



Università  
Ca' Foscari  
Venezia

**Corso di Laurea Magistrale  
in Scienze Ambientali  
(D.M. 270/2004)  
Prova Finale di Laurea**

**Implementazione delle certificazioni ambientali  
di prodotto nel Distretto Conciario Vicentino e  
studio LCA di un processo innovativo per la  
refinizione della pelle**

**Relatore:**

Prof. Elene Semenzin

**Correlatori:**

Alex Zabeo, Elisa Giubilato

**Laureanda:**

Sabrina Filippi

Matricola 854778

**Anno Accademico 2016 / 2017**



## INDICE

LISTA DELLE FIGURE.....	5
LISTA DELLE TABELLE.....	6
SOMMARIO.....	7
MOTIVAZIONE E OBIETTIVI.....	9
STRUTTURA DELLA TESI.....	11
<b>1. MATERIALI E METODI.....</b>	<b>12</b>
1.1 LA METODOLOGIA LCA.....	12
1.1.1 LA PROCEDURA LCA SECONDO LA NORMA ISO 14040 E ISO 14044 .....	14
1.1.1.1 DEFINIZIONE DELL’OBIETTIVO E DEL CAMPO DI APPLICAZIONE .....	15
1.1.1.2 ANALISI DELL’INVENTARIO.....	18
1.1.1.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI.....	19
1.1.1.4 INTERPRETAZIONE E MIGLIORAMENTO.....	20
1.1.2 SOFTWARE DI CALCOLO, BANCHE DATI E METODOLOGIE.....	21
1.1.2.1 IL SOFTWARE SIMAPRO .....	21
1.1.2.2 ECOINVENT.....	23
1.1.2.3 RECIPE.....	24
1.2 LCA A SUPPORTO DELLA CERTIFICAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTO.....	25
1.2.1 LA CERTIFICAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTO NEL SETTORE DELLA PELLE.....	26
<b>1 CASO STUDIO.....</b>	<b>32</b>
1.1 IL DISTRETTO CONCIARIO VICENTINO.....	32
2.1.1 STATO DI IMPLEMENTAZIONE DELLE CERTIFICAZIONI AMBIENTALI DI PRODOTTO NEL DISTRETTO CONCIARIO VICENTINO.....	34
2.1.2 METODO DI INDAGINE.....	34
2.1.3 RISULTATI E DISCUSSIONE.....	35
2.2 L’AZIENDA E IL PRODOTTO SELEZIONATO PER L’ANALISI LCA.....	45
<b>2 RISULTATI.....</b>	<b>47</b>
2.1 DEFINIZIONE DELL’OBIETTIVO E DEL CAMPO DI APPLICAZIONE.....	47
2.2 ANALISI DELL’INVENTARIO.....	52
2.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI.....	55
2.4 INTERPRETAZIONE E LIMITAZIONI.....	63
<b>4. CONCLUSIONI.....</b>	<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>70</b>
<b>RINGRAZIAMENTI</b>	

## **LISTA DELLE FIGURE**

Figura 1.1: Rappresentazione della struttura dell'LCA (ISO 14040, 2006) ;

Figura 1.2: Rappresentazione delle diverse tipologie di indagine LCA (CE, JRC; 2010);

Figura 1.3: Relazione tra i dati LCI (colonna di sinistra), gli indicatori di midpoint (colonna centrale) e di endpoint (destra) (Huijbregts M.A.J; 2016);

Figura 2.1: Stato di implementazione delle certificazioni ambientali di prodotto;

Figura 2.2: Benefici portati all'azienda dall'implementazione di una certificazione di prodotto;

Figura 2.3 : Certificazioni ambientali di prodotto che potrebbero essere implementate in futuro;

Figura 2.4: Certificazioni ambientali di prodotto che potrebbero essere implementate in futuro, 19 aziende;

Figura 2.5: Motivazioni dell'implementazione di una certificazione di prodotto;

Figura 2.6: Certificazione di prodotto ritenuta più competitiva;

Figura 2.7: Conoscenza dell'impronta ambientale di prodotto (PEF);

Figura 3.1: Diagramma di flusso della fase d'uso di Spraystar 3400;

Figura 3.2: Diagramma di flusso della fase d'uso di Megastar 3400;

Figura 3.3: Diagramma a rete secondo un unico valore degli impatti relativi all'utilizzo di Spraystar 3400;

Figura 3.4: Impatti relativi alla fase d'uso di Spraystar 3400 derivati da ogni singolo processo;

Figura 3.5: Normalizzazione degli impatti derivati dalla fase d'uso di Spraystar 3400;

Figura 3.6: Diagramma a rete secondo un unico valore degli impatti derivati dalla fase d'uso di Megastar 3400;

Figura 3.7: Impatti derivati dall'utilizzo di Megastar 3400 per ogni processo;

Figura 3.8: Normalizzazione dei dati degli impatti derivati dall'utilizzo di Megastar 3400;

Figura 3.9: Caratterizzazione degli impatti a livello di midpoint di Spraystar 3400;

Figura 3.10: Normalizzazione a livello di midpoint degli impatti relativi all'uso di Spraystar 3400;

Figura 3.11: Caratterizzazione a livello di midpoint dell'impatto derivato dall'uso di Megastar 3400;

Figura 3.12: Normalizzazione a livello di midpoint degli impatti relativi a Megastar 3400;

Figura 3.13: Confronto tra gli impatti derivati dal prodotto poliuretano e dalla manutenzione straordinaria di Spraystar 3400 (SS) e Megastar 3400 (MS);

Figura 3.14: Aumento dell'eutrofizzazione marina derivata dall'uso di Spraystar 3400;

Figura 3.15: Aumento dell'eutrofizzazione marina in conseguenza all'utilizzo di Megastar 3400;

Figura 3.16: Confronto tra gli impatti di Spraystar 3400 e Megastar 3400 rispetto alla categoria di impatto eutrofizzazione marina relativamente all'utilizzo di prodotto poliuretano;

Figura 3.17: Aumento dell'eutrofizzazione delle acque dolci in relazione alla fase d'uso di Spraystar 3400;

Figura 3.18: Aumento dell'eutrofizzazione delle acquea dolci in relazione all'utilizzo di Megastar 3400;

## **LISTA DELLE TABELLE**

Tabella 3.1 Elenco dei dati raccolti in relazione alle informazioni relative a Ecoinvent

## SOMMARIO

Le tematiche ambientali e l'attuazione di politiche di sviluppo sostenibile hanno acquisito un'importanza fondamentale per le imprese che vogliono affermarsi e distinguersi nel mercato. In tale contesto molti sono gli strumenti a disposizione delle imprese, tra questi rientrano le certificazioni ambientali di prodotto attraverso le quali un'azienda ha la possibilità di dichiarare il proprio impegno verso l'ambiente. Una delle metodologie attualmente più utilizzata per lo studio degli effetti sull'ambiente da un prodotto e che facilita l'ottenimento di una certificazione ambientale è l'Analisi del Ciclo di Vita (LCA, Life Cycle Assessment), ovvero la valutazione degli impatti considerando tutto il ciclo di vita del prodotto, dall'estrazione delle materie prime fino al suo smaltimento o riciclo.

Il presente lavoro di tesi parte dalla valutazione dello stato di implementazione delle certificazioni ambientali di prodotto all'interno del Distretto Conciario Vicentino. Successivamente, si focalizza sullo studio LCA (acronimo di Life Cycle Assessment) di due impianti innovativi prodotti da un'azienda facente parte del Distretto stesso, al fine di impostare una base tecnico-metodologica verso una possibile certificazione.

La prima parte dell'elaborato si inserisce all'interno del progetto "La Filiera Responsabile", curato da Cesar (ente di formazione accreditato dalla Regione Veneto che affianca l'associazione Confartigianato Vicenza) e finanziato dalla Regione Veneto e dal Fondo Sociale Europeo. Il progetto è volto a promuovere e valorizzare il Distretto per raggiungere un modello di filiera sostenibile e responsabile. Uno degli obiettivi del piano d'azione è di affiancare le imprese e aiutarle a individuare strumenti e linee-guida per ottenere uno sviluppo sostenibile. In questa tesi è stato valutato lo stato di implementazione e di integrazione delle certificazioni ambientali di prodotto all'interno del Distretto, questo ha permesso all'ente di formazione di ottenere una panoramica sulle etichette di prodotto diffuse nell'area in esame e di programmare seminari per la loro divulgazione. Le informazioni relative alle certificazioni sono state ricavate da un questionario distribuito ad alcune delle aziende che hanno scelto di partecipare al programma. In termini di risultati complessivi sembra emergere uno scarso interesse verso la tematica delle certificazioni di prodotto.

La seconda parte del lavoro prevede invece l'applicazione della metodologia LCA, seguendo la struttura indicata nella norma UNI EN ISO 14040-44. Con tale studio si vuole approfondire le conoscenze verso questa metodologia, comprendere la sua rilevanza ed eventuali limiti. Tale metodologia permette di indagare e di quantificare i carichi ambientali ed energetici di prodotti o servizi lungo tutto il loro ciclo di vita. Attraverso uno studio "gate to gate" è stato possibile ritrarre le performance ambientali della fase d'uso di due impianti all'avanguardia per la rifinitura delle pelli che utilizzano rispettivamente una tecnologia a spruzzo e una più innovativa tecnologia a rullo.

Il modello di calcolo scelto per realizzare l'analisi è SimaPro 8.3, software molto flessibile che permette di quantificare gli impatti derivati dall'utilizzo dei due componenti. La banca dati di riferimento utilizzata è stata Ecoinvent che costituisce una fonte completa, consistente e trasparente di dati, mentre il metodo di valutazione degli impatti selezionato è ReCiPe, per mezzo del quale è stato possibile analizzare gli impatti a due livelli di indagine.

I risultati confermano che l'impianto a tecnologia a rullo ha un impatto minore se si considerano esclusivamente l'utilizzo e la sua manutenzione ordinaria. Infatti, l'impatto più

rilevante di tale impianto deriverebbe principalmente dal ricambio necessario per la sua manutenzione straordinaria, quindi, se venisse considerato anche questo processo all'interno dell'indagine, l'impianto a tecnologia a rullo, diversamente da quanto atteso, risulterebbe più costoso per l'ambiente rispetto a quello a tecnologia a rullo.

## MOTIVAZIONE E OBIETTIVI

Lo sviluppo sostenibile e l'attenzione all'ambientali rappresentano due obiettivi che le imprese oggi non possono tralasciare. Per distinguersi all'interno di un mercato sempre più competitivo è necessario non solo proporre prodotti di qualità, ma anche dimostrare la propria attenzione verso l'ambiente. Le certificazioni ambientali di prodotto rappresentano un primo passo verso la realizzazione di questi scopi. In tale contesto uno dei mezzi più validi e maggiormente applicati per l'ottenimento di una certificazione è l'Analisi del Ciclo di vita (LCA). Questa metodologia, definita dalle norme UNI EN ISO 14040: 2006 e UNI EN ISO 14044:2006, consente di analizzare l'intero ciclo di vita di un prodotto (o un servizio) e di quantificare in questo modo gli effetti avversi causati all'ambiente. LCA permette quindi alle aziende di conoscere, controllare e dimostrare i propri processi aziendali da un punto di vista ambientale. Negli ultimi anni le aziende che hanno richiesto volontariamente uno studio LCA risultano sempre più numerose e appartengono a molteplici settori produttivi. Questa metodologia è particolarmente apprezzata da parte di quei settori ritenuti molto impattanti per l'ambiente, come l'industria conciaria, che rappresenta il fulcro del presente lavoro di tesi.

Nell'elaborato si focalizza l'attenzione in particolare al settore conciario italiano, leader mondiale del settore per l'elevato sviluppo tecnologico e qualitativo e per l'impegno verso l'ambiente (UNIC, [http://www.unic.it/it/conceria\\_italiana.php](http://www.unic.it/it/conceria_italiana.php), 3 gennaio 2018). L'aumentata attenzione da parte delle aziende che lavorano nell'industria conciaria alle tematiche ambientali costituisce un elemento di importanza fondamentale per la preservazione della salute umana e degli ecosistemi, in quanto i processi produttivi dell'industria conciaria risultano altamente inquinanti (Rastogi et al. 2008; Mwinyihija 2010). In Italia la produzione di tale industria si concentra principalmente in tre aree produttive, definite con il termine Distretti, ognuna con una propria particolare produzione: il Distretto Vicentino, Toscano e Campano.

Il presente lavoro di tesi riguarderà esclusivamente lo studio del Distretto Conciario Vicentino e ha l'obiettivo primario di valutare lo stato di implementazione delle certificazioni ambientali di prodotto nel Distretto. Per mezzo di tale indagine sarà possibile comprendere il ruolo dell'ambiente e delle politiche ambientali nelle aziende dell'industria conciaria. Il lavoro consentirà inoltre la pianificazione di eventuali interventi volti al miglioramento del distretto da un punto di vista ambientale per perseguire il raggiungimento di uno sviluppo di tipo sostenibile. L'analisi del presente elaborato rientra nel progetto "La Filiera Responsabile" che è stato attivato da Cesar in collaborazione con la Regione Veneto allo scopo di promuovere e valorizzare il Distretto Conciario Vicentino.

Il secondo obiettivo che si vuole soddisfare con il presente elaborato è analizzare e confrontare gli impatti derivati dalla fase d'uso di due macchinari utilizzati nella rifinitura delle pelli: Spraystar 3400 e Megastar 3400. Da un'osservazione preliminare dei due macchinari il primo, Spraystar 3400, sembra avere un maggiore impatto sull'ambiente rispetto al secondo e lo studio LCA permetterà di verificare o rigettare tale ipotesi. Per soddisfare tale obiettivo è stato svolto lo studio LCA ristretto della fase d'uso di entrambi i macchinari, lavoro che ha permesso di mettere in evidenza le cause e gli impatti più rilevanti dei due sistemi produttivi. Inoltre l'indagine consentirà di approfondire le conoscenze sulla metodologia d'indagine LCA e di comprendere l'importanza di tale strumento nell'identificare i maggiori impatti alla salute umana, all'ecosistema e all'esaurimento delle risorse derivati da un sistema produttivo.

In conclusione con questa tesi emergerà una panoramica delle certificazioni ambientali di prodotto all'interno di uno specifico mercato, quello conciario, ed inoltre, sarà possibile osservare dai risultati dell'analisi LCA le diverse performance ambientali dei due macchinari citati in precedenza.

## **STRUTTURA DELLA TESI**

Il presente lavoro di tesi è stato strutturato in 4 capitoli: materiali e metodi (capitolo 1), caso di studio (capitolo 2), presentazione dei risultati del caso di studio e loro discussione (capitolo 3) e conclusioni (capitolo 4).

Nel primo capitolo viene presentata la metodologia LCA (Life Cycle Assessment), ovvero la tipologia di analisi che è stata utilizzata nel caso di studio nel presente lavoro di tesi. Vengono indagate le quattro fasi in cui è strutturata la metodologia e presentato il codice di calcolo utilizzato.

Il secondo capitolo comprende la presentazione del progetto “la Filiera Responsabile” e il lavoro d’indagine svolto all’interno del Distretto conciaro vicentino riguardante l’implementazione delle certificazioni ambientali all’interno dell’area.

Seguono poi la presentazione dell’azienda e del caso di studio.

Nel terzo capitolo vengono descritte in modo dettagliato tutte le fasi dello studio LCA applicate al presente caso di studio.

Infine, nel quarto capitolo vengono presentate le conclusioni relative all’intero lavoro di tesi.

# 1. MATERIALI E METODI

## 1.1. LA METODOLOGIA LCA (LIFE CYCLE ASSESSMENT)

La metodologia dell'Analisi del Ciclo di Vita (Life Cycle Assessment, LCA) è una procedura strutturata, completa e standardizzata a livello internazionale che consente di individuare, quantificare e valutare i carichi ambientali ed energetici di un sistema produttivo lungo l'intero ciclo di vita. LCA venne definita per la prima volta nel 1993 come "il procedimento oggettivo di valutazione di carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo o un'attività, effettuato attraverso l'identificazione dell'energia, dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente. La valutazione include l'intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo l'estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale" (SETAC, 1993; Baldo ed al., 2005). Dalla definizione si intuisce come l'analisi coinvolga tutte le fasi di vita del sistema studiato, secondo una procedura identificata con la dicitura "cradle to grave", ovvero dall'estrazione delle materie prime (cradle), alla produzione, fino alle fasi di fine vita del prodotto (grave).

L'innovazione di tale strumento è data dall'approccio con cui viene effettuata l'analisi che consente la valutazione di tutte le fasi di un sistema di produzione sia come elementi indipendenti che come elementi correlati tra loro. In particolare, tale analisi si pone l'obiettivo di costruire un inventario degli input e degli output di materia ed energia e, attraverso una valutazione quantitativa e qualitativa degli stessi, di indicare gli impatti ambientali diretti ed indiretti derivati dal sistema di prodotto oggetto di studio. Con il termine impatti diretti si identificano gli effetti avversi chiaramente associabili al prodotto o sistema, mentre con il termine impatti indiretti quelli che solitamente non vengono collegati a tale prodotto, ma che concretamente portano a conseguenze avverse riconducibili a una determinata produzione, come ad esempio quelli derivati dal trasporto delle materie prime o dalla distribuzione del prodotto finito. Ogni impatto ha come conseguenza uno o più effetti sull'ambiente che sono osservabili a livello locale, regionale o globale. A titolo di esempio è possibile citare gli effetti sugli ecosistemi o sulla salute umana, piuttosto che le conseguenze derivate dallo sovra sfruttamento delle risorse che porta all'esaurimento delle stesse.

La nascita del concetto di Analisi del Ciclo di Vita può essere fatta risalire agli anni Sessanta quando la diminuzione di alcune risorse, tra cui i combustibili fossili, cominciò a destare preoccupazioni a livello internazionale. Questa metodologia nasce infatti con lo scopo di ottimizzare la gestione delle risorse energetiche e delle materie prime attraverso lo studio dell'intera filiera produttiva e solo successivamente vennero introdotti nell'analisi nuovi parametri come le emissioni atmosferiche, le emissioni in acqua o i rifiuti solidi (Jensen et al.; 1997). Durante gli anni '90 l'interesse per LCA crebbe e nonostante venisse riconosciuta l'importanza di questa metodologia, molte erano le critiche rivolte sia alle modalità di svolgimento sia ai risultati ottenuti. Nel 1993 l'Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione (ISO) iniziò indagini e studi allo scopo di armonizzare tutti gli strumenti della LCA in modo da definire un modello unico e conferire maggior robustezza e integrità allo strumento. Inizialmente il framework dell'LCA prevedeva tre componenti (inventario,

analisi degli impatti, analisi del miglioramento<sup>1</sup>) e quello che oggi viene considerato il primo step a cui fa riferimento l'intero studio, "definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione", venne inserito solo in un secondo momento (Fava et al., 2014). Fu infatti nel 1993, durante il workshop della SETAC che si tenne a Sesimbra, in Portogallo, che nacque il diagramma di flusso che rappresenta LCA, immagine che oggi giorno è diventata quasi un logo per il Life Cycle Assessment (Curran, 2017) (Figura 1.1).

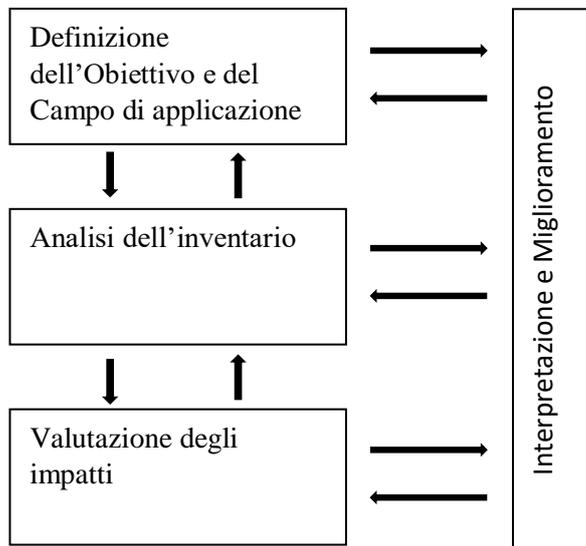


Figura 1.1: Rappresentazione della struttura dell'LCA (ISO 14040, 2006);

Le prime norme vennero pubblicate nel 1997 e nel tempo subirono molte revisioni, l'ultima delle quali nel 2006 che ha portato all'ultimazione delle norme UNI EN ISO 14040 e 14044; la prima disciplina i principi e il quadro di riferimento, la seconda i requisiti e le linee guida dell'LCA.

Parallelamente allo sviluppo di questo strumento sono state avviate numerose iniziative internazionali ed europee come la Piattaforma Europea sulla Valutazione del Ciclo di Vita istituita nel 2005 o ILCD Handbook (International Reference Life Cycle Data System) nel 2010 entrambi pubblicati dall'JRC (Joint Reserch Centre) della Commissione Europea. Inoltre sono numerosi i siti web che si occupano dell'LCA dove è possibile trovare informazioni e scambiarsi esperienze; a titolo di esempio possono essere citati i siti dell'ARPA piuttosto che i siti di enti privati come SpringerProfessional.

Oggi gli organismi internazionali più impegnati nella diffusione di questo strumento sono UNEP (United Nations Environment Programme) e SETAC; inoltre sono sempre più numerose le società che sostengono e svolgono l'analisi del ciclo di vita nei rispettivi territori nazionali. Al giorno d'oggi la metodologia è ampiamente diffusa e molteplici possono essere le finalità che spingono ad attuare uno studio delle performance ambientali di un prodotto o un sistema. LCA rappresenta infatti uno strumento molto versatile che trova molteplici campi di applicazione, sia nel settore pubblico che in quello privato. Ad esempio permette di valutare la sostenibilità delle politiche di sviluppo del territorio e rappresenta in tal modo un utile supporto

<sup>1</sup> "analisi del miglioramento" venne successivamente modificato con la dicitura "interpretazione e miglioramento"

nella gestione dei servizi pubblici (è infatti prevista l'analisi LCA dalla normativa per la gestione dei rifiuti) o nella definizione di politiche pubbliche (facilitando le decisioni riguardo a interventi prioritari). Per quanto riguarda il settore privato, LCA può costituire un mezzo per ampliare il proprio mercato e fare dell'ambiente un punto di forza della propria impresa. Infatti, è un valido mezzo di supporto alle decisioni, ad esempio per la progettazione di nuovi prodotti o processi; permette di identificare le fasi del ciclo di vita in cui è possibile attuare miglioramenti utili a ridurre gli impatti ambientali; consente il confronto tra le performance ambientali di prodotti alternativi; può essere usato come strumento di marketing, per promuovere un prodotto e favorire la comunicazione; infine una serie di analisi LCA consentono di capire l'evoluzione dell'impatto di un prodotto nel tempo e questa informazione può essere utilizzata ad esempio per sviluppare nuove politiche ambientali volte al miglioramento continuo. Questo breve elenco vuole indicare l'importanza dell'analisi del ciclo di vita non solo da un punto di vista ambientale, ma anche commerciale. Infatti è importante ricordare che i dati di uno studio LCA facilitano l'acquisizione delle etichette ecologiche, che costituiscono un valido strumento di mercato, in quanto permettono la comunicazione tra produttore e consumatore. Inoltre alcune certificazioni ambientali, tra cui EU Ecolabel, richiedono esplicitamente nella normativa l'attuazione di uno studio del ciclo di vita per l'ottenimento del marchio.

Risulta importante infine ricordare e sottolineare che LCA è un modello di una situazione reale e, come tutti i modelli analogici, costituisce una semplificazione della realtà e non è quindi possibile rappresentare una riproduzione completamente esaustiva delle interazioni con l'ambiente. Il valore di questo strumento dipende quindi dall'accuratezza con cui viene svolta l'analisi. Infatti, solamente simulazioni affidabili ed efficaci costituiscono un supporto valido e consentono di soddisfare gli obiettivi che hanno portato allo sviluppo di uno studio LCA.

### **1.1.1 LA PROCEDURA LCA SECONDO LE NORME ISO 14040 E 14044**

La procedura per la valutazione del ciclo di vita di un prodotto o un sistema fa riferimento alle norme UNI EN ISO 14040 ("Gestione ambientale, Valutazione del ciclo di vita, Principi e quadro di riferimento") e 14044 ("Valutazione del ciclo di vita, Definizione e Linee guida") del 2006.

Nel framework per l'Analisi del Ciclo di Vita vengono descritti i requisiti generali applicabili a qualsiasi tipologia di prodotto o sistema indipendentemente dalla loro natura e non sono specificate né le tecniche di valutazione né le metodologie per le singole fasi dell'LCA. La stessa definizione riportata nella norma UNI EN ISO 14040 descrive LCA come uno strumento per la *"compilazione e valutazione attraverso tutto il ciclo di vita degli elementi in ingresso e in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali, di un sistema di prodotto"*. Si parla quindi di *"sistemi di prodotto"*<sup>2</sup> per indicare *"l'insieme di processi unitari con flussi elementari e di prodotti, che espleta una o più funzioni definite e modella il ciclo di vita di un prodotto"* senza fare alcun riferimento a un sistema specifico (UNI EN ISO 14040; 2006).

---

<sup>2</sup> "product system"

I principi generali indicati nella norma che vengono utilizzati come guida per la pianificazione e la conduzione dell'LCA, sono (UNI EN ISO 14040; 2006).:

- *prospettiva del ciclo di vita*: si suggerisce di effettuare un'analisi completa che consideri l'intero ciclo di vita di un prodotto o un sistema. In tal modo risulta più facile individuare le implicazioni ambientali ed evitare potenziali errori o omissioni;
- *attenzione focalizzata all'ambiente*: l'analisi LCA considera gli aspetti ambientali di un sistema di prodotto. Nel caso in cui si desiderino effettuare valutazioni più estese contenenti anche gli aspetti sociali ed economici è necessario integrare lo studio LCA con altri strumenti;
- *approccio relativo e l'unità funzionale*: tutto lo studio è strutturato sull'unità funzionale scelta;
- *approccio iterativo*: LCA è una tecnica iterativa dove ogni singola elaborazione fa riferimento agli esiti delle altre fasi, il che permette di ottenere risultati più completi e coerenti;
- *trasparenza*: essendo LCA una procedura molto complessa, la trasparenza dell'analisi è un elemento necessario per garantire un'interpretazione corretta dei risultati;
- *completezza*: data dal fatto che tale analisi considera tutti gli aspetti relativi all'ambiente naturale, alla salute umana e alle risorse;
- *priorità dell'approccio scientifico*: le decisioni si basano preferibilmente su conoscenze scientifiche: sulle scienze naturali, su convenzioni internazionali o su altri approcci scientifici definiti. Nel caso in cui non si conoscano basi scientifiche è possibile basarsi su scelte di valore in modo appropriato.

