

LCA  
Study  
Report

Life Cycle Assessment:

**Barra in lega di alluminio**

**Eural Gnutti S.p.A.**

**EURAL**  
GNUTTI S.p.A.

## Indice

1.	Aspetti generali .....	3
1.1	Definizione del Life Cycle Assessment (LCA) .....	3
1.2	Committente .....	3
1.3	Tempi sviluppo del rapporto .....	4
1.4	Riferimenti normativi .....	4
2.	Obiettivo dello studio .....	4
2.1	Motivazioni dello studio .....	4
2.2	Applicazioni previste e destinatari dello studio .....	4
3.	Campo di applicazione dello studio .....	5
3.1	La funzione del prodotto analizzato .....	5
3.2	Unità funzionale .....	6
3.3	Confini del sistema .....	6
3.4	Criteri di esclusione .....	9
4.	Analisi dell'inventario del ciclo di vita .....	9
4.1	Procedimenti di raccolta dei dati .....	9
	Inputs .....	10
	Outputs .....	10
4.2	Descrizione qualitativa e quantitativa di processi unitari .....	11
4.3	Fonti della letteratura pubblicata .....	13
4.4	Procedure di calcolo .....	13
4.5	Validazione dei dati .....	14
4.6	Analisi di sensibilità per correggere i confini del sistema .....	15
4.7	Principi e procedimenti di allocazione .....	16
5.	Valutazione dell'impatto del ciclo di vita .....	16
5.1	Modelli, categorie di impatto e indicatori considerati .....	16
5.2	I risultati dello studio .....	17
5.3	Le limitazioni dei risultati dell'Life Cycle Inventory Assessment (LCIA) .....	23
5.4	Risultati dell'LCIA rispetto all'obiettivo e al campo di applicazione .....	23
5.5	Risultati dell'LCIA rispetto ai risultati dell'Life Cycle Inventory (LCI) .....	23
6.	Interpretazione del ciclo di vita .....	23
	Analisi di incertezza .....	24
	Analisi di sensitività .....	25
	Controllo di completezza .....	26
	Controllo di coerenza .....	28
	Conclusioni, limitazioni e raccomandazioni .....	29

## 1. Aspetti generali

### 1.1 Definizione del Life Cycle Assessment (LCA)

Il metodo LCA è una procedura standardizzata che permette di registrare, quantificare e valutare i danni ambientali connessi con un prodotto, una procedura o un servizio, all'interno di un contesto ben preciso, che deve essere definito a priori. Questo studio può essere inteso come "integrale", in quanto considera anche tutti i passaggi precedenti e seguenti la procedura in esame. Per prima cosa, è necessario definire l'obiettivo e l'ambito dell'indagine; successivamente, bisogna costruire la cosiddetta "analisi dell'inventario": in questa fase vengono annotati i flussi di materiale ed energia dei diversi passaggi del procedimento in esame. In un terzo passaggio, dopo aver completato tutti i bilanci, è possibile iniziare la valutazione dell'impatto ambientale: tale stima serve per identificare e quantificare i potenziali effetti ambientali dei sistemi analizzati e fornisce informazioni essenziali per le interpretazioni successive, che vengono realizzate nel quarto passaggio. A questo punto, i risultati ottenuti e la valutazione del rischio vengono riassunti, discussi e valutati in relazione all'obiettivo precedentemente fissato.

L'idea di base del metodo LCA è la registrazione di tutti i flussi di materiale ed energia connessi con un prodotto, un processo o un servizio. L'intera vita di un composto o di un sistema viene considerata "dalla culla fino alla tomba". Questo significa che non vengono presi in considerazione solo gli effetti ambientali a livello dell'impianto di produzione, bensì l'intero processo che porta ad un prodotto, a partire dall'approvvigionamento delle materie prime, fino allo smaltimento, passando attraverso l'utilizzo e il consumo. Questo approccio di tipo estensivo è molto importante in quanto, se si considerasse un panorama troppo ristretto, si potrebbe arrivare a delle conclusioni distorte a proposito di vantaggi o svantaggi; in questo modo, invece, è possibile spingere l'ottimizzazione fino a raggiungere il reale minimo scientifico del soggetto dell'indagine.

In alternativa, è ammessa anche un'analisi di tipo "dalla culla al cancello" (*cradle to gate*). Le valutazioni del ciclo di vita (LCA) che seguono il "Cradle-to-Gate" misurano l'impronta ambientale di un prodotto fino al punto in cui lascia il cancello della fabbrica. Ciò significa che i risultati dell'impronta ambientale non includono l'impronta dell'uso del prodotto da parte dei clienti e i processi di fine vita.

Questo è utile in alcune situazioni, poiché non sempre si dispone di dati su ciò che accade dopo che i prodotti escono dalla fabbrica.

La valutazione del ciclo di vita (Life Cycle Assessment, LCA) è regolamentata dalle norme ISO 14040/14044, approvate a livello internazionale ed in vigore dal 1997.

Dal punto di vista di consumatori, lo studio dell'impatto ambientale di prodotto è uno strumento essenziale per lo sviluppo di un consumo sostenibile. La "pressione selettiva del consumatore" può quindi essere un fattore importante per stimolare l'innovazione nelle imprese, la promozione di un consumo sostenibile e il miglioramento delle performance ambientali.

### 1.2 Committente

EY S.p.a. ha dato supporto per la realizzazione del presente studio LCA per conto di Eural Gnutti S.p.A., produttore leader mondiale di barre trafilate a freddo in leghe di alluminio per lavorazioni meccaniche. Barre estruse, profili estrusi pieni e cavi, completano la gamma dei prodotti.

Eural Gnutti ha sviluppato leghe di alluminio senza piombo ad alta lavorabilità (Lead Free), con alto contenuto di

alluminio riciclato e con elevate prestazioni in termini di resistenza e lavorabilità. Le leghe sono particolarmente apprezzate nell'industria automobilistica, aerospaziale, difesa e industria meccanica in generale.

La produzione di Eural Gnutti è 100% Made in Italy, con prodotti orientati verso il futuro di altissima qualità senza compromessi.

Oltre ai siti italiani di Rovato (estrusione) e Pontevico (fonderia), Eural Gnutti controlla al 100% una società commerciale negli Stati Uniti "Eural USA Inc." ed una società di intermediazione vendite in Germania "Eural Deutschland GmbH"; inoltre collabora con diversi agenti di commercio italiani ed esteri.

La maggior parte della produzione è costituita da barre per lavorazioni meccaniche, che presentano tra le loro caratteristiche principali, quelle della lavorabilità, uniformità e alte proprietà meccaniche.

Le barre sono ottenute tramite presse di estrusione nel sito produttivo di Rovato (BS), utilizzando le billette prodotte nella fonderia di Pontevico (BS).

### **1.3 Tempi sviluppo del rapporto**

Il rapporto è stato sviluppato tra febbraio e ottobre 2024

### **1.4 Riferimenti normativi**

Le norme di riferimento per la conduzione dello studio, nonché la comunicazione dei risultati emersi dalla valutazione LCA, sono le:

- UNI EN ISO 14040:2021, Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO 14044:2021, Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida

## **2. Obiettivo dello studio**

L'obiettivo dello studio della LCA è quello valutare e quantificare l'impatto ambientale di un prodotto, servizio o processo durante il suo intero ciclo di vita, espresso sottoforma di differenti parametri e aspetti.

### **2.1 Motivazioni dello studio**

Lo studio, finalizzato alla realizzazione di un'analisi LCA per due barre di alluminio di due diverse leghe, è stato avviato da Eural Gnutti Spa con l'obiettivo principale di rispondere ad una richiesta dello standard ASI, secondo cui l'azienda si sta certificando.

Gli altri obiettivi che hanno portato ad un'analisi LCA sono quindi riconducibili a quelli determinati da questo standard, ovvero:

- Soddisfare le aspettative dei clienti sulle buone pratiche e migliorare la propria reputazione;
- Rafforzare i sistemi di gestione interna sulle questioni ambientali;
- Garantire la trasparenza delle catene di approvvigionamento e gestire i rischi della catena di approvvigionamento;
- Comunicare le migliori pratiche e l'evidenza degli impatti positivi che avranno una ripercussione sui propri stakeholders.

Ciò va anche incontro ai principi dell'azienda, che si pone l'obiettivo di immettere sul mercato prodotti sempre meno impattanti dal punto di vista ambientale (leghe di alluminio Lead Free) e di favorire il riutilizzo di materiale attraverso un sistema di economia circolare, che porta ad utilizzare alluminio di recupero pre o post consumer.

### **2.2 Applicazioni previste e destinatari dello studio**

Lo studio LCA sarà utilizzato dal Committente per elaborare degli strumenti di comunicazione da fornire ai propri clienti (effettivi e potenziali) con indicate le prestazioni ambientali dei prodotti analizzati. Lo studio NON è

finalizzato ad essere usato per sostenere asserzioni comparative destinate alla divulgazione al pubblico e quindi non è stata condotta una specifica revisione esperta.

### 3. Campo di applicazione dello studio

#### 3.1 La funzione del prodotto analizzato

Prodotto analizzato è la barra di alluminio estrusa e trafilata. Nello specifico, sono state analizzate due barre, rispettivamente della lega 2033 e 6026LF.

Si tratta di semilavorati trafilati prodotti in leghe di alluminio *Lead Free* ad alta lavorabilità e pertanto sono particolarmente indicate per tutte quelle applicazioni connesse a lavorazione tramite macchine utensili.

