frutteto realizzato.



**Valutazione qualitativa della sostenibilità ambientale, sociale e economica.** Oltre a un'azione di mitigazione, in termini di accumulo di carbonio nella biomassa e nel suolo, la realizzazione di nuovi impianti di frutticoltura comporta molteplici impatti correlati. Tra gli impatti positivi si evidenzia la maggiore stabilizzazione e consolidamento dei suoli ed aumento delle riserve idriche, grazie ad apparati radicali più profondi; minor disturbo dei suoli in seguito a minori lavorazioni del terreno; aumento della biodiversità. Tra gli impatti negativi si evidenzia, invece, il potenziale rischio correlato all'entità del capitale iniziale da investire.

<b>Indicatori Ambientali</b>	<b>Effetto valutato (NA=non si rileva effetto)</b>
Utilizzo di prodotti chimici e/o inquinanti	<i>Potenzialmente Negativo</i>
Uso delle terre	<i>Potenzialmente Positivo</i>
Consumo idrico e tutela della qualità delle acque	<i>Negativo</i>
Erosione e perdita di vitalità dei suoli	<i>Positivo</i>
Biodiversità animale e vegetale	<i>Potenzialmente Negativo</i>
Risorse energetiche	<i>Negativo</i>
Rifiuti	<i>Potenzialmente Negativo</i>
<b>Indicatori Sociali:</b>	
Partecipazione pubblica	<i>Potenzialmente Positivo</i>
Mantenimento o creazione di nuovi posti di lavoro	<i>Positivo</i>
Produzioni alimentari di qualità	<i>Positivo</i>
<b>Indicatori Economici:</b>	
Quantità di beni o servizi prodotti	<i>Positivo</i>
Costi per consumi energetici	<i>Negativo</i>
PIL pro-capite	<i>Positivo</i>

#### 4.8 Rimboschimenti/imboschimenti

La realizzazione di un rimboschimento o di un imboschimento<sup>12</sup> su terreni abbandonati, o non utilizzati, genera un incremento di carbonio nei pool della biomassa e del suolo. In generale, tale accumulo di carbonio avviene fino a che gli alberi raggiungono la maturità e il suolo raggiunge un equilibrio dinamico tra gli input di carbonio (lettiera e rizodeposizione) e output (mineralizzazione della sostanza organica e lisciviazione). L'attività consiste nella realizzazione di un impianto forestale da gestire nelle forme di governo a ceduo o a fustaia, a seconda dell'attitudine della specie e della vocazionalità del luogo. Ciò consentirebbe un aumento degli *stock* di carbonio nei *pool* biomassa (epigea ed ipogea), necromassa (lettiera e legno morto) e suolo, con conseguente aumento dell'assorbimento di CO<sub>2</sub> dall'atmosfera, rispetto al BAU.

**Tabella 20. Incremento corrente (Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio – INFC, 2005), densità basale (Federici et al, 2008) e crediti generabili in seguito alla realizzazione di un rimboschimento per le principali tipologie forestali**

<sup>12</sup>Per afforestazione (o imboschimento) si intende la realizzazione di una piantagione forestale effettuata su terreni mai forestati negli ultimi 50 anni; mentre per riforestazione (o rimboschimento) si intende la realizzazione di una piantagione forestale effettuata su terreni che erano coperti da foreste negli ultimi 50 anni.



