
PEF Report

Product Environmental Footprint analysis del prodotto:
LEGNA DA ARDERE



Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa
Istituto di Management – SUM Management della sostenibilità
Fabio Iraldo, Francesca Albano, Nicola Fabbri



"Fondo Europeo Agricolo per lo
Sviluppo Rurale:
L'Europa investe nelle zone rurali"



 Regione Emilia-Romagna

CO₂SINK/PEF

Sommario

PEF Report	1
1 Introduzione	2
2 Metodologia	3
3 Campo di applicazione dello studio	4
3.1 UNITÀ FUNZIONALE.....	4
3.2 CONFINI DEL SISTEMA.....	5
3.3 SELEZIONE DELLE CATEGORIE D'IMPATTO E DEI METODI DI CALCOLO	6
4.1. ASSUNZIONI E LIMITAZIONI	10
4 Analisi di inventario del ciclo di vita.....	10
4.1 ATTIVITÀ FORESTALI.....	11
5 Analisi degli impatti ambientali	12
5.1 RISULTATI DI IMPATTO AMBIENTALE CARATTERIZZATI.....	12
6.1. RISULTATI NORMALIZZATI E PESATI.....	13

1 Introduzione

Oggetto dello studio è il prodotto LEGNA DA ARDERE, tipica produzione delle foreste appenniniche, i cui dati sono derivati dalle prove effettuate nelle quattro tipologie di intervento boschive del territorio (taglio a raso matricinato, conversione di ceduo all'alto fusto, diradamento di fustaia transitoria e diradamento di fustaia di resinose).

L'azienda che ha contribuito alle prove di taglio ed esbosco è stata la Firepack di Rossi Fabio.

Il presente studio di *Life Cycle Assessment* (LCA) è condotto secondo la metodologia PEF (*Product Environmental Footprint*) per la valutazione dell'impronta ambientale di prodotto così come definita nella Raccomandazione 2013/179/UE della Commissione, del 9 aprile 2013, relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita di prodotti e delle organizzazioni.

Il software utilizzato è Simapro 9.1.0.8 e il metodo di calcolo è l'EF Method (adapted) versione 2.0.

Come riferimento metodologico è stata utilizzata la versione 6.3 di Maggio 2018 della guida alla stesura delle regole di categoria per la valutazione dell'impronta ambientale dei prodotti (PEFCR Guidance), redatta dalla Commissione Europea, escluse tutte quelle parti applicabili solo sui prodotti già coperti da PEFCR settoriali. Tutte le deviazioni alla PEFCR Guidance 6.3 sono state fatte basandosi su versione precedenti delle PEFCR Guidance e giudizio di esperti tecnici.

L'obiettivo dello studio è stato quello di analizzare l'impronta ambientale dalla culla al cancello (*cradle to gate*) del prodotto legna da ardere al fine di:

- Sperimentare la metodologia PEF, come nuovo approccio alla sostenibilità, nell'ambito di un settore italiano rilevante per l'economia forestale.
- Identificare le aree di maggior criticità all'interno del ciclo produttivo o del ciclo di vita del prodotto per la definizione di un piano di miglioramento delle performance ambientali dell'azienda.
- Fornire un supporto scientifico alla comunicazione esterna e all'informazione indirizzata ai clienti, al mercato e agli stakeholders.

Nello studio, come previsto dalle PEFCR, si sono considerati tutti i processi “dalla culla al cancello”, ovvero:

- Produzione ed approvvigionamento delle materie prime, incluso l’uso del suolo;
- Tutte le attività forestali di movimentazione tronchi, tagli, allestimenti, esbosco dei tronchi, trasporto a magazzino e taglio in pezzi da stufa e da camino; i relativi mezzi e i consumi di combustibile e di ausiliari ad essi connessi, nonché la produzione dei rifiuti.

Dallo studio è emerso che le categorie d’impatto più rilevanti, che cumulativamente coprono l’82,5% del totale degli impatti sono:

1. Cambiamento climatico (31,2%);
2. Consumo di risorse energetiche (20,2%);
3. Consumo di risorse minerali e metalliche (15,7%);
4. Formazione di ozono fotochimico (9,0%);
5. Acidificazione terrestre e delle acque dolci (6,3%).

