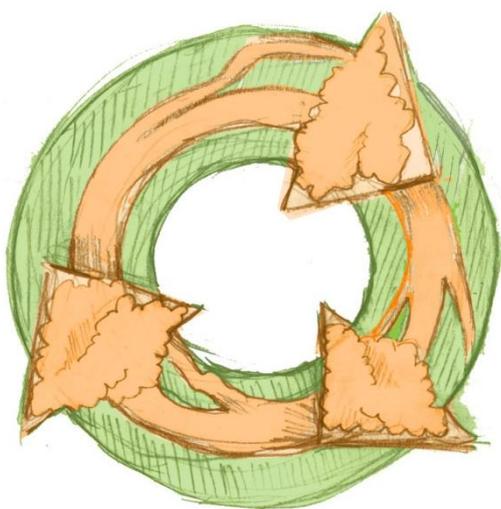


ANALISI DEL CICLO DI VITA (LCA – LIFE CYCLE ASSESSMENT) DI CONFRONTO TRA UTILIZZO DEL LEGNO POST-CONSUMO PER LA PRODUZIONE DI UN PANNELLO GREZZO IN LEGNO TRUCIOLARE E PER IL RECUPERO ENERGETICO



Sintesi tecnica

Redazione



eAmbiente

*c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA
edificio Auriga - via delle Industrie, 9
30175 Marghera (VE)*

*Tel. 041 5093820, Fax 041 5093886
www.eambiente.it, info@eambiente.it*

Data: aprile 2014

Revisione 00

SOMMARIO

SOMMARIO	2
1. INTRODUZIONE	3
1.1 Oggetto dello studio.....	3
1.2 L'analisi del ciclo di vita (LCA)	3
2. CONTESTO PRODUTTIVO.....	6
2.1 Le aziende produttrici del pannello truciolare grezzo	6
2.2 Il riciclo del legno, il legno post consumo	7
2.3 Il quadro giuridico.....	7
2.4 Il pannello truciolare grezzo	9
2.5 Impianti alimentati a biomassa.....	10
2.6 La produzione energetica	11
3. ANALISI DEL CICLO DI VITA	12
3.1 Introduzione.....	12
3.2 Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione	12
3.2.1 Generale	12
3.2.2 Obiettivi dello studio.....	12
3.2.3 Waste framework directive	13
3.2.4 Campo di applicazione dello studio.....	14
3.2.5 Tipi di impatto considerati.....	19
3.2.6 Aspetti particolari per la modellizzazione della CO ₂	20
4. RISULTATI	29
4.1 IPCC 2007 GWP	29
4.1.1 Caratterizzazione Stabilimento produzione pannello grezzo	29
4.1.2 Caratterizzazione Centrale a biomasse.....	30
4.1.3 Confronti tra i due sistemi	31
4.2 EPD 2008	32
4.2.1 Confronto tra i due sistemi.....	32
4.3 ReCiPe.....	33
4.3.1 Stabilimento produzione pannello grezzo.....	33
4.3.2 Centrale a biomasse	34
4.3.3 Confronto tra i due sistemi.....	35
5. CONCLUSIONI	37

I. INTRODUZIONE

I.1 OGGETTO DELLO STUDIO

Il presente rapporto riepiloga i risultati ottenuti da uno studio di LCA (Analisi del Ciclo di Vita - Life Cycle Assessment) utilizzando le indicazioni contenute negli standard UNI EN ISO 14040:2006 e UNI EN ISO 14044:2006, effettuato sulla filiera di recupero del legno ai fini di produzione di un pannello truciolare grezzo nel distretto del Casalasco Viadanese, i cui massimi rappresentanti industriali sono Gruppo Mauro Saviola Srl, Frati Luigi Spa e SAIB Spa.

La presente sintesi tecnica si compone di:

- inquadramento della metodologia LCA;
- inquadramento normativo delle attività di riciclaggio e recupero;
- descrizione dei sistemi indagati;
- risultati dello studio LCA di confronto.

Lo studio mira a indagare ed identificare le prestazioni ed i contributi ambientali derivanti dalla differente gestione del legno post-consumo, tra la produzione di un pannello grezzo in legno truciolare (R3) e il recupero energetico tramite combustione (operazione R1). Lo scenario di distribuzione è quello riferito al flusso di prodotti in Italia.

I.2 L'ANALISI DEL CICLO DI VITA (LCA)

Il Life Cycle Assessment (LCA) è una metodologia per la valutazione degli impatti dei carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo o un'attività, effettuato attraverso l'identificazione dell'energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente. La valutazione include l'intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo l'estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, l'eventuale riuso, l'eventuale riciclo e lo smaltimento finale.

In questo modo gli impatti ambientali da considerare e sui quali agire non sono solo quelli relativi alla fase di produzione, ma anche quelli associati alle attività a monte e a valle del processo produttivo andando a coprire tutti gli stadi del ciclo di vita. Dai risultati di una LCA è quindi possibile valutare complessivamente gli impatti.

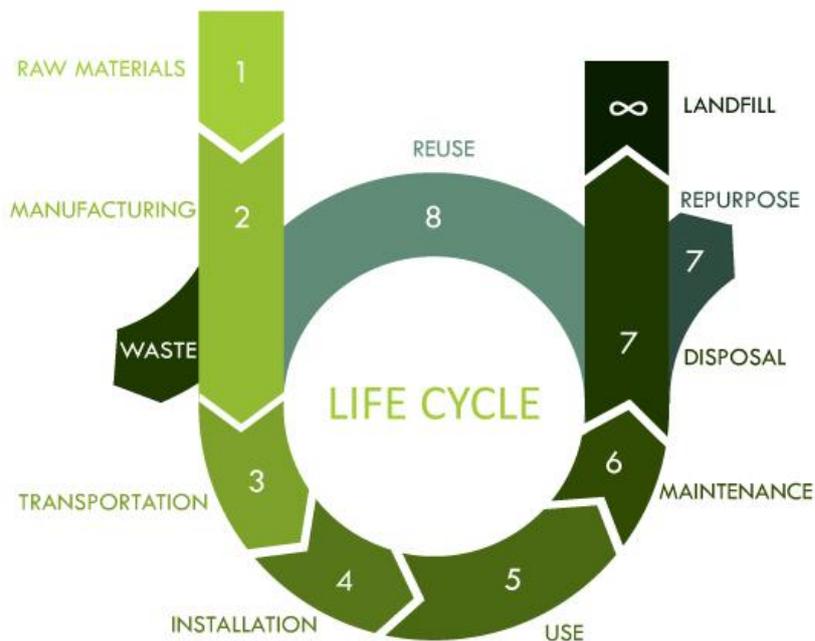


Figura I.1. Schema di un LCA.

Teorizzato negli anni '60 del XX secolo, oggi l'uso della LCA si sta estendendo anche alla piccola e media industria grazie a una crescente comprensione del suo campo di applicazione e dei benefici che può dare. Gli studi di LCA non interessano solamente l'impresa, ma anche la pubblica amministrazione e la società civile tutta. L'obiettivo generale di una LCA è valutare gli impatti ambientali associati alle varie fasi del ciclo di vita di un prodotto, nella prospettiva di un miglioramento ambientale di processi e prodotti. La caratteristica fondamentale di LCA è costituita dal modo assolutamente nuovo di affrontare l'analisi dei sistemi industriali: dall'approccio tipico dell'ingegneria tradizionale, che privilegia lo studio separato dei singoli elementi dei processi produttivi, si passa ad una visione globale del sistema produttivo, in cui tutti i processi di trasformazione, a partire dall'estrazione delle materie prime fino allo smaltimento dei prodotti a fine vita, sono presi in considerazione in quanto partecipano alla realizzazione della funzione per la quale essi sono progettati.

Il Life Cycle Assessment è applicato seguendo le norme internazionali ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006 che ne definiscono le fasi dell'analisi (Figura I.2):

- Definizione degli obiettivi, del campo di applicazione e dei confini del sistema;
- Fase di analisi di inventario – LCI (Life cycle inventory);
- Fase di analisi e valutazione degli impatti – LCIA (Life Cycle Impact Assessment);
- Interpretazione dei risultati e valutazione dei miglioramenti.

I risultati ottenuti hanno permesso di individuare gli aspetti e le fasi più significative del ciclo di vita dei sistemi indagati.

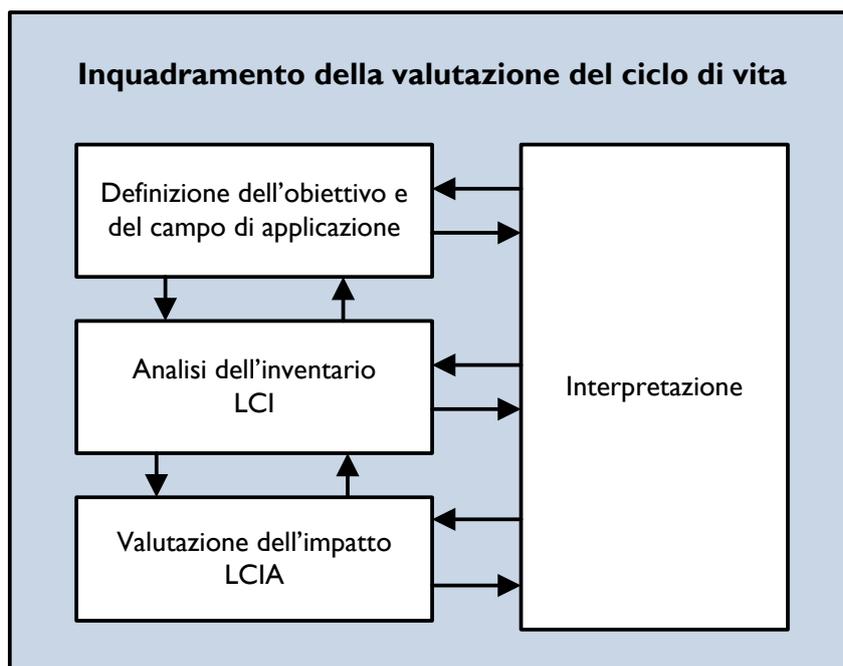


Figura 1.2. Fasi principali di un LCA.

Riassumendo gli obiettivi dell'LCA sono:

- definire un quadro completo delle interazioni con l'ambiente di un prodotto o di un servizio mediante l'analisi su svariate categorie di impatto;
- migliorare continuamente il sistema produttivo, andando quindi al di là del rispetto delle norme cogenti grazie ad interventi di tipo preventivo per individuare soluzioni sempre più ecologiche.

La logica di Analisi del Ciclo di Vita è sempre più diffusa a livello istituzionale, che la recepisce nella normativa, nella legislazione, nei regolamenti. Si tratta infatti di una metodologia che consente di valutare in maniera il più possibile oggettiva gli impatti e può dare un importante contributo nell'individuazione delle strategie di riduzione dell'impatto.

2. CONTESTO PRODUTTIVO

2.1 LE AZIENDE PRODUTTRICI DEL PANNELLO TRUCIOLARE GREZZO

Gruppo Mauro Saviola Srl

Il Gruppo Mauro Saviola è la *business unit* di riferimento per il mondo del legno ed è la più grande azienda italiana di produzione di pannelli truciolari e nobilitati, la più grande azienda di riciclo di legno da post-consumo al mondo.

Storicamente l'Azienda ha prodotto i pannelli truciolari grezzi e nobilitati utilizzando legno da colture dedicate. L'idea di utilizzare legno post-consumo viene implementata nel 1997, anno in cui le linee di macinazione dei tronchi vengono smantellate e viene integrata a monte del ciclo produttivo l'unità di rigenerazione delle materie prime legnose. Da quel momento il pannello truciolare viene prodotto al 100% con legno post-consumo.

Luigi Frati Spa

Il Gruppo Frati è uno dei più importanti produttori italiani di pannelli truciolati, MDF (sia grezzi che nobilitati melaminici) ad alta pressione, in diverse tipologie per applicazioni differenziate. L'azienda pone una rilevante attenzione alla costanza qualitativa dei propri prodotti, alla continua ricerca progettuale e stilistica: questo coadiuvandosi del valido aiuto di esperti professionisti nel campo dell'architettura, del design e del colore.

Frati Luigi S.p.A è da sempre attenta alla promozione della "eco-compatibilità" dei propri prodotti come sintetizzato nel marchio distintivo del Gruppo dove sono richiamati i principi base del proprio operato: recupero controllato, alta tecnologia, garanzia di qualità.

SAIB Spa

SAIB è oggi una delle principali aziende di truciolare in Italia ed esporta in tutto il mondo. Il *core business* del gruppo SAIB è la produzione di pannelli truciolari grezzi e nobilitati.

Negli anni SAIB ha ampliato la propria gamma di prodotti specializzandosi nella nobilitazione. Il pannello nobilitato, un pannello grezzo rivestito con carte decorative, permette al truciolare di diventare un prodotto finito, in grado di essere utilizzato direttamente nella realizzazione di mobili. La continua ricerca di nuovi decorativi e di nuove tendenze nel campo degli applicativi, hanno permesso a SAIB di diventare un partner strategico per i principali mobilifici italiani che fanno moda nel mondo.



Figura 2.1. Loghi delle aziende produttrici del pannello truciolare grezzo.

2.2 IL RICICLO DEL LEGNO, IL LEGNO POST CONSUMO

Lo standard *FSC-STD-40-004 V2-1 EN FSC Standard for Chain of Custody Certification* dell'Ente di Normazione FSC® (Forest Stewardship Council®), il quale si occupa di promuovere la corretta gestione delle foreste nel mondo e la perpetuazione di tale valore lungo la filiera produttiva, definisce il legno post consumo.

Tabella 2.1. Definizione di materiale post consumo secondo FSC®.

