



UNIVERSITÀ  
POLITECNICA  
DELLE MARCHE

**UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE**

---

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze matematiche (DIISM)  
Corso di Laurea Triennale in  
*Ingegneria Meccanica*

**ANALISI LCA DI UN PRODOTTO DA ARREDAMENTO E  
RELATIVE SOLUZIONI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA  
SOSTENIBILITÀ**

---

**LCA ANALYSIS OF A FURNITURE PRODUCT AND  
RELATED SOLUTIONS FOR THE SUSTAINABILITY  
IMPROVEMENT**

**Relatore**

Prof. Michele Germani

**Correlatori**

Ing. Roberto Menghi

Ing. Marta Rossi

**Prova finale di:**

Omar Palazzotto

Anno accademico 2020/2021



# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>1 CAPITOLO 1</b>	<b>2</b>
<b>La sostenibilità ambientale</b>	<b>2</b>
1.1.1 Definizione di sostenibilità ambientale del prodotto	2
1.1.2 Le fasi del ciclo di vita di prodotto	5
<b>2 CAPITOLO 2</b>	<b>7</b>
<b>La metodologia e gli strumenti Life cycle assesement</b>	<b>7</b>
2.1.1 La normativa	7
2.1.2 Le fasi dell'analisi LCA	9
2.1.3 Lo strumento Simapro	12
<b>3 CAPITOLO 3</b>	<b>14</b>
<b>Caso studio</b>	<b>14</b>
3.1.1 Contesto aziendale	14
3.1.2 Obiettivo	16
3.1.2.1 Unità funzionale	18
3.1.2.2 Confini del sistema	19
3.1.3 Categorie di impatto ambientale, modelli e indicatori	20
3.1.4 Raccolta dati	23
3.1.4.1 Procedura	23
3.1.4.2 Assunzioni	26
3.1.4.3 Criteri di esclusione	27
3.1.5 Modellazione	33
3.1.6 Valutazione ed interpretazione dei risultati	39
<b>Conclusioni</b>	<b>51</b>
<b>SITOGRAFIA</b>	<b>57</b>

## INTRODUZIONE

---

In questo elaborato, si analizza, in primo luogo, il concetto di sostenibilità ambientale e il motivo per il quale negli ultimi anni quest'ultimo sia divenuto uno degli argomenti più discussi in ambito economico, sociale e aziendale.

Nel secondo capitolo viene spiegato come l'aumento incontrollato degli inquinanti nell'ambiente naturale abbia reso necessario un approccio più sostenibile al business che ha spinto lo sviluppo di metodi di analisi atti a restituire indici e parametri facili da comprendere, usare e confrontare per poter stimare in maniera oggettiva l'impatto ambientale dei vari prodotti e servizi.

Nel caso studio preso in esame in questa tesi, in particolare, si è analizzato il ciclo vita di un componente da arredamento, realizzato dall'azienda Poltrona Frau, evidenziandone i materiali e le fasi della realizzazione e distribuzione. Per ciò che concerne l'uso e il fine vita in questa ricerca sono state fatte delle supposizioni e sono stati creati scenari verosimili sulla base dei dati raccolti dai confronti avuti con l'azienda e delle regolamentazioni fornite dalle PCR.

L'analisi è stata eseguita utilizzando il software SimaPro versione 9, il quale ha permesso di ottenere ed estrarre i dati utili per il nostro studio, che sono stati poi valutati con l'ausilio di appositi istogrammi.

Nell'ultimo capitolo, partendo dalle deduzioni sopra fatte, si sono ipotizzate soluzioni migliorative, che l'azienda potrebbe adottare, per rendere il proprio prodotto più 'green'.

# 1. CAPITOLO 1

---

## LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

### *1.1.1 Definizione di sostenibilità ambientale del prodotto*

L'esponenziale aumento della popolazione, civiltà basate sull'ideale del consumismo e nazioni in via di sviluppo, hanno portato ad un bisogno sempre maggiore di beni di prima necessità, di consumo e di servizi.

Per soddisfare questa richiesta, negli anni passati, è stato adottato un modello di produzione che ha portato alla distruzione degli ecosistemi e degli habitat naturali, con un uso smodato delle risorse non rinnovabili, createsi in milioni di anni di vita della Terra.

Questa noncuranza verso il Nostro pianeta ci sta conducendo inesorabilmente ad un punto di non ritorno, come si può leggere nel documento redatto dal sito Wired.

Le prime analisi dell'IPCC ( Intergovernmental Panel on Climate Change) hanno infatti concluso che i cambiamenti climatici sono sempre più evidenti e con conseguenze gravi: *«...L'estinzione di alcune specie, una maggiore diffusione delle malattie, l'innalzamento delle temperature, il collasso degli ecosistemi, l'innalzamento dei mari e altri possibili e diversi impatti climatici diventeranno sempre più frequenti e devastanti nei prossimi 30 anni...»*.<sup>1</sup>

Un segnale forte e di notevole impatto emotivo, oltre che visivo, su questo tema è derivato dall'installazione del 'Climate clock' a New York. Su uno dei grattaceli di Manhattan, basandosi sui dati di emissione degli ultimi anni, l'orologio segna il conto alla rovescia verso l'irreparabile, stimando il

---

<sup>1</sup> *L'ultimo report dell'ONU sul clima dice che ci stiamo avvicinando troppo velocemente al punto di non ritorno in* [https://www.wired.it/attualita/ambiente/2021/06/24/clima-onu-report-ipcc-punto-non-ritorno/?refresh\\_ce=](https://www.wired.it/attualita/ambiente/2021/06/24/clima-onu-report-ipcc-punto-non-ritorno/?refresh_ce=)

tempo rimanente a nostra disposizione per cambiare gli standard di vita attuali, così da invertire il decorso di questo meccanismo.<sup>2</sup>

Contrariamente a ciò che verrebbe naturale pensare il concetto di sostenibilità nacque circa 80 anni fa, già nel 1972, infatti, durante la conferenza di Stoccolma gli stati membri delle Nazioni Unite enunciarono 26 principi su diritti e responsabilità che l'uomo ha verso la natura, mettendo in relazione la qualità della vita con il benessere dell'ambiente.<sup>3</sup>

Fu solo nel 1987, però, che la Commissione Mondiale per l'ambiente e lo sviluppo nel "rapporto Brundtland" definirà la teoria dello sviluppo sostenibile, introducendo al mondo un modello di produzione del tutto innovativo.

Nel documento pubblicato, in 'Zanichelli', si evince il concetto dello sviluppo sostenibile, il quale può essere riassunto in una semplice frase: *«... L'umanità ha la possibilità di rendere sostenibile lo sviluppo, cioè di far sì che esso soddisfi i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere la possibilità di soddisfacimento dei bisogni di quelle future...»*.<sup>4</sup>

Si può quindi affermare che un prodotto è "sostenibile", da un punto di vista ambientale, se nel suo ciclo di vita rispetta ambiente e sistemi ecologici, viene prodotto con pochi sprechi di energie e risorse e ha un livello minimo di emissioni di sostanze nocive nelle aree circostanti i siti di produzione.

Lo studio per la realizzazione di un prodotto "verde" anche detta eco-design, parte dalla base, cioè dall'estrazione delle materie prime e dalla scelta del materiale per la sua realizzazione; ad esempio, se dovessimo scegliere fra due tipologie di elementi per realizzare un prodotto, la scelta ricadrà su quello che richiede meno energie per l'estrazione o per le successive raffinazioni, che produce meno scarti e che richiede l'utilizzo di un minor numero di sostanze nocive per trasformarlo. Bisogna precisare che,

---

<sup>2</sup> *Climate clock: sui grattacieli di Manhattan l'orologio che fa il conto alla rovescia per la catastrofe climatica* in <https://www.greenme.it/informarsi/ambiente/climate-clock-new-york/>

<sup>3</sup> *Dichiarazione delle Nazioni Unite sull'ambiente umano (STOCCOLMA 1972)* in [https://www.arpal.liguria.it/images/stories/Dichiarazione\\_di\\_Stoccolma.pdf](https://www.arpal.liguria.it/images/stories/Dichiarazione_di_Stoccolma.pdf)

<sup>4</sup> *Il Rapporto Brundtland* in <https://online.scuola.zanichelli.it/50lezioni/files/2010/01/RapportoBrundtland.pdf>

ove, possibile riutilizzare gli scarti di altre produzioni o riciclare ciò che non è più utilizzabile, rappresenta una soluzione ottimale dal momento che non si avranno nuovi approvvigionamenti di risorse non rinnovabili e si andranno ad evitare grossi accumuli in discarica.

Per quanto riguarda i processi produttivi, migliorare la filiera con l'utilizzo di macchinari più efficienti e con rendimenti più elevati, potrebbe portare ad una diminuzione degli indici di impatto legati ai servizi. Un crollo di questi valori può, derivare anche dall'utilizzo di energie di natura rinnovabile rispetto a quelle prodotte dal nucleare, carbon fossile o petrolio, in quanto quest'ultime emettono elevate quantità di inquinanti in atmosfera e producono, come scarto, sostanze altamente dannose.

Il prodotto, una volta ultimato, dovrà essere spedito dall'azienda ai vari venditori, grossisti o soggetti privati che lo acquistano e ciò richiede l'imballaggio dei vari elementi, per evitare danni durante il trasporto e l'utilizzo di diversi mezzi per rifornire i vari acquirenti.

Dunque, il trasferimento dall'azienda e il packaging possono giocare un ruolo importante nell'impatto ambientale, sia da un punto di vista degli scarti che essi generano, sia dall'esalazione che emanano i diversi sistemi per il trasporto; proprio per questo devono essere valutati, studiati e se necessario migliorati.

Per quanto riguarda il fine vita del prodotto, è sempre bene prevederne un disassemblaggio per permettere un riutilizzo o quanto meno un corretto smaltimento.

L'eco design, sviluppatosi negli ultimi anni, può rappresentare una "rivoluzione" sotto questo punto di vista, dal momento che questo processo d'ideazione e progettazione dei vari oggetti, ha lo scopo di valutare il loro impatto ambientale a monte della produzione per adottare delle scelte ecosostenibili sin dai primi stadi della realizzazione.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> *Cos'è l'eco-design? La guida completa per essere più green* in <https://greennetworkenergy.it/green-stories/vita-green/eco-design/>

### ***1.1.2 Le fasi del ciclo di vita di prodotto***

Per capire più nel dettaglio come poter migliorare le fasi, che si susseguono, nell'arco di vita di un prodotto, dobbiamo approfondire tutti gli aspetti del suo ciclo, dai primi step fino al suo disfacimento.

Il prodotto nasce come idea di un singolo o di un gruppo di ricerca e può essere del tutto innovativo o una nuova iterazione di un qualcosa già esistente. All'idealizzazione segue una fase di ricerca atta a valutare le potenzialità di vendita sul mercato del bene immaginato e la sua validità, tramite sondaggi e campagna di crowdfunding.

Nel momento in cui l'analisi fornisce feedback favorevoli da parte di un numero elevato di soggetti imparziali, si passa alla progettazione vera e propria del prodotto in cui si studia il processo logico da seguire e rispettare per realizzarlo, le lavorazioni necessarie a trasformare i materiali grezzi e i tipi di materiali da utilizzare in base alla qualità da ottenere o all'uso che ne faremo. Questi diversi passaggi dovranno rispettare gli obiettivi prefissati, le richieste di mercato e i vincoli tecnologici, di tempo e costo per rientrare nelle normative e nei regolamenti imposti dai vari Enti Istituzionali.

I diversi processi produttivi richiedono energie, forza lavoro e tempistiche che devono a loro volta essere esaminate per rendere la "catena di montaggio" rapida ed efficace.

In questa fase si realizza uno schizzo, a mano, dell'oggetto che ne dimostri l'aspetto e il maggior numero di dettagli possibili ed in cui, inoltre, si inseriscono spiegazioni delle varie applicazioni e funzioni; a questa bozza seguirà un disegno tecnico, realizzato con software grafici 2D o 3D, che rappresenterà più realisticamente il prodotto finito con la possibilità di valutarne le proprietà, criticità e funzionalità di tutti i meccanismi.

L'ultimo passo prima dell'inizio della realizzazione vera e propria è la prototipazione, ovvero la creazione di modelli atti a testare le prestazioni, la sicurezza, l'affidabilità e il potenziale di durata dell'oggetto. Questo tipo di verifica può portare alla luce disservizi o criticità dell'oggetto in analisi, da

ritoccare e migliorare, fino ad arrivare ad un modello finale accettabile, che sarà utilizzato come campione per la produzione vera e propria.

A questo punto, con l'approvvigionamento delle materie prime, inizia la realizzazione in senso esplicito.

La scelta del materiale ha un ruolo fondamentale sulla qualità e caratteristiche che vogliamo ottenere.

Il vaglio delle diverse opportunità si svolgerà, infatti, in base alla funzione dell'elemento in questione, se sarà un oggetto di uso quotidiano dovrà rispettare caratteristiche diverse da uno utilizzato in occasioni speciali mentre, se ad esempio, vogliamo sia ecocompatibile dovrà rispettare parametri diversi, che non saranno considerati nel caso non lo sia. Dunque, la disponibilità economica e il tipo di impronta dell'azienda sono determinanti per la scelta delle materie prime da utilizzare.

Ultimata la scelta e trovato il fornitore che rispetti le nostre esigenze, i materiali saranno spediti all'azienda dove subiranno tutte le lavorazioni, meccaniche, manuali, primarie e secondarie, strutturali o di rifinitura, additive o sottrattive per trasformarli nell'oggetto finale.

Una volta realizzato, il prodotto, viene immesso sul mercato con una vasta rete di distribuzione affinché arrivi al maggior numero di clientela possibile, la quale avrà la responsabilità e l'obbligo morale di utilizzarlo in modo tale da non farlo diventare subito un rifiuto e quindi vanificarne energie e risorse non rinnovabili utilizzate.

End of Life (EoF) o Fine Vita è la fase conclusiva dell'oggetto, precedente lo smaltimento. Arrivati a questo punto gli articoli utilizzati per determinati periodi di tempo, risulteranno obsoleti e incapaci di soddisfare i bisogni per cui erano stati creati e dal momento in cui non è possibile renderli nuovamente e correttamente funzionanti si proseguirà con il loro smaltimento responsabile e conforme con le norme vigenti.

## 2. CAPITOLO 2

---

### LA METODOLOGIA E GLI STRUMENTI LIFE CYCLE ASSESSEMENT

#### 2.1.1 *La normativa*

Life Cycle Assessment o analisi LCA è una metodologia analitica e sistematica atta a valutare l'impronta ambientale di un prodotto o di un servizio nel suo intero ciclo, spaziando sulle varie fasi della realizzazione fino al fine vita. Il calcolo restituirà dei valori di impatto, divisi in categorie che permettono di evidenziare i processi più inquinanti, che variano in funzione della metodologia di valutazione scelta.

L'esecuzione di uno studio LCA può avere diversi obiettivi come:

1. Valutare le possibilità per rendere migliore le performance ambientali di un prodotto nel suo intero ciclo di vita;
2. Supportare la pianificazione strategica per enti governativi per impostare corrette politiche ambientali;
3. Assegnare indicatori ambientali a prodotti e servizi, esistenti e alternativi con medesime funzioni;
4. Compiere attività di marketing ambientale;
5. Identificare criticità ambientali del ciclo vita di prodotto o processo;
6. Supportare le certificazioni Gestione Ambientale (SGA) dell'aziende;
7. Identificare criteri ambientali fondamentali a sviluppare schemi di etichettature ecologiche o come principale strumento per redigere Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (EPD);
8. Definire strategie eco-compatibili nella gestione dei rifiuti solidi urbani (RSU);
9. Fornire indicazioni sui carichi energetici e ambientali dei vari materiali per le costruzioni.

Questi studi possono suddividersi in tre macrocategorie, la Gate to Gate che considera gli impatti per la produzione interna allo stabilimento, la Cradle to Gate, in questo caso l'analisi è più ampia e inizia con l'estrazione delle materie prime fino all'uscita del prodotto e la Cradle to Grave, in cui l'analisi è globale e considera anche uso e fine vita.<sup>6</sup>

La Life Cycle Assessment venne ideata nel 1990 dal congresso Setac (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) che la definisce come: «... un procedimento oggettivo che permette di valutare gli impatti ambientali associati ad un prodotto, un processo o un'attività, effettuato attraverso l'identificazione e la quantificazione dei consumi di materia, energia ed emissioni nell'ambiente, e l'identificazione e la valutazione delle opportunità per diminuire questi impatti. L'analisi riguarda l'intero ciclo di vita del prodotto dalla culla alla tomba...».<sup>7</sup>

Per ottenere una valutazione corretta, a livello internazionale, sono disponibili da circa una decina di anni le norme ISO (*International Organization for Standardization*) della serie 14040 recepite in Italia come norme UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione) che regolamentano l'analisi.

Queste direttive negli anni si sono evolute subendo modifiche e migliorie; ad oggi sono in vigore la *UNI EN ISO 14044:2021* “*Gestione Ambientale – Valutazione del ciclo di vita – Principi e quadro di riferimento*” e la *UNI EN ISO 14040:2006* “*Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita – Requisiti e linee guida*”.

La norma UNI EN ISO 14040 specifica i requisiti e fornisce linee guida sull'iter operativo per svolgere l'analisi LCA, dunque rappresenta delle norme generali applicabili a prodotti e servizi, indipendentemente dalla loro natura.

---

<sup>6</sup> *Lca-life cycle assessment: di cosa si tratta?* in <https://www.processfactory.it/lca-life-cycle-assessment-di-cosa-si-tratta/>

<sup>7</sup> *LCA (Life Cycle Assessment): origine, finalità, obiettivi* in <https://www.habitech.it/Area-press/LCA-Life-Cycle-Assessment-origine-finalita-obiettivi>

La norma UNI EN ISO 14044, è la normativa più importante tra le due, in quanto entra più nel dettaglio delle operazioni, principi e requisiti da rispettare per un'analisi accurata; essa, nello specifico, definisce:

1. L'obiettivo e il campo d'applicazione;
2. Fase d'inventario;
3. Fase di valutazione dell'impatto;
4. Fase d'interpretazione;
5. Rendicontazione e revisione critica;
6. Limitazione dell'analisi;
7. Correlazione tra le fasi;
8. Condizione per l'utilizzo delle scelte dei valori e degli elementi facoltativi.<sup>8</sup>

### **2.1.2 Le fasi dell'analisi LCA**

Come riportato nella norma UNI EN ISO 14040, l'analisi LCA si divide in quattro fasi principali da eseguire cronologicamente:

1. Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione (GOAL DEFINITION)
2. Inventario (LIFE CYCLES INVENTORY ANALYSIS)
3. Valutazione degli impatti (IMPACT ASSESSMENT)
4. Valutazione dei miglioramenti (IMPROVEMENT ASSESSMENT)<sup>9</sup>

Definito l'ordine di esecuzioni dei quattro punti dobbiamo anche specificare cosa prevede ognuno di essi e quali operazioni contengono.