La fase del ciclo di vita Pre-lavorazione della materia prima (attività di raccolta, taglio, esbosco), attraverso l’impiego di mezzi e attrezzature forestali risulta rilevante per tutte le categorie di impatto, contribuendovi per oltre l’80%. Rispetto alla categoria Cambiamento climatico, rilevante sia nello studio PEF screening che nel presente studio, è confermata la rilevanza della fase di Pre-lavorazione della materia prima, indicata nello studio PEF Screening come Processo di raccolta della legna con l’impiego dei relativi mezzi e/o attrezzature forestali. L’impatto dovuto al processo di occupazione del suolo, rilevante nella categoria Uso del suolo, nella fase screening, non è stato confermato dal presente studio.

Si suggerisce dunque una revisione delle Linee Guida con riferimento alle categorie di impatto e ai processi rilevanti.

2 Metodologia

La PEF (*Product Environmental Footprint*) è nata con l’obiettivo di sviluppare una metodologia europea armonizzata per gli studi di impronta ambientale volta a quantificare gli impatti ambientali

dei flussi di materia/energia in ingresso, delle emissioni prodotte e dei flussi di rifiuti in uscita associati al ciclo di vita di uno specifico bene o servizio.

L'analisi del ciclo di vita, così come previsto dalla metodologia PEF, si è articolata nelle seguenti quattro fasi:

- a) definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione;
- b) analisi del profilo di utilizzo delle risorse ed emissioni: inventario dei dati in ingresso e in uscita relativi alle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto.
- c) fase di valutazione dell'impatto del ciclo di vita: i risultati dell'inventario sono stati espressi utilizzando gli indicatori previsti dalle linee guida PEF.
- d) fase di interpretazione: i risultati sono riepilogati e discussi, in conformità con la definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione, come base per conclusioni, raccomandazioni e decisioni.

Il software utilizzato è Simapro 9.1.0.8 e il metodo di calcolo è l'EF Method (adapted) versione 2.0.

Lo studio è stato condotto sulla base dei seguenti documenti di riferimento:

- Product Environmental Footprint (PEF) Guide; Annex II to the Recommendation 2013/179/EU, 9 April 2013. Published in the official journal of the European Union Volume 56, 4 May 2013;
- PEFCR Guidance document - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3, may 2018;
- Linee guida per la valutazione degli impatti ambientali secondo la metodologia PEF, sviluppata nell'ambito del progetto CO2PES&PEF.

3 Campo di applicazione dello studio

3.1 Unità funzionale

L'unità funzionale dello studio è **1 ton di legna da ardere**, pronta per la vendita, al cancello del grossista.

3.2 Confini del sistema

In Figura 1 sono schematizzati i confini del sistema considerati nello studio. Come si può osservare dalla figura, lo studio comprende:

- Produzione ed approvvigionamento delle materie prime, incluso l'eventuale packaging di approvvigionamento;
- Tutte le lavorazioni del legname che avvengono all'interno della foresta, quali la movimentazione dei tronchi, i tagli e la produzione di rifiuti;
- Tutte le lavorazioni svolte dal grossista, come il taglio della legna in pezzi da stufa e da camino, per la vendita al cliente finale.