SPECIE	Incremento corrente m <sup>3</sup> /ha/anno		Densità basale (t/m <sup>3</sup> )	CREDITI GENERABILI (t CO <sub>2</sub> /ha/anno)			CREDITI UTILIZZABILI (t CO <sub>2</sub> /ha/anno)		
	fustaia	ceduo		BIOMASSA		SUOLO	BIOMASSA		SUOLO
				fustaia	ceduo		fustaia	ceduo	
Abete rosso	5,6		0,4	3,9			1,9		
Abete bianco	8,7		0,4	6,1			3,0		
Pino silvestre	6,0		0,5	5,2			2,6		
Pino nero, pino laricio	3,9		0,5	3,3			1,7		
Pini mediterranei	4,7		0,5	4,6			2,3		
Altre conifere	5,5		0,4	4,3			2,2		
Faggete	5,6	4,3	0,6	6,3	4,8		3,1	2,4	
Rovere, roverella, farnia	3,1	1,8	0,7	3,8	2,2		1,9	1,1	
Cerrete	3,3	2,7	0,7	4,2	3,4		2,1	1,7	
Castagneti	5,5	5,8	0,5	4,9	5,2		2,5	2,6	
Ostrieti, carpineti	3,9	2,5	0,7	4,7	3,0		2,4	1,5	
Boschi igrofilii	11,2	6,1	0,5	10,9	5,9		5,4	3,0	
Altri boschi caducifogli	2,4	3,7	0,5	2,3	3,6		1,2	1,8	
Leccete	4,0	5,0	0,7	5,3	6,6		2,6	3,3	
<b>MEDIA</b>				<b>5,0</b>	<b>4,3</b>	<b>1,1</b>	<b>2,5</b>	<b>2,15</b>	<b>0,55</b>

**Potenzialità dell'attività.** La realizzazione di un rimboschimento su un terreno privo di copertura vegetale legnosa genera un incremento nell'assorbimento di CO<sub>2</sub> che oscilla in media da 5,4 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno per i cedui a 6,1 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno per le fustaie, se si considerano entrambi i *pool* biomassa e suolo. Tuttavia, ai fini della garanzia di un approccio conservativo, le attività di preparazione del sito devono prevedere una lavorazione minima del terreno, con realizzazione di piccoli scavi a buche per la messa a dimora delle piante (lavorazione a buche) e solo la metà dei crediti generabili annualmente potrà essere utilizzata, con una quota di incremento nell'assorbimento di CO<sub>2</sub> che oscilla da 2,7 per i cedui a 3,05 tonnellate di CO<sub>2</sub>/ha/anno per le fustaie se si considerano entrambi i *pool* biomassa epigea e suolo (Tabella 19).



**Leakage.** La realizzazione di un rimboschimento su un terreno privo di copertura vegetale legnosa ti può comportare delle emissioni indirette anche al di fuori dell'area di progetto, dovute ad esempio alla fase di produzione delle piantine (semenzali) o alle operazioni e lavorazioni del suolo per la loro messa a dimora. Pertanto, per garantire un bilancio globale effettivamente positivo in termini di obiettivi di mitigazione, si applica una riduzione del 50% dei crediti utilizzabili, rispetto al quantitativo effettivamente generabile.

**Periodo di credito.** I crediti di sostenibilità derivanti dalla presente attività progettuale possono essere venduti con cadenza annuale, a partire dalla fine del primo anno di attività dopo essere stati realmente generati. La durata del periodo di credito della presente attività corrisponde a un tempo minimo di 20 anni.

**Metodo di calcolo.** L'aumento dell'assorbimento di CO<sub>2</sub> generato dall'applicazione di tale attività è misurato applicando le metodologie esistenti (IPCC, 2006d– Eq. 2,10 per la biomassa e 2,25 per i suoli) a dati di incremento corrente (INFC, 2005) e densità basale (Federici et al., 2008) della biomassa epigea e di incremento di carbonio nei suoli derivati da letteratura (Freibauer et al., 2014). La biomassa ipogea (radici) non viene contabilizzata nell'ottica di un approccio maggiormente conservativo.

**Condizioni di applicabilità.** Per poter accedere alla presente attività, ai fini del rispetto del principio dell'addizionalità rispetto al BAU, è necessario dimostrare attraverso dati rilevati da ortofoto (o foto) o documentazione equipollente che il nuovo impianto forestale venga realizzato su terreni precedentemente utilizzati come seminativi o pascolo e comunque liberi da una copertura legnosa perenne (inclusi gli arbusteti), per un periodo di almeno 5 anni.