---

<sup>8</sup> Norme UNI in [http://store.uni.com/catalogo/uni-en-iso-14040-2021?josso\\_back\\_to=http://store.uni.com/josso-security-check.php&josso\\_cmd=login\\_optional&josso\\_partnerapp\\_host=store.uni.com](http://store.uni.com/catalogo/uni-en-iso-14040-2021?josso_back_to=http://store.uni.com/josso-security-check.php&josso_cmd=login_optional&josso_partnerapp_host=store.uni.com)

<sup>9</sup> Fasi di un LCA in [http://www.dichep.unige.it/old\\_site/consulenza\\_ambientale/lca-fasi.htm#1](http://www.dichep.unige.it/old_site/consulenza_ambientale/lca-fasi.htm#1)

Il primo passo è definire l'obiettivo dell'analisi, da selezionare tra quelli elencati nel capitolo precedente, in correlazione con il soggetto, pubblico o privato, che richiede questo studio. In funzione dell'obiettivo si sceglierà il metodo di collezione, prestazione e dettaglio dei dati. In base all'obiettivo si definirà inoltre l'unità funzionale, cioè il prodotto, servizio o funzione su cui si baserà l'analisi e il confronto e che rappresenterà l'oggetto di riferimento per lo studio a cui tutti i dati in ingresso e uscita saranno normalizzati. L'unità funzionale è inoltre dotata di un'unità di misura (kg di prodotto, t di rifiuto trattato, KWh di energia fornita...).

Saranno, poi, definite le categorie d'impatto ambientale, i metodi per il calcolo degli impatti, le assunzioni e le semplificazioni prese per sostenere l'analisi.

L'ultimo step di questa prima fase è la definizione dei confini del sistema, ovvero le fasi del ciclo di vita del prodotto che sceglieremo di includere nella verifica d'impatto ambientale.

Successivamente al "*Goal definition*" si stilerà l'inventario, una delle fasi che richiede più tempo e risorse per la necessità di acquisire un numero di dati tale da permettere un'analisi accurata; dati che dovranno essere controllati per essere sicuri che siano affidabili e corretti. Anche in questa fase il soggetto che richiede lo studio gioca un ruolo importante dal momento che deve fornirci gli elementi di input per la compilazione dell'inventario.

I vari dati si possono dividere in flussi d'ingresso (input) che si riferiscono a materiali, trasporti ed energie e flussi d'uscita (output) che considerano i prodotti dei vari processi e i gas rilasciati in aria, acqua e suolo.

Si possono identificare alcuni passi principali della raccolta dati, tra cui:

1. Preparazione della raccolta, ad esempio con l'ausilio di fogli Excel;
2. Raccolta dati dai soggetti richiedenti l'analisi LCA;
3. Verifica e convalida dei dati;
4. Relazione dei dati all'unità funzionale;

5. Raffinazione dei confini del sistema, se necessario;
6. Revisione e ripetizione di alcuni passaggi, se richiesto.

Il penultimo passaggio prevede la valutazione degli impatti ambientali dell'oggetto e si dovranno, quindi, definire le categorie d'impatto e il loro peso. Dopodiché si potrà eseguire l'estrazione dei risultati. Solitamente per questa fase si usano software dedicati, come ad esempio Simparo o GaBi, che utilizzano sistemi di caratterizzazione e normalizzazione dei risultati.

La Life Cycle Impacts Assessment prevede la conversione dei dati raccolti in indicatori di impatto ambientale. Si possono scegliere diverse categorie d'impatto, per la valutazione dei risultati relativi al prodotto, processo o servizio e tra gli indicatori solitamente più utilizzati riconosciamo il potenziale di acidificazione, di eutrofizzazione, di riscaldamento globale, di formazione di ozono troposferico, di esaurimento abiotico e di scarsità d'acqua.

Lo scopo ultimo in questa fase è di mostrare i risultati ottenuti in maniera pertinente, comprensibile e conforme alle normative vigenti in modo che essi possano essere facili da gestire, comunicare e confrontare.

La quarta fase prevede di valutare e interpretare, i dati estratti dall'analisi, in funzione dell'obiettivo prefissato a monte dello studio. In base alle conclusioni che si riescono a trarre si possono ipotizzare soluzioni atte a migliorare il prodotto, processo o servizio valutato, i cui benefici saranno successivamente esaminati con ulteriori analisi.

### 2.1.3 *Lo strumento Simapro*

SimaPro è uno dei software per l'analisi LCA più diffusi al mondo e permette di raccogliere, analizzare e monitorare i dati relativi alle prestazioni ambientali di diverse categorie di beni e servizi. Esso permette una modellazione ed un'analisi conforme alle norme UNI EN ISO 14040-14044.<sup>10</sup>

Questo software ci permette di eseguire analisi LCA, calcoli per stipulare le dichiarazioni ambientali di prodotto, quali EPD, calcolare carbon e water footprint di prodotti, supportare l'eco-design e avviare le politiche green.

Il sito ufficiale di questo software lo presenta come uno dei sistemi leader mondiale, degli ultimi 30 anni, per le realizzazioni delle Life Cycle Assessment Analysis e lo propone come strumento ideato per promuovere il cambiamento sostenibile. Il programma è accurato e offre trasparenza su tutti i pacchetti LCA e fornisce database per una ricerca di alta qualità.

Alcuni dei database inclusi sono:

1. Agri-impronta;
2. Ecoinvent;
3. ELCD;
4. Banca dati europea, danese e svizzera input/output;
5. Libreria dati del settore: PlasticEurope, Erasm, World Steel;
6. Database dell'inventario del ciclo di vita degli Stati Uniti.<sup>11</sup>

I metodi di calcolo degli indici sono molteplici e di diversa natura, alcuni esempi sono la domanda cumulativa di energia (CED), metodo EF, EPD 2018 e 2003-EDIP, questi sono solo una piccola parte delle numerose possibilità di scelta che l'applicazione mette a disposizione degli utenti.

---

<sup>10</sup> SimaPro in <https://www.to-be.it/strumenti/simapro/>

<sup>11</sup> LCA software for fact-based sustainability in <https://simapro.com/>

SimaPro ha una importante vista di rete che concede di scavare all'interno dei modelli creati e questo consente di trovare i risultati degli hotspot a noi utili e di studiarli approfonditamente.

Un aspetto da non sottovalutare risiede nella multiutenza di SimaPro che permette, se necessario, a team di persone di lavorare simultaneamente sullo stesso progetto in unico database condiviso.

La casa produttrice, inoltre, ha da poco rilasciato l'ultima versione del suo software, SimaPro 9.0, in cui è stato incluso un nuovo database, Ecoinvent 3.5 che ne implementa le capacità, accelerando il caricamento dei dati e rendendo il sistema più stabile nel supportare l'aumento dei dati all'interno delle varie librerie.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> *What's new in SimaPro 9.0?* in <https://simapro.com/2019/whats-new-in-simapro-9-0/>

## 3 CAPITOLO 3

---

### CASO STUDIO

#### 3.1.1 *Contesto aziendale*

L'azienda Poltrona Frau fu fondata nel 1912 a Torino da Renzo Frau e in soli venti anni divenne uno “...status symbol...”.

Dal 1926 furono scelti dalla famiglia reale italiana, i Savoia, come fornitori ufficiali per arredare i loro lussuosissimi palazzi e da allora hanno arredato molti degli edifici e siti più conosciuti e in voga dell'epoca come l'Expo di Torino nel 1928, i grandi hotel e il transatlantico Rex della Marina Militare e Civile italiana.<sup>13</sup>

Dal 1962 l'azienda venne acquisita dal gruppo Nazareno Gabrielli e trasferita a Tolentino, nelle Marche, una zona con vocazioni manifatturiera specializzata nella lavorazione della pelle.

Sotto la guida del Presidente Franco Moschini iniziano le collaborazioni con famosi designer per realizzare nuovi modelli da affiancare ai classici di sempre.

In seguito, più precisamente nel 2004, sarà il fondo Charme Investments ad acquisire Poltrona Frau, fondo che include al suo interno anche Cappellini e Cassina, dando vita, così, a Poltrona Frau Group uno dei marchi più conosciuti in Italia in ambito di arredamento di lusso.

Poltrona Frau Group diventerà leader mondiale solo nel 2014 quando il gruppo americano Haworth ottenne la maggioranza nell'azienda e iniziò a distribuire i prodotti in tutto il globo, firmando progetti internazionali e aprendo negozi monomarca in Europa, Asia e America.

In occasione del centenario, dalla fondazione, nasce un museo a Tolentino, creato per raccontare la storia ricca di esperienze, incontri, competenze e visioni diverse di Poltrona Frau.

---

<sup>13</sup> *Oltre un secolo di Poltrona Frau* in <https://www.poltronafrau.com/it/poltrona-frau>

Il punto cardine della loro attività e marketing, diventato poi il loro punto di forza, è la qualità delle materie prime e dei i prodotti finiti. La pelle Frau è divenuta negli anni un marchio registrato e riconosciuto ufficialmente. Per garantire questa peculiarità, nel corso della loro storia, si sono sempre affidati alle mani esperte di artigiani, che, come da Poltrona Frau citato, sono “...*gli strumenti tecnologici più avanzati del pianeta...*” dal momento che grazie alla loro esperienza e sensibilità riescono a verificare la corretta distribuzione dell’imbottitura e il corretto spessore delle pinces. La lavorazione artigianale eseguita manualmente da esperti dà un ulteriore valore e credibilità alla produzione aziendale. La scelta di spostare la sede nella zona di Tolentino è nata dalla consapevolezza che la lavorazione della pelle, in questa città, è una tradizione che si trasmette da generazione in generazione dando all’artigiano occhio ed esperienza per selezionare le pelli migliori e lavorarle con estrema maestria.

Un altro valore importante per l’azienda, «...*il lusso più esclusivo...*», è il tempo, che occorre per realizzare un prodotto di qualità di natura artigianale, necessario per ideare arredi che diventeranno dei classici negli anni e per scegliere personale e materiali di qualità per creare beni durevoli e che non stanchino mai. Lo stesso tempo, inoltre, ha insegnato a questa grandissima azienda ad aspettare «...*perché la moda passa in fretta, lo stile resta...*».

La qualità, per quest’impresa, non è raggiunta però a tutti i costi, si cerca sempre, infatti, di rispettare la salute dei dipendenti e minimizzare l’impatto ambientale che scaturisce dalla creazione di un loro pezzo. La credibilità acquisita negli anni ha portato questo marchio dal realizzare divani e poltrone a produrre componenti per arredare gli interni delle abitazioni, fino ad arrivare, con la Interiors in Motion, a sviluppare competenza, nell’allestimento in pelle, di interni di yacht, treni, elicotteri, first class di note compagnie aeree e automobili di lusso.

Con la divisione Interiors Contract, invece, è specializzata sull’approccio abitativo su larga scala come, ad esempio, gli arredi di teatri, sale conferenza, ristoranti, alberghi, musei, punti vendita di alto profilo, istituzioni politiche e culturali.

Tutto questo rende Poltrona Frau una delle aziende più riconosciute e apprezzate al mondo per quanto concerne la realizzazione di interni in pelle di alta qualità.<sup>14</sup>

### 3.1.2 Obiettivo

L'obiettivo del nostro caso studio, come precedentemente accennato, è stato scelto in collaborazione con il soggetto richiedente lo studio, ovvero l'azienda Poltrona Frau.

Con quest'ultima è stato concordato di portare avanti un'analisi LCA di un divano di loro produzione, il Let It Be (Fig.3.1)<sup>15</sup>, realizzato con un sistema modulare con numerose configurazioni e completabile con mensole e contenitori per espanderne le funzioni. I materiali principali che costituiscono il divano sono la pelle Frau per rivestire la struttura e i cuscini, alluminio per la struttura e i piedi ed infine il poliuretano espanso per le imbottiture. Insieme al divano sono stati valutati dei cuscini accessori, che nella maggior parte dei casi sono abbinati e venduti insieme a questo prodotto.



*Figura 3. 1:* Fotografia del prodotto Let It Be e dei cuscini accessori

---

<sup>14</sup> Poltrona Frau / Company Profile in [https://openreply-poltronafräu.s3.amazonaws.com/prod/poltronafräu/contentmanager/content/company\\_profile/2016\\_PF\\_COMPANY\\_PROFILE\\_IT\\_LR.pdf](https://openreply-poltronafräu.s3.amazonaws.com/prod/poltronafräu/contentmanager/content/company_profile/2016_PF_COMPANY_PROFILE_IT_LR.pdf)

<sup>15</sup> Let It Be Immagine Poltrona Frau in <https://www.poltronafräu.com/it/let-it-be>

Lo scopo dello studio era quello di valutare l'impatto ambientale di ogni stadio della produzione e quali di questi erano i più incidenti sugli indici di calcolo, per poi ipotizzare delle soluzioni migliorative.

L'indagine inizialmente ha messo in evidenza l'impatto totale del divano confrontando la quota legata al divano stesso e la quota relativa ai cuscini accessori.

In un secondo momento si è analizzato più nello specifico il divano, studiando gli indicatori d'impatto per il manufacturing e per i materiali, con l'intenzione di valutare quali dei due risultasse avere un'impronta ecologica maggiore sulla realizzazione di quest'ultimo. Successivamente analizzando i materiali e i trasporti, per l'approvvigionamento delle materie prime, siamo riusciti a valutare anche il peso per il trasferimento dei materiali dalle aziende fornitrici alla poltrona Frau. Infine, si sono creati scenari ipotetici relativi al trasporto al distributore, fase d'uso e fine vita.

Lo stesso ragionamento è stato ripetuto con i cuscini accessori per avere un quadro generale più ampio e un confronto tra il prodotto e gli accessori.

Per le categorie manufacturing e materiali del Let It Be, a seguito di un focus delle due categorie, si è riuscito ad individuare quali fossero i materiali e i processi più impattanti. Le categorie che sono risultate maggiormente problematiche sono state sottoposte ad un approfondito esame per determinare al loro interno quali fossero le categorie più significative sui risultati finali.

### 3.1.2.1 Unità funzionale

Cerchiamo, in questo capitolo, di dare una spiegazione più dettagliata di cosa si intende con unità funzionale nel caso del Life Cycle Assessment Analysis e quale abbiamo scelto per il nostro caso studio. Quest'unità è presa come «...riferimento a cui legare i flussi in uscita ed in entrata (UNI EN ISO 14040/44) ...».

Nel documento della “*Gazzetta ufficiale dell’Unione europea*” viene precisato che l’unità di analisi deve definire qualitativamente e quantitativamente la funzione e la durata dell’oggetto preso in esame. Per essere definiti i diversi aspetti e requisiti, dell’unità, si deve rispondere alle seguenti domande:

1. La funzione/le funzioni o il servizio/i servizi forniti, risponde alla domanda “cosa?”;
2. Portata della funzione o del servizio, risponde alla domanda “quanto?”;
3. Quale deve essere il livello di qualità previsto per l’analisi;
4. La durata del prodotto, cioè “per quanto tempo?”.<sup>16</sup>

Nel caso in cui alcuni prodotti intermedi abbiano più funzioni può essere necessario doverle individuare e selezionarle. In questo caso si ha un flusso di riferimento, che rappresenta la quantità di prodotto per definire la funzione, mentre gli altri flussi di input e output nell’analisi dovranno essere collegati ad esso in termini quantitativi. Questo flusso di riferimento si può esprimere in relazione diretta con l’unità funzionale.

Stabilito cos’è l’unità funzionale, a cosa serve e come definirla prendiamo in esame l’unità del caso studio presentato in questa tesi.

---

<sup>16</sup> *Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea* pag. L 124/19 in <https://univpm.sharepoint.com/sites/sostenibilit/Documenti%20condivisi/Tesi%20&%20Tesine/Tesi%20Triennali/Palazzotto%20Omar%20e%20Rosini%20Riccardo/Materiale%20LCA/Raccomand%20UE%202013-179.pdf>

Per l'analisi LCA, svoltasi in correlazione con Poltrona Frau, rispondendo alle condizioni prima citate, possiamo definire la nostra unità funzionale:

1. "cosa": divano Let It Be e cuscini accessori
2. "quanto": un divano e due cuscini
3. "quale livello di qualità": 4/5 sedute al giorno
4. "per quanto tempo": 40 anni.

Precisiamo, infine, che quando si definisce una qualsiasi unità funzionale essa deve sempre essere coerente con l'obiettivo e l'ambito di studio e deve essere definita chiaramente e misurabile.

### *3.1.2.2 Confini del sistema*

Per avere risultati coerenti, esaurienti e riproducibili si devono rispettare alcuni principi analitici e si devono includere i flussi di materiali ed energie, significativi per quanto riguarda l'impatto ambientale e gli aspetti previsti dai confini del sistema.<sup>17</sup>

I confini andranno a definire quali saranno gli aspetti da includere ed escludere dallo studio ed essi dipenderanno dal tipo di analisi che si è deciso di condurre: ad esempio la Gate to Gate ha confini più ristretti, considera infatti gli impatti per la produzione interna allo stabilimento, l'analisi Cradle to Gate, è più ampia e inizia con l'estrazione delle materie prime fino all'uscita del prodotto, mentre avremo dei confini più ampi se si considera una Cradle to Grave che osserva l'intero ciclo vita del prodotto, l'analisi è dunque globale e considera anche uso e fine vita.

Come fatto per l'unità funzionale andiamo ora a valutare i confini del sistema nel caso studio del divano Let It Be.

---

<sup>17</sup> *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea pag. L 124/20*  
(<https://univpm.sharepoint.com/sites/sostenibilita/Documenti%20condivisi/Tesi%20&%20Tesine/Tesi%20Triennali/Palazzotto%20Omar%20e%20Rosini%20Riccardo/Materiale%20LCA/Raccomand%20UE%202013-179.pdf>)

Nella nostra analisi, del tipo Cradle to Grave, cioè dalle materie prime allo smaltimento del prodotto finito, i confini presi in considerazione sono (Fig.3.2):

1. Le materie prime acquistate dall'azienda per la realizzazione del prodotto;
2. I trasporti dai fornitori al sito di produzione;
3. I processi produttivi interni all'azienda;
4. I trasporti al distributore;
5. La fase d'uso;
6. Il fine vita.

