



*Università degli Studi di Firenze*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e  
dell'Ambiente Agroforestale  
*Department of Plant, Soil and Environmental Science*

## **DETTAGLIO DELLE ATTIVITA' PROGETTUALI DEL DIPSА – UNIFI**

### **FASE 2.1 DEFINIZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE**

**Nell' ambito della FASE 2 “Valutazione della sostenibilità ambientale di una filiera legno-energia di biomasse legnose nel Mugello”**

**RISORSE IMPIEGATE:** al fine di ottimizzare i risultati minimizzando risorse umane e tempi, per questa fase sarà impiegato personale altamente qualificato e con vasta esperienza nel campo della georeferenziazione, spazializzazione, elaborazione e modellizzazione di dati territoriali. Verrà impiegato pertanto personale per un tempo complessivo rispondente a circa 2.5 mesi/uomo distribuiti nell'arco degli 8 mesi di durata della fase progettuale. Tenuto conto che il compenso per un ricercatore universitario a tempo determinato corrisponde a 3943.21 € al mese, nella seguente tabella si riportano il dettaglio dei tempi e dei costi per le attività del personale a cui vanno aggiunte 200 € per missioni e trasferte che si renderanno necessarie soprattutto nell'ambito della sottofase 2.1.1 di raccolta dati sul territorio.

<b>Fase</b>	<b>Titolo</b>	<b>Durata (mesi)</b>	<b>Mesi/uomo</b>	<b>Costo (€)</b>
2.1.1	Raccolta e organizzazione dati	3	0.6	2365
2.1.2	Georeferenziazione, spazializzazione, elaborazione dati	2	0.72	2839
2.1.3	Modellizzazione dati	2	0.72	2839
2.1.4	Interpretazione dei risultati	1	0.5	1971
Totale		8	2.54	10000

Nel dettaglio le azioni prevedono le seguenti sotto-fasi:

### **ATTIVITA'**

#### **2.1.1 RACCOLTA E ORGANIZZAZIONE DATI**

- reperimento di mappe e database relativi all'uso del suolo e, ove ritenuto necessario, sopralluoghi puntuali con il supporto di strumenti GPS, al fine di localizzare e caratterizzare (es. tipo di fitocenosi, tipo di allevamento, estensione, ecc.) i bacini di approvvigionamento delle biomasse.
- reperimento di data-set meteorologici da stazioni meteo a terra presenti nel comparto geografico oggetto di valutazione.
- reperimento di carte pedologiche e, ove ritenuto necessario, rilievi puntuali di campo condotti secondo le metodologie standard di campionamento e analisi e con il supporto di strumenti GPS, al fine di definire le caratteristiche chimico-fisiche dei suoli per le aree d'interesse.



*Università degli Studi di Firenze*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e  
dell'Ambiente Agroforestale  
*Department of Plant, Soil and Environmental Science*

d) reperimento di carte topografiche, del bacino idrografico e della rete stradale e, ove ritenuto necessario, rilievi puntuali, con il supporto di strumenti GPS, al fine di definire la condizione di viabilità ed accesso per le aree d'interesse.

e) reperimento di dati produttivi delle biomasse forestali per le aree d'interesse, con il supporto di enti competenti e associazioni di categoria, e ricerche bibliografiche al fine di individuare indici di resa e coefficienti di crescita delle specie forestali d'interesse.

Il coinvolgimento nella realtà progettuale di enti territoriali di riferimento per il settore forestale (Consorzio Forestale del Mugello) e la rete di contatti preesistente del DIPSA sul territorio e con le fonti d'informazione regionali (es. ARSIA, ARTEA, Sistema statistico e cartografico della Regione Toscana, Comunità Montane, ecc.) agevolerà la raccolta delle informazioni consentendo l'organizzazione dei dati in tempi brevi. L'esperienza del DIPSA nel campo della modellistica consentirà di aggiungere conoscenze relativamente al settore forestale per il quale, al contrario delle produzioni erbacee annuali, non sono diffusi software modellistici di simulazione delle produzioni.

**RISULTATI:** costituzione di una banca dati per i vari aspetti territoriali presi in considerazione per il territorio del Mugello.

### **2.1.2 GEOREFERENZIAZIONE, SPAZIALIZZAZIONE ED ELABORAZIONE DATI**

Non tutti i dati raccolti nella fase 2.1.1 saranno disponibili in formati atti all'elaborazione diretta con software GIS. Pertanto si procederà alla spazializzazione dei dati puntuali attraverso le metodologie più consone (es. Kriging) e alla georeferenziazione delle informazioni con il supporto di ArcGIS 9.2 portando alla creazione di layers informativi sovrapponibili in formato vettoriale o raster. Attraverso l'elaborazione degli strati informativi sarà possibile definire e classificare i bacini di approvvigionamento boschivi associando a ciascuno di essi: fitocenosi e sistema di conduzione forestale; condizioni pedo-climatiche; localizzazione, estensione e grado di frammentazione delle superfici; grado di accesso, viabilità ed acclività dei terreni.

La vasta esperienza del DIPSA maturata nel campo della georeferenziazione, spazializzazione ed elaborazione di dati territoriali con strumenti GIS consentirà, mediante l'impiego di personale qualificato, di ottimizzare i tempi e le risorse umane messe a disposizione per il progetto ottenendo come risultato un quadro della realtà territoriale e produttiva per il settore forestale basilare anche in fase di trasferimento e diffusione dell'innovazione.

**RISULTATI:** mappe georeferenziate contenenti la caratterizzazione e classificazione dei bacini di approvvigionamento di biomasse legnose insistenti sul territorio del Mugello.