**Piano di monitoraggio.** Al fine di verificare l'effettiva azione di mitigazione è necessario predisporre il Piano di Monitoraggio a cadenza annuale, al fine di poter verificare *ex post* e monitorare l'effettiva quantità di emissioni evitate grazie all'applicazione di questa attività sostenibile.

In caso di controllo documentale, si dovrà dimostrare attraverso dati rilevati dimostrare attraverso ortofoto (o foto) o documentazione equipollente il mantenimento del rimboschimento.

**Valutazione qualitativa della sostenibilità ambientale, sociale e economica.** Oltre a un'azione di mitigazione, in termini di accumulo di carbonio nella biomassa e nel suolo, la realizzazione di nuovi impianti forestali comporta molteplici impatti correlati. Tra gli impatti positivi si evidenzia la maggiore stabilizzazione e consolidamento dei suoli e l'aumento delle riserve idriche grazie ad apparati radicali più profondi; minor disturbo dei suoli in seguito a minori lavorazioni del terreno; aumento della biodiversità. Mentre, tra gli impatti negativi si evidenzia il potenziale rischio correlato all'investimento del capitale iniziale.

<b>Indicatori Ambientali</b>	<b>Effetto valutato (NA=non si rileva effetto)</b>
Utilizzo di prodotti chimici e/o inquinanti	<i>Potenzialmente Positivo</i>
Uso delle terre	<i>Potenzialmente Negativo</i>
Consumo idrico e tutela della qualità delle acque	<i>Positivo</i>
Erosione e perdita di vitalità dei suoli	<i>Positivo</i>
Biodiversità animale e vegetale	<i>Positivo</i>
Risorse energetiche	<i>Positivo</i>
Rifiuti	<i>Potenzialmente Positivo</i>
<b>Indicatori Sociali:</b>	



Partecipazione pubblica	<i>Potenzialmente Positivo</i>
Mantenimento o creazione di nuovi posti di lavoro	<i>Potenzialmente Negativo</i>
Produzioni alimentari di qualità	<i>Potenzialmente Negativo</i>
<b>Indicatori Economici:</b>	
Quantità di beni o servizi prodotti	<i>Positivo</i>
Costi per consumi energetici	<i>Potenzialmente Positivo</i>
PIL pro-capite	<i>Potenzialmente Positivo</i>



## Annex I - Questionario

<b>Denominazione aziendale:</b>	<b>Comune</b> _____ <b>Indirizzo</b> _____
Nome del compilatore:	Recapito telefonico del compilatore:
Data:	Note:

### I. Sezione generale:

#### 1. Specie allevata in azienda

Opzioni di scelta:
<b><i>Categoria piccoli e grandi ruminanti</i></b>
Bovini
Bufalini
Ovini
Caprini
<b><i>Categoria monogastrici</i></b>
Suini
Conigli
Cavalli
Galline ovaiole
Polli da carne

### II. Piccoli e grandi ruminanti:

#### 1. Attitudine produttiva?

- latte
- carne
- uova



2. Razza prevalente allevata?

Specie allevata	Attitudine produttiva	Razza prevalente
<b>Bovini</b>	Latte	Frisona Bruna Jersey Pezzata rossa Grigio Alpina Valdostana Pezzata Nera Altre razze
	Carne	Piemontese Charolaise Limousine Chianina Romagnola Marchigiana Podolica Maremmana Altre razze
<b>Bufalini</b>	Latte	Bufala
<b>Ovini</b>	Latte	Sarda Comisana Massese Delle langhe Altra razza
	Carne	Bergamasca Appenninica Sopravissana Gentile di puglia Altra razza
<b>Caprini</b>	Latte	Saanen Camosciata Maltese
	Carne	Altra razza

2. Numero di capi femmina adulti? (n°)
3. Si effettua ingrasso dei vitelli? (si/no)
4. Numero di mesi all'anno in cui gli animali hanno accesso al pascolo? (0-12)
5. Quota della mandria che ha accesso al pascolo? (0-100%)
6. Quota di concentrato nella miscelata somministrata ai capi adulti? (0-100%)
7. Quota di concentrato nella miscelata somministrata ai capi da rimonta? (0-100%)
8. Quota di concentrato nella miscelata somministrata ai capi da ingrasso? (0-100%)
9. Utilizzo di inibitori della nitrificazione sui reflui zootecnici? (si/no)
10. Biodigestione anaerobica dei reflui zootecnici? (si/no)



