

**AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2015 DEL TIPO DI  
OPERAZIONE 16.1.01 "GRUPPI OPERATIVI DEL PEI PER LA PRODUTTIVITÀ E LA  
SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"  
FOCUS AREA 3A e 5E DGR N. 2144  
DEL 10 DICEMBRE 2018**

**RELAZIONE TECNICA FINALE**

**DOMANDA DI SOSTEGNO 5112351**

**DOMANDA DI PAGAMENTO 5595570**

**FOCUS AREA: 5E**

Titolo Piano	Stream Management to increase Carbon stock in Soil (SMACS)
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Università Cattolica del Sacro Cuore (UCSC)
Elenco partner del Gruppo Operativo	Università Cattolica del Sacro Cuore Centro di formazione, sperimentazione e innovazione "Vittorio Tadini" Azienda Agraria Sperimentale STUARD S.C.R.L. Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA) Consorzio Comunalie Parmensi (CCPP) FIREWOOD Comunalia di Pontolo Consorzio di Bonifica Parmense

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	30
Data inizio attività	30/09/2019
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	30/03/2023

Relazione relativa al periodo di attività dal	01/04/2021	al 30/03/2023
Data rilascio relazione	17/05/23	

Autore della relazione	Prof.ssa Lucrezia Lamastra		
telefono		email	Lucrezia.lamastra@unicatt.it

# Sommario

<b>1</b>	<b>Descrizione dello stato di avanzamento del Piano .....</b>	<b>4</b>
1.1	<i>Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano .....</i>	4
<b>2</b>	<b>Descrizione per singola azione .....</b>	<b>5</b>
2.1	<i>Azione 1 (Esercizio della cooperazione) .....</i>	5
2.1.1	Attività e risultati .....	5
2.1.2	Personale .....	6
2.1.3	Trasferte .....	6
2.1.4	Materiale consumabile .....	6
2.1.5	Spese per materiale durevole e attrezzature .....	6
2.1.6	Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi .....	6
2.2	<i>Azione 2 (Studi necessari alla realizzazione del piano) .....</i>	7
2.2.1	Attività e risultati .....	7
2.2.2	Personale .....	9
2.2.3	Trasferte .....	10
2.2.4	Materiale consumabile .....	10
2.2.5	Spese per materiale durevole e attrezzature .....	10
2.2.6	Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi .....	10
2.3	<i>Azione 3.1 (Individuazione dei rii, taglio, esbosco e cippatura) .....</i>	10
2.3.1	Attività e risultati .....	10
2.3.2	Personale .....	11
2.3.3	Trasferte .....	11
2.3.4	Materiale consumabile .....	11
2.3.5	Spese per materiale durevole e attrezzature .....	11
2.3.6	Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi .....	11
2.4	<i>Azione 3.2 (Gassificazione con impianto Spanner) .....</i>	11
2.4.1	Attività e risultati .....	11
2.4.2	Personale .....	12
2.4.3	Trasferte .....	12
2.4.4	Materiale consumabile .....	12
2.4.5	Spese per materiale durevole e attrezzature .....	12
2.4.6	Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi .....	12
2.5	<i>Azione 3.3 (Carbonizzazione degli scarti cippati) .....</i>	13
2.5.1	Attività e risultati .....	13
2.5.2	Personale .....	13
2.5.3	Trasferte .....	13
2.5.4	Materiale consumabile .....	14
2.5.5	Spese per materiale durevole e attrezzature .....	14
2.5.6	Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi .....	14
2.6	<i>Azione 3.4 (Prove selvicolturali) .....</i>	14
2.6.1	Attività e risultati .....	14
2.6.2	Personale .....	19
2.6.3	Trasferte .....	19
2.6.4	Materiale consumabile .....	19
2.6.5	Spese per materiale durevole e attrezzature .....	19
2.6.6	Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi .....	19
2.7	<i>Azione 3.5 (Analisi sul biochar per il suo utilizzo come ammendante) .....</i>	19
2.7.1	Attività e risultati .....	19
2.7.2	Personale .....	23
2.7.3	Trasferte .....	23
2.7.4	Materiale consumabile .....	23
2.7.5	Spese per materiale durevole e attrezzature .....	23
2.7.6	Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi .....	23
2.8	<i>Azione 3.6 (Valutazione dell'impatto ambientale) .....</i>	23

2.8.1	Attività e risultati.....	23
2.8.2	Personale.....	30
2.8.3	Trasferte.....	30
2.8.4	Materiale consumabile.....	30
2.8.5	Spese per materiale durevole e attrezzature.....	30
2.8.6	Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi.....	30
2.9	<i>Azione 3.7 (Redazione dei report e delle linee guida)</i> .....	31
2.9.1	Attività e risultati.....	31
2.9.2	Personale.....	31
2.9.3	Trasferte.....	32
2.9.4	Materiale consumabile.....	32
2.9.5	Spese per materiale durevole e attrezzature.....	32
2.9.6	Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi.....	32
2.10	<i>Azione 3.8 (Raccolta dati)</i> .....	32
2.10.1	Attività e risultati.....	32
2.10.2	Personale.....	35
2.10.3	Trasferte.....	36
2.10.4	Materiale consumabile.....	36
2.10.5	Spese per materiale durevole e attrezzature.....	36
2.10.6	Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi.....	36
2.11	<i>Azione 4 (Divulgazione)</i> .....	36
2.11.1	Attività e risultati.....	36
2.11.2	Personale.....	46
2.11.3	Trasferte.....	47
2.11.4	Materiale consumabile.....	47
2.11.5	Spese per materiale durevole e attrezzature.....	47
2.11.6	Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi.....	47
2.12	<i>Attività di formazione</i> .....	47
2.13	<i>Collaborazioni, consulenze, altri servizi</i> .....	48
<b>3</b>	<b>Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività</b> .....	<b>48</b>
<b>4</b>	<b>Altre informazioni</b> .....	<b>49</b>
<b>5</b>	<b>Considerazioni finali</b> .....	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>Relazione tecnica</b> .....	<b>49</b>
<i>Data</i>	.....	<i>IL LEGALE RAPPRESENTANTE</i>

# 1 Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del piano. Richiamare eventuali richieste di modifiche inviate agli organi Regionali ed apportate al progetto.

## 1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
Esercizio della cooperazione	UCSC	Esercizio della cooperazione	1	1	30	42
Studi	UCSC	Studi	14	14	30	42
Azione 1 (3.1 del PO)	Consorzio Comunale Parmensi (CCPP) in collaborazione con FIREWOOD	Individuazione dei rii, taglio, esbosco e cippatura	1	1	30	42
Azione 2 (3.2 del PO)	Consorzio Comunale Parmensi (CCPP)	Gassificazione con impianto Spanner	1	1	27	39
Azione 3 (3.3 del PO)	Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA)	Carbonizzazione degli scarti cippati	4	19	30	42
Azione 4 (3.4 del PO)	STUARD	Prove selvicolturali	2	5 (organizzazione e definizione piano sperimentale)	30	42
Azione 5 (3.5 del PO)	Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA)	Analisi sul biochar per il suo utilizzo come ammendante	11	18	30	42
Azione 6 (3.6 del PO)	Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA)	Valutazione dell'impatto ambientale	14	14	30	42
Azione 7 (3.7 del PO)	UCSC (collaborano STUARD, CINSA, CCPP)	Redazione dei report e delle linee guida	5	5	27	39
Azione 8 (3.8 del PO)	CINSA (collaborano STUARD, UCSC, CCPP)	Raccolta dati	1	1	30	42
Azione 9 (4.0 del PO)	STUARD (collaborano CINSA, UCSC, CCPP)	Divulgazione	1	5	30	42
Formazione	CENTRO	Formazione	4	4	30	42

## 2 Descrizione per singola azione

*Compilare una scheda per ciascuna azione*

### 2.1 Azione 1 (Esercizio della cooperazione)

#### 2.1.1 Attività e risultati

Azione	Esercizio della cooperazione
Unità aziendale responsabile	UCSC
Descrizione delle attività	<p>Il personale di UCSC ha organizzato e gestito le attività inerenti all'esercizio della cooperazione.</p> <p>Il personale afferente all'azienda Agraria Sperimentale Stuard, al Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA), al Centro di formazione, sperimentazione e innovazione "Vittorio Tadini" (CFSIVT), e al Consorzio Comunalie Parmensi (CCPP) ha partecipato all'attività di cooperazione coordinata da UCSC. Almeno un rappresentante per ciascuna degli enti coinvolti ha partecipato ai diversi incontri, sia di natura tecnica che di natura organizzativa, presieduti dai responsabili del progetto di UCSC.</p> <p>I tecnici dell'Azienda Agraria Sperimentale Stuard hanno partecipato attivamente alle riunioni di progetto volte alla condivisione dei risultati intermedi e alla programmazione delle attività in corso. La responsabile amministrativa di Stuard coordinata dai tecnici impegnati nelle restanti azioni progettuali si è occupata della documentazione relativa alle spese da affrontare e alla predisposizione dei documenti per la redazione del rendiconto economico finale.</p> <p>Con il coordinamento di UCSC tutti i partner hanno collaborato con continuità, alla pianificazione delle attività da svolgere, in conformità a quanto previsto dal Piano, collaborando per il raggiungimento degli obiettivi di progetto.</p> <p>Il monitoraggio dell'avanzamento ha previsto contatti frequenti con i partner per verificare i risultati ottenuti, il rispetto dei tempi delle diverse fasi progettuali, i costi, i rischi ed il budget previsto.</p> <p>I contatti tra i partner, in seguito ai vincoli dettati all'emergenza sanitaria e dalle misure di lock-down nelle fasi iniziali, si sono tenuti in parte in forme di incontri virtuali e in parte in presenza. In particolare, si segnala l'incontro via WEB del 09 febbraio 2022 per il collaudo delle attività e del 23 novembre 2022 per l'organizzazione dell'OPEN DAY IN BOSCO, tenutosi il 7 dicembre 2022, pensato per divulgare il progetto SMACS e altri progetti di montagna realizzati nell'ambito del PSR 2014-2020 (CLEAN-ER, FABER). Si segnala inoltre l'incontro online del 16 dicembre 2022 volto a fare un resoconto della giornata in campo e all'organizzazione del convegno finale congiunto di SMACS e CLEAN-ER, tenutosi il 28 febbraio 2023. È stato inoltre verificata da UCSC la completezza della documentazione relativa alle spese affrontate e raccolta la documentazione per la redazione del rendiconto tecnico ed economico finale trasmesso alla Regione E.R. per le domande di pagamento.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>Gli obiettivi sono stati raggiunti senza nessun particolare scostamento rispetto al piano di lavoro e criticità. Le attività sono state completate considerando la proroga di 12 mesi della scadenza del progetto concessa. L'emergenza sanitaria Covid-19 ha rallentato la partenza delle attività iniziali, rendendo necessaria una proroga di tempo.</p>
Attività ancora da realizzare	

## 2.1.2 Personale

### PERSONALE UCSC

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Prof. Ordinario	Funzionamento e gestione del GO	50	€ 3.650,00
	Prof. Associato	Funzionamento e gestione del GO	30	€ 930,00
			Totale:	€ 4.580,00

### PERSONALE CINSA

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Professore I fascia	Attività di cooperazione	18	€ 1.314,00
	Professore Emerito	Attività di cooperazione	18	€ 0
			Totale:	€ 1.314,00

### PERSONALE STUARD S.C.R.L.

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	imp. Agraria 6° categoria 40 ore settimanali	Attività di cooperazione	37	€ 999,00
	imp. Agrario 3° categoria - tempo indeterminato	Attività di cooperazione	8	€ 216,00
			Totale:	€ 4.580,00

### PERSONALE COMUNALIE

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Impiegata	Attività amministrativa	60	€ 1.620,00
			Totale:	€ 1.620,00

## 2.1.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
		€
		Totale: €

## 2.1.4 Materiale consumabile

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale consumabile*

## 2.1.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale durevole e attrezzature*

## 2.1.6 Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Il piano non prevedeva spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione di prototipi*

## 2.2 Azione 2 (Studi necessari alla realizzazione del piano)

### 2.2.1 Attività e risultati

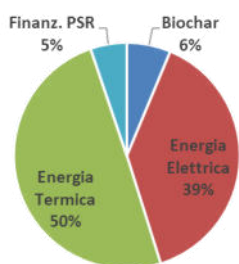
Azione	Studi necessari alla realizzazione del piano
Unità aziendale responsabile	UCSC
Descrizione delle attività	<p>Il personale di UCSC ha completato lo sviluppo del modello di valutazione economica basato sulla tecnica dell'Analisi Costi-Benefici (ACB). Come mostra la Fig. 1, il modello ACB è stato costruito impiegando le informazioni di gestione della manutenzione forestale e quelle ottenute dal processo di pirogassificazione gestito dal Consorzio delle Comunalie e da CINSA. La maggior parte delle informazioni sono state ottenute dai partner di progetto (fonte primaria), mentre alcune informazioni di carattere economico (costo del carburante, costo dell'energia e prezzo dei crediti di carbonio) sono state desunte dal mercato dei carburanti e dell'energia e dalla letteratura (fonte secondaria).</p> <p>I principali output del sistema di trattamento termico del cippato ottenuto da biomassa di ramaglie sono: i) il biochar proveniente dal processo di pirogassificazione e impiegabile come ammendante dei terreni agricoli e come fonte di sequestro di lungo periodo dell'anidride carbonica; ii) l'energia ottenuta durante il processo di pirogassificazione, sia termica che elettrica; iii) i crediti di carbonio riconosciuti a fronte di una gestione forestale finalizzata all'incremento dello stock di carbonio. L'analisi economica ha messo a confronto il sistema di pirogassificazione da tempo impiegato dal Consorzio delle Comunalie di Borgotaro, il sistema Spanner, con l'impianto prototipale Iridenergy presso CINSA. L'impianto Spanner (down-draft) ha la finalità prevalente di produrre energia a partire, principalmente, da biomassa di maggiore qualità, mentre il sistema prototipale Iridenergy (up-draft) massimizza la produzione di biochar a partire da biomassa forestale difficilmente valorizzabile negli impianti tradizionali di pirogassificazione. In entrambi i casi si ipotizza l'impiego di biomassa locale e la valorizzazione dell'energia termica ed elettrica prodotta.</p> <p><b>Figura 1. Sistema analizzato</b></p> <p>Per quanto riguarda il biochar, sono stati valutati due scenari alternativi di impiego: 1) la destinazione del biochar al mercato degli ammendanti agricoli e 2) l'applicazione del biochar prodotto sulla stessa superficie forestale da cui è stata prelevata la biomassa, al fine di incrementare lo stock di carbonio forestale ed ottenere i benefici dei crediti di carbonio collocabili sui mercati volontari dei servizi ecosistemici. I mercati volontari dei crediti di carbonio rappresentano una forma di pagamento per servizi ecosistemici (PES). Per accedere a tali mercati, è necessario che i crediti soddisfino i criteri di addizionalità, assenza di leakage e permanenza. Recentemente, la norma UNI/PdR 99 (Crediti da Biochar) ha definito le procedure e i metodi di quantificazione per l'attribuzione di crediti provenienti dalla produzione di biochar.</p> <p>I costi e i benefici economici sono stati distribuiti su un orizzonte temporale di 20 anni applicando un adeguato fattore di attualizzazione (2,84% = IRS20 + 1% spread). Gli indicatori di risultato ottenuti sono: il Valore Attuale Netto (VAN), il Tasso Interno di</p>

Rendimento (TIR) e il tempo di ritorno dell'investimento (PBT- Payback time). Per il prezzo di vendita del biochar sul mercato degli ammendanti è stato adottato un prezzo di 1.000 €/t, desunto da un'indagine condotta su un campione di 40 aziende operanti in diversi paesi; mentre il prezzo dei crediti di carbonio assunto nell'analisi, pari a 10 €/t, è basato su un'indagine CREA del 2019 che fornisce una forbice di prezzo da 2,5 a 35 €/t. Sul fronte benefici, l'analisi ipotizza la possibilità di sfruttare i finanziamenti regionali PSR sui nuovi investimenti in azienda, pari al 40% del costo di investimento.