I prodotti oggetto di analisi trovano applicazione per lo più nei seguenti settori:

- Barra in lega 2033
  - Elettrovalvole
  - Valvole per gas
  - Automotive - ammortizzatori (es. portellone posteriore)
  - Industria meccanica in generale
- Barra in lega 6026LF
  - Automotive - impianti frenanti (es. pistoncini Master Cylinder)
  - Industria meccanica in generale

LEGA "LEAD-FREE"	CARATTERISTICHE	SETTORI DI APPLICAZIONE	CONFORMITÀ
<b>2033</b>	Ottima lavorabilità Truciolo fine Durata Caratteristiche meccaniche elevate Attitudine all'anodizzazione	Automotive Elettrico Elettronico Difesa Stampaggio Viteria, Bulloneria, Dadi Parti filettate	2000/53/EU (ELV) 2011/65/EU (RoHS II) 2015/863/EU (RoHS III) 2018/740/EU
<b>6026LF</b>	Lavorazione ad alta velocità Resistenza alla corrosione Caratteristiche meccaniche medio-alte Attitudine all'ossidazione anodica decorativa	Automotive Elettrico Elettronico Stampaggio Viteria, Bulloneria, Dadi Parti filettate Minuteria	2000/53/EU (ELV) 2011/65/EU (RoHS II) 2015/863/EU (RoHS III) 2018/740/EU

Figura 1. Caratteristiche principali delle leghe considerate

Tale tipologia di prodotto e le leghe sono state scelte come quella più rappresentativa dell'intera famiglia, in quanto quelle maggiormente richieste e vendute da Eural Gnutti. Inoltre, tale scelta è stata fatta anche in

un'ottica futura, dal momento che si tratta di leghe prive di piombo, direzione in cui il settore in cui si inserisce l'azienda sta andando sempre con più decisione (considerando anche le normative cogenti che entreranno in vigore nei prossimi anni).

ANNO	TOTAL	2033	2077	6026LF
2016	0,03			0,03
2017	0,6	0,004		0,578
2018	1,9	0,027		1,868
2019	7,3	0,253		7,020
2020	10,1	0,843	0,003	9,240
2021	15,2	1,892	0,008	13,293
2022	17,1	3,341	0,003	13,757
2023	18,5	3,650	0,083	14,752

Figura 2. Andamento vendite leghe Lead Free

### 3.2 Unità funzionale

È stata definita quale unità funzionale/dichiarata 1 Kg di barra. Questo significa che tutti i flussi di materiali ed energia sono stati raccolti (e riportati nei fogli di bilancio) facendo riferimento alla quantità fissata.

### 3.3 Confini del sistema

I confini del sistema sono strettamente legati al sistema prodotto. Un sistema di prodotto presenta una serie di processi unitari, flussi elementari e flussi di prodotto nei confini del sistema.

I confini organizzativi del sistema considerati sono quelli indicati nella PCR UN CPC 4153 e possono così essere rappresentati:

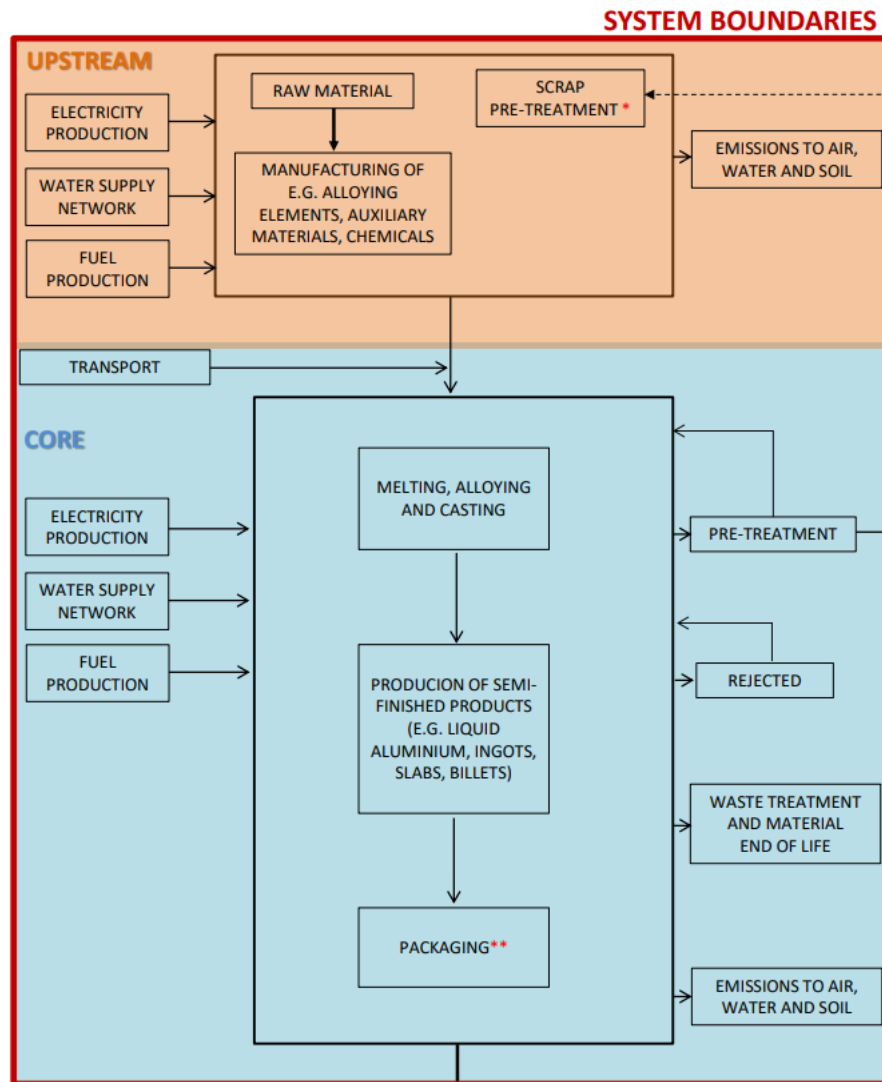


Figura 3 – Confini del sistema analizzato

Sono quindi esclusi i processi downstream di utilizzo del prodotto e fine vita. Inoltre, all'interno dell'analisi svolta non sono stati considerati gli aspetti legati ai rifiuti e loro trattamento. La scelta è stata dettata la poca rilevanza che questi rappresentano per il sistema di prodotto analizzato e per il fatto che buona parte degli elementi in output, rientrano nel ciclo produttivo.

I **Processi Upstream** includono:

- estrazione e lavorazione delle materie prime.  
Le materie prime considerate nell'analisi sono:
  - ✓ Grezzi
  - ✓ Rottami (post-consumer)
  - ✓ Sfridi (pre-consumer)
- trasporto delle materie prime dal fornitore al sito di produzione. Essendo presenti diversi fornitori, è stata considerata, quale distanza percorsa, una distanza media ottenuta dal rapporto tra i Km totali percorsi e i numeri di viaggi effettuati;
- produzione di elementi di lega, prodotti chimici e ausiliari, quali
  - ✓ elementi di lega. Al fine di tutelare il segreto industriale, gli alliganti sono stati tutti ricondotti ad un'unica tipologia, ovvero il silicio;

- ✓ sali (es. scorificanti e distaccanti);
- ✓ materiali per il trattamento delle acque (ad es. sali addolcitori);
- ✓ materiali ausiliari per l'impianto (ad es. argon, soda, ossigeno);
- trasporto dei materiali ausiliari dal fornitore al sito di produzione. Sono stati qui considerati i Km tra il fornitore e il sito produttivo di Eural Gnutti (Pontevico o Rovato, a seconda dei materiali considerati). Nel caso di più fornitori è stata considerata la distanza maggiore;
- produzione di parti di ricambio (ad es. refrattari) e tutto il materiale necessario per operazioni di manutenzione frequenti;
- produzione di imballaggi per la distribuzione;
- consumo di elettricità e combustibili e altri vettori energetici utilizzati nei processi upstream.

Non sono, invece, stati inclusi i seguenti processi:

- manutenzione di macchinari e altre operazioni effettuate occasionalmente (ossia con frequenza > 3 anni) o in situazioni di emergenza;
- imballaggi di materie prime ed ausiliarie utilizzate per la produzione di alluminio, in quanto considerate irrilevanti.

I **Processi Core** includono:

- trasporto di materiali e componenti dal sito di produzione della billetta (Pontevico) a quello di trasformazione in barra (Rovato);
- processi di fabbricazione dell'alluminio e delle leghe di alluminio, dalla fusione alla trafilatura;
- emissioni dirette generate nei processi principali (ad es. CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, metalli pesanti);
- consumo di elettricità e combustibili e altri vettori energetici utilizzati nei processi core;
- co-prodotti, quali ad esempio scorie, trucioli, ossidi;
- imballaggio della barra prodotta.

Non sono, invece, stati inclusi i seguenti processi:

- fabbricazione di attrezzature di produzione, edifici e altri beni strumentali;
- manutenzione di macchinari e altre operazioni effettuate occasionalmente (cioè con frequenza > 3 anni) o in situazioni di emergenza;
- viaggi di lavoro del personale;
- spostamenti del personale da e verso il luogo di lavoro;
- attività di ricerca e sviluppo, compresa la produzione e la fabbricazione di attrezzature di laboratorio.