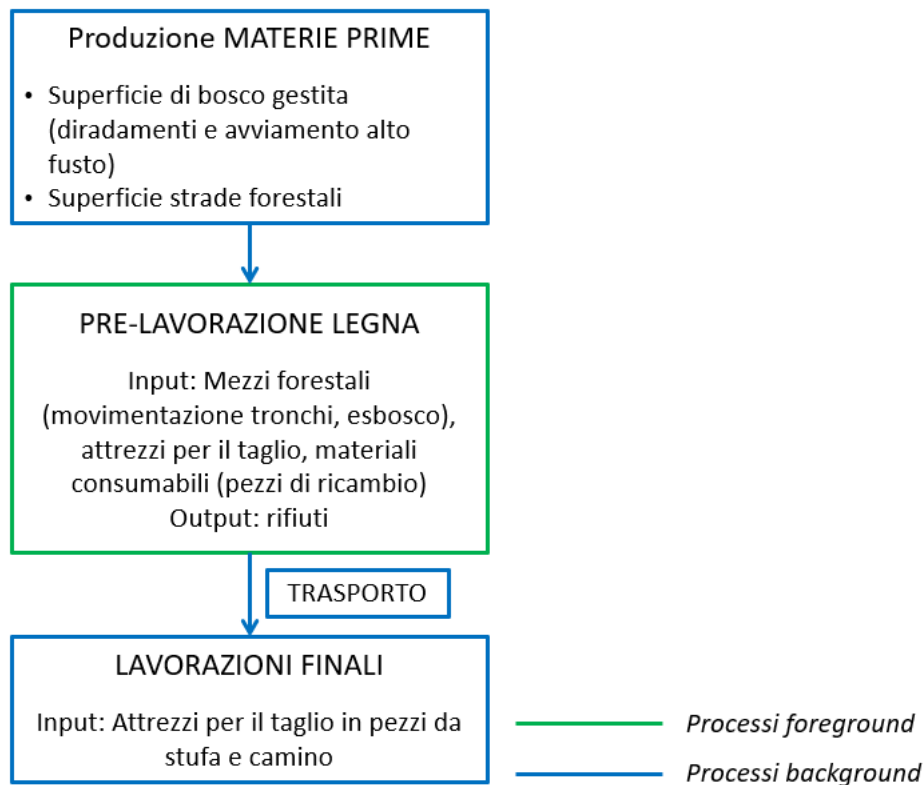


Figura 1: Confini del Sistema

Sono da considerarsi *processi foreground* tutti quei processi gestiti direttamente dall'azienda e per i quali è stato possibile un accesso diretto alle informazioni. I *processi background* sono invece quelli non gestiti direttamente dall'azienda, per i quali non è stato possibile un accesso diretto alle informazioni e per cui si è fatto ricorso a dati di letteratura o database.

Per le finalità del presente studio, sono escluse le fasi di uso e fine vita del prodotto.

3.3 Selezione delle categorie d'impatto e dei metodi di calcolo

Per categoria di impatto si definisce la classe che rappresenta i problemi ambientali di interesse ai quali possono essere assegnati i risultati dell'analisi dell'inventario del ciclo di vita. Si definisce invece l'indicatore della categoria di impatto la rappresentazione quantificabile di una categoria di impatto. Non esistendo ad oggi specifiche PEFCR per la legna da ardere, nel presente studio si sono analizzate tutte le categorie d'impatto indicate dalla metodologia PEF.

Le categorie d'impatto prese in considerazione sono riportate in Tabella 1. Per ogni categoria d'impatto è riportata la robustezza del dato così come definito nelle PEFCR Guidance v.6.3.

Tabella 1: Categorie d'impatto

Categorie di impatto	Indicatore	Descrizione	Robustezza
Cambiamenti climatici (GWP 100)	kg CO2 eq	Capacità di un gas a effetto serra di influenzare i cambiamenti della temperatura media globale dell'aria a livello del suolo e alle successive variazioni di diversi parametri climatici e dei loro effetti (espresso in unità di CO2-equivalenti e in uno specifico arco temporale: 100 anni).	I
Riduzione dello strato di ozono	kg CFC-11 eq ¹	Degradazione dell'ozono stratosferico dovuta alle emissioni di sostanze lesive dell'ozono, quali gas contenenti cloro e bromo di lunga durata (per esempio CFC, HCFC, halon).	I
Tossicità per gli esseri umani - effetti cancerogeni	CTUh ² (unità tossica comparativa per gli esseri umani)	Effetti negativi sulla salute degli esseri umani causati dall'assunzione di sostanze tossiche per inalazione di aria, ingestione di cibo/acqua, penetrazione cutanea, nella misura in cui si tratta di sostanze cancerogene.	III/interim
Tossicità per gli esseri umani - effetti non cancerogeni	CTUh (unità tossica comparativa per gli esseri umani)	Effetti negativi sulla salute degli esseri umani causati dall'assunzione di sostanze tossiche per inalazione di aria, ingestione di cibo/acqua, penetrazione cutanea, nella misura in cui si tratta di sostanze non cancerogene non causate da particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche o da radiazioni ionizzanti.	III/interim
Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche	kg PM2.5 eq	Effetti avversi sulla salute umana causati dalle emissioni di particolato (PM) e dai suoi precursori (NOx, SOx, NH3).	I
Radiazione ionizzante – effetti sulla salute umana	kg U235 eq	Effetti negativi sulla salute umana causati da emissioni radioattive.	II

1 CFC-11 = triclorofluorometano, noto anche come freon-11 o R-11, è un clorofluorocarburo.

2 CTUh fornisce una stima dell'aumento della morbilità nella popolazione umana totale per massa unitaria di una sostanza chimica emessa (casi per chilogrammo), presupponendo una ponderazione uguale tra gli effetti cancerogeni e gli effetti non cancerogeni dovuta a mancanza di informazioni più precise sull'argomento