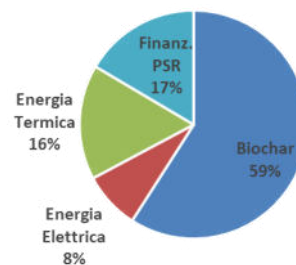
Il costo stimato di un cippatore idoneo all'uso previsto è pari a 35.000 €. Considerato il costo non trascurabile dell'attrezzatura, è stato ritenuto ragionevole ipotizzare la sua acquisizione da parte di un prestatore di servizi conto-terzi. Tenuto conto di un piano di ammortamento di 6 anni, dei costi di funzionamento (gasolio, operatore trattore, manutenzione) e le ore di impiego annuali (800 h/anno), è stato stimato un costo per il servizio di cippatura pari a 80 €/ora.

Le figure 2a e 2b presentano la ripartizione dei benefici, nel caso della vendita del biochar sul mercato degli ammendanti agricoli. Viste le caratteristiche degli impianti, nel caso del sistema Spanner, i benefici sono concentrati maggiormente nella produzione energetica, mentre nel caso del sistema prototipale Iridenergy la maggior quota di beneficio è rappresentata dalla vendita di biochar.

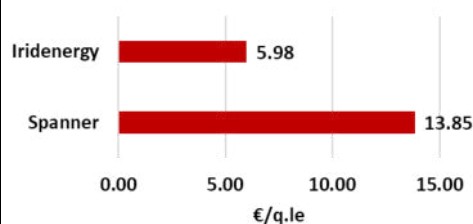
**Figura 2a.** Ripartizione benefici sistema Spanner (mercato ammendanti)



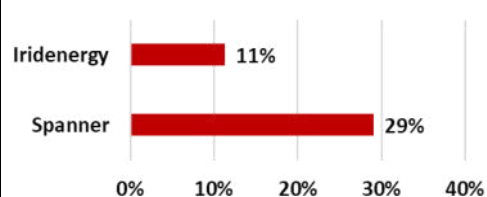
**Figura 2b.** Ripartizione benefici sistema Iridenergy (mercato ammendanti)



**Figura 3.** VAN (mercato ammendanti)



**Figura 4.** TIR (mercato ammendanti)

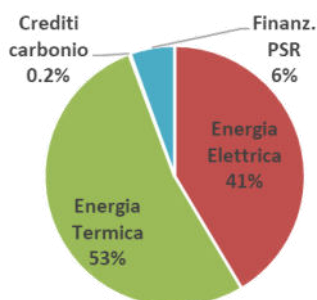


La Fig. 3 mostra il VAN calcolato per quintale di cippato impiegato nei processi di pirogassificazione. Nel caso di sistema Iridenergy, ogni quintale di cippato impiegato genera un VAN di circa 6 €, mentre il sistema Spanner restituisce un VAN pari a poco meno di 14 €/q.le. Il sistema Spanner beneficia di un più elevato sfruttamento della componente energetica che si traduce anche in un TIR di circa il 30% e un tempo di ritorno dell'investimento di 4 anni, contro i 10 anni del sistema Iridenergy. I calcoli presentati sono basati su stime prudenti, considerando che il sistema Iridenergy è ancora un prototipo che è in corso di miglioramento, come descritto successivamente. Inoltre, si deve considerare che i calcoli di resa energetica effettuati sono basati su biomasse molto diverse, che nel caso del sistema Iridenergy (cippato da ramaglie) sono biomasse a basso contenuto energetico ed alta umidità. Infine, le biomasse da ramaglie inserite nel sistema di pirogassificazione rappresentano comunque un plus energetico, visto che normalmente non sono utilizzabili a tale scopo.

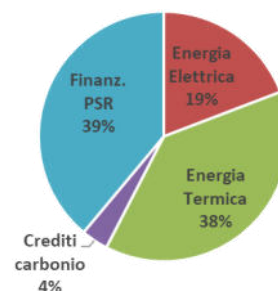


La ripartizione dei benefici nel caso di attribuzione dei crediti di carbonio scambiabili sul mercato volontario dei servizi ecosistemici è mostrata dalle Fig. 5a e 5b. Il contributo della vendita dei crediti di carbonio è modesto in ragione del basso prezzo di vendita considerato nell'analisi (10 €/t).

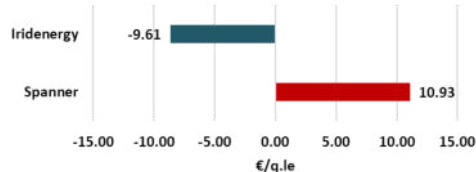
**Figura 5a.** Ripartizione benefici sistema Spanner (mercato volontario dei crediti di carbonio)



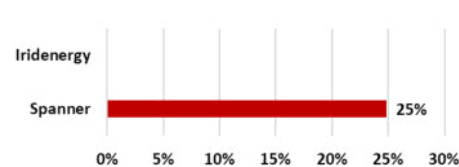
**Figura 5b.** Ripartizione benefici sistema Iridenergy (mercato volontario dei crediti di carbonio)



**Figura 6.** VAN (mercato volontario dei crediti di carbonio)



**Figura 7.** TIR (mercato volontario dei crediti di carbonio)



Con le premesse già riportate sui calcoli effettuati nel presente progetto, la soluzione dei crediti di carbonio non sembra vantaggiosa per il sistema prototipale Iridenergy, in quanto il VAN negativo segnala l'impossibilità di poter compensare i costi di realizzazione e gestione del progetto lungo l'orizzonte temporale di 20 anni, mentre il sistema Spanner manterrebbe una buona redditività (Fig. 6 e 7).

Nell'ipotesi di impiego combinato dei due sistemi di pirogassificazione, con destinazione del biochar ottenuto dal sistema Iridenergy al mercato degli ammendanti e di quello ottenuto dall'impianto Spanner alla superficie forestale al fine di ottenere crediti scambiabili sul mercato, il VAN di progetto sarebbe pari a 9,70 €/q.le di cippato, il TIR al 20% e sarebbero necessari 5 anni per il recupero dei costi iniziali di progetto.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Attività completata.

Attività ancora da realizzare

## 2.2.2 Personale

### PERSONALE UCSC

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
----------------	----------------------	-----------------------------	-----	-------

	Prof. Associato	Responsabile scientifico	148	€ 7.104,00
			Totale:	€ 7.104,00

### 2.2.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
		€
		Totale: €

### 2.2.4 Materiale consumabile

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale consumabile*

### 2.2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale durevole e attrezzature*

### 2.2.6 Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Il piano non prevedeva spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione di prototipi*

## 2.3 Azione 3.1 (Individuazione dei rii, taglio, esbosco e cippatura)

### 2.3.1 Attività e risultati

Azione	Individuazione dei rii, taglio, esbosco e cippatura
Unità aziendale responsabile	Consorzio Comunalie Parmensi (CCPP) in collaborazione con FIREWOOD
Descrizione delle attività	L'attività svolta è stata rendicontata nella rendicontazione intermedia ed è stata suddivisa in tre fasi. Si riporta di seguito una sintesi delle attività per agevolare la lettura della presente relazione, sebbene per il presente periodo di rendicontazione non siano esposte spese relative alle attività presentate. La prima fase ha interessato lo studio della proprietà forestale del partner associato del progetto, ossia la Comunalìa di Pontolo. Si è innanzitutto esaminato attentamente il Piano di Gestione della proprietà, con validità 2010-2021, consultando in particolare la cartografia CTR per individuare gli impluvi presenti. La CTR è stata sovrapposta con strumenti GIS alla planimetria catastale in modo da selezionare i corsi d'acqua non rientranti nel catasto demaniale delle acque. Una volta individuati questi impluvi, si è passati alla verifica in bosco per verificare le caratteristiche di questi, incrociando anche i dati con quanto previsto dal Piano di Gestione come pianificazione dei tagli. Si è pertanto selezionato un piccolo impluvio, situato in località Il Poggio, che fa da confine alle particelle assestamentali n. 34 e 36 e che attraversa un bosco a prevalenza di faggio, con sottobosco a nocciolo. È stata pertanto individuata l'area di 2.000 mq circa da sottoporre al taglio. La seconda fase ha interessato il taglio dell'area, realizzato dalla ditta Firewood, che ha provveduto a dividere il materiale più scadente, come i noccioli e le ramaglie e i cimali di faggio, da quello migliore, rappresentato dai tronchi di faggio. Firewood ha quindi provveduto all'esbosco del materiale e al successivo trasporto, in due viaggi, presso la piattaforma logistica di Jera Campana, dove è stato sottoposto a cippatura separata per la gassificazione nei due impianti previsti dal progetto. La terza fase ha infine interessato l'area di conifere individuata, sempre nella Comunalìa di Pontolo, per le prove sperimentali previste nella successiva azione 4. Si tratta di un bosco di resinose a prevalenza di abete e duglasia nel quale è stata individuata e tagliata una buca circolare di 500 mq. Il taglio e l'esbosco del

	<p>materiale è stato anch'esso effettuato dalla ditta Firewood. Le attività sono state svolte per il Consorzio Comunale dai dipendenti Miriam Taburoni e Antonio Mortali nel periodo gennaio 2020 – dicembre 2020, nonché a marzo 2021 per Miriam Taburoni. Per la ditta Firewood dai dipendenti Marian Iancu e Luca Musante nel periodo settembre-dicembre 2020.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Gli obiettivi previsti sono stati raggiunti e già rendicontati nella precedente relazione intermedia.</p>
<p>Attività ancora da realizzare</p>	

### 2.3.2 Personale

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
Totale:				

### 2.3.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
Totale:		

### 2.3.4 Materiale consumabile

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale consumabile*

### 2.3.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale durevole e attrezzature*

### 2.3.6 Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Il piano non prevedeva spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione di prototipi*

## 2.4 Azione 3.2 (Gassificazione con impianto Spanner)

### 2.4.1 Attività e risultati

Azione	Gassificazione con impianto Spanner
Unità aziendale responsabile	Consorzio Comunale Parmensi (CCPP)
Descrizione delle attività	L'attività svolta è stata riportata nella rendicontazione intermedia. Si riporta di seguito una sintesi delle attività per agevolare la lettura della presente relazione,

	<p>sebbene per il presente periodo di rendicontazione non siano esposte spese relative alle attività presentate. L'attività ha previsto la gassificazione del cippato di migliore qualità derivato dall'area di faggio e nocciolo tagliata con l'azione 1. Complessivamente il cippato utilizzato nell'ambito del progetto SMAC per la produzione del biochar da impiegare nelle azioni seguenti è stato pari a circa 50 quintali, ma l'operazione di gassificazione è stata preceduta da diverse prove per tarare il funzionamento dell'impianto senza post-combustore. L'impianto funziona infatti normalmente con il post-combustore attivato, in modo da produrre maggiore energia ma anche un biochar con scarsa consistenza in carbonio, non adatto come ammendante. Inoltre, per ottenere prodotto in purezza, la gassificazione è stata preceduta anche da un periodo di lavoro con solo cippato di faggio proveniente da altre utilizzazioni, in quanto normalmente l'impianto utilizza cippato di diverse specie anche mescolate tra loro. La gassificazione è stata quindi realizzata dapprima tramite essiccazione del cippato attraverso l'impianto di essiccazione a corredo dell'impianto Spanner, quindi si è passati alla pirogassificazione del cippato per la produzione vera e propria del biochar. Complessivamente è stato ottenuto un quantitativo di biochar pari a 5 quintali. Il periodo interessato alla gassificazione va da ottobre a dicembre 2020.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>Gli obiettivi previsti sono stati raggiunti e già rendicontati nella precedente relazione intermedia. Non si evidenzia alcun scostamento rispetto al progetto, tranne per la distribuzione oraria tra i due dipendenti; nel budget originale erano previste 200 ore per Giorgio Costa e 160 per Michele Dellapina, ma a causa problematiche legate al Covid-19 le ore sono state ridistribuite in 148 Costa e 212 Dellapina (in tutto sempre 360).</p>
Attività ancora da realizzare	

## 2.4.2 Personale

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
Totale:				

## 2.4.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
		€
		€
Totale:		€

## 2.4.4 Materiale consumabile

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale consumabile*

## 2.4.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale durevole e attrezzature*

## 2.4.6 Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Il piano non prevedeva spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione di prototipi*

## 2.5 Azione 3.3 (Carbonizzazione degli scarti cippati)

### 2.5.1 Attività e risultati

Azione	Carbonizzazione degli scarti cippati
Unità aziendale responsabile	Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA)
Descrizione delle attività	<p>CINSA in collaborazione con Iridenergy srl affiancata dal consulente Marco Errani, hanno migliorato e messo a punto il sistema di alimentazione del carbonizzatore prototipale sito presso il Polo tecnologico nel Campus dell'Università di Parma per la carbonizzazione del cippato derivato da materiale legnoso qualitativamente peggiore, oggi considerato uno scarto non valorizzabile.</p> <p>Le modifiche riportate nella relazione intermedia riguardavano:</p> <p>1-modifica del sistema di cippatura per il materiale legnoso definito "qualitativamente peggiore" consegnato da CCPP in modo tale da consentire il passaggio nelle valvole di carico.</p> <p>2-sostituzione completa della tramoggia di carico, ottenendo un sistema di maggiori dimensioni che funge da "polmone" per garantire una corretta alimentazione del carbonizzatore.</p> <p>3-Modificazione dei caricatori esterni per consentire l'alimentazione dalla tramoggia.</p> <p>4-Modificazione dell'algoritmo di alimentazione della biomassa che interagisce con quello del pellet, necessario in piccole quantità a causa dell'elevata umidità del prodotto.</p> <p>Nel periodo coperto dalla rendicontazione intermedia era stato possibile carbonizzare la biomassa legnosa di nocciolo e faggio preparata da CCPP per ottenere 100 kg di biochar, analizzato da CINSA (Azione 5).</p> <p>Nell'ultimo periodo sono state ultimate da parte del consulente Dott. Errani le modifiche agli algoritmi di controllo e sono state eseguite le operazioni di ottimizzazione, utilizzando la biomassa legnosa rimasta e riducendo la quantità di pellet per le integrazioni.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Attività conclusa.
Attività ancora da realizzare	

### 2.5.2 Personale

#### PERSONALE CINSA

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Professore I fascia	Coordinamento del consulente e direzione dei lavori	20	€ 1.460
			Totale:	€ 1.460

### 2.5.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
	Totale:	

## 2.5.4 Materiale consumabile

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale consumabile*

## 2.5.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale durevole e attrezzature*

## 2.5.6 Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione*

Il pirogassificatore prototipale di proprietà di Iridenergy sito presso il Polo tecnologico nel Campus dell'Università di Parma è stato modificato per le esigenze del progetto.