11. Separazione solido-liquido dei reflui zootecnici? (si/no)

### III. Suini

1. Colore del mantello della razza prevalente allevata?

Opzioni di scelta
Bianco
Nero
Incrocio: bianco x nero

2. Tipologia di allevamento?

Opzioni di scelta	
Solo riproduzione	Vedi Domanda 4A
Riproduzione + ingrasso	Vedi Domanda 4A
Solo ingrasso	Vedi Domanda 4B

3. Tipologia di gestione?

Opzioni di scelta
Intensivo/industriale
Semibrado
Brado

4.A. Numero di scrofe? (n°; da indicare quando presente la riproduzione)

4.B. Numero di capi totale? (n°; da indicare quando presente l'ingrasso)

6. Utilizzo di inibitori della nitrificazione sui reflui zootecnici? (si/no)

7. Biodigestione anaerobica dei reflui zootecnici? (si/no)

8. Separazione solido-liquido dei reflui zootecnici? (si/no)

### IV. Monogastrici

1. Numero di capi adulti allevati? (n.)

### V. Dati sulla coltivazione dei terreni per la produzione del foraggio

Superficie totale coltivata per la produzione di foraggio (ettari):

Tipologia di coltura (se presente più di una tipologia di coltura indicare la specie coltivata e la relativa superficie):

Resa (t/ha)



(se presente più di una tipologia di coltura indicare la resa relativa a ciascuna tipologia):				
Input utilizzati ad ettaro	Quantità			Inserire unità di misura (es. kg/ha o q.li/ha o ton/ha)
	<i>Compilare una sottocolonna per ogni eventuale tipologia colturale</i>			
<i>Specie:</i>				
Seme (convenzionale)				
Seme (biologico)				
Fertilizzanti - N				
Fertilizzanti - Anidride fosforica (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )				
Fertilizzanti - Ossido di potassio (K <sub>2</sub> O)				
Pesticidi				
Fungicidi				
Erbicidi				
Concimazione organica				
Gasolio agricolo				

## 6. Dati relativi alla gestione delle stalle

Superficie totale delle stalle (m <sup>2</sup> ):
Indicare la tipologia di approvvigionamento energetico per la gestione delle stalle (es. mix energetico nazionale, idroelettrico, fotovoltaico, biogas, altro, etc...):
Consumo energetico totale annuo (kWh) : (indicare un valore medio o quello dell'ultimo anno)