Post-consumer reclaimed material: material that is reclaimed from a consumer or commercial product that has been used for its intended purpose by individuals, households or by commercial, industrial and institutional facilities in their role as end-users of the product.

Materiale di recupero post-consumo: materiale che viene recuperato da un consumatore o da un prodotto commerciale che è stato utilizzato per gli scopi previsti dai singoli, dalle famiglie o dalle strutture commerciali, industriali e istituzionali nel loro ruolo di utilizzatori finali del prodotto.

Il grande volume di legno che annualmente giunge a fine vita in Italia ha da tempo indotto i Consorzi, gli Enti e l'industria ad attivare filiere di raccolta e recupero di questa materia prima. Recuperare il legno significa evitare colture dedicate per l'approvvigionamento ed evitare consumo di suolo, emissione di gas serra (dovuti alla decomposizione) e risorse con lo smaltimento in discarica o emissioni dovute all'incenerimento.

Alcuni esempi di produttori di legno post consumo sono la Grande Distribuzione Organizzata i mercati ortofrutticoli, la grande industria (pallet), il piccolo artigiano, i cantieri edili (impalcature, travi, assi, tavole). Sono inoltre rifiuti di legno le potature e le manutenzioni del verde urbano.



Figura 2.2. Esempi di legno recuperabile post consumo.

2.3 IL QUADRO GIURIDICO

Dal punto di vista giuridico, è fondamentale distinguere tra legno materiale vergine e legno rifiuto o sottoprodotto.

Le biomasse sono sempre più spesso nel dibattito politico e al centro di scelte strategiche del tessuto produttivo nazionale. Gli impianti alimentati a biomassa presenti in Italia sono impianti recenti o a riconversione recente, che si inseriscono nella filiera di approvvigionamento di legno materiale vergine e legno rifiuto o sottoprodotto già appannaggio di realtà industriali dedicate al recupero del legno, come il Gruppo Mauro Saviola Srl, Frati Luigi Spa e SAIB Spa.

La linea di demarcazione sotto il profilo autorizzativo ed amministrativo tra biomassa vergine, biomassa rifiuto e biomassa sottoprodotto si può ricostruire come segue: l'articolo 2, comma 1, lettera e), Dlgs 28/2011, nell'ampliare la precedente definizione fornita dal Dlgs 387/2003 (entrambi aventi come tema l'energia), definisce la biomassa come *“la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali ed animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, non ch  la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani”*.

La legislazione propriamente “ambientale” non definisce la biomassa ma solo i “rifiuti organici”.   soggetta alla normativa vigente in materia di rifiuti la combustione di materiali e sostanze che non sono conformi all'allegato X alla parte Quinta del Dlgs 152/2006. Non basta pertanto che il materiale sia biomassa per produrre energia nel rispetto dei valori previsti dal Dlgs 152/2006 (nello specifico Parte III dell'Allegato I alla Parte V) e per poter essere ricevuto come “non rifiuto”, quindi senza tracciabilit  cartacea o informatica. Occorre, altres , che tale materiale sia censito nell'Allegato X alla parte V del Dlgs 152/2006, Parte II, sezione 4, paragrafo 1. Ma anche ove tale requisito sia soddisfatto, occorre un passo ulteriore; infatti, anche se la biomassa   citata nell'Allegato X, ma non deriva da processi destinati alla sua produzione oppure non ricade nelle esclusioni del campo di applicazione della disciplina sui rifiuti, occorre dimostrare che   un sottoprodotto, come individuato dagli articoli 183, comma 1, lettera qq) e 184-bis, comma 1, Dlgs 152/2006.

Tabella 2.2. Terminologia del quadro giuridico.

Rifiuto	Si definisce "rifiuto" qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie riportate nell'Allegato A (alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/06) e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi.
Sottoprodotto	Qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa le condizioni di cui all'articolo 184- bis, comma 1, o che rispetta i criteri stabiliti in base all'articolo 184-bis, comma 2 del Dlgs. 205/2010 1. la sostanza o l'oggetto � originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non � la produzione di tale sostanza od oggetto; 2. � certo che la sostanza o l'oggetto sar� utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi; 3. la sostanza o l'oggetto pu� essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale; 4. l'ulteriore utilizzo � legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porter� a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.
Materia prima secondaria (cessazione della qualifica di rifiuto).	1. Un rifiuto cessa di essere tale, quando � stato sottoposto a un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo, e soddisfa i criteri specifici, da adottare nel rispetto delle seguenti condizioni: a) la sostanza o l'oggetto � comunemente utilizzato per scopi specifici; b) esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto; c) la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti; d) l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porter� a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.

All'interno della filiera del legno rifiuto, è importante fare una precisazione di carattere assoluto sulla **natura degli scarti**.

Il **legno trattato** è legno che nel processo di lavorazione viene trattato con sostanze estranee (vernici, colle ecc.). Per obbligo di legge gli scarti vanno gestiti come rifiuto (individuazione del CER, compilazione del FIR ecc.) e avviati a impianti autorizzati alla gestione o al recupero dei medesimi (autorizzazioni semplificate/ordinarie). Lo stoccaggio di questi deve essere effettuato in luogo distinto a quello degli scarti di legno vergine.

Legno vergine/non trattato è legno che nel processo di lavorazione non viene trattato con sostanze estranee (vernici, colle ecc.). Gli scarti di legno vergine possono essere gestiti per volontà del produttore come rifiuto non trattato o come materie prime, MPS o sottoprodotto a seconda del rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa vigente.

2.4 IL PANNELLO TRUCIOLARE GREZZO

Il pannello truciolare in legno è utilizzato principalmente per la produzione di mobili, rivestimenti, allestimenti, pareti e locali pubblici.

Le dimensioni del pannello oggetto del presente studio sono: larghezza 2 metri, lunghezza 4 metri e spessore 18 millimetri.



Figura 2.3. Dettaglio del pannello truciolare grezzo.

Le particelle legnose di cui è costituito il pannello, hanno differente granulometria. Le più grosse vengono posizionate alla parte centrale, mentre le più fini all'esterno, garantendo una superficie compatta. Le particelle vengono tenute insieme grazie alla lavorazione di formatura e pressatura e alle resine a basso contenuto di formaldeide.

Il prodotto dello stabilimento produttivo del distretto Casalasco Viadanese ha diverse certificazioni specifiche, tra cui FSC® Recycled relativo alla gestione forestale e Catas Quality Award Formaldeide E1 che "Attesta la rispondenza del pannello truciolare grezzo alle normative europee in fatto di emissione di formaldeide".

2.5 IMPIANTI ALIMENTATI A BIOMASSA¹

Per “biomassa” si intende “*la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall’agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l’acquacoltura, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani*” (DLgs 28/2011). Tale definizione include una vastissima gamma di materiali, vergini o residui di lavorazioni agricole e industriali, che si possono presentare in diversi stati fisici, con un ampio spettro di poteri calorifici. Le soluzioni impiantistiche variano per tipo di biomasse, tecnologia utilizzata e prodotto finale (solo energia elettrica, combinata con produzione di calore, solo energia termica). Ad esempio, la combustione diretta della biomassa in forni appositi può avvenire in sospensione, su griglia fissa o mobile, su letto fluido. Carbonizzazione, pirolisi e gassificazione sono processi più raffinati e complessi che permettono di ottenere combustibili intermedi solidi, liquidi e gassosi, più puri rispetto alla fonte di partenza, facilitando l’esercizio dell’impianto e il rispetto delle normative ambientali. Le centrali termoelettriche alimentate da biomasse solide o liquide effettuano la conversione dell’energia termica, contenuta nella biomassa, in energia meccanica e successivamente in energia elettrica. Le taglie delle centrali possono variare dalle medie centrali termoelettriche alimentate da biomasse solide, solitamente da cippato di legno, sino ai piccoli gruppi elettrogeni alimentati da biocombustibili liquidi.

Al di là di una fase preliminare di trattamento della biomassa, gli impianti termoelettrici a biomasse sono abbastanza simili a quelli alimentati con combustibili tradizionali.

Le tipologie impiantistiche più diffuse sono le seguenti:

- impianti tradizionali con forno di combustione della biomassa solida, caldaia che alimenta una turbina a vapore accoppiata ad un generatore;
- impianti con turbina a gas alimentata dal syngas da biomasse in ciclo semplice o combinato con turbina a vapore;
- impianti termoelettrici ibridi, che utilizzano biomasse e fonti convenzionali (il caso più frequente è la co-combustione della biomassa e della fonte convenzionale nella stessa fornace);
- impianti, alimentati da biomasse liquide (oli vegetali, biodiesel), costituiti da motori accoppiati a generatori (gruppi elettrogeni).

Per impianto di produzione alimentato da fonti rinnovabili si intende il sistema integrato di opere e macchinari finalizzati alla produzione di energia elettrica costituito da uno o più gruppi di generazione.

¹ GSE (2012). *Rapporto Statistico 2011. Impianti a fonti rinnovabili*. Gestore Servizi Energetici, 2012.

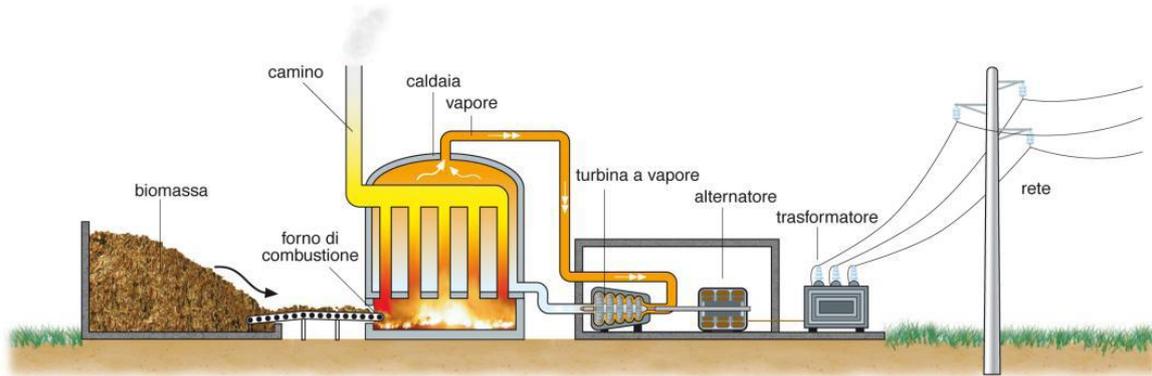


Figura 2.4. Impianto alimentato a biomassa.

2.6 LA PRODUZIONE ENERGETICA

La produzione di energia elettrica considerata per il presente confronto LCA è determinata in funzione della quantità di legno necessaria alla produzione del pannello truciolare grezzo. Il confronto vuole infatti evidenziare gli impatti ambientali dovuti al recupero energetico (attività R1: utilizzazione principale come combustibile o come altro mezzo per produrre energia) con quelli dovuti all'utilizzo della medesima quantità di legno per la produzione del pannello truciolare grezzo (R3: riciclo/recupero di sostanze organiche non utilizzate come solventi).

3. ANALISI DEL CICLO DI VITA

3.1 INTRODUZIONE

Di seguito viene riportata la struttura metodologica dello studio LCA svolto, seguendo i punti suggeriti dallo standard UNI EN ISO 14044:2006.

3.2 DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI E DEL CAMPO DI APPLICAZIONE

3.2.1 GENERALE

Gli obiettivi e il campo di applicazione sono di seguito descritti e sono stati ridefiniti durante lo svolgimento dello studio stesso, in una logica di continuo riesame.

3.2.2 OBIETTIVI DELLO STUDIO

L'obiettivo del presente studio è stato quello di effettuare un confronto tra la pratica di recupero del legno post-consumo per la produzione di pannelli truciolari grezzi (attività R3: riciclo/recupero di sostanze organiche non utilizzate come solventi) e ai fini energetici (attività R1: utilizzazione principale come combustibile o come altro mezzo per produrre energia).

L'attività R3 (riciclo/recupero di sostanze organiche non utilizzate come solventi) è il ciclo di lavorazione proprio dello stabilimento di produzione del pannello truciolare grezzo.

Le motivazioni che hanno spinto a commissionare questo studio LCA sono la ricerca del confronto delle prestazioni ambientali della produzione del pannello truciolare, con la filiera concorrente di approvvigionamento di legno post-consumo; la filiera in questione è quella collegata alla produzione di energia tramite combustione di biomassa da rifiuti legnosi. Lo studio permette inoltre di individuare le fasi del ciclo di vita caratterizzate da maggiori criticità ambientali, potendo perciò intervenire, sulle fasi più impattanti al fine di ridurre l'impatto ambientale del pannello truciolare.

Destinatari dello studio

I destinatari dello studio sono l'azienda stessa, interessata a conoscere le prestazioni ambientali del prodotto e a confrontarle con la produzione di energia da combustione di rifiuti legnosi e biomassa; i privati cittadini, interessati a conoscere gli impatti ambientali delle pratiche di riciclo e recupero del legno post-consumo e i legislatori.

Utilizzo dei risultati in dichiarazioni comparative

Gruppo Mauro Saviola Srl, Frati Luigi Spa e SAIB Spa intendono utilizzare lo studio per sostenere il concetto europeo sulla corretta gestione dei rifiuti, confrontando l'utilizzo del legno post-consumo per il recupero energetico con la produzione di un pannello grezzo in legno.

3.2.3 WASTE FRAMEWORK DIRECTIVE

La Direttiva 2008/98/CE Waste Framework Directive relativa ai rifiuti stabilisce definizioni e regole per la gestione dei rifiuti dell'Unione Europea.

L'articolo 1 presenta "Oggetto e ambito di applicazione":

La presente direttiva stabilisce misure volte a **proteggere l'ambiente e la salute umana** prevedendo o riducendo gli impatti negativi della produzione e della gestione dei rifiuti, riducendo gli impatti complessivi dell'uso delle risorse e migliorandone l'efficacia.