Secondo gli standard ISO l'LCA si articola in 4 fasi: (che verranno descritte nello specifico nei paragrafi successivi)

- 1 Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazioni (Goal and Scope Definition)
- 2 Analisi dell'inventario (Life Cycle Inventory – LCI)
- 3 Valutazione degli impatti (Life Cycle Impact Assessment – LCIA)
- 4 Interpretazione e miglioramento (Life Cycle Interpretation)

Una rappresentazione schematica di queste fasi è illustrata nella figura 1.1.

Solitamente queste fasi vengono svolte in successione, ma è bene ricordare che LCA è un processo iterativo che permette a chi effettua l'analisi di riorganizzare e/o modificare uno o più punti dello studio in corso d'opera (come viene indicato dalle frecce nella figura 1.1). Ad esempio possono essere rivisti degli obiettivi in seguito a una prima analisi oppure può essere integrato l'inventario dopo una preliminare valutazione degli impatti, etc.

#### **1.1.1.1 DEFINIZIONE DELL'OBBIETTIVO E DEL CAMPO DI APPLICAZIONE (GOAL AND SCOPE DEFINITION)**

Nella prima fase della valutazione del ciclo di vita devono essere definiti in modo chiaro ed esplicito gli obiettivi e il campo di applicazione dello studio, avendo presente che è possibile modificare o correggere tali punti in corso d'opera.

La definizione dell'obiettivo rappresenta il fulcro di tutto il lavoro, infatti uno studio LCA acquisisce significato in relazione alle finalità stabilite, inoltre un obiettivo chiaramente identificato facilita la definizione dello scopo e dei confini del sistema. All'inizio dello studio è importante anche specificare con chiarezza l'applicazione prevista, le motivazioni che inducono a realizzare lo studio, il tipo di pubblico a cui è destinato e come si intende utilizzare i risultati.

Contemporaneamente deve essere appropriatamente definito il campo di applicazione al fine di assicurare che l'analisi sia effettuata in modo compatibile con gli obiettivi posti.

In particolare, la norma asserisce che nel campo di applicazione bisogna specificare i seguenti elementi, i quali verranno illustrati in seguito:

- Le funzioni del sistema da analizzare, o dei sistemi nel caso di studi comparativi
- L'unità funzionale
- Il confine del sistema
- L'approccio adottato
- Le categorie dei dati e i requisiti di qualità degli stessi
- Le ipotesi e le limitazioni
- Il tipo e il formato del rapporto finale

In primo luogo è necessario descrivere nel modo più dettagliato possibile il sistema di prodotto su cui si sta eseguendo lo studio LCA, al fine di individuare efficacemente le caratteristiche distintive e le funzionalità dello stesso.

Allo stesso tempo è fondamentale definire "l'unità funzionale" che rappresenta l'unità di misura di riferimento con la quale verranno quantificati i dati del sistema di prodotto. Essa verrà utilizzata per esporre i risultati dello studio, consentirà il collegamento dei flussi in ingresso e in uscita dal sistema in esame e potrà permettere il confronto con altri studi LCA.

Considerando che la realtà è un sistema molto complesso dove allargando la scala d'indagine è possibile comprendere infiniti processi e associare innumerevoli flussi, risulta fondamentale definire chiamante il sistema che si andrà ad analizzare. La delimitazione dei "confini del sistema" rappresenta un altro punto focale di questa tipologia di analisi e deve essere coerente con gli obiettivi che ci si era posti inizialmente.

Solitamente uno studio LCA viene realizzato in modo integrale lungo l'intero ciclo di vita di un prodotto o processo secondo l'ottica "cradle to grave" (dalla culla alla tomba), che permette di considerare tutti i carichi ambientali riconducibili ad un sistema di produzione. In questa analisi completa vengono considerati gli impatti derivanti dall'estrazione delle materie prime (cradle) e dalla produzione, che include la distribuzione e le fasi d'uso, fino alle fasi di fine vita del prodotto (grave), ovvero lo smaltimento.

Oltre a questa, esistono diverse varianti per effettuare uno studio LCA e la metodologia viene scelta in base agli obiettivi del lavoro. L'analisi "cradle to cradle" (o "closed loop production") può essere paragonata a una analisi completa "cradle to grave", in questo caso però la fase di smaltimento a fine vita del prodotto viene sostituita da processi di riciclaggio dai quali avrà inizio un nuovo ciclo produttivo (cradle). Questo sistema chiuso di produzione permette di ridurre al minimo gli impatti e vuole incorporare la responsabilità sociale nello sviluppo dei prodotti.

Le altre tipologie di analisi consistono nello studio parziale del ciclo di vita in modo da focalizzare l'attenzione su alcune parti del sistema di prodotto in esame. L'analisi "cradle to

gate” (dalla culla al cancello) comporta la valutazione degli impatti dalla produzione delle materie prime (cradle) fino al cancello della fabbrica. Questa tipologia di analisi termina prima che il prodotto venga trasportato al consumatore, omettendo le fasi d’uso e di smaltimento. Un’analisi “gate to gate” focalizza, invece, l’attenzione su un processo della catena di produzione e può rappresentare uno studio preliminare da inserire in un secondo tempo in un’analisi più approfondita (CE, JRC; 2010).

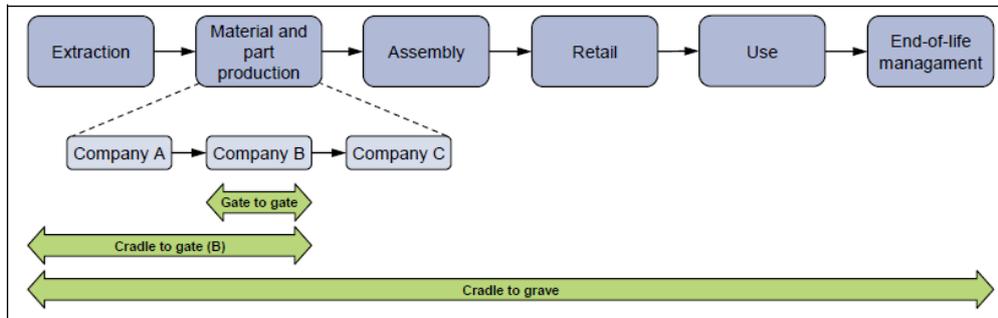


Figura 1.2: Rappresentazione delle diverse tipologie di indagine LCA (CE, JRC; 2010);

Una volta definita e motivata la tipologia di analisi che si andrà ad effettuare è necessario descrivere tutte le componenti del sistema indagato. A tale scopo viene costruito un “diagramma di flusso” dove vengono rappresentate graficamente le unità di processo del sistema in esame, i flussi tra le singole unità, le componenti più significative, eventuali sottoinsiemi e vengono individuati gli input e gli output per ogni singola unità. In questo modo vengono identificati gli ambienti fisici, le operazioni e i processi che verranno inclusi nel modello della realtà e individuati i flussi elementari con l’ambiente, i flussi tra prodotti intermedi e i flussi tra altri sistemi di prodotto. Inoltre è importante definire il livello di dettaglio con cui tutte le unità dovranno essere indagate ed indicare e giustificare ogni fase, processo o elemento del sistema che non verrà investigato.

In questa fase iniziale viene inoltre specificato l’approccio sperimentale che si intende adoperare durante le varie fasi del lavoro. Nello specifico vengono descritte le metodologie di valutazione dell’impatto, i tipi di impatti considerati e come si intende effettuare l’interpretazione dei risultati.

Per quanto concerne la raccolta dei dati in questa fase deve essere identificato quali siano i dati primari disponibili o ricavabili, la loro qualità e affidabilità, tenendo in considerazione che in uno studio è importante utilizzare, per quanto possibile, dati primari e che questi verranno poi integrati da dati secondari. Con il termine dati primari si definiscono quei dati raccolti direttamente nei siti di produzione, mentre con il termine dati secondari vengono indicati i dati ricavati da altre fonti, che possono essere la letteratura, database specifici o IOA (Input-Output Analysis) data. La qualità dei dati raccolti e utilizzati risulta fondamentale per capire l’affidabilità dei risultati ottenuti dallo studio. Essi dovrebbero pertanto soddisfare i confini temporali, ovvero l’età dei dati che si andranno ad utilizzare (ad esempio dati dal 2000), e i confini geografici, quindi essere rappresentativi della regione geografica dove viene effettuato lo studio. Nonché essere precisi, completi, rappresentativi, consistenti, riproducibili e coerenti con lo studio. È inoltre importante dichiarare la fonte del dato e le incertezze di tali informazione.

Infine, per rimediare alla mancanza di informazioni, è importante riportare le ipotesi e le limitazioni dello studio.

È bene inoltre ricordare che non esistono formati standard per la stesura della relazione finale, tuttavia essa deve contenere tutte le informazioni selezionate durante questa fase iniziale nonché i dati e le assunzioni ottenute dalle fasi successive dell'LCA.

### **1.1.1.2 ANALISI DELL'INVENTARIO (LCI – LIFE CYCLE INVENTORY ANALYSIS)**

L'analisi dell'inventario rappresenta una fase molto laboriosa e delicata, in cui avviene la raccolta dei dati e vengono individuati e quantificati gli input e output di materia ed energia del sistema di prodotto oggetto di studio attraverso le fasi del suo ciclo di vita comprese all'interno dei confini del sistema studiato.

L'intera fase LCI (Life Cycle Inventory) rappresenta un processo iterativo. Indagando un sistema e raccogliendo maggiori dati aumentano le conoscenze del sistema stesso e possono emergere limitazioni, in tal caso può risultare quindi necessario aumentare il numero di dati raccolti o modificare le tecniche di raccolta dei dati rispetto a quelle stabilite all'inizio del lavoro, o addirittura rivedere i campi di applicazione o gli obiettivi dello studio.

In questa seconda fase dell'LCA viene costruito il modello della realtà del sistema che si intende analizzare. Questa procedura prevede la quantificazione dei flussi di materia e di energia che intercorrono tra le singole unità del processo del sistema in esame (Jolliet et al. 2016). Gli approcci maggiormente impiegati nell'analisi dell'inventario sono due: l'approccio basato sui processi, che utilizza flussi di riferimento fisici per identificare e collegare i processi unitari di un sistema, e l'approccio input-output, che invece basa l'analisi sui flussi economici (Jolliet et al. 2016).

LCI inizia con la raccolta dei dati per ogni processo unitario che avviene entro il confine del sistema. Questa fase non prevede nessun tipo di analisi o riflessione, i dati vengono semplicemente organizzati all'interno del diagramma di flusso rappresentato durante la prima fase dell'LCA.

Come ricordato nel capitolo precedente i dati presenti nello studio dovrebbero essere per quanto possibile dati primari, nonché essere il più possibile precisi, completi, rappresentativi, consistenti, riproducibili e coerenti. Nel caso in cui sia necessario l'utilizzo di dati secondari è buona norma verificare sempre l'attendibilità della fonte e scegliere anche dati pertinenti con il lavoro. Per limitare eventuali errori e migliorare la qualità del dato si consiglia di eseguire un bilancio energetico e di massa, di verificare diverse fonti dei dati tramite analisi comparative ed eventualmente valutare i dati utilizzando l'analisi di Monte Carlo. I dati presenti in un elaborato solitamente comprendono: i flussi in ingresso di materie e energia; i prodotti, i coprodotti e i rifiuti; le emissioni in aria, nell'acqua e nel suolo. Possono essere inclusi anche altri aspetti ambientali, come ad esempio dati relativi al rumore, all'odore, alle radiazioni etc, ricordando che è sempre necessario citare sia la fonte e che il periodo di riferimento del dato per ottenere una maggior trasparenza nel lavoro (SimaPro; 2016)

Nel caso in cui nel sistema studiato siano presenti co-prodotti o sottoprodotti si rende necessario svolgere procedure di allocazione, per poter ripartire a ogni prodotto dell'impresa i

flussi in ingresso e in uscita corrispondenti. Se possibile è sempre meglio evitare questa procedura ad esempio raccogliendo dati più dettagliati, oppure rivedendo i confini del sistema (ovvero escludendo alcune unità di processo non rilevanti per il prodotto o sistema in questione, o includendo nuove unità). Se invece l’allocazione non è evitabile si può decidere di basare tale procedura su relazioni fisiche (SETAC, 1994) o, se questo non è possibile, sul valore economico di ciascun prodotto, anche se questa seconda procedura generalmente non è considerata correttamente scientifica (Boustead et al., 1999). In ogni caso nello svolgere l’allocazione è importante prestare attenzione a come avviene la divisione tra i diversi co-prodotti o sottoprodotti dei carichi energetici, di materie e delle emissioni durante tutto il corso del lavoro.

### **1.1.1.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI (LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT- LCIA)**

I dati raccolti durante la fase dell’analisi dell’inventario rappresentano la base per l’attuazione della terza fase dell’LCA, la Valutazione degli Impatti. Questa procedura è finalizzata a comprendere e stimare le potenziali ricadute ambientali in relazione al consumo di energia e di risorse e ai rilasci in ambiente provocati dall’attività produttiva in esame (Baldo et. al., 2005). In particolare, in questa fase, vengono trasformati i numerosi dati dell’inventario in impatti. Questa procedura viene realizzata selezionando “categorie di impatto”, “indicatori di categoria” e “metodi di caratterizzazione” che siano coerenti con gli obiettivi e con il campo di applicazione dello studio. Risulta chiaro che, come per la fase precedente dell’LCA, anche nell’LCIA la definizione degli obiettivi e dello scopo getta le basi per l’impostazione dell’intero lavoro (PRè, 2010). È importante ricordare che la scelta delle categorie, degli indicatori e dei metodi viene realizzata da coloro che effettuano l’analisi, il che implica una certa soggettività nelle conclusioni dello studio e nel rapporto finale. Risulta quindi fondamentale la trasparenza e la chiarezza con cui viene effettuata la modellizzazione e la valutazione delle categorie di impatto, al fine di assicurare una più corretta trasmissione e comprensione dei risultati. Secondo la ISO, la fase di Valutazione degli Impatti comprende elementi obbligatorie e opzionali.

Gli elementi obbligatori sono:

- la definizione delle categorie di impatto
- la classificazione
- la caratterizzazione

Gli elementi opzionali sono:

- la normalizzazione
- il raggruppamento
- la pesatura

L’LCIA inizia quindi con la selezione delle “categorie di impatto”, che secondo la ISO costituiscono le classi rappresentative dei problemi ambientali di interesse e alle quali vengono assegnati i risultati dell’LCI. Inoltre vengono definiti gli “indicatori di categoria” che rappresentano e quantificano le categorie di impatto.

Una volta terminata la scelta delle categorie di impatto e degli indicatori di categoria si procede con la fase di *classificazione*, in cui i risultati dell'inventario vengono associati alle specifiche categorie di impatto selezionate. A titolo di esempio se si considera il metano si osserva che esso può aumentare sia il riscaldamento globale, sia lo strato di ozono, e quindi rientrerà in due categorie di impatto.

Segue la fase della *caratterizzazione* nella quale vengono definiti i valori degli indicatori di categoria. Ogni azione contribuisce in modo diverso ad uno stesso problema ambientale e la caratterizzazione permette di ottenere una valutazione omogenea e quantitativa del contributo delle singole emissioni. Per valutare l'intensità dell'effetto di un'azione sul problema considerato ogni input e output viene moltiplicato per un fattore equivalente, il "fattore di caratterizzazione", che viene definito nella norma come un "fattore derivato dal modello di caratterizzazione, applicato per convertire i risultati della LCI nell'unità comune dell'indicatore di categoria" (UNI EN ISO 14040;2006). La norma non definisce invece i "modelli di caratterizzazione" che sono tutti i metodi matematici dei flussi elementari rispetto ad un particolare indicatore di categoria.

Successivamente alla fase di caratterizzazione possono seguire le fasi opzionali, che si basano su assunzioni effettuate da coloro che effettuano l'analisi, ma permettono di semplificare l'interpretazione dei risultati (PRè, 2010). Nella "normalizzazione" i risultati ottenuti nella classificazione e nella caratterizzazione vengono "normalizzati", ovvero espressi con parametri numerici equivalenti. Tali parametri permettono una rappresentazione quantitativa e sintetica degli effetti ambientali del sistema considerato. Mediante tale operazione è possibile elaborare profili ambientali sintetici utilizzabili in operazioni di confronto tra diversi sistemi produttivi. Questa fase permette anche di identificare eventuali incongruenze, errori o risultati insignificanti del modello e può rappresentare un supporto per alcune successive fasi dell'analisi, come l'aggregazione o l'interpretazione stessa dei risultati.

Successivamente possono essere attuate altre due fasi opzionali, il "raggruppamento" e la "pesatura". Nel primo caso vengono raggruppate le categorie di settori omogenei, considerando la classe di valore o in relazione alla tipologia di danno provocato, allo scopo di facilitare l'interpretazione dei risultati riferiti a determinate aree di interesse e per fornire un supporto alla fase finale di interpretazione dei risultati.

Nel secondo caso si effettua la pesatura delle varie categorie. Questo processo non è consentito a livello normativo per gli studi comparativi, però viene spesso utilizzato dalle aziende per facilitare i processi decisionali. In questa fase i risultati delle categorie di impatto vengono moltiplicati per i "fattori peso", coefficienti che esprimono l'importanza relativa attribuita alle diverse tipologie di impatto.

Per facilitare la fase di Valutazione degli Impatti attualmente sono disponibili vari software di calcolo e database, argomento che verrà affrontato nel paragrafo seguente (1.1.2).

#### **1.1.1.4 INTERPRETAZIONE E MIGLIORAMENTO (LIFE CYCLE INTERPRETATION)**

L'interpretazione del ciclo di vita costituisce la fase conclusiva dell'LCA. In questa fase vengono combinati e interpretati i risultati relativi dell'analisi dell'inventario e della valutazione degli impatti in modo da ottenere esiti coerenti con gli obiettivi e con il campo di

applicazione. Tali risultati finali dovrebbero consentire di trarre conclusioni relative all'impatto ambientale del sistema di prodotto studiato, di spiegare le limitazioni dei risultati ottenuti e di fornire raccomandazioni per il futuro.

In questa fase viene riesaminato l'intero studio LCA con un'analisi critica del sistema e delle sue componenti. Il procedimento permette di identificare i contributi più significativi e impattanti del sistema stesso e di comprendere in tal modo quali parti sarà possibile o sarà necessario modificare al fine di ridurre l'impatto ambientale del sistema considerato.

Per cercare di migliorare la confidenza e l'affidabilità dei risultati finali è consigliabile effettuare dei controlli, che sono:

- analisi di completezza
- analisi di sensibilità
- analisi di coerenza

Con l'analisi di completezza ci si assicura che tutti i dati e le informazioni derivate dallo studio LCA svolto siano complete, rilevanti e coerenti con l'obiettivo e il campo di applicazione. Con l'analisi di sensibilità è possibile indagare la rappresentatività del modello, invece, con l'analisi di coerenza si controlla che le assunzioni fatte, i metodi e i dati utilizzati siano coerenti in tutto lo studio e che siano conformi con l'obiettivo e il campo di applicazione.

Una volta concluso il riesame dell'intero studio è possibile trarre le conclusioni finali e suggerire eventuali raccomandazioni mirate al miglioramento continuo del sistema di prodotto esaminato. L'interpretazione dei risultati potrà anche generare un processo iterativo di riesame e revisione dell'intero studio oppure evidenziare la necessità di ulteriori dati o di dati di migliore qualità per poter raggiungere l'obiettivo prefissato.

L'intero lavoro di analisi si conclude con la stesura di un profilo ambientale. Un rapporto conclusivo che riassume le performance ambientali del prodotto o sistema in esame e le conclusioni tratte. Esso dovrebbe essere comprensibile, completo, coerente e in conformità con la definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione dello studio (UNI EN ISO 14040; 2006).

### **1.1.2 SOFTWARE DI CALCOLO, BANCHE DATI E METODOLOGIE**

I software di calcolo semplificano le analisi negli studi LCA, consentendo la creazione del modello del ciclo di vita del prodotto in analisi e facilitando la visualizzazione e la valutazione dei potenziali impatti ambientali. Attualmente sul mercato sono disponibili numerosi codici di calcolo conformi alle norme ISO 14040 e 14044. A titolo di esempio è possibile citare: SimaPro, software caratterizzato da un'elevata flessibilità che include molti metodi (ad es. ReCiPe, EPS 2000) per il calcolo degli impatti ambientali, presenta modelli trasparenti dei processi esaminati e risultati di facile interpretazione (<https://network.simapro.com/2b/> , DATA); GaBi (Ganzheitliche Bilanzierung), software che consente una rapida modellizzazione dei processi compresi nel sistema indagato e la successiva valutazione degli impatti (<http://www.gabi-software.com/italy/index/> ); Open LCA, software gratuito di facile

utilizzo che permette a chiunque di stimare in modo semplice e realistico le implicazioni ambientali di un prodotto (<http://www.openlca.org/>).

Indipendentemente dal software utilizzato, i dati vengono elaborati scegliendo tra molteplici metodi di valutazione degli impatti, i quali possono avere strutture più o meno articolate e comprendere diverse fasi, delle quali, solamente la prima, la caratterizzazione, risulta obbligatoria.

Tra i metodi di valutazione più comunemente usati si ricordano: Eco-indicator 99, un metodo di endpoint dove gli impatti vengono espressi assegnando ogni categoria di impatto ad una delle tre macrocategorie di danno previste dal metodo; e Recipe, che consente di indagare gli impatti con diversi livelli di dettaglio (Hischier E, 2010).

I software infine sono completati da numerose banche dati europee e internazionali, che sono state sviluppate contemporaneamente ai software e vengono periodicamente aggiornate. I database sono set di dati di inventario e costituiscono un indispensabile supporto per gli studi LCA; da essi infatti vengono ricavati i numerosi dati di input e di output di materia ed energia che permettono di completare l'analisi del sistema o prodotto oggetto di studio.

Alcune banche dati contengono informazioni relative a molteplici settori industriali, come Ecoinvent, mentre altre riguardano aree specifiche, come Agri-footprint che supporta gli studi del settore agroalimentare. Infine i database risultano più o meno integrati con un software specifico, è questo il caso di Ecoinvent con SimaPro, oppure avere carattere più generico, tra i quali il database ELCD (European Reference Life Cycle Data System) che supporta molteplici software di calcolo.

Di seguito verranno descritti con maggior dettaglio il software, il database e il metodo utilizzati in questo studio.

#### **1.1.2.1 IL SOFTWARE SIMA PRO (SYSTEM FOR INTEGRATED ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF PRODUCTS)**

SimaPro è uno dei software di calcolo più utilizzato a livello mondiale nell'analisi del ciclo di vita. È stato sviluppato dalla società olandese PRè (Product Ecology Consultant) più di vent'anni fa e attualmente è utilizzato da aziende, consulenti e istituti di ricerca in oltre 80 paesi.

Il software facilita la raccolta, l'analisi e il monitoraggio dei dati e consente di valutare le prestazioni ambientali di un sistema di prodotto. Le analisi sono schematiche, trasparenti e coerenti e possono riguardare cicli di vita anche piuttosto complessi con la costruzione di scenari molto articolati. L'utilizzo del software consente di indentificare i punti di debolezza nell'intera catena di fornitura, ma anche di eseguire analisi specifiche come l'allocazione, in caso di prodotti multipli o co-prodotti, o l'analisi dell'incertezza (PRè; <http://www.pre-sustainability.com/simapro-lca-software> . 3 dicembre 2017).

Al termine del lavoro si ottiene un'elaborazione grafica dei risultati degli impatti e la possibilità di analizzare tali grafici con diversi livelli di dettaglio semplifica l'interpretazione e la

comunicazione dell'intero studio (SimaPro, <https://network.simapro.com/2b/> , 4 gennaio 2018).

### 1.1.2.2 ECOINVENT

Ecoinvent è un database molto esteso sviluppato dal centro “Swiss Centre for Life Cycle Inventories versione”. La versione 3.3 è composta da circa 4000 set di dati relativi a servizi, prodotti e processi (Ecoinvent, 2007), per un totale di più di 10.000 dati che comprendono molteplici settori, come i trasporti, i prodotti chimici, i materiali da costruzione, l'agricoltura, ecc. (Goedkoop M al al; 2016 pg18). Le informazioni contenute nel database sono stati sviluppate attraverso il lavoro integrato di diverse istituzioni svizzere e derivano dalle medie dei dati ottenuti dalle ricerche svolte a livello internazionale o europeo e, dove possibile, a scala di singolo stato.

Tutti i dati presenti nel database sono aggiornati periodicamente e arricchiti da una documentazione dettagliata che permette di indagare ulteriormente il dato fornito e di constatare la qualità dello stesso. (Eoinvent 2007)

Il database è fornito di sei versioni di dataset compatibili con il software SimaPro, ovvero:

- Allocation default, unit processes
- Allocation default, system processes
- Allocation recycled content, unit processes
- Allocation recycled content, system processes
- Consequential, unit processes
- Consequential, system processes

I termini “Allocation” e “Consequential” indicano che sono stati applicati rispettivamente modelli attributivi e consequenziali. Il termine “default” indica il tipo di allocazione applicata, mentre “recycled conted” identifica un set di dati che non comprendono i benefici derivati dal riciclaggio dei materiali (Goedkoop et al; 2016).