- Aggiunta di un sistema di cippatura aggiuntivo per ridurre le dimensioni del materiale (ramaglia) proveniente dai boschi di faggio e nocciolo
- Sostituzione della tramoggia di carico esistente con una nuova tramoggia in acciaio inox di maggiori dimensioni
- Modifica dei caricatori esterni collegati alla tramoggia
- Modifica degli algoritmi di gestione dell'alimentazione di biomassa

Fornitore	Descrizione	Costo
Iridenergy srl	Modifiche al prototipo di microcarbonizzatore	25.000€
	Totale:	25.000€

## 2.6 Azione 3.4 (Prove selvicolturali)

### 2.6.1 Attività e risultati

Azione	Prove selvicolturali
Unità aziendale responsabile	STUARD
Descrizione delle attività	<p>I tecnici di Stuard nella seconda fase del progetto hanno fatto diversi sopralluoghi nel campo sperimentale in bosco.</p> <p>In data 6 luglio 2021, dopo circa 3 mesi dalla distribuzione del biochar e in concomitanza con una trasferta in montagna ai siti sperimentali del progetto PSR Clean-ER, è stata fatta una prima valutazione sulla rinnovazione vegetale nelle diverse parcelle.</p> <p>La valutazione a 3 mesi dalla distribuzione del biochar non era prevista dal piano del GO; tuttavia, è stata comunque effettuata per verificare lo stato del sito sperimentale e lo stato di avanzamento della sperimentazione. In particolare, con il primo rilievo in bosco, sono state rilevati il numero di plantule presenti, la tipologia di essenza e lo sviluppo raggiunto (cm) <b>fig.1</b>. [nelle tabelle successive con "biochar Borgotaro" si intende il biochar prodotto con sistema Spanner e con "biochar UNIPR" il biochar prodotto con sistema Iridenergy presso CINSA]</p>

BLOCCO	TESI	DESCRIZIONE TESI	PRESENZA DI PLANTULE (N°/mq)	ESSENZA	ALTEZZA/SVILUPPO RAGGIUNTO DALLA PIANTA (cm/note)
1	1	BIOCHAR BORGOTARO	15	douglasia/picea abies	2-4 cm
1	2	BIOCHAR UNIPR	18 2	douglasia/picea abies latifoglie	2-4 cm 1 cm
1	3	CONTROLLO	12	douglasia/picea abies	2-4 cm
2	1	BIOCHAR BORGOTARO	23	douglasia/abies alba	2-6 cm
2	2	BIOCHAR UNIPR	51	douglasia/abies alba	2-6 cm
2	3	CONTROLLO	43	douglasia/abies alba	2-6 cm
3	1	BIOCHAR BORGOTARO	16 2	douglasia/abies alba latifoglie	1-5 cm 1 cm
3	2	BIOCHAR UNIPR	21	douglasia/abies alba	1-6 cm
3	3	CONTROLLO	18	douglasia/abies alba	1-7 cm

**FIGURA 1 – Rilievi sulle parcelle effettuati in data 6 luglio 2021.**

Dai rilievi effettuati e rappresentati in tabella si osserva che in tutti e 3 i blocchi la tesi con maggior rinnovazione vegetale è quella in cui è stato distribuito il biochar prodotto dal pirogassificatore prototipale (Parsifal, sistema Iridenergy localizzato presso CINSA all'Università di Parma). Lo sviluppo delle plantule invece è evidentemente influenzato dalla zona (differisce infatti per BLOCCO e non per TESI) e non tanto dal trattamento ricevuto. La specie più diffusa è la Douglasia (*Pseudotsuga menziesii*), seguita dall' Abete Bianco (*Abies alba*), Abete Rosso (*Picea abies*) ed un numero esiguo di latifoglie. I tecnici di Stuard hanno effettuato, con sonde apposite, prelievi di terreno a 20-25 cm di profondità in ogni parcella (vedi **fig.4**). I campioni sono stati poi consegnati al partner CINSA per le analisi previste.

Sono quindi stati condotti altri tre rilievi, nello specifico in data 28 ottobre 2021 (circa 6 mesi dopo la distribuzione del biochar), 31 marzo 2022 (12 mesi dalla distribuzione del biochar) e 5 ottobre 2022 (18 mesi dopo la distribuzione del biochar). In occasione della visita ai siti sperimentali del 31 marzo 2022 (12 mesi dalla distribuzione del biochar come previsto dal piano del GO) non è stato possibile acquisire dati e fare rilievi in quanto era ancora presente la neve sul terreno.

Sia in occasione del secondo rilievo (28/10/21) (**fig.2**) che del quarto (5/10/2022) (**fig.3**), il campo sperimentale è stato trovato parzialmente danneggiato dalla rasatura di ungulati, probabilmente attratti dal rimescolamento del terreno che ha riportato in superficie nuovi odori e cibo. Come conseguenza di ciò, il numero delle plantule misurato è risultato notevolmente ridotto rispetto a quanto misurato con il primo rilievo (**fig.5-6-7**). Sono comunque stati acquisiti campioni di terreno consegnati a CINSA per le analisi.

BLOCCO	TESI	DESCRIZIONE TESI	PRESENZA DI PLANTULE (N°/mq)	ESSENZA	ALTEZZA/SVILUPPO RAGGIUNTO DALLA PIANTA (cm/note)
1	1	BIOCHAR BORGOTARO	13	douglasia/picea abies	2-6 cm estesi scavi nel terreno causati da ungulati
1	2	BIOCHAR UNIPR	7	douglasia/picea abies	4-6 cm estesi scavi nel terreno causati da ungulati
1	3	CONTROLLO	6 più un paio secche	douglasia/picea abies	5-10 cm estesi scavi nel terreno causati da ungulati
2	1	BIOCHAR BORGOTARO	13	douglasia/abies alba	2-8 cm estesi scavi nel terreno causati da ungulati
2	2	BIOCHAR UNIPR	22	douglasia/abies alba	2-5 cm estesi scavi nel terreno causati da ungulati
2	3	CONTROLLO	10	douglasia/abies alba	3-10 cm estesi scavi nel terreno causati da ungulati
3	1	BIOCHAR BORGOTARO	6	douglasia	2-9 cm estesi scavi nel terreno causati da ungulati
3	2	BIOCHAR UNIPR	5	douglasia	2-5 cm estesi scavi nel terreno causati da ungulati
3	3	CONTROLLO	18	douglasia	2-9 cm estesi scavi nel terreno causati da ungulati

**FIGURA 2 – Rilievi sulle parcelle effettuati in data 28 ottobre 2021.**

BLOCCO	TESI	DESCRIZIONE TESI	PRESENZA DI PLANTULE (N°/mq)	ESSENZA	ALTEZZA/SVILUPPO RAGGIUNTO DALLA PIANTA (cm/note)
1	1	BIOCHAR BORGOTARO	11	douglasia/picea abies	4-12 cm scavi del terreno da ungulati su 20%
1	2	BIOCHAR UNIPR	3	douglasia/picea abies	11 cm scavi del terreno da ungulati su 20%
1	3	CONTROLLO	6	douglasia/picea abies	6-15 cm
2	1	BIOCHAR BORGOTARO	6	douglasia/abies alba	7-13 cm scavi del terreno da ungulati su 50%
2	2	BIOCHAR UNIPR	20	douglasia/abies alba	5-11 cm
2	3	CONTROLLO	3	douglasia/abies alba	16 cm scavi del terreno da ungulati su 50%
3	1	BIOCHAR BORGOTARO	/	/	scavi del terreno da ungulati su 100%
3	2	BIOCHAR UNIPR	/	/	scavi del terreno da ungulati su 100%
3	3	CONTROLLO	3	douglasia	8-9 cm scavi del terreno da ungulati su 100%

**FIGURA 3– Rilievi sulle parcelle effettuati in data 5 ottobre 2022**





**FIGURA 4- Campionamento di terreno**



**FIGURA 5- Rilievo rinnovazione spontanea**



**FIGURA 6- Campo parcellare al 29 ottobre 2021**



**FIGURA 7- Dettaglio parcella con “Rinnovazione di Douglasia”**

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Gli obiettivi previsti sono stati raggiunti senza alcun scostamento rispetto al progetto, tranne per una valutazione non prevista dal piano del GO ed effettuata il 6 luglio 2021 per valutare stato di avanzamento della sperimentazione.

Attività ancora da realizzare

## 2.6.2 Personale

PERSONALE STUARD S.C.R.L.

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	imp. Agrario 4° categoria - tempo indeterminato	Rilievi e sopralluogo in bosco	101,00	€ 2.727,00
	imp. Agrario 3° categoria - tempo indeterminato	Rilievi e sopralluogo in bosco	33,00	€ 891,00
	o.t.d. comune - tempo determinato	Rilievi e sopralluogo in bosco	15,00	€ 292,50
	o.t.d. qualificato - tempo determinato	Rilievi e sopralluogo in bosco	39,00	€ 760,50
	imp. Agrario 4° categoria - tempo indeterminato	Rilievi e sopralluogo in bosco	66,00	€ 1.782,00
	imp. Agrario 1° categoria - Quadro	Rilievi e sopralluogo in bosco	32,00	€ 1.376,00
			Totale:	€ 7.829,00

## 2.6.3 Trasferte

TRASFERTE STUARD S.C.R.L.

Cognome e nome	Descrizione	Costo
	Rilievi in bosco - 28/10/21	€ 50,63
	Rilievi in bosco - 05/10/222	€ 47,35
	Rilievi in bosco - 31/03/22	€ 54,24
		Totale: € 152,22

## 2.6.4 Materiale consumabile

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale consumabile*

## 2.6.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale durevole e attrezzature*

## 2.6.6 Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Il piano non prevedeva spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione di prototipi*

## 2.7 Azione 3.5 (Analisi sul biochar per il suo utilizzo come ammendante)

### 2.7.1 Attività e risultati

Azione	Analisi sul biochar per il suo utilizzo come ammendante
Unità aziendale responsabile	Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA)
Descrizione	Sono stati analizzati i due biochar utilizzati nelle prove in bosco: il biochar prodotto

delle attività

dall'impianto prototipale di Iridenergy situato presso il Campus delle Scienze, Università di Parma, a partire da cippato di nocciolo e faggio e il biochar prodotto da biomassa di buona qualità di faggio presso l'impianto Spanner.

Parametro	Metodo analitico	Biochar da ramaglia di nocciolo e faggio, pirogassificatore prototipale	Biochar da cippato di faggio, pirogassificatore Spanner
pH	UNI EN 13037	9,94 ± 0,24	9,12 ± 0,02
Conducibilità Elettrica (mS/m)	UNI EN 13038	97,04 ± 4,05	142,53 ± 7,82
Densità apparente (g/cm <sup>3</sup> )	UNI EN 13038	0,290 ± 0,001	0,320 ± 0,008
Classi granulometriche (%)	UNI EN 15428		
>20 mm		0	0
20 mm > x > 10 mm		0	0
10 mm > x > 5 mm		2,7	0
5 mm > x > 2 mm		31,3	6,97
2 mm > x > 1 mm		21	9,79
< 1 mm		45	83,24
Sostanza organica (%)	UNI EN 13039	87,36 ± 0,39	65,32 ± 1,03
Ceneri (%)	UNI EN 13039	12,64 ± 0,39	34,68 ± 1,03
Umidità residua (%)	UNI EN 13040	10,55 ± 1,05	17,92 ± 0,21
Sostanza secca (%)	UNI EN 13040	89,45 ± 1,05	82,08 ± 0,21
Contenuto di carbonio organico (%)	UNI EN 15936:2012 – Metodo B	59,0 ± 7,1	43,2 ± 5,2
Azoto ammoniacale (mg/kg)	CNR IRSA 7 Q64 Col 3 1986	<220	<220
Azoto nitrico (mg/kg)	EPA 300.0 1993	20	16
Azoto nitroso (mg/kg)	EPA 300.0 1993	3	6
Azoto totale Kjeldahl (mg/kg)	M710 Rev.0 2002	<220	<220
Azoto totale sommativa (mg/kg)	RDPMD02 Rev.5 2019	183	182
Potassio (mg/kg)	UNI EN ISO 13657:2004; UNI EN ISO 17294-2:2016	10.100 ± 2.500	12.400 ± 3.100
Fosforo totale (mg/kg)	UNI EN ISO 13657:2004; UNI EN ISO 17294-2:2016	790	1.900
Idrocarburi policiclici aromatici totali (mg/kg)	EPA 3545 <sup>o</sup> 2007; EPA 3630C 1996; EPA 8270E 2018	0,1123	968