### **2.1.3 MODELLIZZAZIONE DATI**

In particolare i dati raccolti al punto "e" della fase 2.1.1 saranno impiegati, assieme ai dati pedologici, climatici e topografici per stimare, con il supporto di strumenti e metodologie di modellistica agro-



*Università degli Studi di Firenze*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e  
dell'Ambiente Agroforestale  
*Department of Plant, Soil and Environmental Science*

meteorologica, le produzioni potenziali in biomasse legnose legate ai bacini di approvvigionamento identificati per il Mugello. In tale fase saranno posti a confronto quindi i coefficienti di resa e accrescimento della biomassa legnosa messi a disposizione dalla letteratura scientifica con i dati produttivi registrati sul territorio calibrando e implementando modelli delle produzioni forestali in grado di restituire un quadro realistico delle potenzialità produttive per tipologia di bacino di approvvigionamento. I risultati saranno riportati in cartografia GIS e verranno impiegati in fase di valutazione delle performance produttive del processo innovativo di produzione della biomassa attraverso il confronto tra le rese in biomassa osservate nel corso della sperimentazione e le produzioni potenziali. L'esperienza del DIPSA nel campo della modellistica consentirà inoltre di mettere a frutto le conoscenze sin'ora prodotte in questo settore relativamente alle produzioni forestali per le quali, al contrario delle produzioni erbacee annuali, non sono diffusi software modellistici di simulazione delle produzioni.

**RISULTATI:** mappe georeferenziate contenenti informazioni sui potenziali produttivi dei bacini di approvvigionamento di biomasse legnose insistenti sul territorio del Mugello.

#### **2.1.4 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI**

Sulla base delle caratteristiche territoriali e produttive dei bacini di approvvigionamento sarà possibile individuare aree omogenee. Saranno pertanto selezionate come aree campione sia superfici rappresentative, della realtà forestale del Mugello, sia marginali e su queste sarà testato e sperimentato il processo innovativo di produzione e recupero della biomassa. La corretta individuazione delle aree campione sarà indispensabile per testare l'efficienza e l'efficacia del processo proposto e fornire i presupposti per un il trasferimento dell'innovazione supportato da un'adeguata documentazione delle performance nei diversi contesti territoriali.

**RISULTATI:** mappe georeferenziate contenenti informazioni sulla localizzazione e le caratteristiche produttive e territoriali dei bacini di approvvigionamento scelti come aree campione in virtù sia della loro rappresentatività sia della loro peculiarità rispetto alle caratteristiche del territorio.

#### **FASE 2.3.1 BILANCIO EMISSIVO ED ECONOMICO**

**Nell'ambito della FASE 2.3 "Valutazione della convenienza economica ed ambientale nell'ambito della filiera legno-energia"**

**RISORSE IMPIEGATE:** al fine di ottimizzare i risultati minimizzando risorse umane e tempi, per questa fase sarà impiegato personale altamente qualificato con vasta esperienza nel settore ambientale relativamente all'impatto delle attività antropiche sulle emissioni di gas ad effetto serra (GHG) stimato mediante l'uso di metodologie riconosciute e standardizzate a livello europeo. Parallelamente sarà impiegato personale esperto nel settore economico per valutare la convenienza economica ed i tempi di recupero dell'investimento per l'innovazione. Il personale sarà impiegato per un tempo complessivo rispondente a circa 7.6 mesi/uomo distribuiti nell'arco dei 20 mesi di durata della fase progettuale. Tenuto conto che il compenso per un



ricercatore universitario a tempo determinato corrisponde a 3943.21 € al mese, nella seguente tabella si riportano il dettaglio dei tempi e dei costi per il personale. Ai costi illustrati in tabella si aggiungono: 3000 € per missioni e trasferte, legate soprattutto ai sopralluoghi e alle indagini sul territorio per la raccolta dati (sottofasi 2.3.1.1, 2.3.1.2, 2.3.1.5 e 2.3.1.6); 2000 € di beni di consumo, legate soprattutto alla fase 2.3.1.4, 3000 € di spese generali e 1000 € di hardware.

Fase	Titolo	Durata (mesi)	Mesi/uomo	Costo (€)
2.3.1.1	Raccolta dati ed inventario di input e output	2	0.60	2360
2.3.1.2	Implementazione bilanci economici e del payback period	2	1.00	3940
2.3.1.3	Interpretazione dei risultati per la valutazione della sostenibilità economica	2	0.60	2360
2.3.1.4	Test sul tenore delle emissioni inquinanti in fase di combustione	2	0.62	2440
2.3.1.5	Definizione del sistema di riferimento e attività di ricerca bibliografica	2	0.50	1960
2.3.1.6	Inventario dei costi emissivi	4	2.00	7880
2.3.1.7	Implementazione bilanci emissivi	4	1.60	6300
2.3.1.8	Interpretazione dei risultati e valutazione della sostenibilità ambientale	2	0.70	2760
Totale		20	7.61	30000

Nel dettaglio le azioni prevedono le seguenti sotto-fasi:

## **ATTIVITA'**

### **2.3.1.1 RACCOLTA DATI E INVENTARIO DEGLI INPUT-OUTPUT**

Sarà implementato un inventario, attraverso sopralluoghi in loco e la collaborazione con i partner progettuali, relativo a tutti gli input necessari sia alla produzione di cippato attraverso il processo innovativo di estrazione in bosco (fase operativa 2.2), sia secondo sistemi tradizionali. A tal proposito saranno raccolti ed organizzati dati provenienti dalle attività degli altri partner progettuali e dalle fonti informative disponibili sul territorio identificando le voci di spesa e le relative quantità consumate per ciclo produttivo nelle due tipologie di processo (innovativo e tradizionale). Per ciò che riguarda i beni a logorio totale (es. carburante, olio per motori, ecc.), inclusa la manodopera (stipendi e salari), i consumi considerati saranno quelli reali registrati dai partner aziendali; mentre per i beni a logorio parziale (es. macchinari e attrezzature) si farà riferimento ai coefficienti dell'economia forestale ed agraria. Si terrà conto di tutte le voci di costo relative alle spese per l'allestimento del cantiere in bosco, al recupero e trasporto della biomassa, alla produzione, essiccazione e stoccaggio del cippato attraverso la definizione degli elementi del sistema produttivo. Analogamente sul fronte degli output, si passerà alla raccolta ed organizzazione dati provenienti dagli altri partner progettuali e dalle fonti informative disponibili sul territorio relativamente alle rese in biomassa ottenute sia secondo processi tradizionali sia in funzione delle performance del processo innovativo e su queste basi saranno valutate le quantità di cippato prodotto per unità di input. Inoltre, per il processo innovativo, le quantità per voce di costo e ricavo saranno valutate per le diverse tipologie di bacino di



*Università degli Studi di Firenze*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e  
dell'Ambiente Agroforestale  
*Department of Plant, Soil and Environmental Science*

approvvigionamento individuate in fase 2.1.4 in base alle sperimentazioni condotte in fase 2.2, al fine di ottenere bilanci atti a valutare la convenienza all'adozione del processo nelle diverse realtà territoriali.

**RISULTATI:** Inventario contenente le voci di costo e ricavo e le relative quantità nella produzione di cippato secondo processo tradizionale e innovativo, adottato per le diverse tipologie di bacino di approvvigionamento.

### **2.3.1.2 IMPLEMENTAZIONE BILANCI ECONOMICI E DEL PAYBACK PERIOD**

Sulla base dell'analisi costi - benefici saranno implementati bilanci atti a valutare la convenienza all'adozione del processo innovativo confrontandolo con i sistemi tradizionali e stimando l'eventuale margine di risparmio legato ad un aumento delle rese o a una riduzione dei costi (es. in termini di manodopera e combustibile). Inoltre sarà effettuata la valutazione dell'investimento (capital budgeting analysis) per l'innovazione, attraverso il calcolo dei tempi di recupero con elaborazione del payback period. Saranno altresì confrontate tra loro le diverse realtà campione sperimentate e caratterizzate da diversi livelli di marginalità: visto che l'innovazione proposta offre l'opportunità di sfruttare aree ritenute marginali ai fini dell'approvvigionamento di biomassa, è importante valutare infatti la convenienza economica al recupero in base alle diverse quote, pendenze, gradi di frammentazione, accesso e viabilità ecc. delle superfici e al valore economico dei relativi input e output. Le quantità individuate in fase 2.3.1.1 saranno moltiplicate per il valore economico attribuito agli input ed output. A tal proposito, per i beni a logorio totale o fecondità semplice, a seguito di indagine di mercato sul territorio del Mugello, sarà redatta una stima del valore di mercato basata sulla media dei prezzi, mentre per i beni a fecondità ripetuta o logorio parziale (es. macchinari e attrezzature) la stima dei consumi per ciclo produttivo sarà basata sugli effettivi prezzi d'acquisto, ove disponibili, e sul relativo calcolo delle quote di ammortamento, assicurazione, reintegrazione, manutenzione. Per la metodologia di calcolo e valutazione si seguiranno le linee guida indicate nel testo riconosciuto dalla Commissione europea "Guida all'analisi costi-benefici dei progetti di investimento 2003" ([www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)).

**RISULTATI:** Bilanci economici per categoria di bacino di approvvigionamento relativi alla produzione di cippato basata su processi tradizionali e sull'adozione del processo innovativo. Valutazioni dell'investimento e definizione del payback period.

### **2.3.1.3 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI PER LA VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITA' ECONOMICA**

I risultati restituiti dalla sottofase 2.3.1.2 saranno interpretati fornendo valutazioni circa le condizioni in cui l'adozione del processo innovativo e la produzione di cippato risulta economicamente conveniente. I bilanci, computati per tipologia di bacino di approvvigionamento su cui il processo innovativo verrà sperimentato in fase 2.2, saranno estesi a tutto il territorio del Mugello attraverso il supporto di strumenti GIS e sulla base della caratterizzazione territoriale operata in fase 2.1, ottenendo mappe informative georeferenziate indicanti per aree boscate omogenee il grado di convenienza economica. In tal modo sarà possibile fornire una base informativa atta al trasferimento dell'innovazione agli utenti interessati indicando i livelli di marginalità su cui il processo risulta ancora conveniente, ad esempio in relazione alla distanza dalla rete stradale, al grado di pendenza, alla quota, ecc.. A tal proposito, le voci di bilancio saranno analizzate al fine di individuare





*Università degli Studi di Firenze*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e  
dell'Ambiente Agroforestale  
*Department of Plant, Soil and Environmental Science*

quelle che concorrono maggiormente a determinare la mancata convenienza economica, la loro relazione con le caratteristiche del bacino di approvvigionamento e le proprietà del territorio limitanti (es. aumento dei costi per la manodopera dovuto ad un aumento dei tempi di lavoro legato all'allestimento di cantieri in posizioni di difficile accesso e su superfici frammentate, oppure aumento delle spese di carburante dovute all'aumento delle distanze di trasporto dal punto di approvvigionamento a quello di stoccaggio della biomassa, ecc.). In tal modo sarà possibile fornire un quadro chiaro e dettagliato del raggio entro cui l'approvvigionamento di biomassa risulta conveniente, delle aree impiegabili, delle voci di costo per le quali è necessario trovare misure atte a contenere o minimizzare gli importi. Anche i risultati relativi al confronto tra i due processi produttivi, tradizionale e innovativo, saranno elaborati al fine di evidenziare le differenze più rilevanti in termini di voci di costo e ricavo fornendo, attraverso la stesura di un report, un quadro chiaro e lineare degli effetti economici legati dell'investimento per l'innovazione.