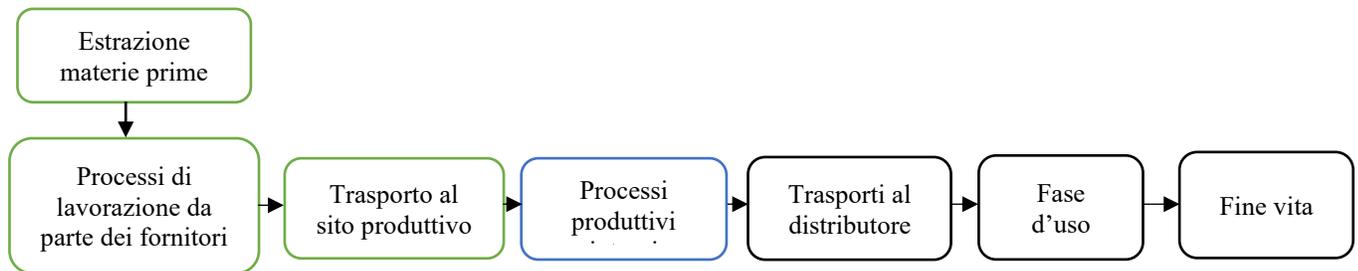


Figura 3.2: Rappresentazione schematica dei confini del sistema

### 3.1.3 *Categorie di impatto ambientale, modelli e indicatori*

Per poter dare una descrizione dell'impatto ambientale che un prodotto o processo ha in un determinato comparto ambientale, come ad esempio aria, acqua o terreno, si possono considerare diverse categorie d'impatto ambientale, per le quali sono associati modelli e indicatori specifici che ne descrivono le prestazioni ambientali. Tra le varie categorie d'impatto abbiamo (Tab. 3.1):

1. Il surriscaldamento globale o effetto serra che descrive l'effetto della concentrazione in atmosfera di gas che trattengono le radiazioni infrarosse, provocando un aumento della temperatura sulla superficie terrestre;

2. L'assottigliamento dello strato dell'ozono è la misura della distruzione dello strato di ozono. Ha un effetto negativo dal momento che, questo elemento funge da filtro per i raggi ultravioletti, dannosi per la cute, per la fotosintesi delle piante e per il fitoplancton;
3. L'eutrofizzazione valuta l'aumento eccessivo di organismi vegetali acquatici per la presenza di troppe sostanze nutritive nell'ecosistema, che porta ad una riduzione dell'ossigeno disponibile per gli altri organismi acquatici, fino a provocarne la morte;
4. Con l'acidificazione si tiene in considerazione la variazione del pH di un terreno o dell'acqua per l'emissione di sostanze inquinanti in atmosfera, le quali in un secondo momento ricadranno in terra o nelle acque portando la perdita di sostanze nutritive (flora e fauna vengono danneggiate);
5. Lo smog fotochimico si verifica per via dei raggi UV del sole che inducono reazioni fotochimiche per gli ossidi di azoto e i composti organici volatili i quali si trasformano in composti pericolosi per gli esseri viventi;
6. L'utilizzo del suolo, invece, misura la riduzione della biodiversità dovuta alla trasformazione di aree naturali ad aree per uso semi-naturale o artificiale (crollo della biodiversità).<sup>18</sup>

Categoria d' impatto	Indicatore	Descrizione
Acidification	Potenziale di acidificazione (kg SO <sub>2</sub> eq)	Ripercussione delle sostanze acidificanti sull'ambiente (suolo e acqua). Calo del valore del pH dei sistemi naturali terrestri e dell'acqua causato dall'emissione di acidi e sostanze acidificanti
Eutrophication	Eutrofizzazione (kg PO <sub>4</sub> --- eq)	Disturbo dell'equilibrio nutrizionale e nei corsi/ serbatoi d'acqua a causa dell'aumento delle emissioni di nutrienti, per esempio l'azoto. Questo può portare all'impoverimento dell'ossigeno.
Global warming	Global warming potential (kg CO <sub>2</sub> eq)	Aumento della temperatura media atmosferica globale. Causato dall'aumento della concentrazione di gas serra, che assorbono e riflettono il calore della superficie terrestre.
Photochemical oxidation	Formazione di ozono fotochimico (kg NMVOC)	Generazione di ozono (smog) nella parte inferiore dell'atmosfera che è tossico per gli esseri umani e la vegetazione.
Abiotic depletion, elements	Impoverimento delle risorse abiotiche, elementi (kg Sb eq)	Le risorse non rinnovabili sono i metalli e i minerali. Il consumo è relativo alla quantità di riserve di antimonio disponibile.
Abiotic depletion, fossil fuels	Impoverimento delle risorse abiotiche, fossili (MJ)	Considera i combustibili fossili come il petrolio, il gas e il carbone, che provengono dal sottosuolo. I fattori di caratterizzazione sono il potere calorifico netto al punto di estrazione del combustibile fossile.
Water scarcity	Impoverimento delle risorse, acqua (m <sup>3</sup> water eq)	Uso di m <sup>3</sup> d'acqua connesso alla scarsità locale di acqua

*Tabella 3.1:* Categorie di impatto ambientale

<sup>18</sup> Categorie d'impatto ambientale in [http://www.ciclodividadellecose.it/wp1/?post\\_type=portfolio&p=1604](http://www.ciclodividadellecose.it/wp1/?post_type=portfolio&p=1604)

Queste categorie sono le stesse che abbiamo usato per valutare l'impatto ambientale, legato alla produzione del divano realizzato da Poltrona Frau.<sup>19</sup>

Grazie al metodo EPD, da noi scelto, abbiamo ottenuto sei indicatori di impatto, dedotti dal metodo CML 2013, una metodologia sviluppata dal Center for Milieukunde, Leiden dell'università di Leiden nei Paesi Bassi.<sup>20</sup>

L'EPD si basa sulle condizioni dettate dall'Unione Europa e rappresenta una delle metodologie maggiormente usate per il calcolo dell'impatto ecologico di un prodotto o servizio tramite LCA.

Il metodo di calcolo EPD restituirà, come già accennato, sei indici, ognuno dei quali dà un valore numerico o un peso a una delle categorie sopra descritte. Per ciascuna classe, inoltre, si definisce un'unità di misura che ne permette una rappresentazione analitica facile da comprendere, usare e confrontare nel caso di analisi comparative.

Qui di seguito vedremo quali sono i rilevatori specifici per ogni categoria e la relativa unità di misura.

Per la categoria surriscaldamento globale l'indice che ci permette di quantificarla in forma numerica, è il potenziale di surriscaldamento globale detto anche GWP (Global Warming Potential), il quale stima per le varie molecole dei gas, il contributo sull'effetto serra confrontato con la  $CO_2$  che per definizione ha un GWP di 1; l'unità di misura usata in questo caso è data dai "kg  $CO_2$  eq".

Il potenziale di eutrofizzazione, invece, è utilizzato come suggerito dal nome, per quantificare il livello di eutrofizzazione di un determinato ambiente acquatico e viene espresso in "kg  $PO_4$  eq".

Il terzo indice, relativo al metodo EPD è il potenziale di acidificazione dato in "kg  $SO_2$  eq" che rileva la quantità di sostanza acidificanti rilasciate nell'atmosfera dalle varie attività umane.

---

<sup>19</sup> *Life Cycle Assessment* in <https://www.valsir.it/it/lca/sostenibilita/life-cycle-assessment>

<sup>20</sup> *Metodologie di valutazione dell'impatto* in [https://help.solidworks.com/2019/Italian/SolidWorks/sldworks/c\\_impact\\_assessment\\_methodologies.htm](https://help.solidworks.com/2019/Italian/SolidWorks/sldworks/c_impact_assessment_methodologies.htm)

Per misurare il potenziale delle sostanze sospese in aria di formare ossidanti atmosferici, i quali in presenza di sole formano ozono, si usa il potenziale di formazione di ozono troposferico dato in “kg NMVOC”.

L'utilizzo di risorse non rinnovabili è, invece, quantificato tramite il potenziale di esaurimento abiotico, il quale però può essere diviso in due categorie, quello legato agli elementi stimato in “kg Sb eq” e quello dovuto alle risorse fossili la cui unità di misura sono i “MJ”.

L'ultimo indice, il potenziale di scarsità d'acqua, considera quest'ultima come una risorsa e calcola l'aumento di energia necessaria per estrarne un litro e viene espresso in “ $m^3$  eq”.

L'analisi portata avanti nel nostro caso studio, svolta utilizzando SimaPro versione 9 con il metodo di calcolo EPD (2018), ha restituito per i vari elementi e categorie prese in esame questi sei indicatori, permettendoci di valutare le criticità del processo produttivo.

### **3.1.4 Raccolta dati**

#### **3.1.4.1 Procedura**

La raccolta o fase di inventario, prevede di reperire il maggior numero di dati e informazioni possibili in modo da svolgere un'analisi completa con risultati attendibili. Questa procedura viene svolta in collaborazione con il soggetto richiedente lo studio, il quale dovrà essere preciso e meticoloso, nel fornire i dati, per evitare errori che possono portare a conclusioni errate una volta estrapolati i dati finali. Tutti i dati dovranno essere validati e relazionati all'unità di misura, poi ricontrollati e sistemati nel caso sia necessario.

Nel nostro caso, per una corretta raccolta, abbiamo diviso i dati in tre categorie principali: singoli elementi assemblati nel divano, processi produttivi interni e fornitori. Queste famiglie di dati sono state, successivamente, schematizzate in maniera diversa per rendere la consecutiva modellazione, nel

software, facile e rapida. Per la realizzazione delle restanti tre categorie, ovvero, i trasporti al distributore, la fase d'uso e il fine vita, sono stati realizzati scenari verosimili, questi verranno trattati nelle assunzioni in quanto frutto in realtà di ipotesi e di confronti diretti con l'azienda.

Entriamo ora nel dettaglio della procedura che abbiamo attuato per l'inventario delle tre aree:

1. **Schematizzazione dei singoli elementi assemblati nel divano:** i dati relativi alla medesima famiglia sono stati dedotti, ove possibile, dalle schede e dai disegni tecnici forniti dall'azienda, tramite i quali si è proceduto a calcolare i volumi dei singoli elementi e ad individuare il relativo materiale. Una volta definiti volumi e densità abbiamo calcolato le masse, indispensabili per la modellazione in SimaPro. Nei casi in cui non si disponeva di specifiche tecniche è stata l'azienda stessa a fornirci il peso dei vari componenti.

Tramite Excel, abbiamo tabellato e riordinato i componenti del divano in: base telaio alluminio, struttura schienale e braccioli, imbottitura schienale e braccioli, altri elementi strutturali, imbottitura cuscino, rivestimento, packaging, molleggio, piede, minuteria metallica, altri componenti e cuscini accessori. Ognuna di queste famiglie includeva diversi elementi per i quali è stato inserito il relativo peso, il dataset in funzione del materiale e se necessario il dataset della lavorazione della materia prima (Fig. 3.3);

1	SUDDIVISIONE	CODIC	DESCRIZIONE ALTERNATIVA	MATERIALE	MATERIALE DATASET	MASSA TOTALE (kg)
2	BASE TELAIO ALLUMINIO	137626	TRAF DL 2 BRACCIOLI LETITBE	ALLUMINIO Al6060	Aluminium, cast alloy (GLO) market for   Cut-off, U	2,268
3		137638	TRAF PROF STRUTT.96,5 LETITBE	ALLUMINIO Al6060	Aluminium, cast alloy (GLO) market for   Cut-off, U	3,066336
4		137640	VASSOIO LAT.SED.C/BRAC.LETITBE	LAMIERA VASSOIO AL5754	Aluminium alloy, AlMg3 (GLO) market for   Cut-off, U	4,07888
5				2*TUBOLARE VASSOIO	Aluminium, cast alloy (GLO) market for   Cut-off, U	1,120158423

1	INFO SCHEDA TECNICA	NOTE	PROCESSO DATASET	NOTE
2			Metal working, average for aluminium product manufacturing (GLO) market for   Cut-off, U	
3			Section bar extrusion, aluminium (GLO) market for   Cut-off, U	
4			Sheet rolling, aluminium (GLO) market for   Cut-off, U	
5			Metal working, average for aluminium product manufacturing (GLO) market for   Cut-off, U	

Figura 3. 3: Sezione del foglio Excel "Dataset materiali"

2. **Schematizzazione dei processi produttivi interni:** in questo caso abbiamo prima individuato le lavorazioni interne all'azienda necessarie per ottenere il prodotto finito e le abbiamo inserite in un secondo foglio Excel (Fig. 3.4), in ordine cronologico. Dopodiché per ogni lavorazione abbiamo associato le diverse operazioni, le quali richiedono un certo tempo-ciclo, espresso in minuti necessari per trasformare un singolo componente. Il tempo totale per una determinata operazione è stato calcolato moltiplicando il numero di pezzi trasformati per il tempo necessario per la manipolazione di uno solo di essi. Questo valore moltiplicato con il valore della potenza media assorbita al minuto ci dà la potenza totale, assorbita dall'impianto per le varie lavorazioni. Per le diverse attività si è fatto corrispondere un codice univoco da utilizzare per la modellazione parametrica in SimaPro.

Le lavorazioni interne individuate per la produzione del divano sono in sequenza: lavorazione esterna arredo, preparazione crine-tela, applicazione molleggio, taglio manuale, taglio tessuti e tele, sistemazione taglio, lavorazione accessorie al taglio, lavorazioni accessorie, controllo cuscini-rivoltatura, ricopertura, montaggio, insaccatura cuscini, controllo, pulizia-imballo e spedizione;

Lavorazione	Descrizione	Operazione	Codice simapro	Numero Pezzi	Tot min. oper.	Tot min. *n.pezzi	Tot min. centro	Potenza assorbita
LAVORAZIONE ESTERNA ARREDO								4,56
	TAG.CART.ADES.VASSOIO LET IT BE	Fustellatura	T_01_A_Fustel	2,00	0,00	0,00	0,00	0
	SMUSS. CARTONE VASSOIO LET IT BE	Smussatura	T_01_B_Smuss	2,00	0,00	0,00	0,00	0
PREPARAZIONE CRINE-TELA								
	CRUDO STD SCH.DL LET IT BE PEL	Applicazione tela Jacquard	T_02_A_Appl_tela	2,00	3,00	6,00	6,00	27,36

Figura 3. 4: Sezione del foglio Excel "Cicli di lavorazioni interne"

3. **Schematizzazione dei fornitori:** per i fornitori abbiamo creato un terzo foglio Excel (Fig. 3.5) dove, ad ogni fornitore abbiamo fatto corrispondere i componenti trasportati a Poltrona Frau e

successivamente con l'aiuto di "Google Maps" abbiamo calcolato i km tra fornitore e azienda.

Infine, si è associato un dataset relativo al mezzo di trasporto aziendale utilizzato.

CODICE PRC	DESCRIZIONE ALTERNATIVA	FORNITORE	DATASET TRASPORTI
132407	ADESIVO WB PCR ECOSTICK 18201K	INTERCOM SRL	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER}  market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3   Cut-
129207	ASTUCCIO KIT PULIZIA STD NV12	LINEAGRAFICA S.N.C. DI CESPI G.	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER}  market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3   Cut-
129206	CERTIF.ORIG.AUTENTICITÀ NV12		
137876	SCHEDA PRODOTTO LETITBE		
104788	TAGLIANDO DI CONTROLLO		
119679	BOCCOLA TC EI NIC M6	MILANI ENRICO S.R.L.	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER}  market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3   Cut-

DISTANZA [km]	QUANTITA' [kg]	QT*DIST. [kg*km]
264,00	0,30	79,2
6,70	0,02	0,1005
540,00	0,00	0
61,00	0,00	0

Figura 3. 5: Sezione del foglio Excel "Trasporti"

### 3.1.4.2 Assunzioni e limitazioni

In alcuni casi non è stato possibile trovare dei dati precisi su elementi utili alla modellazione, per questo motivo si è reso necessario fare delle assunzioni, delle ipotesi per poter concludere l'analisi LCA del divano Let It be.

#### 1. Assunzioni relative ai materiali

Una prima semplificazione è stata adottata nel calcolo dei volumi complessivi, ci siamo imbattuti in disegni tecnici, a volte complessi e difficili da interpretare per questo si sono considerate le dimensioni principali che ci restituivano dei volumi a volte approssimativi, rispetto a quelli effettivi.

Un'altra semplificazione è stata adottata per la densità dei vari elementi, dal momento in cui non si disponeva di quella effettiva, abbiamo esaminato dei manuali e considerato una media dei valori trovati su di essi.

Ulteriore assunzione è stata fatta per le piume utilizzate nell'imbottitura del divano e dei cuscini, considerate come elemento di scarto. Questa ipotesi ha portato a non considerare la parte di impatto ambientale legato all'allevamento delle oche.

Per quanto riguarda la pelle si è scelto di non modellarla in SimaPro, come il resto degli elementi, dal momento che sarebbe risultato complicato. Per ottenere i dati necessari all'analisi si è scelto di utilizzare la dichiarazione ambientale di prodotto (Fig. 3.6)<sup>21</sup>, fornita dall'azienda Dani, la quale si occupa di approvvigionare Poltrona Frau. Questa scelta è stata la causa per cui l'intero studio si è basato sul metodo EPD (2018).



Figura 3. 6: Immagine della EPD fornita dall'azienda produttrice Dani S.P.A.

## 2. Assunzioni relative ai trasporti al sito produttivo

Per i trasporti, l'assunzione è stata necessaria, il motivo risiede nell'impossibilità di conoscere i diversi mezzi di trasporto che i vari fornitori utilizzano per rifornire Poltrona Frau. Abbiamo dunque considerato l'utilizzo dello stesso veicolo commerciale per tutti i venditori.

Il mezzo supposto è un autocarro di 16-32 tonnellate di categorie euro 3, a cui è stato poi associato lo specifico dataset già presente nel software di modellazione.

<sup>21</sup> Pelli per arredamento, calzature e pelletteria di DANIELI S.P.A in <https://www.gruppodani.com/content/uploads/2021/05/pelle-media.pdf>

### 3. Assunzioni relative al processo

Ai fini di una corretta analisi dei processi produttivi è stato importante valutare i consumi energetici interni all'azienda, a tale scopo in uno degli incontri con l'azienda è emerso che una quota parte dell'energia, utilizzata per i macchinari, veniva autoprodotta tramite l'impianto fotovoltaico di loro proprietà e una parte proveniva dalla rete elettrica pubblica. Sulla base di queste informazioni abbiamo creato un dataset dell'energia elettrica, in SimaPro, che prevedeva circa il 20% di autoproduzione e un 80% di corrente a bassa tensione acquisita dalla rete pubblica.

### 4. Assunzioni relative ai trasporti al distributore

Per la valutazione degli impatti relativi ai trasporti fino al distributore sono state avanzate delle ipotesi realistiche. È stata presa questa scelta a causa dell'assenza di dati sulle distanze che intercorrono tra la sede di Poltrona Frau e i numerosi punti vendita e dall'impossibilità di valutare le distanze tra la sede dell'azienda e gli acquirenti sparsi in tutto il mondo.

Non disponendo di tali dati, sono stati creati tre scenari:

- Scenario 1: PCR
- Scenario 2: Mercato europeo
- Scenario 3: Mercato Asiatico

Il primo dei tre scenari (Tab. 3.2) è quello definito dalle "PCR SEATS 2009:02 V 3" (product category rules) il quale prevedeva un trasporto medio di mille chilometri su ruota, il mezzo ipotizzato è un autocarro di 16-32 tonnellate di categorie euro 3 a cui è stato poi associato lo specifico dataset presente nel software di modellazione.

