

Gruppo Industriale
Di Giacomo spa

**STUDIO DI VALUTAZIONE
DELL'IMPRONTA
AMBIENTALE – Servizio
di lavaggio e noleggio del
tessile piano, indumenti
sanitari, da lavoro e del
kit in TTR del Gruppo
Industriale Di Giacomo**

AMBIENTEITALIA
we know green

Gruppo Industriale Di Giacomo S.r.l.

Via delle Industrie,

Battipaglia (SA)

Tel. +39 0828 344787

ufficiotecnico@gruppoindustrialedigiaco.com

sito web: **www.gruppoindustrialedigiaco.com**

Alla cortese attenzione di:

Marco Di Giacomo



Codice documento	23P053
Versione	01 del 20/09/2023
Stato del documento	Definitivo
Autori	Sara Venturelli
Revisione	Elisa D'Amico
Approvazione	Roberto Cariani
Note	

AMBIENTE ITALIA SRL
Via Carlo Poerio, 39
20129 Milano
Tel +39.02.277441
Fax +39.02.27744.222
www.ambienteitalia.it

Partita IVA.CF e Iscrizione Registro Imprese MI 11560560150 / R.E.A. 1475656
Capitale Sociale Interamente versato €102.020,20
Posta elettronica certificata: ambienteitaliasrl@arubapec.it
Azienda con Sistema di gestione Qualità Ambiente certificato da DNV
UNI EN ISO 9001-2015 – CERT. 12313-2003-AQ-MIL-SINCERT
UNI EN ISO 14001-2015 – CERT. 98617-2011-AE-ITA-ACCREDIA - EMAS Reg. N. IT-001538

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	2
1.1. PRESENTAZIONE DELL'ORGANIZZAZIONE	2
1.2. APPLICAZIONI PREVISTE E METODOLOGIA	2
1.3. LIMITAZIONI PRINCIPALI DELLO STUDIO	4
2. AMBITO DELLO STUDIO	5
2.1. UNITA' FUNZIONALE	5
2.2. CONFINI DEL SISTEMA	7
2.3. CRITERI DI ESCLUSIONE	9
2.4. ASSUNZIONI GENERALI	10
2.5. APPROCCIO DI ALLOCAZIONE	10
2.6. RAPPRESENTATIVITA', ADEGUATEZZA E VALIDAZIONE DEI DATI	11
2.7. CATEGORIE DI IMPATTO, MODELLI E INDICATORI	12
2.8. FATTORI DI NORMALIZZAZIONE E PESATURA	14
2.9. VALORI DI BENCHMARK E CLASSI DI PRESTAZIONI AMBIENTALI	15
2.10. INFORMAZIONI AMBIENTALI AGGIUNTIVE	16
3. ANALISI DI INVENTARIO	17
3.1. DESCRIZIONE E DOCUMENTAZIONE DI TUTTI I DATI DELLE UNITA' DI PROCESSO	17
3.1.1. Processi per la produzione del tessile piano, indumenti sanitari e indumenti da lavoro (compresi i DPI)	17
3.1.1. Processi per la produzione dei kit base in TTR	18
Produzione del tessuto (trilaminato e microfibra)	19
Confezionamento	20
3.1.2. Processi per la produzione degli ausiliari e degli imballaggi	21
3.1.3. Trasporti delle categorie analizzate, degli ausiliari e degli imballaggi dal fornitore alla lavanderia	21
3.1.4. Servizio di lavaggio industriale	21
3.1.5. Fase d'uso	24
3.1.6. Fine vita del prodotto tessile e degli imballaggi	25
4. VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEL CICLO DI VITA	26
4.1. RISULTATI	26
4.1.1. CARATTERIZZATI	27
4.1.2. NORMALIZZATI	35
4.1.3. PESATI	38
5. INTERPRETAZIONE DEL CICLO DI VITA	43
5.1. HOTSPOT AMBIENTALI	43
5.1.1. PROCESSI E FASI DEL CICLO DI VITA PIU' RILEVANTI	43
5.2. CONFRONTO CON IL BENCHMARK DI RIFERIMENTO	47
ANALISI DI SENSIBILITA'	48
5.2.1. ANALISI DI SENSIBILITA' SULLA VARIAZIONE DEL PESO STATISTICO DEL TESSILE PIANO	48
5.2.2. ANALISI DI SENSIBILITA' RISPETTO ALLA SOGLIA INFERIORE DEL BENCHMARK DI RIFERIMENTO PER IL TESSILE PIANO	49
5.3. ANALISI DI INCERTEZZA	50
5.4. VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DEL DATO	52
5.5. VALUTAZIONE DELLA FONDATEZZA DEL MODELLO	52
5.6. ANALISI DEI PUNTI CRITICI E DEI POSSIBILI MIGLIORAMENTI	55
6. RIFERIMENTI	56