Tutti i dati presenti nel database sono disponibili in forma di system process e, dove possibile, anche come unit process. I dati nella versione system non contengono tutta la storia relativa al dato, ma permettono una più veloce elaborazione e sono quindi quelli maggiormente utilizzati quando si effettua uno studio LCA. I dati unit invece racchiudono informazioni dettagliate che descrivono tutti gli input e output collegati al dato. Questa tipologia, solitamente, è utilizzata per identificare gli impatti più rilevanti relativi al processo considerato o per effettuare l'analisi dell'incertezza.

Un ulteriore distinzione può essere fatta tra i dati “trasformation” o “market”, i primi sono utilizzati quando si hanno informazioni precise relative a un processo, ad esempio della provenienza di un materiale, mentre i secondi costituiscono dati generici del mercato e vengono adoperati nel caso in cui non venga identificato con chiarezza il processo che agisce nel sistema oggetto di studio.

### 1.1.2.3 RECIPE

Il metodo di valutazione degli impatti Recipe è stato elaborato dalla società olandese PRè Consultants in collaborazione con il RIVM (National Institute for Public Health and the Environment), Radboud University Nijmegen e l'università di Leiden (Huijbregts M.A.J at al; 2016) e, attualmente, è uno degli ecoindicatori maggiormente utilizzati.

La sua struttura facilita l'interpretazione degli impatti ambientali in quanto i dati possono essere elaborati con i metodi complementari di midpoint e di endpoint. Recipe comprende diciotto indicatori categorie di impatto che identificano un unico problema ambientale, come il cambiamento climatico o l'ecotossicità, e costituiscono la base per l'analisi a livello di Midpoint; inoltre sono presenti tre indicatori di danno che permettono l'analisi a livello di Endpoint e consistono in: effetti sulla salute umana, effetti sulla qualità degli ecosistemi e diminuzione delle risorse (Huijbregts M.A.J at al; 2016).

Uno studio a livello di midpoint è sicuramente più approfondito ma di difficile interpretazione, per tale motivo spesso le analisi di un sistema di prodotto vengono indagate fino a livello di endpoint. I risultati ottenuti considerando solamente i tre indicatori di danno sono sicuramente più approssimativi e forse troppo riduttivi, ma permettono una più facile e immediata interpretazione degli impatti derivati da un prodotto o processo.

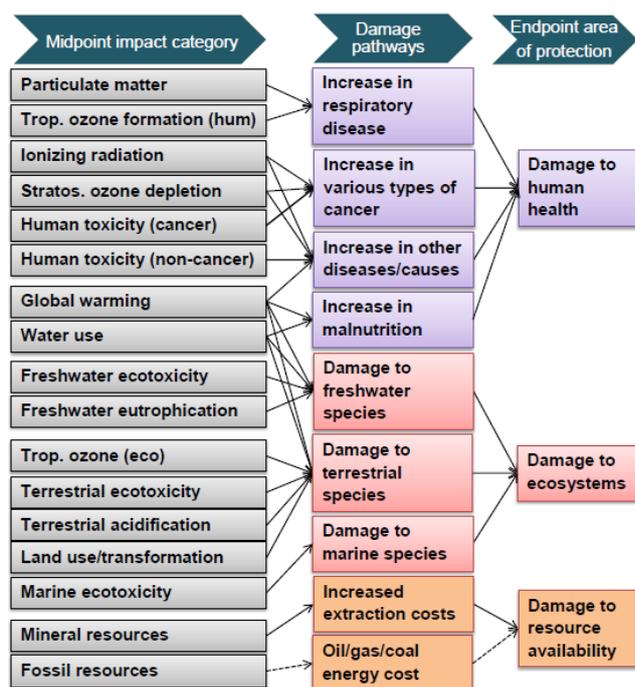


Figura 1.3: Relazione tra i dati LCI (colonna di sinistra), gli indicatori di midpoint (colonna centrale) e di endpoint (destra) (Huijbregts M.A.J; 2016);

## 1.2 LCA A SUPPORTO DELLA CERTIFICAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTO

Come ricordato nel capitolo precedente LCA trova molteplici campi d'applicazione tra cui il supporto alle etichette ambientali di prodotto, strumenti che rientrano nella Politica Integrata di Prodotto (IPP). LCA si inserisce perfettamente all'interno di questa visione perché permette di considerare i prodotti nella loro completezza, dall'origine delle materie prime fino allo smaltimento. Inoltre, costituisce uno strumento accettato, accreditato e validato (UNI EN ISO 14040, 14044) a livello internazionale e rappresenta l'unica base riconosciuta per valutare l'impatto ambientale complessivo di un prodotto (UNI EN ISO 14020).

IPP costituisce un approccio proposto dalla Commissione Europea alla fine degli anni '90 con lo scopo di coordinare e migliorare le diverse politiche ambientali di prodotto. Questa politica nasce dalla consapevolezza che per diminuire l'impatto ambientale è necessario considerare l'intero ciclo di vita del prodotto e non solamente la produzione in se, come indicato anche dal primo dei principi di questa politica. Le strategie dell'IPP seguono 5 principi generali, che sono (ISPRA, <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/sviluppo-sostenibile/strumenti-per-lo-sviluppo-sostenibile/politica-integrata-dei-prodotti-ipp> , 9 febbraio 2018):

1. considerazione del ciclo di vita dei prodotti;
2. collaborazione con il mercato introducendo incentivi per sostenere un mercato più ecologico;
3. coinvolgimento delle parti interessate, promuovendo la collaborazione tra le parti, costituite da industrie, consumatori e autorità pubbliche, e invitandole a intervenire nell'ambito della propria sfera di influenza;
4. incoraggiando il miglioramento continuo delle imprese;
5. utilizzo di molteplici strumenti d'azione.

All'interno di quest'ultimo requisito si inseriscono le etichette ambientali volontarie, che possono essere classificate in (ISPRA, <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/sviluppo-sostenibile/strumenti-per-lo-sviluppo-sostenibile/dichiarazione-ambientale-di-prodotto-dap> , 10 febbraio 2018):

- **Tipo I** (ISO 14024) - sono attestati di eccellenza che vengono assegnati da un ente terzo, pubblico o privato, che ha il compito di attestare il rispetto di precisi criteri prestazionali considerando l'intero ciclo di vita del prodotto. Sono etichette definite *business to consumer*, in quanto rivolte al consumatore finale considerano. Tra queste rientrano Ecolabel Europeo e Angelo Blu.
- **Tipo II** (ISO 14021) - sono autodichiarazioni ambientali realizzate da produttori, portatori o distributori di prodotti. Non richiedono il rispetto di prestazioni minime e non vengono convalidati o certificati da enti terzi, ma sono asserzioni ambientali auto dichiaranti (come slogan). Solitamente coinvolgono solamente una fase della vita del di prodotto (come la biodegradabilità o l'assenza di sostanze nocive), ma è necessaria una verifica che consideri l'intero ciclo di vita, per constatare che non vengano sacrificati altri settori della produzione. Le dichiarazioni, come stabilito dalla ISO, devono contenere informazioni veritiere e verificabili, chiare e specifiche. Sono etichette di tipo *business to consumer* e *business to business*, destinate sia al consumatore finale che a un'altra azienda produttrice (calcolo dell'impronta ecologica)

- **Tipo III** ( ISO 14025) – sono le Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (EPD), dichiarazioni che descrivono le prestazioni ambientali dell'intero ciclo di vita del prodotto. Sono etichette di tipo *business to consumer e business to business*, e, come le precedenti sono etichette destinate sia al consumatore finale che a figure intermedie.

L'obiettivo comune di questi strumenti di divulgazione è quello di comunicare al consumatore e incoraggiarlo a orientare le proprie scelte verso prodotti che hanno un ridotto impatto ambientale (Baldo ed al., 2005); allo stesso tempo però si vuole dare un riconoscimento alle imprese che scelgono percorsi più consapevoli e che indirizzano le proprie politiche verso uno sviluppo più sostenibile.

### **1.2.1 LA CERTIFICAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTO NEL SETTORE DELLA PELLE**

Nel contesto del settore delle pelli, oggetto del presente lavoro di tesi, le etichette di prodotto maggiormente utilizzate sono le seguenti (comunicazione personale del Dr.Zilli, DANI, del 26 settembre 2016):

- EPD
- Impronta di carbonio di prodotto
- Impronta idrica di prodotto
- Ecolabel europeo
- Leather from Italy
- Angelo Blu
- Golden M

In aggiunta alle etichette ambientali elencate si ritiene che anche l'Impronta Ambientale di Prodotto (PEF), una volta conclusa la sua definizione, potrebbe costituire un valido strumento in questo settore.

Di seguito si fornisce una breve descrizione di ciascuna di esse.

#### **DICHIARAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTO (EPD, ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION )**

L'EPD è un marchio ecologico certificato di tipo III disciplinato dalla norma UNI EN ISO 14025:2010, "Etichette e dichiarazioni ambientali- Dichiarazioni ambientali di tipo III".

È una dichiarazione, riconosciuta a livello internazionale, che ha carattere volontario e con cui un'impresa comunica, attraverso la stesura di un report, informazioni oggettive,



confrontabili e credibili relative alla prestazione ambientale dei propri prodotti o servizi. La Dichiarazione Ambientale divulga dati ambientali sull'intero ciclo di vita del prodotto considerato. Infatti, per la sua implementazione è richiesto uno studio LCA, secondo la norma ISO 14040, nel quale vengono soddisfatti i requisiti stabiliti per ogni categoria di prodotto indagata (PCR, Product Category Rules) (ISO 14025). Le informazioni contenute nelle Dichiarazioni hanno esclusivamente carattere informativo (non sono previste modalità di valutazione o il rispetto di livelli minimi o criteri) e i risultati dell'indagine devono essere accreditati da un ente verificatore (organismi di certificazione di prodotto accreditati secondo la norma ISO/IEC 17065), questo conferisce ulteriore credibilità allo strumento, e successivamente possono essere registrati e pubblicati (EPD International AB; 2017).

La metodologia per l'ottenimento del marchio permette di confrontare con facilità le performance ambientali di prodotti funzionalmente equivalenti e rappresenta uno strumento molto apprezzato sia negli acquisti "verdi" delle pubbliche amministrazioni (GPP, Green Public Procurement<sup>3</sup>) sia nel settore privato (EPD International AB; 2017). È possibile presentare una EPD per una sola categoria di impatto (es. Cambiamento climatico, Climate declaration), ma il documento deve essere allegato anche da tutte le altre categorie, per avere trasparenza nei dati forniti.

Questa dichiarazione è molto versatile, infatti è applicabile a tutte le tipologie di prodotti o servizi (Breedveld L.; 2010).

## IMPRONTA DI CARBONIO DI PRODOTTO

L'impronta di carbonio è un indicatore che valuta l'impatto che le attività umane hanno sui cambiamenti climatici, nello specifico misura la quantità di emissioni di gas effetto serra che vengono generate lungo l'intero ciclo di vita di un prodotto.

L'impronta di carbonio di prodotto (CFP, Carbon Footprint of Products) è uno strumento di carattere volontario regolamentato dalla norma UNI CEN ISO 14067:2013, "Gas ad effetto serra - Impronta climatica dei prodotti (Carbon Footprint dei prodotti) -

Requisiti e linee guida per la quantificazione e comunicazione", norma che definisce i principi, i requisiti e le linee guida per la quantificazione e la comunicazione dell'impronta climatica del prodotto. La CFP è una valutazione delle emissioni generate durante ogni fase del ciclo di vita del bene o servizio che si desidera certificare, seguendo lo standard ISO 14040 (ISO



---

<sup>3</sup> GPP, letteralmente gli acquisti verdi della pubblica amministrazione, è "...l'approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minor impatto possibile sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita" Commissione Europea. La politica prevede che le aziende che partecipano ai bandi pubblici lavorino in un'ottica di miglioramento continuo dei loro prodotti, che devono risultare eco-sostenibili e eco-compatibili per restare competitivi all'interno del mercato.

14067:2013). Per tale motivo è necessario svolgere uno studio LCA per individuare e quantificare i consumi delle materie prime e di energia all'interno dei confini del sistema del prodotto analizzato.

Nel calcolo tutti i gas clima-alternativi previsti nel protocollo di Kyoto che risultano correlati direttamente o indirettamente al prodotto analizzato vengono convertiti nella stessa unità di misura, l'anidride carbonica equivalente (CO<sub>2</sub> eq). I valori di CO<sub>2</sub> eq vengono calcolati moltiplicando le emissioni di ciascun gas serra per il suo Potenziale di Riscaldamento Globale (GWP<sup>4</sup>), un valore proporzionale a quello della CO<sub>2</sub> che per convenzione viene posto uguale a 1. Questa conversione raggruppa tutte le emissioni secondo un singolo parametro semplificando in tal modo la lettura dei risultati e agevolando il confronto tra prodotto diversi (Ministro dell'Ambiente 2015).

I risultati dell'indagine possono essere comunicati al pubblico attraverso diversi strumenti di divulgazione, ad esempio attraverso un rapporto che consente la comunicazione all'esterno dell'azienda della CFP, oppure attraverso l'applicazione di un'etichetta in cui vi è una rappresentazione grafica della CFP, piuttosto che con dichiarazioni delle emissioni relative al prodotto. Qualunque sia il metodo scelto la comunicazione può avvenire solamente in seguito alla validazione da parte di un ente terzo, oppure deve essere supportata da un rapporto di divulgazione (ARPAE, [https://www.arpae.it/dettaglio\\_generale.asp?id=3096&idlivello=508](https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=3096&idlivello=508), 10 gennaio 2018)

Le imprese richiedendo la valutazione dell'impronta di carbonio identificano i propri impatti per quanto concerne il cambiamento climatico e si impegnano a definire un piano di "carbon management", con lo scopo di ridurre le emissioni utilizzando metodi economicamente efficienti e tecnologie a basso contenuto di carbonio.

Nel rapporto del Ministro dell'ambiente del 2015 si sottolinea come questo strumento, più di altri, venga percepito dai consumatori come un valore aggiunto all'impresa a cui viene riconosciuto l'impegno verso la sostenibilità.

Nel contesto della presente tesi questo strumento potrebbe avere una duplice funzione, in primo luogo consentire l'identificazione e il miglioramento dei processi di lavorazione delle pelli maggiormente impattanti, in secondo luogo potrebbe costituire una dimostrazione dell'impegno dell'azienda verso l'ambiente.

---

<sup>4</sup> Global Warming Potential, valore caratteristico di ogni gas serra. Esprime il contributo di ogni gas relativamente all'effetto serra provocato dalla CO<sub>2</sub>, il cui valore GWP per definizione è 1

## IMPRONTA IDRICA DI PRODOTTO

L'impronta idrica è un indicatore che permette di valutare il volume di acqua dolce utilizzata e/o inquinata, direttamente o indirettamente, da parte di un consumatore o di un produttore (Ministro dell'ambiente 2013). L'attenzione rivolta verso questa risorsa deriva dall'azione combinata della diminuzione, dello spreco e dell'inquinamento della risorsa idrica, e permette di avere indicazioni sulla sostenibilità della risorsa idrica utilizzata per fini antropici.

Le linee guida per il calcolo della Water Footprint di processi, prodotti ed organizzazioni sono definite e regolamentate dalla norma UNI EN ISO 14064:2016, "Gestione ambientale - Impronta Idrica (Water Footprint) - Principi, requisiti e linee guida". La valutazione dell'impronta idrica è basata sullo studio LCA del prodotto di cui si vogliono valutare gli impatti. Nell'analisi devono essere incluse le emissioni in aria e nel terreno in tutte le fasi del ciclo di vita del prodotto ma è altresì importante considerare la localizzazione geografica in cui viene prelevata o utilizzata l'acqua nei processi, i prodotti o le organizzazioni per cui viene richiesta la valutazione. Al termine del lavoro i risultati degli impatti potranno essere espressi sia con valore singolo che con un profilo degli indicatori di impatto (D'Ovidio et al. 2016).

Secondo la norma la valutazione della Water Footprint si articola in tre fasi:

- La quantificazione e la localizzazione dell'impronta idrica di un prodotto nel periodo di riferimento
- L'analisi della sostenibilità ambientale, sociale e economica dell'impronta idrica
- Definizione di strategie di diminuzione della stessa

Nella stima bisogna considerare l'influenza sul ciclo idrologico da parte i tre componenti che sono (Hoekstra A.Y.,2011):

- Acqua blu: costituisce la quantità di acqua dolce che viene prelevata da acque superficiali o sotterranee per usi agricoli, domestici e industriali. Tale acqua torna nel sistema in tempi diversi o in punti diversi rispetto a dove è avvenuto il prelievo.
- Acqua verde: è l'acqua sequestrata al ruscellamento superficiale, ad esempio l'acqua persa per evapotraspirazione per uso agricolo
- Acqua grigia: rappresenta la quantità di acqua che sarebbe necessaria per diluire gli inquinanti in modo tale che la qualità delle acque rientri negli standard di qualità stabiliti dalla legge.

L'impronta idrica è basata sulla constatazione l'acqua dolce può essere considerata una risorsa limitata sul pianeta e rappresenta un bene sempre più prezioso che si sta deteriorando sempre di più. L'analisi dell'impronta idrica permette di individuare e di conseguenza di intervenire nelle fasi del ciclo di vita di un prodotto che maggiormente incidono sulla risorsa, di attuare politiche aziendali più sostenibili e anche di comunicare al pubblico l'interesse dell'azienda verso questa tematica.

L'acqua costituisce un bene fondamentale per la vita stessa e allo stesso tempo è una risorsa utilizzata in molti processi industriali, il settore della lavorazione delle pelli e uno di questi. La valutazione dell'impronta idrica in questo contesto potrebbe aiutare le aziende produttrici a capire le fonti di maggior impatto per questa risorsa, ma anche a comprendere l'importanza



di preservare la risorsa stessa, ad esempio scegliendo macchinari a basso consumo e/o installando le migliori tecnologie per la purificazione delle acque ri-immesse nel sistema.

## **ECOLABEL EUROPEO**

L'Ecolabel europeo (regolamento CE 66/2010 e modificato dal Regolamento EU 782/2013) è un'etichetta ecologica di natura volontario di Tipo I che attesta la qualità ecologica e premia i prodotti e i servizi che rispondono a criteri ecologici e prestazionali stabiliti a livello europeo. I criteri sono definiti su base scientifica e vengono periodicamente revisionati e resi più restrittivi in modo da premiare i prodotti migliori da un punto di vista ambientale e incoraggiare il miglioramento continuo. I criteri riguardano:

- la preproduzione – progettazione, selezione e acquisto delle materie prime, trasporto e stoccaggio, ecc
- La produzione -trasformazione dei materiali, l'assemblaggio, gestione e organizzazione dell'azienda, ecc
- Distribuzione – vendita e la logistica del prodotto finito
- Consumo e uso – utilizzo
- Smaltimento: gestione di fine vita, riciclaggio, riutilizzo

Il marchio è un attestato di eccellenza che premia i prodotti migliori appartenenti a quel gruppo di prodotti/ a quella categoria. Attraverso uno studio LCA l'impresa dimostra il ridotto impatto sull'ambiente del proprio prodotto lungo tutte le fasi del suo ciclo di vita: dalle materie prime ai processi di lavorazione e al packaging fino alla biodegradabilità. Gli impatti considerati possono riguardare il consumo di energia, l'inquinamento delle acque e dell'aria, la produzione di rifiuti, la gestione sostenibile delle foreste e, in alcuni casi, l'inquinamento acustico e del suolo, parametri a cui è necessario aggiungere i criteri di idoneità all'uso (Confindustria Vicenza 2006). Il Comitato per l'Ecolabel e L'Ecoaudit ha il compito di verificare il rispetto dei criteri, attestando in tal modo l'eccellenza del prodotto, e successivamente può rilasciare il marchio (Ministro dell'ambiente 2016).

Il marchio, rappresentato da una margherita, viene esposto direttamente sul prodotto, aumentandone la competitività nel mercato e dando la possibilità ai consumatori di effettuare scelte più consapevoli al momento dell'acquisto avendo la certezza che i prodotti che presentano il marchio hanno effettivamente un impatto minore sull'ambiente rispetto a altri prodotti analoghi presenti sul mercato.

Attualmente sono stati definiti i criteri per 23 gruppi di prodotti, nel contesto della presente tesi probabilmente il gruppo di maggior interesse è rappresentato dalle calzature. Attualmente sono in via di definizione i criteri per permettere l'ottenimento del marchio anche a prodotti di altri settori, tra cui i mobili, che potrebbe costituire un altro gruppo di rilievo nel settore conciario.



## LEATHER FROM ITALY

Leather From Italy (UNI EN 16484) è una certificazione di prodotto di carattere volontario che attesta l'origine italiana della filiera produttiva delle pelli. Questo marchio garantisce che almeno le fasi di riconciatura, tintura e ingrasso siano effettuate in Italia.

Nel caso in cui l'intero ciclo conciario, ovvero dalla concia del grezzo alla rifinitura, venga svolto in Italia può essere aggiunta al marchio la dicitura "Leather from Italy-full cycle".

La certificazione è disciplinata dalla norma ISO EN 16484 "Cuoio – requisiti per la determinazione dell'origine della produzione del cuoio" e i requisiti per il suo ottenimento vengono verificati da Accredia. Con questo marchio si garantisce che le pelli, essendo lavorate in Italia, siano prive di sostanze indesiderate e realizzate con tecnologie innovative (ICEC <http://www.icec.it/it/certificazioni/sostenibilita-economica-prodotto/made-in-italy-della-produzione-della-pelle> 27 novembre 2017 )



## ANGELO BLU

Blue Angel certifica un ridotto impatto ambientale nonché il rispetto dei requisiti sia in fatto di protezione della salute, compreso sul posto di lavoro, sia in termini di prestazioni ambientali (emissioni, contenuto di sostanze pericolose, risparmio energetico, ecc) . Esso è stato il primo marchio ecologico per i prodotti e i servizi a livello europeo. Venne creato nel 1977 in Germania e attualmente è un marchio molto diffuso,

è infatti presente su oltre 10.000 prodotti e servizi appartenenti a più di 80 categorie, che certifica, attraverso l'analisi dell'intero ciclo di vita del prodotto, l'impegno delle aziende verso l'ambientale e la sua protezione (Camera di Commercio Ancona; 2010). La certificazione prevede limiti restrittivi e rigorosi soprattutto riguardo al contenuto di sostanze pericolose, all'emissione di inquinanti e all'utilizzo di materie prime e di acqua.

L'implementazione del marchio può risultare un vantaggio economico per le aziende che lo detengono. Il logo, infatti, viene applicato direttamente sul prodotto permettendo ai consumatori di effettuare scelte più consapevoli e identificare i prodotti più sostenibili.

Il marchio Angelo Blu è rilasciato dall'organismo RAL gGmbH e i criteri da soddisfare per il suo ottenimento vengono definiti dal lavoro di collaborazione tra l'Agenzia Federale Tedesca per l'Ambiente e una commissione indipendente.

(L'Angelo Blu <https://www.blauer-engel.de/> 3 dicembre 2017)

Nel settore conciario Angelo Blu attesta che le pelli contraddistinte dal marchio rispettano tutta una serie di parametri relativi alle sostanze pericolose e nocive e che sono quindi state lavorate in modo da ridurre gli impatti sulla salute e sull'ambiente sia durante l'utilizzo del materiale



che nelle fasi di smaltimento. (BLAURE Engel, <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/gewerbe-kommune/leder> 12 febbraio 2018)

## **GOLDEN M**

Golden M è un marchio gestito dal consorzio di garanzia per la qualità del mobile tedesco (Deutsche Gütegemeinschaft Möbel). Certifica la qualità dei mobili, così come l'impegno dell'azienda in termini di salute dell'uomo e di riduzione degli impatti ambientali. Per l'ottenimento della certificazione i prodotti devono superare impegnativi test che spaziano in numerosi campi, dalla resistenza dei prodotti a fattori fisici e ambientali a test olfattivi (<http://www.dgm-moebel.de/the-golden-m.html>, 2 dicembre 2017).



All'interno del settore conciario il marchio attesta la qualità della pelle utilizzata per la realizzazione del mobile o dei mobili considerati e allo stesso tempo garantisce l'utilizzo di materiali fabbricati secondo politiche attente all'ambiente e alla salute.

## **IMPRONTA AMBIENTALE DI PRODOTTO (PEF, PRODUCT ENVIRONMENTAL FOOTPRINT)**

L'Impronta Ambientale di Prodotto è uno strumento innovativo definito dalla raccomandazione della Comunità europea 179/2013 e attualmente in via di definizione in Italia. Si tratta di una misura multi-criterio il cui scopo è quello di facilitare la riduzione degli impatti ambientali di prodotti e servizi lungo tutta la filiera produttiva. La metodologia infatti prevede il calcolo delle performance ambientali di beni o servizi considerando l'intero ciclo di vita degli stessi, quindi dall'estrazione delle materie prime fino al suo smaltimento, applicando uno studio LCA. La PEF, una volta che saranno definiti con chiarezza i termini per la sua applicazione, prevedrà la comunicazione al pubblico dei dati maggiormente impattanti sull'ambiente e permetterà il confronto tra le performance ambientali di prodotti appartenenti alle stesse categorie di merci. Gli obiettivi finali della PEF sono quelli di indirizzare il cliente verso scelte "verdi" e, contemporaneamente, incentivare la competitività delle aziende introducendo una metodologia standard e di facile comprensione (JRC; 2012).

## 2. CASO STUDIO

### 2.1. IL DISTRETTO CONCIARIO VICENTINO

Il Distretto Conciario Vicentino, definito anche Distretto della Pelle, è composto da aziende che operano nell'area della valle del Chiampo, in provincia di Vicenza e racchiude Arzignano e l'area da Crespadoro a Montebello, da Montersò a Zermeghedo fino a Montecchio Maggiore (UNIC, 2015). Esso costituisce una parte rilevante dell'economia manifatturiera nazionale, con un fatturato annuo che si avvicina a 3 miliardi di euro, ed è sede di uno dei più grandi distretti conciari sia a livello italiano che internazionale. Il polo conciario raggruppa oltre 800 imprese, dai grandi gruppi industriali ad aziende medio piccole, che insieme rappresentano un organismo unico. La maggior parte delle attività industriali si occupa della concia dove le principali specializzazioni sono la lavorazione delle pelli bovine medio-grandi che vengono destinate principalmente ai clienti dell'imbottito (arredamenti di interni e auto), alla calzatura e alla pelletteria (UNIC, [http://www.unic.it/it/distretti\\_conceria\\_italiana.php](http://www.unic.it/it/distretti_conceria_italiana.php) , 17 dicembre 2017). Attorno a quest'industria si è sviluppato un importante intreccio di aziende specializzate in attività collaterali, il cosiddetto "indotto", dove i settori più rilevanti sono costituiti dal commercio all'ingrosso e dalla produzione di macchinari per le lavorazioni delle pelli (Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Vicenza, 2008).