**RISULTATI:** Mappa del territorio con indicazioni circa la sostenibilità economica del processo di produzione di biomassa per categoria di bacino di approvvigionamento; Report contenente indicazioni circa la sostenibilità economica dell'investimento per l'innovazione.

#### **2.3.1.4 TEST SULLE EMISSIONI INQUINANTI IN FASE DI COMBUSTIONE**

Saranno realizzate prove di combustione del cippato prodotto (fase 2.2) attraverso l'uso di una caldaia appositamente predisposta (modello GILLES) di 35 kW atta a bruciare diverse pezzature di legname senza modifiche di sistema, fornita di scambiatore di calore autopulente, sistema automatico di rimozione dalla griglia e scarico delle ceneri, ignizione automatica di aria calda, sistema di sicurezza e sistema di controllo dell'output in continuo. Per ciò che riguarda quest'ultimo aspetto il processo di combustione sarà monitorato mediante un data-logger CAMPBELL CR-1000 in grado di acquisire informazioni, per mezzo di apposite sonde, circa i tassi di flusso registrando le quantità di biomassa combustibile in ingresso, l'energia termica sviluppata ed il tenore di fumi e ceneri corrispondenti. Inoltre la stufa è in grado di acquisire informazioni sulla temperatura dei fumi e l'efficienza della combustione con misura delle concentrazioni principalmente di CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e polveri, senza escludere l'introduzione di sonde aggiuntive per il monitoraggio delle emissioni di NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub>. Le prove saranno condotte con cippato proveniente da diversi bacini di approvvigionamento a diverse pezzature e tempi di recupero; i test di combustione saranno ripetuti almeno tre volte con un ciclo continuo di monitoraggio sulla stessa partita di materiale. I dati registrati saranno organizzati, elaborati ed interpretati fornendo una relazione sul tenore di emissioni inquinanti, sulla composizione dei fumi, sulle quantità di ceneri e scorie sottoprodotti per unità di energia prodotta.

**RISULTATI:** Report contenente valutazioni circa la qualità del cippato alla combustione (tenore di ceneri e scorie), l'impatto in termini di gas inquinanti per unità di energia prodotta, l'influenza del tipo di biomassa originaria e delle dimensioni del cippato su questi parametri.



*Università degli Studi di Firenze*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e  
dell'Ambiente Agroforestale  
*Department of Plant, Soil and Environmental Science*

### **2.3.1.5 DEFINIZIONE DEL SISTEMA DI RIFERIMENTO E ATTIVITA' DI RICERCA BIBLIOGRAFICA**

Al fine di valutare la sostenibilità ambientale del processo di produzione del cippato attraverso il calcolo delle emissioni inquinanti e clima alteranti con metodologia LCA il primo passo consiste nell'analisi del sistema produttivo per il quale vanno stabiliti i confini, ovvero gli input ed output che si intendono considerare in base agli obiettivi preposti: per gli input infatti non vanno considerati solamente i costi emissivi legati al loro impiego diretto nel processo produttivo ma debbono essere presi in considerazione anche gli impatti ambientali indiretti legati alla loro produzione o sintesi, stoccaggio e trasporto; analogamente tra gli output vanno considerate oltre alle emissioni legate all'utilizzo del prodotto finale (combustione della biomassa legnosa) anche i sottoprodotti o scarti/rifiuti del processo ed i relativi costi ambientali di smaltimento. In questa prima fase, sulla base degli obiettivi preposti, si procederà pertanto all'analisi della filiera del cippato suddividendola nelle unità funzionali (relative all'estrazione e trasporto della biomassa, alla produzione, essiccazione, stoccaggio e combustione del cippato), e identificandone le componenti di input ed output ed i processi secondari legati, nel primo caso, alla loro origine, e, nel secondo caso, al loro impiego o smaltimento. Una volta stabiliti i confini del sistema oggetto di valutazione si porterà avanti un'attività di ricerca bibliografica sui costi emissivi associati alla produzione/sintesi degli input o allo smaltimento/utilizzo degli output. A tal fine saranno presi in considerazione studi e ricerche della letteratura scientifica, relativa alle valutazioni di impatto ambientale di prodotti e processi, e le direttive europee o i documenti programmatici nel settore ambientale e delle certificazioni ambientali riconosciuti a livello internazionale. Saranno altresì stabilite le unità di misura di riferimento (es. CO<sub>2</sub> equivalenti per unità), tali da consentire la comparabilità dei risultati, dei dati e delle informazioni necessarie.

**RISULTATI:** Schema delle unità funzionali del sistema produttivo considerato e dei processi secondari legati alla filiera del cippato, con relativo elenco degli output (prodotti, sottoprodotti, rifiuti e scarti) e degli input; database relativo ai costi emissivi trovati in bibliografia coinvolti nel processo di produzione/sintesi degli input e utilizzo/smaltimento degli output convertiti alle medesime unità di misura.