1. INTRODUZIONE

1.1. PRESENTAZIONE DELL'ORGANIZZAZIONE

Il Gruppo Industriale Di Giacomo S.r.l. è un'azienda che opera nel settore delle Lavanderie Industriali a servizio di enti ospedalieri, sanitari, pubblici e/o privati, con sede legale e produttiva presso la zona industriale di Battipaglia, Salerno.

I principali settori oggetto dell'attività aziendale sono:

- **lavanolo¹ per il settore sanitario, pubblico e privato;**
- **produzione di Dispositivi Medici costituiti da tessuti in TTR²;**
- **trattamento degli indumenti da lavoro per diversi settori industriali;**
- **trattamento dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) e relativo controllo dei parametri di visibilità mediante strumentazione certificata.**

La società, iscritta alla C.C.I.A.A. di Salerno al n. 312231, p. I.V.A. e cod. fisc. 03671190654, opera prevalentemente nelle regioni: Campania, Calabria e Sicilia.

L'azienda, attraverso le proprie competenze nel settore ed investimenti mirati atti al miglioramento tecnologico, persegue una serie di obiettivi:

- soddisfare le esigenze della clientela pubblica e privata, per quanto attiene alle esigenze igienico-sanitarie;
- garantire l'efficienza e la rapidità del ricambio di biancheria;
- salvaguardare l'igiene e la salute dei lavoratori dell'azienda e più in generale la salubrità degli ambienti di lavoro;
- salvaguardare l'ambiente da ogni possibile forma di inquinamento derivante dal ciclo di lavaggio e sterilizzazione della biancheria (inquinamento dai reflui liquidi, dai residui solidi e da emissioni gassose in atmosfera).

OBIETTIVO DELLO STUDIO

1.2. APPLICAZIONI PREVISTE E METODOLOGIA

L'obiettivo del presente studio è quello di fornire la valutazione dell'impatto ambientale generato dal servizio di lavanderia industriale nell'intero ciclo di vita (acquisizione materie prime, produzione, distribuzione, utilizzo e fine vita) e dei processi presenti all'interno del servizio. Lo studio è stato effettuato utilizzando il metodo di calcolo dell'impronta ambientale di prodotto (PEF) dell'Unione Europea caratterizzando gli indicatori di impatto ambientale sull'attività di servizio. Lo studio è destinato alle stazioni appaltanti e alla clientela del Gruppo Industriale Di Giacomo.

I risultati dello studio possono essere ulteriormente utilizzati dal Gruppo Industriale Di Giacomo per:

- quantificare gli impatti ambientali associati al servizio di lavaggio, dettagliandoli per ciascuna fase del ciclo di vita;
- individuare le criticità ambientali del ciclo di vita dei prodotti e i conseguenti potenziali di ottimizzazione;
- comunicare informazioni ambientali di settore chiare e trasparenti sui servizi offerti dalla lavanderia industriale.

¹ Il servizio di lavanolo (lavaggio e noleggio) è una particolare attività strategica che consiste nell'erogazione di servizi integrati di noleggio e ricondizionamento di articoli riutilizzabili dalle strutture sanitarie ma anche da strutture ricettive, industrie e società di servizi.

² TTR (Tessuto Tecnico Riutilizzabile) è un materiale tessile innovativo, caratterizzato da rilascio nullo di particelle, molto utilizzato per l'allestimento delle sale operatorie.

Lo studio rappresenta un'applicazione della metodologia della Valutazione del Ciclo di Vita (Life Cycle Assessment – LCA), eseguita secondo le norme UNI EN ISO 14040 e 14044 che la identificano come segue:

“La LCA è una metodologia che studia gli aspetti ambientali e gli impatti potenziali lungo tutta la vita di un prodotto dalla acquisizione delle materie prime, attraverso la fabbricazione e l'utilizzazione, fino allo smaltimento”.

La metodologia LCA consiste nella compilazione e valutazione attraverso tutto il ciclo di vita dei flussi in entrata e in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali, di un sistema di prodotto (definizione tratta dallo standard internazionale UNI EN ISO 14040:2021).