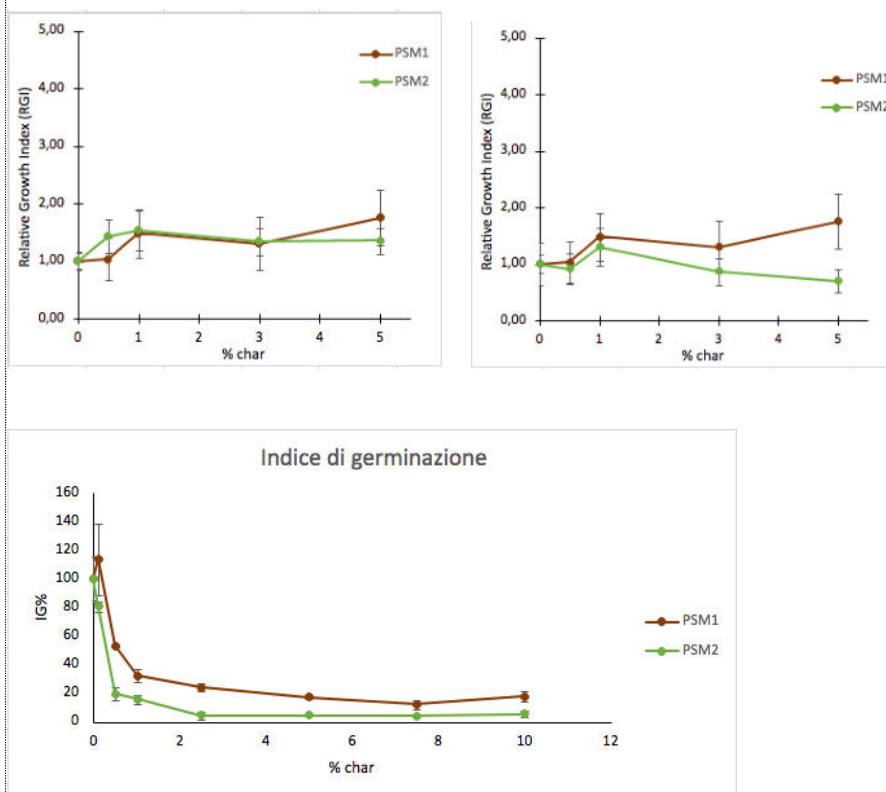
Contenuto di metalli (mg/kg)	Assorbimento atomico		
Cadmio		0,78 ± 0,11	6,20 ± 2,28
Nichel		Non rilevabile	16,31 ± 0,09
Rame		11,12 ± 2,85	34,64 ± 2,70
Piombo		4,64 ± 0,56	39,42 ± 0,36
Zinco		40,83 ± 2,82	664 ± 117
Cromo		8,34 ± 1,04	4,15 ± 1,23
Ferro		13.493 ± 2.681	3.176 ± 877
Test di germinazione (grammi biochar per piastra)	UNICHIM Met 1651-2003		
Fitostimolante in germinazione		NO	NO
Fitotossicità (EC50)		0,6	0,3
Inibizione totale della germinazione		>10	>10
Test di fitotossicità su <i>Hordeum vulgare</i> L. (% biochar/ terriccio)	UNI EN 16086-1:2012		
Fitotossicità		NO	NO
Fitostimolazione della crescita		>0,5%	>0,5%
Test di fitotossicità su <i>Lactuca sativa</i> L. (g biochar/kg di suolo)	BURL13/05/03		
Giudizio del test		P4: il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Il prodotto si ritiene idoneo all'uso agricolo.	P2: il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Il prodotto si ritiene idoneo all'uso agricolo.
Test di genotossicità	Test di Ames	NON genotossico	NON genotossico

Tutte le analisi sono state effettuate presso il Laboratorio di Biotecnologie Agro-ambientali dell'Università di Parma seguendo i protocolli indicati nelle norme UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione), EN (elaborate dal CEN, Comité Européen de Normalisation) e/o ISO (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione).

Il confronto tra i due tipi di biochar prodotti a partire da biomassa dello stesso bosco mette in evidenza differenze che possono dipendere dal tipo di materiale o dalla tecnica di pirogassificazione. Il cippato da tronchi ha una densità maggiore del cippato da ramaglie e un minore contenuto di sostanza organica. Il pH e la conducibilità possono essere considerati paragonabili, così come il contenuto di azoto. I biochar in oggetto sono caratterizzati da pH basico, che li rende adeguati all'utilizzo in terreni eccessivamente acidi. In generale, i valori di pH, CE, sostanza organica, ceneri e sostanza secca sono in linea con valori di altri char ottenuti da biomasse lignocellulosiche.

Il pirogassificatore prototipale si distingue per la minore quantità di idrocarburi presenti nel biochar, aspetto legato alle sue caratteristiche distintive. Per quanto riguarda i metalli pesanti, sono più concentrati nel biochar da impianto Spanner, ad eccezione di cromo e ferro. Anche la granulometria riflette le caratteristiche dei due impianti di pirogassificazione, con una maggiore proporzione di particelle fini <1 mm nel biochar dall'impianto Spanner. La presenza di idrocarburi policiclici aromatici nel biochar da impianto Spanner è in linea con valori riportati in letteratura, visto che la formazione di questi composti dipende dal tipo di impianto e dalla temperatura. Valori superiori a 6-12 mg/kg sono considerati elevati e non permettono di classificare il biochar come prodotto di alta qualità. Nonostante questo, la fitotossicità e la fitostimolazione del biochar da impianto Spanner non differiscono da quelle del biochar da impianto prototipale.

Nonostante le caratteristiche chimiche, infatti, entrambi i biochar presentano analoghe caratteristiche di fitostimolazione su orzo e lattuga, e effetti simili sulla germinazione. Si ricorda che l'effetto inibitore sulla germinazione nei testi standardizzati in piastra Petri risente delle emissioni di sostanze volatili da parte del biochar.



#### Analisi dei suoli

I campioni di suolo sono stati prelevati da tutte le parcelle come descritto in Azione 4, eseguendo prelievi in triplicato, nei periodi di marzo 2021, luglio 2021, ottobre 2021 e ottobre 2022. Il prelievo di marzo 2021 vale come controllo della situazione iniziale dei suoli.

Il suolo è stato sottoposto ad analisi di pH, conducibilità elettrica, sostanza organica, ceneri secondo metodi standardizzati UNI/ISO.

La digestione dei suoli per le determinazioni del contenuto di metalli ed elementi traccia è stata eseguita secondo Sastre et al. (2002, *Analytica Chimica Acta* 462:59-72) su campioni asciugati all'aria e ridotti in polvere in mortaio. Aliquote da 1 g circa sono state pesate in crogiuoli, essiccate completamente a 70°C, incenerite in muffola a 450°C per 24 ore. La polvere trasferita nei tubi del digestore è stata addizionata di HNO<sub>3</sub> 65% e dopo ulteriori 24 ore, dopo aggiunta di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, sottoposta a digestione per 2,5 ore a 140°C. Dopo raffreddamento e filtrazione gli estratti sono stati analizzati con assorbimento atomico in appropriate diluizioni per i seguenti elementi: rame, piombo, nichel, cadmio, cromo, zinco, ferro. I risultati sono riportati nella azione 8.

Sui campioni di suolo è stata eseguita anche una analisi di biodiversità fungina. A tale scopo, i campioni prelevati sono stati setacciati con setaccio da 0.5 cm e conservati a 4 gradi prima di essere utilizzati.

Per l'analisi della biodiversità fungina 1 g di ogni campione è stato incubato con 100 mL di acqua e posto in agitazione per 1 ora (Parkinson and Williams, 1960, *Plant and Soil* 13:347-355). È stato prelevato il surnatante e 50 µL sono stati piastrati su terreno Glucose Peptone salts agar, supplementato con tetraciclina per inibire la crescita batterica; il mezzo di crescita contiene destrosio, peptone, estratto di lievito, potassio fosfato, magnesio solfato ed è addizionato di agar 1,5% (w/v). Le piastre sono state poste per 7 giorni a 28°C e quindi osservate con l'ausilio di uno stereomicroscopio per la conta delle colonie e l'analisi della biodiversità morfologica, con l'aiuto di letteratura specifica (Thom and Raper 1945; Watanabe, 2002, CRC Press).

I risultati sono riportati in Azione 8.

Grado di

Attività completata.

raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	
Attività ancora da realizzare	

## 2.7.2 Personale

PERSONALE CINSA

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Professore II fascia	Coordinamento delle analisi di laboratorio	40	€ 1.920,00
			Totale:	€ 1.920,00

## 2.7.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
		Totale:

## 2.7.4 Materiale consumabile

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale consumabile*

## 2.7.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale durevole e attrezzature*

## 2.7.6 Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Il piano non prevedeva spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione di prototipi*

## 2.8 Azione 3.6 (Valutazione dell'impatto ambientale)

### 2.8.1 Attività e risultati

Azione	Valutazione dell'impatto ambientale
Unità aziendale responsabile	Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA)
Descrizione delle attività	La valutazione degli impatti ambientali con metodologia LCA è stata eseguita come prevista da UCSC. Nel corso del periodo è stato completato lo sviluppo del modello di valutazione della sostenibilità ambientale secondo la metodologia dell'analisi del ciclo di vita definita dalla <b>UNI EN ISO 14040</b> come segue: «LCA è un consolidato approccio metodologico alla analisi di impatto ambientale di prodotti e servizi, che consiste nella compilazione e valutazione attraverso tutto il ciclo di vita dei flussi in entrata

ed in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali, di un sistema di prodotto». In particolare, l'analisi effettuata, si concentra sulla categoria di impatto Cambiamento Climatico o impronta carbonica (anche: impronta di carbonio, o in inglese: carbon footprint). Si tratta di un parametro che viene utilizzato per stimare le emissioni di gas serra causate da un prodotto, da un servizio, da un'organizzazione, da un evento o da un individuo, espresse generalmente in tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente (ovvero prendendo come riferimento per tutti i gas serra l'effetto associato alla CO<sub>2</sub>, assunto pari a 1).

### 1- Obiettivo e Ambito della analisi

La valutazione effettuata nel corso del progetto aveva l'obiettivo di misurare l'impronta carbonica associata ai due processi alternativi di pirogassificazione. Dunque, attraverso l'analisi si intendeva valutare i benefici ambientali ottenibili grazie alla pirolisi della biomassa a scopi energetici (syngas) e forestali (biochar), in termini di aumento dello stock di carbonio nei suoli e riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra.

L'unità funzionale è la tonnellata (ton) di ramaglia residua ed i confini del sistema includono la fase di cippatura, pirolisi con produzione di syngas e biochar, l'applicazione in suolo forestale del biochar, ed i relativi trasporti. Sono esclusi: la fase di stoccaggio del cippato poiché avviene all'aperto nei pressi dell'impianto, e lo smaltimento delle ceneri prodotte dall'impianto di pirogassificazione (Fig.1).

Il periodo di riferimento è 2020-2022, i dati raccolti sono sia dati primari, provenienti da rilevamenti diretti effettuati dai partner, che dati secondari, ricavati dalla letteratura, database, manuali tecnici, altri studi e da calcoli. Come mostra la Fig. 1, il modello è stato costruito impiegando le informazioni tecniche del prototipo di cippatore leggero progettato nell'ambito del progetto CLEAN-ER. Le informazioni di gestione della manutenzione forestale sono state ottenute dal Consorzio delle Comunalie Parmensi, quelle sul trasporto e spandimento da Stuard mentre quelle del processo di pirogassificazione presso l'impianto SPANNER dal Consorzio delle Comunalie Parmensi e i dati della pirogassificazione dal prototipo Iridenergy da CINSA (tabella 1).

La metodologia applicata per la caratterizzazione degli impatti è IPCC 2021 GWP100 V1.00, SimaPro 9.4 Analyst.

### 2- Inventario

Di seguito viene riportato l'inventario per i due impianti confrontati per la pirogassificazione della ramaglia residua. Le informazioni vengono riportate in Fig. 1 e Tab.1.

Filiera della biomassa

- a. **Raccolta, cippatura, trasporto.** Il processo di raccolta dei residui forestali è riportato nella Tabella seguente. Sono stati stimati 212,1 MJ/ton per la raccolta e la cippatura della biomassa residua (4,7 kg di gasolio necessari per cippare 1 tonnellata di legno e/o ramaglia; 45 MJ prodotti per chilogrammo di gasolio in mezzo agricolo) e 30 tkm per il trasporto dal punto di raccolta all'impianto di pirogassificazione con un mezzo di classe Euro 6, dal carico 3,5-7,5 tonnellate.
- b. **Pirogassificazione.** Nel calcolo si stima che il cippato ottenuto venga indirizzato alternativamente ed in funzione della qualità ai due impianti di pirogassificazione (alta qualità all'impianto Sappner, scarsa qualità all'impianto prototipale Iridenergy). Il calore, l'energia elettrica e le quantità di biochar prodotti sono stati desunti dai dati forniti dai partner di progetto; si segnala che tali dati sono da considerare preliminari e suscettibili di miglioramento, soprattutto per il pirogassificatore prototipale. La combustione del cippato permette di evitare il calore prodotto dalla combustione di gas naturale e la produzione di energia elettrica a livello nazionale. I seguenti processi da Ecoinvent v. 3.5 sono stati impiegati come



processi evitati: "Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} |heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW | APOS, U" e Electricity, high voltage {IT}| electricity production, natural gas, conventional power plant | APOS, U.

- c. **Trasporto, spandimento del biochar e sequestro di CO<sub>2</sub>.** Si è ipotizzato di riportare il biochar nel punto di raccolta della ramaglia (30 km distante dal sito di pirogassificazione) con un mezzo di classe Euro 6, dal carico 3,5-7,5 tonnellate. Per lo spandimento si è impiegato il processo da Ecoinvent v. 3.5: "Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {GLO}| market for | APOS, U". La CO<sub>2</sub> stoccata è stata calcolata assumendo che il carbonio residuo nel suolo dopo 100 anni fosse l'80% del carbonio applicato, mentre il contenuto di C nel biochar è stato ricavato dai dati forniti dai partner di progetto (64,1% sulla sostanza secca per il biochar prodotto dal pirogassificatore prototipale Iridenergy, 63,9% sulla sostanza secca per il biochar prodotto da pirogassificatore SPANNER). Il fattore di conversione da C a CO<sub>2</sub> è stato ricavato dal rapporto tra le loro masse molari:  $44/12 = 3,67$ . Per stimare le emissioni di CO<sub>2</sub> biogenica si è proceduto a stimare il contenuto di C iniziale nella biomassa legnosa, considerando una sostanza secca del cippato pari al 70% della massa umida e un contenuto in carbonio pari al 50% della sostanza secca (0,35 ton di C/ ton di cippato). La differenza tra il contenuto di C iniziale e quello stoccato a 100 anni, convertito in CO<sub>2</sub> utilizzando il fattore 3,67, è stato considerato come complessivamente emesso in forma di CO<sub>2</sub> biogenica sia nella fase di pirogassificazione che nella fase di permanenza in suolo.