### **2.3.1.6 INVENTARIO DEI COSTI EMISSIVI**

I costi emissivi legati a input ed output risultati dalla ricerca bibliografica saranno analizzati e valutati al fine di ottenere un valore medio per ciascun elemento il più possibile coerente rispetto alla realtà studiata. Tale fase include quindi la valutazione delle fonti di informazione o dei metodi di reperimento delle stesse con valutazione della loro affidabilità questo permetterà di ottenere dal database iniziale un inventario attendibile con la compilazione di schede informative contenenti i valori, relativi ai costi emissivi elementi e delle unità funzionali del sistema, che verranno usate nell'implementazione del bilancio. I dati primariamente tenuti in considerazione saranno quelli rilevati sperimentalmente nel corso del progetto (primary data) e



*Università degli Studi di Firenze*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e  
dell'Ambiente Agroforestale  
*Department of Plant, Soil and Environmental Science*

secondariamente si terrà conto invece dei dati derivati da letteratura o da appositi software di calcolo (secondary data) vagliando e confrontando le informazioni provenienti da fonti diverse.

A tal fine saranno confrontate tra loro le informazioni ottenute in fase 2.3.1.5, i dati derivanti dai test in caldaia portati a termine in fase 2.3.1.4, quanto restituito dall'analisi del sistema produttivo attraverso i coefficienti di default forniti dall'apposito software SimaPro 7. SimaPro 7 è uno strumento professionale che permette di raccogliere, analizzare e monitorare la performance ambientale di prodotti o servizi. Con SimaPro è possibile modellare e analizzare cicli di vita complessi mediante approccio LCA (Life Cycle Assessment) in modo trasparente e sistematico, seguendo le norme ISO 14040. Ne risulterà un inventario, specchio del modello analogico semplificato, ma il più possibile rappresentativo del sistema reale, che verrà tenuto in considerazione in fase di bilancio. L'inventario computerà l'assegnazione degli input e degli output ai sottosistemi o sottoprocessi identificati e l'associazione dei carichi ambientali ai vari elementi di input (materie prime, energia) e output (prodotti, co-prodotti, sotto-prodotti) sulla base delle loro proprietà fisico-chimiche e dei costi, energetici ed ambientali, gravanti sui processi necessari alla loro produzione e trasporto prendendo in esame per ciascun elemento. Tali attività saranno svolte tenendo conto sia della filiera del cippato supportata dal processo innovativo sia della filiera tradizionale.

**RISULTATI:** Definizione dei modelli analogici semplificati e rappresentativi dei sistemi reali ed inventario dei carichi emissivi ad essi correlati.

### **2.3.1.7 IMPLEMENTAZIONE BILANCI EMISSIVI**

L'inventario riportante i costi emissivi del sistema sarà impiegato per implementare bilanci atti a confrontare il modello produttivo innovativo ed il modello convenzionale atto all'ottenimento del medesimo prodotto. Inoltre i carichi emissivi legati alla filiera del cippato saranno posti a confronto con quelli legati alle tonnellate equivalenti di petrolio (Tep), secondo un modello di approvvigionamento energetico da fonti fossili. Alla voce "positiva" del bilancio quindi saranno assegnate le emissioni risparmiate con l'uso di cippato in sostituzione di quantitativi energeticamente equivalenti di combustibili fossili. Sulla base delle rese energetiche valutare in fase 2.3.1.4 pertanto si andranno a calcolare le tonnellate equivalenti di petrolio (Tep) e per quest'ultime saranno stimati i carichi emissivi legati non soltanto alla combustione dei derivati del petrolio ma a tutta la sua filiera. Al fine di attribuire il carico emissivo legato ai Tep saranno condotte ricerche bibliografiche supportate da studi e ricerche della letteratura scientifica, relativi alle valutazioni di impatto ambientale dei combustibili fossili, e le direttive europee o i documenti programmatici nel settore ambientale e delle certificazioni ambientali riconosciuti a livello internazionale. A differenza di quanto previsto nelle precedenti fasi progettuali, il sistema produttivo del petrolio non sarà scomposto ed analizzato in unità funzionali ed elementi di input ed output ma la ricerca bibliografica mirerà a trovare i carichi emissivi attribuiti all'intera filiera nel suo complesso. Tale fase porterà quindi alla creazione di un database con i valori riportati dalle diverse fonti che sarà analizzato e posto a confronto con i risultati restituiti dal software SimaPro 7 ottenendo, attraverso procedimento di vagliatura e valutazione analogo a quello svolto in





*Università degli Studi di Firenze*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e  
dell'Ambiente Agroforestale  
*Department of Plant, Soil and Environmental Science*

fase 2.3.1.6, ad un valore medio indicativo del carico emissivo legato alle tonnellate equivalenti di petrolio impiegabili in sostituzione del cippato.

**RISULTATI:** Bilanci delle emissioni relativi alla produzione di energia attraverso l'uso di biomasse legnose ottenute secondo processi tradizionali e secondo processi innovativi posti a confronto con i carichi emissivi legati alla filiera dei combustibili fossili atti a produrre le tonnellate equivalenti di petrolio.

### **2.3.1.8 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI E VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE**

I risultati delle precedenti fasi progettuali saranno interpretati al fine di individuare le soluzioni per il miglioramento del sistema attraverso la riduzione degli elementi associati al maggior carico emissivo per unità. Inoltre sulla base della variazione degli input produttivi, stimata in fase di bilancio economico (2.3.1.1, 2.3.1.2, 2.3.1.3) e legata alle diverse tipologie di bacino di approvvigionamento, saranno implementati i bilanci emissivi associati all'adozione del processo innovativo nelle diverse situazioni territoriali. Questo sarà possibile modificando alcune delle voci dei più complessi bilanci strutturati in fase 2.3.1.7 in relazione al variare delle quantità di input diretti coinvolti nel processo produttivo. In tal modo, oltre ai risultati restituiti dalla fase 2.3.1.7, sarà possibile attribuire un valore di sostenibilità ambientale, e non soltanto economica, per bacino di approvvigionamento. Tale lavoro consentirà di identificare le criticità legate alle caratteristiche del territorio che si ripercuotono sui carichi energetici del sistema (es. incremento dei costi legato ad aumenti delle distanze di trasporto tra punto di approvvigionamento ed impiego della biomassa; incremento dei costi relativi per la diminuzione del grado di ottimizzazione del processo di recupero in bosco causata da minori rese per unità di superficie o maggior grado di frammentazione dei terreni). Inoltre tale attività costituirà di per sé una verifica delle possibilità di impiegare i bilanci emissivi implementati in fase 2.3.1.7 come strumenti da calibrare per vagliare la sostenibilità energetica della filiera del cippato nelle diverse situazioni.