Categorie di impatto	Indicatore	Descrizione	Robustezza
Formazione di ozono fotochimico – effetti sulla salute umana	kg NMVOC eq ³	Formazione di ozono al livello del suolo della troposfera causata da ossidazione fotochimica di composti organici volatili (VOC) e monossido di carbonio (CO) in presenza di ossidi di azoto (NOx) e luce solare. Alte concentrazioni di ozono troposferico a livello del suolo sono dannose per la vegetazione, le vie respiratorie dell'uomo e i materiali artificiali attraverso la reazione con materiali organici.	II
Acidificazione	molc H+ eq	Ripercussioni delle sostanze acidificanti sull'ambiente. Le emissioni di NOx, NH3 e SOx comportano il rilascio di ioni idrogeno quando i gas sono mineralizzati. I protoni favoriscono l'acidificazione dei suoli e delle acque, se rilasciati in superfici dove la capacità tampone è bassa, con conseguente deterioramento delle foreste e acidificazione dei laghi.	II
Eutrofizzazione – Terrestre	mol N eq	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di vegetazione. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso.	II
Eutrofizzazione – Acque dolci	kg P eq	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di alghe e altra vegetazione nelle acque. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso e, in alcuni casi, moria ittica.	II
Eutrofizzazione – Marina	kg N eq	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di alghe e altra vegetazione nelle acque. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso e, in alcuni casi, moria ittica.	II

³ NMVOC = composti organici volatili non metanici

Categorie di impatto	Indicatore	Descrizione	Robustezza
Ecotossicità – acqua dolci	CTUe ⁴ (unità tossica comparativa per gli ecosistemi)	Impatti tossici su un ecosistema, che danneggiano le singole specie e modificano la struttura e la funzione dell'ecosistema.	III/interim
Uso del suolo	kg C deficit	Utilizzo e trasformazione del territorio con attività quali agricoltura, costruzione di strade, case, miniere, ecc. L'occupazione del suolo considera gli effetti della destinazione del suolo, la superficie del territorio interessato e la durata della sua occupazione (variazioni della qualità moltiplicate per superficie e durata). La trasformazione del suolo considera l'entità delle variazioni delle proprietà del suolo e la superficie interessata (variazioni della qualità moltiplicate per la superficie).	III
Impoverimento della risorsa idrica	m3 water eq	Uso di m3 di acqua connesso alla scarsità locale di acqua	III
Impoverimento delle risorse – minerali, metalli	kg Sb eq	Impoverimento delle risorse abiotiche (minerali e metalli) misurato attraverso un'elaborazione automatica dei dati -ADP- relativi alle riserve finali di tali risorse.	III
Impoverimento delle risorse – fossili	MJ	Impoverimento delle risorse abiotiche (combustibili fossili) misurato attraverso un'elaborazione automatica dei dati -ADP- relativi ai vettori energetici.	III

L'indicatore "cambiamenti climatici" è costituito da tre sottoindicatori: cambiamenti climatici, combustibili fossili; cambiamenti climatici, carbonio biogenico; cambiamenti climatici, uso del suolo e cambiamento d'uso del suolo. Le sottocategorie "cambiamenti climatici – carbonio fossile", "cambiamenti climatici – carbonio biogenico" e "cambiamenti climatici – uso del suolo e cambiamento d'uso del suolo" devono essere trattate separatamente se indicano, ciascuna, un contributo superiore al 5 % al punteggio totale dei cambiamenti climatici.

4 CTUe fornisce una stima della frazione di specie potenzialmente interessata integrata nel tempo e del volume per massa unitaria di una sostanza chimica emessa

La metodologia di valutazione degli impatti è la EF, versione 2.0, sviluppata dall'iniziativa Environmental Footprint e adattata da Pré Consultants per poter essere meglio utilizzabile con le banche dati contenute in SimaPro (software di calcolo utilizzato per condurre l'analisi LCA).

I fattori di caratterizzazione, normalizzazione e pesatura sono quelli propri del metodo EF.

I fattori di normalizzazione e pesatura sono quelli riportati nell'Annex 2 delle PEFCR Guidance v.6.3.

Così come indicato nelle PEFCR Guidance v.6.3, dato l'elevato grado di incertezza dei metodi di calcolo delle tre categorie d'impatto relative alla tossicità (tossicità umana – effetti cancerogeni e non cancerogeni e ecotossicità acquatica), i loro risultati caratterizzati, seppur debbano essere inseriti nel report dello studio PEF, non possono essere considerati ai fini dell'individuazione delle categorie di impatto, fasi del ciclo di vita e processi rilevanti. Tali categorie non possono dunque essere prese in considerazione nella fase di interpretazione dei risultati e definizione del benchmark, almeno fino alla finalizzazione del lavoro che la Commissione sta portando avanti assieme alla ECHA – *European Chemical Agency* per la definizione di nuovi fattori di caratterizzazione basati sui dati REACH.