L'articolo 3 presenta le definizioni utilizzate nella Direttiva, tra queste la distinzione tra "riciclaggio" e "recupero" è definita come segue:

"Riciclaggio": qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i materiali di rifiuto sono ritrattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini. Include il ritrattamento di material organico ma non il recupero di energia né il ritrattamento per ottenere materiali da utilizzare quali combustibili o in operazioni di riempimento;

"Recupero": qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile sostituendo altri materiali che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione o di prepararli ad assolvere tale funzione, all'interno dell'impianto o nell'economia in generale.

L'articolo 4 presenta la "Gerarchia dei rifiuti":

1. La seguente gerarchia dei rifiuti si applica quale ordine di priorità della normativa e della politica in materia di prevenzione e gestione dei rifiuti:

- a) prevenzione;
- b) preparazione per il riutilizzo;
- c) riciclaggio;
- d) recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia;
- e) smaltimento;

2. Nell'applicare la gerarchia dei rifiuti di cui al paragrafo 1, gli Stati membri adottano misure volte ad incoraggiare le opzioni che danno il miglior risultato ambientale complessivo. **A tal fine può essere necessario che flussi di rifiuti specifici si discostino dalla gerarchia laddove ciò sia giustificato dall'impostazione in termini di ciclo di vita in relazione agli impatti complessivi della produzione della gestione di tali rifiuti.**

Il processo produttivo del Gruppo Mauro Saviola Srl, di Frati Luigi Spa e SAIB Spa si configura pertanto come operazione di "riciclaggio", mentre l'operazione di incenerimento della biomassa (recupero energetico) si configura come operazione di "recupero", un gradino sotto nella piramide della

gerarchia della gestione dei rifiuti. Risulta pertanto evidente che, dal punto di vista metodologico suggerito dalla Direttiva 2008/98/EC, l'approccio di riciclaggio è preferibile all'approccio di recupero.



Figura 3.1. Gerarchia di gestione dei rifiuti. Fonte: <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>

3.2.4 CAMPO DI APPLICAZIONE DELLO STUDIO

3.2.4.1 Generale

Nella definizione del campo di applicazione del presente studio, è necessario descrivere i sistemi studiati. Nel caso di attività di riciclaggio ai fini produttivi verrà esposto e modellizzato il caso dello stabilimento di produzione del pannello truciolare grezzo, mentre nel caso impianti di produzione energetica a biomasse verrà esposto e modellizzato un impianto a biomassa del quale si è potuto reperire una Autorizzazione Integrata Ambientale riportante tutte le informazioni necessarie.

Nella fase di approvvigionamento la comparazione è stata eseguita sullo scenario di raccolta del legno da dati dello stabilimento di produzione pannello grezzo, estesi anche al caso dell'impianto biomasse.

Infatti, lo scopo del presente studio LCA è quello di indagare lo scenario previsionale qualora le centrali a biomassa per produzione energetica italiane iniziassero ad approvvigionarsi sempre di più dai centri di raccolta dei rifiuti legnosi per il riciclo del legno anziché dalle abituali fonti di legno vergine e colture dedicate.

Pertanto, nello scenario di approvvigionamento la comparazione eseguita non è esattamente una fotografia della situazione attuale (lo è per lo stabilimento di produzione pannello grezzo, ma non per l'impianto a biomasse generico), ma si tratta di uno scenario LCA previsionale. Lo scenario previsionale presume che l'attuale rifiuto (destinato a riciclo R3) cominci ad andare progressivamente nella filiera delle biomasse (destinato a recupero R1).

■ Attività R3 – Stabilimento di produzione pannello grezzo

3.2.4.1.1 Le fasi di produzione di pannello truciolare grezzo

Per quanto riguarda i processi produttivi considerati, valutati e modellizzati nel caso dello stabilimento di produzione del pannello truciolare grezzo del Casalasco Viadanese e distinti in flussi in ingresso, fase di lavorazione e flussi in uscita.

Le lavorazioni sono le seguenti: stoccaggio all'aperto o stoccaggio al chiuso, separazione materiali per

densità (vasca), miscelazione legno di frazioni differenti, premacinatura lenta, deferrizzazione, cippatura, trasporto verso e da silos di stoccaggio, selezione pezzatura tramite sistema a dischi ed eliminazione rifiuti leggeri, pulizia materiale, stoccaggio, raffinazione materiale, essiccazione, vibrovagliatura, pulizia, trasporto verso e da silos di stoccaggio, resinatura, pre-pessatura, pressatura, taglio in lunghezza, rifilatura bordi, calibrazione spessore, trasporto a magazzino di stoccaggio.

■ Attività RI – Centrale a biomasse

3.2.4.1.2 Le fasi di produzione di energia da biomasse

L'impianto qui modellizzato, per essere comparato con la produzione di pannello truciolare grezzo, è una centrale elettrica alimentata esclusivamente a biomasse, provenienti da attività di raccolta assimilabili a quelle condotte nello stabilimento di produzione del pannello truciolare grezzo mediante le modalità di centro di raccolta e raccolta diretta. Si tratta di un impianto tradizionale con forno di combustione della biomassa solida ed una caldaia che alimenta una turbina a vapore accoppiata ad un generatore.

Le lavorazioni sono le seguenti: stoccaggio biomassa all'aperto o in sili, riduzione a pezzatura adatta (cippatura), deferrizzazione, vagliatura, triturazione per riduzione volumetrica, alimentazione del forno a griglia mobile, produzione calore da caldaie, produzione vapore che alimentano le turbine di generazione elettrica.

3.2.4.2 Unità funzionale

L'unità funzionale (U.F.) è quel termine di riferimento, definito e misurabile, che permette di associare consumi di energia e materia e rilasci in ambiente; nello specifico la norma UNI EN ISO 14040 la definisce nel seguente modo:

“L'unità funzionale definisce la quantificazione della funzioni identificate (caratteristiche di prestazione) del prodotto. Lo scopo principale dell'unità funzionale (U.F.) è di fornire un riferimento a cui legare gli elementi in ingresso e in uscita”.

■ Attività R3 – Stabilimento di produzione pannello grezzo

Nell'indagine dell'impianto dello stabilimento di produzione del pannello truciolare grezzo l'unità funzionale dello studio è il legno contenuto in 1m³ di pannello truciolare grezzo (spessore 18mm), il quale è ottenuto tramite l'utilizzo di 649,34 chilogrammi di legno post consumo.

■ Attività RI – Centrale a biomasse

Nell'indagine dell'impianto a biomasse di confronto, l'unità funzionale dello studio è la medesima, per garantire la comparabilità. In questo caso, pertanto, l'unità funzionale sono 649,34 chilogrammi di legno post consumo in ingresso alla caldaia i quali, a seguito del processo (combustione di legno ai fini di produzione energetica), producono 406,657 KWh.

3.2.4.3 Confini del sistema

3.2.4.3.1 Generale

I confini del sistema determinano le unità di processo che occorre includere nell'analisi LCA. Per unità di processo si intende quella parte di sistema che trasforma le materie prime o i materiali intermedi, in ingresso, in un prodotto in uscita, tramite l'utilizzo di materiali ed energia e concorrendo all'eventuale rilascio di inquinanti nell'ambiente.

■ Attività R3 – Stabilimento di produzione pannello grezzo

Gli aspetti inclusi entro i confini del sistema di produzione del pannello truciolare grezzo, rispetto a ciascuna fase del ciclo di vita, sono riportati di seguito:

- Fase di approvvigionamento delle materie prime e rifiuti: estrazione e lavorazione delle materie prime, chemicals e rifiuti, trasporto allo stabilimento del Casalasco Viadanese.
- Fase di manutenzione ordinaria degli impianti.
- Fase di produzione del pannello truciolare grezzo presso lo stabilimento del Casalasco Viadanese: consumi energetici, consumi idrici, consumi di combustibili fossili, produzione di rifiuti e rilasci in ambiente.

■ Attività R1 – Centrale a biomasse

Gli aspetti inclusi entro i confini del sistema di combustione della biomassa a fini energetici (sistema definito "Combustione biomassa"), rispetto a ciascuna fase del ciclo di vita, sono riportati di seguito:

- Fase di approvvigionamento delle materie prime e rifiuti: estrazione e lavorazione delle materie prime, chemicals e rifiuti, trasporto allo stabilimento di produzione energetica.
- Fase di manutenzione ordinaria degli impianti.
- Fase di produzione di energia elettrica: consumi energetici, consumi idrici, consumi di combustibili fossili, produzione di rifiuti e rilasci in ambiente.

L'analisi del ciclo di vita perciò si definisce "from cradle to gate", dalla culla al cancello dello stabilimento produttivo in uscita, del prodotto finito.

Si è deciso di escludere le fasi di trasporto del pannello truciolare grezzo, la conseguente fase d'uso e la dismissione a fine vita. Questo è dovuto al fatto che lo studio mira ad indagare il confronto tra la produzione di un pannello grezzo in legno post-consumo e il recupero energetico derivante dal medesimo legno. Includendo anche la fase di trasporto, uso e fine vita si andrebbero ad espandere i confini del sistema includendo altre variabili non confrontabili con il recupero energetico.

Per chiarire meglio questi aspetti di confini del sistema, va sottolineato che la fase di approvvigionamento delle materie prime e rifiuti verrà modellizzata in maniera identica per entrambe le soluzioni (attività R1 e attività R3); tutto ciò col fine di confrontare il *core process* dei sistemi, produzione del pannello truciolare grezzo e produzione di energia elettrica da biomassa, assumendo che la filiera di approvvigionamento sia la medesima.

■ Attività R3 – Stabilimento di produzione pannello grezzo

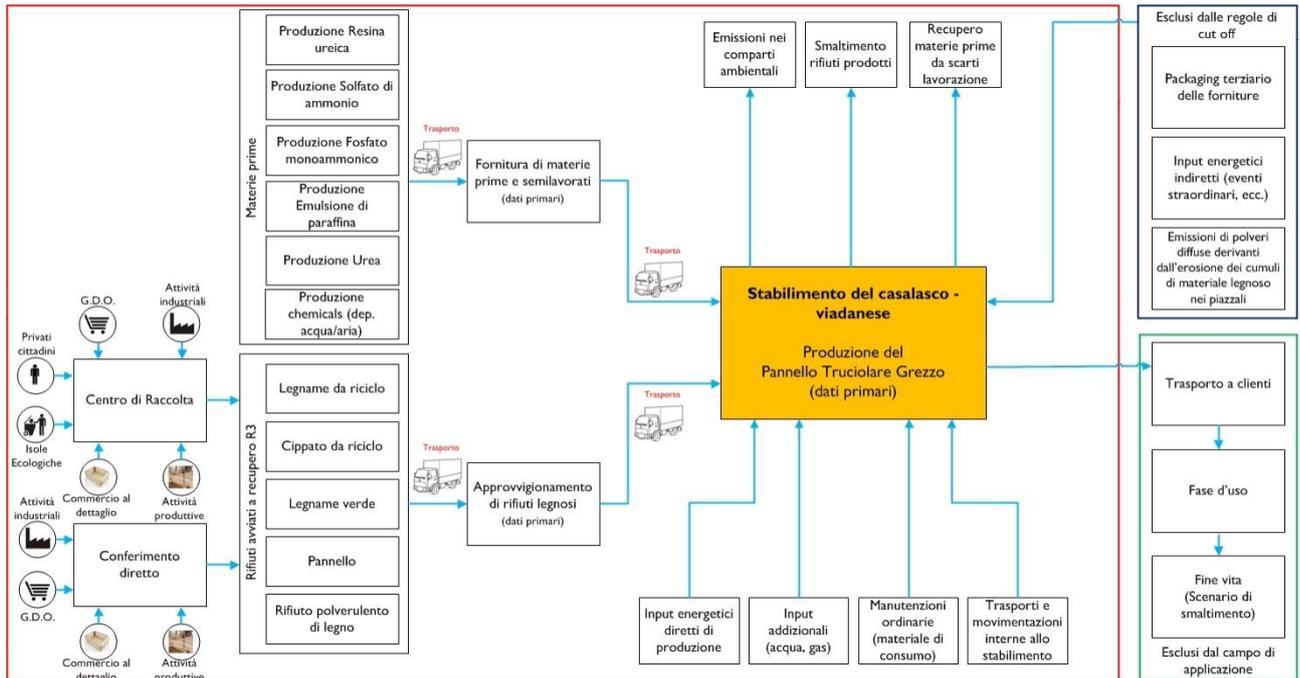


Figura 3.2. Confini del sistema (in rosso) dello studio LCA del Pannello truciolare grezzo. Nei riquadri blu e verde gli aspetti esclusi rispettivamente da regole di cut-off e dal campo di applicazione.