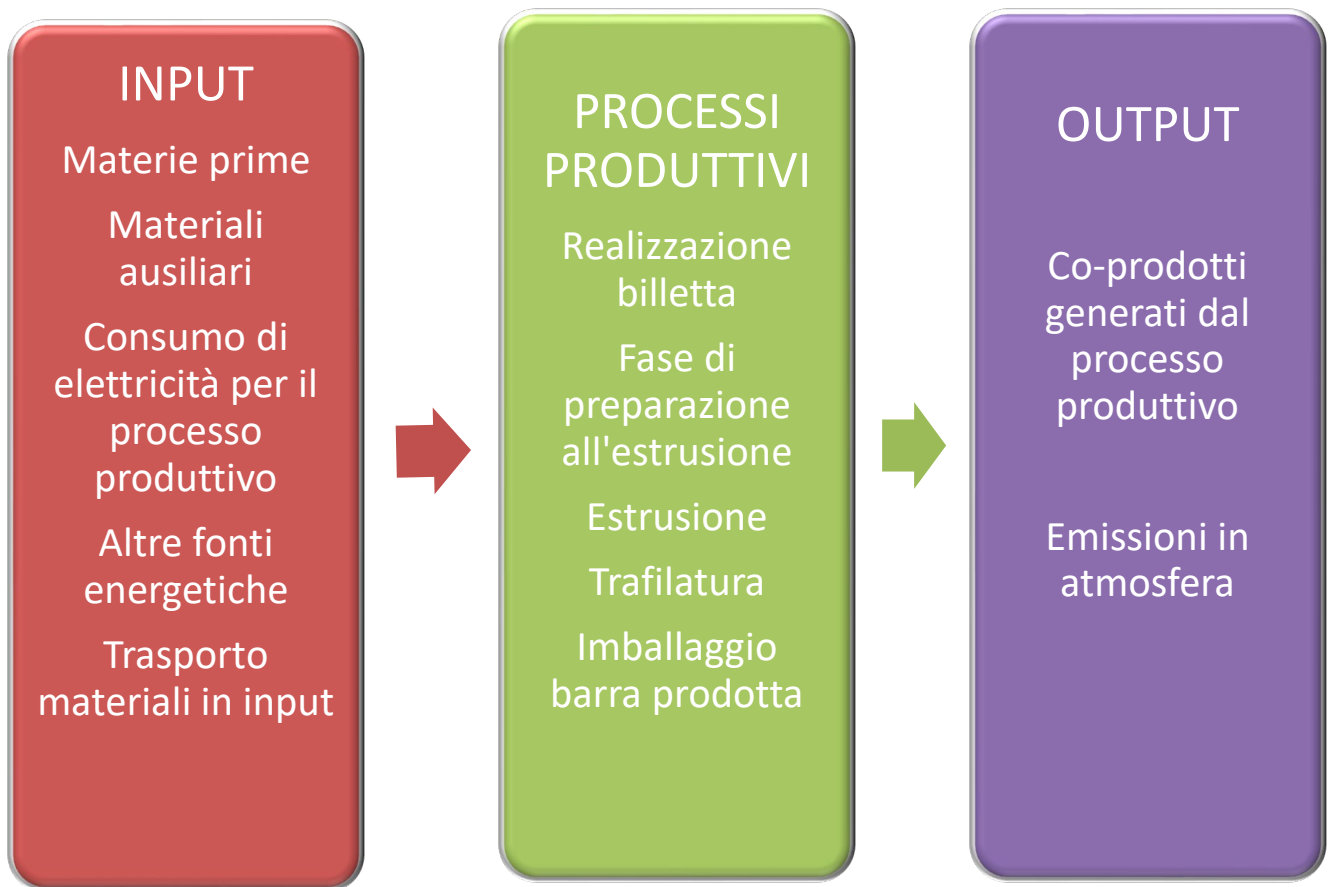


Figura 4. Elementi considerati nell'analisi

### 3.4 Criteri di esclusione

Nel presente studio non è stato adottato alcun criterio cut-off: tutti i flussi necessari per l'indagine sono stati considerati nel loro intero percorso, secondo quanto definito nel paragrafo precedente, a patto che i dati fossero sufficienti.

## 4. Analisi dell'inventario del ciclo di vita

L'analisi dell'inventario (*Life cycle inventory LCI*) rappresenta una fase della valutazione del ciclo di vita (*Life Cycle Assessment, LCA*) che comprende la compilazione e la quantificazione degli inputs e outputs relativi al prodotto in esame, durante l'intero ciclo di vita.

Questa fase è composta dai seguenti passi, elencati di seguito.

### 4.1 Procedimenti di raccolta dei dati

I dati qualitativi e quantitativi per LCI sono stati raccolti per i processi unitari identificati inclusi nei confini del sistema. I dati raccolti (misurati, calcolati o stimati) sono stati utilizzati per quantificare gli inputs e gli outputs di un processo unitario.

I flussi più importanti di materiale ed energia dei processi analizzati sono stati raccolti con lo scopo di costruire quello che può essere considerato il cuore del metodo LCA, ovvero l'“analisi dell'inventario”. Dopo che i dati relativi ad input e output dei vari processi sono stati derivati ed elaborati, si è passati al calcolo e alla registrazione dei risultati.

## Inputs

Gli impatti in questa fase del ciclo di vita derivano dalle fonti divise in modo seguente:

- Produzione materie prime
- Trasporto materiale dal fornitore al sito di produzione
- Produzione di altri materiali/sostanze ausiliarie di input utilizzati nel processo di produzione e il loro trasporto da fornitori al sito di produzione
- Consumi energetici

Le principali fonti relative alla produzione della barra sono:

Fonte	Dati primari	Dati secondari
<b>Produzione materie prime</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tipo di materiale</li> <li>✓ Peso del materiale per prodotto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fattore di impatto dalla produzione per tipo di materiale</li> </ul>
<b>Trasporto di materie prime</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Distanza dal fornitore</li> <li>✓ Quantità del materiale trasportato</li> <li>✓ Tipo di veicolo</li> <li>✓ Tipo di combustibile consumato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fattore di impatto basato su attività (tkm)</li> </ul>
<b>Consumo di elettricità per i processi produttivi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consumo complessivo di elettricità</li> <li>✓ Consumo di elettricità per prodotto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fattore di impatto per la rete nazionale</li> </ul>
<b>Consumo di altre fonti energetiche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consumo complessivo</li> <li>✓ Consumo per prodotto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fattore di impatto per singola tipologia di fonte</li> </ul>
<b>Produzione di altri materiali di input</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Peso del materiale</li> <li>✓ Tipo di materiale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fattore di impatto dalla produzione per tipo di materiale</li> </ul>
<b>Trasporto di altri materiali di input</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Distanza dal fornitore</li> <li>✓ Quantità del materiale trasportato</li> <li>✓ Tipo di veicolo</li> <li>✓ Tipo di combustibile consumato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fattore di impatto basato su attività (tkm)</li> </ul>

## Outputs

Le principali fonti per quanto riguarda gli outputs sono:

Fonte	Dati primari	Dati secondari
<b>Emissioni atmosfera da processo produttivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tipo di inquinante</li> <li>✓ Concentrazione di ogni tipo di inquinante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fattore di impatto per singolo inquinante</li> </ul>

Tabella 1. Principali fonti relative alla produzione della barra

## 4.2 Descrizione qualitativa e quantitativa di processi unitari

Le barre di alluminio sono prodotte utilizzando per la maggior parte alluminio secondario (pre o post-consumer) e alliganti. Il contenuto degli ingredienti in termini relativi è presentato nella Tabella 3.

Ingredienti	% in 1 Kg di barra
Alluminio (primario)	20-30%
Alluminio (secondario – pre consumer)	20-30%
Alluminio (secondario – post consumer)	40-50%
Alliganti	1-5%
Altri materiali	10-20%

Tabella 2. Composizione del prodotto analizzato

### PRODUZIONE DELLA BARRA

#### STABILIMENTO DI PONTEVICO (BS)

La fonderia per billette di Pontevico è attiva dal 1985, presso il sito viene svolta l'attività di fusione di leghe di alluminio. In particolare, l'impianto si avvale di moderne tecnologie di fusione e colata. Lo stabilimento è in grado di garantire la conformità delle billette alle prescrizioni classe "A" della norma SAE AMS-STD-2154 relativa alla integrità strutturale.

Il ciclo produttivo dello stabilimento di Pontevico può essere così riassunto:

- **Ricevimento, controllo e stoccaggio materie prime**
  - Ricezione della materia prima primo controllo e stoccaggio in aree dedicate
- **Verifica della resa e compattatura**
  - Viene effettuato il controllo della resa e se necessario viene effettuata compattatura
- **Caricamento forni, fusione e alligazione**
  - Caricamento del materiale nei forni fusori e di attesa dei materiali di alligazione
- **Raffreddamento delle billette**
  - Il materiale fuso colato nella piastra di colata e le billette vengono raffreddate
- **Stoccaggio e controllo di qualità**
  - Le billette vengono stoccate in piazzale in attesa delle successive operazioni
- **Taglio e omogeneizzazione**
  - Le billette vengono tagliate alle estremità di inizio colata
- **Spedizione a Rovato**
  - Spedizione delle billette a Rovato tramite trasporto su ruota

#### STABILIMENTO DI ROVATO (BS)

Lo stabilimento di Rovato nasce nel 1968, presso il sito avviene la produzione dei semilavorati, integrata da successive lavorazioni a freddo (trafilatura) con trattamenti termici. La produzione di Eural Gnutti è costituita prevalentemente da barre tonde, quadre, esagonali, piatte e da profilati in leghe di alluminio.