*Tabella 1 Inventario LCA*

	SPANNER	IRIDENERGY	UNIT
Biomassa in ingresso	1,00		ton
Consumo cippatore	212,1		MJ/ton
Biochar prodotto	0,03	0,16	ton/ton
Energia Termica prodotta	7589	2700	MJ/ton
Energia Elettrica prodotta	0,88	0,15	MWh/ton
CO2 stoccata biochar	0,075	0,40	ton/ton
CO2 (biogenica) emessa pirogassificazione	1,21	0,884	ton/ton
Trasporti in ingresso	35,00	35,00	tkm
Trasporti in uscita	1,11	5,60	tkm
Contenuto di C biochar	63,9	64,	%
C stoccato a 100 anni (biochar)	80,00		%

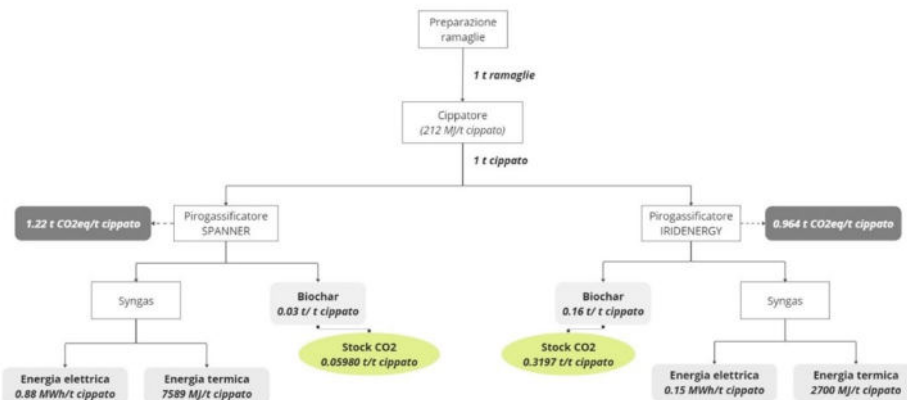


Figura 1 Il sistema analizzato

### 3- Risultati

Di seguito vengono riportati i risultati per UF (1 ton di biomassa legnosa residuale rispettivamente di alta e bassa qualità per i due impianti) per i due sistemi alternativi di pirogassificazione confrontati, impiegando sia lo scenario che include le sole emissioni e stoccaggi dal sistema analizzato, sia lo scenario che include i prodotti evitati.

#### 3.a Impianto SPANNER

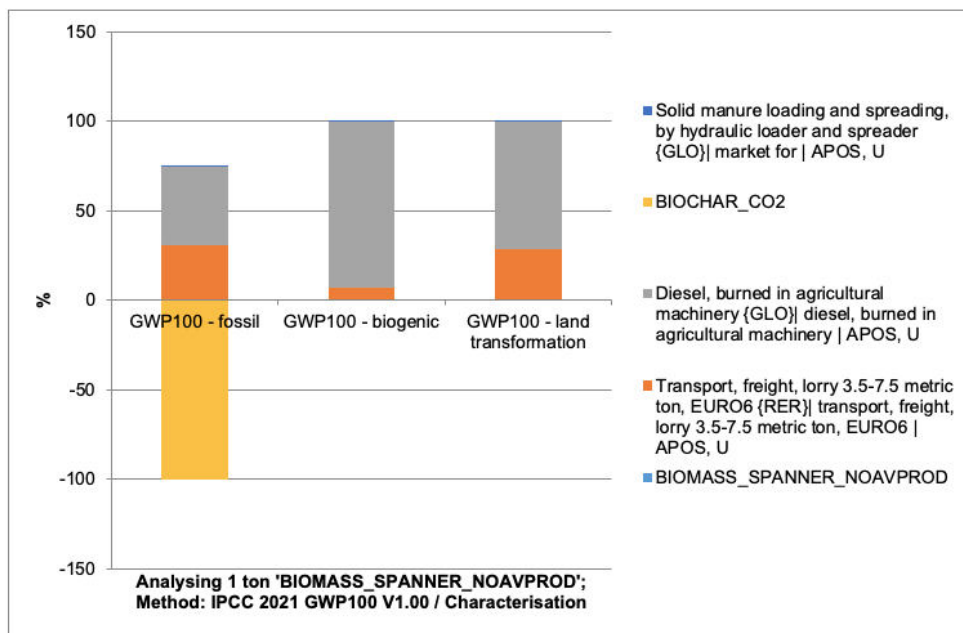


Figura 2 Contributo dei processi alle emissioni di CO<sub>2</sub> fossile, biogenica e da trasformazione di uso del suolo.

Anche senza considerare il contributo dei prodotti evitati lo stock di CO<sub>2</sub> nei suoli forestali conseguente all'applicazione del char è sufficiente a compensare le emissioni associate al processo che sono dovute principalmente alla fase di cippatura e alla fase di trasporto all'impianto di pirogassificazione e dall'impianto di pirogassificazione nuovamente ai suoli forestali. Per tonnellata di biomassa in ingresso vengono emesse 44,8 kg di CO<sub>2</sub> equivalente fossile, che però vengono compensate dallo stoccaggio che si ha in seguito allo spandimento del biochar ottenuto (3% della biomassa in ingresso) stimato a 59,7 kg CO<sub>2</sub> equivalente.

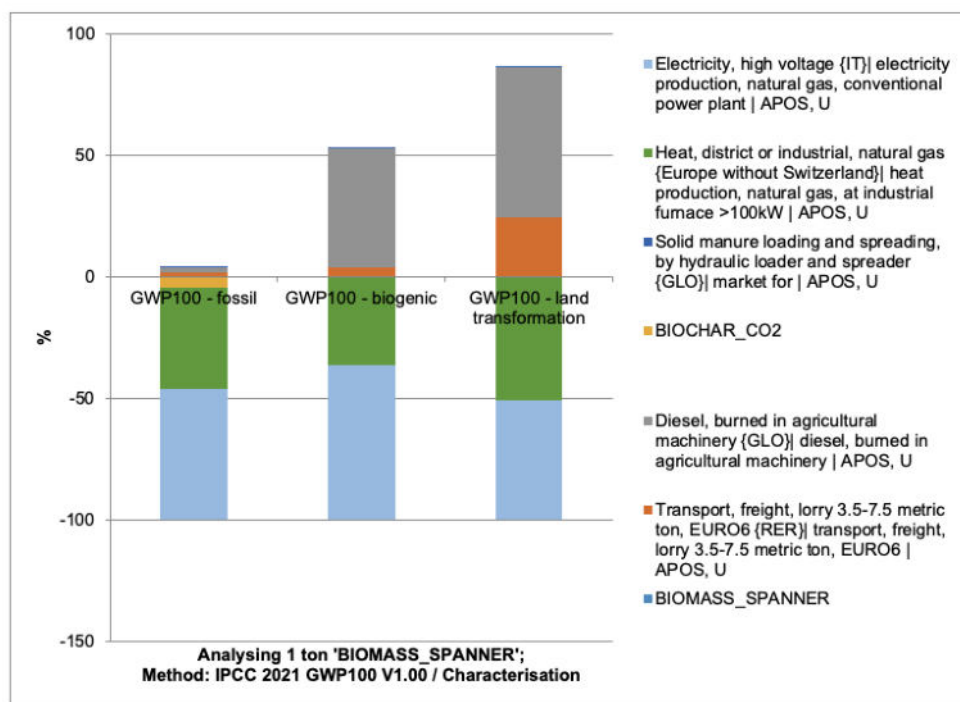


Figura 3 Contributo dei processi analizzati alle emissioni di CO<sub>2</sub> fossile, biogenica e da trasformazione di uso del suolo includendo i prodotti evitati.

Includendo i prodotti evitati (produzione di energia termica ed elettrica) il processo di pirogassificazione di una tonnellata di biomassa residuale forestale permette di risparmiare 1230 kg di CO<sub>2</sub> equivalente complessivamente. Infatti, allo stock associato alla restituzione del biochar nei suoli forestali, si vanno ad aggiungere le emissioni evitate dovute alla produzione di energia elettrica e termica dall'impianto di piro gassificazione che vanno a sostituire i processi di produzione rispettivamente associati alla produzione energetica nazionale e alla produzione di calore da gas naturale come illustrato nella sezione inventario della presente relazione.

### 3.b Impianto Prototipale IRIDENERGY

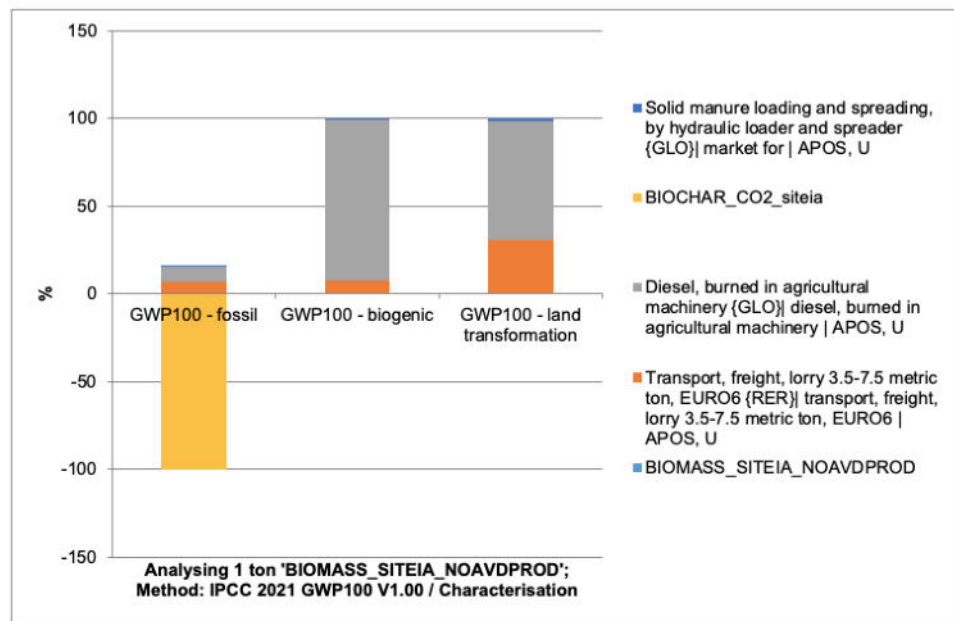


Figura 4 Contributo dei processi alle emissioni di CO<sub>2</sub> fossile, biogenica e da trasformazione di uso del suolo.

Anche senza considerare il contributo dei prodotti evitati lo stock di CO<sub>2</sub> nei suoli forestali conseguente all'applicazione del biochar è sufficiente a compensare le emissioni associate al processo che sono dovute principalmente alla fase di cippatura e alla fase di trasporto all'impianto di pirogassificazione e dall'impianto di pirogassificazione nuovamente ai suoli forestali. Per tonnellata di biomassa in ingresso vengono emessi 47,58 Kg di CO<sub>2</sub> equivalente fossile, che però vengono compensate dallo stoccaggio che si ha in seguito allo spandimento del biochar ottenuto (16% della biomassa in ingresso) stimato a 301 kg di CO<sub>2</sub> equivalente. Si evidenzia quindi che il biochar prodotto nell'impianto prototipale è in grado di garantire un maggiore stock di carbonio nei suoli forestali, in virtù, principalmente, del maggiore quantitativo di biochar ottenuto per quantitativo di biomassa in ingresso.

Inserendo i prodotti evitati (produzione di energia termica ed elettrica) il processo di pirogassificazione di una tonnellata di biomassa residuale forestale nell'impianto prototipale Iridenergy permette di risparmiare 559 kg di CO<sub>2</sub> equivalente complessivamente. Infatti, allo stock associato alla restituzione del biochar nei suoli forestali, si vanno ad aggiungere le emissioni evitate dovute alla produzione di energia elettrica e termica dall'impianto di prototipale di pirogassificazione che vanno a sostituire i processi di produzione rispettivamente associati alla produzione energetica nazionale e alla produzione di calore da gas naturale come illustrato nella sezione inventario della presente relazione. Aggiungendo, dunque, allo scenario analizzato anche i prodotti evitati (energia elettrica e termica), si ha un maggior risparmio nelle emissioni di anidride carbonica.

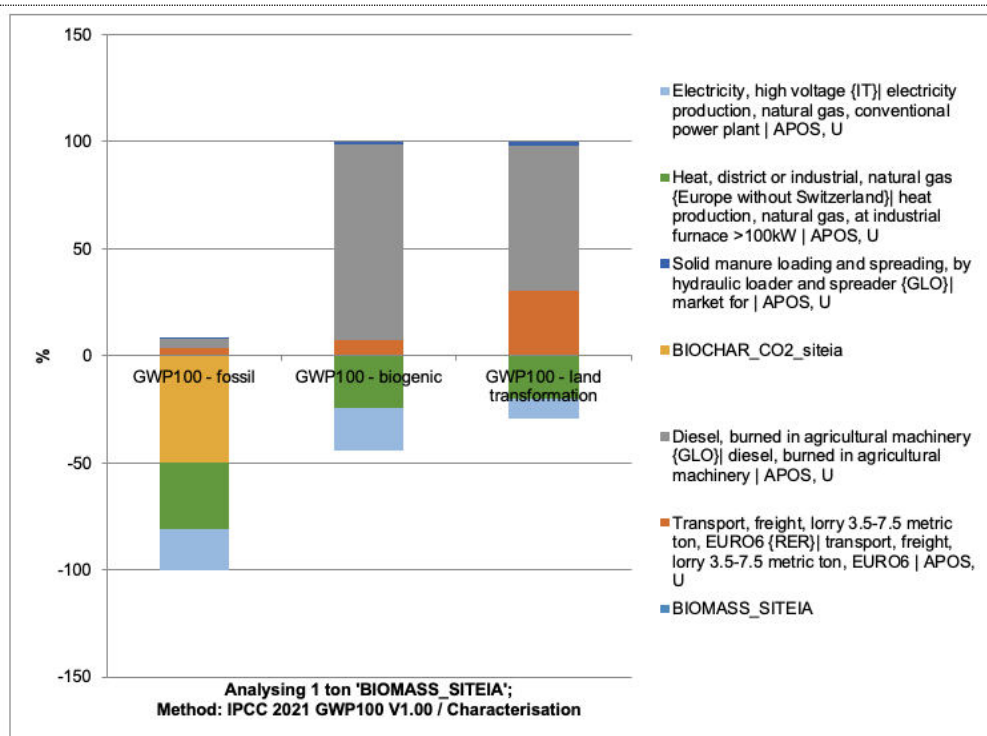


Figura 5 Contributo dei processi analizzati alle emissioni di CO2 fossile, biogenica e da trasformazione di uso del suolo includendo i prodotti evitati.