### NOTE:

---



---



## Bibliografia

- Aguirre-Villegas, H.A., Larson, R.A., Ruark, M.D. 2017. Solid-liquid separation of manure and effects on greenhouse gas and ammonia emissions. *Engineering in Agriculture* 17 (3): 343 -354. [SustainableDairy.org](http://SustainableDairy.org).
- Aguirre-Villegas, H.A., Larson, R.A., Sharara, M.A. Anaerobic digestion, solid-liquid separation, and drying of dairy manure: Measuring constituents and modeling emission. *Science of the Total Environment*, 696. 134059.
- Amon, B., Kryvoruchko, V., Amon, T., Zechmeister-Boltenstern, S. 2006. Methane, nitrous oxide and ammonia emissions during storage and after application of dairy cattle slurry and influence of slurry treatment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112. 153 - 162.
- ARSSA, 2017. Suino nero calabrese, una eccellenza regionale. Scaricabile da: <https://www.arsacweb.it/wp-content/uploads/2017/05/Il-suino-nero-calabrese-1.pdf> (Ultimo accesso, 12 Agosto 2020)
- Battini, F., Agostini, A., Boulamanti, A.K., Giuntoli, J., Amaducci, S. 2014. Mitigating the environmental impacts of milk production via anaerobic digestion of manure: Case study of a dairy farm in the Po Valley. *Science of the Total Environment*, 481. 196 - 208.
- Bayat A., Shingfield K.J., 2012. Overview of nutritional strategies to lower enteric methane emissions in ruminants. *MaataloustieteenPäivät*, 28: 1-7.
- Bonciarelli F. e Bonciarelli U., 2001. Ed. Edagricole, Bologna. ISBN-13: 978-8820633646. Pp 316
- Bouwman A. F., Boumans L. J. M., Batjes N. H., 2002. Modeling global annual N<sub>2</sub>O and NO emissions from fertilized fields, *Global Biogeochem. Cycles*, 16(4), 1080, doi:10.1029/2001GB001812
- Calvet, S., Hunt, J., Misselbrook, T.H. Low frequency aeration of pig slurry affects slurry characteristics and emissions of greenhouse gases and ammonia. *Biosystems engineering*, 159. 121 - 132.
- Camera di commercio, 2011. Il comparto suinicolo – Analisi economica. Scaricabile da: [https://www.mn.camcom.gov.it/files/Toolbar/comparto\\_suinicolo\\_analisi\\_economica\\_BMTI.pdf](https://www.mn.camcom.gov.it/files/Toolbar/comparto_suinicolo_analisi_economica_BMTI.pdf) (Ultimo accesso, 12 Agosto 2020)
- Canaveira P., Manso S., Pellis G., Perugini L., De Angelis P., Neves R., Papale D., Paulino J., Pereira T., Pina A., Pita G., Santos E., Scarascia-Mugnozza G., Domingos T., Chiti, T., 2018. Biomass Data on Cropland and Grassland in the Mediterranean Region. Final Report for Action A4 of Project MediNet. <http://www.lifemedinet.com/>
- Castaldi S., Alberti G., Bertolini T., Forte A., Miglietta F., Valentini R., Fierro A., 2015. N<sub>2</sub>O Emission Factors for Italian Crops, in: *The Greenhouse Gas Balance of Italy. Environmental Science and Engineering*. Eds. Valentini R., Miglietta F. Springer, Berlin, Heidelberg.
- CREA – Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria, 2017. *La zootecnia in Italia: produzioni, regolamentazione, ricerca, politiche per la qualità e la biodiversità*, vol. LXIX. A cura di Macri M. C.
- CREA – Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria, 2015. *Annuario dell'agricoltura italiana 2014*. Vol. LXVIII.



- CREA – Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria, 2016. Zootecnia italiana e mitigazione dei cambiamenti climatici Analisi delle potenzialità e delle prospettive. A cura di: Coderoni S., Pontrandolfi A.
- CRPA, 1996. Biogas e cogenerazione nell'allevamento suino. Manuale pratico. ENEL, Direzione studi e ricerche, Centro ricerche ambiente e materiali. Milano – Italia
- CRPA, 2001, Liquami zootecnici: manuale per l'utilizzazione agronomica. Edizioni l'Informatore Agrario, Verona, 320 p.
- CRPA, 2006[a]. Progetto MeditAIRaneo: settore Agricoltura. Relazione finale. Technical report on the framework of the MeditAIRaneo project for the Agriculture sector, Reggio Emilia – Italia.
- CRPA, 2006[b]. Predisposizione di scenari di emissione finalizzati alla progettazione di interventi per la riduzione delle emissioni nazionali di ammoniaca ed alla valutazione di misure e di progetti per la tutela della qualità dell'aria a livello regionale. Final report. Reggio Emilia – Italy.
- De Natale F., Floris A., Gasparini P., Scrinzi G., Tabacchi G., Tosi V., 2005. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio – INFC. Linee generali del progetto per il second inventario forestale nazionale. MiPAF - Ispettorato Generale del Corpo Forestale dello Stato, CRA-ISAF, Trento.
- Dones R., Bauer C., Bolliger R., Burger B., FaistEmmenegger M., Frischknecht R., Heck T., Jungbluth N. and Röder A. (2007) Life Cycle Inventories of Energy Systems: Results for Current Systems in Switzerland and other UCTE Countries. Final report ecoinvent data v2.0, No. 5. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- ENEA, 2008. Energia dalle biomasse. Tecnologie e prospettive. Roma, pp. 135
- Facini O., Georgiadis T., Nardino M., Rossi F., Maracchi G., Motisi A. 2007. Il contributo degli impianti da frutto all'assorbimento della CO<sub>2</sub> atmosferica. Clima e Cambiamenti Climatici: le attività di ricerca del CNR, pag 665-668, 2007.
- Federici S., Vitullo M., Tulipano S., De Laurentis R., Seufert G., 2008. An approach to estimate carbon stock changes in forest carbon pools under the UNFCCC: the Italian case. iForest, 1: 86-95.
- Freibauer A., Roundsevell M.D., Smith P., Verhangen J., 2004. Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. Geoderma, 122(1): 1-23.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006a. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 1: Introduction, in Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Eds. By Paustian K., Ravindranath N.H., van Amstel A.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006b. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 10: Emissions from livestock and manure management, in Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Eds. by Dong H., Mangino J., McAllister T.A.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006c. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 11: NO<sub>2</sub> emissions from managed soils, and CO<sub>2</sub> emissions from lime and urea application, in Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Eds. by De Klein C., Novoa R.S.A., Ogle S., Smith K.A., Rochette P., Wirth T.C.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006d. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 2: Generic methodologies applicable to multiple Land-Use categories, in



Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Eds. by Aalde H., Gonzalez P., Gytarsky M., Krug T., Kurz W.A., Lasco R.D., Martino D.L., McConkey B.G., Ogle S., Paustian K., Raison J., Ravindranath N.H., Schoene D., Smith P., Somogyi Z., van Amstel A., Verchot L.

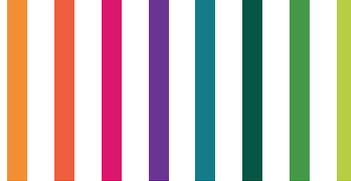
- IPCC (2007) Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland. pp 104
- IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Nगरा T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC, 2019. Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2019. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- IPCC, 2019. Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2019. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- ISMEA – Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare, 2018 Rapporto sulla competitività dell'agroalimentare italiano
- ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, 2018. Part I: Agriculture, in: Italian Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2016. National Inventory Report 2018. A cura di Di Cristoforo E., Cordella M. pp. 179-202
- ISPRA, 2020. Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2018. National Inventory Report 2020. ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. ISPRA, Rapporti 318/20 ISBN 978-88-448-0993-5. <http://www.isprambiente.gov.it/> (Ultimo accesso, 29 luglio 2020)
- ISPRA-Istituto Superiore Protezione e Ricerca Ambientale 2011 ItalianGreenhouse Gas Inventory 1990-2009. National Inventory Report 2009, Roma. ISPRA Rapporto tecnico 139/2011.
- ISTAT – Istituto Nazionale di Statistica, 2013. 6° Censimento Generale dell'Agricoltura: Atlante dell'agricoltura italiana. A cura di: Bellini G., Lipizzi F.
- ISTAT – Istituto Nazionale di Statistica, 2018. Agricoltura, zootecnia e pesca. In: *Serie storiche*. Dati consultabili online al sito: [http://seriestoriche.istat.it/index.php?id=1&no\\_cache=1&tx\\_usercento\\_centofe%5Bcategoria%5D=13&tx\\_usercento\\_centofe%5Baction%5D=show&tx\\_usercento\\_centofe%5Bcontroller%5D=Categoria&CHash=e3503d8195dd4231ff53ba078ad5c124](http://seriestoriche.istat.it/index.php?id=1&no_cache=1&tx_usercento_centofe%5Bcategoria%5D=13&tx_usercento_centofe%5Baction%5D=show&tx_usercento_centofe%5Bcontroller%5D=Categoria&CHash=e3503d8195dd4231ff53ba078ad5c124)
- ISTAT 2017 (b) - Conti nazionali – Conti della branca agricoltura, silvicoltura e pesca – prodotti e voci di costo) <http://dati.istat.it/index.aspx?queryid=25121> ISTAT– Istituto Nazionale di Statistica, 2015. Comunicato stampa anno 2013 – La struttura delle aziende agricole. Consultabile online al sito: <https://www.istat.it/it/archivio/167401>
- ISTAT 2017(a) Consultazione dati in Agricoltura e zootecnia. Dati disponibili al sito [agri.istat.it/sag\\_is\\_pdwout/jsp/Introduzione.jsp?id=15A|18A|35°](http://agri.istat.it/sag_is_pdwout/jsp/Introduzione.jsp?id=15A|18A|35°)