Una volta che la billetta raggiunge lo stabilimento di Rovato, segue questo processo:

- **Stoccaggio billette in piazzali dedicati**
  - Billette ricevute vengono stoccate in attesa di essere trasportate al reparto taglio, o direttamente al forno di preriscaldamento all'estrusione
- **Trasporto ai reparti di estrusione per il preventivo riscaldamento in appositi forni a riscaldamento diretto con gas metano del materiale a temperature per l'estrusione**
  - Trasporto con carrello a forca, carico nel forno di preriscaldamento e successivo riscaldamento a temperatura di estrusione
- **Scalatura della billetta prima dell'introduzione in pressa**
  - Asportazione della parte esterna della billetta prima dell'estrusione
- **Estrusione con presse orizzontali oleodinamiche che utilizzano attrezzature in acciaio speciale "a caldo" preriscaldato,**
  - La billetta dopo essere stata tagliata alla lunghezza idonea viene estrusa
- **Trattamento di solubilizzazione con raffreddamento in acqua.**
  - Preriscaldamento delle barre estruse alla temperatura di solubilizzazione e successivo raffreddamento in acqua
- **Stiratura.**
  - Stiratura delle barre con lo scopo di eliminare le tensioni generate dalla tempra
- **Invecchiamento**
  - Le barre vengono sottoposte a trattamento di invecchiamento artificiale
- **Decapaggio**
  - Trattamento in soluzioni basiche ed acide per togliere ossidazioni, e pulizia barre prima della trafilatura
- **Trafilatura a freddo.**
  - Trafilatura a freddo delle barre
- **Controllo**
  - Controlli finali di conformità, superficiali, caratteristiche meccaniche, macrografiche e analisi chimiche
- **Imballaggio e stoccaggio in magazzino.**
  - Imballaggio e stoccaggio delle barre in magazzino coperto pronte per la spedizione a clienti

Il processo sopra descritto è riassunto graficamente nello schema seguente.

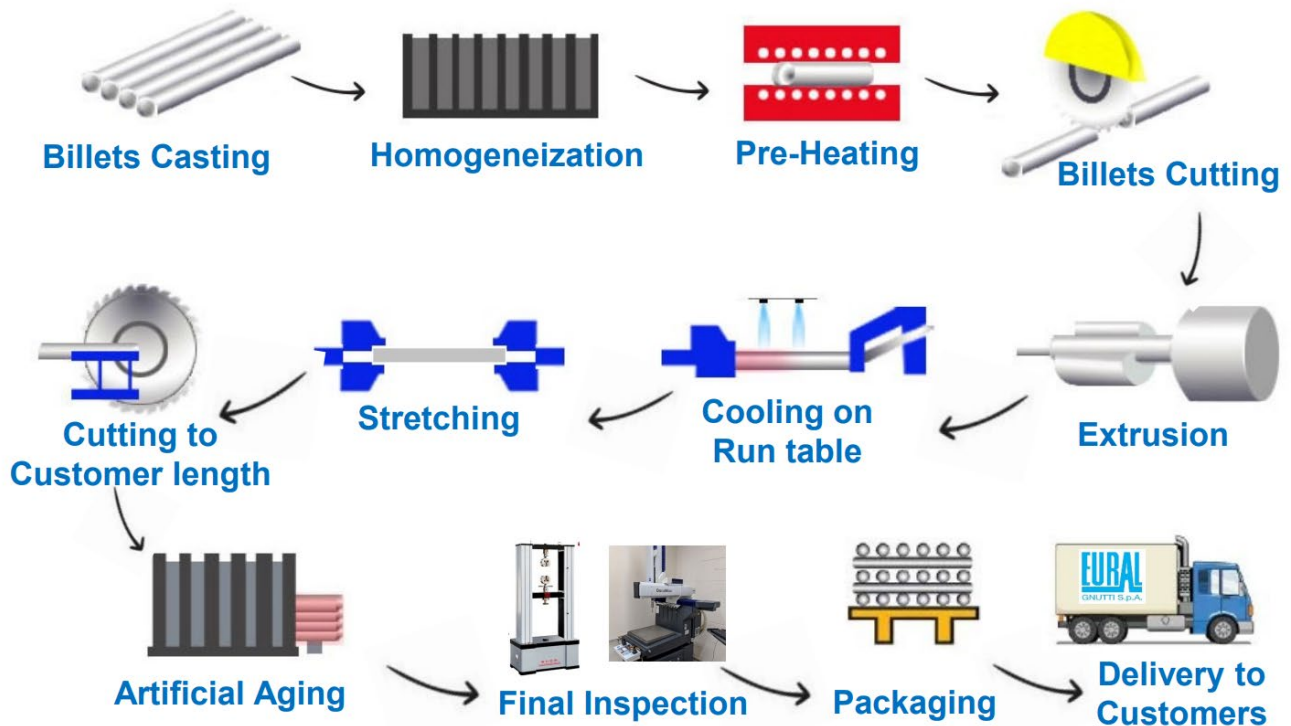


Figura 5. Fasi del processo di produzione presso lo stabilimento di Rovato

### 4.3 Fonti della letteratura pubblicata

Per elaborare il presente studio non sono state utilizzate fonti di letteratura, ad eccezione dei database considerati.

### 4.4 Procedure di calcolo

Terminata la raccolta dati, il passo seguente è il calcolo dell'impatto relativo alle singole fonti. Il calcolo è sviluppato attraverso il software OpenLCA.

OpenLCA, è un software opensource, che si basa sulla creazione di quattro elementi:

- **Flows:** in questa fase iniziale viene indicato il flusso, ovvero l'oggetto in esame e le unità di misura che si utilizzeranno per il calcolo. In questo step verranno indicate le proprietà e quindi l'unità di misura che si prenderanno in considerazione;
- **Processes:** in questa fase vengono indicati gli input e gli output con le rispettive quantità ed unità di misura. Questa parte costituisce la fase di inventario;
- **Product system:** in questa fase viene fornito il modello grafico, ovvero si crea la rete di processi che rappresenta il product system;
- **Projects:** in questa fase finale vengono organizzati tutti i dati in un unico progetto, nel quale viene creato un report con i risultati ottenuti dai sistemi di prodotto ed indicante l'impatto generato in base al metodo di valutazione scelto.

Per quanto riguarda il database da utilizzare, si è scelto tra le banche dati messe a disposizione da OpenLCA Nexus. In particolare, si è data priorità, per la maggior parte, alle informazioni messe a disposizione all'interno della banca dati Ecoinvent e EF che dispongono di una ricca quantità di dati con riferimenti geografici italiani/europei.

Lo studio ha previsto, pertanto, la ricerca e l'analisi all'interno dei database, delle informazioni più appropriate per la creazione dei successivi steps illustrati sopra.

Si è proceduto, infine, al calcolo dell'impatto attraverso il metodo di valutazione EF v.3.1. I risultati così ottenuti sono stati quindi analizzati, mostrando i dati riportati nel capitolo successivo.

Gli step sopra descritti sono stati seguiti per entrambi i prodotti oggetto di analisi.

## 4.5 Validazione dei dati

Durante il processo di raccolta dati, è stato condotto un controllo della validità dei dati, al fine di confermare e dimostrare che sono stati rispettati tutti i requisiti di qualità dei dati. Durante la validazione dei dati il focus era sui dati primari, quelli "site-specific", come il consumo di elettricità e le specifiche del prodotto, nonché quelli che riguardano il trasporto.

### 4.5.1 Valutazione della qualità dei dati

Considerando l'importanza cruciale dell'attendibilità dei valori dello studio LCA, l'accertamento e l'affidabilità dei dati raccolti costituisce un'importante fase preparatoria, che permette di ottimizzare i tempi nelle fasi successive dello studio. In questa fase è quindi importante determinare il grado di dettaglio e gli elementi da cui dipende la precisione dell'analisi. Ci sono due principali tipologie di dati utilizzati per il calcolo della carbon footprint che possono essere classificati come:

- Dati primari – dati raccolti direttamente sul campo, da impianti specifici posseduti o controllati dall'azienda di riferimento o da un'azienda che si trova all'interno della sua catena di fornitura
- Dati secondari – dati derivati ricavabili dalla letteratura o da banche dati appositamente predisposte (es. azienda energetica del paese in cui si svolge l'analisi, le emissioni prodotte da un autocarro impiegato per il trasporto, e così via). In genere, per essere pertinenti, i dati secondari devono riflettere le condizioni tipiche dei rispettivi processi o servizi, e quando si usano dati derivati è importante controllare e citare le fonti, la data di pubblicazione e tutti gli elementi che ne permettano una gestione trasparente.

I dati specifici per lo studio in esame sono stati raccolti da Eural Gnutti, per i singoli processi sotto il controllo operativo dell'organizzazione che ha condotto l'analisi LCA.

Nella valutazione del ciclo di vita, sono stati impiegati dati secondari reperiti dalle più significative banche dati esistenti.

Per i dati secondari le banche dati utilizzate sono state principalmente due: Ecoinvent e PEF (Environmental Footprint). La scelta è stata dettata dalla completezza dei dati contenuti all'interno di queste due banche dati e dal fatto che mettono a disposizione dati prevalentemente riferiti al contesto europeo.