#### 4- Ulteriori considerazioni

Considerando i risultati delle prove in bosco si può discutere su ulteriori benefici derivati dalla applicazione di biochar in bosco, che non possono essere valutati attraverso l'analisi LCA. Il biochar è, infatti, un potenziale ammendante, disponibile ed economico, per migliorare la qualità del suolo facilitando il sequestro di carbonio e riducendo le emissioni di gas climalteranti.

I biochar utilizzati nel progetto SMACS hanno contribuito ad aumentare in certa misura il pH del suolo, modificando anche la conducibilità elettrica; in questo si sono messe in evidenza differenze legate in parte al feedstock di partenza e in parte al tipo di pirogassificatore utilizzato. Anche se i biochar presentavano differenze in alcune delle loro proprietà, un aumento di sostanza organica è risultato visibile in tutti i trattamenti, mentre la presenza di elementi (metalli) potenzialmente tossici non ne ha risentito. Nel progetto non sono stati valutati aspetti relativi in modo specifico al ciclo dei nutrienti e alla disponibilità idrica, ma la letteratura riporta effetti positivi su questi servizi ecosistemici dovuti a un miglioramento delle proprietà dei suoli.

Anche un aumento di biodiversità ha impatti positivi sulla maggior parte delle funzioni ecosistemiche dei suoli, come produzione di legname e fibre, filtrazione di contaminanti, ritenzione idrica, immagazzinamento di carbonio. Fra le varie componenti della biodiversità nei suoli, i funghi costituiscono una rete di filamenti, o ife, con diametro di 2-10 µm; si stima che possano raggiungere lunghezze complessive anche di 1 km in un grammo di suolo. In assenza di impatti antropogenici, la diversità è determinata da proprietà del suolo, fattori biogeografici e vegetazione. La valutazione della biodiversità risente di lacune esistenti nei metodi per quantificare la fornitura di servizi ecosistemici e della difficoltà nel rilevare tutti gli organismi presenti. Metodologie molecolari per l'identificazione degli organismi basate sulla estrazione dai suoli di DNA ambientale seguita da sequenziamento non sono ancora economicamente sostenibili. Nel progetto SMACS si è scelto di valutare la presenza di specie fungine per il loro ruolo come decompositori essenziali nel ciclo dei nutrienti, e in particolare per l'importanza della interazione funghi-piante nella nutrizione minerale. È stata stimata la diversità di funghi presente nei suoli sottoposti ai trattamenti sperimentali per contribuire alla descrizione degli impatti positivi

	derivati dalla applicazione di biochar ai suoli forestali, utilizzando il numero stimato di funghi e la variabilità morfologica come indicatori. Una vera stima dell'apporto funzionale dei funghi richiederebbe analisi biochimiche mirate ad evidenziare specifiche attività enzimatiche e ruoli nel ciclo dei nutrienti. I risultati mostrati in Azione 8 indicano un generale effetto positivo dei due tipi di biochar utilizzati sulla biodiversità fungina nelle parcelle sperimentali. Si ritiene che il biochar, per la sua microstruttura, possa offrire una vera e propria "nicchia" per lo sviluppo delle ife al riparo da possibili consumatori, e che per questo stimoli la crescita dei funghi. L'aggiunta di biochar non può essere considerata una soluzione universale per contribuire alla salute delle foreste, ma è positiva per la crescita di piante in suoli poveri e ambienti degradati: Questo può renderla utile in foreste produttive, dove il biochar può stabilizzare le parcelle che hanno condizioni sfavorevoli e proteggere contro i cambiamenti climatici e gli stress che ne derivano. Diventa di fondamentale importanza la scelta del giusto feedstock e del metodo di produzione per tenere conto degli aspetti di sicurezza, dei risvolti economici e del risparmio in termini di trasporto e distribuzione.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Obiettivo raggiunto e non si segnalano criticità.
Attività ancora da realizzare	

## 2.8.2 Personale

PERSONALE CINSA

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Professore II fascia	Analisi degli impatti ambientali	20	€ 960,00
			Totale:	€ 960,00

## 2.8.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
		Totale:

## 2.8.4 Materiale consumabile

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale consumabile*

## 2.8.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale durevole e attrezzature*

## 2.8.6 Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Il piano non prevedeva spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione di prototipi*

## 2.9 Azione 3.7 (Redazione dei report e delle linee guida)

### 2.9.1 Attività e risultati

Azione	Redazione dei report e delle linee guida
Unità aziendale responsabile	UCSC (collaborano STUARD, CINSA, CCPP)
Descrizione delle attività	Durante il periodo progettuale è stato stilato un report tecnico-agronomico dell'attività svolta da parte di Azienda Stuard, CINSA e CCPP riportante le attività svolte, i successi e i problemi legati alle tecniche testate nelle attività progettuali precedentemente descritte. Il personale UCSC ha coordinato l'attività di raccolta delle informazioni utili per la redazione delle linee guida e report. Tali informazioni derivano da quanto contenuto all'interno della presente relazione. I tecnici di Stuard, CINSA e CCPP hanno collaborato con UCSC e gli altri partner del GOI, alla redazione delle linee guida e dei report finali.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Gli obiettivi previsti sono stati raggiunti.
Attività ancora da realizzare	

### 2.9.2 Personale

#### PERSONALE UCSC

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Prof. Associato	Responsabile azione 7	18	€ 558,00
			Totale:	€ 558,00

#### PERSONALE STURD S.C.R.L.

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	imp. Agrario 1° categoria - Quadro	Redazione report e linee guida	48	€ 2.064,00
			Totale:	€ 2.064,00

#### PERSONALE CINSA

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Quadro	Redazione dei report e delle linee guida	35	€ 2.555,00
			Totale:	€ 2.555,00

#### PERSONALE COMUNALIE

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Impiegato	Tecnico forestale rilievi bosco	110	€ 2.970,00
			Totale:	€ 2.970,00

### 2.9.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
		Totale:

### 2.9.4 Materiale consumabile

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale consumabile*

### 2.9.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale durevole e attrezzature*

### 2.9.6 Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Il piano non prevedeva spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione di prototipi*

## 2.10 Azione 3.8 (Raccolta dati)

### 2.10.1 Attività e risultati

Azione	Raccolta dati
Unità aziendale responsabile	CINSA (collaborano STUARD, UCSC, CCPP)
Descrizione delle attività	Il personale CINSA ha raccolto e analizzato i dati delle analisi sui campioni di biochar (descritti in Azione 3.5). L'analisi dei suoli è stata eseguita su campioni raccolti in diversi momenti come descritto in Azione 3.4: marzo, luglio e ottobre nel 2021, e ottobre nel 2022.



Parametro	Trattamento	Marzo 2021	Luglio 2021	Ottobre 2021	Ottobre 2022
pH	Controllo	4,86±0,04	4,94±0,33	4,96±0,20	4,98±0,42
	Char prototipo		5,02±0,11	5,61±0,15	5,18±0,45
	Char Spanner		5,23±0,31	5,74±0,15	5,46±0,32
Conducibilità elettrica	Controllo	274±24	289± 1	325±44	248±31
	Char prototipo		186±26	298±16	298±61
	Char Spanner		233± 8	415±46	430±46
Sostanza secca (%)	Controllo	77,6±1,4	80,0±0,6	73,4±5,8	97,7±0,3
	Char prototipo		80,3±0,3	72,0±3,3	97,9±0,6
	Char Spanner		79,8±0,3	71,1±4,7	97,7±0,1
Sostanza organica (%)	Controllo	7,50±2,42		7,50±2,42	10,41±0,37
	Char prototipo			13,51±0,71	13,45±3,52
	Char Spanner			13,92±2,72	13,10±0,89
Cadmio (mg/kg)	Controllo	6,76±1,18		8,39±1,35	Non rilevabile
	Char prototipo			6,97±1,06	Non rilevabile
	Char Spanner			7,51±0,26	Non rilevabile
Nichel (mg/kg)	Controllo	9,42±6,80		7,72±1,76	4,40±0,60
	Char prototipo			10,08±0,11	8,16±3,29
	Char Spanner			2,78±0,28	9,43±0,65
Rame (mg/kg)	Controllo	10,02±1,44		13,94±2,60	8,67±0,02
	Char prototipo			9,32±0,60	6,76±0,56
	Char Spanner			12,34±0,32	8,56±0,33
Piombo (mg/kg)	Controllo	21,39±1,82		30,01±1,18	23,04±3,73
	Char prototipo			28,34±0,39	36,23±2,19
	Char Spanner			29,40±1,07	42,06±2,90
Zinco (mg/kg)	Controllo	69,45±5,32		86,87±2,57	62,87±2,90
	Char prototipo			87,79±9,28	64,10±0,15
	Char Spanner			91,87±5,84	57,29±2,94
Cromo (mg/kg)	Controllo	8,42±2,35		28,34±2,48	7,94±5,72
	Char prototipo			11,71±4,11	8,93±1,00
	Char Spanner			25,66±8,57	5,10±0,62

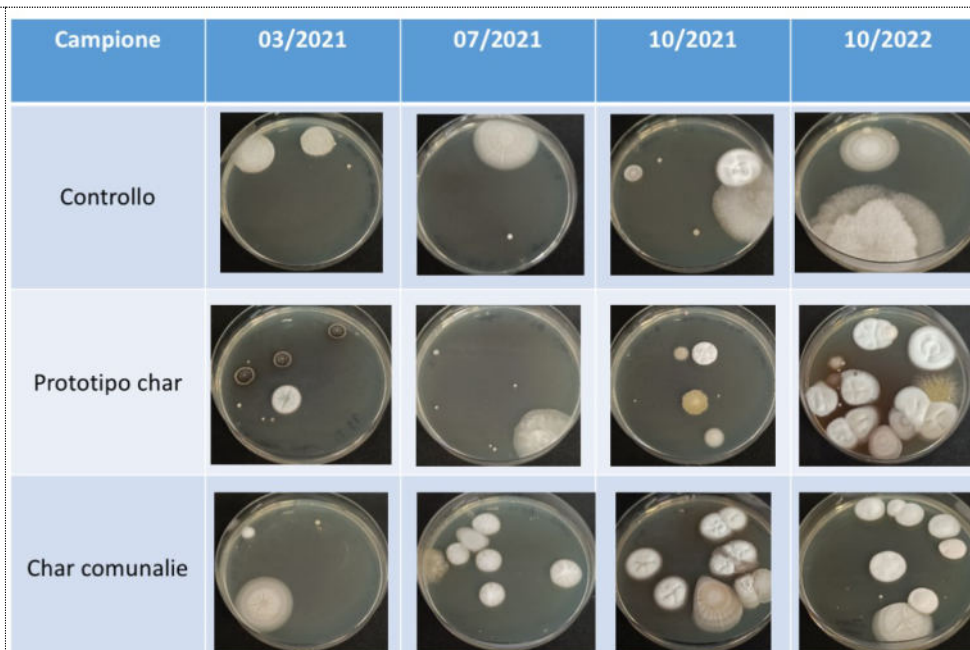
Le analisi evidenziano un significativo aumento di pH nelle parcelle trattate con biochar, rispetto al controllo. Il suolo rimane acido, ma l'aggiunta di biochar basico porta a un aumento anche di 0,8 unità.

La conducibilità elettrica aumenta soprattutto nelle parcelle con char da impianto Spanner, che infatti presentava valori più alti del char da prototipo Iridenergy.

La quantità di sostanza organica aumenta considerevolmente e in modo significativo, indipendentemente dal tipo di biochar.

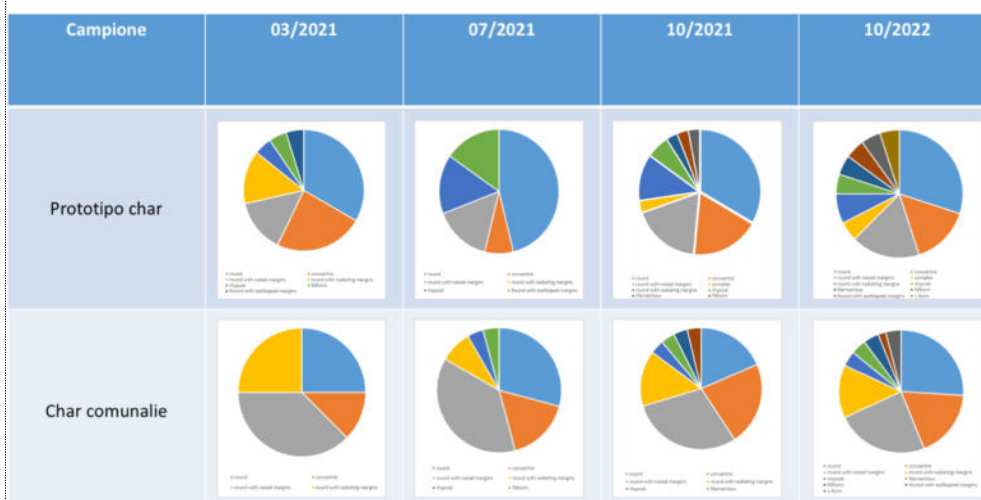
Per quanto riguarda la presenza di metalli pesanti, si notano nel tempo oscillazioni dei valori che sembrano indipendenti dal tipo di trattamento. Solo il contenuto di piombo mostra una netta tendenza all'aumento dal 2021 al 2022.

Il personale Cinsa ha inoltre raccolto dati sulla presenza di funghi negli stessi campioni mediante osservazioni allo stereomicroscopio e su colonie in piastra.

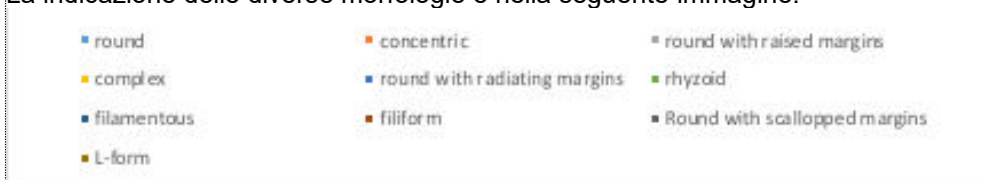


L'osservazione delle colonie fungine dopo crescita in piastra a partire da estratti di campioni di suolo (da marzo 2021 a ottobre 2022) mostra una diversificazione di colonie nei suoli dalle parcelle trattate con biochar, e in generale un aumento nel numero di colonie nel tempo.

La diversificazione nel tipo di funghi presenti è stata determinata contando le colonie con diversa morfologia secondo la classificazione riportata in letteratura (Thom and Raper 1945, Watanabe 2002).



La indicazione delle diverse morfologie è nella seguente immagine.