■ Attività RI – Centrale a biomasse

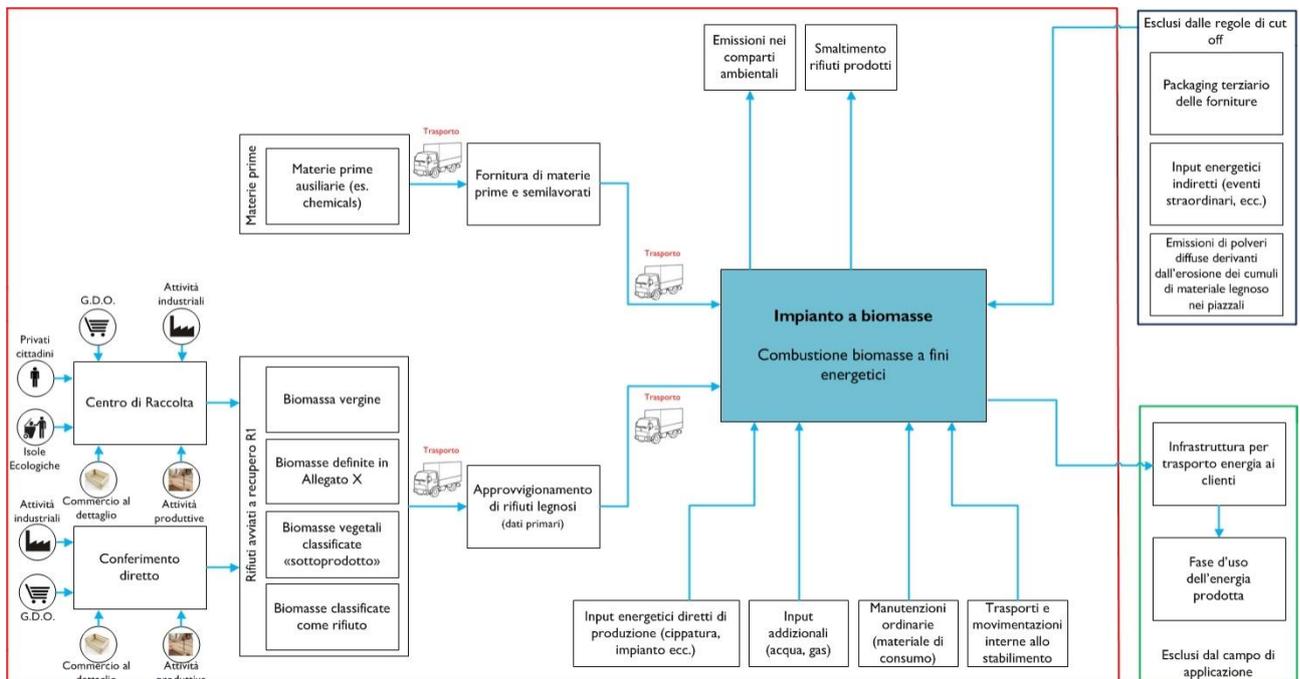


Figura 3.3. Confini del sistema (in rosso) dello studio LCA della combustione di biomasse in impianto. Nei riquadri blu e verde gli aspetti esclusi rispettivamente da regole di cut-off e dal campo di applicazione.

3.2.4.3.2 Aspetti metodologici particolari

Come espresso al paragrafo precedente, i confini del sistema in ingresso vengono posti nella fase di approvvigionamento del legno rifiuto in entrambi gli scenari posti a confronto. Ciò significa che il sistema viene indagato a partire dal momento in cui si genera il rifiuto, inteso nel senso giuridico del termine. Da questo momento in poi, vengono imputati i carichi ambientali relativi ai trattamenti (raffinazione, cippatura ecc.) nonché i trasporti.

Il sistema in uscita, invece, ha il suo confine nel momento in cui viene prodotto il bene di consumo: nel primo caso la produzione del pannello truciolare grezzo 18mm, nel secondo caso la produzione di energia dalla combustione delle biomasse. La comparabilità dei sistemi è possibile grazie all'approccio adottato nella scelta dell'unità funzionale (si veda paragrafo 3.2.4.2).

Un aspetto fondamentale è la traduzione di questa scelta tecnica di indagine nell'analisi modellistica. Pertanto, poiché il legno rifiuto è il risultato di un processo tecnologico (denominato "tecnosfera" nel linguaggio di modellizzazione LCA) di altri processi produttivi, sarebbe ingiusto farsi carico degli impatti ambientali del materiale stesso, poiché, sia lo Stabilimento di produzione pannello grezzo che la Centrale a biomasse di confronto stanno svolgendo un'azione di recupero e ad esse vanno quindi imputati certamente i costi ambientali delle operazioni di trasformazione (trasporti, cippatura ecc.) ma non quelle relative all'input da natura, ossia la materia prima. Non solo, nel caso dell'attività svolta dallo Stabilimento di produzione pannello grezzo va imputato l'impatto positivo dell'azione di recupero a lungo termine, la quale non si limita a recuperare il legno rifiuto per utilizzarlo immediatamente in un processo di combustione (Centrale a biomasse), ma mantiene in modo duraturo all'interno del prodotto l'azione di recupero (e, nella fattispecie, il sequestro di CO₂) nel tempo.

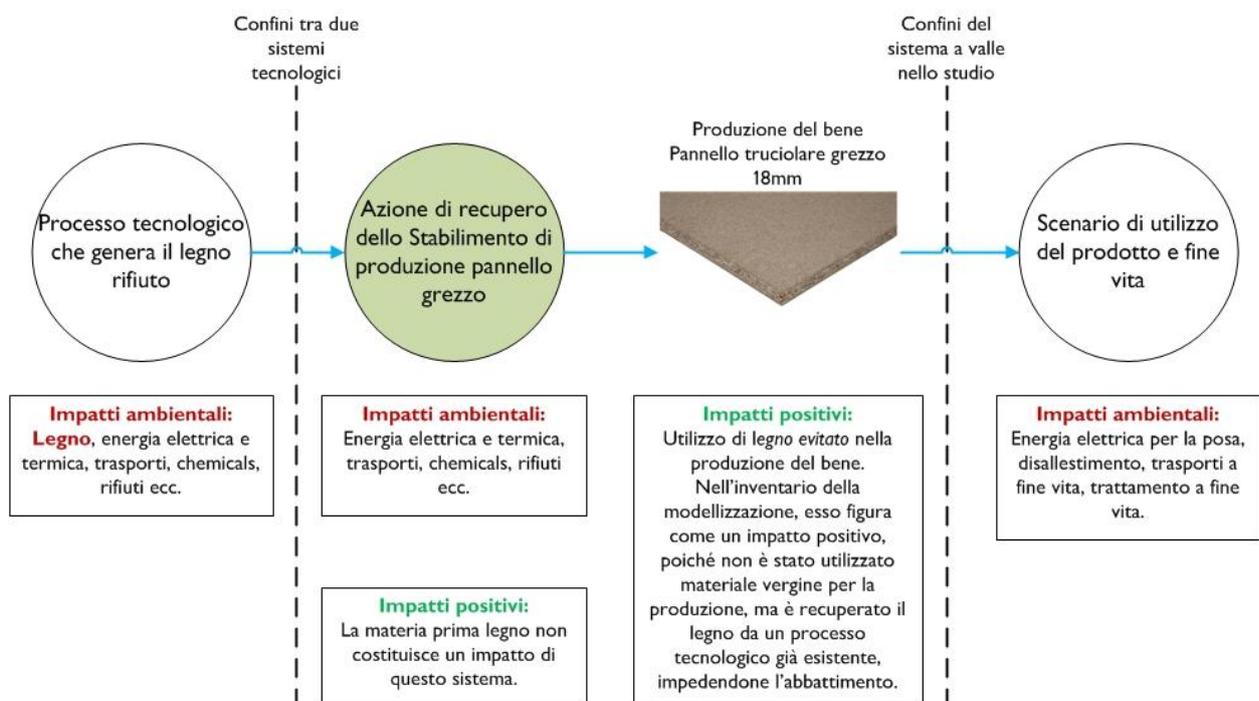


Figura 3.4. Dettagli dell'approccio metodologico nel conteggio degli impatti positivi e negativi della risorsa legno vergine e legno rifiuto; il caso dello stabilimento di produzione pannello grezzo.

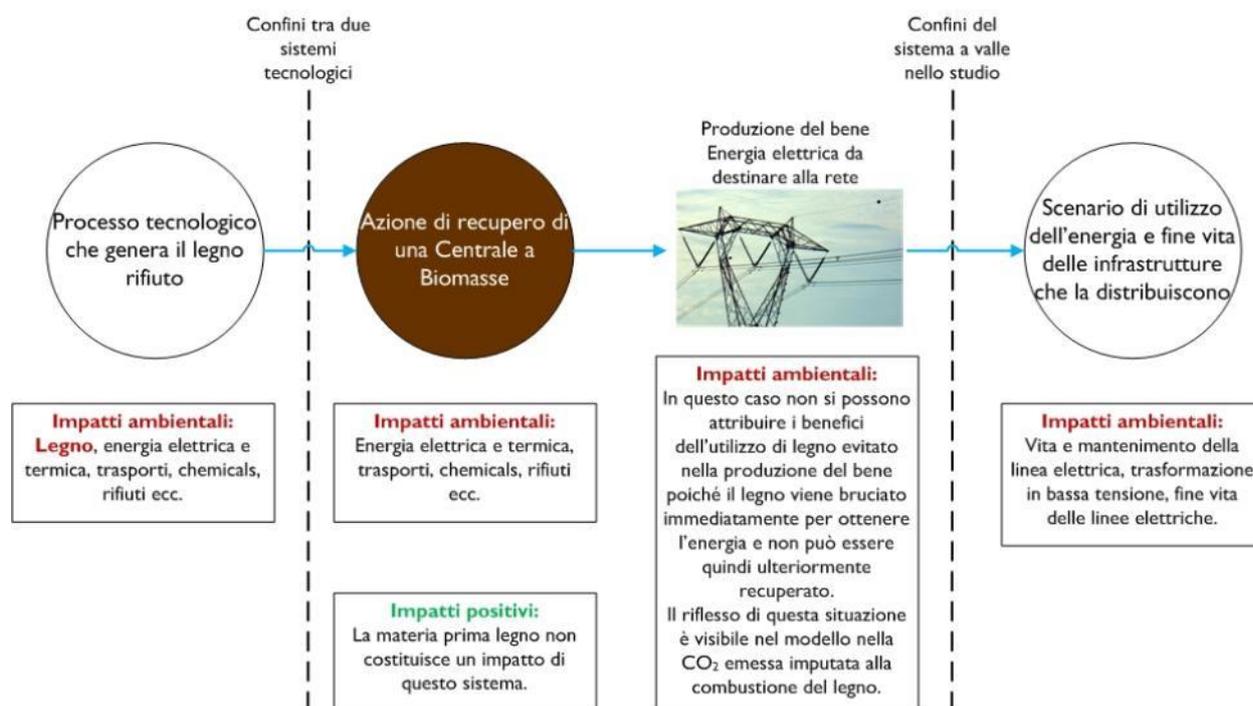


Figura 3.5. Dettagli dell'approccio metodologico nel conteggio degli impatti positivi e negativi della risorsa legno vergine e legno rifiuto; il caso della Centrale a biomasse.

3.2.5 TIPI DI IMPATTO CONSIDERATI

Il software adottato per l'elaborazione dei dati è stato il SimaPro versione 8.0.I analyst, strumento ad oggi tra i più diffusi per le applicazioni di LCA. È strutturato in modo tale da seguire le varie fasi del ciclo di vita del prodotto e permette di selezionare diversi metodi di analisi degli impatti a seconda delle categorie su cui si vuole focalizzare la valutazione.

Nell'elaborazione dei risultati, sono state utilizzate tre metodologie:

- IPCC 2007 GWP 100a, versione 1.02
- EPD 2008, versione 1.04
- ReCiPe Endpoint, versione 1.04

La scelta dei due metodi è da ricondursi alla volontà di ottenere risultati espressi in maniera differente, ossia in termini di midpoint ed endpoint:

- Metodi a "midpoint": si ottengono degli indicatori che hanno una reale corrispondenza con un problema/fenomeno ambientale, come il riscaldamento globale.
- Metodi a "endpoint": i danni causati da un fenomeno ambientale, identificato con i midpoint, vengono quantificati e espressi tramite gli endpoint e cioè indicatori di danno (salute umana, danni all'ecosistema, consumo di risorse).

3.2.6 ASPETTI PARTICOLARI PER LA MODELLIZZAZIONE DELLA CO₂

Nella modellizzazione di un processo produttivo si rendono necessarie alcune assunzioni di carattere metodologico per rappresentare al meglio la realtà produttiva rispetto alle problematiche ambientali globali. Nello specifico, uno degli aspetti più controversi, ma anche fondamentali visto l'oggetto del presente studio, è la contabilizzazione delle emissioni di CO₂ in atmosfera. Per quanto riguarda i confini del sistema e gli aspetti particolari della loro conversione nella modellizzazione, si veda il paragrafo 3.2.4.3.2.

3.2.6.1 Approccio Emission Trading System

La Direttiva 2003/87/CE Emission Trading System (ETS), modificata con la Direttiva 2009/29/CE, stabilisce le regole per il sistema di scambio di quote di emissioni di gas ad effetto serra dell'Unione Europea.

L'articolo 1 stabilisce l'oggetto della Direttiva stessa:

La presente Direttiva istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni di gas a effetto serra nella Comunità, al fine di promuovere la riduzione delle emissioni secondo criteri di validità in termini di costi e di efficienza economica.

L'articolo 2 ne stabilisce il campo di applicazione:

1. La presente Direttiva si applica alle emissioni provenienti dalle attività indicate nell'allegato I e ai gas ad effetto serra elencati nell'allegato II.
2. La presente Direttiva si applica salvo il disposto della direttiva 96/61/CE (prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento).

Le attività che fanno parte dell'allegato I sono:

- Attività energetiche (impianti di combustione con potenza maggiore ai 20 MW, esclusi impianti per rifiuti pericolosi od urbani, raffinerie di petrolio e cokerie).
- Produzione e trasformazione dei metalli ferrosi.
- Industria dei prodotti minerali.
- Altre attività (impianti che producono pasta per carta a partire da legno e altre materie fibrose e carta e cartoni che hanno una produzione superiore a 20 t/giorno).

Con le modifiche apportata dalla Direttiva 2009/29/CE vengono aggiunte altre attività quali:

- Produzione di nerofumo con potenza maggiore a 20 MW.
- Produzione di acido nitrico, acido adipico, gliossale e acido gliossilico, ammoniaca.
- Produzione di alluminio, calce viva, idrogeno, carbonato e bicarbonato di calcio.
- Impianti che catturano, trasportano e stoccano anidride carbonica.