4.1. Assunzioni e limitazioni

Nell'ambito del presente studio la principale limitazione ha riguardato la modellazione del processo di input “Superficie diradamento e/o avviamento alto fusto” per il quale si è utilizzato il dataset generico: *Occupation, forest, extensive*, che non rappresenta in maniera fedele il tipo di attività forestale condotta dall'impresa.

La principale assunzione ha riguardato l'inserimento del processo di input “Superficie occupata da strade forestali” modellato con il dataset: *Transformation, to traffic area, road network* nonostante tale trasformazione, da superficie forestale a strada forestale, sia avvenuta indipendentemente dalla necessità di produrre la legna da ardere oggetto del presente studio.

4 Analisi di inventario del ciclo di vita

Si riportano di seguito i dati di inventario relativi alla produzione di 1 ton di legna, pronta per la vendita sulla piazzola di accatastamento. Le attività sono tutte svolte dall'impresa Firepack di Rossi Fabio.

4.1 Attività forestali

Tabella 2: Dati di inventario relativi alle attività forestali

	UdM	Quantità
Output: legna tagliata	ton	1
<i>INPUT NATURA</i>		
Sup. diradamenti e/o avviamento alto fusto	ha	0,084
Sup. taglio e ceduzione	ha	0,020
<i>INPUT TECNOSFERA (CONSUMABILI)</i>		
Pneumatici	kg	0,16
<i>INPUT TECNOSFERA (MEZZI E ATTREZZATURE)</i>		
Motosega	hr	6,61
Mezzo esbosco (trattore con verricello)	km	9.332
<i>RIFIUTI:</i>		
Metalli (catena motosega)	kg	0,0006
Pneumatici	kg	0,16

5 Analisi degli impatti ambientali

Si riportano nei seguenti paragrafi i risultati caratterizzati, normalizzati e pesati relativi alla produzione di 1 ton di legna da ardere pronta per la vendita al cancello del grossista.

5.1 Risultati di impatto ambientale caratterizzati

Sono di seguito riportati i risultati caratterizzati relativi alla produzione di 1 ton di legna da ardere.

Tabella 3: Impatti ambientali caratterizzati riferiti ad 1 ton di prodotto LEGNA DA ARDERE

Categoria di impatto	Unità di misura	Totale	Materie prime	Consumabili	Mezzi e attrezzature	Rifiuti
Climate change	kg CO2 eq	43,75	0,00E+00	3,22E+00	4,03E+01	1,79E-01
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,16E-05	0,00E+00	3,54E-06	8,04E-06	1,04E-09
Ionising radiation	kBq U-235 eq	3,56	0,00E+00	1,06E+00	2,50E+00	3,09E-04
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	0,82	0,00E+00	4,30E-02	7,73E-01	5,15E-05
Particulate matter	disease inc.	1,88E-06	0,00E+00	1,96E-07	1,68E-06	4,99E-10
Human toxicity, non-cancer	CTUh	3,15E-06	0,00E+00	4,86E-08	3,10E-06	1,32E-10
Human toxicity, cancer	CTUh	4,25E-08	0,00E+00	2,10E-09	4,04E-08	2,46E-12
Acidification	mol H+ eq	0,37	0,00E+00	2,94E-02	3,41E-01	4,26E-05
Eutrophication, freshwater	kg P eq	3,96E-03	0,00E+00	6,57E-04	3,30E-03	4,98E-07
Eutrophication, marine	kg N eq	0,22	0,00E+00	3,99E-03	2,18E-01	1,67E-05
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	1,39	0,00E+00	4,30E-02	1,34E+00	1,82E-04
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	646,60	0,00E+00	1,25E+02	5,21E+02	3,07E-01
Land use	Pt	42075,16	4,14E+04	2,99E+01	6,16E+02	4,68E-02
Water use	m3 depriv.	2,91	0,00E+00	6,72E-01	2,24E+00	2,09E-03
Resource use, fossils	MJ	738,76	0,00E+00	2,21E+02	5,17E+02	6,72E-02
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	1,52E-04	0,00E+00	3,08E-05	1,21E-04	1,32E-08
Climate change - Fossil	kg CO2 eq	43,72	0,00E+00	3,22E+00	4,03E+01	1,79E-01
Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	1,97E-02	0,00E+00	5,22E-03	1,45E-02	2,78E-06
Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq	1,46E-02	0,00E+00	2,03E-03	1,26E-02	1,25E-06