Il Distretto della Pelle nasce in risposta alla necessità di ristrutturare i processi di produzione per fronteggiare la crisi che ha colpito molti settori del Made in Italy e, al tempo stesso, per superare le incertezze relative ai temi ambientali.

I problemi ambientali legati alla lavorazione delle pelli influiscono in modo rilevante sulla percezione delle attività del Distretto e sulle condizioni di vita del territorio. Risulta sempre più evidente l'importanza di contenere gli effetti ambientali seguendo politiche di salvaguardia ambientale, utilizzando risorse rinnovabili, effettuando operazioni di riciclo e recupero, ottimizzando il disinquinamento delle emissioni e investendo nella ricerca per migliorare i processi e i consumi. Questi sforzi rappresentano le basi per uno sviluppo sostenibile nel medio-lungo periodo. Gli stessi clienti chiedono oggi la qualità ambientale dei prodotti e dei processi e, quando anche i paesi in via di sviluppo sentiranno il problema ambientale, le innovative "soluzioni ambientali" impiegate garantiranno un ulteriore vantaggio competitivo del distretto all'interno del mercato mondiale (Banca Intesa S.p.A. 2006).

Il Distretto della Pelle dedica crescente attenzione al tema ambientale e tutta la filiera produttiva collabora a supporto della sostenibilità (UNIC, 2015). Sono sempre maggiori gli investimenti sui rapporti interni alla filiera e sulla comunicazione con il pubblico, allo stesso modo vengono incrementati i fondi per la formazione di personale esperto e la ricerca di nuove tecnologie più sostenibili, sia nelle fasi di lavorazione che in quelle di recupero degli scarti o dei prodotti a fine vita.

In questo contesto si inserisce il progetto curato dalla società di Confartigianato Vicenza, Cesar, "La Filiera Responsabile: promuovere e valorizzare il Distretto Conciario Vicentino" che vuole sostenere la responsabilità sociale e la sostenibilità ambientale delle imprese. Il progetto è finanziato dalla Regione Veneto con il Fondo Sociale Europeo e si inserisce all'interno del

programma “ResponsabilMente – Promuovere l’innovazione sociale e trasmettere l’etica – Percorsi di RIS” (Dgr 948/2016). Il progetto “La Filiera Responsabile” di durata biennale, che si concluderà a novembre 2018, ha l’obiettivo di sviluppare una filiera integrata con il territorio e di affiancare le imprese per raggiungere un modello di distretto sostenibile e responsabile. Sono stati previsti incontri informativi, workshop, corsi di formazione e consulenze individuali per stimolare le aziende all’innovazione, alla ricerca di tecniche di lavorazione che siano tendenzialmente a rifiuti zero, alla diminuzione e al recupero degli scarti e dei rifiuti e all’investimento sui sistemi di certificazione. Attualmente nel progetto sono coinvolte 180 persone, oltre 26 aziende e tredici partner. Grazie a questo percorso si vuole incoraggiare la collaborazione tra le aziende e la nascita di azioni costruttive con clienti, fornitori, collaboratori e altri portatori d’interesse pubblici e privati (Cesar; 2017).

### **2.1.1. STATO DI IMPLEMENTAZIONE DELLE CERTIFICAZIONI AMBIENTALI DI PRODOTTO NEL DISTRETTO CONCIARIO VICENTINO**

Il primo passo nell’ambito del progetto La Filiera Responsabile è stato quello di indagare la conformità all’interno del Distretto alle normative ambientali obbligatorie e volontarie applicabili al contesto aziendale della lavorazione della pelle, focalizzando l’attenzione sulle certificazioni volontarie di organizzazione e di prodotto. Per soddisfare tale obiettivo è stato utilizzato il metodo di indagine del questionario on-line, come illustrato nel paragrafo seguente.

### **2.1.2. METODO DI INDAGINE**

Il questionario online rappresenta il mezzo più efficace per la raccolta di dati rilevanti in un periodo di tempo limitato e per questa sua caratteristica è stato scelto come metodo di indagine all’interno del progetto. Per monitorare lo stato di implementazione delle certificazioni ambientali è stato redatto un questionario comprensivo di 30 domande, suddivise in 4 sezioni:

1. Quesiti connessi alle autorizzazioni ambientali necessarie alle aziende del Distretto, agli scarichi e alle emissioni;
2. Quesiti relativi alle certificazioni ambientali di organizzazione;
3. Quesiti riguardanti le certificazioni ambientali di prodotto;
4. Raccolta di informazioni su eventuali interventi nel settore ambientale suggeriti dalle aziende al fine di migliorare la produttività e la sostenibilità della filiera produttiva.

Il questionario inizia con una breve presentazione del progetto “La Filiera Responsabile”, vengono descritti gli obiettivi e le modalità di compilazione e, nelle pagine successive, sono richiesti alcuni dati per l’identificazione delle aziende, seguite dall’elenco delle domande d’indagine.

L'ente Cesar ha somministrato tramite posta elettronica il questionario a 125 aziende selezionate all'interno del gruppo che ha partecipato al progetto "La Filiera Responsabile", indicando nell'e-mail il link di accesso per la compilazione e riportando una breve introduzione del progetto ResponsabilMente, insieme alla descrizione dello scopo, degli obiettivi e ai termini di compilazione del questionario. Le aziende contattate hanno avuto a disposizione 30 giorni per la compilazione, dal 24 marzo 2017 al 22 aprile 2017, e i risultati sono stati raggruppati avvalendosi del sistema operativo SurveyMonkey.

Su un totale di 125 questionari solamente 32 (25.6%) sono stati compilati in modo completo, 16 aziende (12.8%) hanno iniziato, ma non terminato il questionario, 58 aziende (46.4%) non hanno compilato nessuna delle sue parti e le restanti 19 aziende (15.2%) hanno esplicitamente dichiarato di non essere interessate a rispondere al sondaggio. Questo indice di risposta è coerente con le percentuali di risposta media per i sondaggi online, che si attestano intorno al 30% (Hamilton, 2003).

Mentre le risposte alle parti relative alle certificazioni obbligatorie, alle emissioni, alle certificazioni di organizzazione e alle proposte riguardo a interventi futuri sono state presentate e discusse in un precedente lavoro di tesi (Hasaj E. 2016-2017), il presente studio approfondisce esclusivamente i risultati relativi all'implementazione delle certificazioni di prodotto.

### **2.1.3 RISULTATI E DISCUSSIONE**

Di seguito sono presentati i risultati del questionario relativamente alla sola terza parte indicando le domande con un numero riferito ai quesiti così come sono presentati nel questionario (Q22, Q23, Q24, etc.).

La terza parte dell'indagine era volta a comprendere in che modo le certificazioni di prodotto siano implementate all'interno del Distretto Conciario Vicentino. Nello specifico sono state indagate sei certificazioni (descritte in dettaglio nel capitolo precedente):

- EPD
- Ecolabel
- Carbon Footprint
- Leather From Italy
- Angelo Blu
- Golden M

Nelle ultime due domande di questa sezione si focalizza invece l'attenzione sull'Impronta Ambientale di Prodotto (PEF) con l'obiettivo di investigare lo stato di conoscenza di questo strumento ambientale ancora in via di definizione.

Q 22- *Quali certificazioni di prodotto sono state implementate nella vostra azienda? Quando?*

La prima domanda vuole valutare quanto siano implementate le certificazioni di prodotto proposte nel questionario all'interno del Distretto conciario vicentino.

Un totale di 26 aziende ha risposto a questa domanda, di queste, 3 hanno intrapreso il percorso delle certificazioni ambientali, ma solamente due hanno ritenuto importante rinnovare la certificazione ottenute. Le certificazioni implementate sono: EPD, Carbon Footprint, Leather From Italy, Angelo Blu e Golden M. Nello specifico un'azienda ha implementato: EPD, Carbon Footprint, Leather From Italy, Blue Angel, Golden M. Un'azienda solamente Golden M (Figura 2.1).

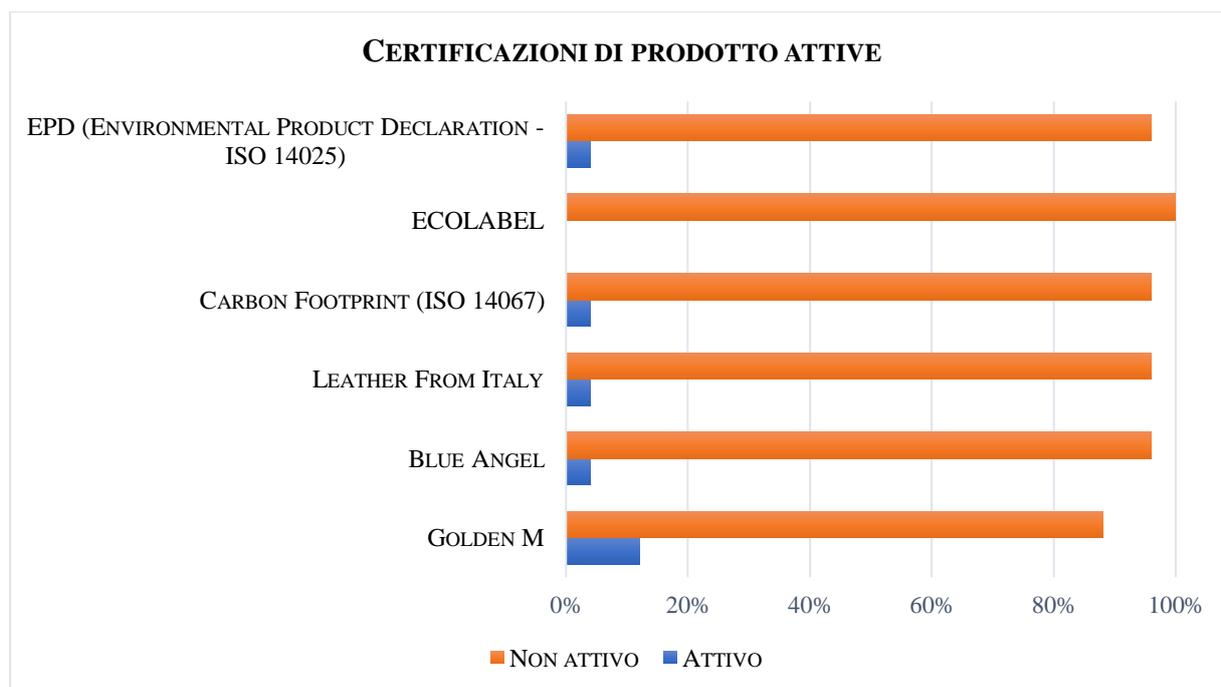


Figura 2.1: Stato di implementazione delle certificazioni ambientali di prodotto;

La domanda chiede inoltre di specificare le motivazioni che hanno indotto a non intraprendere un percorso per l'ottenimento di una certificazione di prodotto.

Le risposte sono state fornite da 24 aziende e hanno evidenziato che: EPD risulta essere troppo onerosa sia per le risorse economiche sia umane richieste, da cinque aziende in totale e tra queste, tre non ritrovano benefici dall'implementazione della certificazione; Ecolabel e Carbon Footprint sono state considerate troppo onerose da cinque aziende, due delle quali non comprendono i vantaggi che ne derivano; infine 4 aziende ritengono che anche Leather From Italy, Blue Angel e Golden M richiedano procedure troppo costose e, tra queste, due delle aziende considerano tutte e tre le certificazioni non particolarmente utili.

La domanda prevedeva anche la possibilità di indicare, al di fuori delle motivazioni fornite, altre spiegazioni che hanno indotto le aziende a non avvicinarsi alle certificazioni di prodotto. Una media di 17 aziende ha risposto a questa parte della domanda e dalle risposte è emerso che frequentemente le certificazioni non vengono implementate perché non ancora esplicitamente richieste nel mercato.

Q 23- Quali benefici può portare all'azienda l'adozione di un sistema di certificazione ambientale di prodotto?

Nella seconda domanda è stato chiesto alle aziende di individuare i benefici derivanti dall'adozione di una certificazione di prodotto, con lo scopo di indagare il punto di vista delle aziende e comprendere quali siano i meriti maggiormente riconosciuti alle certificazioni di prodotto.

Per semplificare l'analisi sono state fornite otto risposte accanto alle quali le aziende potevano indicare una tra le seguenti opzioni: “molto rilevante”, “moderatamente rilevante”, “non rilevante” o “non lo so”. Le risposte individuate erano:

- Maggiore efficienza del processo produttivo del prodotto certificato
- Miglioramento degli aspetti prestazionali del prodotto
- Migliore comunicazione della qualità e delle performance ambientali del prodotto
- Riduzione dei costi di produzione
- Maggiore competitività del prodotto nel mercato di riferimento
- Aumento del valore della proposta commerciale
- Rafforzamento della reputazione e credibilità dell'azienda nei confronti di clienti, business partner e degli stakeholder in generale
- Dimostrazione dell'impegno nell'anticipare gli sviluppi legislativi in materia ambientale

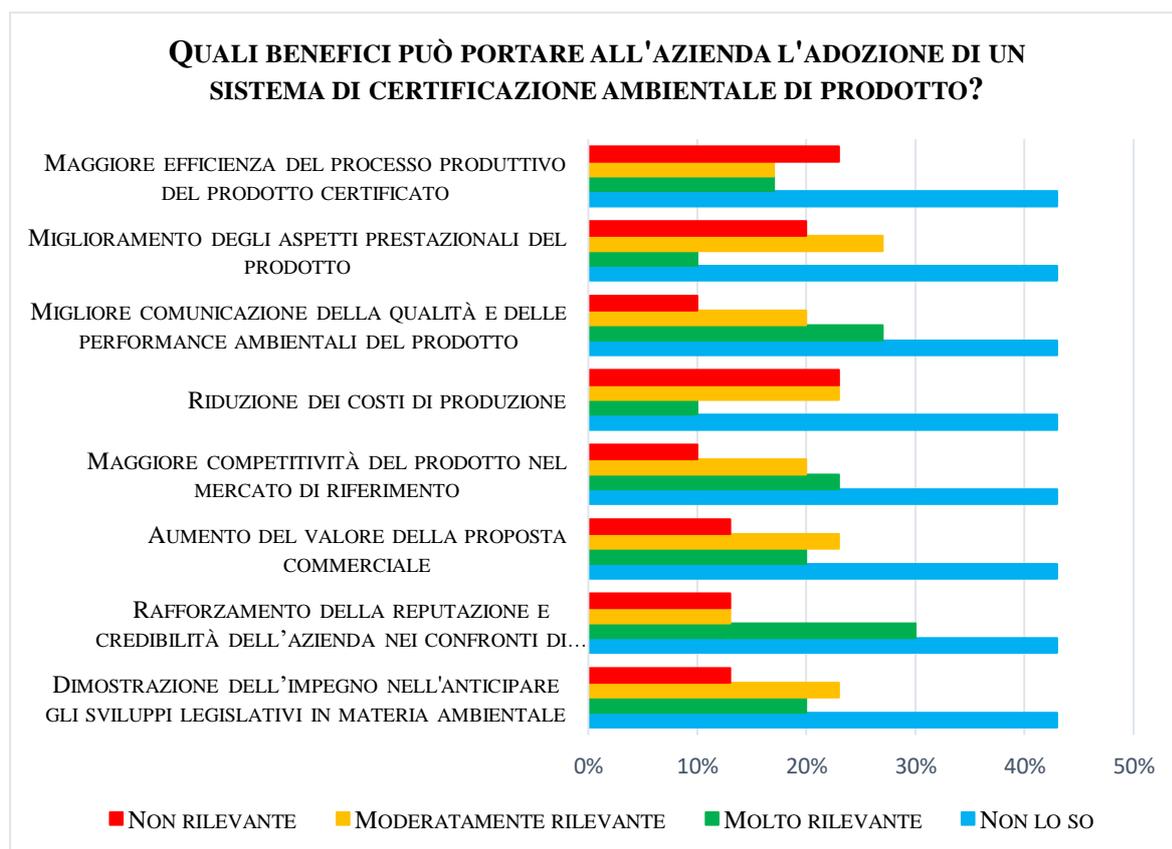


Figura 2.2: Benefici portati all'azienda dall'implementazione di una certificazione di prodotto;

A questa domanda ha risposto un totale di 30 aziende (Figura 2.2).

Analizzando le singole opzioni si vede che l'unico dato rilevante è la scarsa conoscenza dei benefici derivanti dall'implementazione di una certificazione di prodotto, infatti il 43% delle aziende hanno risposto a tutte le voci indicando la dicitura "non lo so".

Poiché uno degli obiettivi della domanda era ottenere una panoramica sui vantaggi identificati dalle aziende è stato deciso di analizzare i dati considerando le opzioni "molto rilevante" e "moderatamente rilevante" come un'unica risposta. Dall'analisi emerge che i maggiori benefici riconosciuti dalle aziende alle certificazioni di prodotto sono: il miglioramento della comunicazione della qualità e delle performance ambientali (47%); il miglioramento dell'efficienza del processo produttivo (44%); l'aumento del valore della proposta commerciale e della competitività nel mercato, nonché la dimostrazione dell'impegno delle aziende verso l'ambiente e il rafforzamento della reputazione e della credibilità dell'azienda stessa nei confronti di clienti, business partner e degli stakeholder in generale (43%); il miglioramento negli aspetti prestazionali del prodotto (37%) e la diminuzione dei costi di produzione (23%).

Infine, si osserva che alcuni dei miglioramenti indicati vengono considerati di scarso interesse per alcune aziende (risposte "non rilevante"). Nello specifico, le percentuali più significative indicano che il 23,33% ritiene che non si otterrebbero vantaggi rilevanti nell'efficienza del processo produttivo del prodotto certificato e non si riscontrerebbero riduzioni nei costi di produzione, mentre il 20% non vede dei miglioramenti possibili negli aspetti prestazionali del prodotto stesso. Nessuna delle aziende consultate ha indicato altri benefici.

*Q 24- In quali certificazioni di prodotto investireste per il futuro?*

La terza domanda pone l'attenzione sulle intenzioni future delle aziende e si prefigge lo scopo di individuare quali certificazioni di prodotto potrebbero rappresentare un buon investimento nel settore conciario.

Dal sondaggio si ricava che su un totale di 29 aziende quasi il 76% non ha intenzione, al momento, di investire in alcuna certificazione di prodotto, il 10% si sta interessando alla Carbon Footprint e/o al Leather From Italy, mentre solamente il 3% (un'azienda) investirebbe nel EPD. Inoltre un'azienda ha specificato che investirebbe nella Water Footprint, certificazione che non era stata inclusa nell'elenco fornito nel questionario. Emerge quindi che nessuna delle aziende contattate investirebbe in ECOLABEL, Blue Angel o Golden M (Figura 2.3).

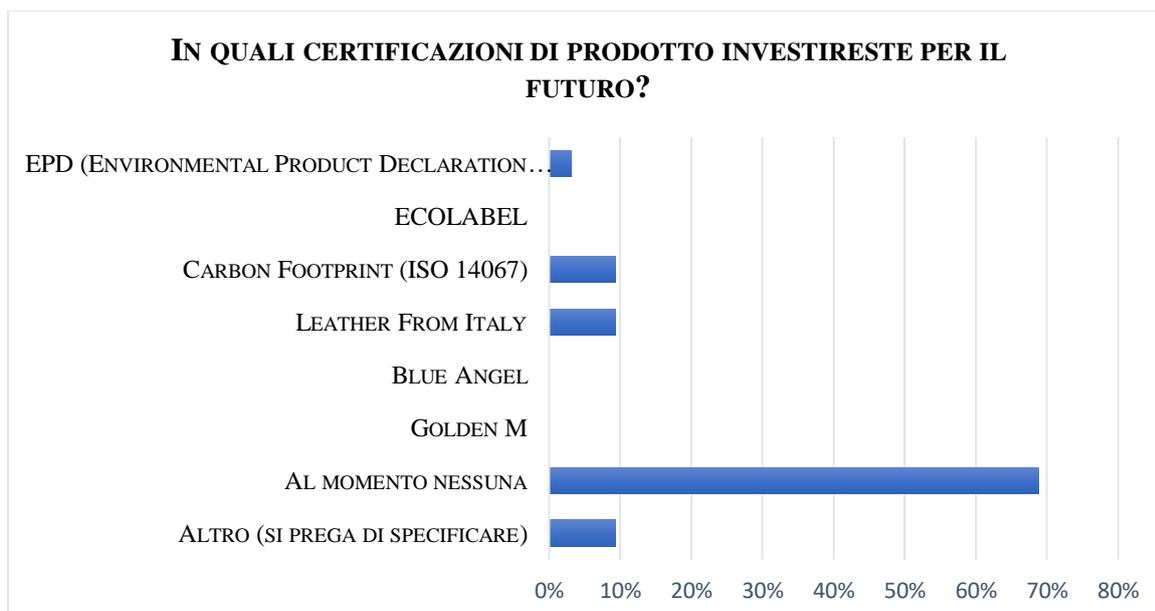


Figura 2.3 : Certificazioni ambientali di prodotto che potrebbero essere implementate in futuro;

Dal momento che il questionario è stato proposto ad un'ampia gamma di aziende che operano in diversi settori della lavorazione delle pelli, che comprendono ad esempio la concia, la costruzione di macchinari per la lavorazione o contoterzisti, per valutare l'interesse effettivo delle aziende produttrici di manufatti è stata svolta un'indagine dei siti web per capire quali, tra le aziende che hanno risposto alla domanda, si occupano direttamente della lavorazione e/o produzione di pelli e pellame. La scelta di effettuare questa valutazione deriva dalla constatazione che non ci si aspetta interesse verso certificazioni di prodotto quali Leather From Italy o Golden M da aziende che si occupano ad esempio di controlli qualità o fungono da intermediari nella fase di commercializzazione, tuttavia esse potrebbero essere interessate ad analisi sull'impronta di carbonio o alla Dichiarazione Ambientale di Prodotto. Nel caso specifico sono state identificate due aziende che rispondono a queste caratteristiche e solamente una di esse sostiene di voler investire in futuro nelle due certificazioni sopra elencate.

Tra le restanti aziende, invece, 24 si occupano direttamente della lavorazione della pelle. All'interno di questo gruppo sono presenti 5 aziende che intervengono solamente in determinate fasi della lavorazione, ad esempio nelle fasi di stampatura e/o foratura e non hanno modo di investire in certificazioni di prodotto, mentre 19 si occupano dell'intero ciclo di lavorazione, dalla scelta delle materie prime fino alle fasi di distribuzione. Dall'analisi su quest'ultimo gruppo di aziende emerge che il 74% (14 aziende) al momento non investirebbe in alcuna delle certificazioni sopra elencate.

Delle restanti 5 aziende, due si dimostrano interessate esclusivamente al marchio Leather From Italy, una ripone la sua attenzione sia sul marchio Leather From Italy sia sulla Carbon Footprint, un'altra predilige l'impronta di carbonio e aggiunge che investirebbe anche nella Water Footprint (certificazione non presente nell'elenco fornito) ed infine l'ultima azienda segnala che si sta appena informando sul tema delle certificazioni di prodotto.

Questi dati sembrerebbero dimostrare uno scarso interesse verso le certificazioni di prodotto, tuttavia, considerando nello specifico la certificazione Golden M, è importante considerare che

poche aziende operano nella produzione di mobili e che tali aziende sono già in possesso di certificazioni che attestano la qualità dei loro prodotti; questo potrebbe spiegare lo scarso interesse verso la presente certificazione (Figura 2.4).

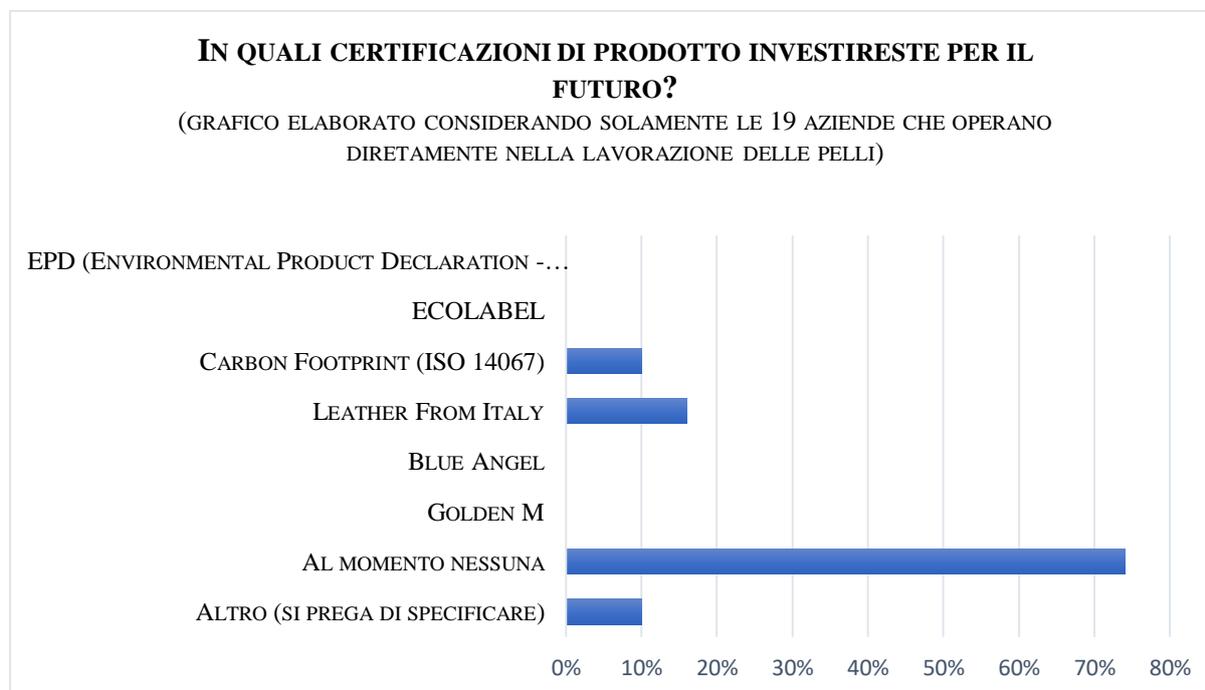


Figura 2.4: Certificazioni ambientali di prodotto che potrebbero essere implementate in futuro, 19 aziende;

### Q 25- Perché?

Questa domanda fa riferimento alla precedente, nella quale sono state verificate le intenzioni future delle aziende, e vuole individuare le motivazioni che porterebbero un'azienda a investire in una determinata certificazione di prodotto (Figura 2.5).