Trasporto							
		DATASET	DISTANZA [km]	DIST. MEDIA CAMION [km]	DIST.MEDIA NAVE [km]	QUANTITA' [kg]	QT*DIST. [kg*km]
Scenario 1	PCR						
	1000 km	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 Cut-off, U	1000	1000	0	126,51	126508,88

Tabella 3.2: Trasporti al distributore, scenario 1, PCR

Il secondo scenario (Tab. 3.3) è stato denominato “mercato europeo” si sono considerate cinque delle principali capitali europee: Mosca, Berlino, Madrid, Parigi, Atene, il mezzo supposto anche in questo caso è un autocarro di 16-32 tonnellate di categorie euro 3. Con l’aiuto di “Google Maps” abbiamo ricavato le distanze in km che intercorrono tra Poltrona Frau e il distributore medio, al valore ricavato si è aggiunto un incremento ulteriore di cinquecento km per evitare di sottostimare i dati, escludendo possibili distributori al di fuori delle capitali considerate.

I valori ricavati anche in questo caso sono stati riportati nella seguente tabella:

		Trasporto					
	DATASET	DISTANZA [km]	DIST. MEDIA CAMION [km]	DIST.MEDIA NAVE [km]	QUANTITA' [kg]	QT*DIST. [kg*km]	
<b>Scenario 2</b>	<b>Mercato Europeo</b>						
	Mosca	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 Cut-off, U	3416	2480	0	126,51	313742,03
	Berlino	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 Cut-off, U	1927				
	Madrid	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 Cut-off, U	2435				
	Parigi	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 Cut-off, U	1847				
	Atene	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 Cut-off, U	2775				

*Tabella 3.3:* Trasporti al distributore, scenario 2, Mercato europeo

L’ultimo scenario, (Tab. 3.4) “mercato asiatico” è stato realizzato per poter considerare il contesto extra-europeo in cui Poltrona Frau opera, anche in questo caso in analogia con lo scenario due, si sono valutate cinque tra le principali metropoli asiatiche: Dubai, Shanghai, Tokyo, Singapore e Sydney. I mezzi assunti sono stati due, un autocarro di 16-32 tonnellate di categorie euro 3 ed una nave portacontainer. Il primo per considerare gli impatti del trasporto dalla sede di Poltrona Frau al porto navale di La Spezia e dal porto di destinazione al distributore medio, si è assunta tale distanza pari ad un incremento di cinquecento km, il secondo mezzo invece per considerare gli impatti del viaggio via nave, la cui distanza è stata valutata

grazie all'aiuto di "sea-distances.org"<sup>22</sup>, software dedicato al calcolo online di tragitti e distanze in ambito navale.

Trasporto						
	DATASET	DISTANZA [km]	DIST. MEDIA CAMION [km]	DIST.MEDIA NAVE [km]	QUANTITA' [kg]	QT*DIST. [kg*km]
<b>Scenario 3</b>	<b>Mercato Asiatico</b>					
	Sydney	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER}  market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3   Cut-off, U 900				QT*DIST. MEDIA CAMION [kg*km]
		Transport, freight, sea, container ship {GLO}  market for transport, freight, sea, container ship   Cut-off, U 17926				
	Dubai	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER}  market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3   Cut-off, U 900				126508,88
		Transport, freight, sea, container ship {GLO}  market for transport, freight, sea, container ship   Cut-off, U 7916				
	Shanghai	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER}  market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3   Cut-off, U 1400	1000	14181,4	126,51	QT*DIST. MEDIA NAVE [kg*km]
		Transport, freight, sea, container ship {GLO}  market for transport, freight, sea, container ship   Cut-off, U 15991				
	Tokyo	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER}  market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3   Cut-off, U 900				1794073,09
		Transport, freight, sea, container ship {GLO}  market for transport, freight, sea, container ship   Cut-off, U 17226				
	Singapore	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RER}  market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3   Cut-off, U 900				
		Transport, freight, sea, container ship {GLO}  market for transport, freight, sea, container ship   Cut-off, U 11848				

Tabella 3.4: Trasporti al distributore, scenario 3, Mercato asiatico

## 5. Assunzioni relative alla fase d'uso

Per la valutazione degli impatti relativi alla fase d'uso non avendo indicazioni da parte dell'azienda sono state supposte delle ipotesi realistiche. Anche in questo caso sono stati realizzati tre scenari estesi temporalmente ad una vita utile complessiva di 20 anni in modo da evitare possibili sottostime.

- Scenario 1: PCR
- Scenario 2: Pulizia meticolosa
- Scenario 3: Pulizia media

Il primo scenario (Tab. 3.5) mantenendo l'analogia con i trasporti al distributore è quello delle PCR, in particolare la "PCR SEATS 2009:02 V 3" la quale non prevede l'uso di acqua ed energia elettrica per la pulizia ma di un solo panno. Come si evince dalla tabella sottostante non utilizzando acqua ed energia elettrica in realtà gli impatti ambientali che avrà tale scenario, sono nulli.

<sup>22</sup> Distanze navali in: <https://sea-distances.org/>

Fase d'uso						
		DESCRIZIONE	DATASET	QUANTITA' UNITARIA [kg]	VITA UTILE [anni]	QUANTITA' TOTALE
Scenario 1	PCR	Non prevede uso di acqua o energia ma di un solo panno	-	-	20	0

Tabella 3.5: Fase d'uso, scenario 1, PCR

Il secondo e il terzo scenario (Tab 3.6 – 3.7) sono stati costruiti in maniera del tutto analoga, quello che cambia è la frequenza con cui viene svolta la manutenzione, nel caso di pulizia meticolosa è previsto l'uso di una salvietta monouso e del sapone una volta al mese, mentre nel caso di pulizia media la frequenza di pulizia è di una volta ogni sei mesi.

Per la realizzazione di tali scenari si sono andate a considerare le salviette “splendi pelle”, rilasciate in dotazione all'acquisto del divano, andando a valutare il peso unitario della salvietta, del detergente e del packaging.

Fase d'uso						
		DESCRIZIONE	DATASET	QUANTITA' UNITARIA [kg]	VITA UTILE [anni]	QUANTITA' TOTALE
Scenario 2	Pulizia meticolosa	Kit pulizia (Salvietta+Sapone) 1 volta al mese	Textile, non-woven polypropylene{GLO} market for textile, non woven polypropylene  Cut-off, U	0,005	20	1,2
			Soap {GLO} market for   Cut-off, U	0,001	20	0,24
			Packaging film, low density polyethylene {GLO} market for   Cut-off, U	0,004	20	0,96

Tabella 3.6: Fase d'uso, scenario 2, Pulizia meticolosa

Fase d'uso						
		DESCRIZIONE	DATASET	QUANTITA' UNITARIA [kg]	VITA UTILE [anni]	QUANTITA' TOTALE
Scenario 3	Pulizia media	Kit pulizia (Salvietta+Sapone) 1 volta ogni sei mesi	Textile, non-woven polypropylene{GLO} market for textile, non woven polypropylene  Cut-off, U	0,005	20	0,2
			Soap {GLO} market for   Cut-off, U	0,001	20	0,04
			Packaging film, low density polyethylene {GLO} market for   Cut-off, U	0,004	20	0,16

Tabella 3.7: Fase d'uso, scenario 3, Pulizia media

## 6. Assunzioni relative al fine vita

Per la valutazione degli scenari di fine vita, di grande utilità è stato il confronto con l'azienda stessa la quale ci ha rivelato come il loro prodotto al termine della sua vita utile venga smaltito completamente in discarica, è stato dunque realizzato uno scenario (Scenario1: discarica) che rispecchi tale condizione. Il software di analisi SimaPro forniva tra i suoi dataset il “Municipal solid waste (waste scenario) {RoW}”

Treatment of municipal solid waste, landfill | Cut-off, U” il quale si prestava perfettamente per rappresentare il completo smaltimento in discarica.

Il secondo scenario realizzato per il fine vita è stato creato valutando ipotesi realistiche. Questo prevedeva una minima parte di riciclo e che il resto fosse smaltito in discarica (Scenario 2: riciclo e discarica).

Andando nello specifico solo alcuni elementi del packaging sono stati considerati riciclabili ovvero: la carta, il poliuretano (PUR), il polistirene (PS), e il polietilene (PE); inoltre, per un’analisi ancor più veritiera si sono valutate le percentuali di riciclo di tali elementi andando a reperirle dalle banche dati dell’Eurostat.

#### *3.1.4.3 Criteri di esclusione*

In questo sotto capitolo ci occuperemo dei dati che sono stati trascurati ed esclusi dall’analisi. L’esclusione dall’analisi è derivata dalla mancanza di informazioni, se in alcuni casi precedenti siamo riusciti a reperire delle basi su cui poter fare delle ipotesi attendibili, in questo caso non si disponeva di nessuna traccia per poter considerare in maniera opportuna questi fattori.

Tra gli elementi esclusi vi sono: astuccio kit pulizia, bottoni, cursori, etichette, perni sacchetto minigrip e salvietta cleaner. L’esclusione non comporta errori grossolani sui risultati finali dal momento che sono elementi con masse piccole e realizzati con materiali standard, che giocano un ruolo marginale sull’impatto totale del prodotto.

Un altro materiale escluso dallo studio è il cuoio, non considerato poiché è stato utilizzato in piccole quantità perciò, come suggerito dall’azienda, non porta ad alterazione degli indici di impatto ambientale.

Per quanto riguarda le lavorazioni sono stati esclusi i processi di finitura superficiali vista la mancanza di indicazioni sufficienti ad una corretta valutazione e tutti i processi esterni all’azienda che avrebbero richiesto tempistiche molte più lunghe nel reperire i dati da tutti i fornitori.

### 3.1.5 Modellazione

Raccolti tutti i dati utili per una corretta esecuzione della Life Cycle Assessment Analysis si è proceduto a modellarli con il software SimaPro, il quale ci ha permesso poi di ottenere i sei indici di impatto ambientale utilizzati in seguito per stimare i processi o materiali più impattanti nel ciclo vita del divano. Il primo passo ha previsto la creazione di parametri di input, relativi alle singole operazioni e alla potenza dell'impianto. Questi parametri, codificati seguendo il foglio Excel relativo alle lavorazioni, risulteranno utili in un secondo momento per la modellazione delle singole lavorazioni. Essi sono stati generati inserendo nel programma dedicato, sotto la voce "parametri", il codice univoco, i tempi ciclo e la relativa unità di misura. Lo stesso ragionamento è stato seguito per la potenza dell'impianto di cui si è indicato il valore e l'unità di misura (Fig. 3.7).

Parametri di input	Valore	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SE	Min	Max	Nasco	Commento
P_Impianto	4.56	Non definito				<input type="checkbox"/>	KW
T_01_A_Fustel	0	Non definito				<input type="checkbox"/>	Min
T_01_B_Smuss	0	Non definito				<input type="checkbox"/>	Min
T_02_A_Appl_tela	6	Non definito				<input type="checkbox"/>	Min
T_03_A_Cr_sch	54	Non definito				<input type="checkbox"/>	Min

Figura 3. 7: Sezione modellazione dei parametri nel software SimaPro

Elaborati tutti i parametri di input abbiamo proceduto con la realizzazione della struttura ad albero per avere, finita la modellazione, i risultati divisi in base alle diverse categorie. Dapprima si è diviso il divano dai cuscini accessori e poi per entrambi le categorie abbiamo operato un'ulteriore suddivisione in materiali e manufacturing (Fig. 3.8).

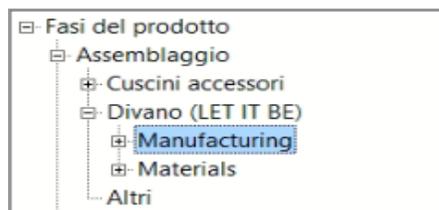


Figura 3. 8: Rappresentazione grafica della creazione delle famiglie manufacturing e materiali in SimaPro

All'interno della categoria manufacturing, rispettando l'ordine di esecuzione, sono state inserite tutte le lavorazioni, rispettivamente del divano e dei cuscini accessori (Fig. 3.9).

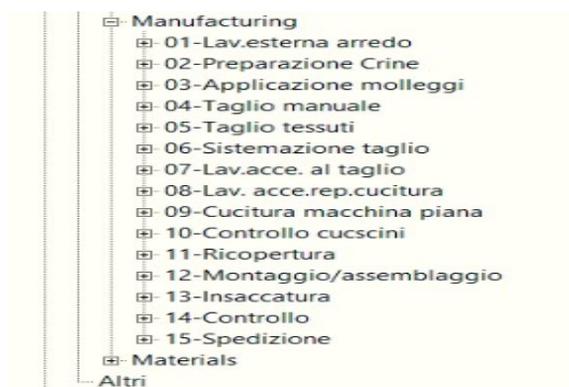


Figura 3. 9: Rappresentazione grafica dell'albero delle lavorazioni creato in SimaPro per il divano.

In seguito per le singole lavorazioni sono state inserite le rispettive operazioni intermedie, precedentemente indicate nel file Excel. Per ogni processo è stato associato il dataset dell'energia, creato sull'assunzione precedentemente citata. Per il calcolo della quantità fisica, il relativo parametro del tempo ciclo è stato moltiplicato per quello della potenza al minuto ottenendo come risultato la potenza totale assorbita per ogni operazione, in kWh (Fig. 3.10). Questo tipo di modellazione che ricorre all'ausilio di parametri si definisce per l'appunto parametrica.

Nome	Progetto	Stato
C_Appl_tela	POLTRONA FRAU LCA (Rosini-Pala)	Nessuno
B_Cr_brac	POLTRONA FRAU LCA (Rosini-Pala)	Nessuno
A_Cr_sch	POLTRONA FRAU LCA (Rosini-Pala)	Nessuno

Modifica assemblaggio 'C_Appl_tela'			
Input/Output	Parametri		
Nome	C_Appl_tela	Stato	Nessuno
Commento			
Materiali/assemblaggi	(Inserisci linea qui)	Quantità fisica	Unità di mi Distri SD^2 o 2^SE Min Max
Processi	Electricity, Poltrona FRAU   Cut-off, U	Quantità fisica	Unità di n kWh
	(Inserisci linea qui)	T_03_C_Appl_tela*P_Impianto/60 = 0.304	

Figura 3. 10: Esempio modellazione parametrica dell'operazione "C\_Appl\_tela"

Conclusa la modellazione del manufacturing siamo passati a quella dei materiali che, al contrario della precedente non ha previsto un'elaborazione parametrica.

I materiali, inizialmente, sono stati divisi secondo la scaletta riportata nel file Excel relativo agli elementi che compongono il divano (Fig. 3.11).

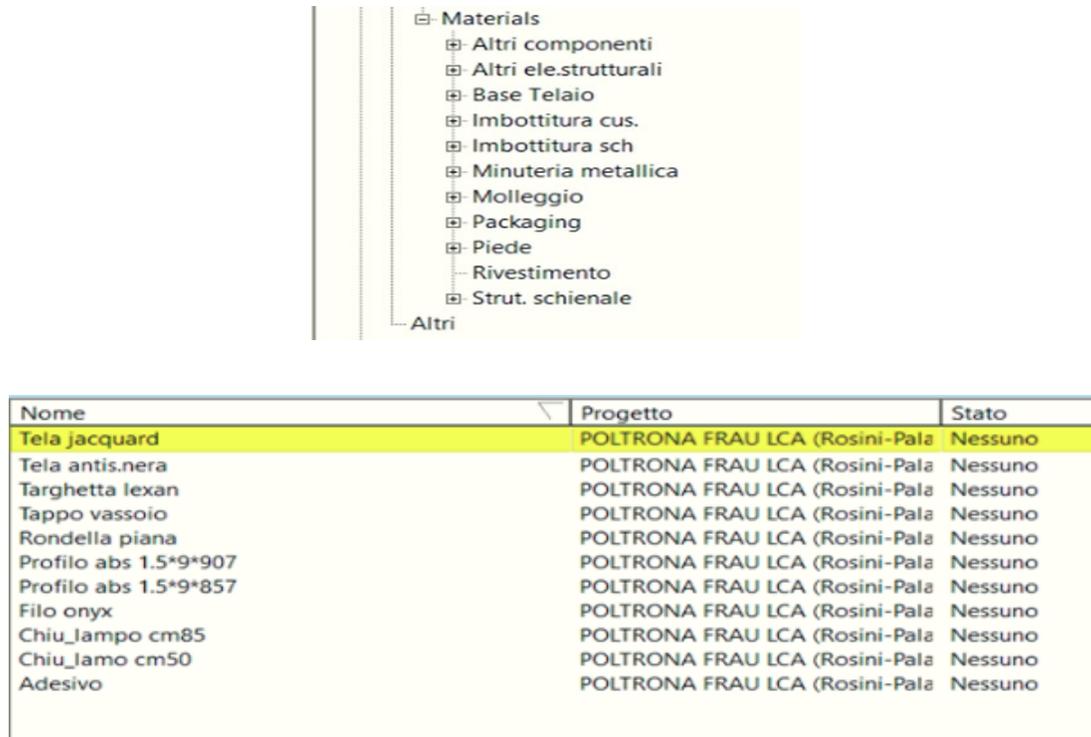


Figura 3. 11: Rappresentazione grafica dell'albero dei materiali in SimaPro e focus della categoria "Altri componenti"

All'interno di ogni suddivisione sono stati poi inseriti i vari elementi, a cui sono stati associati il dataset per il materiale, quelli per i processi (solo dove risultasse necessario) e il dataset per indicare i trasporti dal fornitore. Il dataset di riferimento per il materiale è stato scelto in fase di creazione del foglio Excel per rendere la fase di modellazione più rapida. Per ogni materiale e processo, oltre al dataset, abbiamo specificato il peso in kg.

Nel caso dei trasporti dal fornitore, la massa del singolo componente è stata moltiplicata per i km percorsi in modo da ottenere i kg\*km, grandezza resa disponibile e elaborabile da SimaPro (Fig. 3.12).

Nome	Progetto	Stato	
Lam. sostegno	POLTRONA FRAU LCA (Rosini-Pala)	Nessuno	
Lam. per centro	POLTRONA FRAU LCA (Rosini-Pala)	Nessuno	
Lam. laterale sch	POLTRONA FRAU LCA (Rosini-Pala)	Nessuno	

Input/Output		Parametri	
Nome	Stato	Commento	
Lam. per centro	Nessuno		
Materiali/assemblaggi		Quantità fisica	Unità di mi
Steel, low-alloyed (GLO)   market for   Cut-off, U		1.052219	kg
(Inserisci linea qui)			
Processi		Quantità fisica	Unità di n
Sheet rolling, steel (GLO)   market for   Cut-off, U		1.052219	kg
Deep drawing, steel, 650 kN press, single stroke (GLO)   market for   Cut-off, U		1.052219	kg
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 (RER)   market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3   Cut-off,		1.052219*14.8 = 15.6	kgkm

Figura 3. 12: Esempio modellazione del materiale per il componente “Lam. per centro”

Queste operazioni come accennato sono risultate facilitate dalla precedente realizzazione dei fogli Excel dove si erano già eseguite le divisioni, sia delle lavorazioni che dei materiali e si erano riportati i vari dataset utili alla modellazione, opportunamente scelti da SimaPro.