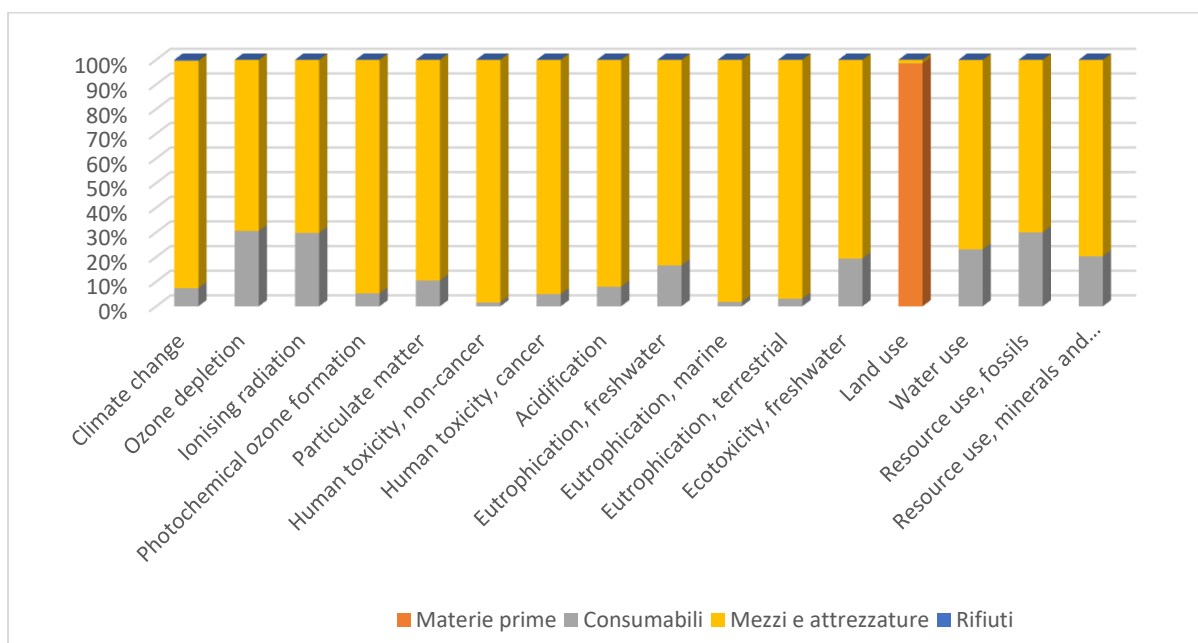


Figura 2: Contributi percentuali delle fasi del ciclo di vita all'impatto complessivo del prodotto LEGNA DA ARDERE

6.1. Risultati Normalizzati e Pesati

Di seguito sono riportati i risultati d'impatto ambientale *normalizzati* e *pesati*. La normalizzazione è quell'operazione tramite cui gli impatti ambientali del sistema oggetto dell'analisi sono normalizzati alla quantità annuale di quell'impatto che si verifica in una determinata zona (Europa) in un determinato periodo di tempo (un anno), riferiti al singolo individuo. Il valore di riferimento per la normalizzazione è dunque "l'impatto potenziale per persona per anno". Dividendo i valori d'impatto del sistema oggetto dell'analisi per il corrispondente fattore di normalizzazione, si ottengono gli impatti normalizzati, la cui unità di misura è "*persone equivalenti*". In questo modo tutti gli impatti sono espressi nella stessa unità di misura e si può dunque avere un'idea delle categorie d'impatto più significative per il sistema oggetto dell'analisi, in relazione al contributo che questo apporta agli impatti complessivi cui è soggetta la realtà in cui opera.

La pesatura è invece quell'operazione in cui i risultati normalizzati sono moltiplicati per dei fattori di pesatura che riflettono la relativa importanza percepita delle categorie d'impatto. I risultati dell'impronta ambientale pesati possono essere quindi confrontati per valutarne la relativa importanza.

Come indicato nelle PEFCR Guidance, visto l'elevato livello di incertezza per categorie d'impatto della tossicità umana e acquatica, queste non devono essere tenute in considerazione nelle operazioni di pesatura e normalizzazione.