I risultati derivanti saranno tradotti in formato cartografico mediante strumenti GIS.

**RISULTATI:** Mappa del territorio contenente indicazioni sul livello di sostenibilità ambientale per bacino di approvvigionamento in termini di emissioni di gas inquinanti e clima-alternati legate alla produzione ed impiego di cippato attraverso processo innovativo.

### **FASE 3.3.1 BILANCIO EMISSIVO ED ECONOMICO**

**Nell'ambito della FASE 3.3 "Valutazione della sostenibilità ambientale ed economica del sistema prototipale"**

**RISORSE IMPIEGATE:** al fine di ottimizzare i risultati minimizzando risorse umane e tempi, per questa fase sarà impiegato personale altamente qualificato con vasta esperienza nel settore ambientale relativamente all'impatto delle attività antropiche sulle emissioni di gas ad effetto serra (GHG) stimato mediante l'uso di metodologie riconosciute e standardizzate a livello europeo. Parallelamente sarà impiegato personale esperto



nel settore economico per valutare la convenienza economica ed i tempi di recupero dell'investimento per l'innovazione. Il personale sarà impiegato per un tempo complessivo rispondente a circa 10 mesi/uomo distribuiti nell'arco dei 13 mesi di durata della fase progettuale. L'attività progettuale richiederà una maggior concentrazione di risorse in termini di personale rispetto ai tempi e rappresenterà uno snodo cruciale nell'integrazione delle informazioni provenienti dalle parallele fasi 3.3.1 e 4.1. Tenuto conto che il compenso per un ricercatore universitario a tempo determinato corrisponde a 3943.21 € al mese, nella seguente tabella si riportano il dettaglio dei tempi e dei costi per il personale. Ai costi illustrati in tabella si aggiungono: 3800 € per missioni e trasferte, legate soprattutto ai sopralluoghi e alle indagini sul territorio per la raccolta dati (sottofasi 3.3.1.1, 3.3.1.2, 2.3.1.4 e 2.3.1.5); 6500 € di spese generali; 2000 € di beni di consumo. Analogamente a quanto illustrato nella fase 2.3.1 presentiamo nel dettaglio le sotto-fasi previste per le azioni progettuali:

<b>Fase</b>	<b>Titolo</b>	<b>Durata (mesi)</b>	<b>Mesi/uomo</b>	<b>Costo (€)</b>
3.3.1.1	Raccolta dati ed inventario di input e output	2	1.20	4730
3.3.1.2	Implementazione bilanci economici e del payback period	2	1.20	4730
3.3.1.3	Interpretazione dei risultati per la valutazione della sostenibilità economica	1.5	1.00	3940
3.3.1.4	Definizione del sistema di riferimento e attività di ricerca bibliografica	2	1.85	7290
3.3.1.5	Inventario dei costi emissivi	2	1.85	7290
3.3.1.6	Implementazione bilanci emissivi	2	1.80	7090
3.3.1.7	Interpretazione dei risultati e valutazione della sostenibilità ambientale	1.5	1.20	4730
Totale		13	10.1	39800

### **ATTIVITA'**

Per i dettagli sulle attività, le specifiche riguardanti le metodologie adottate ed i risultati di ciascuna sotto-fase si rimanda ai paragrafi descritti precedentemente per la fase 2.3.1, in quanto la valutazione di sostenibilità ambientale ed economica relativa all'investimento per il sistema innovativo aziendale seguirà specularmente i stessi passaggi previsti per la valutazione del processo innovativo di produzione della biomassa. In tabella riportiamo le corrispondenze relative al dettaglio delle attività per le fasi 3.3.1 e 2.3.1

<b>Fase 3.3.1</b>	<b>Corrispondenza nella Fase 2.3.1</b>
3.3.1.1	2.3.1.1
3.3.1.2	2.3.1.2
3.3.1.3	2.3.1.3
3.3.1.4	2.3.1.5
3.3.1.5	2.3.1.6
3.3.1.6	2.3.1.7
3.3.1.7	2.3.1.8

Nello specifico, i bilanci economici ed emissivi avranno lo scopo di porre a confronto l'approvvigionamento energetico aziendale tradizionale, da fonti fossili, e quello a biomasse, secondo il sistema prototipale e