Per la modellazione dei trasporti al distributore, fase d’uso e fine vita si è proceduto in maniera del tutto analoga avvalendoci del supporto di fogli Excel appositamente creati. Anche in questi casi la modellazione non era del tipo parametrico e per la creazione degli alberi si è proceduto rispettando gli scenari delle singole categorie (Fig. 3.13).

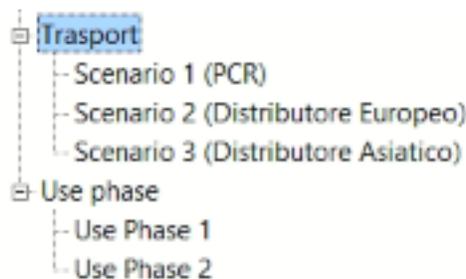


Figura 3. 11: Rappresentazione grafica dell’albero dei trasporti e della fase d’uso in SimaPro

Per ogni scenario relativo ai trasporti al distributore, si è associato il dataset del mezzo di trasporto e il prodotto kg\*km, specificato per ogni scenario nelle tabelle 3.2 (PCR), 3.3 (mercato europeo) e 3.4

(mercato asiatico). Di seguito è rappresentata (Fig. 3.14) la modellazione dell'ultimo dei tre scenari in cui è utile notare la presenza di due mezzi di trasporto, l'autocarro e la nave porta container.

Nome	Stato	Commento
Scenario 3 (Distributore Asiatico)	Nessuno	

Materiali/assemblaggi	Quantità fisica	Unità di mi Distribuzione	SD^2 o 2^SC Min
Processi	Quantità fisica	Unità di misura	
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 (RER) market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EUR	126508.8844	kgkm	
Transport, freight, sea, container ship (GLO) market for transport, freight, sea, container ship   Cut-off, U	1794073.093	kgkm	

Figura 3. 14: Esempio modellazione dello scenario: mercato asiatico

Conclusa la modellazione dei trasporti al distributore, si è passati a modellare la fase d'uso. In questo caso, dei tre scenari ne sono stati processati due in quanto lo scenario relativo alle PCR non apportava nessun tipo di impatto dal momento che non utilizzava risorse idriche ed elettriche.

In analogia ai casi precedenti è stato sufficiente inserire i dataset dei singoli materiali che costituivano il kit pulizia ed il peso in kg di questi ultimi, dati disponibili dalla precedente lavorazione in Excel. (Fig.3.15)

Nome	Stato	Commento
Use Phase 1 (Pulizia media)	Nessuno	

Materiali/assemblaggi	Quantità fisica	Unità di misura
Soap (GLO) market for   Cut-off, U	0.04	kg
Textile, non-woven polypropylene (GLO) market for textile, non woven polypropylene	0.2	kg
Packaging film, low density polyethylene (GLO) market for   Cut-off, U	0.16	kg

Figura 3. 15: Esempio modellazione dello scenario: pulizia media

Al termine della modellazione della fase d'uso, è stata necessaria l'elaborazione del fine vita.

Il primo scenario modellato è stato quello che considera lo smaltimento in discarica del divano e dei due cuscini accessori.

Per prima cosa è stato necessario creare l’assemblaggio “Divano + Cuscini x (EoL)”, questo passaggio è stato utile per poi richiamare in “riferimento ad assemblaggio” un unico dato di input, dopodiché si è inserito all’interno degli scenari di smaltimento il dataset: “Poltrona Frau (waste scenario){RoW}|Treatment of municipal solid waste, landfill | Cut-off, U” il quale richiamava al proprio interno il dataset “Municipal solid waste (waste scenario) {RoW}|Treatment of municipal solid waste, landfill | Cut-off, U” che come già detto rappresenta il completo smaltimento in discarica.(Fig. 3.16).

Nome	Progetto	Assemblaggio	Stato
Scenario 1 (Discarica)	Poltrona FRAU LCA (Rosini-Palazo)	Divano + Cuscini (x EoL)	Nessuno
Scenario 2 (Riciclo+ Discarica)	Poltrona FRAU LCA (Rosini-Palazo)	Divano + Cuscini (x EoL)	Nessuno

Modifica scenario di fine vita 'Scenario 1 (Discarica)'			
Input/Output	Parametri		
Nome	Stato	Commento	
Scenario 1 (Discarica)	Nessuno		
Riferimento ad assemblaggio	Quantità fisica	Unità di mi	Commento
Divano + Cuscini (x EoL)	1	p	
Processi	Quantità fisica		Unità di misura
(Inserisci linea qui)			
Scenari di smaltimento	Percentuale		
Poltrona Frau (waste scenario) {RoW}  Treatment of municipal solid waste, landfill   Cut-off, U	100 %		
(Inserisci linea qui)			
Disassemblaggi	Percentuale	Commento	
(Inserisci linea qui)			
Riusi	Percentuale	Commento	
(Inserisci linea qui)			

Figura 3. 16: Esempio modellazione dello scenario: discarica

Per la modellazione del secondo scenario, ovvero quello di riciclo e discarica, è stato creato un dataset specifico, il Poltrona Frau (waste scenario) {EU27} | treatment of packaging waste | Cut-off, U (Fig.3.17), questo metteva in evidenza sotto la voce “tipi di materiali separati dallo stream rifiuti” i singoli materiali del packaging che abbiamo considerato si potessero riciclare e le corrispettive percentuali di riciclo.

In corrispondenza della voce “flussi di rifiuto rimasti dopo la separazione” è stato specificato richiamando il dataset “Poltrona Frau (waste scenario) {RoW}| Treatment of municipal solid waste, landfill | Cut-off, U” come il resto dei materiali che compongono il divano e i due cuscini accessori fosse smaltito in discarica al cento per cento.

Modifica scenario di smaltimento processo Poltrona Frau (waste scenario) {EU27}   treatment of packaging waste   Cut-off, U				
Documentazione	Input/Output	Parametri	descrizione del sistema	
Specifica del rifiuto	Quantità fisica	Unità di mi	Categoria	Commento
y) {EU27}   treatment of packaging waste   Cut-off, U	1	kg	Packaging waste	EU27 countries
Input				
Input noti da tecnosfera (materiali/combustibili)	Quantità fisica	Unità di mi	Distribuzione	SD^2 o 2*SE Min Max
(Inserisci linea qui)				
Input noti da tecnosfera (elettricità/calore)	Quantità fisica	Unità di mi	Distribuzione	SD^2 o 2*
(Inserisci linea qui)				
Output				
I tipi di materiale e/o rifiuto sono separati dallo stream rifiuto		Tipo di Materiale / Rifiuto	Percentuale	Commento
Paper (waste treatment) {GLO}   recycling of paper   Cut-off, U		Paper	82.9 %	
Mixed plastics (waste treatment) {GLO}   recycling of mixed plastics   Cut-off, U		PUR	31.9 %	
PE (waste treatment) {GLO}   recycling of PE   Cut-off, U		PE	31.9 %	
PS (waste treatment) {GLO}   recycling of PS   Cut-off, U		PS	31.9 %	
(Inserisci linea qui)				
Flussi di rifiuto rimasti dopo la separazione			Percentuale	Commento
Poltrona Frau (waste scenario) {RoW}   Treatment of municipal solid waste, landfill   Cut-off, U			100 %	
(Inserisci linea qui)				

Figura 3. 17: specifiche del dataset Poltrona Frau (waste scenario) {EU27} | treatment of packaging waste | Cut-off, U

A questo punto la modellazione in SimaPro risultava conclusa, sono stati predisposti nel progetto ulteriori scenari di fine vita per future elaborazioni come quello del disassemblaggio di parti del divano e del riuso, i quali però non sono oggetto di questo studio.

### 3.1.6 Valutazione ed interpretazione dei risultati

Per arrivare alle conclusioni dello studio è necessario estrarre i risultati dell'analisi, valutarli e interpretarli.

Il software utilizzato nella modellazione ci ha permesso di ottenere risultati, rapidi e facilmente comprensibili, sia in forma numerica che ne permette una quantificazione più precisa, sia sotto forma di grafici che permettono di fare dei confronti e delle deduzioni immediate.

Prima dell'estrazione si sono scelte le diverse categorie da analizzare e per le quali creare le tabelle numeriche e gli istogrammi, rappresentanti i risultati.

Il programma Excel è stato molto utile in questo processo di realizzazione dei diagrammi, in quanto partendo dai valori tabellati, con un semplice comando permetteva di plasmare la tipologia di grafico più adatta al nostro scopo.



stati moltiplicati per i metri quadri di pelle utilizzata per ricoprire il prodotto. Facendo ciò abbiamo reso la pelle confrontabile con i risultati degli altri materiali, modellati con SimaPro.

A questo punto possiamo esaminare i risultati e darne una rappresentazione quantitativa e qualitativa.

Il primo grafico che prendiamo in esame, “LCA” rappresenta il risultato complessivo dell’intera analisi, dando una visione di insieme degli impatti complessivi delle varie fasi per tutto il prodotto, divano e cuscini accessori.

Il grafico in questione (Fig. 3.19) è stato realizzato tenendo in considerazione la combinazione di scenari più verosimile possibile. Vengono rappresentate infatti oltre ai materials e il manufacturing, lo scenario di trasporto ad un distributore europeo, la fase d’uso relativa ad una pulizia media, con frequenza dunque pari ad una volta ogni sei mesi ed infine il fine vita che ci è stato suggerito dall’azienda, ovvero lo smaltimento completo in discarica.

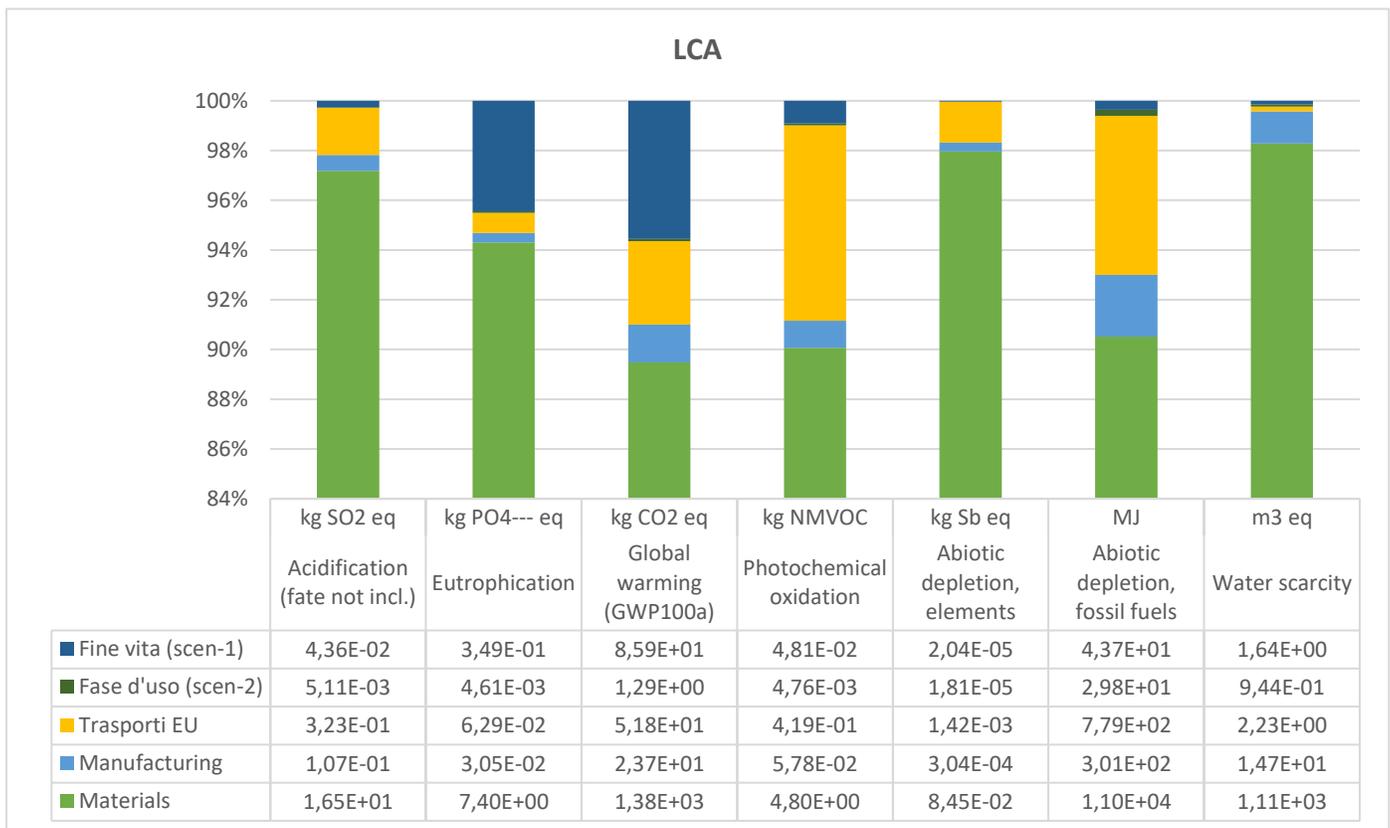


Figura 3.19: Istogramma “LCA”

Da una prima analisi si può notare come il grafico non abbia come valore iniziale sulle ascisse lo zero, questa soluzione grafica è stata adottata per rendere più facilmente leggibile il grafico stesso.

Si nota visivamente che più dell'88% dell'impatto ambientale deriva dai materiali mentre il rimanente 12% è suddiviso tra le altre fasi, rendendole quasi trascurabili. Per maggior chiarezza sono stati riportati i valori espressi in notazione scientifica dei vari contributi, per ogni categoria di impatto.

Il secondo grafico che prendiamo in esame, "impatto totale materials e manufacturing divano e cuscini" dà un'utile visione di insieme, confrontando l'impatto di materiali e manufacturing del divano rispetto a quello dei cuscini accessori (Fig. 3.20).

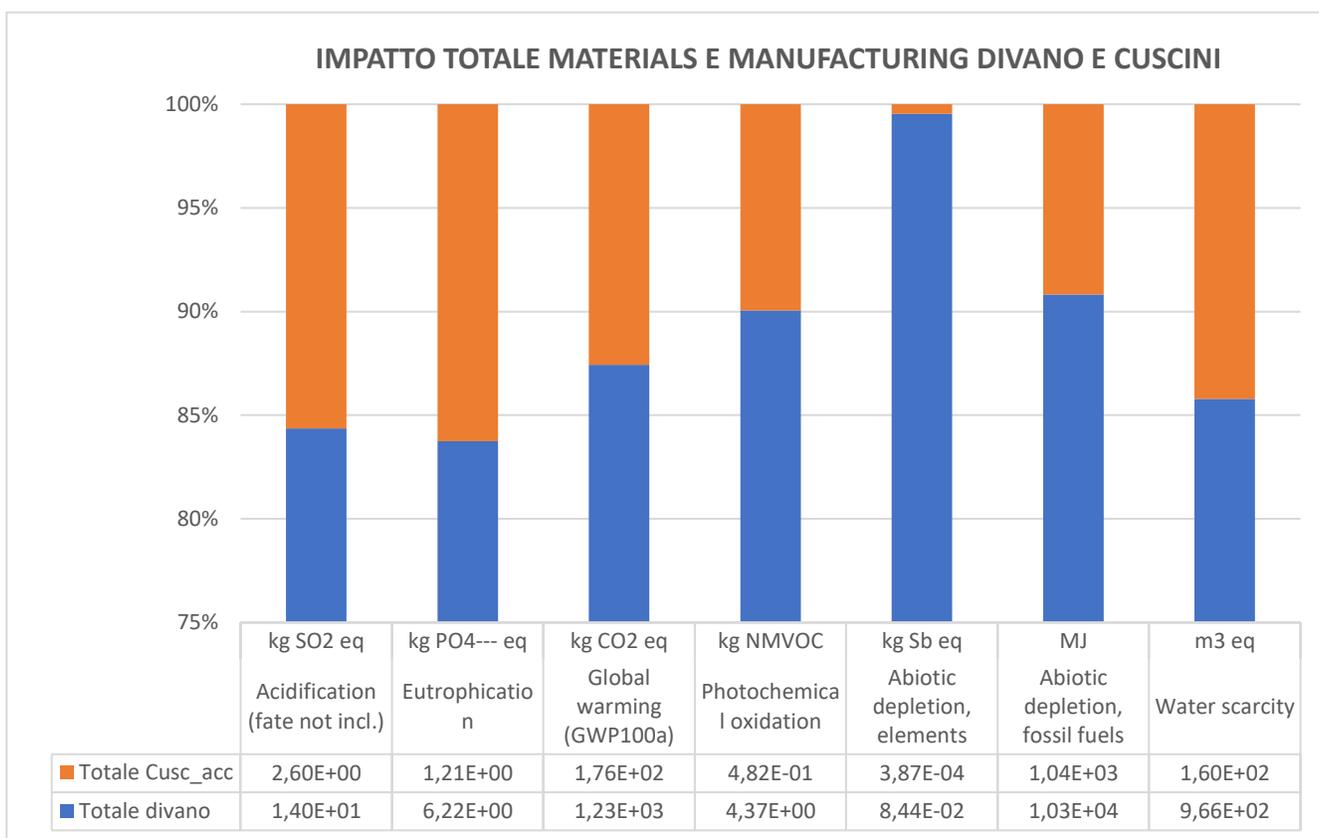
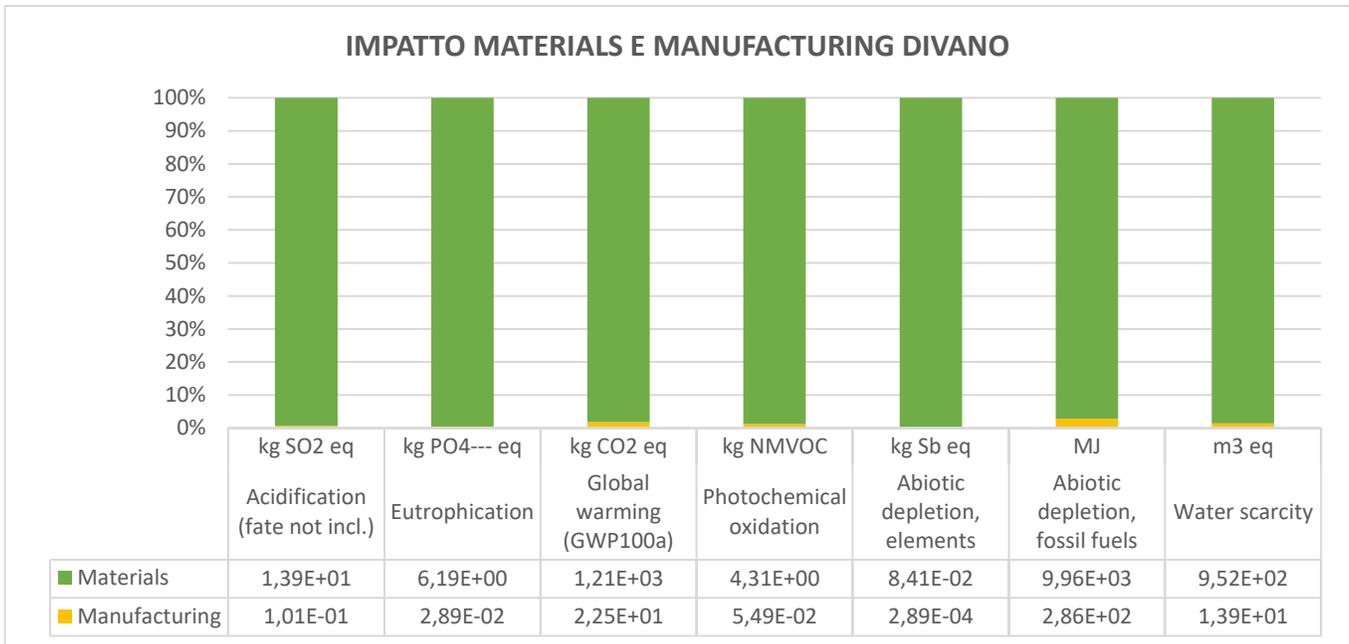


Figura 3. 20: Istogramma "impatto totale materials e manufacturing divano e cuscini"

Si può subito intuire che circa l'80% dell'impatto ambientale legato al prodotto deriva dal divano stesso mentre l'altro 20% deriva dalla realizzazione di cuscini accessori. Questa considerazione era facilmente intuibile dal momento che il divano è il corpo centrale del prodotto in questione.