È evidente un aumento nel tempo nella diversità delle morfologie, e quindi della diversità tassonomica, rispetto al momento di aggiunta del biochar. Le parcelle con il char da pirogassificatore prototipale sembrano presentare una maggiore diversità fungina.

I numeri di funghi stimati negli stessi campioni indicano la tendenza ad un aumento significativo nel numero di funghi nei suoli trattati con biochar.

	Parametro	Trattamento	Marzo 2021	Luglio 2021	Ottobre 2021	Ottobre 2022
	Numero di funghi per grammo di suolo (x 10 <sup>3</sup> )	Controllo Char prototipo Char Spanner	4,7+3,1	5,3+1,2 9,3+3,1 16,7+4,2	15,4+11,0 22,0+15,6 18,0+10,6	13,3+11,0 26,7+8,1 33,3+18,9
	Con i rilievi in bosco Azienda Stuard ha raccolto dati riferiti alla propensione della colonizzazione del sottobosco circa il numero di piante presenti nel sito sperimentale, la tipologia di essenza e lo sviluppo raggiunto dalle diverse plantule. Inoltre, ha effettuato i prelievi di terreno forniti al partner CINSA per le successive analisi come da progetto.					
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Obiettivo raggiunto e non si segnalano criticità.					
Attività ancora da realizzare						

## 2.10.2 Personale

### PERSONALE CINSA

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Professore II fascia	Attività di raccolta dati	10	€ 480,00
			<b>Totale:</b>	<b>€ 480,00</b>

### PERSONALE STUARD S.C.R.L.

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	imp. Agrario 1° categoria - Quadro	Raccolta dati	70	€ 3.010,00
	imp. Agrario 1° livello - Quadro part time 70,521%	Raccolta dati	40	€ 1.720,00
			<b>Totale:</b>	<b>€ 4.730,00</b>

### PERSONALE USCS

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Prof. Associato	Partecipazione Azione	14	€ 434,00
			<b>Totale:</b>	<b>€ 434,00</b>

### PERSONALE COMUNALIE

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Impiegato	Tecnico supervisore rilievi bosco	108	€ 2.916,00
			<b>Totale:</b>	<b>€ 2.916,00</b>

### 2.10.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
		Totale:

### 2.10.4 Materiale consumabile

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale consumabile*

### 2.10.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale durevole e attrezzature*

### 2.10.6 Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Il piano non prevedeva spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione di prototipi*

## 2.11 Azione 4 (Divulgazione)

### 2.11.1 Attività e risultati

Azione	Divulgazione
Unità aziendale responsabile	STUARD (collaborano CINSA, UCSC, CCP)
Descrizione delle attività	<p>La pandemia da Covid-19 ha limitato le occasioni di incontro e divulgazione in presenza delle attività, obiettivi e risultati attesi del progetto. Per ovviare all'impossibilità di realizzare incontri fisici in cui effettuare una divulgazione di massa del progetto, il GO ha optato per la realizzazione di un breve video trailer del progetto che ne descrivesse brevemente obiettivi e finalità, che, diffuso tramite i social e canali di comunicazione dei partner, potesse garantire una efficace divulgazione di massa. Azienda Stuard ha dunque commissionato la realizzazione del video alla ditta EVENTO SRLS. Sotto il coordinamento di Azienda Stuard, la Prof.ssa Lucrezia Lamastra di UCSC, capofila del progetto, è stata intervistata ed è stato realizzato un video divulgativo che ha mostrato foto scattate in vari momenti di realizzazione delle attività progettuali.</p> <p>Il video è visionabile al sito internet del progetto: <a href="https://smacsforest.it/programma/">https://smacsforest.it/programma/</a>; sul sito internet della Regione Emilia-Romagna, Agricoltura, Caccia e Pesca, nella sezione Progetti per l'Innovazione che parla del progetto SMACS: <a href="https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/progetti-innovazione/video/progetto-goi-smacs-biochar-ed-energia-dalla-biomassa-degli-alvei">https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/progetti-innovazione/video/progetto-goi-smacs-biochar-ed-energia-dalla-biomassa-degli-alvei</a> e presso il canale YouTube della Regione Emilia-Romagna Agricoltura, Caccia e Pesca: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=L0N_XK6QRrI&amp;t=4s&amp;ab_channel=ERAAgricoltura_cacciaepesca">https://www.youtube.com/watch?v=L0N_XK6QRrI&amp;t=4s&amp;ab_channel=ERAAgricoltura_cacciaepesca</a>; sul sito internet di Azienda Stuard sulla pagina descrittiva del progetto: <a href="https://www.stuard.it/progetto-smacs/">https://www.stuard.it/progetto-smacs/</a>; sulla sezione progetti di ricerca del sito internet del dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari per una filiera agro-alimentare Sostenibile (DiSTAS) di UCSC <a href="https://dipartimenti.unicatt.it/distas-progetti-di-ricerca-smacs">https://dipartimenti.unicatt.it/distas-progetti-di-ricerca-smacs</a>; ed è stato mostrato in occasione del convegno finale del progetto. Il video è stato diffuso tramite i canali social di Azienda Stuard: <a href="https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7013909413178585088">https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7013909413178585088</a></p> <p>Con il video trailer, SMACS ha partecipato inoltre al convegno Rurinnova - INNOVAZIONE E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE: OBIETTIVI E STRUMENTI DELLA</p>

PAC 2023-2027 realizzato l'1 e 2 marzo 2023 a Roma. Durante il convegno si è svolto il concorso RURINNOVA

(<https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/24343>) che ha premiato i progetti più interessanti. Il video di SMACS ha partecipato al concorso ed è stato mostrato durante i due giorni di convegno.

<https://www.innovarurale.it/it/innovainazione/notizie-ed-eventi/convegno-innovazione-e-sostenibilita-ambientale-obiettivi-e>



**Il video di SMACS proiettato durante l'evento Rurinnova tenutosi a Roma l'1 e 2 marzo 2023.**

Il 7 dicembre 2022 è stato realizzato un Open Day presso il sito sperimentale di SMACS relativo al progetto, dedicato ad un pubblico vasto, in congiunta con i progetti PSR FABER e CLEAN-ER.

Il personale di Azienda Stuard si è occupato, insieme ai partner del progetto, dell'ideazione, progettazione e organizzazione dell'evento, nonché dell'organizzazione del sito sperimentale in bosco ripristinando la cartellonistica delle diverse parcelle sperimentali.

Stuard si è inoltre occupato dell'ideazione, realizzazione, stampa e diffusione della locandina dell'evento (fig.8) per promuovere la giornata dimostrativa.

L'evento è stato divulgato tramite i social e sito aziendali: <https://www.stuard.it/open-day-in-bosco-progetti-smacs-clean-er-faber/>, i canali di divulgazione della Regione Emilia Romagna: <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/appuntamenti/2022/dicembre/open-day-in-bosco-alla-scoperta-della-gestione-forestale-sostenibile>, la mailing list aziendale e la mailing list dell'Ordine degli agronomi forestali della provincia di Parma.



# Open Day in Bosco alla scoperta della gestione forestale sostenibile

**7 dicembre 2022**

Presso

**Comunale di S. Maria Valdena e Pontolo**

## PROGRAMMA

**9.00** Ritrovo presso il parcheggio della Stazione F.S. di Borgotaro

**9:30 – 11.00** Visita ai siti sperimentali del progetto CLEAN-ER presso la Comunalità di S. Maria Valdena, introduzione alla forestazione sostenibile dell'Appennino, alle tecniche di carbonizzazione delle biomasse e all'impiego del biochar come ammendante dei suoli agricoli.

**11.00** Trasferimento verso la Comunalità di Pontolo

**11.30 – 12.30** Visita ai siti sperimentali di castagno del progetto FABER e breve spiegazione delle attività di progetto.

**12.30 – 13.30** Visita ai siti sperimentali del progetto SMACS, breve introduzione al progetto e introduzione alla valorizzazione energetica e forestale con valutazione dell'impatto ambientale delle pratiche adottate.

### Interventi a cura di

**Dott. For. Antonio Mortali** (Consorzio Comunalità Parmensi)

**Dott. Sandro Cornali** (Azienda Agraria Sperimentale Stuard)

**Prof. Nelson Marmioli e Prof.ssa Elena Maestri** (CINSA)

**Prof.ssa Lucrezia Lamastra** (Università Cattolica del Sacro Cuore)

**Prof. Michele Donati** (Università di Parma)

**Prof. Alessandro Pirondi** (Università di Parma – CIDEA)

L'evento si terrà anche in caso di pioggia presso il Polo didattico della Comunalità di Pontolo in Loc. Carlinetti

**REGISTRAZIONE OBBLIGATORIA ENTRO IL 5 DICEMBRE AL SEGUENTE [LINK](#)**

*Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014 - 2020 – Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E*



## I progetti



CLEANER - Cippatore Leggero per tErritori montANI in Emilia-Romagna. L'obiettivo del piano è la conversione di biomassa legnosa/arbustiva di basso valore economico localizzata in aree montane, in una logica di filiera circolare e valorizzazione energetica. <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/progetti-innovazione/clean-er>



FABER (Forest Assessment: Biomass as Energy Resource) è volto alla realizzazione di un processo che basandosi su moderni sistemi di rilievo ed inventariazione delle risorse forestali favorisca da un lato una corretta pianificazione e gestione efficiente e sostenibile della biomassa forestale (residuale e non); dall'altro consenta di intervenire attivamente sul ciclo del carbonio arrestando la fase di degradazione dei residui legnosi, attraverso la loro carbonizzazione, convertendoli in biochar ed energia. <https://www.fabersr.it/>



SMACS - Stream MANagement to increase Carbon stock in Soil. Obiettivo del piano è ottimizzare l'utilizzo di una risorsa che, per la peculiarità del territorio, è ampiamente disponibile in Emilia Romagna: la biomassa prelevata dagli alvei dei corsi d'acqua minori di proprietà privata di montagna durante la pulizia. La biomassa verrà quindi impiegata per aumentare lo stock di carbonio dei suoli agricoli, con ripercussioni positive sulle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo. <https://smacsforest.it/>

*Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014 - 2020 – Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E*





## I partner



UNIVERSITÀ  
CATTOLICA  
del Sacro Cuore



Consorzio Interuniversitario Nazionale  
per le Scienze Ambientali



UNIVERSITÀ  
DI PARMA



AZIENDA AGRARIA SPERIMENTALE  
**STUARD**

CENTRO DI FORMAZIONE  
SPERIMENTAZIONE E INNOVAZIONE  
VITTORIO TADINI 



### Comunali di Borgotaro:

Comunalia di Pontolo

Comunalia di S. Maria Valdena

Comunalia di Baselica

Comunalia di San Vincenzo-Rovinaglia

**Firewood**

**Firepack**



*Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014 - 2020 – Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area SE*

### FIGURA 8 – LOCANDINA OPEN DAY

L'Open Day è iniziato con il ritrovo presso la piattaforma logistica delle Comunali Parmensi di Borgo Val di Taro (PR), dove è stata fatta una presentazione generale del progetto. Successivamente è stato illustrato l'impianto di cogenerazione Spanner per la produzione di energia (e di biochar) presente nella piattaforma logistica. Il Dott. Marco Errani, consulente CINSA, ha illustrato e descritto l'impianto di pirogassificazione prototipale presente presso Università di Parma. La mattinata è proseguita con la visita in bosco presso il campo sperimentale (fig.11 e 12). L'evento ha visto la partecipazione di circa 30 persone.





**FIGURA 9 – OPEN DAY 7 dicembre 2022- Ritrovo c/o PIATTAFORMA LOGISTICA di Borgo Val di Taro (PR)**



**FIGURA 10 - OPEN DAY 7 dicembre 2022 - PIATTAFORMA LOGISTICA di Borgo Val Di Taro (PR)**



**FIGURA 11 – OPEN DAY 7 dicembre 2022 – VISITA AL CAMPO SPERIMENTALE IN BOSCO**



**FIGURA 12 – OPEN DAY 7 dicembre 2022 – VISITA AL CAMPO SPERIMENTALE IN BOSCO**

Il 28 febbraio 2023 si è tenuto il convegno finale del progetto SMACS insieme al progetto CLEAN-ER.

Stuard, in collaborazione con i partner del progetto, si è occupata dell'ideazione, organizzazione dell'evento e del materiale divulgativo (Fig. 13) per una efficace comunicazione volta a massimizzare la partecipazione.

L'evento si è svolto presso il Centro S. Elisabetta del Campus Parco Area delle Scienze dell'Università di Parma, e ha visto interventi a cura dei partner e la partecipazione di 50 persone circa.