Il paragrafo 3 dell'allegato I della Direttiva 2009/29/CE stabilisce che:

In sede di calcolo della potenza terminale nominale totale di un impianto al fine di decidere in merito alla sua inclusione nel sistema comunitario, si sommano le potenze termiche nominali di tutte le unità tecniche che ne fanno parte e che utilizzano combustibili all'interno dell'impianto. Tali unità possono comprendere, in particolare, tutti i tipi di caldaie, bruciatori, turbine, riscaldatori, altiforni, inceneritori, forni vari, essiccatoi, motori, pile a combustibile, unità di "chemical looping combustion", torce e dispositivi post-combustione termici o catalitici.

Le unità con una potenza termica nominale inferiore a 3 MW e le **unità che utilizzano esclusivamente biomassa non sono prese in considerazione ai fini del calcolo.**

Tra le "unità che utilizzano esclusivamente biomassa" rientrano quelle che utilizzano combustibili fossili solo in fase di avvio o di arresto.

I gas ad effetto serra di cui tenere conto nel calcolo delle emissioni sono riportati nell'allegato II della Direttiva 2003/87/CE:

- | | | |
|--|---|--|
| 1. Biossido di carbonio (CO ₂) | 3. Protossido di azoto (N ₂ O) | 5. Perfluorocarburi (PFC) |
| 2. Metano (CH ₄) | 4. Idrofluorocarburi (HFC) | 6. Esafluoro di zolfo (SF ₆) |

3.2.6.2 Approccio European Environmental Agency

La definizione di energie rinnovabili è la seguente:

L'energia rinnovabile è l'energia che è derivata da processi naturali (ad esempio la luce del sole e il vento) le quali sono rifornite ad un tasso superiore a quello che sono consumate. Solare, eolica, geotermica, idroelettrica e biomasse sono fonti comuni di energia rinnovabile.

(Fonte: International Energy Agency – <http://www.iea.org/topics/renewables/>)

Questa definizione sottende al fatto che l'utilizzo di queste risorse non le esaurirà e perciò non ne pregiudicherà l'utilizzo da parte di generazioni future. Nell'Unione Europea la produzione di energia da fonti rinnovabili copre circa il 20% della produzione di energia primaria, intesa sia come energia elettrica sia come calore.

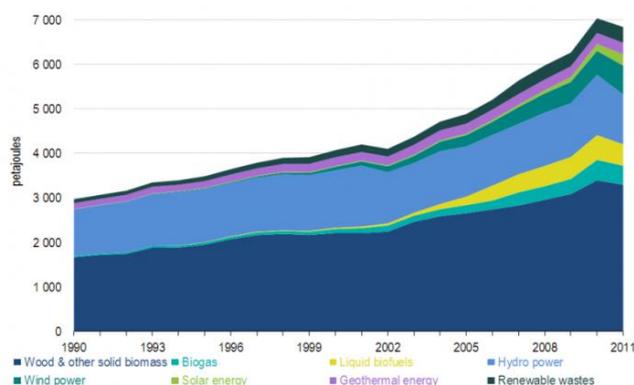


Figura 3.6. Produzione primaria da energie rinnovabili – 2011 (Fonte: Eurostat – <http://goo.gl/vgpAuR>).

All'interno delle energie rinnovabili è preponderante il contributo della combustione delle biomasse solide, questa infatti equivale a circa la metà di energia (da fonti definite rinnovabili) trasformata in Europa, come visibile nella figura seguente.

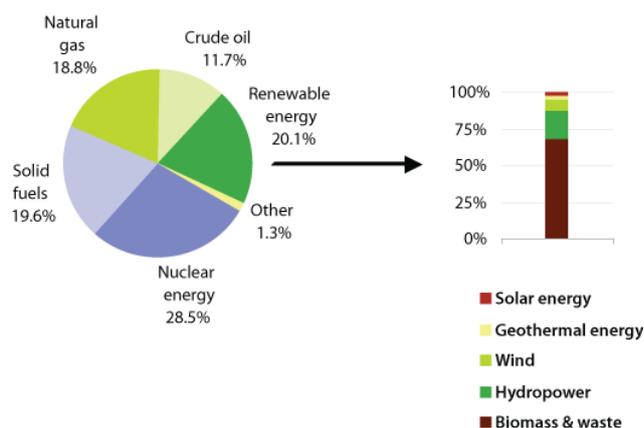


Figura 3.7. Produzione primaria di energia 2010 (Fonte: Eurostat – <http://goo.gl/8Dbrj>).

In UE, l'assimilazione delle biomasse alle fonti rinnovabili è avvenuta con l'intento di creare un filiera produttiva che utilizzasse legname proveniente da foreste gestite in maniera sostenibile; in questa maniera l'anidride carbonica rilasciata dai camini della centrale di combustione a biomasse verrebbe direttamente risequestrata dalle nuove essenze arboree che sono state piantumate per sostituire quelle utilizzate ai fini energetici. In questa maniera il bilancio risulterebbe neutro (al netto dei consumi correlati), con un orizzonte temporale pari a quello di crescita della nuova pianta.

L'accorpamento delle biomasse all'interno delle fonti di energie rinnovabili ha avuto diverse conseguenze sia a livello di mercato, sia a livello politico:

1. Combustione di biomasse all'interno di centrali a carbone attraverso la co-combustione.
2. Accesso agli incentivi economici per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e conseguente distorsione del mercato.
3. Raggiungimento degli obiettivi europei fissati nell'approvvigionamento di energia da fonti rinnovabili pari al 20% entro il 2020, altrimenti non possibile con eolico, geotermico, solare e idroelettrico.

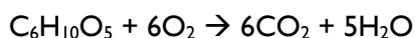
In particolare, i condizionamenti maggiori sono dovuti a:

1. L'incentivo economico permette al settore produttivo di rimanere competitivo sul mercato quando invece potrebbe non avere le reali sostenibilità economica.
2. Danneggiamento delle attività concorrenti che non accedono agli incentivi economici, per via della maggior disponibilità di spesa.
3. Blocco e rallentamento delle ricerche di fonti propriamente rinnovabili o miglioramento di quelle già tecnicamente praticabili.

A fronte di quanto riportato precedentemente, il conteggio di emissioni derivanti da impianti di combustione di biomassa, è totalmente escluso, a prescindere dalla potenza termica installata o dalle emissioni di CO₂ effettivamente rilasciate.

Questo tipo di esclusione, che ritiene l'utilizzo del legno in combustione come "carbon neutral", non viene dettata da principi prettamente oggettivi, ma da un approccio di tipo strategico ed economico, mirato a promuovere la riduzione delle emissioni secondo criteri di validità in termini di costi e di

efficienza economica. La combustione di biomassa lignocellulosica non è infatti esente dal rilasciare una quota, non trascurabile, di anidride carbonica in atmosfera, seconda la seguente reazione:



La quota di anidride carbonica emessa è all'incirca equivalente alla quantità assorbita durante la fase di accrescimento della specie vegetale.

Una combustione reale determina il rilascio di una serie di sostanze inquinanti, oltre al gas climalterante CO_2 , quali: monossido di carbonio (CO), ossidi azoto (NO_x), ossidi di zolfo (SO_x), composti organici volatili (VOC), polveri, acido cloridrico (HCl) e ammoniaca (NH_3).

Molti di questi hanno un effetto tossico sulla salute umana ed intervengono in fenomeni di degradazione ambientali quali: acidificazione (SO_x , NO_x), eutrofizzazione (NO_x), smog fotochimico (NO_x , SO_x , VOC); e fungendo da substrato per reazione (polveri) e come veicolo di trasporto all'interno del sistema respiratorio di sostanze tossiche come metalli pesanti, IPA, PCB e diossine formatesi durante la combustione.

La neutralità nel conteggio delle emissioni dovute alla combustione di biomasse (siano esse lignocellulosiche o meno) si regge sull'assunto che l'immissione in atmosfera, e di conseguenza nei cicli biogeochimici della terra, non vada ad alterare il ciclo del carbonio, proprio per via del fatto che il carbonio (CO_2) rilasciato è stato a suo tempo sequestrato dalla pianta stessa, rimuovendolo perciò dall'atmosfera.

Bisogna tuttavia fare presente che l'assunzione che il bilancio di CO_2 sia neutro, oltre a non tenere conto dell'orizzonte temporale di rifissazione in biomassa vegetale, non tiene conto delle emissioni correlate dovute alla filiera di approvvigionamento, trasporti e alle lavorazioni necessarie per trattare la biomassa legnosa prima di usarla come combustibile (triturazione, cippatura, produzione di pellet).

Il concetto è già stato espresso nel 2011 dal Comitato scientifico dell'Agenzia ambientale europea (EEA) attraverso la pubblicazione di una opinione sul conteggio dei gas ad effetto serra in relazione alle bioenergie.

È largamente assunto che la combustione di biomasse sia intrinsecamente "carbon neutral" per via del fatto che si tratta di rilascio del solo carbonio sequestrato durante la crescita delle piante. Tuttavia questa assunzione non è corretta e si traduce in una forma di doppio conteggio, oltre al fatto che si ignora l'utilizzo di terreni per la produzione di piante ai fini energetici e perciò quel terreno non viene utilizzato per altri scopi, tra cui il sequestro di carbonio. Se la produzione di bioenergia sostituisse le foreste, questo porterebbe alla riduzione di stock di carbonio forestale e della crescita stessa delle foreste che altrimenti sequestrerebbero più carbonio; questa dinamica può innescare un aumento di concentrazione di carbonio nell'atmosfera.

Se colture a fini energetici sostituissero colture ai fini alimentari, queste provocherebbero carenza di cibo ed emissioni derivanti dal cambiamento di uso del suolo.

Per ridurre la concentrazione di carbonio nell'aria, senza sacrificare esigenze umane, la produzione di bioenergia deve fare in modo che la crescita totale delle piante aumenti, che si renda possibile l'utilizzo di altre piante per lo sfruttamento ai fini energetici (mantenendo altri benefici); oppure la produzione di

bioenergia deve derivare da biomassa rifiuto (non inteso nel senso di codice CER, ma di una uscita di un processo tecnologico di depurazione acque per esempio) che si decomporrebbe e nemmeno sarebbe utilizzata dalla persone (per soddisfare un bisogno, come è il cibo) e non contribuisce al sequestro di carbonio. (EEA, 2011)

EEA (2011). Opinion of the EEA Scientific Committee on Greenhouse Gas Accounting in Relation to Bioenergy. European Environmental Agency EEA. 15 sept 2011. [PDF] <http://goo.gl/4krBCO>

Inizialmente le politiche nazionali si basavano sul presupposto che l'energia da biomassa fosse neutra rispetto alle emissioni di CO₂ in atmosfera: per questo motivo è stata assimilata alle fonti rinnovabili. Da questo paradigma si sta ora passando ad un concezione maggiormente approfondita che implica una contabilizzazione più complessa del carbonio, rispetto al suo ciclo biogeochimico.

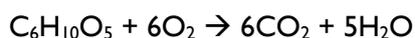
Questo modello di contabilizzazione deve perciò tenere conto del tipo di biomassa considerata, della fonte di origine, dei trattamenti necessari alla trasformazione energetica, di una modellizzazione adeguata della crescita forestale, del trasporto della biomassa e soprattutto delle tempistiche di emissioni e di sequestro.

3.2.6.3 Il conteggio stechiometrico della CO₂ prodotta a seguito della combustione di biomassa

Nella modellizzazione del presente studio, è stato ritenuto opportuno adottare un approccio di tipo conservativo il quale riesca a mostrare, sul breve periodo, il contributo delle emissioni climalteranti in atmosfera che la combustione di biomasse provoca.

Pertanto, a fronte di quanto esplicitato precedentemente, si è proceduto a quantificare le emissioni di anidride carbonica rilasciate dalla combustione delle biomasse (in entrambi i casi sottoposti a studio LCA), stechiometricamente e considerando la combustione come ossidazione completa. La biomassa è assunta essere sotto forma di cellulosa.

La quantità di CO₂ calcolata è stata attribuita all'unità funzionale di riferimento.



Per ogni chilogrammo di biomassa (assunta come C₆H₁₀O₅) combusta vengono prodotti 1.629 grammi di anidride carbonica. Ai fini dell'analisi LCA bisogna moltiplicare questa emissione per la massa legnosa effettivamente bruciata durante il processo produttivo.

■ Attività R3 – Stabilimento di produzione pannello grezzo

Massa legnosa combusta durante il processo produttivo: 130,82 Kg/U.F.

Emissione di CO₂ → 1.629 g CO₂/Kg biomassa X 130,82 Kg biomassa = 213, 106 Kg CO₂/U.F.

■ Attività R1 – Centrale a biomasse

Massa legnosa combusta durante il processo produttivo: 649,34 Kg/U.F.

Emissione di CO₂ → 1.629 g CO₂/Kg biomassa X 649,34 Kg biomassa = 1.057,775 Kg/U.F.

3.2.6.4 Funzione di decadimento: contabilizzazione del sequestro di carbonio nel pannello truciolare grezzo in ottemperanza alla Decisione 529/2013/EU “Land Use, Land Use-Change and Forestry (LULUCF)”

La Decisione europea 529/2013/EU del 21 maggio 2013 stabilisce le norme di contabilizzazione relative alle emissioni e agli assorbimenti di gas ad effetto serra risultanti da attività di uso del suolo, cambiamento di uso del suolo e silvicoltura e sulle informazioni relative alle azioni connesse a tali attività. L'articolo 1 stabilisce l'oggetto e l'ambito di applicazione della Decisione stessa:

La presente decisione fissa le norme di contabilizzazione applicabili alle emissioni e agli assorbimenti di gas ad effetto serra risultanti da attività di uso del suolo, cambiamento di uso del suolo e silvicoltura (“LULUCF”) come primo passo verso l'inclusione di tali attività nell'impegno di riduzione delle emissioni dell'Unione, ove opportuno. Essa non stabilisce obblighi di contabilizzazione o di comunicazione per i privati ma stabilisce l'obbligo per gli Stati membri di fornire informazioni in merito alle azioni LULUCF da loro intraprese, volte a limitare o a ridurre le emissioni e a mantenere o aumentare gli assorbimenti.