*Università degli Studi di Firenze*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e  
dell'Ambiente Agroforestale  
*Department of Plant, Soil and Environmental Science*

innovativo proposto, individuando i costi economici ed i carichi emissivi legati alla produzione delle medesime quantità di energia termica ed elettrica attraverso le due tipologie di processo. Si giungerà dunque all'analisi di sostenibilità economica ed ambientale per le specifiche parti di filiera legate alla produzione di foraggi (soddisfacimento dei fabbisogni energetici dell'unità di essiccazione) e alla produzione di latte (soddisfacimento dei fabbisogni energetici per i locali di mungitura). Analogamente alla fase 2.3.1, saranno messi a punto dei bilanci economici ed emissivi in grado di rappresentare strumenti di valutazione per contesti aziendali analoghi attraverso la calibrazione delle voci dirette di input o output sulla base delle diverse quantità di risorse impiegate o prodotte. Questo consentirà di estendere i risultati ottenuti per l'azienda oggetto di studio a tutto il territorio sulla base di quanto parallelamente prodotto dal progetto in fase 4.1 "Studio della rete per il trasferimento dei risultati progettuali a realtà analoghe" (fase 4 Trasferimento e divulgazione dei risultati). Analogamente alla fase 2.3.1, infatti, il sistema aziendale ed i processi produttivi oggetto di valutazione saranno scomposti in unità funzionali ed elementi di input/output, ciò consentirà di valutare l'incidenza sui bilanci di ogni singolo elemento e quindi l'impatto sulla sostenibilità economica e ambientale di variazioni correlate alle caratteristiche aziendali tracciate in fase 4.1 rispetto all'azienda di riferimento.

**RISULTATI.** Le attività connesse a ciascuna sotto-fase realizzeranno i seguenti risultati:

**Fase 3.3.1.1** Inventario contenente le voci di costo/ricavo e le relative quantità nella produzione di foraggi e latte secondo sistemi di approvvigionamento energetico tradizionali e innovativi, adottato per l'azienda di riferimento e per categoria di azienda in funzione delle dimensioni, del tenore delle produzioni e dei consumi, della distanza dal centro di distribuzione del prodotto energetico.

**Fase 3.3.1.2** Bilanci economici per l'azienda di riferimento e per categoria aziendale relativamente al soddisfacimento dei fabbisogni energetici delle unità foraggere e lattiero-casearie attraverso sistemi tradizionali ed innovativi. Valutazioni dell'investimento per l'innovazione e definizione del payback period.

**Fase 3.3.1.3** Mappa del territorio con indicazioni circa la sostenibilità economica del sistema innovativo per categoria di azienda; Report contenente indicazioni circa la sostenibilità economica dell'investimento per l'innovazione.

**Fase 2.3.1.4** Schema delle unità funzionali dei sistemi produttivi considerati e dei processi secondari legati all'unità foraggera e lattiera, con relativo elenco degli output (prodotti, sottoprodotti, rifiuti e scarti) e degli input; database relativo ai costi emissivi trovati in bibliografia coinvolti nel processo di produzione/sintesi degli input e utilizzo/smaltimento degli output convertiti alle medesime unità di misura.

**Fase 2.3.1.5** Definizione dei modelli analogici semplificati e rappresentativi dei sistemi reali ed inventario dei carichi emissivi ad essi correlati.

**Fase 2.3.1.6** Bilanci delle emissioni relativi al soddisfacimento dei fabbisogni energetici delle unità produttive aziendali (foraggere e zootecniche) attraverso l'uso del sistema innovativo e secondo processi tradizionali (combustibili fossili).



*Università degli Studi di Firenze*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e  
dell'Ambiente Agroforestale  
*Department of Plant, Soil and Environmental Science*

**Fase 2.3.1.7** Mappa del territorio contenente indicazioni sul livello di sostenibilità ambientale per categoria di azienda in termini di emissioni di gas inquinanti e clima-alternati legate alla produzione ed impiego di energia termica ed elettrica mediante adozione del sistema innovativo.

## **FASE 4.2 DIVULGAZIONE E TRASFERIMENTO**

### **Nell'ambito della FASE 4 "Trasferimento e divulgazione dei risultati"**

Di seguito riportiamo lo schema delle risorse di personale impiegate nella divulgazione e trasferimento dei risultati tenuto conto che sarà impiegato un ricercatore universitario a tempo determinato per un costo mensile di 3943.21 €. Sono inoltre previste spese generali per 500 €, di missione pari a 200 € per le fasi 4.2.4 e 4.2.5, di materiali di consumo pari a 3000 per la fase 4.2.2.

<b>Fase</b>	<b>Titolo</b>	<b>Durata (mesi)</b>	<b>Mesi/uomo</b>	<b>Costo (€)</b>
4.2.1	Protocollo per il trasferimento dei risultati	3	0.58	2300
4.2.2	Produzione di materiale divulgativo	3	0.61	2400
4.2.3	Diffusione di materiale divulgativo su web	3	0.25	1000
4.2.4	Presentazione dei risultati e diffusione del materiale divulgativo	3	0.51	2000
4.2.5	Organizzazione di incontri e diffusione del materiale divulgativo	3	0.51	2000
4.2.6	Creazione punto informativo	3	0.25	1000
Totale		18	2.71	10700

## **ATTIVITA'**

### **4.2.1 PROTOCOLLO PER IL TRASFERIMENTO DEI RISULTATI**

Tra le attività previste dal progetto, ruolo strategico assume la promozione e disseminazione dei risultati poiché tra le finalità della proposta vi è la diffusione ed il trasferimento dell'innovazione alle singole realtà aziendali, così come al contesto territoriale del Mugello e a realtà analoghe della Regione Toscana. Il piano di divulgazione prevede pertanto la diffusione sia dei risultati progettuali, ovvero dei sistemi d'innovazione di prodotto e di processo delineati e le relative valutazioni, sia di un protocollo contenente le metodologie, conoscenze e tecnologie impiegate per la messa a punto del modello di filiera proposto. Il protocollo includerà una valutazione del territorio, sulla base delle informazioni pervenute dalle precedenti fasi di progetto, dal punto di vista delle potenzialità produttive in biomasse del comparto forestale e di impiego del comparto agricolo, che consentirà di delineare i distretti energetici, e quindi le realtà analoghe a quella