Nella domanda erano previste sette opzioni (miglioramento degli aspetti prestazionali del prodotto; migliore efficienza ambientale del processo produttivo del prodotto certificato; riduzione dei costi di produzione; maggiore competitività del prodotto nel mercato di riferimento; migliore comunicazione della qualità e delle performance ambientali del prodotto; rafforzamento della reputazione e credibilità dell'azienda nei confronti di clienti, business partner e degli stakeholder in generale; dimostrazione dell'impegno nell'anticipare gli sviluppi legislativi in materia ambientale) ed è stato chiesto ad ogni azienda di assegnare ad ognuna di esse una delle seguenti quattro risposte: "non rilevante", "moderatamente rilevante", "molto rilevante" e "non lo so".

Quest'analisi conferma i risultati emersi nella risposta precedente. Circa il 55% delle aziende, su un totale di 30, non conosce motivazioni valide che supportino l'adozione di una nuova certificazione di prodotto, una percentuale che varia tra il 16 e il 22% non ritiene utile

l'implementazione di una certificazione, mentre le restanti aziende riconoscono i vantaggi delle certificazioni e sarebbero disponibili in futuro ad investire in alcune di esse.

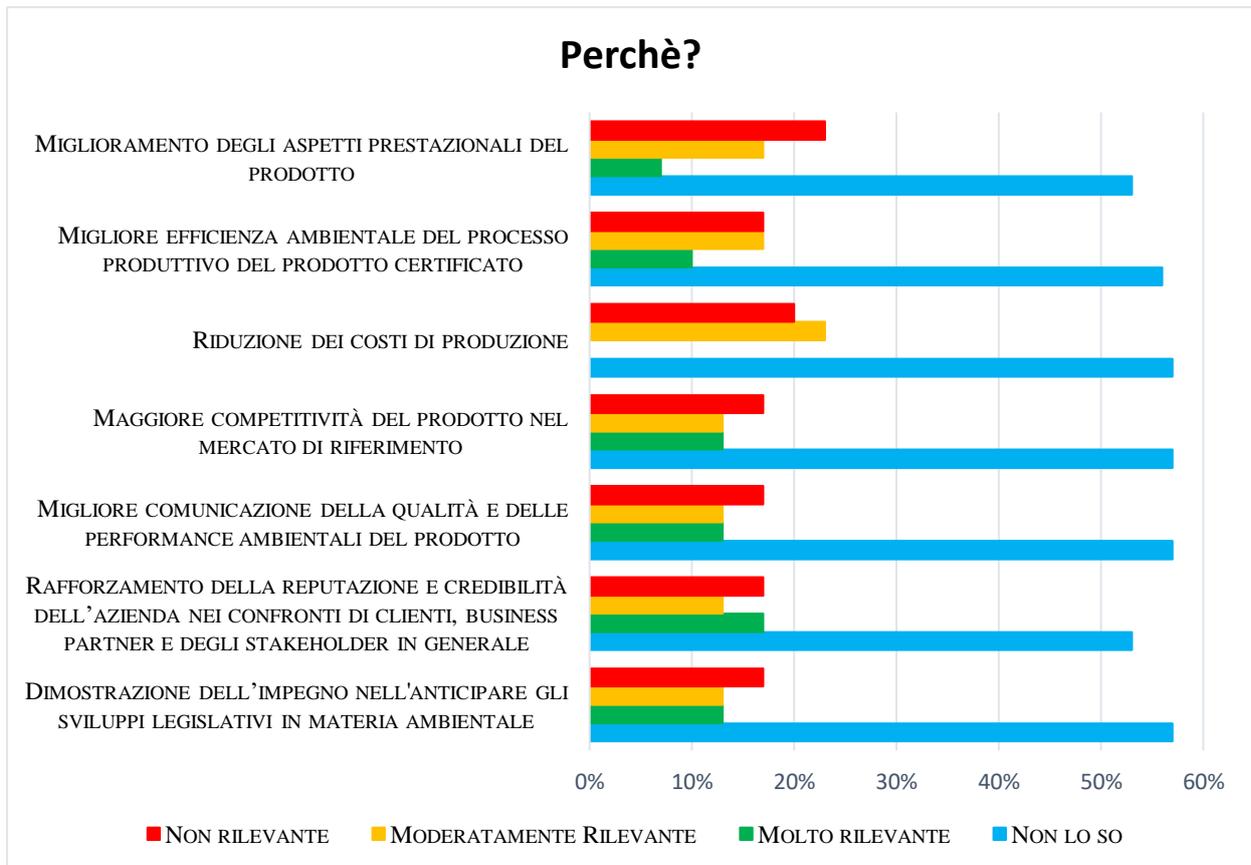


Figura 2.5: Motivazioni dell'implementazione di una certificazione di prodotto;

*Q26- Qual è il sistema di certificazione ambientale di prodotto che ritenete più competitivo per il settore della pelle?*

Nella quinta domanda si vuole individuare, tra le certificazioni elencate, quale risulta la più competitiva nel settore conciario.

Dalle risposte si evince che la maggior parte delle aziende (80% di 30) non è in grado di indicare quale strumento sia più competitivo. Il 10% delle aziende riconosce come più competitiva la certificazione EPD, il 6,70% la Carbon Footprint e una sola azienda (3,30%) il Leather From Italy, mentre Ecolabel, Blue Angel e Golden M non sono state considerate strumenti competitivi da nessuna delle aziende consultate (Figura 2.6).

## QUAL'È IL SISTEMA DI CERTIFICAZIONE DI PRODOTTO CHE RITENETE PIÙ COMPETITIVO PER IL SETTORE DELLA PELLE?

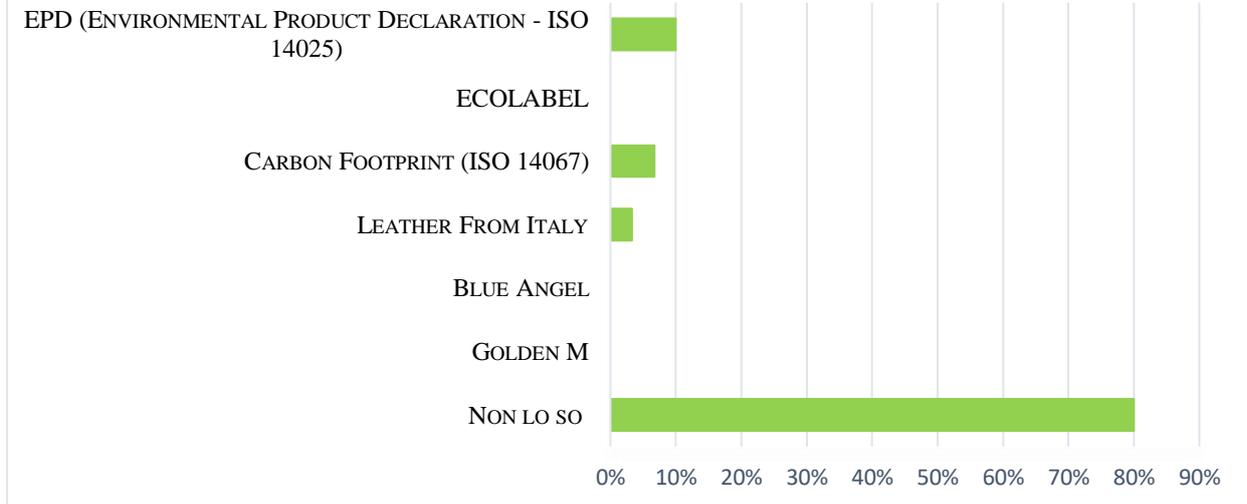


Figura 2.6: Certificazione di prodotto ritenuta più competitiva;

*Q27- Perché? Se presenti, indicare le motivazioni per cui ritenete che la certificazione di prodotto indicata sia la più competitiva per il settore della pelle?*

Questa domanda è collegata alla precedente e vuole indagare le motivazioni che hanno indotto un'azienda a indicare una determinata certificazione di prodotto come la più competitiva.

Analizzando i risultati è emerso che 18 aziende su 24 (67%) non sono in grado di motivare la loro scelta.

Tre aziende hanno argomentato la scelta dell'EPD descrivendola come la certificazione meglio strutturata e controllata, ma anche la più flessibile e utile per far conoscere l'impatto ambientale del proprio prodotto. Due aziende prediligono la Carbon Footprint perché in grado di indicare l'impatto causato dalla lavorazione delle pelli, sottolineando la crescente attenzione su questo argomento (il contributo al cambiamento climatico e ai suoi impatti) da parte di consumatori e clienti. Infine un'azienda ritiene il Leather From Italy un punto di forza per la concorrenza mondiale.

Q28- *Conoscete l'impronta ambientale di prodotto (PEF- Product Environmental Footprint) in via di definizione proposta dalla Commissione Europea?*

Con questo quesito si vuole capire se le aziende conoscano la certificazione “impronta ambientale di prodotto”, ovvero la PEF, che vede le “pelli” tra i suoi casi pilota.

I dati evidenziano che 25 aziende su 31 (80,65 %) non sono a conoscenza di questo nuovo strumento di certificazione (Figura 2.7).

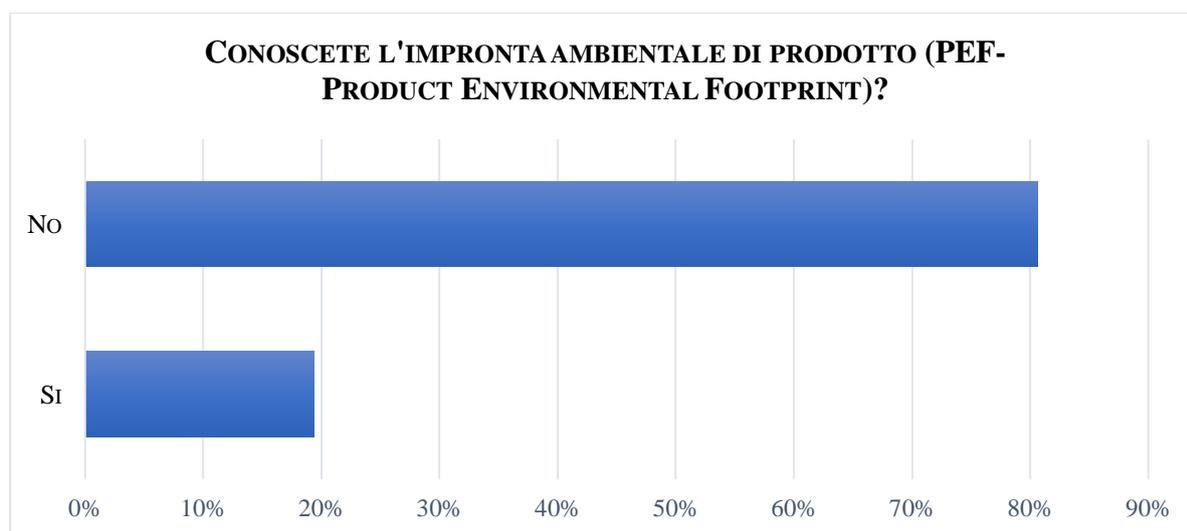


Figura 2.7: Conoscenza dell'impronta ambientale di prodotto (PEF);

Q29- *Che opinione avete al riguardo?*

La domanda è complementare alla precedente e i dati sembrano confermare la scarsa conoscenza della certificazione PEF, infatti, delle 30 aziende che hanno risposto alla domanda, il 73,33% non sa definire l'utilità della certificazione stessa. Le altre aziende reputano la PEF o “molto utile” (10%) o “moderatamente utile” (13%), mentre solamente per un'azienda risulta “non utile”.

## CONCLUSIONE

Il quadro che emerge dalle risposte date a questa sezione del questionario non sembra quindi essere positivo. L'interesse per le certificazioni di prodotto in questo settore risulta ancora basso, almeno in relazione alle certificazioni indicate nelle domande. Questi dati potrebbero derivare dal fatto che non tutte le aziende interpellate producono un prodotto finale e di conseguenza non possono usufruire direttamente dei vantaggi derivanti da una certificazione di prodotto oppure dalla delicata situazione economica odierna. Molte delle imprese sono medio-piccole e possono vedere le procedure per ottenere una certificazione più come un costo

aggiuntivo che come un'opportunità. Questa assunzione potrebbe essere consolidata dal fatto che le aziende più grandi risultano tutte attente ai temi ambientali e hanno scelto di implementare e mantenere attive molte delle certificazioni considerate nel presente questionario.

## 2.2 L'AZIENDA E IL PRODOTTO SELEZIONATO PER L'ANALISI

Nel capitolo successivo verrà presentato uno studio LCA relativo alla fase d'uso di due macchinari prodotti da Gemata S.p.a. un'azienda leader nel settore della produzione di macchinari per la lavorazione delle pelli. L'azienda ha partecipato al progetto "La Filiera Responsabile", frequentando i seminari proposti da Cesar e richiedendo le consulenze aziendali sullo sviluppo sostenibile tenute da alcuni membri della società GreenDecision, spin-off dell'Università Ca' Foscari, che hanno lavorato in collaborazione con l'ente Cesar.

Gemata S.p.A. nasce nel 1971 come piccola impresa per la manutenzione delle macchine per l'industria conciaria e in pochi anni si specializza nella costruzione di una propria linea di macchine per la lavorazione. La crescita dell'azienda inizia negli anni '90 e l'incessante lavoro di ricerca verso nuove tecnologie nonché la spinta verso il miglioramento continuo hanno portato Gemata a diventare in breve tempo leader mondiale nel settore della costruzione di macchinari per la rifinizione delle pelli.

Dal 2001 si osserva un'ulteriore evoluzione dell'azienda che, in seguito all'acquisto del marchio FBP, sviluppa un nuovo piano di lavoro dove è prevista la progettazione e la produzione di impianti per la movimentazione, il trasporto, la selezione e lo stoccaggio delle pelli. Due anni dopo l'azienda vede una nuova espansione e, con l'acquisizione della ditta concorrente Rollmec S.p.A., decide di ampliare le conoscenze e lo sviluppo degli impianti per il fissaggio dei tessuti e di allargare la propria produzione concentrandosi sullo sviluppo di nuove macchine innovative per la smaltatura e sanitatura del vetro piano.

Nel primo decennio del 2000 Gemata si espande sia nel Sud America, dove inaugura una nuova sede in Brasile, a San Leopold, con la partecipata Gemata do Brasile, sia in Asia, dove apre una sede in India con la partecipata Gemata Industry India Pvt.Ltd.

Infine, conclusa l'acquisizione dell'azienda Linta S.p.A., viene rinnovata l'intera gamma delle macchine spaccatrici per mezzo di un incremento degli standard qualitativi e produttivi.

Gemata S.p.A. oggi si distingue per il suo carattere innovativo, affiancato dall'attenzione per i propri clienti che vengono assistiti grazie al lavoro di personale altamente qualificato e motivato. La produzione di macchinari di qualità è affiancata da un continuo lavoro di ricerca e progettazione che si completa con la collaborazione tra l'ufficio interno Ricerca e Sviluppo e varie tipologie di aziende esterne. Infatti sia le grosse aziende chimiche sia i clienti del settore hanno a disposizione un laboratorio di macchine per la rifinizione di pelli, tessuti e vetro piano al fine di consentire la sperimentazione e la ricerca di nuovi composti e prodotti.

L'azienda inoltre valorizza e tiene in grande considerazione sia i suoi dipendenti che le tematiche ambientali. È stata infatti la prima azienda nel settore conciario ad aver ottenuto:

- la Certificazione di qualità ISO 9002 nell'aprile 1999
- la Certificazione ambientale ISO 14001 nel luglio 2001
- la Certificazione di qualità ISO 9001:2000 nel giugno 2003
- la Certificazione di sicurezza Lavoro Sicuro nel luglio 2009

L'attenzione verso l'ambiente è visibile in molti aspetti della ditta, ad esempio gli edifici aziendali sono stati ampliati e modernizzati seguendo tecnologie di efficienza ambientale allo stato dell'arte. Inoltre l'azienda dedica molte ricerche alla progettazione e fabbricazione di macchinari innovativi che utilizzano tecnologie con un ridotto impatto ambientale e dagli anni

novanta promuove l'utilizzo di impianti a tecnologia a rullo usati nella rifinizione delle pelli intere, tecnologia che sta pian piano sostituendo la classica verniciatura a spruzzo nella rifinizione di pelli destinate all'arredamento e alla carrozzeria auto (Gemata; [https://www.gemata.it/a\\_14\\_EN\\_12\\_1.html](https://www.gemata.it/a_14_EN_12_1.html); 1 Dicembre 2017)

Nel presente lavoro di tesi verrà svolto uno studio LCA "gate to gate" che indagherà gli impatti derivanti dalla fase d'uso di due macchinari prodotti dall'azienda che vengono impiegati in una delle fasi di rifinizione della pelle, la fase di verniciatura. I macchinari analizzati sono Spraystar 3400 e Megastar 3400, il primo effettua la verniciatura delle pelli mediante tecnologia a spruzzo, mentre il secondo opera mediante tecnologia a rullo. Con questo studio sarà possibile confrontare gli impatti derivati dall'utilizzo dei due impianti appena citati e, se seguiranno studi più approfonditi in cui verranno ampliati i confini del sistema in modo da comprendere l'intero ciclo di vita del prodotto, si potrà ambire all'ottenimento di una certificazione di prodotto. L'azienda infatti sembra intenzionata ad approfondire le conoscenze in merito agli impatti ambientali derivanti dall'utilizzo dei propri prodotti. Inoltre il seguente lavoro permetterà all'azienda di intraprendere un nuovo percorso di politica ambientale.

Nello specifico i due macchinari considerati rappresentano entrambi dei modelli di punta dell'azienda per i quali vengono adottate le migliori conoscenze tecniche in modo da ridurre, per quanto possibile, gli impatti ambientali e i consumi energetici derivati dal loro utilizzo. SPRAYSTAR 3400 è la nuova cabina di spruzzatura proposta. La distribuzione del prodotto chimico avviene mediante aerografi e questo permette di ottenere ottimi risultati sulla pelle lavorata a discapito però dell'ambiente. Infatti, l'utilizzo di questa tecnologia porta alla dispersione di una notevole quantità di prodotto chimico, inoltre anche i consumi di energia, acqua e aria compressa sono abbastanza elevati (Gemata; [https://www.gemata.it/a\\_33\\_EN\\_25\\_1.html](https://www.gemata.it/a_33_EN_25_1.html), 4 dicembre 2017).

MEGASTAR 3400 è la rappresentante della rivoluzionaria tipologia di macchinari con tecnologia a rullo in reverse. L'impianto permette la rifinizione di qualsiasi tipologia di pelle, comprese quelle molto difettate, con alte variazioni di spessore e con elevato grado di morbidezza, che una volta trattate risultano prive di difetti superficiali. Consente inoltre una applicazione e distribuzione uniforme di qualsiasi prodotto (profondi, fondi, olii e cere) con quantità che variano da 2.5 a 40 grammi per piede quadro, distribuite sia con sistemi a caldo che a freddo, processo per il quale sono utilizzate meno risorse energetiche e materiali rispetto a SPRAYSTAR 3400 (Gemata; [https://www.gemata.it/a\\_3\\_EN\\_220\\_1.html](https://www.gemata.it/a_3_EN_220_1.html); 5 dicembre 2017)

## **3 RISULTATI E DISCUSSIONE**

Come introdotto nel capitolo precedente, il caso di studio esaminato in questa tesi è stato proposto da Gemata S.r.l. e ha l'obiettivo di indagare e confrontare gli impatti derivati esclusivamente dalla fase d'uso del macchinario impiegato per la rifinitura della pelle Superstar 3400, che si inserisce all'interno della linea di rifinitura a spuzzo, e del macchinario Megastar 3400, che invece interviene nella linea di rifinitura a rullo.

Per lo studio è stata svolta un'analisi del ciclo di vita "gate to gate" seguendo quanto indicato nella norma ISO 14040.

La valutazione degli impatti è stata effettuata mediante l'utilizzo del software SimaPro versione 8.3 (descritto nel paragrafo 1.1.2), per mezzo del quale sono stati elaborati i dati primari forniti dall'azienda e i dati secondari ricavati dal database Ecoinvent versione 3.3. Tra i vari metodi disponibili in SimaPro per la valutazione degli impatti ambientali, è stato selezionato e applicato il metodo ReCiPe.

### **3.1 DEFINIZIONE DELL'OBIETTIVO E DEL CAMPO DI APPLICAZIONE**

#### **3.1.1 DEFINIZIONI DELL'OBIETTIVO E DELLO SCOPO**

L'ISO 14040:2006 afferma che *"l'obiettivo di un LCA deve stabilire senza ambiguità quali siano l'applicazione prevista, le motivazioni che inducono a realizzare lo studio e il tipo di pubblico a cui è destinato, cioè a quali persone si intendono comunicare i risultati dello studio"*.

L'obiettivo principale del presente studio LCA è valutare gli impatti ambientali associati all'utilizzo di due macchinari alternativi che intervengono in una delle fasi di rifinitura della pelle, la fase di verniciatura. L'analisi ha lo scopo di comparare le due attrezzature e infatti consentirà di identificare e quantificare eventuali differenze in merito alle loro performance ambientali. Lo studio potrebbe costituire inoltre un lavoro preliminare per una successiva indagine estesa a tutta la linea utilizzata per la rifinitura delle pelli.

I risultati dell'analisi verranno presentati sia all'interno dell'azienda, per favorire la revisione e il miglioramento continuo di entrambi i macchinari, sia agli acquirenti, rappresentati da esperti del settore, che potrebbero utilizzare i risultati dell'indagine per effettuare scelte più consapevoli dal punto di vista ambientale.

#### **3.1.2 DEFINIZIONE E SCELTA DELL'UNITÀ FUNZIONALE**

Nell'ISO 14040:2006 l'unità funzionale viene descritta come *"una misura della prestazione del flusso in uscita funzionale del sistema prodotto. Lo scopo principale dell'unità funzionale è di fornire un riferimento a cui legare i flussi in entrata e in uscita. Questo riferimento è necessario per consentire la comparabilità dei risultati di un LCA"*.

L'unità funzionale di riferimento considerata è un piede quadro (1pq) di pelle lavorata. Questa unità di misura è stata scelta in quanto indicata dall'azienda e in accordo con la Norma Tecnica OIML R 16-1, "Instruments for measuring the areas of leather", che suggerisce come unità di misura per la pelle il  $\text{dm}^2$ , decimetro quadro, o il  $\text{pd}^2$ , piede quadro (che in questa tesi verrà indicato con la sigla "pq").

### **3.1.3 DELIMITAZIONE DEI CONFINI DEL SISTEMA**

I confini del sistema costituiscono dei limiti fisici che permettono di identificare i processi, gli input e gli output di materia ed energia che fanno parte del sistema di prodotto e quindi verranno considerati nell'analisi.

I confini del sistema considerati, relativi ad 1 pq di pelle lavorata, includono, per entrambi i macchinari, la fase d'uso nel processo di verniciatura della pelle e comprendono i processi di manutenzione ordinaria e manutenzione straordinaria.

La manutenzione ordinaria comprende gli interventi necessari ogni giorno, o a intervalli di tempo ravvicinati (una o più volte a settimana), che consentono il corretto funzionamento del macchinario. Nello specifico:

- Spraystar 3400 richiede il lavaggio delle pistole e della macchina;
- Megastar 3400 necessita del lavaggio del cilindro e il cambio dell'acqua contenuta nella vasca lavaggio.

La manutenzione straordinaria include le operazioni che devono essere svolte a intervalli regolari affinché i macchinari possano svolgere il lavoro. Nello specifico:

- Spraystar 3400 richiede 6 interventi: sostituzione delle guarnizioni dell'albero distributore, la sostituzione dell'ago e ugello delle pistole, la sostituzione dei tubi del circuito calore, la sostituzione dei filtri del tetto della cabina; la sostituzione delle elettrovalvole della cabina e la sostituzione delle guarnizioni della pompa calore.
- Megastar 3400 necessita solamente di 3 interventi: sostituzione della lama in vetro-resina, del cilindro inciso e del supporto della spazzola.

I diagrammi di flusso dei sistemi in esame sono rappresentati in Figura 3.1, per Spraystar 3400, e in Figura 3.2, per Megastar 3400.