Sono stati utilizzati dati specifici per tutti i processi considerati di Eural Gnutti, basati sull'anno di produzione 2023. I dati secondari, ad esempio sui trasporti e sulla produzione di energia elettrica, provengono da Ecoinvent.

Allo scopo di ridurre il livello di incertezza, è stato considerato quanto segue:

1. I dati specifici sono stati valutati da parte dell'azienda e, ove possibile, controllati edocumentati;
2. Nella raccolta dei dati secondari, è stato tenuto conto dei seguenti principi:
  - i. dati a livello nazionale
  - ii. dati a livello UE
  - iii. dati a livello internazionale, usati solo se i dati di cui sopra non sono disponibili (IPCC, USA EPA, ecc.).

Dall'analisi che è stata fatta sui dati utilizzati, si può affermare quanto di seguito riportato:

- Rappresentatività temporale: i dati primari sono stati raccolti in maniera specifica per l'elaborazione del presente studio da parte di Eural Gnutti; per quanto riguarda i dati secondari, i database utilizzati (Ecoinvent e PEF) sono nell'ultimo aggiornamento disponibile in OpenLCA.
- Rappresentatività geografica: i processi utilizzati nel presente studio rispecchiano la geografia dei confini del sistema (es. il mix energetico utilizzato rispecchia, quando noto, il Paese di produzione, quando non noto l'area geografica di riferimento: Europa o Mondo); le scelte sono comunque in linea con il campo di applicazione dello studio.
- Rappresentatività tecnologica: nella scelta dei dati e nella modellizzazione delle diverse fasi del ciclo di vita si è tenuto conto che la tecnologia descritta nel database fosse rappresentativa del sistema analizzato.
- Precisione: i dati sono stati raccolti in maniera precisa e validati attraverso confronti e verifiche dei bilanci di massa e di energia; inoltre, è stata svolta un'analisi dell'incertezza attraverso l'analisi di Montecarlo.
- Riproducibilità: i processi utilizzati per la modellizzazione e i dati descritti nel presente rapporto permettono di riprodurre i risultati dello studio, utilizzando la stessa banca dati, gli stessi metodi e fattori di caratterizzazione.
- Fonti dei dati: il file di raccolta dati utilizzato riporta in maniera chiara tutte le fonti utilizzate

#### **4.5.2 Trattamento dei dati mancanti**

Non tutti i dati necessari risultano essere disponibili. Inoltre, per alcuni dei dati da considerare (es. schiumature) non è stato possibile individuare un dataset adeguato all'interno dei database utilizzati.

Per queste due tipologie di dati si è deciso di non includerli nell'analisi, onde evitare di diminuirne la qualità, inserendo dati puramente stimati o facenti riferimento a delle tipologie scarsamente coerenti non quello ricercato.

Per quelli ad oggi non disponibili, si procederà ad un miglioramento del monitoraggio interno, così che si possa consentirne un'integrazione in una fase successiva dell'analisi.

È possibile comunque considerare l'impatto di questi dati come molto ridotto, dal momento che non appartengono alle macrocategorie più rilevanti dal punto di vista dell'analisi LCA.

#### **4.6 Analisi di sensibilità per correggere i confini del sistema**

Non è stato necessario modificare i confini del sistema, ma una delle analisi di sensibilità ha preso in considerazione anche i benefici. La descrizione delle analisi di sensibilità effettuate è riportata al paragrafo 6.1.

## 4.7 Principi e procedimenti di allocazione

L'allocazione consiste nell'assegnazione degli input e output alle diverse unità di processo. Ogni unità di processo può essere divisa in sotto-processi.

In questa fase gli input e output sono assegnati ad ogni sistema di processo.

In questo caso specifico, per quasi tutti i processi vengono forniti dati dettagliati per ogni fase.

Gli effetti della produzione primaria di materiali riutilizzati sono allocati al prodotto principale in cui il materiale è stato utilizzato.

Non sono stati applicati criteri di allocazione, a meno di quelli già presenti nei processi di Ecoinvent e PEF utilizzati.

## 5. Valutazione dell'impatto del ciclo di vita

Nella fase di Valutazione dell'impatto (*Life Cycle Impact Assessment, LCIA*) nello studio della LCA, è stato quantificato il potenziale impatto di ciascuna fonte, in riferimento alle categorie elencate nel paragrafo successivo, individuata all'interno dei confini del sistema. Il calcolo è sviluppato moltiplicando i dati delle attività con i relativi fattori di impatto, ciascuno per ogni criterio considerato.

### 5.1 Modelli, categorie di impatto e indicatori considerati

Le categorie di impatto che sono state considerate nell'analisi LCA, sono quelle suggerite, tra gli altri, all'interno della PCR UN CPC 4153:

Categoria di impatto	Indicatore	Unità di misura
<b>Cambiamento climatico</b>	✓ Global Warming Potential (GWP)	✓ Kg di CO <sub>2</sub> eq
<b>Acidificazione</b>	✓ Acidification potential (AP)	✓ mol H <sup>+</sup> eq
<b>Eutrofizzazione, acque dolci</b>	✓ Fraction of nutrients reaching freshwater end compartment (P)	✓ Kg P eq
<b>Eutrofizzazione, terrestre</b>	✓ Accumulated exceedance (AE)	✓ mol N eq
<b>Eutrofizzazione, marina</b>	✓ Fraction of nutrients reaching marine end compartment (N)	✓ Kg N eq
<b>Formazione fotochimica di ozono</b>	✓ Tropospheric ozone concentration increase	✓ kg NMVOC eq
<b>Assottigliamento dello strato di ozono</b>	✓ Ozone depletion potential (ODP)	✓ kg CFC 11 eq
<b>Utilizzo delle risorse, minerali e metalli</b>	✓ Abiotic resource depletion (ADP)	✓ kg Sb eq
<b>Utilizzo delle risorse, fossili</b>	✓ Abiotic depletion potential (ADP) for fossil resources	✓ MJ
<b>Utilizzo risorse idriche</b>	✓ User deprivation potential	✓ m <sup>3</sup> water eq of deprived water

Tabella 3. Categorie di impatto considerate nello studio

## 5.2 I risultati dello studio

Gli impatti del ciclo di vita delle barre in alluminio prodotte da Eural Gnutti, risultano in:

1 Kg di barra in alluminio lega 2033		
Categoria di impatto	Valore	Unità di misura
Cambiamento climatico	4,444	Kg di CO <sub>2</sub> eq
Acidificazione	0,023	mol H+ eq
Eutrofizzazione, acque dolci	0,002	Kg P eq
Eutrofizzazione, terrestre	0,043	mol N eq
Eutrofizzazione, marina	0,004	Kg N eq
Formazione fotochimica di ozono	0,015	kg NMVOC eq
Assottigliamento dello strato di ozono	1,07E-7	kg CFC 11 eq
Utilizzo delle risorse, minerali e metalli	8,47E-6	kg Sb eq
Utilizzo delle risorse, fossili	64,59	MJ
Utilizzo risorse idriche	12,043	m <sup>3</sup> water eq of deprived water

Tabella 4. Impatti ambientali per produzione di 1 Kg di barra in lega 2033

1 Kg di barra in alluminio lega 6026LF		
Categoria di impatto	Valore	Unità di misura
Cambiamento climatico	3,131	Kg di CO <sub>2</sub> eq
Acidificazione	0,018	mol H+ eq
Eutrofizzazione, acque dolci	0,001	Kg P eq
Eutrofizzazione, terrestre	0,032	mol N eq
Eutrofizzazione, marina	0,003	Kg N eq
Formazione fotochimica di ozono	0,011	kg NMVOC eq
Assottigliamento dello strato di ozono	8,29E-8	kg CFC 11 eq
Utilizzo delle risorse, minerali e metalli	5,79E-6	kg Sb eq
Utilizzo delle risorse, fossili	46,51	MJ
Utilizzo risorse idriche	7,65	m <sup>3</sup> water eq of deprived water

Tabella 5. Impatti ambientali per produzione di 1 Kg di barra in lega 6026LF

Gli impatti ambientali per le diverse fasi del ciclo produttivo sono, invece, le seguenti:

1 Kg di barra in alluminio lega 2033					
Indicatore	Unità	Fasi			
		Produzione billetta	Trasporto billetta	Pre-estrusione	Estrusione e trafilatura
GWP	Kg di CO <sub>2</sub> eq	4,238	0,02	0,041	0,2
AP	mol H <sup>+</sup> eq	0,022	0,00003	0,0002	0,0012
P	Kg P eq	0,002	0	0,00001	0,00005
AE	mol N eq	0,039	0,00007	0,0007	0,004
N	Kg N eq	0,004	0,00001	0,00007	0,0004
Tropospheric ozone concentration increase	kg NMVOC eq	0,014	0,00004	0,0002	0,001
ODP	kg CFC 11 eq	8,7E-8	2,554E-10	3,353E-9	2,012E-8
ADP	kg Sb eq	8,127E-6	3,924E-8	4,062E-8	3,481E-7
ADP for fossil resources	MJ	61,15	0,18	0,7	3,44
User deprivation potential	m <sup>3</sup> water eq of deprived water	12,03	0,0009	0,0009	0,013

Tabella 6. Impatti ambientali disaggregate per fasi LCA (lega 2033)

1 Kg di barra in alluminio lega 6026LF					
Indicatore	Unità	Fasi			
		Produzione billetta	Trasporto billetta	Pre-estrusione	Estrusione e trafilatura
GWP	Kg di CO <sub>2</sub> eq	2,932	0,013	0,038	0,199
AP	mol H <sup>+</sup> eq	0,017	0,00002	0,0001	0,001
P	Kg P eq	0,001	0	0	0,00005
AE	mol N eq	0,029	0,00007	0,0007	0,003
N	Kg N eq	0,003	0,00001	0,00007	0,0003
Tropospheric ozone concentration increase	kg NMVOC eq	0,01	0,00005	0,0002	0,001
ODP	kg CFC 11 eq	6,351E-8	2,547E-10	3E-9	1,936E-8
ADP	kg Sb eq	5,465E-6	3,914E-8	4,088E-8	3,278E-7
ADP for fossil resources	MJ	43,07	0,18	0,66	3,44
User deprivation potential	m <sup>3</sup> water eq of deprived water	7,635	0,0009	0,0009	0,013

Tabella 7. Impatti ambientali disaggregate per fasi LCA (lega 6026LF)

Come previsto, quindi, si rileva che il processo che incide maggiormente sul totale è quello della produzione della billetta presso lo stabilimento di Pontevico.