Esaminata l'impronta ambientale totale derivante dalla produzione del divano e dei cuscini accessori, siamo andati più nel dettaglio dei due elementi, verificando il manufacturing e i materiali utilizzati nella produzione.

Un primo focus (Fig. 3.21) ci ha permesso di ottenere i dati relativi al solo divano, dando una rappresentazione delle categorie di impatto derivanti dai processi produttivi e dai materiali.



*Figura 3. 21:* Istogramma “Impatto materials e manufacturing divano”

Dall’ “impatto materials e manufacturing divano” si intuisce immediatamente che i materiali, rispetto al manufacturing, ricoprono un ruolo principale sugli indici di impatto, contribuendo per circa il 98% sul totale contro un 2% derivante dai processi produttivi interni all’azienda.

La deduzione potrebbe, erroneamente, farci pensare che il manufacturing non sia impattante dal punto di vista ambientale, ma non è così, poiché la conclusione appena fatta ci mostra solo quali delle due categorie è più problematica. Nel caso in cui volessimo valutare quanto sia effettivamente impattante una determinata categoria dovremmo approfondirne lo studio ed eventualmente confrontare i dati con valori standard o valori relativi ad altre analisi.

A seguito di questa valutazione complessiva del divano, siamo entrati ancora più nel dettaglio estrapolando i dati utili per valutare all'interno, le categorie manufacturing e materiali.

Dal grafico (Fig. 3.22) emergono come materiali più impattanti: la pelle, i materiali che compongono la struttura dello schienale, quelli necessari a realizzare la base del telaio e l'imbottitura.

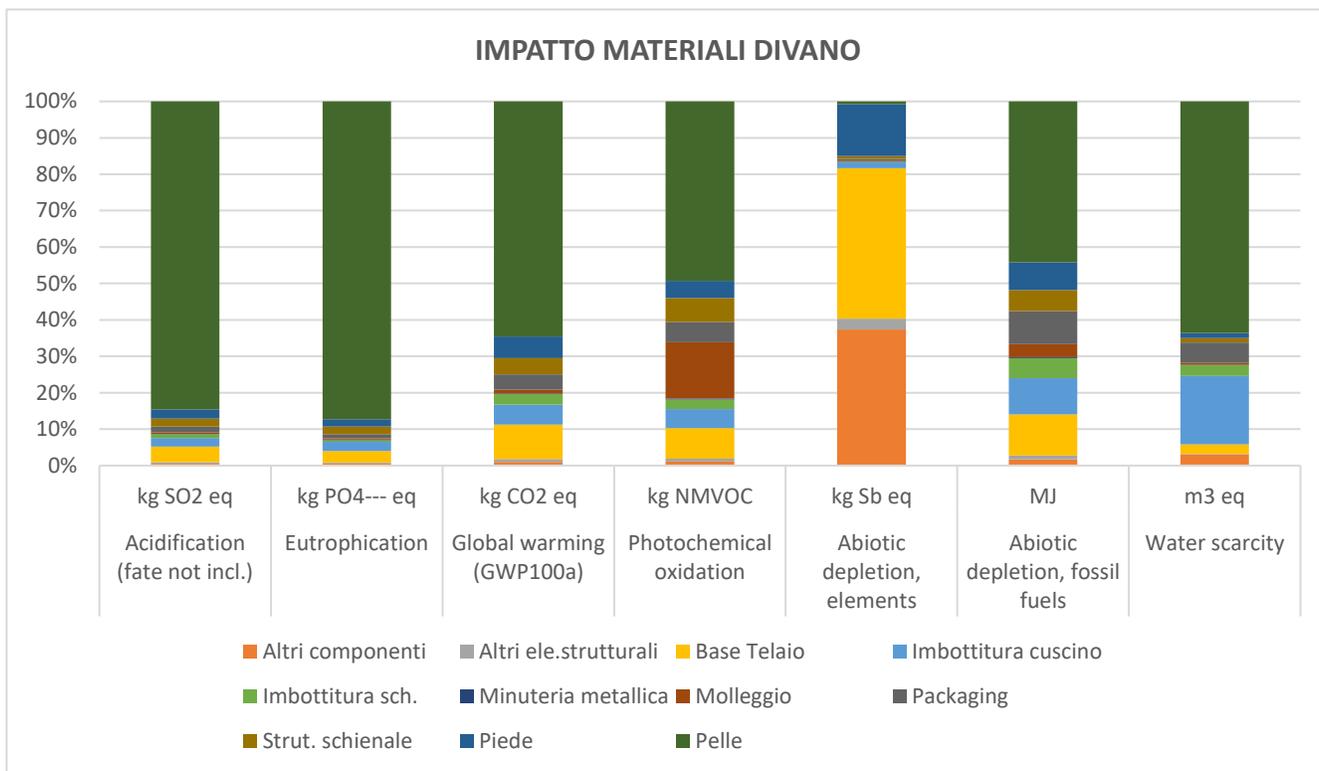


Figura 3. 22: Istogramma “Impatto materiali divano”

La pelle, nello specifico, incide circa per un 40% sul totale dell'impatto ambientale. Andando ad osservare le principali categorie di impatto si nota come la pelle abbia un'incidenza pari al 60% in global warming, un peso di circa un 80% sull'indice potenziale di acidificazione e sull'indice potenziale di eutrofizzazione, i quali vanno ad incidere significativamente sul totale.

Quindi questo materiale gioca un ruolo fondamentale sull'ecosostenibilità di tutto il divano e per questo cercare una soluzione migliorativa o sostitutiva si rivela essere fondamentale per rendere il prodotto più 'green'.

L'analisi dei materiali necessarie ad ottenere il divano si conclude con un focus sull'imbottitura dei cuscini per la seduta. In questo caso l'intima, necessaria a contenere la piuma, è particolarmente impattante per via della sua composizione. Questo componente è infatti prodotto come mix di due tessuti, uno in cotone e uno in poliestere, ed essendo il secondo di natura plastica ha indici di impatto ambientale elevati, che si ripercuotono sull'intima stessa.

Per i materiali ci siamo quindi soffermati a valutare alcuni dei materiali peggiori, dal punto di vista della sostenibilità ambientale, ma questo tipo di analisi, si potrebbe estendere a tutti i componenti per ottenere uno studio più accurato, con la possibilità di apportare migliorie in ogni campo possibile.

Successivamente a questa prima categoria, abbiamo preso in considerazione il manufacturing, ossia l'insieme di tutte le lavorazioni portate avanti all'interno di Poltrona Frau per modellare e assemblare il divano Let It Be.

Anche in questo caso si è partiti dal valutare le operazioni nel loro insieme (Fig.3.23) per avere un primo quadro generale e per individuare quei processi da sottoporre ad un esame più approfondito.

Nel seguente prospetto, si comprendono quali sono le attività che risultano maggiormente problematiche, ovvero: la cucitura a macchina piana e la ricopertura, le quali, come si potrebbe valutare attraverso i valori numerici, hanno circa un'incidenza del 20% ciascuna sul manufacturing.

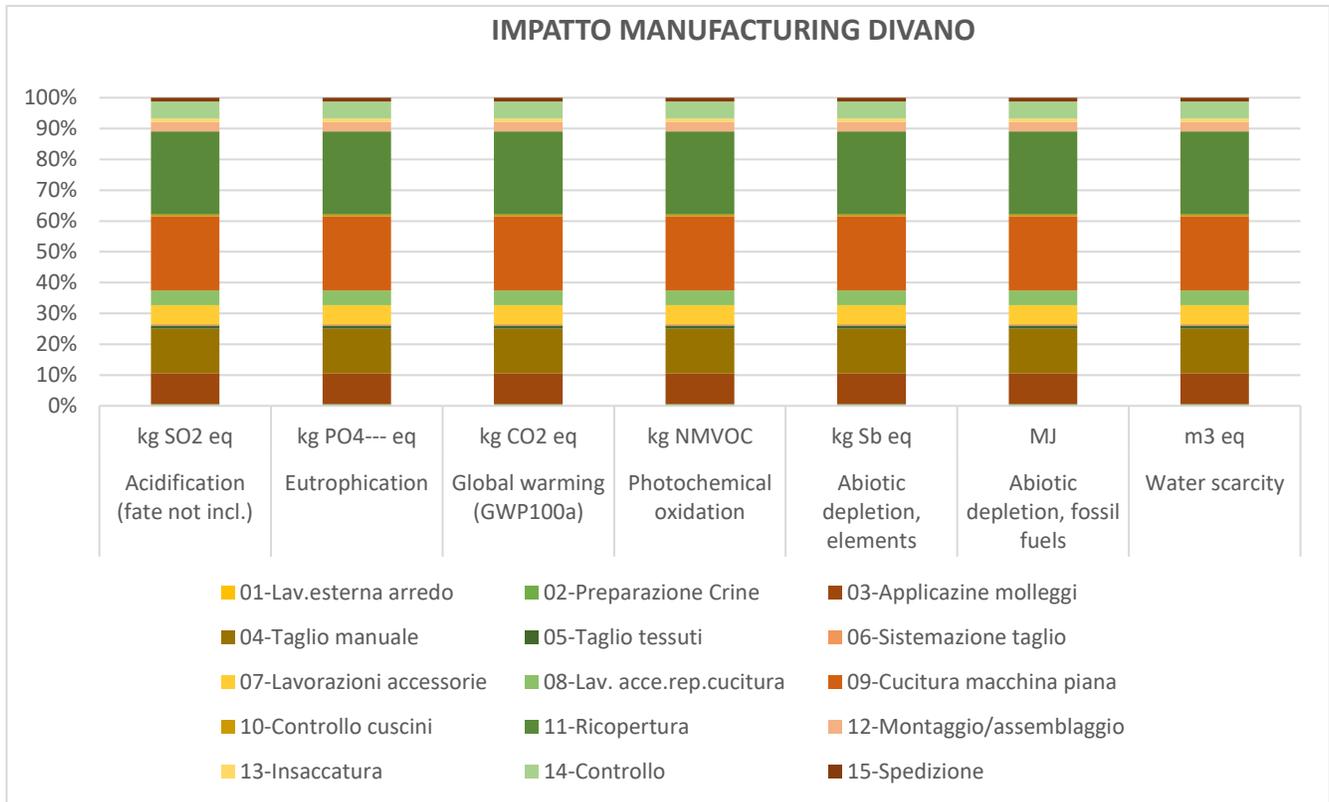
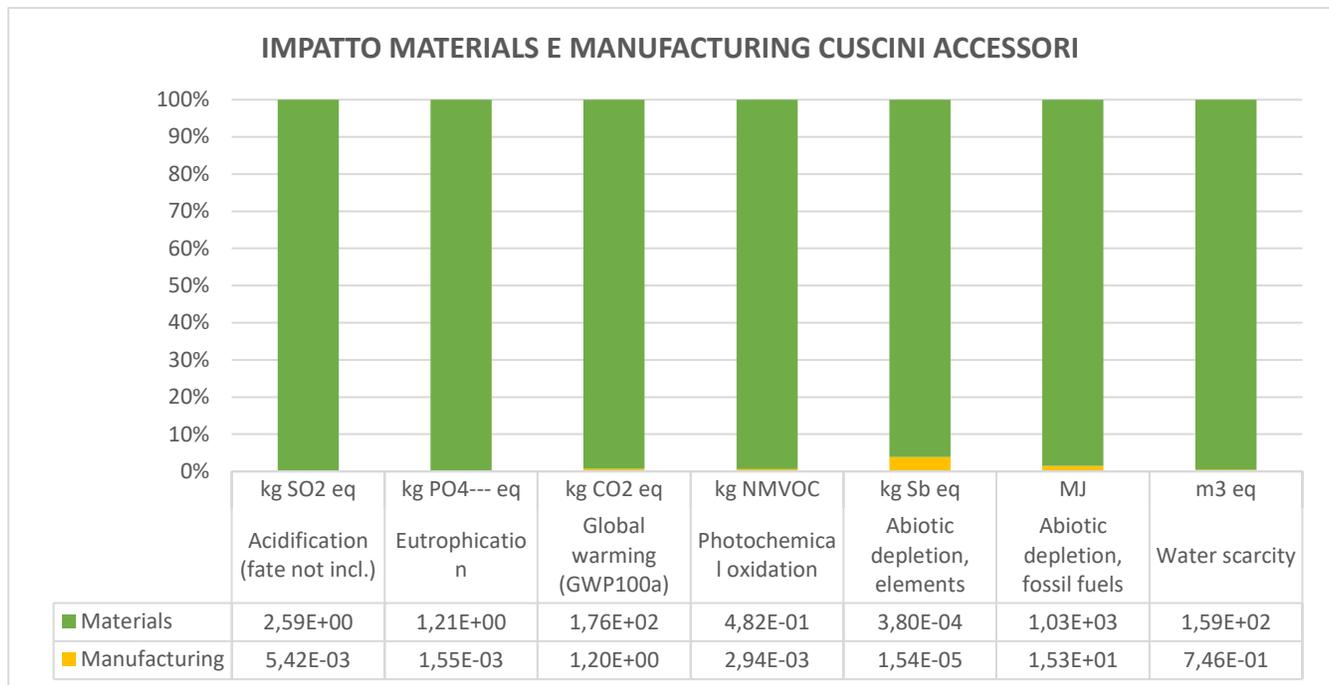


Figura 3. 23: Istogramma “Impatto manufacturing divano”

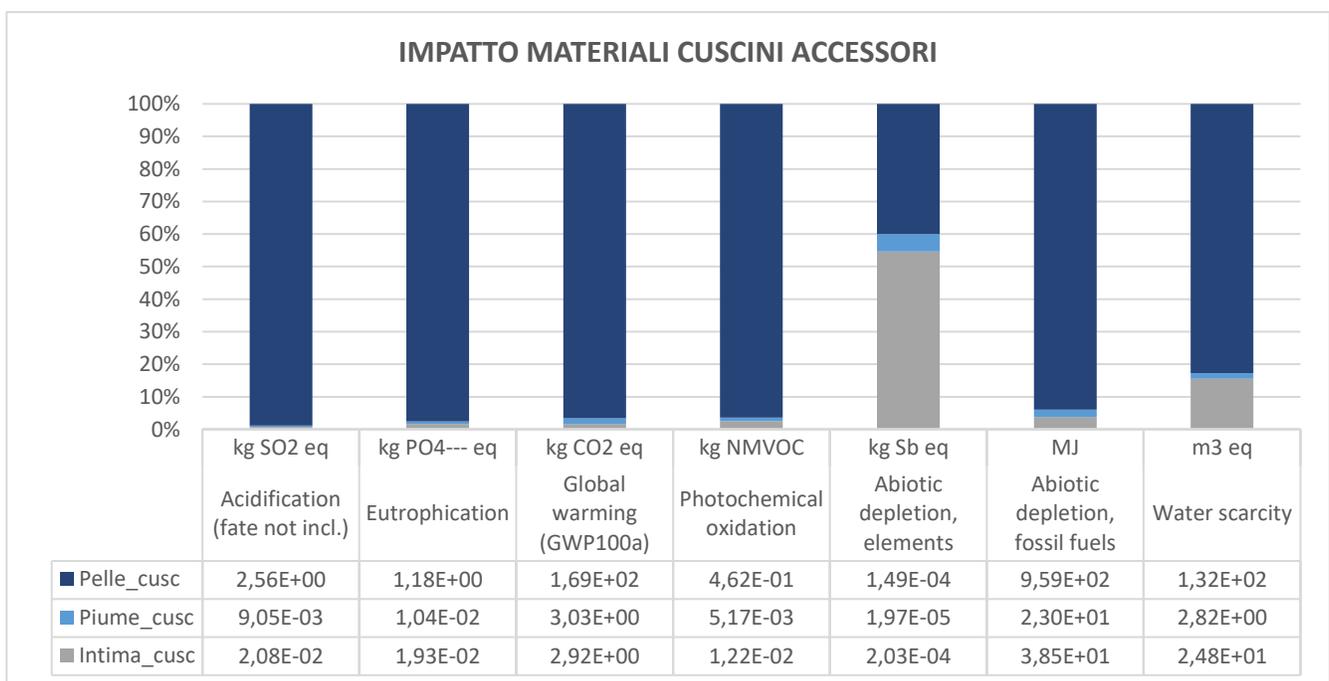
Terminato lo studio del divano, si è proseguito con la valutazione dei materiali e manufacturing dei cuscini accessori venduti, solitamente, insieme al divano.

Siamo partiti anche in questo caso dall’insieme delle due famiglie (Fig. 3.24) che, come per il divano, ha mostrato che i materiali costituenti i cuscini hanno un’incidenza intorno al 98% sulla totalità in quasi tutti gli indici presi in esame.