Tabella 4: Risultati normalizzati e pesati riferiti ad 1 ton di prodotto LEGNA DA ARDERE

Categoria di impatto	Unità di misura	Totale
Climate change	mPt	1,14
Ozone depletion	mPt	1,36E-02
Ionising radiation	mPt	4,22E-02
Photochemical ozone formation	mPt	0,96
Particulate matter	mPt	0,28
Human toxicity, non-cancer	mPt	0,25
Human toxicity, cancer	mPt	5,36E-02
Acidification	mPt	0,41
Eutrophication, freshwater	mPt	6,90E-02
Eutrophication, marine	mPt	0,34
Eutrophication, terrestrial	mPt	0,29
Ecotoxicity, freshwater	mPt	0,29
Land use	mPt	4,08
Water use	mPt	2,16E-02
Resource use, fossils	mPt	0,95
Resource use, minerals and metals	mPt	0,18

Interpretazione

Categorie d'impatto più rilevanti

Sulla base dei risultati normalizzati e pesati, le categorie d'impatto più rilevanti sono quelle che cumulativamente contribuiscono ad almeno l'80% dell'impatto complessivo del prodotto (escluse le categorie relative alla tossicità umana e acquatica).

Di seguito sono riportati i risultati percentuali relativi alle categorie di impatto, con le più rilevanti evidenziate in grassetto. Le categorie di impatto rilevanti contribuiscono cumulativamente all'80,43% degli impatti del prodotto.

Tabella 5: Contributi percentuali delle singole categorie d'impatto normalizzate e pesate all'impatto complessivo del prodotto LEGNA DA ARDERE

Impact Category	1 ton LEGNA DA ARDERE
Climate change	12,15%
Ozone depletion	0,15%
Ionising radiation	0,45%
Photochemical ozone formation	10,26%
Particulate matter	3,01%
Human toxicity, non-cancer	2,70%
Human toxicity, cancer	0,57%
Acidification	4,42%
Eutrophication, freshwater	0,74%
Eutrophication, marine	3,59%
Eutrophication, terrestrial	3,10%
Ecotoxicity, freshwater	3,11%
Land use	43,51%
Water use	0,23%
Resource use, fossils	10,09%
Resource use, minerals and metals	1,92%

Fasi del ciclo di vita e processi più rilevanti

Le fasi del ciclo di vita più rilevanti sono quelle che cumulativamente contribuiscono almeno all'80% delle categorie d'impatto rilevanti identificate.

I processi più rilevanti sono quelli che contribuiscono cumulativamente ad almeno l'80% delle categorie d'impatto rilevanti identificate.

Si riportano di seguito i risultati relativi alle fasi del ciclo di vita più rilevanti, ai processi più rilevanti e i relativi sotto-processi rilevanti, evidenziati per una migliore comprensione dei contributi agli impatti ambientali derivanti delle varie attività svolte per produrre 1 ton di legna da ardere.

Tabella 6: LEGNA DA ARDERE – Fasi del ciclo di vita più rilevanti

Impact Category	MATERIE PRIME	PRODUZIONE
Climate change	42,84%	57,16%
Photochemical ozone formation, HH	0,0%	100,0%
Acidification	0,0%	100,0%
Land use	98,47%	1,53%
Resource use, energy carriers	0,0%	100,0%

Tabella 7: LEGNA DA ARDERE – Processi più rilevanti

Impact Category	Materie prime	Consumabili	Mezzi e attrezzature	Rifiuti
Climate change	42,84%	6,73%	50,37%	0,06%
Photochemical ozone formation	0,00%	5,27%	94,73%	0,01%
Acidification	0,00%	7,94%	92,05%	0,01%
Land use	98,47%	0,07%	1,46%	0,00%
Resource use, fossils	0,00%	29,95%	70,04%	0,01%

Flussi elementari più rilevanti

I flussi elementari più rilevanti sono le emissioni dirette che cumulativamente contribuiscono ad almeno l'80% dell'impatto totale dei soli flussi elementari dei processi più rilevanti e per le categorie d'impatto più rilevanti.

Nell'ambito del presente studio l'unico flusso elementare che entra nel sistema prodotto è la superficie di foresta gestita a fini produttivi, il quale impatta sulla categoria Land use per il 98,46.