Le successive tabelle mostrano l'influenza delle diverse fonti di impatto ambientale per macrocategorie di fasi del ciclo di vita.1 Kg di barra in alluminio lega 2033					
Indicatore	Unità	Fasi			
		Produzione materie prime	Produzione altri materiali	Consumo energetico	Trasporti
<b>GWP</b>	<b>Kg di CO<sub>2</sub> eq</b>	3,836	0,031	0,263	0,313
<b>AP</b>	<b>mol H+ eq</b>	0,02	0,0006	0,002	0,0006
<b>P</b>	<b>Kg P eq</b>	0,002	1,93E-5	6,76E-5	2,10E-5
<b>AE</b>	<b>mol N eq</b>	0,032	0,003	0,006	0,002
<b>N</b>	<b>Kg N eq</b>	0,003	0,0003	0,0006	0,004
<b>Tropospheric ozone concentration increase</b>	<b>kg NMVOC eq</b>	0,012	0,0008	0,001	0,001
<b>ODP</b>	<b>kg CFC 11 eq</b>	7,19E-8	4,21E-10	2,86E-8	6,24E-9
<b>ADP</b>	<b>kg Sb eq</b>	7,10E-6	4,13E-7	1,68E-10	9,62E-7
<b>ADP for fossil resources</b>	<b>MJ</b>	55,034	0,592	4,594	4,37
<b>User deprivation potential</b>	<b>m<sup>3</sup> water eq of deprived water</b>	11,994	0,027	0	0,022

Tabella 8. Impatti ambientali legati alle macrocategorie di elementi in input (lega 2033)

### Impatti ambientali legati alle fasi del ciclo di vita - LEGA 6026LF

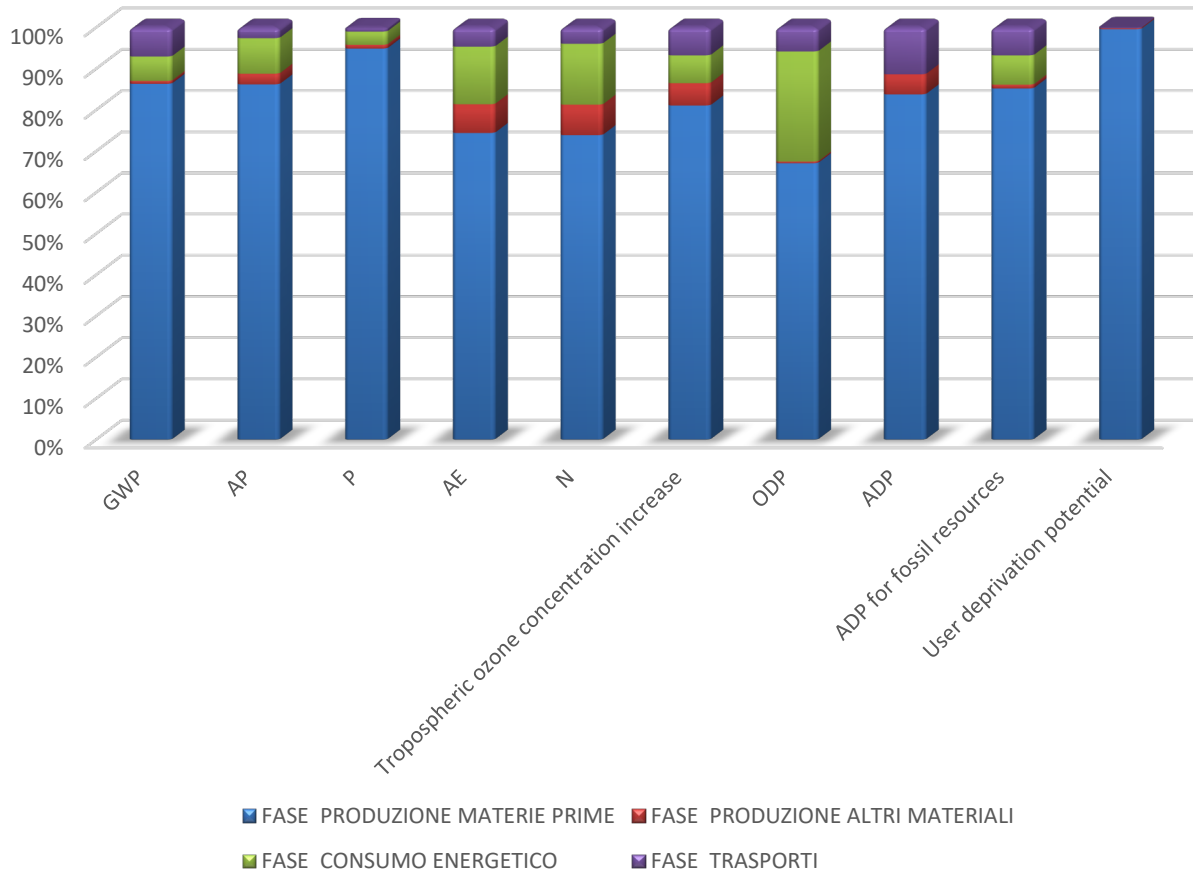


Figura 6. Grafico a istogrammi degli Impatti ambientali legati alle macrocategorie di elementi in input (lega 2033)

1 Kg di barra in alluminio lega 6026LF					
Indicatore	Unità	Fasi			
		Produzione materie prime	Produzione altri materiali	Consumo energetico	Trasporti
<b>GWP</b>	Kg di CO <sub>2</sub> eq	2,74	0,037	0,284	0,07
<b>AP</b>	mol H <sup>+</sup> eq	0,015	0,0008	0,002	0,0001
<b>P</b>	Kg P eq	0,001	2,72E-5	7,60E-5	4,74E-6
<b>AE</b>	mol N eq	0,023	0,004	0,006	0,0004
<b>N</b>	Kg N eq	0,002	0,0004	0,0006	3,55E-5
<b>Tropospheric ozone concentration increase</b>	kg NMVOC eq	0,009	0,0007	0,001	0,0002
<b>ODP</b>	kg CFC 11 eq	5,03E-8	7,09E-10	3,05E-8	1,41E-9
<b>ADP</b>	kg Sb eq	5,18E-6	3,93E-7	1,61E-10	2,17E-7
<b>ADP for fossil resources</b>	MJ	39,893	0,657	4,969	0,987
<b>User deprivation potential</b>	m <sup>3</sup> water eq of deprived water	7,613	0,03	0	0,005

Tabella 9. Impatti ambientali legati alle macrocategorie di elementi in input (lega 6026LF)