*Figura 3. 24:* Istogramma “Impatto materials e manufacturing cuscini accessori”

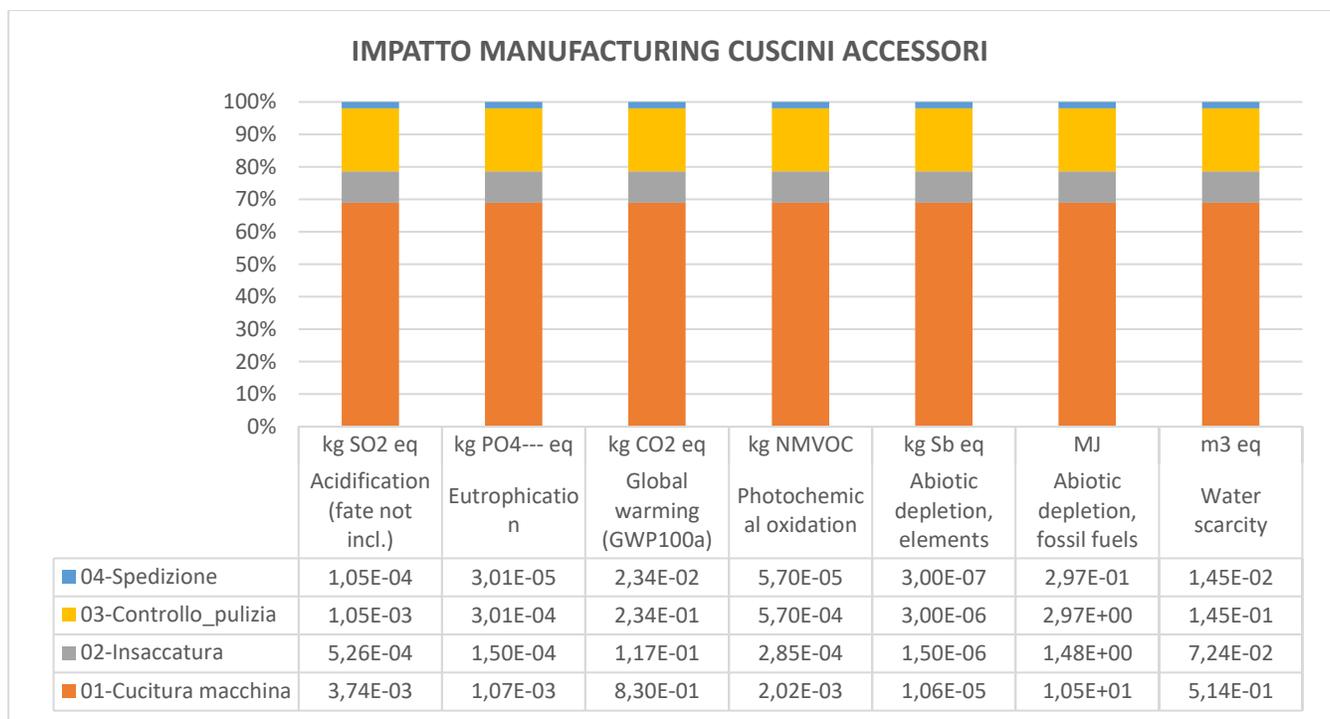
Successivamente si sono considerati i materiali, dalla cui analisi si può concludere che anche per i cuscini accessori, la pelle risulta essere il materiale con problematiche maggiori da un punto di vista dell’ecosostenibilità (Fig. 3.25).



*Figura 3. 25:* Istogramma “Impatto materiali cuscini accessori”

Relativamente ai cuscini accessori, l'ultima analisi è specifica delle operazioni che compongono il manufacturing. Anche in questo caso si è partiti dal valutare le operazioni nel loro insieme (Fig.3.26) in modo da avere una panoramica generale e individuare quei processi da sottoporre ad un esame più approfondito.

Notiamo dal grafico, che le attività che risultano maggiormente problematiche, sono la cucitura a macchina ed il controllo pulizia, le quali, hanno un'incidenza rispettivamente del 65% e del 20% circa, sul manufacturing.



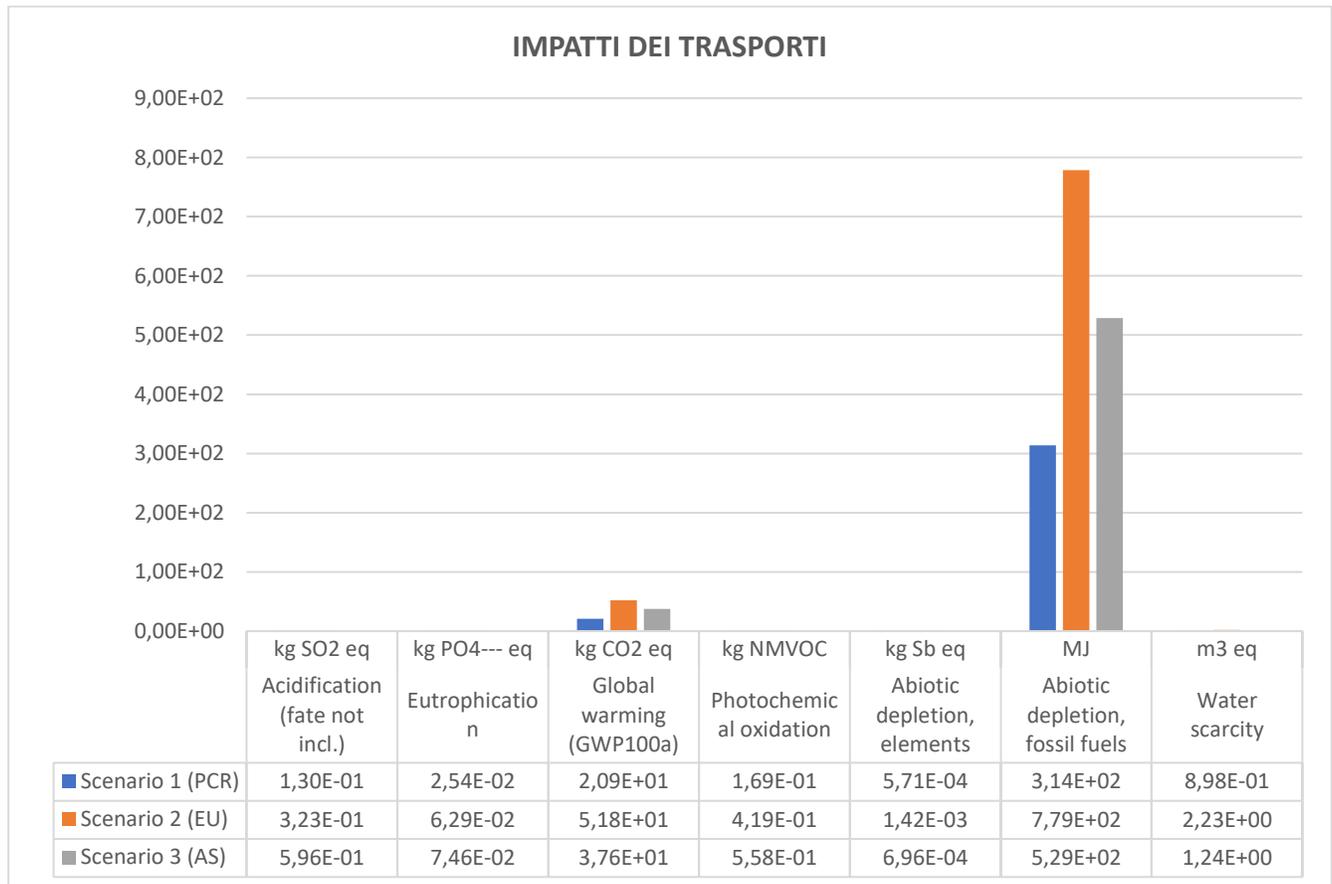
*Figura 3. 26: Istogramma "Impatto manufacturing cuscini accessori"*

Valutati gli impatti dei materiali e del manufacturing sia del divano che del cuscino, di grande importanza è valutare le rimanenti fasi che compongono l'analisi LCA in questione, ovvero, il trasporto al distributore, la fase d'uso e il fine vita.

In questi tre casi per l'analisi dell'impatto dei singoli scenari, la soluzione grafica adottata è stata quella di istogrammi a colonne raggruppate e non in pila a colonne percentuale.

Lo studio dei trasporti al distributore valuta gli impatti ambientali che il trasporto di divano e cuscini accessori determinano. I tre scenari considerati nello studio, ricordiamo sono: quello fornito dalle PCR, lo scenario composto dal mercato europeo e lo scenario definito come mercato asiatico.

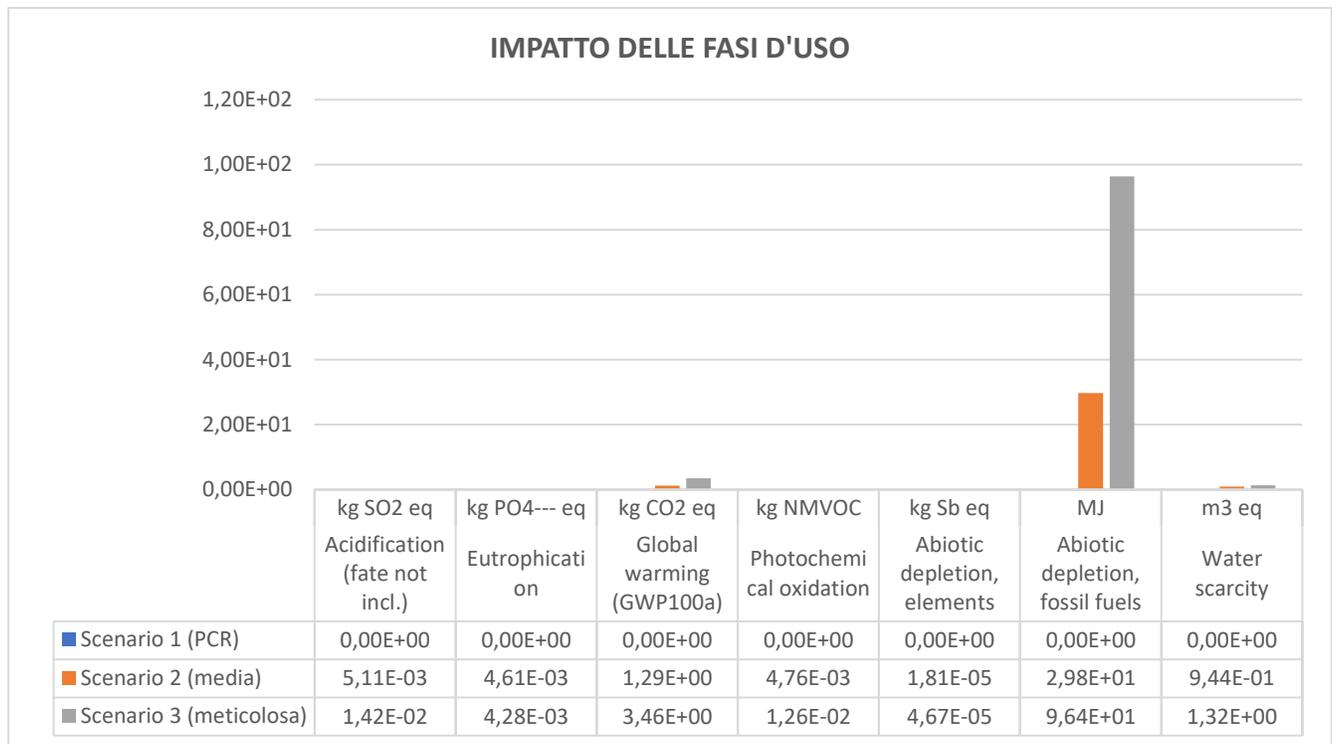
Dal grafico in figura (Fig. 3.27) si evince come lo scenario due, che prevede il trasporto mediante un autocarro in ambito europeo, risulta essere quello più impattante. Nel global warming ad esempio l'incremento di kg di CO<sub>2</sub> eq. è del 30% rispetto lo scenario tre e del 60% rispetto lo scenario uno, tali percentuali vengono rispettate anche valutando i MJ dell'abiotic depletion, fossil fuels.



*Figura 3. 27: Istogramma “Impatto dei trasporti al distributore”*

Successivamente si sono valutati gli impatti della fase d'uso (Fig. 3.28) di divano e cuscini accessori. Attraverso questo grafico si riesce dunque a comprendere quanto incide la manutenzione nei venti anni di vita utile in funzione dello scenario che si prende in considerazione.

Anche in questo caso gli scenari presi in esame sono tre, ovvero, lo scenario definito dalle PCR, quello di pulizia media e quello di pulizia meticolosa.



*Figura 3. 28:* Istogramma “Impatto delle fasi d’uso”

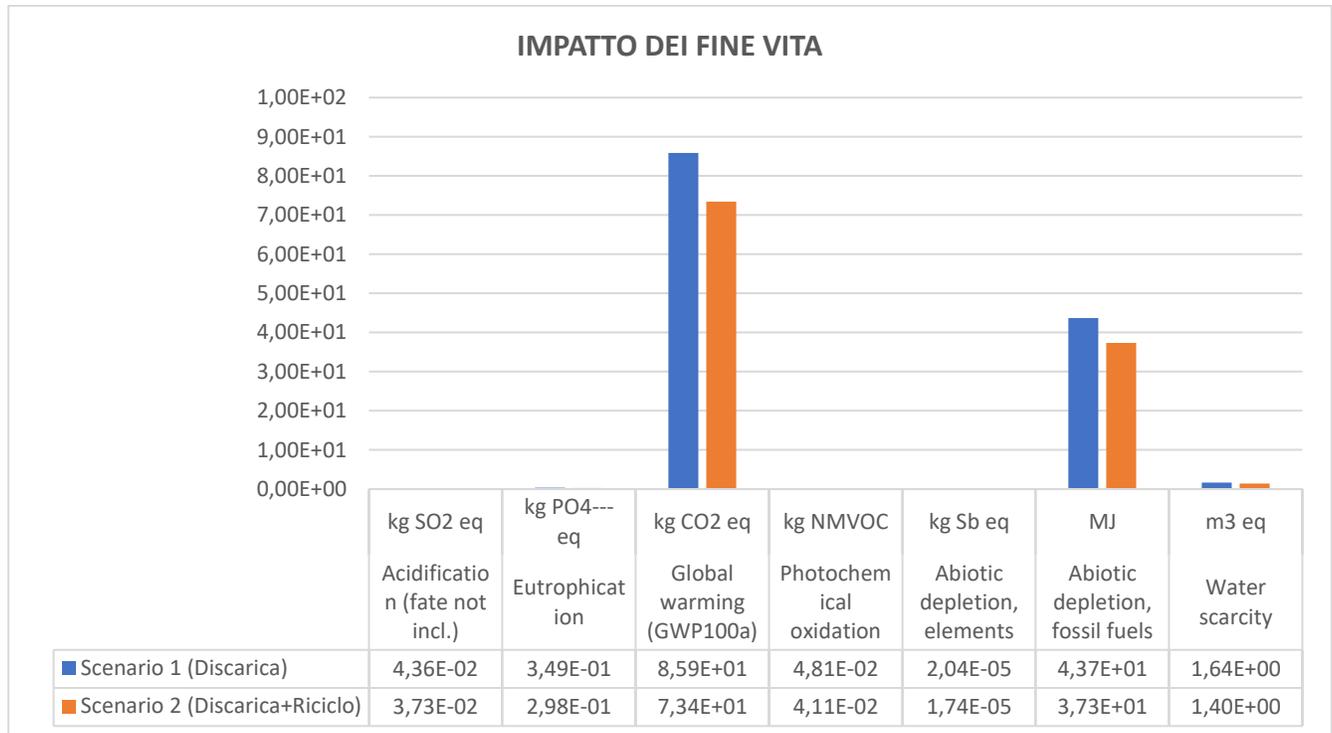
Come si può facilmente notare, gli impatti del primo scenario sono nulli, motivo per il quale non compare nessuna rappresentazione.

Dal confronto degli scenari di pulizia media e pulizia meticolosa, come era intuibile, quello eseguito con più frequenza risulta il più dannoso in quanto nell’arco dell’intera vita utile porterà a consumare un maggior quantitativo di risorse.

Lo scenario tre che prevede la pulizia una volta al mese è dunque più impattante su tutte le categorie prese in considerazione.

L'ultimo dei risultati presi in esame da questo studio è quello relativo alle prestazioni ambientali dei fine vita del divano e dei cuscini accessori (Fig. 3.29). Attraverso questo grafico si riesce a comprendere l'impatto ambientale che ha lo smaltimento del prodotto.

Gli scenari considerati per il fine vita, sono due, il primo prevede l'intero smaltimento in discarica mentre il secondo prevede il solo riciclo di alcuni dei materiali del packaging.



*Figura 3. 29: Istogramma "Impatto dei fine vita"*

Come ci si poteva aspettare, il riciclo di alcuni elementi del packaging comporta una riduzione degli impatti su tutte le categorie. In particolare, il riciclo della carta, del poliuretano (PUR), del polistirene (PS), e del polietilene (PE) appartenenti al packaging, comporta una diminuzione del 15% nella categoria global warming, riduzioni analoghe si hanno anche nei MJ dell'abiotic depletion, fossil fuels.

Riassumendo, lo scenario di smaltimento in discarica è il più dannoso per l'ambiente, prevedere il riciclo di parte dei materiali ridurrebbe in modo non indifferente i danni su tutte le categorie prese in esame.

## CONCLUSIONI

Utilizzando i dati analizzati e i risultati ottenuti dallo studio, possiamo ora ipotizzare delle soluzioni migliorative o dei cambiamenti che l'azienda Poltrona Frau potrebbe adottare per ridurre l'impatto ecologico legato alla produzione del Let It Be.

Le soluzioni da noi portate avanti sono ricadute solo su alcune delle categorie esaminate sopra, nello specifico si è scelto di immaginare delle modifiche in quei campi i cui indici risultavano essere di natura più problematica.

Nel caso del materiale utilizzato nell'imbottitura del divano e del cuscino avevamo già accennato, come l'alto valore degli indici fosse frutto della sua natura plastica. Ipotizzando di sostituire l'inserito con nuovi materiali di origine naturale, come le fibre vegetali, si potrebbe arrivare ad una riduzione di circa un 4% sul totale degli indici di impatto ambientale dei materiali. Se ciò non fosse possibile una seconda soluzione potrebbe derivare dall'utilizzo di materiali riciclati, dando, così, una seconda vita a materiali destinati alla discarica. In questo modo il guadagno non è legato solo alla riduzione dei valori degli indici ma si ha anche una riduzione della quantità di materie prime estratte non rinnovabili e degli stock di rifiuti che arrivano alle discariche. L'utilizzo di materiali riciclati, inoltre, fa sì che la richiesta di energia utilizzata per la lavorazione del materiale grezzo sia minore e questo comporta una riduzione dell'emissione dei gas serra, principali attori nel riscaldamento globale.

Precedentemente nella spiegazione dei grafici, si era valutato per la pelle un peso del 40% sul totale dei materiali. Il peso degli indici della pelle rende necessario un intervento significativo che in qualche modo ne vada ad abbassare il valore.