## Spraystar 3400

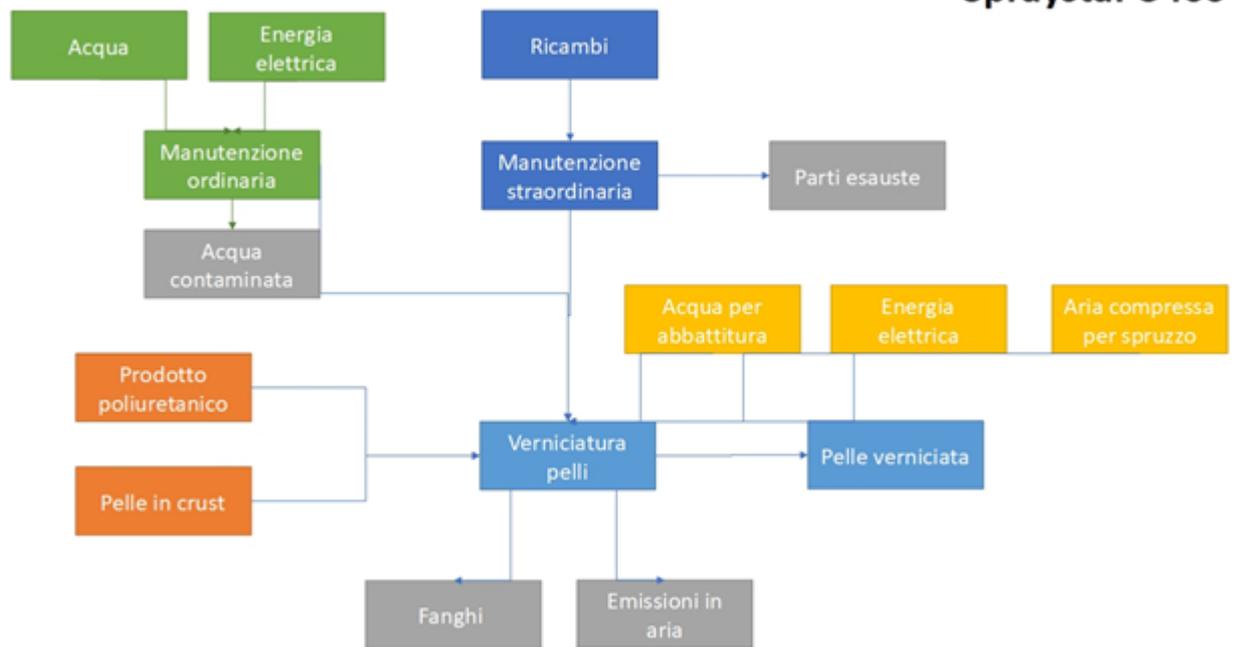


Figura 3.1: Diagramma di flusso della fase d'uso di Spraystar 3400;

## Megastar 3400

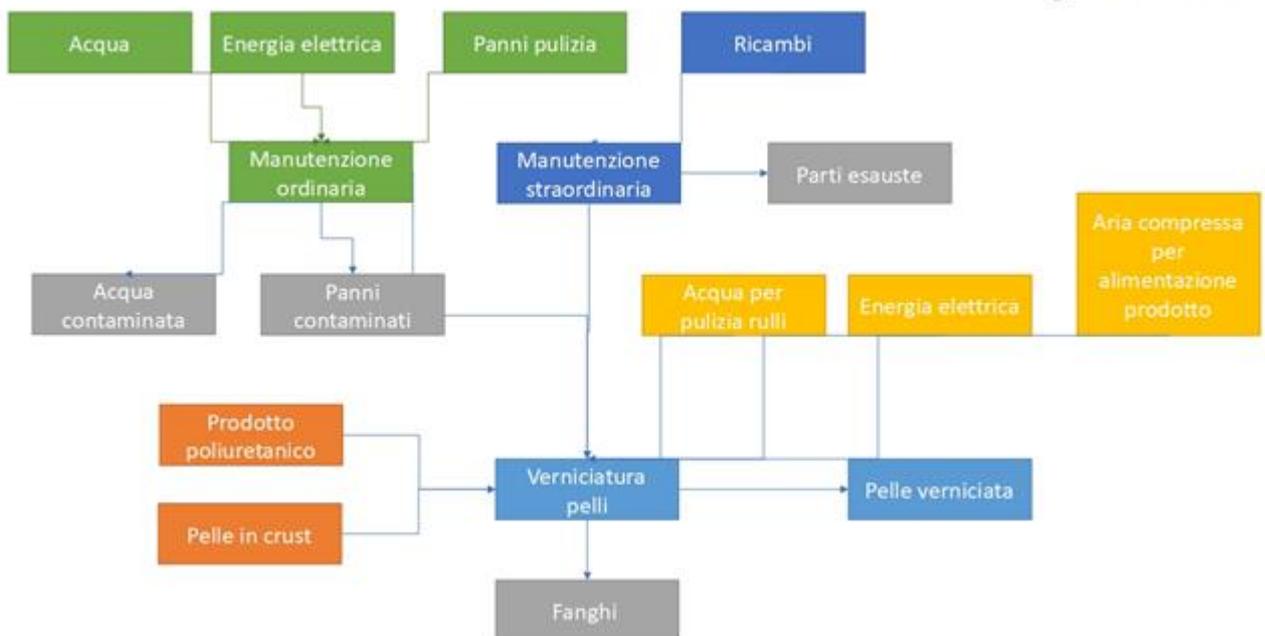


Figura 3.2: Diagramma di flusso della fase d'uso di Megastar 3400;

### 3.1.4 CATEGORIE DI DATI

I dati che verranno utilizzati nel presente studio e che saranno descritti nel paragrafo relativo alla fase di Analisi dell'Inventario sono stati scelti tenendo in considerazione che i dati in uno

studio LCA devono essere, per quanto possibile, dati primari, e che devono soddisfare i requisiti di qualità del dato. Lo studio considera esclusivamente la fase d'uso dei macchinari esaminati, pertanto sono stati raccolti i dati che riguardano la verniciatura della pelle e la manutenzione ordinaria e straordinaria di entrambi i macchinari, mentre non sono stati inclusi dati inerenti la fabbricazione o lo smaltimento dei macchinari.

Nel presente studio è stato possibile utilizzare molti dati derivati da misurazioni dirette, effettuate nell'anno 2016, grazie al lavoro di collaborazione con i dipendenti dell'azienda. Nei casi in cui non sia stato possibile ottenere il dato primario, è stata utilizzata la banca dati Ecoinvent versione 3.3 per ottenere i dati secondari di interesse. Questi dati secondari riguarderanno principalmente il mix energetico, la provenienza delle materie prime e lo smaltimento dei rifiuti, come descritto nel paragrafo 1.1.2.2.

### **3.1.5 CATEGORIE DI IMPATTO**

La norma ISO 14040:2006 afferma che le categorie di impatto, gli indicatori di categorie e i modelli di caratterizzazione devono essere scelti in base agli obiettivi e allo scopo dello studio, inoltre la loro scelta deve essere motivata e giustificata.

Il metodo di valutazione degli impatti scelto per il presente studio è ReCiPe (descritto nel paragrafo 1.1.2.1), sia per la facilità di interpretazione degli impatti, sia perché permette di valutare gli impatti a livello sia di endpoint che di midpoint.

### **3.1.6 RIEPILOGO DELLE ASSUNZIONI**

Le assunzioni fatte in questo studio sono riassunte di seguito.

1) Viene considerata solamente la fase d'uso dei due macchinari oggetto di studio. Tale scelta è dettata dal fatto che gli altri macchinari che formano entrambe le linee di lavorazione, quindi la linea che prevede la rifinitura delle pelli con tecnologia a spruzzo e la linea che opera mediante tecnologia a rullo, coincidono. Quindi gli impatti derivati dalla lavorazione delle pelli differiscono esclusivamente per i due macchinari analizzati nel presente lavoro.

2) Nel presente lavoro la definizione “verniciatura della pelle” include anche i processi di manutenzione, senza i quali la macchina non potrebbe lavorare.

3) L'unità di riferimento del presente lavoro è 1 piede quadro di pelle lavorata.

Per la stima di alcuni dati richiesti dallo studio è stato considerato che sono necessarie 100 ore di lavoro per la verniciatura di 1.000.000 pq di pelle.

4) La quantità di prodotto chimico indicata nel presente studio fa riferimento alla quantità necessaria per la lavorazione di una pelle di spessore medio non eccessivamente difettata.

- 5) Nell'analisi non sono stati inseriti gli impatti derivati dalla produzione o dallo smaltimento della pelle in quanto costituiscono un elemento condiviso in entrambe le procedure, che provoca gli stessi impatti e non conferisce un valore aggiunto al lavoro.
- 6) L'analisi è stata fatta considerando l'utilizzo del macchinario nel territorio italiano, quindi, quando possibile, sono stati considerati i dati relativi al territorio nazionale (IT) o europeo (ReR) (ad esempio, per il mix energetico o per lo smaltimento dei rifiuti).
- 7) Per lo studio degli impatti di Superstar 3400 è stato deciso di considerare l'utilizzo di una pistola ad aria compressa con consumo medio. Il consumo indicato nel presente lavoro deriva dall'utilizzo di tutte e dodici le pistole presenti nella macchina.
- 8) La quantità di materiale depositato da entrambi i macchinari sulle pelli al termine del processo di verniciatura corrisponde a un quantitativo di 12 grammi per ogni piede quadro.
- 9) Per calcolare le ore di lavoro mensile è stato considerato un mese di 4 settimane.
- 10) Nella manutenzione straordinaria della sostituzione dei filtri della cabina di Spraystar 3400 è stato scelto il dato secondario presente nel software Ecoinvent, in quanto la descrizione del filtro era analoga a quella del dato fornito dal software.
- 11) Le parti dei macchinari in acciaio sono state indicate come costituite dalla stessa tipologia di acciaio, essendo difficile identificare e indicare le diverse tipologie nel software.

## 3.2 ANALISI DELL'INVENTARIO

L'Analisi dell'Inventario comprende la compilazione e la quantificazione degli elementi in entrata e in uscita che si trovano all'interno dei confini del sistema. I risultati di questa fase dovrebbero racchiudere le informazioni relative a tutte le materie prime, le sostanze e le emissioni in acqua, aria e suolo secondo l'unità funzionale definita.

Nel presente studio sono stati raccolti e quantificati i dati relativi al processo di verniciatura effettuato dal macchinario, alla manutenzione ordinaria e alla manutenzione straordinaria del macchinario stesso per poter quantificare gli input e output del sistema. Essendo la valutazione focalizzata su un numero ridotto di processi, anche i rispettivi dati non sono numerosi e sono di facile interpretazione.

In entrambi i macchinari le pelli intere vengono fatte scorrere all'interno della macchina, durante il percorso la pelle viene trattata e quindi ricoperta del materiale chimico scelto, che nel presente studio è rappresentato da prodotto poliuretano. In Spraystar 3400 la pelle scorre sopra una batteria di rulli e il prodotto poliuretano viene irrorato da pistole ad aria compressa. In Megastar 3400 il prodotto poliuretano viene distribuito sulla pelle e il prodotto poliuretano utilizzato è esclusivamente quello effettivamente necessario alla rifinitura.

La verniciatura della pelle (in questo preciso paragrafo il termine "verniciatura" verrà utilizzato in modo improprio per descrivere esclusivamente l'operazione di spruzzatura, per Spraystar 3400, e di spalmatura, per Megastar 3400, del prodotto chimico sulla pelle; nel resto dell'elaborato con il termine "verniciatura" si comprendono anche i processi di manutenzione, senza i quali la macchina non lavorerebbe) è così caratterizzata:

- Spraystar 3400 – la verniciatura comprende l'immissione di 30 gr di prodotto chimico (prodotto poliuretano) per piede quadro di una pelle bovina di medio spessore (come già ricordato in precedenza gli impatti relativi alla pelle bovina non sono stati considerati nel presente studio e quindi non compariranno nella Valutazione degli Impatti). Per questo processo è necessario l'utilizzo di 142.5 litri d'acqua per l'abbattitura, di 22 litri d'acqua ogni ora per il rabbocco della vasca d'abbattitura per compensare l'acqua persa con l'evaporazione, aria compressa (200000 l/h) per permettere il funzionamento della pistole, e un consumo di energia elettrica pari a 21.15 kW/h. Dal processo si ottiene la pelle lavorata e dei prodotti di scarto che corrispondono ai fanghi di produzione, i quali comprendono l'acqua e il prodotto non depositato sulla pelle (142,5 litri di acqua di scarto derivata dalla vasca del macchinario a cui devono essere aggiunti i quantitativi di prodotto chimico non depositato sulla pelle, che corrispondono a 18 gr/pq) e alle emissioni in aria (polveri, 84 gr/h).
- Megastar 3400 – la verniciatura comprende l'immissione della pelle, di 12 grammi di prodotto chimico per piede quadro, prodotto che viene interamente depositato sulla pelle, e l'utilizzo di 5.7 kW/h di energia elettrica. Questo procedimento non porta all'emissione in aria di sostanze chimiche o alla produzione di fanghi.

La manutenzione ordinaria è caratterizzata come segue:

- Spraystar 3400 – comprende il lavaggio delle pistole e il lavaggio della macchina. Il primo processo viene svolto ogni 4 ore di lavoro e prevede il consumo di 35 l d’acqua, mentre il secondo viene svolto ogni 20 ore e vengono utilizzati 2950 litri d’acqua.
- Megastar 3400 – comprende il lavaggio del cilindro e la sostituzione dell’acqua della vasca per il lavaggio tappeto. In questo caso il primo processo deve essere effettuato ogni 4 ore e prevede il consumo di 35 litri d’acqua e l’utilizzo di un panno in tessuto sintetico assorbente (di dimensioni 30 x 25 cm), il secondo viene effettuato ogni 40 ore e vengono utilizzati 187 litri d’acqua.

In entrambi i casi l’acqua utilizzata viene inviata al depuratore e correttamente trattata.

Infine, la manutenzione straordinaria è caratterizzata dai seguenti processi:

- Spraystar 3400 – nel paragrafo precedente sono stati elencati i sei processi necessari per la manutenzione straordinaria, di seguito verrà trattato brevemente ognuno di essi.  
 La sostituzione della guarnizione dell’albero distributore prevede il cambio di due guarnizioni di gomma del peso di 100gr l’una ogni 6 mesi.  
 La sostituzione dell’ago e dell’ugello viene effettuata ogni 12 mesi e consiste nella sostituzione di tutte e 12 le pistole che lavorano all’interno del macchinario. Il peso complessivo del materiale utilizzato è 8.52 gr di acciaio inox. Il materiale usurato viene successivamente rottamato e riciclato.  
 La sostituzione dei tubi del circuito calore prevede un intervento semestrale e l’utilizzo di un tubo di materiale plastico (polietilene) del peso di 3.6 kg. Il materiale sostituito viene successivamente riciclato.  
 La sostituzione dei filtri del tetto della cabina prevede operazioni annuali di sostituzione di filtri in materiale sintetico.  
 La sostituzione delle elettrovalvole consiste nel cambio di tutte e 5 le elettrovalvole che costituiscono la macchina, operazione che deve essere svolta ogni 12 mesi. Le elettrovalvole sono costituite da alluminio (70%), plastica (10%), gomma (10%), acciaio (2%) e rame (5%), per un peso complessivo di 850 gr.  
 L’ultima operazione è la sostituzione delle guarnizioni della pompa calore costituita da materiale plastico (teflon) che avviene ogni 12 mesi.
- Megastar 3400 – anche in questo caso sono stati elencati i 3 processi nel capitolo precedente e saranno descritti di seguito.  
 La sostituzione della lama avviene ogni 30 giorni e necessita l’utilizzo di 0.413 kg di materiale in fibra di vetro e resina plastica a base di poliestere (vetroresina). Il materiale sostituito viene rottamato e riciclato.  
 La sostituzione del cilindro inciso deve essere effettuata ogni 18 mesi, e in questo periodo il cilindro viene nuovamente inciso due volte, quindi dopo 6 mesi e dopo 12 mesi di utilizzo. Il cilindro è composto da 277 kg di acciaio E335 e 20.3 kg di acciaio C45. Il materiale una volta sostituito viene rottamato e riciclato.  
 La sostituzione di una coppia di supporti per la spazzola, articoli formati da acciaio (50%), ghisa (40%) e grasso lubrificante, per un peso totale di 1.88 kg; tale operazione viene svolta ogni 12 mesi e, dove possibile, il materiale viene rottamato e riciclato.

La seguente tabella (Tabella 3.1) riporta i dati raccolti, affiancati dalle informazioni relative ai database utilizzati.

acqua	Water, deionised, from tap water, at user {GLO}  market for   Alloc Rec, S
poliuretano	Polyurethane, flexible foam {RER}  production   Alloc Rec, S
gomma	Synthetic rubber {GLO}  market for   Alloc Rec, S
acciaio	Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER}  production   Alloc Rec, S
polietilene	Polyethylene, linear low density, granulate {GLO}  market for   Alloc Rec, S
tetrafluoroetilene	Tetrafluoroethylene {GLO}  market for   Alloc Rec, S
alluminio	Aluminium alloy, ALi {GLO}  market for   Alloc Rec, S
rame	Copper {GLO}  market for   Alloc Rec, S
plastica (elettrovalvole)	Polypropylene, granulate {GLO}  market for   Alloc Rec, S
ghisa	Cast iron {GLO}  market for   Alloc Rec, S
panno per il lavaggio	Viscose fibre {GLO}  market for   Alloc Rec, S
grasso al Litio	Lubricating oil {GLO}  market for   Alloc Rec, S
aria compressa	Compressed air, 600 kPa gauge {RER}  compressed air production, 600 kPa gauge, >30kW, average generation   Alloc Rec, S
filtro in fibra sintetica	Air filter, central unit, 600 m <sup>3</sup> /h {GLO}  market for   Alloc Rec, S
fibra di vetro/vetroresina	Glass fibre reinforced plastic, polyester resin, hand lay-up {GLO}  market for   Alloc Rec, S
elettricità	Electricity, high voltage {IT}  production mix   Alloc Rec, S

### **3.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI**

Nel presente paragrafo viene presentata la stima degli impatti derivati dall'utilizzo e dalla manutenzione dei due macchinari descritti in precedenza. I dati raccolti nell'Analisi dell'Inventario vengono quindi elaborati allo scopo di comprendere quali elementi del prodotto indagato provocano le conseguenze ambientali più ingenti.

Nel presente lavoro di tesi è stato scelto di utilizzare il metodo Recipe per la valutazione degli impatti, precedentemente descritto nel paragrafo 1.1.2. Il metodo è stato applicato sia a livello di endpoint sia a livello di midpoint per ottenere una maggiore completezza nell'analisi. Infatti, l'interpretazione a livello di endpoint permette una valutazione più immediata dei potenziali impatti, le informazioni risultano maggiormente accessibili e comprensibili anche da un pubblico senza una preparazione specifica in materia. Tuttavia questo approccio induce a una certa approssimazione nei risultati. L'approccio a livello di midpoint, d'altro canto, indaga gli impatti in maggior dettaglio e i risultati ottenuti risultano più rappresentativi dei singoli impatti, ma di più difficile interpretazione.

#### **3.3.1 RISULTATI A LIVELLO DI ENDPOINT**

Attraverso l'analisi degli impatti a livello di endpoint è stata ottenuta una panoramica più generale sui danni ambientali relativi alla fase d'uso dei due macchinari oggetto di studio.

Inizialmente è stato analizzato il diagramma a rete dove i dati relativi ai diversi processi sono collegati da frecce che indicano i flussi e le interazioni all'interno del sistema considerato. Questa schematizzazione consente di individuare con immediatezza i contributi agli impatti per ogni singolo processo, dal momento che le frecce dei flussi variano di spessore proporzionalmente all'impatto causato dal processo relativo alla freccia in questione. Anche il colore della freccia può variare: il rosso indica che il processo aumenta l'impatto, mentre il verde indica una diminuzione dell'impatto ambientale. Le barre rappresentate all'interno di ogni singola casella che racchiude un processo permettono di attribuire un valore all'impatto stesso.

Successivamente è stato possibile verificare le conclusioni tratte dall'osservazione del diagramma a rete analizzando l'istogramma relativo a un singolo valore di valutazione. Questa analisi consente di visualizzare con maggior chiarezza i danni causati alla salute umana, agli ecosistemi e alla disponibilità delle risorse derivati da ogni singolo processo del sistema di prodotto.

Infine è stata effettuata la normalizzazione dei risultati allo scopo di valutare quale, tra le tre categorie di danno, è maggiormente danneggiata dal processo di verniciatura delle pelli. La valutazione è stata fatta prima per Spraystar 3400 e successivamente per Megastar 3400.

### 3.3.1.1 SPRAYSTAR 3400

In figura 3.3 viene riportato il diagramma a rete relativo ai risultati di endpoint ottenuti dalla valutazione dell'uso di Spraystar 3400.

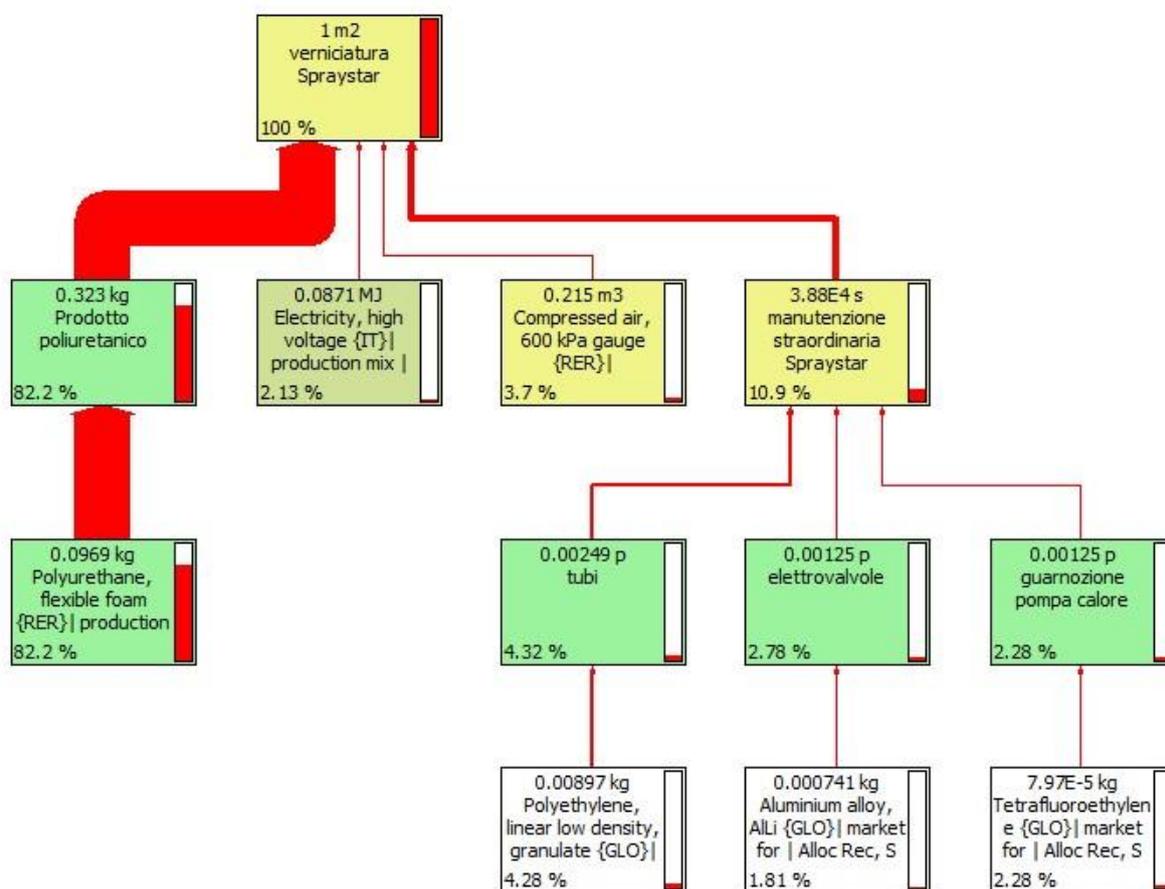


Figura 3.3: Diagramma a rete secondo un unico valore degli impatti relativi all'utilizzo di Spraystar 3400;

Dalla Figura 3.3 si può osservare come il processo maggiormente responsabile dell'impatto ambientale sia l'utilizzo del prodotto poliuretano (più dell'80%). Tra gli altri processi inclusi nella verniciatura delle pelli, quello che ha maggior influenza è la manutenzione straordinaria, che causa poco più del 10% dell'impatto.

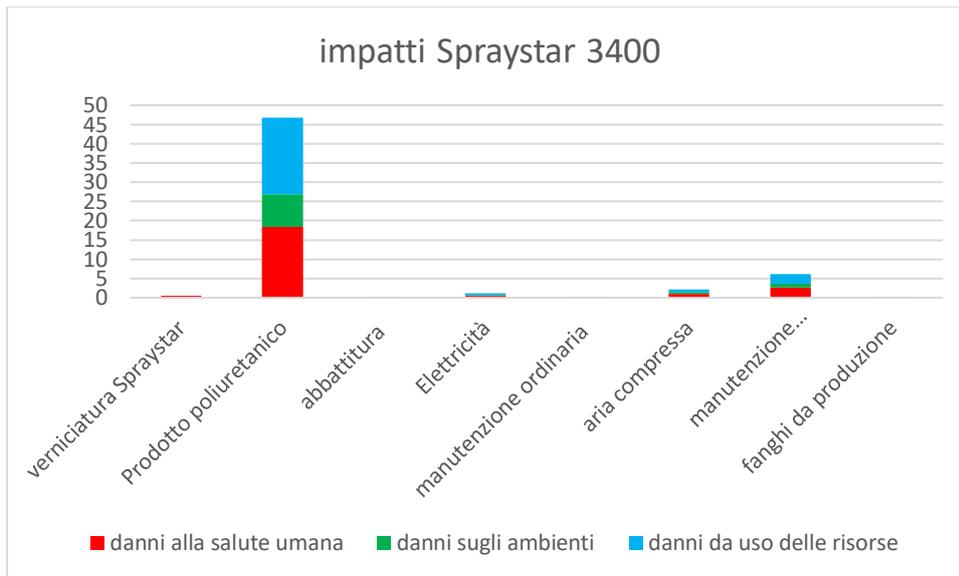


Figura 3.4: Impatti relativi alla fase d'uso di Spraystar 3400 derivati da ogni singolo processo;

L'osservazione dell'istogramma relativo ai risultati di endpoint raggruppati secondo un unico valore porta a una conclusione analoga alla precedente. Infatti il maggior contributo all'impatto causato all'ambiente è fornito dal prodotto poliuretano. Dal presente istogramma è possibile inoltre interpretare il contributo di questo processo alle tre categorie di danno, e si può affermare che le categorie maggiormente coinvolte sono l'utilizzo delle risorse (azzurro) e la salute umana (rosso).