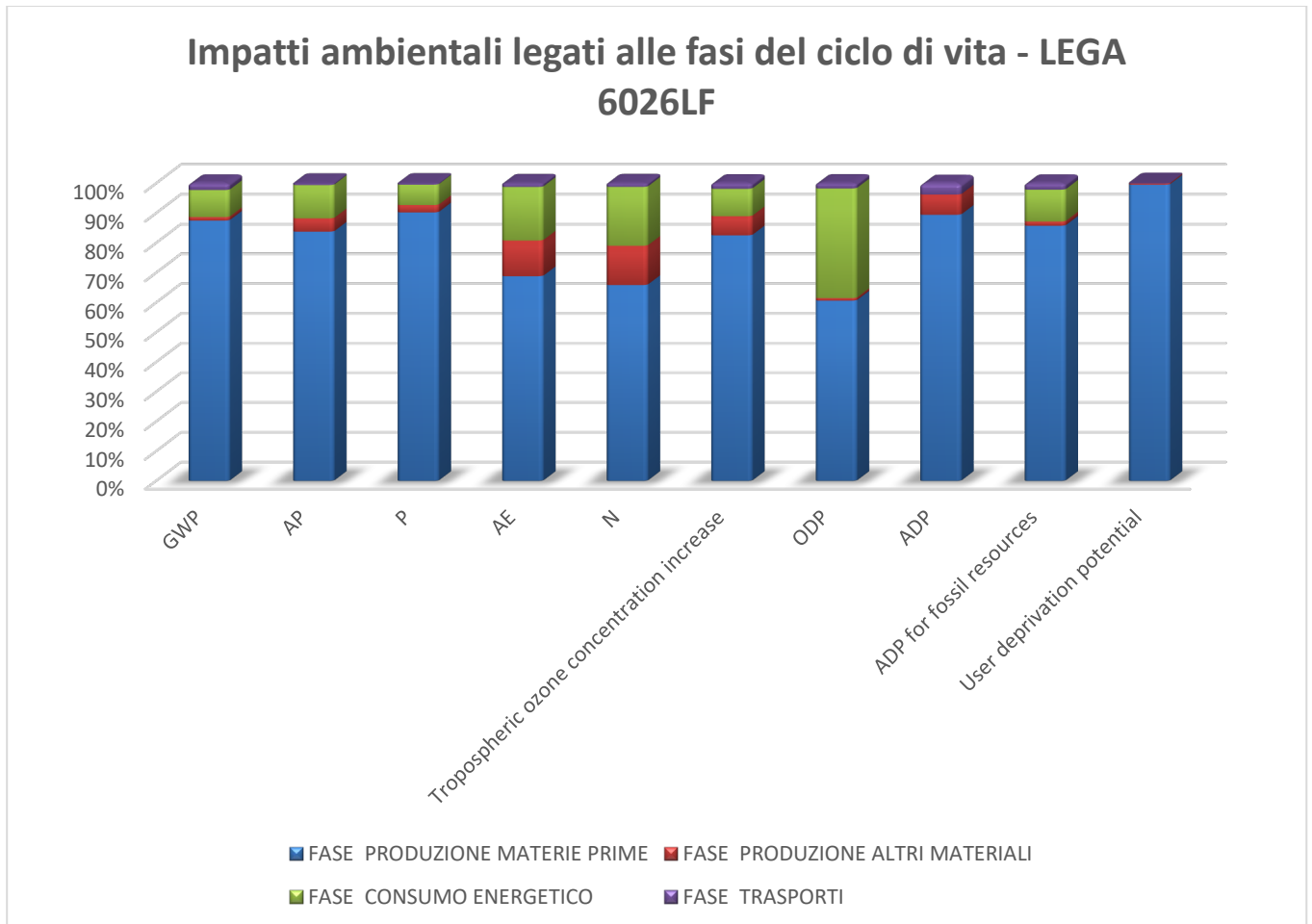


Figura 7. Grafico a istogrammi degli Impatti ambientali legati alle macrocategorie di elementi in input (lega 6026LF)

Il calcolo di queste emissioni è diviso in 4 principali segmenti:

- **Produzione materie prime** – produzione delle materie prime che servono per creare la lega. All’interno o questa categoria sono stati inclusi: alluminio primario, alluminio secondario – pre consumer, alluminio secondario post-consumer e alliganti. Tali componenti provengono da differenti aziende presenti all’interno del territorio nazionale e/o dell’UE. I dati utilizzati sono dati secondari, combinati con il quantitativo di materiale necessario per produrre 1 Kg di barra di alluminio.
- **Produzione altri materiali** – produzione di materiali ausiliari che entrano nel processo produttivo. I dati utilizzati sono dati secondari, combinati con il quantitativo di materiale necessario per produrre 1 Kg di barra di alluminio.
- **Trasporto dei materiali** – il calcolo degli impatti ambientali legati a questa attività è basato sui seguenti dati primari: tipo e quantità di materiale, la distanza dal fornitore, tipo di veicolo e combustibile usato. Per quanto riguarda i dati di attività per il trasporto, sia per materie prime che per altro materiale di input, sono stati considerati i seguenti elementi:
  - Tipo di mezzo di trasporto utilizzato: autocarro 16-32 tonnellate, diesel EURO6
  - Distanza percorsa tra sede del produttore/fornitore e stabilimento Eural Gnutti(Pontevico o Rovato): le distanze sono state prese dalla calcolatrice disponibile su internet (google map) oppure, laddove dovessero essere considerati più fornitori, è stata calcolata la distanza media, dividendo i Km totali percorsi nell’anno per il numero di viaggi effettuati (in particolare, per il trasporto di materie prime).

➤ **Consumo energetico** – questi dati sono disponibili a livello aziendale, sia come dati sommari che per specifico prodotto. L'azienda consuma energia elettrica e gas metano e i dati primari riguardanti queste fonti sono: tipo di combustibile, origine dell'elettricità consumata e i consumi per produrre 1 Kg di barra.

I dati specifici per l'unità dichiarata sono stati ottenuti, laddove possibile, svolgendo misurazioni dell'assorbimento della macchina; qualora non possibile è stata considerata la potenza di targa, rapportata al tempo di utilizzo (anche stimato) oppure si è proceduto a dividere il consumo totale per la fase considerata per la produzione annuale.

Durante la produzione della barra vi sono emissioni dirette nell'ambiente riconducibili alle seguenti operazioni:

- Forni: gli inquinanti considerati sono Polveri, IPA, Diossine, PCB, CO, Nox, HF, HCl, Hg, Metalli Pericolosi, COT;
- Taglio e operazioni affini: gli inquinanti considerati sono Polveri e IPA;
- Estrusione: gli inquinanti considerati sono Polveri e IPA;
- Decapaggio: l'inquinante considerato è l'acido solforico.

Dal punto di vista di quasi tutte le categorie di impatto analizzate, i valori più importanti derivano dalla produzione delle materie prime, che rappresentano più della metà degli impatti generati.

Subito dopo ci sono gli impatti derivanti dal consumo energetico, che include energia elettrica e metano.

### **5.3 Le limitazioni dei risultati dell'Life Cycle Inventory Assessment (LCIA)**

Non sussistono limitazioni in relazione all'obiettivo e al campo di applicazione definiti dell'LCA.

### **5.4 Risultati dell'LCIA rispetto all'obiettivo e al campo di applicazione**

I risultati dell'LCIA sono in linea con l'obiettivo ed il campo di applicazione definiti dell'LCA.

### **5.5 Risultati dell'LCIA rispetto ai risultati dell'Life Cycle Inventory (LCI)**

I risultati dell'LCIA sono in linea con i risultati dell'LCI

## **6. Interpretazione del ciclo di vita**

I risultati della quantificazione degli impatti ambientali, secondo LCIA, sono stati interpretati secondo l'obiettivo e il campo di applicazione del presente studio. L'interpretazione comprende:

- Valutazione quantitativa e/o qualitativa di incertezza,
- Analisi di sensitività
- Controllo di completezza
- Controllo di coerenza
- Conclusioni e raccomandazioni

## Analisi di incertezza

L'analisi di incertezza del risultato totale è stata condotta con il Metodo di Montecarlo impiegando le specifiche funzionalità di OpenLCA. L'analisi è stata effettuata su 100 cicli di esecuzione impiegando la distribuzione Lognormale per cui vale la proprietà che il 95% dei possibili valori è compreso tra: valore/sigma<sup>2</sup> e valore\*sigma<sup>2</sup>, dove sigma rappresenta la deviazione standard della distribuzione.

Dall'analisi così condotta risulta che lo studio LCA:

Indicatore	Incertezza – barra lega 2033		
	Valore medio	Mediana	Deviazione standard
<b>Global Warming Potential (GWP)</b>	12,04308147	12,04308147	8,92653E-15
<b>Acidification potential (AP)</b>	0,004446585	0,004446249	8,02082E-05
<b>Fraction of nutrients reaching freshwater end compartment (P)</b>	0,043380298	0,043382998	0,000857563
<b>Accumulated exceedance (AE)</b>	0,002050806	0,002035995	6,53512E-05
<b>Fraction of nutrients reaching marine end compartment (N)</b>	0,015487691	0,015471499	0,000238022
<b>Tropospheric ozone concentration increase</b>	1,046304529	0,96094516	0,351883256
<b>Ozone depletion potential (ODP)</b>	4,459618113	4,456624536	0,017867405
<b>Abiotic resource depletion (ADP)</b>	8,47496E-06	8,47495E-06	7,01218E-11
<b>Abiotic depletion potential (ADP) for fossil resources</b>	1,13875E-07	1,13813E-07	7,7232E-09
<b>User deprivation potential</b>	0,023365292	0,023350501	0,000201806

Tabella 10. Analisi di incertezza barra lega 2033

Indicatore	Incertezza – barra lega 6026LF		
	Valore medio	Mediana	Deviazione standard
Global Warming Potential (GWP)	3,14426624	3,140589143	0,017015655
Acidification potential (AP)	0,018189641	0,018160036	0,000189279
Fraction of nutrients reaching freshwater end compartment (P)	0,001538045	0,001519879	7,16045E-05
Accumulated exceedance (AE)	0,033041697	0,032938276	0,000748375
Fraction of nutrients reaching marine end compartment (N)	0,003396348	0,003382593	6,90477E-05
Tropospheric ozone concentration increase	0,011654848	0,011633753	0,000197955
Ozone depletion potential (ODP)	8,99972E-08	8,84477E-08	9,92874E-09
Abiotic resource depletion (ADP)	46,84111503	46,72869059	0,608217766
Abiotic depletion potential (ADP) for fossil resources	5,79245E-06	5,79245E-06	6,81826E-11
User deprivation potential	7,64798109	7,64798109	7,14122E-15

Tabella 11. Analisi di incertezza barra lega 6026LF

In entrambi i casi, viene previsto un basso livello di incertezza.

### Analisi di sensitività

L'analisi di sensitività dovrebbe presentare l'influenza dei vari inputs significativi, outputs e scelte metodologiche, compresi i metodi di allocazione, applicati ai risultati della LCA.

È stata condotta una analisi di sensitività dei dati rispetto a possibili scenari legati ai trasporti per la distribuzione dei prodotti dalla sede dei produttori ai siti produttivi di Eural Gnutti, per tenere conto delle diverse distanze nella fase di trasporto.