L'articolo 2 presenta le definizioni utilizzate nella Decisione, tra queste:

“Assorbimenti”: gli assorbimenti antropogenici di gas a effetto serra dall'atmosfera a opera di pozzi.

“Prodotto legnoso”: qualsiasi prodotto derivante da utilizzazione legnosa che ha lasciato un sito in cui il legno è raccolto.

“Valore di emivita”: il numero di anni necessari al quantitativo di carbonio immagazzinato in una categoria di prodotti legnosi per dimezzarsi rispetto al valore iniziale.

“Ossidazione istantanea”: metodo di contabilizzazione basato sul presupposto che il rilascio nell'atmosfera dell'intero quantitativo di carbonio immagazzinato in prodotti legnosi avviene al momento della raccolta.

“Disboscamento”: la trasformazione, per azione antropica diretta, di una foresta in un'area non boschiva, se tale conversione ha avuto luogo dopo il 31 dicembre 1989.

L'articolo 4 presenta le “Norme generali in materia di contabilizzazione”:

1. Nell'ambito della contabilizzazione di cui all'articolo 3, paragrafi 1, 2 e 3, gli Stati membri indicano le emissioni con un segno positivo (+) e gli **assorbimenti** con un **segno negativo (-)**.

5. Gli Stati membri includono nella propria contabilizzazione di cui all'articolo 3, paragrafi 1, 2 e 3, ogni variazione della riserva di carbonio immagazzinata nei seguenti comparti:

- a) biomassa epigea;
- b) biomassa ipogea;
- c) lettiera;
- d) legno morto;
- e) carbonio organico nel suolo;
- f) prodotti legnosi.**

L'articolo 7 presenta le “Norme di contabilizzazione per i prodotti legnosi”:

1. Ogni Stato membro registra nella propria contabilizzazione a norma dell'articolo 3, paragrafi 1, 2 e 3, le emissioni e gli assorbimenti provenienti da modifiche del comparto dei prodotti legnosi, comprese le emissioni di prodotti legnosi rimossi dalle proprie foreste prima del 1° gennaio 2013. Sono escluse le emissioni di prodotti legnosi già contabilizzati nell'ambito del protocollo di Kyoto nel periodo dal 2008 al 2012 sulla base dell'ossidazione istantanea.

2. Nella contabilizzazione a norma dell'articolo 3, paragrafi 1, 2 e 3, relativa ai prodotti legnosi, gli Stati membri **includono le emissioni e gli assorbimenti risultanti da modifiche del comparto di prodotti legnosi che rientrano nelle seguenti categorie utilizzando la funzione di decadimento di primo grado e i valori di emivita di default indicati nell'allegato III:**

- a) carta;
- b) **pannelli di legno;**
- c) legno segato.

Gli Stati membri possono integrare tali categorie con informazioni sulla corteccia, a condizione che i dati disponibili siano trasparenti e verificabili. Gli Stati membri possono inoltre utilizzare sottocategorie specifiche per paese per qualsiasi di tali categorie. Gli Stati membri possono utilizzare metodologie e valori di emivita propri di ciascun paese al posto delle metodologie e dei valori di emivita di default indicati nell'allegato III, a condizione che tali metodi e valori siano determinati sulla base di dati trasparenti e verificabili e che i metodi utilizzati siano almeno dettagliati e accurati quanto quelli indicati nell'allegato III.

Per i prodotti legnosi esportati i dati propri di ciascun paese fanno riferimento ai valori di emivita propri di ciascun paese e all'utilizzo di prodotti legnosi nel paese d'importazione.

Gli Stati membri non utilizzano per i prodotti legnosi commercializzati nell'Unione valori di emivita propri di ciascun paese che si discostano da quelli utilizzati dagli Stati membri importatori per la propria contabilità a norma dell'articolo 3, paragrafi 1, 2 e 3.

I prodotti legnosi derivanti dal disboscamento (vedere definizione art. 2) sono contabilizzati sulla base dell'ossidazione istantanea.

L'articolo 1 stabilisce che i privati non abbiano l'obbligo di conteggio, infatti la Decisione 529/2013 risulta essere cogente solamente per gli Stati membri dell'Unione Europea. Nel caso di specie si applicherà questo tipo di contabilizzazione al prodotto oggetto di confronto, pannello truciolare grezzo, per valutare il decadimento del contenuto di carbonio al suo interno. A fronte di quanto scritto e degli articoli sopra riportati (articolo 7 paragrafo 2), un pannello di legno dovrà essere contabilizzato attraverso la funzione di decadimento di primo grado e il valore di emivita di default indicati nell'allegato III.

Allegato 3. Funzione di decadimento di primo grado con inizio da $i = 1900$ e che prosegue fino all'anno in corso:

con $C(1900) = 0.0$

$$\Delta C(i) = C(i+1) - C(i)$$

dove $i = \text{anno}$

$C(i)$ = la riserva di carbonio del comparto di prodotti legnosi all'inizio dell'anno i , Gg C anno⁻¹.

k = costante di decadimento di primo grado espressa in unità di anno⁻¹; HL , dove HL rappresenta l'emivita del comparto prodotti legnosi, in anni.

Flusso entrante (i) = flusso entrante nel comparto di prodotti legnosi nell'anno i , Gg C anno⁻¹.

$\Delta C(i)$ variazione della riserva di carbonio nel comparto di prodotti legnosi nell'anno i , Gg C anno⁻¹.

Valori di emivita di default (HL):

2 anni per la carta

25 anni per i pannelli di legno

35 anni per il legno segato.

La formula sopra riportata va adattata allo scopo di conteggiare il decadimento di un solo prodotto legnoso, che rappresenta totalmente la riserva di carbonio $C(i)$ e che è priva di flusso entrante in quanto il conteggio è effettuato solo su un metro cubo di pannello truciolare grezzo, non ci sono sequestri ulteriori di carbonio. La formula diventa perciò:

$$C(i) = 1.057,775 \text{ Kg C}$$

$$\text{Flusso entrante}(i) = 0 \text{ Kg C}$$

$$HL = 25 \text{ anni}$$

Perciò per gli anni $i + (1..n)$:

=

=

=

...

=

Di seguito vengono riportati in grafico i valori di decadimento, anno per anno, del carbonio sequestrato nel pannello truciolare grezzo, fino all'anno $i+25$, cioè fino al valore di emivita.

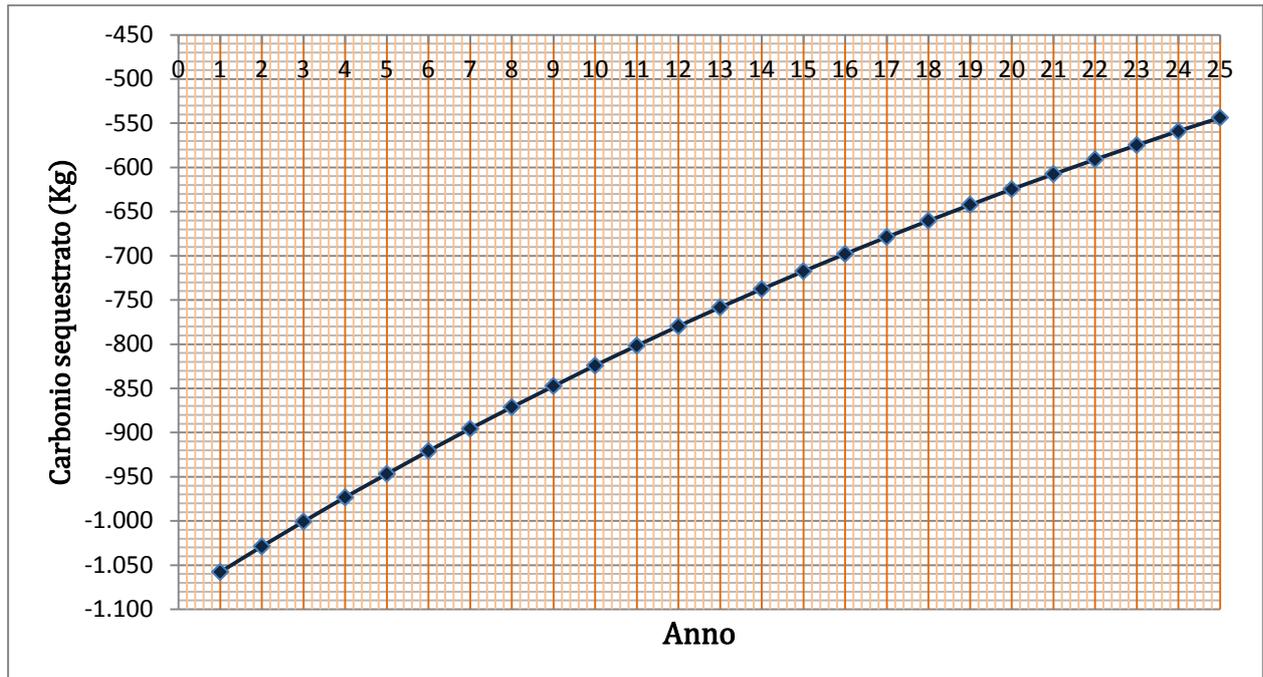


Figura 3.8. Curva della funzione di decadimento del sequestro di CO₂ nel pannello truciolare grezzo.

4. RISULTATI

4.1 IPCC 2007 GWP

4.1.1 CARATTERIZZAZIONE STABILIMENTO PRODUZIONE PANNELLO GREZZO

4.1.1.1 Tutti i macro processi

■ Attività R3 – Stabilimento di produzione pannello grezzo

Tabella 4.1. IPCC 2007 GWP 100a VI.02 / Tabella di caratterizzazione dell’LCA Stabilimento di produzione pannello grezzo.

Categoria d'impatto	IPCC GWP 100a
Unità	kg CO ₂ eq
Totale	394,37
Trasporti	29,83
Consumo di combustibile presso il centro di raccolta	0,86
Materiali	60,71
Energia	102,46
Emissioni	213,11
Rifiuti	-12,59

In questa prima tabella di caratterizzazione del sistema “Stabilimento di produzione pannello grezzo” sono stati suddivisi tutti i macroprocessi inclusi nei confini del sistema e valutati tramite il metodo IPCC 2007 GWP 100a.

I contributi maggiori all’impatto, per questo indicatore, derivano in prima istanza dalle emissioni in atmosfera (54,04%) dal consumo energetico dovuto all’utilizzo di energia elettrica da rete, di metano e di gasolio (25,98%) e dal consumo di materiali e chemicals (15,39%). La produzione di rifiuti ha un contributo negativo (*positivo per l’ambiente*) dovuto soprattutto alla grande quantità di materiali metallici recuperati (3,4 kg/U.F.) durante il trattamento del rifiuto legnoso e reimmessi nella tecnosfera tramite il riciclo.

I trasporti, che possono incidere in maniera preponderante, nel caso specifico hanno una influenza pari al 7,56% sul totale.

Il *Core process* è l’insieme dei processi che avvengono all’interno dello stabilimento del Casalasco Viadanese, cioè la produzione del pannello truciolare grezzo. Questo implica un consumo energetico, un consumo di materiali e chemicals ed il rilascio di emissioni in atmosfera. Queste ultime corrispondono alla quantità di emissioni di CO₂ dovute alla combustione di scarti di legno e polverino, paragrafo 3.2.6.3, non vi sono altre emissioni climalteranti prese in considerazione dal modello di calcolo.

Le emissioni rappresentano il 56,64% dell’impronta di carbonio del *Core process*, mentre il consumo energetico equivale al 27,23% e l’utilizzo di materiali e chemicals al 16,13%.

4.1.2 CARATTERIZZAZIONE CENTRALE A BIOMASSE

4.1.2.1 Tutti i macro processi

■ Attività RI – Centrale a biomasse

Tabella 4.2. IPCC 2007 GWP 100a VI.02 / Tabella di caratterizzazione dell’LCA Centrale a biomasse.

Categoria d'impatto	IPCC GWP 100a
Unità	kg CO ₂ eq
Totale	1.122,87
Trasporti	24,34
Consumo di combustibile presso il centro di raccolta	0,86
Materiali	4,92
Energia	33,62
Emissioni	1.057,77
Rifiuti	1,35

In questa prima tabella di caratterizzazione del sistema “Centrale a biomasse” sono stati suddivisi tutti i macroprocessi inclusi nei confini del sistema e valutati tramite il metodo IPCC 2007 GWP 100a.

I contributi maggiori all’impatto, per questo indicatore, derivano in maniera predominante dalle emissioni in atmosfera (94,20%), a due ordini di grandezza inferiori dal consumo energetico dovuto all’utilizzo di energia elettrica da rete, di metano e di gasolio (2,99%). I trasporti hanno una influenza pari al 2,17% sul totale, mentre il consumo di materiali ausiliari e di chemicals contribuisce all’impronta di carbonio per lo 0,44%. Il consumo di combustibile presso il centro di raccolta sommato alla produzione di rifiuti equivalgono allo 0,20% del sistema.