- Jungbluth N., Stucki M. and Frischknecht R. (2009) Photovoltaics. Data v2.1 In: Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz (ed. Dones R.). Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- Jungbluth, N., Chudacoff, M., Dauriat, A., Dinkel, F., Doka, G., FaistEmmenegger, M., Gnansounou, E., Kljun, N., Schleiss, K., Spielmann, M., Stettler, C., Sutter, J. 2007: Life Cycle Inventories of Bioenergy. ecoinvent report No. 17, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- Laini A., Bartoli M., Castaldi S., Viaroli P., Capri E., Trevisan M., 2011. Greenhouse gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O) in lowland springs within an agricultural impacted watershed (Po River Plain, northern Italy). [Chemistry and Ecology](#), 27 (2): 177-187.
- Lal R., 2004. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science* 304, 1623–1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>
- Lal R., 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.032>
- Libro bianco 2012. Sfide ed opportunità dello sviluppo rurale per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici. Ministero delle politiche agricole e forestali. Ed. IMAGO EDITRICE srl. Disponibile online al sito <https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/5799>
- Loyon, L., Guiziou, F., Beline, F., Peu, P. 2007. Gaseous Emissions (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub>) from the aerobic treatment of piggery slurry - Comparison with a conventional storage system. *Biosystems engineering*, 97. 472 - 480.
- Lugato E., Zuliani M., Alberti G., Delle Vedove G., Gioli B., Miglietta F., Peressotti A., 2010. Application of DNDC biogeochemistry model to estimate greenhouse gas emissions from Italian agricultural areas at high spatial resolution. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139: 546-556.
- Manzi C., Catanese E., Gismondi R., et al. 2015. L'evoluzione delle aziende agricole in Italia: evidenze dall'indagine SPA 2013.
- Martin C., Morgavi D.P., Doreau M., 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal*, 4(3): 351-365.
- Mazzetto F, Tavaglini M, Ciarpica F, Unterholzner S, 2012. Consumi energetici e ciclo del carbonio: il caso della mela in frutticoltura. *Frutticoltura e Orticoltura*, n.11 pp 40-50
- Michos M.C., Mamolos A.P., Menexes G.C., Tsatsarelis C.A., Tsiarakoglou V.M., Kalburtjik.L., 2012. Energy inputs, outputs and greenhouse gas emissions in organic, integrated and conventional peach orchards. *Ecological Indicators*, 13(1): 22-28.
- Missere, D., 2012. Cresce la densità delle piane: quali le conseguenze. In: I supplementi di agricoltura 51 Pesco, albicocco, susino, ciliegio: sostenibilità energetica ed economica degli impianti, pp. 5-7
- Mostafa, E., Selders, A., Gates, R.S., Buescher, W. 2020. Pig barns ammonia and greenhouse gas emission mitigation by slurry aeration and acid scrubber. *Environmental Science and Pollution Research*.
- Musacchi S, Gagliardi F., Bucci D, Serra S, 2012. Risultati produttivi su albicocco e ciliegio. I supplementi di Agricoltura. Pesco albicocco susino, ciliegio: sostenibilità energetica ed economica degli impianti. Num 51, pp 12-17