Attualmente sono state prese in considerazione le distanze tra la sede legale del produttore e le sedi produttive di Eural Gnutti, per quanto riguarda i materiali ausiliari, e i Km medi per viaggio, per quanto concerne le materie prime.

Si è pertanto ipotizzato due scenari, uno maggiormente conservativo, l'altro più negativo, per poter analizzare l'impatto dei trasporti laddove venisse preso in considerazione il reale sito in cui le materie prime sono prodotte. Sono quindi stati definiti due scenari, rispetto a quello che prende in considerazione le distanze attualmente percorse, ipotizzando, in uno di poter acquistare il prodotto da aziende italiane tutte entro i 50 Km (Scenario 1) dal luogo di produzione della barra, l'altro in cui i prodotti provengono tutti da distanze superiori ai 700 Km (Scenario 2), superiore alla distanza massima attuale.

Impatto trasporto per 1 Kg di barra lega 2033										
	KgCO <sub>2</sub> eq	mol H+ eq	Kg P eq	mol N eq	Kg N eq	kg NMVO C eq	kg CFC 11 eq	kg Sb eq	MJ	m <sup>3</sup> water
LCA studio 2033	4.4435	0.023	0.0020	0.0427	0.0043	0.01526	1.07E-7	8.47E-6	64.5	12.043
LCA studio 6026LF	3.1312	0.017	0.0014	0.0324	0.0033	0.0114	8.29E-8	5.79E-6	46.5	7.65
<b>Scenario 1</b>										
Barra lega 2033	4.6016	0.024	0.0020	0.0435	0.0044	0.0158	1.10E-7	8.96E-6	66.7	12.054
<b>DIFFERENZA</b>	<b>+3,6%</b>	<b>+4,3%</b>	<b>0</b>	<b>+1,9%</b>	<b>+2,3%</b>	<b>+3,5%</b>	<b>+2,8%</b>	<b>+5,8%</b>	<b>+3,4%</b>	<b>+0,1%</b>
Barra lega 6026LF	3.1094	0.017	0.0014	0.0323	0.0033	0.0113	8.24E-8	5.72E-6	46.2	7.6464
<b>DIFFERENZA</b>	<b>-0,7%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-0,3%</b>	<b>0</b>	<b>-0,9%</b>	<b>-0,6%</b>	<b>-1,2%</b>	<b>-0,6%</b>	<b>-0,04%</b>
<b>Scenario 2</b>										
Barra lega 2033	10.565	0.035	0.0024	0.0758	0.0074	0.0364	2.29E-7	2.72E-5	149.9	12.465
<b>DIFFERENZA</b>	<b>+137%</b>	<b>+52,2%</b>	<b>+20%</b>	<b>+77,5%</b>	<b>+72%</b>	<b>+138%</b>	<b>+114%</b>	<b>+221%</b>	<b>+132,4%</b>	<b>+3,5%</b>
Barra lega 6026LF	3.2292	0.018	0.0015	0.0329	0.0033	0.0117	8.48E-8	6.09E-6	47.8	7.6547
<b>DIFFERENZA</b>	<b>+3,1%</b>	<b>+5,9%</b>	<b>+7,1%</b>	<b>+1,5%</b>	<b>0</b>	<b>+2,6%</b>	<b>+2,3%</b>	<b>+5,2%</b>	<b>+2,8%</b>	<b>+0,06%</b>

Tabella 12. Analisi di sensitività

L'analisi dimostra che la fase di trasporto può portare ad una riduzione di circa l'1% nel caso migliore, per arrivare a determinare un aumento di oltre il 7% nello scenario peggiore.

I risultati delle analisi di sensitività dimostrano che le differenze, sebbene piuttosto marcate tra loro, hanno un modesto effetto sugli impatti ambientali complessivi del prodotto, ad eccezione dello scenario peggiore per la lega 6026LF. La ragione di questo è che la maggior parte delle emissioni deriva dalla produzione delle materie prime. Pertanto, si può affermare che, anche con un elevato livello di ipotesi, il calcolo rappresenta un'analisi affidabile sull'impatto del prodotto lungo il suo ciclo di vita.

## Controllo di completezza

Il controllo di completezza valuta in maniera qualitativa le informazioni e i dati utilizzati nelle diverse fasi dello studio LCA per garantirne la completezza rispetto agli obiettivi, all'ambito di applicazione, ai confini del sistema e ai criteri di qualità definiti. Tale verifica è utile per assicurare di aver preso in considerazione tutti gli aspetti principali del ciclo di vita ed analizzato tutti i dati disponibili.

Tutti i processi all'interno delle singole fasi del ciclo di vita, incluse nei confini del sistema, sono stati modellizzati in modo da rappresentare ogni situazione specifica. Sono stati verificati tutti i dati disponibili per ogni unità di processo. Di seguito la tabella utilizzata come guida per il controllo, che prevede una valutazione del bisogno o meno di integrare i dati.

Input/Output	Lega 2033	Completo?	Azione richiesta	Laga 6026LF	Completo?	Azione richiesta	Completezza generale dei dati
Produzione materie prime	X	SI	-	X	SI	-	Ottima
Trasporto di materie prime	X	SI	-	X	SI	-	Ottima
Consumo di elettricità per i processi produttivi	X	NO	Miglioramento del monitoraggio	X	NO	Miglioramento del monitoraggio	Ottima
Consumo di altre fonti energetiche	X	NO	Miglioramento del monitoraggio	X	NO	Miglioramento del monitoraggio	Ottima
Produzione di altri materiali di input	X	NO	Si valuteranno anche altri database disponibili	X	NO	Si valuteranno anche altri database disponibili	Ottima
Trasporto di altri materiali di input	X	SI		X	SI	-	Ottima
Produzione rifiuti/coprodotti	X	NO	Miglioramento del monitoraggio Si valuteranno anche altri database disponibili	X	NO	Miglioramento del monitoraggio Si valuteranno anche altri database disponibili	Buona
Emissioni atmosfera da processo produttivo	X	SI	-	X	SI	-	Ottima

Tabella 13. Analisi di completezza

## Controllo di coerenza

Il controllo di coerenza permette di assicurare che la qualità dei dati, le assunzioni e i metodi usati sono stati coerenti con l'obiettivo e campo di applicazione dello studio. Ciò è stato fatto seguendo il metodo indicato nella IOS 14044 (vedi tabella).

Controllo di coerenza	
Qualità e accuratezza dei dati	È considerata sufficiente
Scelta del metodo	Le scelte metodologiche fatte sono coerenti con le norme ISO 14040 e 14044 e ISO 14067 prese come riferimento nel presente studio.
Età dei dati	I dati fanno riferimento al 2023
Copertura tecnologica	Stato dell'arte
Copertura temporale	Recente
Copertura geografica	Italia/Europa
Valutazione delle incongruenze	Dalle analisi dei risultati, dei flussi di input e output, delle reti dei risultati non sono state rilevate incongruenze

Tabella 14. Analisi di coerenza

## Conclusioni, limitazioni e raccomandazioni

Lo Studio LCA dimostra che i maggiori impatti provengono dai processi in input, con netta predominanza della produzione di materie prime, che per quasi tutte le categorie considerate, impattano per oltre l'80%. Il calcolo effettuato per queste fonti di emissioni è basato sulla tipologia e sul quantitativo di materiale necessario alla produzione di 1 Kg di barra di alluminio.

Le varie fasi *core* del processo di realizzazione barra hanno, invece, un'incidenza compresa tra il 10 e il 20%. Particolarmente rilevante appare il contributo del consumo energetico sulla riduzione dello strato di ozono. Tuttavia, l'analisi fatta conferma come le attività connesse alla vera e propria produzione fatta da Eural Gnutti all'interno del suo stabilimento sono relativamente impattanti nel ciclo di vita del prodotto.

Le altre fonti incluse nei confini del sistema, rappresentate da trasporti e produzione materiali ausiliari, così come mostra l'analisi, sono molto più basse, con un impatto individuale poco consistente.

Tuttavia, poiché si tratta del primo studio di questo tipo svolto da Eural Gnutti, è possibile che non tutti gli elementi di input e output, per le varie fasi produttive, siano stati pienamente presi in considerazione. In una fase più matura, si potrà intervenire attraverso un'analisi più precisa e dettagliata, andando maggiormente ad analizzare i processi ausiliari, oltre ai processi *core* considerati.

Considerando le premesse fatte sopra, potrebbe, inoltre, valer la pena di cercare di ottenere i dati primari di attività direttamente dai produttori delle materie prime, così da poter evitare il ricorso a dati di letteratura. Ad oggi, data la difficoltà di ottenere i dati direttamente dai produttori di materie prime o altri materiali necessari alla produzione della barra, si è deciso di procedere attraverso dati di letteratura.

In ultima analisi, la metodologia LCA, presenta anche limitazioni intrinseche al metodo stesso, Ad esempio la disponibilità di dati precisi e completi, complessità dello studio, tempistiche e i costi che servono per le risorse e le informazioni. Una delle problematiche più rilevanti che si possono incontrare riguarda la possibilità di affrontare la mancanza di informazioni fondate su solide basi scientifiche, a causa della carenza o addirittura dell'assenza di precedenti studi.

Questo porta, perciò, il rischio di definire l'inventario con dati ipotizzati e dedotti o non sempre così precisi e completi.