Il *Core process* è l’insieme dei processi che avvengono all’interno delle Centrale a biomasse, cioè la trasformazione energetica. Questo implica un consumo energetico, un consumo di materiali e chemicals ed il rilascio di emissioni dirette in atmosfera. Queste ultime corrispondono alla quantità di emissioni di CO₂ dovute alla combustione delle biomassa, paragrafo 3.2.6.3, non vi sono altre emissioni climalteranti prese in considerazione dal modello di calcolo.

Le emissioni rappresentano il 96,48% dell’impronta di carbonio del *Core process*, mentre il consumo energetico equivale al 3,07% e l’utilizzo di materiali e chemicals allo 0,45%.

4.1.3 CONFRONTI TRA I DUE SISTEMI

4.1.3.1 Tutto il ciclo di vita

- Attività R3 – Stabilimento di produzione pannello grezzo
- Attività R1 – Centrale a biomasse

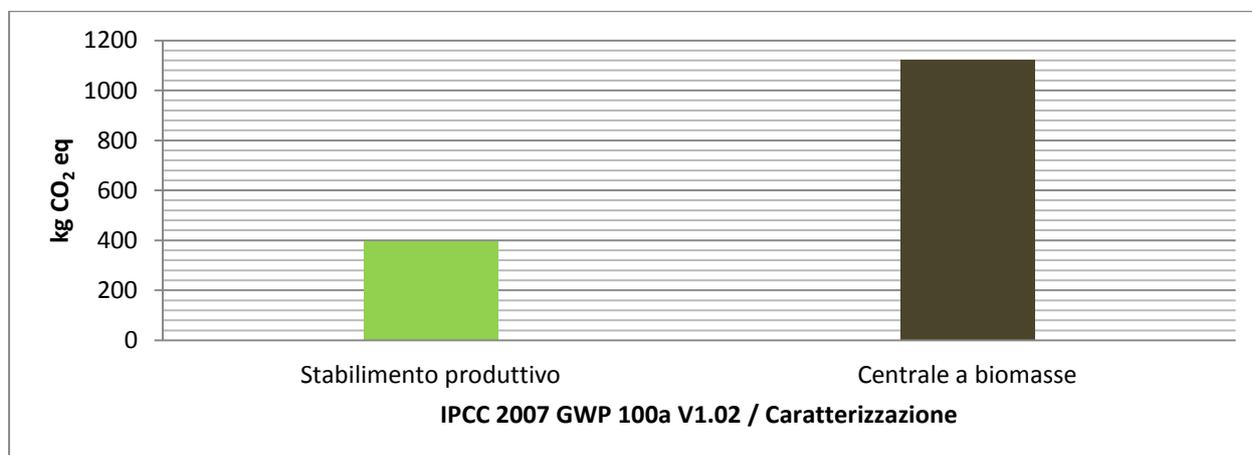


Figura 4.1. IPCC 2007 GWP 100a V1.02 / Grafico di caratterizzazione di confronto tra i due LCA completi.

Tabella 4.3. IPCC 2007 GWP 100a V1.02 / Tabella di caratterizzazione di confronto tra i due LCA completi.

Categoria d'impatto	Unità	Stabilimento produttivo	Centrale a biomasse
IPCC GWP 100a	kg CO ₂ eq	394,37	1.122,87

L'impronta di carbonio complessiva, ovvero il potenziale di riscaldamento globale con orizzonte temporale a 100 anni, della produzione del pannello truciolare grezzo (Stabilimento di produzione pannello grezzo) equivale al 35,12% dell'impronta di carbonio delle trasformazione energetica effettuata presso la Centrale a biomasse. Il riferimento è all'intero ciclo di vita: trasporti, consumi presso centro di raccolta, energia elettrica, gas metano, gasolio, emissioni in atmosfera e produzione di rifiuti.

Il consumo di materiali presso lo Stabilimento di produzione pannello grezzo equivale ad un rilascio di 60,71 kg CO₂ eq, cioè 12,34 volte più delle Centrale a biomasse. Nella Centrale a biomasse vengono utilizzati materiali ausiliari (per la cippatura e la vagliatura) e chemicals per il solo trattamento delle acque o delle emissioni in atmosfera, mentre per la produzione del pannello truciolare grezzo vengono impiegati ulteriori materiali ausiliari (es. carte abrasive) e chemicals all'interno del prodotto stesso (solfato di ammonio, fosfato monoammonico, urea, resina ureica, emulsione di paraffina), totalmente assenti per ovvi motivi nello scenario della Centrale a biomasse. Questo maggior utilizzo di materiali e chemicals giustifica il maggior contributo al riscaldamento globale in termini di CO₂ equivalente.

Il consumo energetico (per unità funzionale) presso lo Stabilimento di produzione pannello grezzo equivale ad un rilascio di 102,46 kg di CO₂ eq, cioè 3,05 volte maggiore rispetto alla Centrale a biomasse. Per il riciclo di un materiale sono ovviamente necessari dei trattamenti e delle lavorazioni

successive; questo implica un maggior dispendio energetico, il quale però dà come risultato il ricircolo del materiale nella tecnosfera, piuttosto che la sua trasformazione finale in energia.

La totalità delle emissioni climalteranti dirette deriva dal calcolo stechiometrico riportato al paragrafo 3.2.6.3, queste ovviamente hanno una corrispondenza diretta con la quantità di biomassa combusta nei due sistemi, 130,82 kg presso Stabilimento di produzione pannello grezzo e 649,34 kg presso Centrale a biomasse.

4.2 EPD 2008

4.2.1 CONFRONTO TRA I DUE SISTEMI

4.2.1.1 Tutto il ciclo di vita

■ Attività R3 – Stabilimento di produzione pannello grezzo

■ Attività R1 – Centrale a biomasse

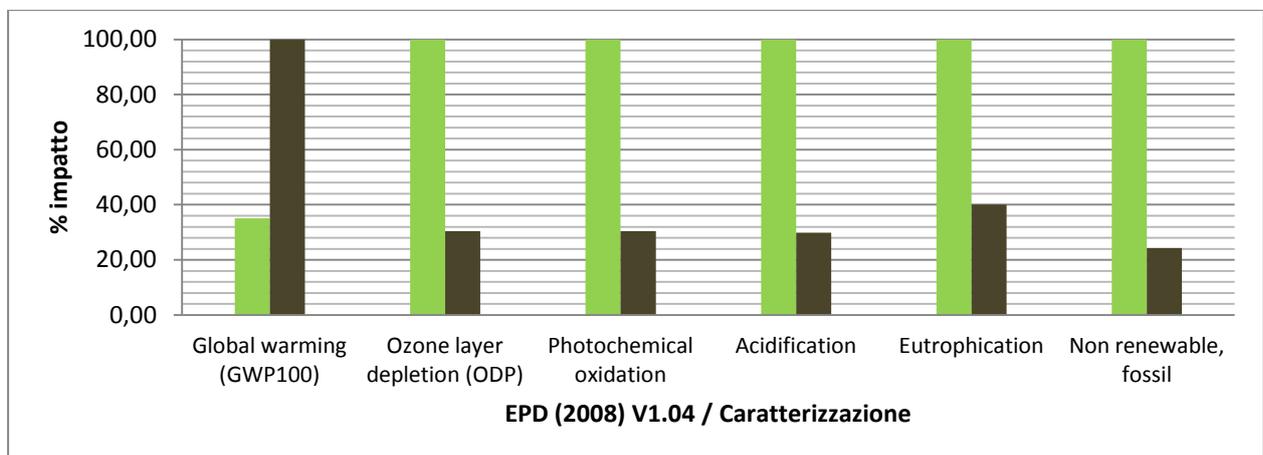


Figura 4.2. EPD (2008) V1.04 / Grafico di caratterizzazione di confronto tra i due LCA.

Tabella 4.4. EPD (2008) V1.04 / Tabella di caratterizzazione di confronto tra i due LCA.

Categoria d'impatto	Unità	Stabilimento produttivo	Centrale a biomasse
Global warming (GWPI00)	kg CO ₂ eq	394,37	1.122,87
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,65E-05	8,06E-06
Photochemical oxidation	kg C ₂ H ₄ eq	0,22	0,07
Acidification	kg SO ₂ eq	1,62	0,48
Eutrophication	kg PO ₄ ³⁻ eq	0,35	0,14
Non renewable, fossil	MJ eq	4.575,79	1.109,26

Il confronto tra i due sistemi premia il riutilizzo delle materia legnosa all'interno di un prodotto, piuttosto che la sua conversione energetica, per via della gran differenza di emissioni di anidride carbonica. Lo Stabilimento di produzione pannello grezzo ha una impronta di carbonio pari al 35,12% della Centrale a biomasse.

Mentre per le altre categorie di impatto, la Centrale a biomasse ha un impatto, rispetto allo Stabilimento di produzione pannello grezzo, pari al 30,42% per *Ozone layer depletion*, 30,49% per *Photochemical oxidation*, 29,85% per *Acidification*, 40,10% *Eutrophication* e 24,24% per *Non renewable, fossil*.

Bisogna ricordare che per ottenere il pannello truciolare grezzo è necessario un trattamento stringente del rifiuto in ingresso, il che implica consumo energetico, e ulteriori materie prime e chemicals che diventano componenti, essi stessi, del prodotto finito, al contrario di ciò che avviene presso l'impianto di trasformazione energetica (Centrale a biomasse).

4.3 RECIPE

4.3.1 STABILIMENTO PRODUZIONE PANNELLO GREZZO

4.3.1.1 Punteggio singolo, tre categorie

■ Attività R3 – Stabilimento di produzione pannello grezzo

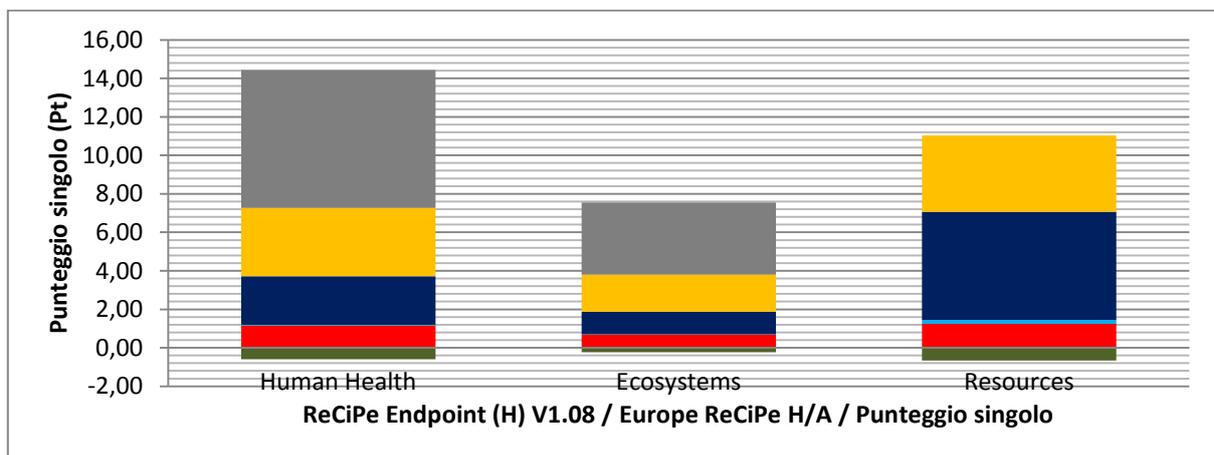


Figura 4.3. ReCiPe Endpoint (H) V1.08 / Grafico di punteggio singolo Stabilimento di produzione pannello grezzo, tre categorie.

Tabella 4.5. ReCiPe Endpoint (H) V1.08 / Tabella di punteggio singolo Stabilimento di produzione pannello grezzo, tre categorie.

Fase	Human Health	Ecosystems	Resources
Trasporti	1,16	0,68	1,25
Consumo centro raccolta	0,03	0,02	0,21
Materiali	2,52	1,19	5,62
Energia	3,56	1,92	3,97
Emissioni	7,16	3,74	0,00
Rifiuti	-0,59	-0,23	-0,65

Attraverso il sistema del punteggio singolo, è possibile fare ulteriori riflessioni in quanto è possibile confrontare le tre categorie di danno, nel caso dello Stabilimento di produzione pannello grezzo, la categoria in cui il ciclo di vita indagato impatta maggiormente è *Human Health* (13,84 Pt) con un notevole contributo dalle emissioni dirette e dall’approvvigionamento energetico; i materiali hanno il maggior impatto nella categoria *Resources* (che ha punteggio totale pari a 10,39 Pt), seguito dal consumo energetico. La categoria *Ecosystem* è quella col punteggio minore (7,32 Pt) cui contribuiscono per la maggiore consumo energetico e consumo di materiali e chemicals.

4.3.2 CENTRALE A BIOMASSE

4.3.2.1 Punteggio singolo, tre categorie

■ Attività RI – Centrale a biomasse

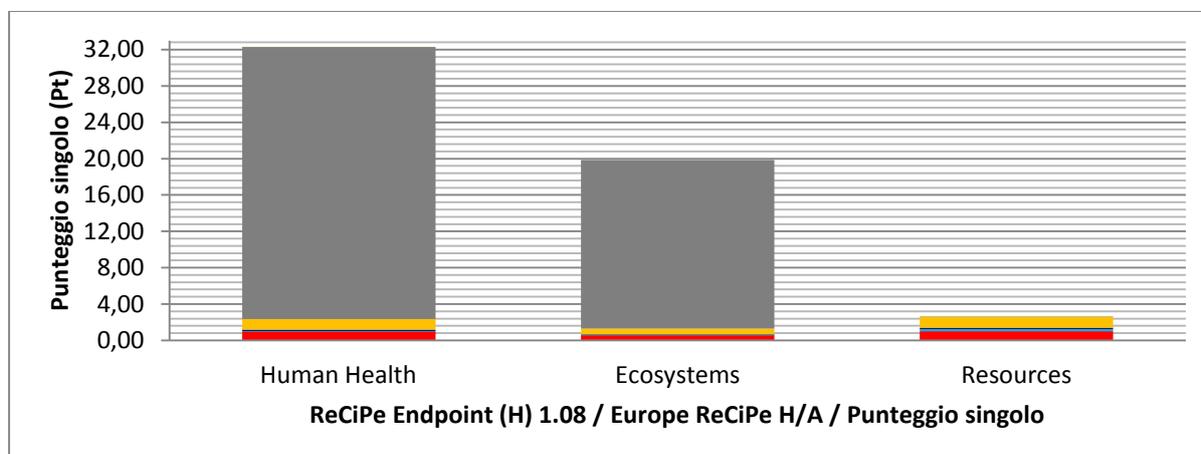


Figura 4.4. ReCiPe Endpoint (H) VI.08 / Grafico di punteggio singolo Centrale a biomasse, tre categorie.