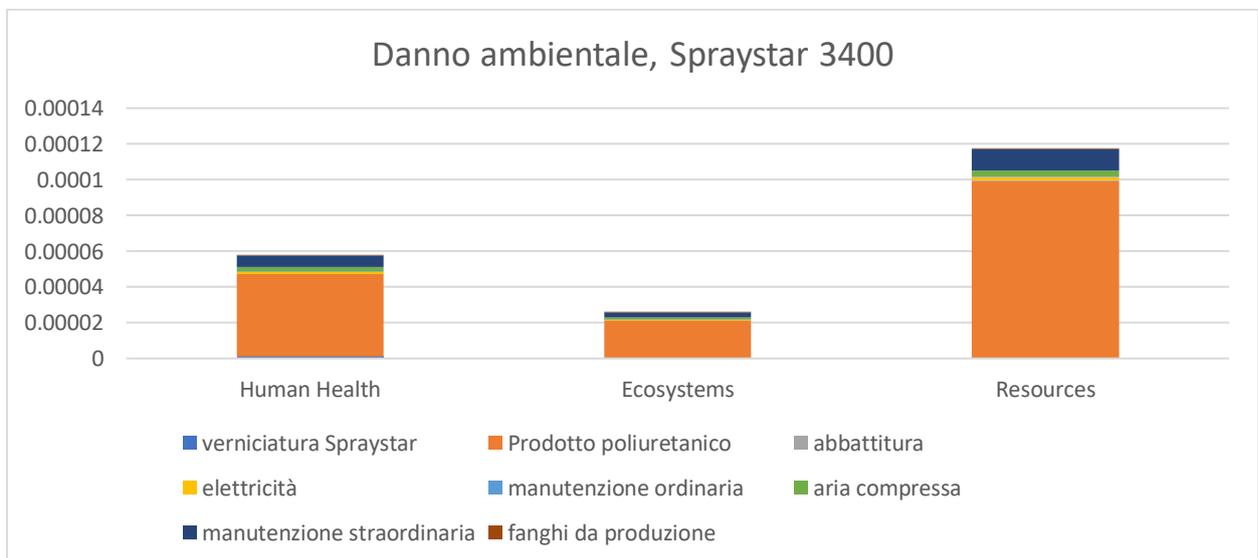


Figura 3.5: Normalizzazione degli impatti derivati dalla fase d'uso di Spraystar 3400;

Infine, effettuando la normalizzazione di tutti i risultati della caratterizzazione è possibile valutare l'impatto in relazione ai danni ambientali avversi totali causati da un processo (come indicato nel paragrafo 1.1.1.3). Dal grafico è possibile stabilire come la categoria di danno maggiormente intaccata da questo processo sia quella dell'utilizzo di risorse (Figura 3.5).

### 3.3.1.2 MEGASTAR 3400

In figura 3.6 viene riportato il diagramma a rete relativo ai risultati di endpoint ottenuti dalla valutazione dell'uso di Megastar 3400. Dall'osservazione di questo diagramma è possibile osservare come utilizzando questo macchinario con tecnologia a rullo gli impatti maggiori provengano dalla manutenzione straordinaria della macchina stessa. In particolare, l'impatto principale è dato dalla produzione del cilindro inciso. Come indicato nel paragrafo 3.2 il cilindro viene sostituito ogni 18 mesi e la sua produzione necessita di oltre 200 kg di acciaio, la cui estrazione e lavorazione richiede l'implementazione di molti processi provocando un notevole impatto per l'ambiente.

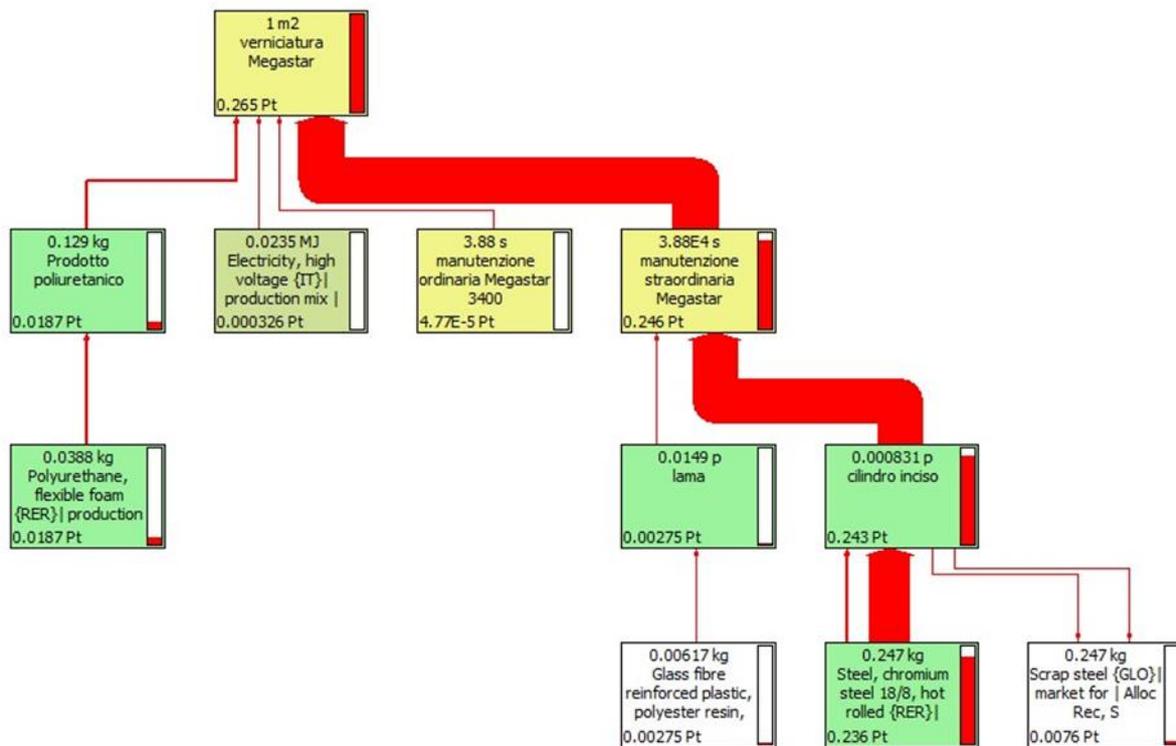


Figura 3.6: Diagramma a rete secondo un unico valore degli impatti derivati dalla fase d'uso di Megastar 3400;

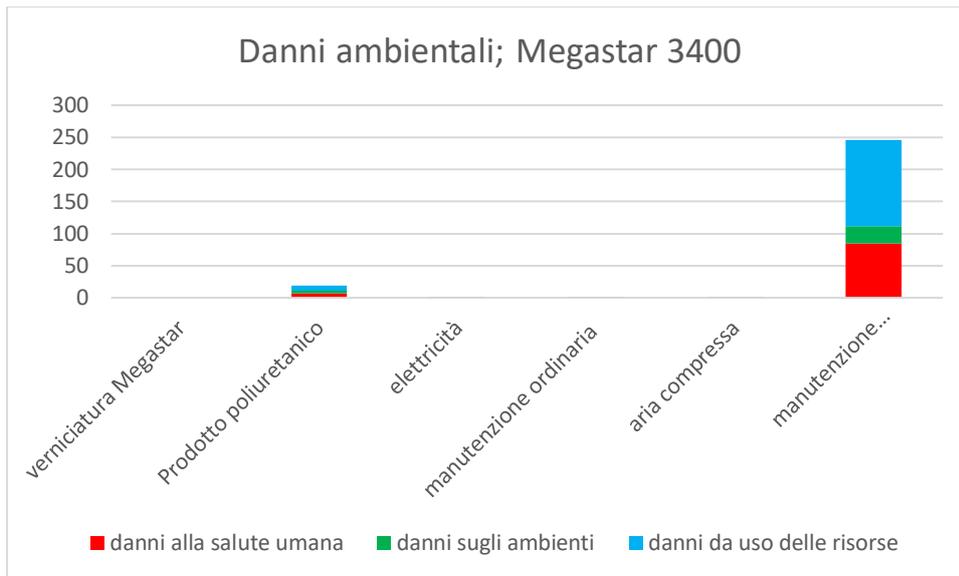


Figura 3.7: Impatti derivati dall'utilizzo di Megastar 3400 per ogni processo;

Dall'osservazione dell'istogramma in cui vengono rappresentati i singoli processi riportato in Figura 3.7, si può confermare come la manutenzione straordinaria, processo che include la sostituzione del cilindro inciso, costituisca il fattore maggiormente impattante in questo sistema di prodotto. Inoltre è possibile osservare come, anche in questo caso, la diminuzione delle risorse (azzurro) e la salute umana (rosso) costituiscano le categorie di danno maggiormente influenzate dal processo di verniciatura della pelle mediante l'utilizzo di tecnologia a rullo.

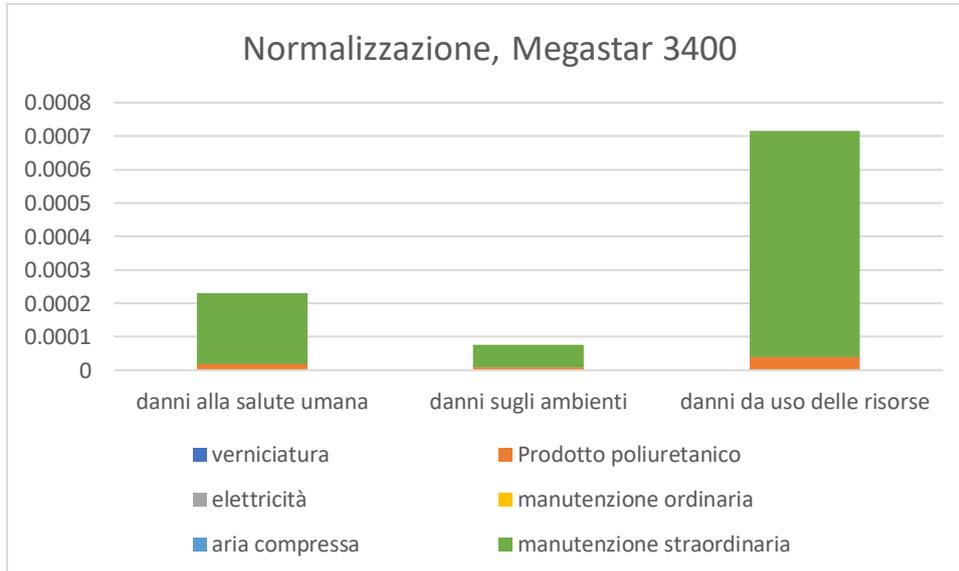


Figura 3.8: Normalizzazione dei dati degli impatti derivati dall'utilizzo di Megastar 3400;

L'istogramma in Figura 3.8 mostra come la categoria maggiormente coinvolta nel processo di lavorazione mediante l'utilizzo di Megastar 3400 sia l'utilizzo delle risorse, a conferma di quanto osservato nel primo grafico.

### 3.3.2 VALUTAZIONE A LIVELLO DI MIDPOINT

L'analisi a livello di midpoint consente un maggior dettaglio nella valutazione degli impatti. Infatti vengono indagati singolarmente i contributi di ogni processo in relazione alle categorie di impatti. Anche in questo caso la valutazione è stata fatta prima per Spraystar 3400 e successivamente per Megastar 3400.

#### 3.3.2.1 SPRAYSTAR 3400

Dall'analisi della figura 3.9 è possibile avere una panoramica dei contributi di ogni singolo processo per ogni indicatore di categoria.

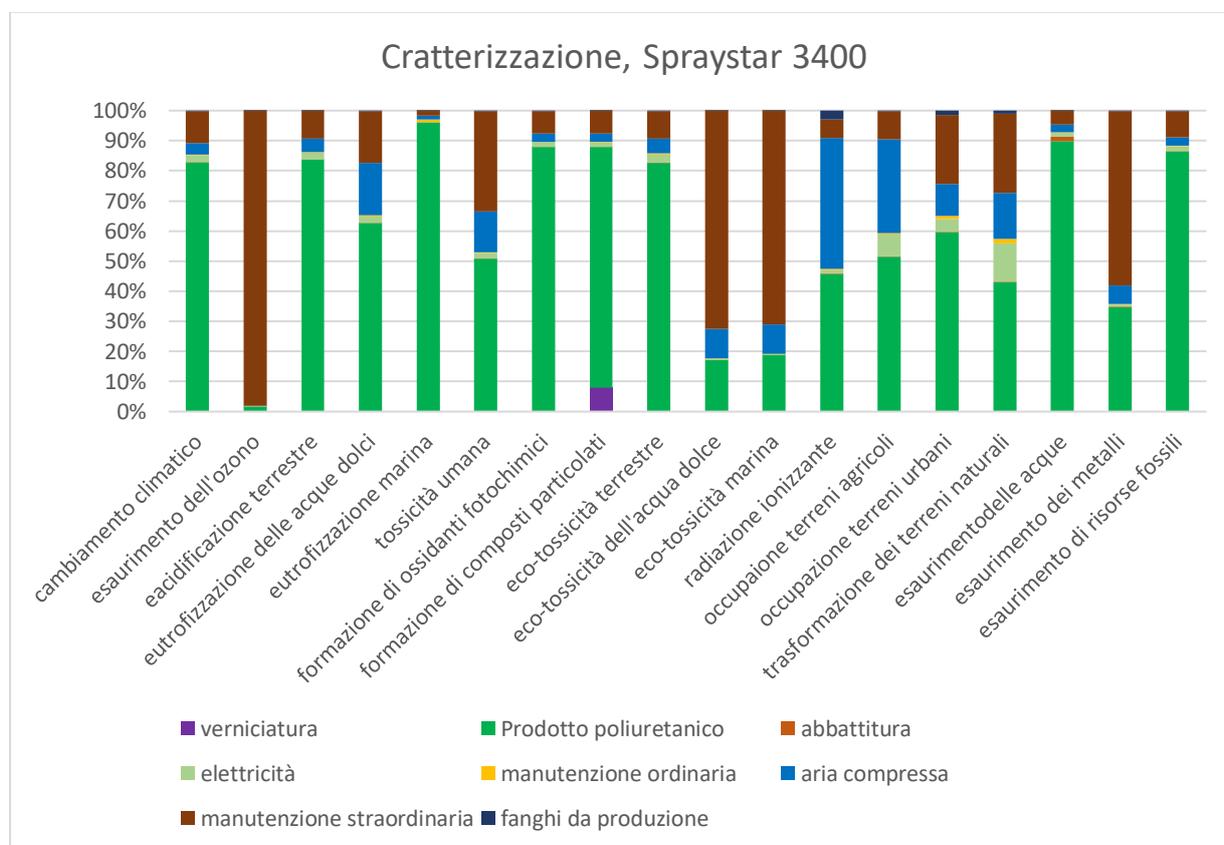


Figura 3.9: Caratterizzazione degli impatti a livello di midpoint di Spraystar 3400;

Come si può osservare il prodotto poliuretano (in verde nell'istogramma) costituisce l'elemento che causa le conseguenze maggiori in quasi tutte le categorie di impatto. Dal grafico emergono anche altre nuove informazioni rispetto a quanto osservato dall'indagine a livello di endpoint. Infatti si intuisce come la manutenzione straordinaria (marrone) rappresenti l'elemento più incisivo in alcune categorie, ovvero l'assottigliamento dello strato di ozono, ecotossicità marina e dell'acqua dolce, nonché l'esaurimento dei metalli. Inoltre, emerge che anche l'utilizzo di aria compressa (azzurro) è responsabile di un contributo significativo in alcune tipologie di impatto; quelle maggiormente influenzate sono l'emissione di radiazione e l'utilizzo di terreno agricolo. Gli altri elementi compresi nel processo di verniciatura risultano

avere impatti meno significativi; le categorie maggiormente coinvolte sono la trasformazione di terreni naturali, l'occupazione di terreni agricoli e di terreni urbani, il cui impatto deriva principalmente oltre che dai processi sopra citati anche dal consumo di energia elettrica. Dal presente istogramma è possibile individuare solamente il contributo di ogni singolo processo all'interno delle diverse categorie di impatto, ma non è possibile comprendere quali siano le categorie maggiormente danneggiate. Per ottenere tale informazione è necessario effettuare la normalizzazione di questi dati, il cui risultato viene riportato in Figura 3.10.

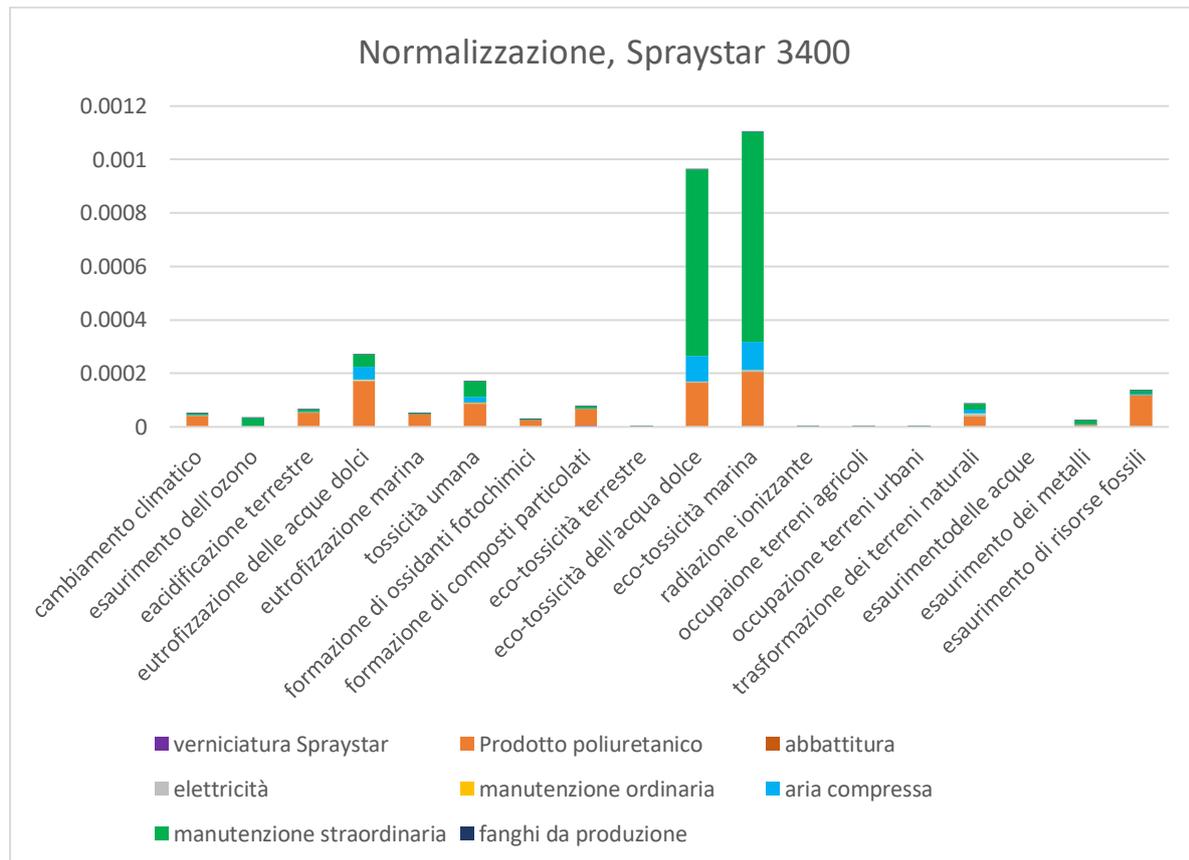


Figura 3.10: Normalizzazione a livello di midpoint degli impatti relativi all'uso di Spraystar 3400;

Dall'osservazione di quest'ultimo istogramma in cui vengono riportati i dati normalizzati risulta evidente che le categorie più danneggiate dal processo di verniciatura che utilizza una tecnologia a spuzzo sono ecotossicità marina e dell'acqua dolce. Dal grafico emerge come all'interno di queste due categorie gli impatti più rilevanti derivano dalla manutenzione straordinaria del macchinario.

### 3.3.2.2 MEGASTAR 3400

Dall'analisi dei dati a livello di midpoint in relazione agli impatti derivati dalla verniciatura con macchinari a tecnologia a rullo si ottiene una conferma di quanto osservato in precedenza nell'analisi a livello di endpoint. Come è possibile osservare dalla figura 3.11, la fase di manutenzione straordinaria (arancione) costituisce il processo più impattante in tutte le categorie. È comunque importante considerare che il prodotto poliuretano (marrone)

contribuisce in modo rilevante ad alcuni impatti; nello specifico le categorie di impatto maggiormente influenzate sono l'aumento dell'eutrofizzazione marina e il consumo dell'acqua.

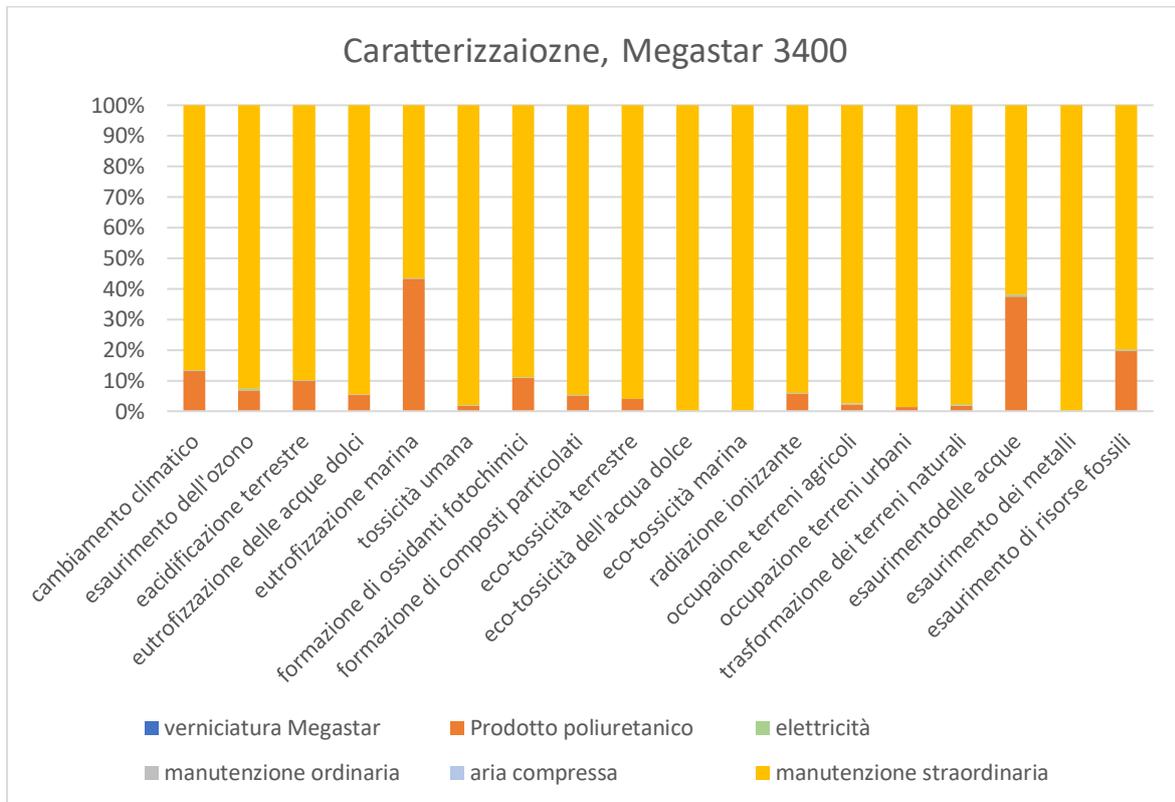


Figura 3.11: Caratterizzazione a livello di midpoint dell'impatto derivato dall'uso di Megastar 3400;

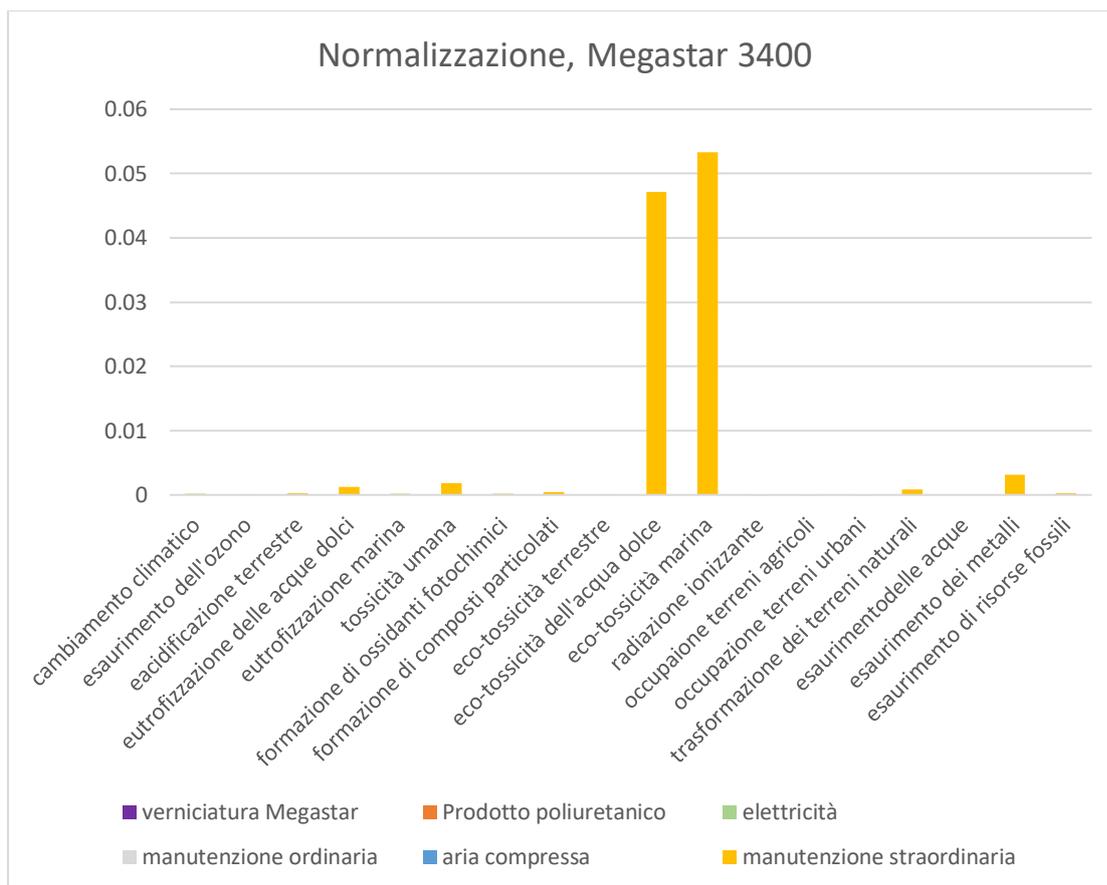


Figura 3.12: Normalizzazione a livello di midpoint degli impatti relativi a Megastar 3400;

Dall'osservazione della figura 3.12 , che rappresenta la normalizzazione dei dati a livello di midpoint emerge come, anche in questo caso come nell'utilizzo di Spraystar 3400, le categorie di impatto maggiormente coinvolte risultano essere l'eutrofizzazione marina e delle acque dolci e in entrambi i casi il processo impattante è la manutenzione straordinaria della macchina.