- Musacchi S., Abeti C., Ancarani V., Bucci D., Gagliardi F., Serra S., 2012. Summer pruning of apricot CVS. 'Bora®' and 'Carmen Top®'. X International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems 1058. pp. 85-93.
- Nati C., Spinelli R., Spinelli R., Magagnotti P., 2011. Biomassa dalle potature di kiwi Un solo passaggio costa meno. Terra e Vita, Tecnica e Tecnologia; n. 26/2011.
- Nemecek T., Kägi T. (2007) Life Cycle Inventories of Swiss and European Agricultural Production Systems. Final report ecoinvent V2.0 No. 15a. Agroscope Reckenholz-Taenikon Research Station ART, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Zurich and Dübendorf, CH, retrieved from: [www.ecoinvent.ch](http://www.ecoinvent.ch)
- Panzacchi P, Tonon G, Ceccon C. et al. 2012. Belowground carbon allocation and net primary and ecosystem productivities in apple trees as affected by soil water. *Plant Soil* 11104-12.
- Panzacchi P., Tonon G., Ceccon C., Scandellari F., Ventura M., Zibordi M., Tagliavini M., 2012. Belowground carbon allocation and net primary and ecosystem productivities in apple trees (*Malus domestica*) as affected by soil water availability. *Plant and Soil*, 360 (1-2): 229-241.
- Poeplau C., Don A., 2015. Carbon sequestration in agriculture soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 200: 33-41.
- Rees R.M., Augustin J., Alberti G., Ball B.C., Boeckx P., Cantarel A., Castaldi S., Chirinda N., Chojnicki B., Giebels M., Gordon H., Grosz B., Horvath L., Juszczak R., KasimirKlemedtsson A., Klemedtsson L., Medinets S., Machon A., Mapanda F., Nyamangara J., Olesen J. E., Reay D. S., Sanchez L., Sanz Cobena A., Smith K. A., Sowerby A., Sommer M., Soussana J.F., Stenberg M., Topp C.F.E., van Cleemput O., Vallejo A., Watson C. A., Wuta M., 2013. Nitrous oxide emissions from European agriculture – an analysis of variability and drivers of emissions from field experiments. *Biogeosciences*, 10: 2671-2682.
- Romano R, Giulietti V, 2008. Gli accordi volontari per la compensazione della CO<sub>2</sub>
- Rossi, F., Facini, O., Georgiadis, T. and Nardino, M. (2007). Seasonal CO<sub>2</sub> fluxes and energy balance in a kiwifruit orchard. *Italian Journal of Agrometeorology*, 1: 44 - 56
- SINAB. Sistema d'informazione nazionale Sull'agricoltura biologica. In: Bio in Cifre 2018 Anticipazioni. <http://www.sinab.it/content/bio-statistiche>
- Sofo A, Nuzzo V, Palese AM, Xiloyannis C, Celano G, Zukowskyj P, Dichio B. 2005. Net CO<sub>2</sub> storage in mediterranean olive and peach orchards. *Scientia Horticulturae* 107 (2005) 17–24
- Sofo A, Palese AM, Xiloyannis C, Montanaro G, Massai R, 2004. Il ruolo della frutticoltura nella mitigazione dell'effetto serra. *L'informatore agrario*, num 44/2004
- Sofo, A., Palese, A., Xiloyannis, C., Montanaro, G. And Massai, R. (2004). L'aumento della CO<sub>2</sub> ambientale e lo stoccaggio del carbonio nei sistemi arborei. *Arboricoltura* 684
- Spielmann, M., Bauer, C., Dones, R., Tuchschild, M., 2007. Transport Services. e-coinvent report No. 14. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, 2007.
- Triberti L., Nistri A., Giordani G., Comellini F., Baldoni G., Toderi G., 2008. Can mineral and organic fertilization help sequester carbon dioxide in cropland? *European Journal of Agronomy*, 29 (1): 13-20.



Rete Rurale Nazionale  
Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali  
Via XX Settembre, 20 Roma



[RETERURALE.IT](http://RETERURALE.IT)

Pubblicazione realizzata con il contributo FEASR (Fondo europeo per l'agricoltura e lo sviluppo rurale)  
nell'ambito del Programma Rete Rurale Nazionale 2014-2020