<https://www.innovarurale.it/it/pei-agri/notizie-ed-eventi/convegno-finale-dei-progetti-smacs-e-clean-er>



# Convegno finale progetti SMACS e CLEAN-ER

**28 febbraio 2023**

Presso

**Centro S. Elisabetta**

**Campus Scienze e Tecnologie, Università di Parma**

## PROGRAMMA

Ore 9.30 - Prof. Nelson Marmiroli (CINSA), Prof. Marco Trevisan (UCSC)

*Saluti, introduzione e presentazione dei progetti.*

Ore 10.15 – Dott. For. Antonio Mortali (CCP) e Dott. Sandro Cornali (Az. Stuard)

*La gestione forestale sostenibile e le prove in bosco.*

Ore. 10.35 - Dott. Marco Errani

*Il pirogassificatore prototipale per la produzione di biochar.*

Ore 10.55 - Prof.ssa Elena Maestri (CINSA)

*Il biochar come ammendante del suolo.*

11.15 - Prof. Alessandro Pirondi (UNIPR – CIDEA)

*Il cippatore prototipale di Clean-ER.*

11.35 - Prof. Michele Donati (UNIPR) e Prof.ssa Lucrezia Lamastra (UCSC)

*Valutazione ambientale ed economica delle soluzioni proposte da SMACS e CLEAN-ER.*

\*\*\*

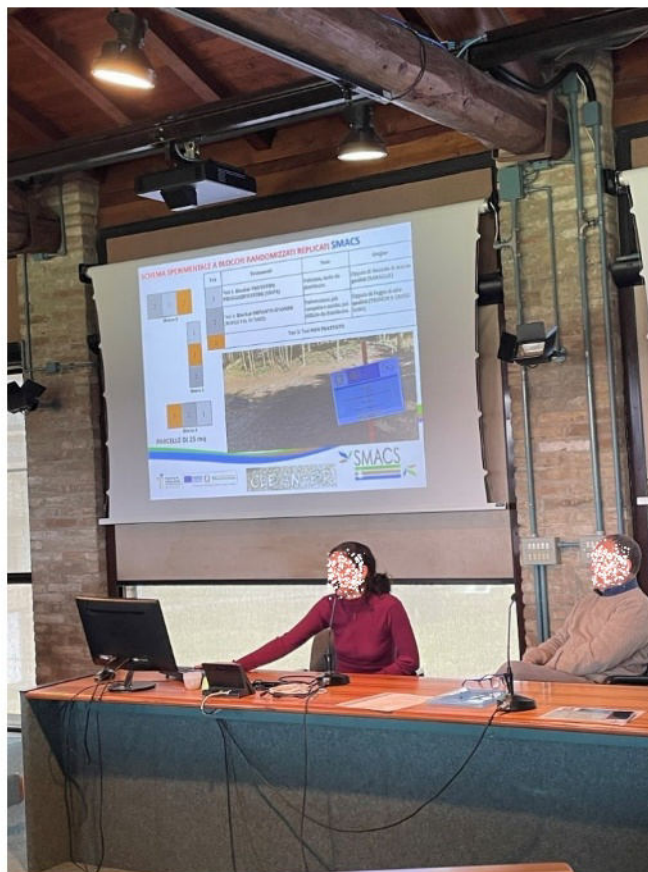
**Al termine delle presentazioni, il Prof. Pirondi illustrerà dal vivo il cippatore prototipale realizzato nell'ambito del progetto CLEAN-ER**

**REGISTRAZIONE OBBLIGATORIA ENTRO IL 25 FEBBRAIO AL SEGUENTE [LINK](#)**



*Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014 - 2020 – Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E*







**Fig. 9 Foto del convegno finale del progetto SMACS**

I docenti di UCSC hanno infine realizzato una pubblicazione cartacea ed elettronica del progetto che presenti il progetto complessivamente e i suoi principali risultati tecnici e ambientali- Articolo a cura di Marco Trevisan, Lucrezia Lamastra e Rosangela Spinelli (Distas – Università Cattolica del Sacro Cuore, sede di Piacenza) pubblicato sul numero 2/2021 di *Ecoscienza*, la rivista bimestrale di Arpa Emilia-Romagna. [https://issuu.com/ecoscienza/docs/ecos2021-02\\_per\\_web\\_/s/12424987](https://issuu.com/ecoscienza/docs/ecos2021-02_per_web_/s/12424987)

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Gli obiettivi previsti sono stati raggiunti senza particolari criticità. Erano previste tre Conferenze Stampa nelle fasi iniziali, intermedia e finale per costituire un'occasione di presentazione del progetto SMACS agli operatori della comunicazione. Tuttavia, a causa dell'emergenza sanitaria Covid-19, la conferenza nella fase intermedia è stata sostituito con il video sopra linkato.
Attività ancora da realizzare	

## 2.11.2 Personale

PERSONALE STUARD S.C.R.L.

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	imp. Agrario 1° categoria - Quadro	Divulgazione	12	€ 516,00
	imp. Agrario 1° livello - Quadro part time	Divulgazione	37	€ 1.591,00

	70,521%		
		Totale:	€ 2.107,00

## PERSONALE UCSC

Cognome e nome	Mansione / qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Prof. Ordinario	Partecipazione Azione	25	€ 1.825,00
	Prof. Associato	Partecipazione Azione	16	€ 496,00
	Prof. Associato	Partecipazione Azione	20	€ 960,00
			<b>TOTALE</b>	<b>€ 3.281,00</b>

### 2.11.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
	Totale:	

### 2.11.4 Materiale consumabile

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale consumabile*

### 2.11.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

*Il piano non prevedeva l'acquisto di materiale durevole e attrezzature*

### 2.11.6 Spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Il piano non prevedeva spese per materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione di prototipi*

## 2.12 Attività di formazione

Una prima attività di consulenza è stata realizzata attraverso una proposta ai sensi dell'Azione 2.1.01, con numero 5159072 presentata in data 27.02.2020. La consulenza, dal titolo "Proposta a supporto del progetto SMACS: Stream Management to increase Carbon stock in Soil", ha interessato i temi legati al progetto SMACS con particolare riferimento alle problematiche legate alla ripulitura della vegetazione infestante nei corsi d'acqua minori e all'utilizzo economico di tale materiale attraverso la cippatura, la gassificazione e la formazione di biochar e di energia termica ed elettrica. Durante la consulenza è stato esaminato un lotto boschivo che il beneficiario stava utilizzando, mostrandone le potenzialità a livello di taglio vegetazione idrofila e si è proposta un'analisi tecnico-economica di utilizzo del cippato e del gassificatore Spanner, di proprietà del CCP. Sono inoltre stati affrontati i temi legati ai cambiamenti climatici e alle potenzialità del biochar di stoccaggio della CO<sub>2</sub>, con riferimento anche ai crediti di carbonio.

stata superiore rispetto a quanto previsto in fase progettuale a dimostrazione del forte interesse per i temi trattati. Rispetto alla proposta formativa iniziale, sulla base delle esigenze di progetto sono state presentate e approvate ulteriori due proposte formative a cui sono seguiti i rispettivi percorsi. In particolare:

ID Proposta	Titolo	N° partecipanti	Costo unitario	Costo totale	Contributo richiesto
5156201	"TAGLIO E ALLESTIMENTO DEL LEGNAME- MODULO BASE - Azioni formative a supporto delle attività del GOI SMACS	18	718.04 €	12924,72 €	11632,32 €
5156211	TAGLIO E ALLESTIMENTO DEL LEGNAME- MODULO AVANZATO - Azioni formative a supporto delle attività del GOI SMACS	17	718.04 €	12206,68 €	10986,08 €

## 2.13 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

### CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	€ 20.500,00	Collaborazione con CINSA per esercizio della collaborazione Controllo, messa a punto e funzionamento delle attività di carbonizzazione Collaborazione con CINSA per la redazione di report e linee guida relative alla attività del pirogassificatore prototipale Collaborazione con CINSA per raccolta e elaborazione dati dal processo di pirogassificazione	€ 20.500,00
Totale:			€ 20.500,00

### CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
EVENTO SRL		€ 5.000	Compenso per servizi di comunicazione - Divulgazione	€ 3.000,00
Totale:				€ 3.000,00

## 3 Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Lunghezza max 1 pagina



<b>Criticità tecnico-scientifiche</b>	Le criticità tecnico-scientifiche sono state legate all'insorgere della pandemia da SARS-Cov2 proprio all'inizio del progetto. Nonostante questo, le attività sono state eseguite completamente con qualche adattamento. Si segnala inoltre la parziale alterazione dei siti sperimentali dovuti alla presenza di ungulati, circostanza che non ha compromesso le analisi dei suoli ma che ha influenzato la rilevazione delle essenze vegetali.
<b>Criticità gestionali</b> (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Il progetto ha risentito del protrarsi delle restrizioni legate alla pandemia da SARS-Cov2, visibili soprattutto nella limitazione in alcune azioni previste per la divulgazione.
<b>Criticità finanziarie</b>	Non si segnalano criticità finanziarie

## 4 Altre informazioni

### UCSC

UCSC rendiconta SPESE GENERALI: 2.393,55€

### CINSA

CINSA ha svolto le attività di progetto di sua competenza dall'inizio del progetto ma non ha presentato rendicontazione intermedia e presenta quindi tutte le spese sostenute a saldo (spese personale strutturato, spese per prototipi, spesa consulenza).

CINSA rendiconta SPESE GENERALI per 1.303,35€

### FIREWOOD

FIREWOOD ha svolto le attività di progetto di sua competenza dall'inizio del progetto ma ha presentato tutte le spese sostenute nella rendicontazione della fase intermedia, non dovendo quindi presentare nessuna spesa a saldo in questa relazione.

## 5 Considerazioni finali

*Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare*

## 6 Relazione tecnica

*DA COMPILARE SOLO IN CASO DI RELAZIONE FINALE*

*Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il Piano e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale*

Il Piano ha dimostrato, in linea con gli obiettivi posti, l'applicabilità di un'innovativa soluzione per la valorizzazione della biomassa asportata dagli alvei dei rii privati di montagna, producendo: 1) biochar proveniente dal processo di pirogassificazione e applicabile come ammendante dei terreni forestali e come fonte di sequestro di lungo periodo dell'anidride carbonica e miglioramento della qualità del suolo; 2) l'energia ottenuta durante il processo di pirogassificazione, sia termica che elettrica; 3) i crediti di carbonio riconosciuti a fronte di una gestione forestale finalizzata all'incremento dello stock di carbonio. In questo modo si può far fronte alla crescente richiesta di tecnologie rispettose per l'ambiente, promuovere la sensibilizzazione in materia di protezione dell'ambiente e ridurre il rischio di esondazione degli alvei di rii privati promuovendone la pulizia delle aree interessate.

Le prime attività svolte sono state quelle di selezionare un corso d'acqua non rientrante nel catasto demaniale delle acque, ed effettuare il taglio dell'area e seguente cippatura, separando prima il materiale migliore, costituito dai tronchi di faggio, da quello più scadente, costituito dalla ramaglia, noccioli o dai fusti seccaginosi che creano un prodotto qualitativamente peggiore. Il cippato di maggiore qualità, circa 50 quintali di prodotto, è stato portato

alla piattaforma logistica di Jera Campana per la produzione del biochar attraverso l'impianto di gassificazione Spanner. La gassificazione è stata quindi realizzata dapprima tramite essiccazione del cippato attraverso l'impianto di essiccazione a corredo dell'impianto Spanner, per poi passare alla produzione vera e propria del biochar. Complessivamente è stato ottenuto un quantitativo di biochar pari a 5 quintali. Il cippato qualitativamente peggiore, considerato di solito come uno scarto non valorizzabile, è stato invece trasportato all'impianto prototipo Iridenergy presso il Polo tecnologico del campus universitario di Parma, studiato appositamente per l'utilizzo di materiali di scarso valore. L'impianto prototipo è stato migliorato e ottimizzato per lo scopo in questione. Complessivamente è stato ottenuto un quantitativo di biochar pari a 1 quintale. Dal processo di pirolisi della biomassa si è quindi ottenuto biochar ed energia termica ed elettrica attraverso la combustione del syngas.

Successivamente, due diverse biomasse sono state distribuite su suolo boschivo delineato come campo sperimentale nella Comunalità di Pontolo, presso il comune di Borgotaro: 1) biochar ottenuto da cippato di "buona qualità" derivato dall'impianto Spanner; 2) biochar ottenuto da cippato di "peggiore qualità" derivato dal prototipo del Polo tecnologico del campus universitario di Parma. Un campione di terreno senza biochar verrà valutato come terreno testimone. Per tutte le matrici si è proceduto ad un rimescolamento ed interrimento del biochar nei primi cm di terreno tramite motozappa. Prima della distribuzione del biochar è stato effettuato il rilievo e l'identificazione delle piante colonizzatrici del terreno, definito il loro sviluppo vegetativo e misurata la dimensione della superficie colonizzata, su tutta la superficie sperimentale e su un'area campione limitrofa. Sono stati poi condotti rilievi e valutazioni a distanza di diversi mesi dalla distribuzione delle matrici per l'identificazione delle essenze colonizzatrici, superficie colonizzata delle diverse parcelle e stato di crescita delle in diversi momenti della sperimentazione. Dai rilievi effettuati i risultati mostrano che la matrice con maggior rinnovazione vegetale è quella in cui è stato distribuito il biochar prodotto dal pirogassificatore prototipale. Lo sviluppo delle plantule invece è influenzato dalla zona e non tanto dal trattamento ricevuto.

È stata poi effettuata un'analisi di confronto tra i due tipi di biochar prodotti a partire da biomassa dello stesso bosco, che mette in evidenza differenze che possono dipendere dal tipo di materiale o dalla tecnica di pirogassificazione. Il pH e la conducibilità possono essere considerati paragonabili, così come il contenuto di azoto. I biochar in oggetto sono caratterizzati da pH basico, che li rende adeguati all'utilizzo in terreni eccessivamente acidi.

Sono stati inoltre prelevati campioni di suolo delle diverse parcelle e sottoposti ad analisi chimico-fisiche in diversi periodi dell'anno al fine di riuscire a monitorare i possibili cambiamenti dovuti alle diverse matrici. Le analisi evidenziano un significativo aumento di pH nelle parcelle trattate con biochar, rispetto al controllo, modificando anche la conducibilità elettrica; in questo modo si sono messe in evidenza differenze legate in parte al feedstock di partenza e in parte al tipo di pirogassificatore utilizzato. Anche se i biochar presentavano differenze in alcune delle loro proprietà, un aumento di sostanza organica è risultato visibile in tutti i trattamenti, mentre non è stata riscontrata la presenza di elementi potenzialmente tossici. I risultati indicano anche un generale effetto positivo dei due tipi di biochar utilizzati sulla biodiversità fungina nelle parcelle sperimentali. Si ritiene che il biochar, per la sua microstruttura, possa avere le giuste proprietà per lo sviluppo delle ife al riparo da possibili consumatori, e che per questo stimoli la crescita dei funghi.

Successivamente sono stati valutati i benefici ambientali ottenibili attraverso l'innovativa gestione dei residui legnosi, effettuata seguendo la metodologia dell'analisi del ciclo di vita (LCA) e utile ad esaminare le possibili ripercussioni e i potenziali benefici ambientali associati con il Piano innovativo. Si specifica che i dati impiegati nell'analisi LCA e riportati nell'inventario relative alle rese di produzione del biochar dai due impianti, non tengono conto delle prove sperimentali condotte per l'ottimizzazione delle condizioni, ma si pongono nella situazione ottimale ottenuta in seguito alle prove stesse. L'analisi ha permesso di valutare che in entrambi i modelli di pirogassificazione testati lo stock di anidride carbonica nei suoli era sufficiente a compensare le emissioni associate al processo di raccolta, cippatura, trasporto, combustione e spandimento, con un maggiore stock di carbonio associato all'impianto prototipale che, per sua natura, è progettato per massimizzare la produzione di biochar.

In generale, l'aggiunta di biochar non può essere considerata una soluzione universale per migliorare la salute delle foreste. Tuttavia, può essere vantaggioso per promuovere la crescita delle piante in terreni impoveriti e ambienti degradati. Ciò rende il biochar uno strumento utile nelle foreste produttive, dove può contribuire a stabilizzare le aree con condizioni sfavorevoli, a proteggere dai cambiamenti climatici e ad alleviare gli stress associati. La scelta della materia prima e della tecnica di produzione appropriata è fondamentale per considerare le questioni di sicurezza, le implicazioni economiche e i risparmi nel trasporto e nella distribuzione.

**Data 17/05/23**

**IL RESPONSABILE SCIENTIFICO**

.....