Tabella 4.6. ReCiPe Endpoint (H) VI.08 / Tabella di punteggio singolo Centrale a biomasse, tre categorie.

Fase	Human Health	Ecosystems	Resources
Trasporti	0,95	0,55	1,02
Consumo centro raccolta	0,03	0,02	0,21
Materiali	0,20	0,09	0,17
Energia	1,17	0,63	1,21
Emissioni	29,85	18,52	0,00
Rifiuti	0,08	0,02	0,02

Attraverso il sistema del punteggio singolo, è possibile fare ulteriori riflessioni in quanto è possibile confrontare le tre categorie di danno, nel caso della Centrale a biomasse, la categoria in cui il ciclo di vita indagato impatta maggiormente è *Human Health* (32,28 Pt) con preponderante contributo dalle emissioni dirette; alla stessa maniera, ma con una sommatoria inferiore, le emissioni dirette in atmosfera provocano il danno maggiore per la categoria *Ecosystem* (19,83 Pt). Molto minore, rispetto alle due

precedenti, è l'impatto nella categoria Resources (2,63 Pt), dovuta maggiormente al consumo energetico e ai trasporti.

4.3.3 CONFRONTO TRA I DUE SISTEMI

4.3.3.1 Punteggio singolo, tre categorie

- Attività R3 – Stabilimento di produzione pannello grezzo
- Attività R1 – Centrale a biomasse

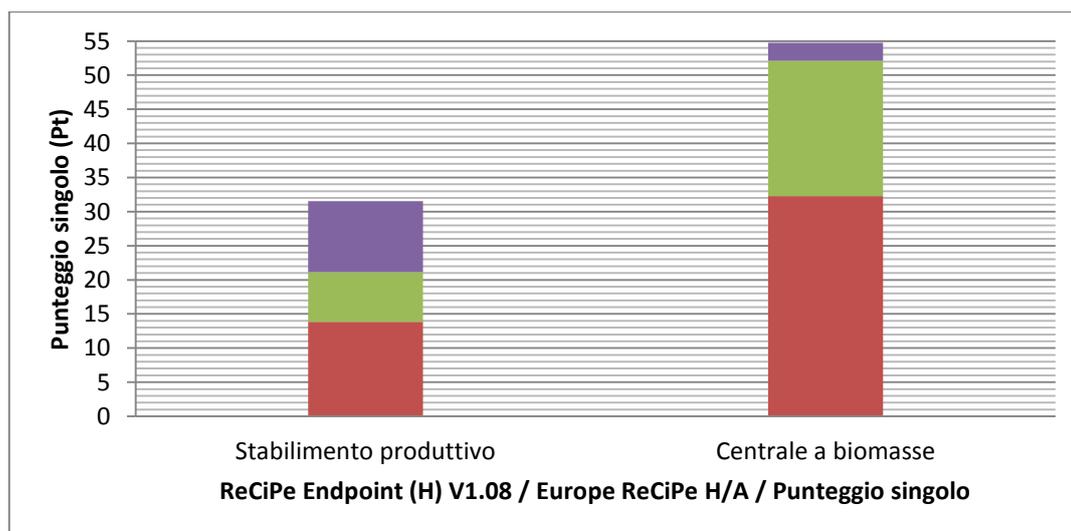


Figura 4.5. ReCiPe Endpoint (H) VI.08 / Grafico di punteggio singolo di confronto tra i due LCA, tre categorie.

Tabella 4.7. IPCC 2007 GWP 100a VI.02 / Tabella di punteggio singolo di confronto tra i due LCA, tutte le categorie.

Categoria di danno	Unità	Totale	Human Health	Ecosystems	Resources
Stabilimento produttivo	Pt	31,55	13,84	7,32	10,39
Centrale a biomasse	Pt	54,74	32,28	19,83	2,63

Confrontando i due sistemi, sulla base del sistema a punteggio singolo, si possono ricavare i rapporti percentuali rispetto alle tre categorie di danno del metodo ReCiPe. Lo Stabilimento di produzione pannello grezzo risulta vantaggioso nelle categorie di danno *Human Health* ed *Ecosystem*, mentre risulta svantaggioso per la categorie *Resources*. Il sistema di produzione del pannello truciolare grezzo ha un impatto nella categoria *Human Health* pari al 42,87% rispetto alla trasformazione energetica e pari al 36,90% nella categoria *Ecosystems*. Il rapporto si inverte nella categoria *Resources*, dove la Centrale a biomasse provoca un danno pari al 25,34% rispetto all'impianto dello Stabilimento di produzione

pannello grezzo. Complessivamente e per questo metodo di calcolo, lo Stabilimento di produzione pannello grezzo ha un impatto complessivo pari al 57,63% rispetto alla Centrale a biomasse.

5. CONCLUSIONI

Lo studio ha riguardato il confronto delle prestazioni ambientali della produzione del pannello truciolare grezzo e della produzione di energia tramite combustione. Entrambi i sistemi si approvvigionano dalla filiera del legno post-consumo.

L'obiettivo del presente studio è stato quello di effettuare un confronto tra la pratica di recupero del legno post-consumo per la produzione di pannelli truciolari grezzi (attività R3: riciclo/recupero di sostanze organiche non utilizzate come solventi) e ai fini energetici (attività R1: utilizzazione principale come combustibile o come altro mezzo per produrre energia).

Per entrambi i sistemi si sono andati ad analizzare i risultati prima singolarmente, per poter individuare le fasi e le parti più critiche, e successivamente confrontando gli indicatori di impatti ottenuti dalla elaborazione dei dati. Sono stati paragonati la produzione di 1 metro cubo di pannello truciolare grezzo e la combustione a fini energetici della stessa quantità di legno necessaria alla produzione del metro cubo di pannello, ovvero 649,34 kg di materiale legnoso.

Il primo metodo utilizzato è IPCC 2007 GWP 100a, il cui risultato è una *carbon footprint*, ovvero l'impronta di carbonio dell'output del sistema. Dallo studio emerge che la fase più impattante dei sistemi è il *Core process* (ciò che avviene all'interno dello stabilimento) il che comprende il consumo energetico, il consumo di materiali e l'emissioni di gas climalteranti ed inquinanti; la produzione dei rifiuti è invece considerata a parte. Infatti il *Core process* per lo Stabilimento di produzione pannello grezzo equivale al 95,41% dell'impronta di carbonio dell'intero ciclo di vita, mentre per la Centrale a biomasse questo corrisponde al 97,64%. All'interno di questa frazione di sistema per lo Stabilimento di produzione pannello grezzo le emissioni dirette in atmosfera di gas serra corrispondono al 54,04% (213,11 kg CO₂ eq) dell'impatto, mentre il consumo energetico al 25,98% (102,46 kg CO₂ eq) e di materiali al 15,39% (60,71 kg CO₂ eq). Le proporzioni degli impatti generati dalla Centrale a biomasse sono decisamente differenti: le emissioni dirette contribuiscono con il 96,48% (1.057,77 kg CO₂ eq), mentre il consumo energetico con il 3,07% (33,62 kg CO₂ eq) e di materiali con lo 0,45% (4,92 kg CO₂ eq).

Tutto questo evidenzia la grande differenza tra i due sistemi per quanto riguarda le emissioni rilasciate in atmosfera ed i consumi. Il processo produttivo dello Stabilimento di produzione pannello grezzo ha un consumo energetico e di materiali maggiore rispetto alla Centrale a biomasse: questo si traduce con un maggior contributo dell'impronta di carbonio (163,17 Vs. 38,54 kg CO₂ eq), ma allo stesso tempo il rilascio di emissioni dirette è pesantemente spostato a favore del processo di produzione del pannello (213,11 Vs. 1.057,77 kg CO₂ eq) poiché le emissioni dovute a combustione di biomassa nei due sistemi sono molto differenti, notevolmente maggiori per il sistema di trasformazione energetica (Centrale a biomasse).

Concludendo, l'impronta di carbonio della produzione del pannello truciolare grezzo corrisponde al 35,12% di quella della produzione energetica da biomasse, per l'intero ciclo di vita, e al 34,32% per il solo *Core process*.

Pertanto, l'impatto sui cambiamenti climatici, nel confronto tra i due sistemi, è molto inferiore nel caso delle attività dello Stabilimento di produzione pannello grezzo, che risulta pertanto più vantaggiosa rispetto all'attività di combustione in una Centrale a biomasse.

Il secondo metodo di valutazione del profilo ambientale è stato il metodo EPD 2008, il quale è composto da sei indicatori di impatto, compreso l'indicatore della *carbon footprint*, ovvero del potenziale di riscaldamento globale a 100 anni di cui sono appena state esposte le conclusioni.

Le sei categorie di impatto considerate danno una visione più ampia del sistema rispetto al solo potenziale di riscaldamento. La grossa differenza di consumi energetici, di materiali e in minor misura di alcuni flussi di massa di inquinanti (non di gas climalteranti, ma di inquinanti) in uscita dai camini restituiscono cinque indicatori di impatto a favore della Centrale a biomasse. Questa infatti equivale al 30,42% dell'impatto sulla riduzione della fascia di ozono (*Ozone layer depletion*), al 30,49% sul fenomeno di formazione dello smog fotochimico (*Photochemical oxidation*), al 29,85% per l'acidificazione delle acque (*Acidification*), al 40,10% del fenomeno di eutrofizzazione (*Eutrophication*) e al 24,24% per il consumo di risorse non rinnovabili (*Non renewable, fossil*).

Bisogna ricordare che per ottenere il pannello truciolare grezzo, e perciò per il riciclo del materiale, è necessario un trattamento stringente del rifiuto in ingresso e delle lavorazioni successive, il che implica consumo energetico e ulteriori materie prime e chemicals che diventano componenti, essi stessi, del prodotto finito. Questo dà come risultato il riciccolo del materiale nella tecnosfera, piuttosto che la sua trasformazione finale in energia, al contrario di ciò che avviene presso l'impianto di trasformazione energetica (Centrale a biomasse).

La produzione di rifiuti ha un contributo negativo (*positivo per l'ambiente*) dovuto soprattutto alla grande quantità di materiali metallici recuperati (3,4 kg/U.F.) durante il trattamento del rifiuto legnoso e reimmessi nella tecnosfera tramite il riciclo.

Pertanto, l'impatto sulle categorie del metodo EPD mostra un risultato che, a seconda della matrice di destinazione, può essere talvolta favorevole alle attività dello Stabilimento di produzione pannello grezzo, talvolta alle attività della Centrale a biomasse.

Il terzo metodo di valutazione degli impatti prevede l'esposizione dei risultati non tramite indicatori di impatto (*midpoint*), come i due precedenti, ma restituisce tre indicatori di danno (*endpoint*) quali danno alla salute umana (*Human Health*), danno agli ecosistemi (*Ecosystems*) e consumo di risorse (*Resources*); ognuno di questi indicatori di danno deriva dalla somma di diverse categorie di impatto.

Nonostante il metodo di calcolo differente, anche in questo caso nelle tre categorie di danno per lo Stabilimento di produzione pannello grezzo i contributi maggiori derivano dalle emissioni dirette in atmosfera e dal consumo energetico in *Human Health* e *Ecosystems*, mentre derivano dal consumo energetico e di materiali e chemicals in *Resources*. È altresì possibile confrontare l'incidenza delle categorie le une rispetto alle altre: infatti *Human Health* ha un punteggio di 13,84 Pt, *Resources* di 10,39 Pt infine *Ecosystem* di 7,32 Pt.

Discorso analogo va fatto per la Centrale a biomasse: le emissioni dirette e il consumo energetico sono la quota preponderante all'interno del danno per la salute umana (*Human Health*) e per gli ecosistemi (*Ecosystems*), mentre il consumo di risorse (*Resources*) è dato principalmente da consumi energetici e trasporti, a differenza della produzione del pannello in cui il consumo di materiali e chemicals è maggiore.

Confrontando l'incidenza delle tre categorie, *Human Health* ha un punteggio di 32,28 Pt, *Ecosystems* di 19,84 Pt e *Resources* di 2,63 Pt. Nella categoria *Human Health* lo Stabilimento di produzione pannello

grezzo ha un impatto pari a 42,87% rispetto alla Centrale a biomasse e per *Ecosystems* pari al 36,90%. Il trend si inverte nell'ultimo confronto (*Resources*), infatti è la Centrale a biomasse ad avere un impatto pari al 25,34% rispetto a quello dello Stabilimento di produzione del pannello grezzo.

Il sistema di valutazione tramite ecopunti permette di sommare i diversi impatti delle tre categorie di danno ottenendo un unico ecoindicatore: complessivamente lo Stabilimento di produzione pannello grezzo ha un impatto pari al 57,63% rispetto alla Centrale a biomasse.

Pertanto, il metodo endpoint ReCiPe sulla valutazione dei danni permette di stimare che l'impatto delle attività dello Stabilimento di produzione pannello grezzo è inferiore rispetto alle attività di combustione in una Centrale a biomasse.