Negli ultimi anni, grazie alle nuove tecnologie, si sono sviluppati diversi tipi di pelle di origini vegetali, dalle caratteristiche simili alle pelli animali che possono rappresentare una soluzione per noi utile. Le pelli vegetali sono poco impattanti dal momento che vengono prodotte dagli scarti dell'industria

alimentare, come ad esempio, dalle bucce e dai torsoli scartati dalle mele, dagli scarti derivanti dal mango o dalla produzione del vino o da funghi presenti in grande quantità in natura.

Nuove tecniche hanno, inoltre, reso possibile il taglio di sottili fogli di legno, i quali incollati su supporti in cotone acquisiscono caratteristiche simili alla pelle.<sup>23</sup> Queste pelli vegetali ad oggi permettono un’ampia gamma di alternative, importanti in quanto rappresentano pelli del tutto ‘green’ ma con specifiche tecniche simili a quelle animali.

Analizzando un’ulteriore EPD, fornita anche questa dall’azienda Dani, si è valutata una seconda ipotesi (Fig. 3.30)<sup>24</sup>. Quest’ultima prevede la sostituzione della pelle utilizzata nel Let It Be con la pelle “Box Land” che come ci viene definito da Dani, una pelle per arredamento, calzature e pelletteria.



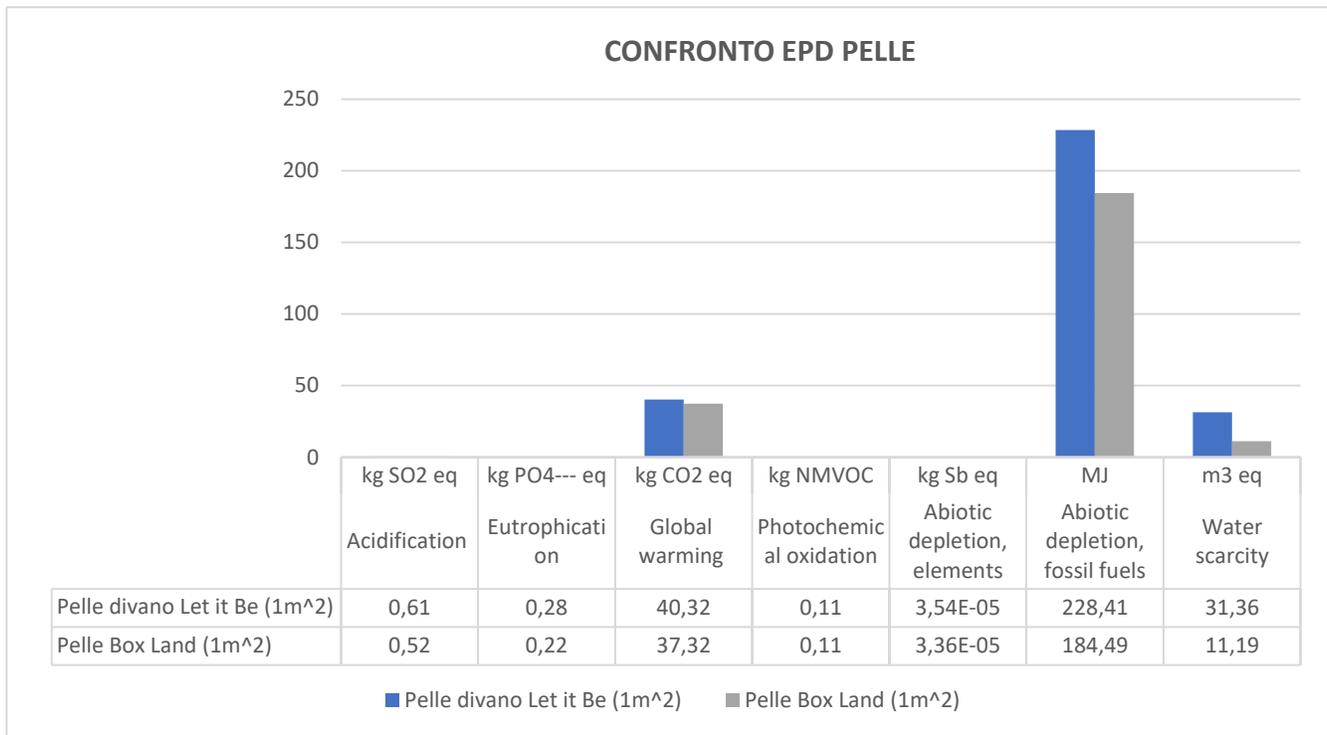
Figura 3. 30: Immagine della EPD fornita dall’azienda produttrice Dani S.P.A

PARAMETRO		UNITÀ di misura	UPSTREAM	CORE	DOWNSTREAM	TOTALE
Risorse energetiche primarie - Rinnovabili	Usate come vettore energetico	MJ, potere calorifico inferiore	18.14	3.58	0.00	21.72
	Usate come materie prime	MJ, potere calorifico inferiore	0.00	0.00	0.00	0.00
	TOTALE	MJ, potere calorifico inferiore	18.14	3.58	0.00	21.72
Risorse energetiche primarie - Non rinnovabili	Usate come vettore energetico	MJ, potere calorifico inferiore	157.01	71.32	0.21	228.54
	Usate come materie prime	MJ, potere calorifico inferiore	0.00	0.00	0.00	0.00
	TOTALE	MJ, potere calorifico inferiore	157.01	71.32	0.21	228.54
Materiale secondario		kg	0.00	0.00	0.00	0.00
Combustibili secondari rinnovabili		MJ, potere calorifico inferiore	0.00	0.00	0.00	0.00
Combustibili secondari non rinnovabili		MJ, potere calorifico inferiore	0.00	0.00	0.00	0.00
Utilizzo netto di acqua dolce		m <sup>3</sup>	0.31	0.18	0.00	0.50

<sup>23</sup> Pelle vegana (o vegetale) in <https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/>

<sup>24</sup> Pelli per arredamento, calzature e pelletteria di DANI S.P.A in <https://www.gruppodani.com/content/uploads/2021/05/box-land.pdf>

Da un confronto tra le due EPD si è ottenuto un istogramma (Fig. 3.31) utile a quantificare il guadagno nel caso dell'utilizzo di quest'alternativa.



*Figura 3. 31:* Istogramma “confronto delle EPD”

La pelle per arredamento, calzature e pelletteria, Box Land, è di circa il 10% più ecosostenibile della pelle usata nel nostro caso studio e quindi si può affermare che questa seconda pelle potrebbe risultare un primo passo utile al miglioramento dell'ecosostenibilità del prodotto finale

Per fornire ulteriori suggerimenti all'azienda è stata eseguita una valutazione teorica sul fine vita del divano.

In uno degli incontri tenuti con la Poltrona Frau è emerso come il divano non potesse essere correttamente smaltito, una volta arrivato a fine vita, per via dell'incollaggio di alcuni componenti.

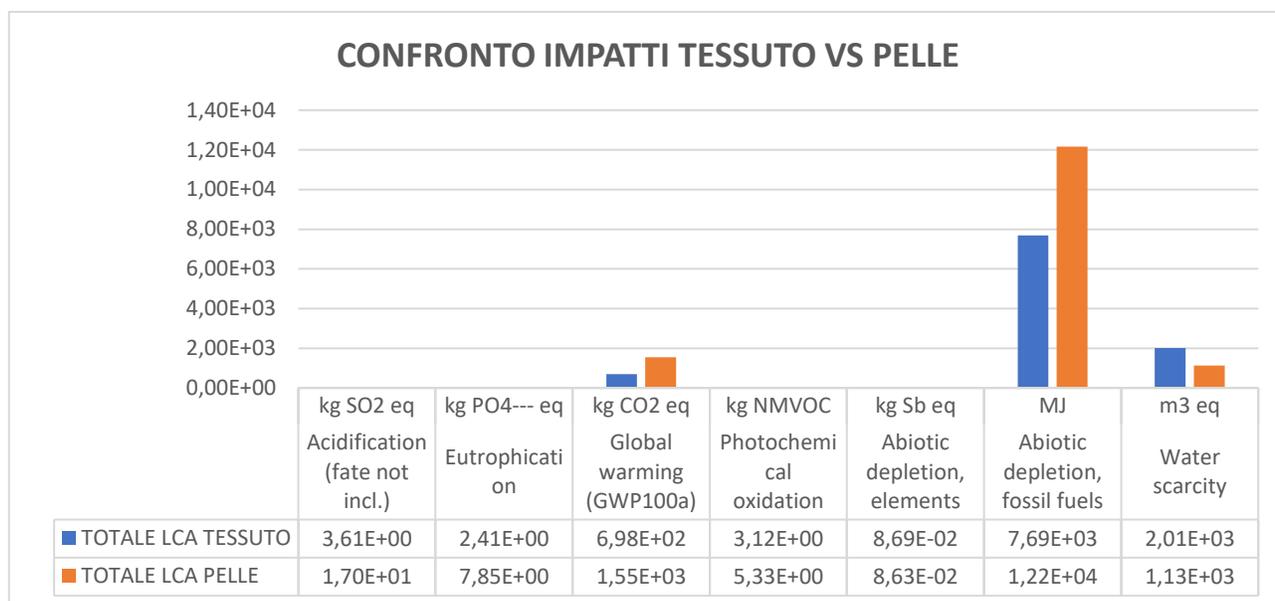
L'utilizzo di sostanze adesive rende difficile, se non impossibile, dividere materiali di natura diversa e questo sta a significare che non si può operare uno smaltimento ottimale o un corretto riciclaggio.

Avvalendosi della tecnica dell'Ecodesign, a monte della progettazione, si potrebbe valutare un sistema alternativo all'incollaggio, che unisca i vari elementi in maniera efficace ma tale da permetterne un disassemblaggio.

Quest'ultima conclusione come già espresso è stata presa in considerazione solo da un punto di vista teorico, nonostante ciò, possiamo comunque dedurre che il disassemblaggio può andare ad influire in maniera positiva sull'ecosostenibilità di questo prodotto.

Tra le possibili soluzioni migliorative è stata infine condotta un'analisi LCA analoga a quella trattata in questo studio, che prevede la sostituzione della pelle con un tessuto in cotone. Quest'ultimo se ben realizzato può comunque conferire qualità e valore al divano, ma allo stesso tempo determina un crollo degli indicatori di impatto, dettati dal metodo EPD. Per poter fare questo tipo di analisi è stato necessario fare un'assunzione sulla densità del tessuto utilizzato per il rivestimento, il valore da noi scelto per quest'ultima è pari a  $400 \text{ g/m}^2$ . Una volta scelta la densità del rivestimento è stato possibile definire la proporzione corretta tra kg di pelle e kg di tessuto.

Il grafico riportato di seguito (Fig. 3.32) mette a confronto i valori totali dell'analisi LCA, comprensiva dunque di: materiali, manufacturing, trasporto al distributore europeo, scenario di pulizia media e fine vita in discarica nel caso in cui il divano Let it Be, comprensivo dei due cuscini accessori, fosse realizzato in pelle ed in tessuto.



**Figura 3. 32:** Istogramma “confronto impatti tessuto vs pelle”

Si può notare visivamente il vantaggio che si otterrebbe in diversi indici se si supponesse di ricorrere al tessuto, andando nel dettaglio si otterrebbe (Tab.3.8):

Categoria d'impatto	Unità	Differenza percentuale
Acidification (fate not incl.)	kg SO2 eq	-79%
Eutrophication	kg PO4--- eq	-69%
Global warming (GWP100a)	kg CO2 eq	-55%
Photochemical oxidation	kg NMVOC	-41,50%
Abiotic depletion, elements	kg Sb eq	0,70%
Abiotic depletion, fossil fuels	MJ	-37%
Water scarcity	m3 eq	70%

**Tabella 3.8:** variazioni percentuale per categoria di impatto

La sostituzione della pelle con del tessuto porta a una riduzione dei danni ambientali nella maggior parte delle categorie di rischio, l'unico dato controtendenza è quello relativo alla water scarcity che subisce un incremento del settanta per cento, questo è spiegabile dall'enorme consumo d'acqua che le piantagioni di cotone richiedono. Il cotone è infatti una delle colture che richiede più acqua al mondo e i prodotti di cotone rappresentano il 2,6% dell'impronta idrica globale.<sup>25</sup> Per avere un dato significativo basti pensare che l'impronta idrica media globale del tessuto di cotone è di 10.000 litri per chilogrammo.<sup>26</sup>

<sup>25</sup>Water footprint cotone in: [https://online.scuola.zanichelli.it/industriagroalimentare2ed-files/educazione-civica/p29\\_Impronta\\_idrica.pdf](https://online.scuola.zanichelli.it/industriagroalimentare2ed-files/educazione-civica/p29_Impronta_idrica.pdf)

<sup>26</sup>Consumo di acqua per un kg di cotone in: <https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/>

## SITOGRAFIA

---

1. Kevin Carboni, *L'ultimo report dell'Onu sul clima dice che ci stiamo avvicinando troppo velocemente al punto di non ritorno*, pubblicato il 24/06/2021 [https://www.wired.it/attualita/ambiente/2021/06/24/clima-onu-report-ipcc-punto-non-ritorno/?refresh\_ce=%20 (ultima consultazione 28/09/2021)]
2. Francesca Mancuso, *Climate clock: sui grattacieli di Manhattan l'orologio che fa il conto alla rovescia per la catastrofe climatica*, pubblicato il 23/08/2021 [https://www.greenme.it/informarsi/ambiente/climate-clock-new-york (ultima consultazione 28/09/2021)]
3. Arpal, *Dichiarazione delle Nazioni Unite sull'ambiente umano (STOCCOLMA 1972)*, pubblicato n.d. [https://www.arpal.liguria.it/images/stories/Dichiarazione\_di\_Stoccolma.pdf (ultima consultazione 28/09/2021)]
4. Bompiani, *Il Rapporto Brundtland*, pubblicato n.d. [https://online.scuola.zanichelli.it/50lezioni/files/2010/01/RapportoBrundtland.pdf (ultima consultazione 28/09/2021)]
5. Green network S.P.A, *Cos'è l'eco-design? La guida completa per essere più green*, pubblicato n.d [https://greennetworkenergy.it/green-stories/vita-green/eco-design/ (ultima consultazione 28/09/2021)]
6. Process Factory, *Lca – life cycle assessment: di cosa si tratta?* pubblicato il 5/03/2021 [https://www.processfactory.it/lca-life-cycle-assessment-di-cosa-si-tratta/ (ultima consultazione 28/09/2021)]
7. Angela Verdini, *LCA (Life Cycle Assessment): origine, finalità, obiettivi*, pubblicato n.d. [https://www.habitech.it/Area-press/LCA-Life-Cycle-Assessment-origine-finalita-obiettivi (ultima consultazione 28/09/2021)]
8. UNI, *Un mondo fatto bene*, pubblicato n.d. [http://store.uni.com/catalogo/uni-en-iso-14040-2021?josso\_back\_to=http://store.uni.com/josso-security-check.php&josso\_cmd=login\_optional&josso\_partnerapp\_host=store.uni.com# (ultima consultazione 28/09/2021)]
9. Dipartimento di Ingegnerie Chimica e di Processo “G.BBonino”, *Fasi di un LCA*, pubblicato n.d. [http://www.dic hep.unige.it/old\_site/consulenza\_ambientale/lca-fasi.htm#1 (ultima consultazione 29/09/2021)]
10. 2B, *SimaPro*, pubblicato n.d. [https://www.to-be.it/strumenti/simapro/ (ultima consultazione 30/09/2021)]
11. SimaPro, *LCA software for fact-based sustainability*, pubblicazione n.d. [https://simapro.com/ (ultima consultazione 30/09/2021)]
12. SimaPro, *What's new in SimaPro 9.0?* pubblicato 12/03/2019 [https://simapro.com/2019/whats-new-in-simapro-9-0/ (ultima consultazione 30/06/2021)]
13. Poltrona Frau, *Oltre un secolo di Poltrona Frau*, pubblicato n.d. [https://www.poltronafrau.com/it/poltrona-frau (ultima consultazione 30/09/2021)]
14. Mavì Cerenza, *Poltrona Frau / Company Profile*, pubblicato il 04/2016 [https://openreply-poltronafrau.s3.amazonaws.com/prod/poltronafrau/contentmanager/content/company\_profile/2016\_PF\_COMPANY\_PROFILE\_IT\_LR.pdf (ultima consultazione 1/10/2021)]
15. Poltrona Frau, *Let It Be*, pubblicato n.d [https://www.poltronafrau.com/it/let-it-be (ultima consultazione 30/09/2021)]

16. Unione Europea, *Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea*, pubblicato in 4/05/2013 [https://univpm.sharepoint.com/sites/sostenibilit/Documenti%20condivisi/Tesi%20%26%20Tese/Tesi%20Triennali/Palazzotto%20Omar%20e%20Rosini%20Riccardo/Materiale%20LCA/Raccomand%20UE%202013-179.pdf (ultima consultazione 1/10/2021)]
17. Unione Europea, *Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea*, pubblicato in 4/05/2013 [https://univpm.sharepoint.com/sites/sostenibilit/Documenti%20condivisi/Tesi%20%26%20Tese/Tesi%20Triennali/Palazzotto%20Omar%20e%20Rosini%20Riccardo/Materiale%20LCA/Raccomand%20UE%202013-179.pdf (ultima consultazione 1/10/2021)]
18. Ciclo di vita delle cose, *Categorie d'impatto ambientale*, pubblicato n.d. [http://www.ciclodivitadellecose.it/wp1/?post\_type=portfolio&p=1604 (ultima consultazione 1/07/2021)]
19. Valsir, *Life Cycle Assessment*, pubblicato n.d. [https://www.valsir.it/it/lca/sostenibilita/life-cycle-assessment (ultima consultazione 2/07/2021)]
20. Dassault systemes, *Metodologie di valutazione dell'impatto*, pubblicato n.d. [https://help.solidworks.com/2019/Italian/SolidWorks/sldworks/c\_impact\_assessment\_methodologies.htm (ultima consultazione 2/10/2021)]
21. Dani, *Dichiarazione ambientale di prodotto*, pubblicato il 28/05/2020 [https://www.gruppodani.com/content/uploads/2021/05/pelle-media.pdf (ultima consultazione 2/10/2021)]
22. Distanze navali in: <https://sea-distances.org/>
23. Vestilanatura, *Pelle vegana (o vegetale)*, pubblicato n.d. [https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/ (ultima consultazione 3/10/2021)]
24. Dani, *Dichiarazione ambientale di prodotto*, pubblicato il 29/05/2020, [https://www.gruppodani.com/content/uploads/2021/05/box-land.pdf (ultima consultazione 3/10/2021)]
25. Water footprint cotone, pubblicato n.d. [https://online.scuola.zanichelli.it/industriagroalimentare2ed-files/educazione-civica/p29\_Impronta\_idrica.pdf (ultima consultazione il 4/10/2021)]
26. Consumo di acqua per un kg di cotone, pubblicato n.d. [https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/ (ultima consultazione il 4/10/2021)]