Valutazione della qualità dei dati dei dataset secondari

In Allegato 1 vengono riportati e definiti i criteri di valutazione utilizzati per la valutazione della qualità dei dati dei dataset secondari, così come richiesto dalla raccomandazione 2013/179/UE. Per la definizione del giudizio complessivo di qualità dei dati è stata utilizzata la formula seguente:

$$DQR = \frac{TeR + GR + TiR}{3}$$

Dove:

DQR è l'indice complessivo di qualità dei dati

TeR è il valore dell'indice di qualità per la rappresentatività tecnologica

GR è il valore dell'indice di qualità per la rappresentatività geografica

TiR è il valore dell'indice di qualità per la rappresentatività temporale

All'indice complessivo di qualità dei dati (DQR) corrispondono cinque livelli di qualità definiti da altrettanti giudizi di qualità, così come specificato nel seguente prospetto.

Tabella 8: Livelli di qualità

DQR	Livello di qualità
$DQR \leq 1.5$	Eccellente
$1.5 < DQR \leq 2.0$	Ottima
$2.0 < DQR \leq 3.0$	Buona
$3 < DQR \leq 4.0$	Sufficiente
$DQR > 4$	Scarsa

Di seguito è riportata la valutazione della qualità dei set di dati utilizzati nel modello rispetto ai criteri sopra elencati.

Tabella 9: Valutazione della qualità dei dataset secondari dei principali processi

	Rappresentatività tecnologica	Rappresentatività geografica	Rappresentatività Temporale	Media (DQR)	Qualità
PROD-consumabili (pneumatici)	1	3	2	2	Buona
PROD-Mezzi forestali (pre-lavorazione legna)	2	2	2	2	Buona
PROD-Fine vita pneumatici	2	2	2	2	Buona
PROD-Trasporti	2	2	2	2	Buona
PROD-Taglio in pezzi da stufa e camino	1	2	2	1,6	Ottima

Interpretazione dei risultati PEF

Analizzando i risultati dell'impatto ambientale del prodotto oggetto dello studio, è emerso che le categorie d'impatto più rilevanti sono:

Uso del suolo;

Cambiamento climatico;

Formazione di ozono fotochimico;

Consumo di risorse energetiche;

Consumo di risorse minerali e metalliche;

I grafici sotto riportano i contributi percentuali dei principali processi all'impatto complessivo del prodotto sulle categorie d'impatto più rilevanti.

Per tutte le categorie d'impatto risulta rilevante il processo di pre-lavorazione della materia prima, per via dell'impiego di mezzi e attrezzature forestali, tranne che nella categoria Uso del suolo dove sono rilevanti le materie prime (superficie forestale gestita e superficie occupata da strade forestali).

Processi sotto il diretto controllo dell'Azienda

Tutte le attività considerate sono sotto il diretto controllo dell'azienda.

Azioni di miglioramento e suggerimenti

Alla luce di quanto emerso dallo studio PEF condotto sul prodotto legna da ardere dell'impresa Firepack. Ambiente, si consiglia di valutare delle azioni di miglioramento dei processi di taglio in bosco, con particolare riferimento alle attrezzature per il taglio (motosega). Sebbene la tecnologia non sia ancora facilmente disponibile, è possibile sostituire le motoseghe a motore endotermico con quelle a batteria elettrica, caricata con energia elettrica da fonti 100% rinnovabili.

L'impatto nella categoria Land use (Uso del suolo), risultata tra le rilevanti, è funzione di dataset proxy che non modellano fedelmente i processi di trasformazione del suolo per fini forestali. Per questa ragione si suggerisce di valutare la costruzione di dataset specifici per il settore forestale, a partire da dati primari.

ALLEGATO 1 – CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DEI DATI

Tabella 3: Punteggi per la valutazione della rappresentatività temporale

Criterio	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
Rappresentatività temporale	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Da tre a un anno
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Da cinque a tre anni
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Da dieci a cinque
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Da dieci a quindici
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non è potuta essere verificata/non è nota.	Più di quindici anni, oppure anno sconosciuto

Tabella 11: Punteggi per la valutazione della rappresentatività tecnologica dei dati

Critero	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
Rappresentatività tecnologica	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Specifico per il processo e la tecnologia in studio
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Specifico per il processo in studio, media fra diverse tecnologie
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Dati per il processo medio, media fra diverse tecnologie
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Dati per il processo medio, senza ulteriori informazioni in relazione alla tecnologia
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non ha potuto essere verificata/non è nota.	Altri dati

Tabella 42: Punteggi per la valutazione della rappresentatività geografica dei dati

Critero	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
Rappresentatività geografica	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Dati relativi alla regione in cui avviene il processo
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Dati relativi allo stato in cui avviene il processo
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Dati relativi al continente in cui avviene il processo
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Altri stati europei diversi dal paese in cui avviene il processo
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non ha potuto essere verificata/non è nota.	Altri paesi, paese sconosciuto