### 3.4 INTERPRETAZIONE E MIGLIORAMENTO

L'interpretazione è la parte conclusiva dello studio e ha lo scopo di elaborare e discutere i risultati ottenuti dalla fase dell'inventario e della valutazione dell'impatto.

Di seguito si riporteranno alcune considerazioni sui risultati appena ottenuti che permetteranno un confronto più approfondito sui differenti impatti derivati dai due macchinari.

Dall'analisi a livello di endpoint per i singoli macchinari si osserva che gli impatti maggiori sembrano dovuti per Spraystar 3400 all'utilizzo del prodotto poliuretano, mentre per Megastar 3400 alla manutenzione straordinaria e nello specifico alla produzione dal cilindro inciso. Per tale motivo è stato deciso di effettuare un confronto degli impatti derivati dai due macchinari considerando principalmente questi due processi.

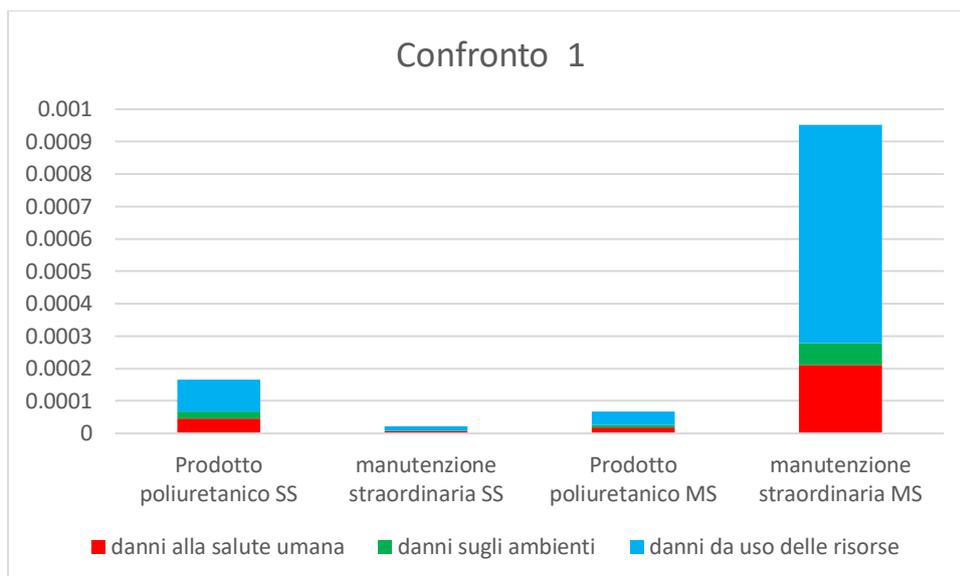


Figura 3.13: Confronto tra gli impatti derivati dal prodotto poliuretano e dalla manutenzione straordinaria di Spraystar 3400 (SS) e Megastar 3400 (MS);

Dalla figura 3.13 emerge come gli impatti maggiori siano causati dalla manutenzione straordinaria di Megastar 3400 (indicata nel testo con la sigla MS) e come la categoria maggiormente coinvolta risulti essere l'utilizzo e la diminuzione delle risorse. Confrontando i dati relativi agli impatti derivati dall'utilizzo di prodotto poliuretano nella fase di verniciatura si osserva che Spraystar 3400 impatta maggiormente in confronto a Megastar 3400 e come, anche in questo caso, questi processi agiscano a discapito delle risorse fornite dall'ambiente.

Analizzando in modo approfondito gli impatti a livello di midpoint è possibile osservare come le categorie di danno maggiormente danneggiate risultino l'eutrofizzazione marina e di acqua dolce.

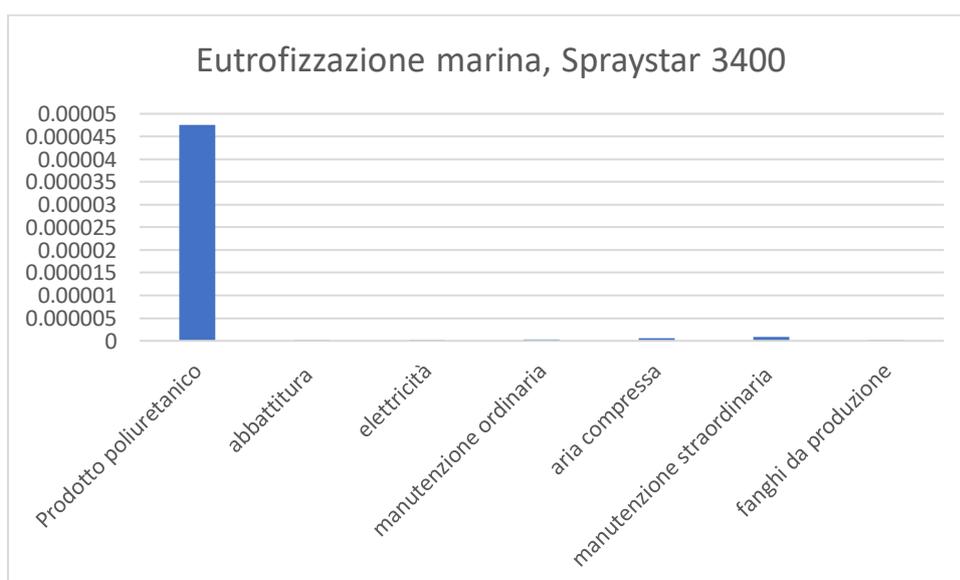


Figura 3.14: Aumento dell'eutrofizzazione marina derivata dall'uso di Spraystar 3400;

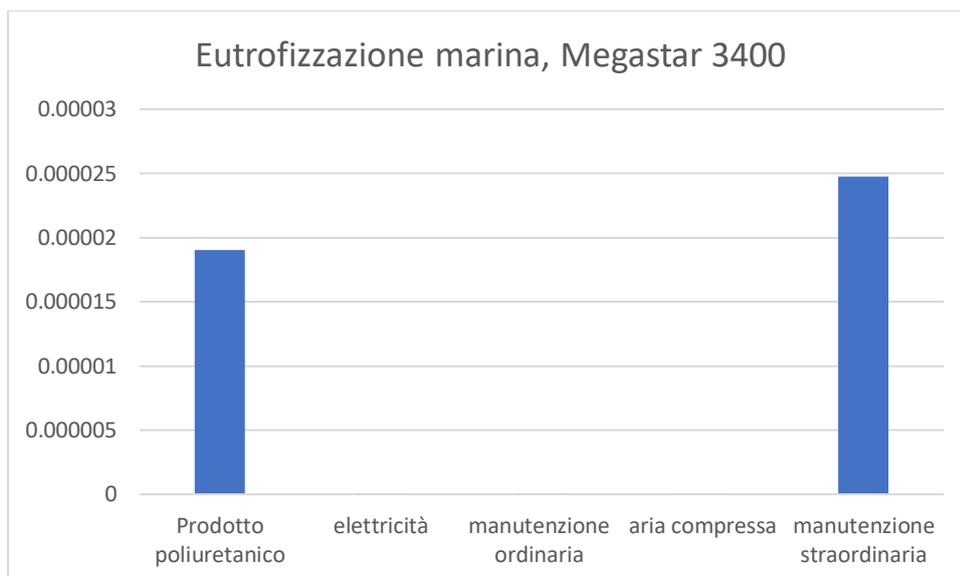


Figura 3.15: Aumento dell'eutrofizzazione marina in conseguenza all'utilizzo di Megastar 3400;

Considerando esclusivamente i dati relativi all'eutrofizzazione marina emerge come in entrambi gli scenari il prodotto poliuretano svolga un ruolo rilevante in questa tipologia di impatto. Nello specifico in Megastar 3400 l'impatto maggiore deriva, anche in questo caso, dalla manutenzione straordinaria. Siccome nel presente elaborato si vogliono approfondire le conoscenze sulle e le differenze tra le prestazioni ambientali dei due macchinari è stato deciso di indagare ulteriormente gli impatti derivati dal prodotto poliuretano.

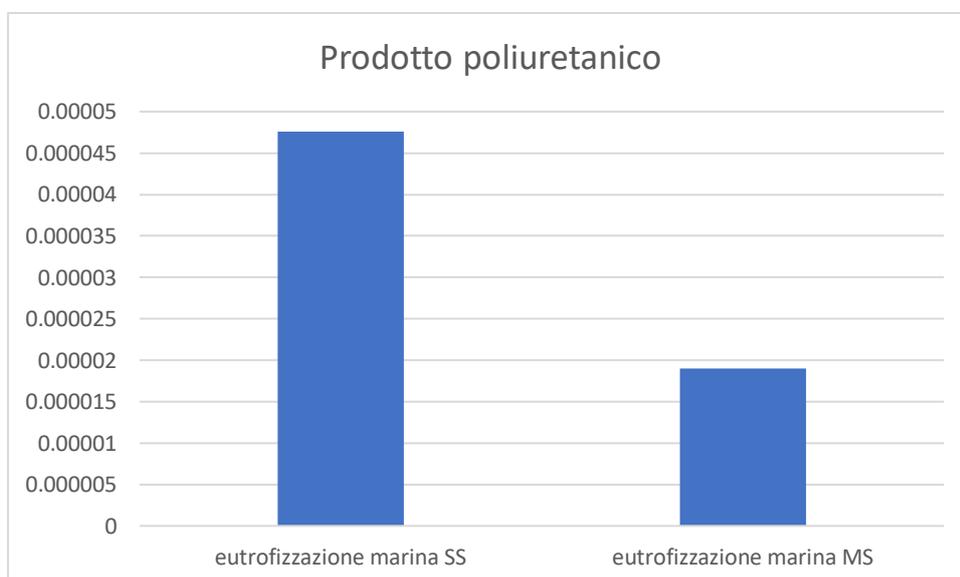


Figura 3.16: Confronto tra gli impatti di Spraystar 3400 e Megastar 3400 rispetto alla categoria di impatto eutrofizzazione marina relativamente all'utilizzo di prodotto poliuretano;

Per comprendere quale tra i due macchinari procuri conseguenze maggiori all'eutrofizzazione in mare in conseguenza all'utilizzo di prodotto poliuretano è stato deciso di confrontare nello specifico i dati relativi a questo processo (Figura 3.16). È possibile osservare come sia maggiore l'impatto derivato da Spraystar 3400.

Questo risultato conferma quanto osservato guardando i dati forniti dall'azienda, la quale ha dichiarato che la verniciatura con Spraystar 3400 non permette una distribuzione del prodotto esclusivamente sulla pelle, e una parte del prodotto viene per tale ragione dispersa e smaltita con i fanghi da produzione. Megastar 3400 consente di utilizzare esclusivamente le quantità necessarie per rifinire la pelle, senza che il materiale venga disperso e per tale motivo è plausibile che gli impatti qui indicati derivino dalla produzione del materiale stesso, ma per confermare quanto appena detto sarebbero necessarie indagini più approfondite.



Figura 3.17: Aumento dell'eutrofizzazione delle acque dolci in relazione alla fase d'uso di Spraystar 3400;

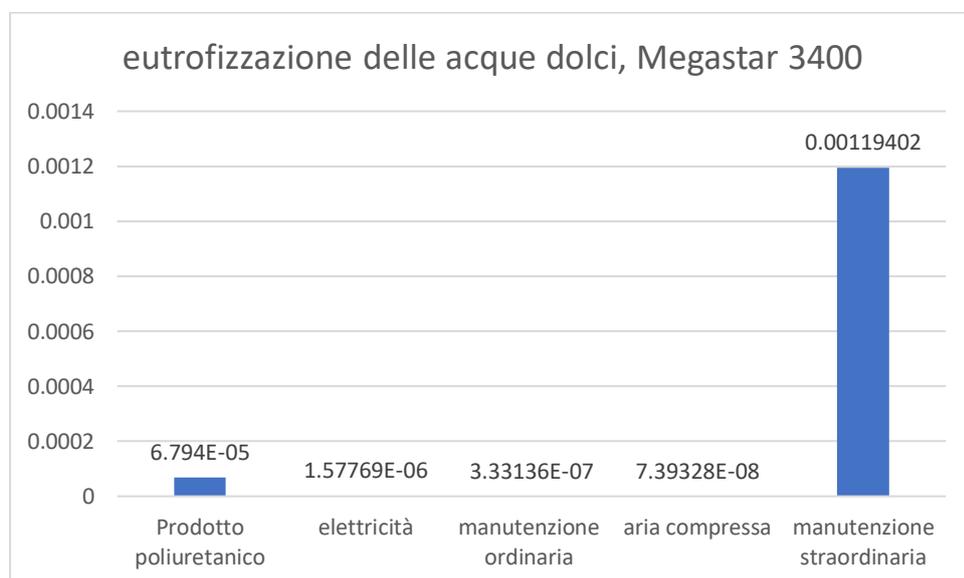


Figura 3.18: Aumento dell'eutrofizzazione delle acque dolci in relazione all'utilizzo di Megastar 3400;

Dall'analisi dei due grafici relativi all'eutrofizzazione delle acque dolci (Figura 3.17 e 3.18 ) emerge come in Spraystar 3400, figura 3.17, gli impatti derivino dall'utilizzo di prodotto poliuretano e solo secondariamente dalla manutenzione straordinaria e dall'utilizzo di aria compressa, mentre solo un piccolo impatto è causato dall'utilizzo di elettricità. Dal secondo

grafico (Figura 3.18) risulta chiaro come l'impatto maggiore per l'utilizzo di Megastar 3400 derivi dalla manutenzione straordinaria della macchina stessa.

In conclusione, dallo studio sembra emergere che, diversamente da quanto atteso, il macchinario a causare maggiori impatti sull'ambiente sia Megastar 3400.

Da quanto osservato, questo risultato sembra dovuto esclusivamente al processo di sostituzione del cilindro inciso, mentre tutti gli altri processi sembrano avere impatti minori se confrontati con Spraystar 3400. Per tale motivo l'azienda potrebbe concentrare maggiori risorse nel cercare soluzioni alternative alla sostituzione del cilindro in acciaio, ad esempio considerando materiali alternativi per la sua costruzione, o mettendo a punto delle tecnologie che ne permettano un uso più prolungato nel tempo.

## CONCLUSIONI

Con il presente lavoro ci si è posti due obiettivi: analizzare l'implementazione delle certificazioni ambientali di prodotto all'interno del Distretto Conciario Vicentino e svolgere uno studio LCA per confrontare le prestazioni ambientali di due macchinari utilizzati per la lavorazione della pelle e verificare se quello più innovativo presentasse delle migliorie in tal senso.

Al termine della presente trattazione, considerando gli obiettivi posti inizialmente si può concludere che attualmente non sono numerose le aziende che hanno implementato una certificazione di prodotto all'interno del Distretto. Questo dato in apparenza sembra dimostrare uno scarso interesse da parte delle aziende verso le certificazioni e le tematiche ambientali. Tuttavia, è bene considerare che alcune delle aziende coinvolte nel questionario non producono direttamente un bene o intervengono solamente in una delle fasi di produzione delle pelli; queste aziende non possono quindi dimostrare concretamente il loro interesse per l'ambiente mediante l'implementazione di una certificazione di prodotto, però potrebbero utilizzare altri strumenti che non sono stati compresi nel questionario somministrato (ad esempio l'analisi dell'eco-efficienza o strumenti di eco-design). È inoltre necessario considerare la precarietà del mercato odierno insieme alla constatazione che molte delle aziende del Distretto sono piccole imprese o imprese a conduzione familiare, che potrebbero scontrarsi con delle procedure di implementazione ancora relativamente onerose sia economicamente sia dal punto di vista delle risorse umane, rispetto alle più immediate necessità di mantenere attivo il loro commercio. Per sottolineare e valorizzare questi strumenti di mercato potrebbe risultare utile sensibilizzare la popolazione stessa, in modo da indirizzare il mercato a scegliere le aziende più attente all'ambiente e alla sostenibilità. Questo fattore incentiverebbe le aziende stesse a investire in nuovi strumenti di valutazione e comunicazione ambientale per affermare e ampliare il proprio mercato.

Considerando il secondo obiettivo del presente lavoro, relativo al confronto degli impatti derivati dall'utilizzo di Spraystar 3400 e Megastar 3400 (due macchinari sviluppati dall'azienda Gemata e utilizzati nella rifinitura delle pelli), è possibile concludere che Spraystar 3400, caratterizzato da una tecnologia a spruzzo, causa maggiori impatti all'ambiente nella fase di lavorazione, in conseguenza dello spreco del prodotto chimico che viene applicato. Tuttavia, diversamente da quanto atteso, Megastar 3400, caratterizzato da una tecnologia a rullo, ha un notevole impatto ambientale derivato dalla manutenzione straordinaria (sostituzione di pezzi) della macchina stessa. Se l'azienda identificasse materiali alternativi per la sua costruzione o materiali e metodologie che consentano di aumentare la vita dei singoli pezzi, gli impatti derivanti dall'utilizzo di tale macchinario potrebbero essere sicuramente inferiori a quelli di Spraystar 3400.

Anche in questo secondo caso però è necessario esplicitare alcune assunzioni e limitazioni dello studio. Poiché è stato scelto di effettuare una analisi LCA "gate to gate", la quale non prevede l'inclusione di tutte le fasi di vita dei macchinari, nello studio non sono state considerate né la fase di produzione né la fase di smaltimento dei macchinari. A tal proposito risulta indispensabile ricordare che l'azienda ha dichiarato che a fine vita il cilindro viene rottamato e il materiale di cui è costituito può essere riciclato, andando a costituire una nuova fonte per la costruzione del cilindro stesso. Un'analisi LCA di tipo ristretto non permette di

dare la giusta rilevanza a questo dato, in quanto non è possibile includere queste due procedure all'interno dell'analisi, le quali ridurrebbero enormemente l'impatto del cilindro inciso indicato nel presente studio.

Considerando i risultati ottenuti nello studio LCA è possibile comprendere l'importanza di questo strumento di analisi. Esso infatti permette l'individuazione degli impatti più rilevanti derivati da un processo o prodotto considerando molteplici parametri che spesso, come in questo studio, non era stato possibile identificare da una prima osservazione del sistema. Nel presente caso di studio, infatti, si pensava di dimostrare l'assoluta convenienza per l'ambiente derivata dall'utilizzo di Megastar 3400, mentre lo studio ha indentificato rilevanti implicazioni ambientali anche da parte di questo macchinario. Inoltre, i risultati ottenuti hanno sottolineato l'importanza di far seguire ad un'analisi preliminare (in questo caso gate-to-gate) uno studio completo ed approfondito, considerando l'elemento oggetto di studio dall'estrazione delle materie prime fino al suo smaltimento e al suo eventuale riciclo. Solamente un'analisi di questo tipo, infatti, permetterebbe di comprendere realmente le differenze tra i due macchinari.

## BIBLIOGRAFIA

ARPAE 2018; *Carbon Footprint dei prodotti e delle organizzazioni*; [https://www.arpae.it/dettaglio\\_generale.asp?id=3096&idlivello=508](https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=3096&idlivello=508)

Baldo G. L., Marino M., & Rossi S.; 2005; *Analisi del ciclo di vita LCA: materiali, prodotti, processi*; Ed. Ambiente, Milano.

Banca Intesa S.p.A.; 2006; *Il Distretto della concia di Arzignano*;

Breedveld, L. (2010). *Italian experiences on EPD. EPD and LCA, 41° LCA forum*. Ittigen, CH.

Camera di Commercio; Industria, Artigianato e Agricoltura di Vicenza; 2008; *La concia: dati a confronto e strategie di sviluppo*; Vicenza

Camera di Commercio Ancona, EMAS; 2010; *le etichette ecologiche, il quaderno del consumatore*; servizio di tutela del consumatore

Cesar; 2017; *Concia, al via la "filiera responsabile"*. Cesar propone alle imprese otto corsi di formazione gratuiti; VICENZA;

Ecoinvent; 2007; *Overview and Methodology*. Ecoinvent report No.1.

Ecoinvent <http://www.ecoinvent.org/home.html> 4 dicembre 2017

Jensen A.A., Hoffman L., Moller B.T., Schmidt A.; 1997; EEA, European Environment Agency

EPD International AB; 2017; *Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (EPD)*; Sweden; [www.environdec.com](http://www.environdec.com). 17 novembre 2017

European Commission, Joint Research Centre; 2010; *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook-General guide for Life Cycle Assessment- Detailed guidance; First edition*; Institute for Environment and Sustainability; Publications Office of the European Union;

Fava JA, Smerek A, Heinrich AB, Morrison L.; 2014; *The role of the society of environmental toxicology and chemistry (SETAC) in life cycle assessment (LCA) development and application*

Gabi <http://www.gabi-software.com/america/overview/what-does-it-do/> ; 2 dicembre 2017

Gemata; [https://www.gemata.it/a\\_14\\_EN\\_12\\_1.html](https://www.gemata.it/a_14_EN_12_1.html) ; 1 Dicembre 2017

Gemata; [https://www.gemata.it/a\\_33\\_EN\\_25\\_1.html](https://www.gemata.it/a_33_EN_25_1.html) ; 4 dicembre 2017

Gemata; [https://www.gemata.it/a\\_3\\_EN\\_220\\_1.html](https://www.gemata.it/a_3_EN_220_1.html) ; 5 dicembre 2017

Goedkoop M., Oele m, Leijting J, Posioen T, Meijer E; 2016; *Introduction to LCA with SimaPro*, SimaPro, PRè

Goedkoop M, Heijungs R, Huijbregts M, De Schryver A, Struijs J, van Zelm R; 2009; *ReCiPe 2008—A life cycle impact assessment method which comprises harmonized category indicators*

at the midpoint and the endpoint level, 1st edn, report I: Characterization; <http://www.lcia-recipe.net> 16 dicembre 2017

Hasaj E. 2016-2017; *Certificazioni ambientali di organizzazione: stato dell'arte e applicazione al Distretto conciario vicentino*; università Ca'Foscari; Venezia

Huijbregts M.A.J.; Steinmann Z.J.N.; Elshout P.M.F.; Verones F.; Vieira M.D.M.; Hollander A.; Zijp M.; van Zelm R.; Stam G.; *ReCiPe 2016 A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level Report I: Characterization*; RIVM Report 2016-0104

Hoekstra A.Y., Chapagain A. K., Aldaya M. M., Mekonnen M. M.; 2011; *The Water Footprint Assessment Manual – Setting the Global Standard*. Earthscan.

ISO/TS 14067:2013; “Greenhouse gases -- Carbon footprint of products -- Requirements and guidelines for quantification and communication” <https://www.iso.org/standard/59521.html> 23 novembre 2017

ISPRA: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/mercato-verde/politica-integrata-dei-prodotti-ipp> 1 febbraio 2018

JRC; 2012; *Product Environmental Footprint (PEF) Guide*; ISPRA

Ministro dell'ambiente 2013, *Water Footprint*

Ministero dell'Ambiente, 2015. *Carbon Footprint*.

Pré; 2012; *About SimaPro*; <http://www.pre-sustainability.com/simapro-lca-software> . 3 dicembre 2017

PRè; 2016; *Introduction to LCA with SimaPro* , report 5.2

PRè; 2017; *SimaPro Database Manual -Method Library*;

Scarcella et al.; 2016. *Manuale Ambiente 2016*, Vicenza: Wolters Kluwer.

Scipioni A., Niero M., Toniolo S., Manzardo A.; *Life Cycle Assessment, la valutazione dell'impatto ambientale di prodotti e processi nell'incertezza del loro ciclo di vita*; dipartimento Processi Chimici dell'Ingegneria; CESQA...NO TROVO L'ANNO

SETAC (1993). Guidelines for Life Cycle Assessment: a code of practice. SETAC Bruxelles

Simapro <https://network.simapro.com/2b/>; 4 gennaio 2018

UNIC, Unione Nazionale Industriale Conciaria; 2015 “Rapporto di sostenibilità”

UNIC, Unione Nazionale Industria Conciaria [http://www.unic.it/it/distretti\\_conceria\\_italiana.php](http://www.unic.it/it/distretti_conceria_italiana.php) , 17 dicembre 2017

UNI EN ISO 14040; 2006; *Gestione ambientale; Valutazione del ciclo di vita; Principi e quadro di riferieneto*; NORMA EUROPEA;

*Desidero ringraziare la Dott.ssa Elena Semenzin, il Dott. Alex Zebeo e la Dott.ssa Elena Giubilato che mi hanno pazientemente seguita nella redazione di questo lavoro di tesi.*

*Ringrazio la mia famiglia: in particolare mia mamma, mio papà, mia sorella e il mio compagno, il quale affetto mi ha permesso di affrontare questo cammino importante ed intenso. Un pensiero speciale va anche al mio bimbo e alle mie nipotine per essere semplicemente fantastici e speciali.*

*Ringrazio inoltre: le amiche di sempre, Crizzi, Diana e Dani, Alda, che mi hanno accompagnata e sostenuta anche in questo strampalato percorso: le mie nuove amiche, Sara, Vale D., Vale B., Elisa, Angela, Jenny, Annapia, Rita, Anto, Claudia il cui supporto è stato fondamentale anche in questo momento della mia vita; tutte le persone che mi hanno pazientemente accompagnata e sostenuta durante questo percorso e non solo e un ringraziamento speciale a Richi e a sua mamma che mi hanno permesso di raggiungere questo obiettivo. Un grazie sincero a tutti voi!*