Di.P.S.A. - Piazzale delle Cascine 18 – 50144 Firenze

**Direzione:** Tel.: +39/055-3288382 Fax: +39/055-333273 – mail: [paolo.nannipieri@unifi.it](mailto:paolo.nannipieri@unifi.it)

**Sezione Agronomia e Gestione del Territorio**– Tel. e Fax.: +39/055-3288298/351); Fax: +39/055-332472

**Sezione Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta** – Tel.: +39/055-3288323 Fax: +39/055-333273

**Sezione Coltivazioni Arboree** – Tel.: +39/055-4574000 Fax: +39/055-4574017



*Università degli Studi di Firenze*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e  
dell'Ambiente Agroforestale  
*Department of Plant, Soil and Environmental Science*

oggetto di sperimentazione, nei quali sono presenti i presupposti per il trasferimento dei risultati e verso cui quindi saranno rivolte azioni mirate di divulgazione e diffusione dei risultati.

**RISULTATI:** Protocollo per il trasferimento dei risultati contenente le informazioni circa i distretti di approvvigionamento ed impiego della biomassa identificati sul territorio e per questi la descrizione delle azioni di divulgazione mirate

#### **4.2.2 PRODUZIONE DI MATERIALE DIVULGATIVO**

Materiale a carattere divulgativo sarà prodotto, presentato e diffuso in occasione di convegni ed incontri a tema, sia di stampo scientifico che tecnico. A tal fine è prevista la stesura, e produzione, in idoneo numero di copie, di un report finale nel quale saranno illustrati: il contesto territoriale su cui si inserisce l'iniziativa, il protocollo delle metodologie e tecnologie adottate, i risultati relativi alle innovazioni e le rispettive valutazioni in termini di sostenibilità economica, energetica ed ambientale. Analogamente saranno prodotti più schematici booklet e brochure.

**RISULTATI:** Materiale divulgativo in formato cartaceo e digitale.

#### **4.2.3 DIFFUSIONE DI MATERIALE DIVULGATIVO SU WEB**

La documentazione prodotta sarà inserita su siti web sia correlati alle attività dei soggetti scientifici e dei partner territoriali coinvolti, sia specifici sul tema delle biomasse, delle fonti rinnovabili e della tutela dell'ambiente (es. [www.sicoter.it](http://www.sicoter.it), [www.climaesostenibilita.it](http://www.climaesostenibilita.it), [www.cibic.unifi.it](http://www.cibic.unifi.it), [www.dipsa.unifi.it](http://www.dipsa.unifi.it), [www.osservatoriokyoto.it](http://www.osservatoriokyoto.it), [www.cm-mugello.fi.it](http://www.cm-mugello.fi.it), ecc.). Inoltre, con il supporto di newsletter e mailing list, si usufruirà del web per diffondere la documentazione inerente mediante contatto diretto con i singoli utenti (es. aziende agricole, agenti di filiera) e possibili beneficiari.

**RISULTATI:** Definizione del network su web e diffusione del materiale divulgativo.

#### **4.2.4 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI E DIFFUSIONE DEL MATERIALE DIVULGATIVO**

Ai fini di una divulgazione ad ampio raggio, i risultati progettuali saranno presentati nel corso di convegni di rilievo locale, regionale e nazionale, mediante presentazione orale o poster, oltre ad essere diffusi ampiamente mediante la pubblicazione di articoli su riviste di settore a carattere tecnico-divulgativo (es. L'Informatore Agrario, Terra e Vita, ecc.).

**RISULTATI:** Seminari e convegni a carattere tecnico-scientifico e divulgativo; poster e presentazioni articoli di carattere scientifico e tecnico-divulgativo.

#### **4.2.5 ORGANIZZAZIONE DI INCONTRI E DIFFUSIONE DEL MATERIALE DIVULGATIVO**

Nello specifico della realtà del Mugello, saranno organizzati incontri e seminari con il supporto degli altri partner territoriali e degli enti locali di riferimento per il settore agro-forestale (es. Comuni, Consorzi Agrari, Associazioni di categoria, CNA), rivolti alla rete dei soggetti coinvolti nella filiera legno-energia, alle aziende agricole e più in generale ai possibili beneficiari delle innovazioni.





*Università degli Studi di Firenze*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e  
dell'Ambiente Agroforestale  
*Department of Plant, Soil and Environmental Science*

**RISULTATI:** : Incontri territoriali a carattere tecnico-scientifico e divulgativo.

#### **4.2.6 CREAZIONE PUNTO INFORMATIVO**

Creazione di un supporto informativo presso A1.

**RISULTATI:** Punto informativo per i soggetti locali interessati

#### **COLLABORAZIONE CON GLI ALTRI PARTNER E SUPPORTO ALLE ALTRE ATTIVITA' PROGETTUALI**

Oltre a quanto descritto nel seguente documento il DIPSA supporterà le attività degli altri partner apportando dove necessario le proprie conoscenze in campo agronomico e relativamente al settore forestale per l'organizzazione di un protocollo atto al monitoraggio dei parametri d'interesse e al rilievo dati necessari all'implementazione dei bilanci, nel corso della fase 2.2 "Messa a punto del sistema di raccolta", 3.1 "Progettazione e dimensionamento delle componenti del sistema prototipale", 3.2.2 "Installazione e sperimentazione in azienda del sistema prototipale". Inoltre il DIPSA supporterà le azioni di integrazione dei risultati svolte dal partner P5 in fase 4.1 "Definizione della rete per il trasferimento dei risultati progettuali a realtà analoghe" fornendo i dati e le informazioni necessarie alla definizione dei distretti energetici sostenibili.