Sono quattro le fasi principali che caratterizzano un'analisi LCA:

- 1) Definizione dell'obiettivo dello studio, del campo di applicazione, dei confini del sistema da analizzare e dell'unità funzionale³;
- 2) Analisi di inventario, ossia la quantificazione dei flussi di materia e di energia lungo l'arco dell'intero ciclo di vita del prodotto in esame, quindi in ingresso e in uscita;
- 3) Analisi di impatto ambientale del ciclo di vita, fase in cui i flussi di sostanze e di energia individuati durante l'inventario vengono ordinati, classificati ed aggregati con opportuni pesi in diverse categorie di impatto ambientale, anche detti indicatori aggregati di impatto;
- 4) Interpretazione dei risultati, realizzata sulla base delle assunzioni metodologiche adottate; in questa fase si valutano i risultati dell'inventario e dell'analisi di impatto ambientale, anche mediante opportune considerazioni ed analisi aggiuntive.

Lo studio è stato condotto in conformità ai seguenti documenti e norme internazionali:

- UNI EN ISO 14040:21 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento;
- UNI EN ISO 14044:21 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione e analisi dell'inventario, valutazione dell'impatto del ciclo di vita, interpretazione del ciclo di vita.
- European Commission, PERCF Guidance document – Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3, may 2018.
- Raccomandazione 2021/2279/UE del 16 dicembre 2021
- Regole di Categoria di Prodotto (RCP) Servizi delle attività di lavanderia industriale – Schema nazionale volontario “Made Green in Italy”, NACE 96.01.10, VERSIONE 0.3 valida fino al 18-06-2025

Per giungere ai risultati riportati in questo studio, è stato utilizzato uno dei software applicativi più diffusi per la valutazione del ciclo di vita di prodotto, SimaPro versione 9.4.

³ La norma UNI EN ISO 14040:2021 definisce l'unità funzionale quale la “Prestazione quantificata di un sistema di prodotto da utilizzare come unità di riferimento in uno studio di valutazione del ciclo di vita”. La definizione di “prodotto” è qualsiasi bene o servizio.

1.3.LIMITAZIONI PRINCIPALI DELLO STUDIO

Si è tenuto conto delle seguenti limitazioni:

1. I risultati di uno studio sviluppato secondo la RCP 'Servizi delle attività di lavanderia industriale' versione 0.3 sono frutto di espressioni potenziali e non predicono impatti reali sulle categorie end-point esaminate.
2. I risultati dello studio non possono esser ritenuti conformi alle linee guida PEF in quanto, per motivi di copyright, non è possibile utilizzare i dataset PEF-compliant sviluppati dall'Unione Europea.

Fermo restando le limitazioni sopra esposte, le Dichiarazioni di Impronta Ambientale condotte in conformità alla RCP 'Servizi delle attività di lavanderia industriale' versione 0.3 producono risultati ragionevolmente comparabili e le informazioni incluse al suo interno possono quindi essere utilizzate in confronti e asserzioni comparative.

Inoltre, questo studio segue un metodo standardizzato a livello nazionale e descritto secondo precise norme nazionali e internazionali, ma i vincoli e le scelte richieste dall'applicazione della metodologia possono influenzare i risultati e pertanto la valutazione, accurata e completa, può presentare margini di errore, anche se non rilevanti.

2. AMBITO DELLO STUDIO

2.1. UNITA' FUNZIONALE

L'unità funzionale fornisce il riferimento al quale sono riferiti i dati in ingresso e in uscita al sistema considerato. L'unità funzionale considerata nello studio corrisponde ad 1 kg di prodotto lavato, per le seguenti categorie del servizio rappresentativo: tessile piano, indumenti da lavoro in ambito sanitario e indumenti da lavoro (compresi i DPI) e kit in TTR.

LAVAGGIO E NOLEGGIO DI 1 kg di TESSILE PIANO 100% COTONE BIANCO O TINTO IN FILO

Funzione fornita: lavaggio e noleggio di tessile piano, usato per coprire una superficie.

Portata della funzione: 1 kg di tessile piano 100% in cotone tinta unita.

Livello di qualità previsto: uso nel settore sanitario e turistico-alberghiero, mantenendo le caratteristiche del tessuto senza particolari segni di usura che impediscano l'utilizzo.

Vita del prodotto: cicli di lavaggio fino alla perdita delle caratteristiche di qualità del tessuto

LAVAGGIO E NOLEGGIO DI 1 kg DI INDUMENTI DA LAVORO IN AMBITO SANITARIO

Funzione fornita: lavaggio e noleggio di indumenti da lavoro, usati per coprire i corpi durante lo svolgimento dell'attività in ambito sanitario

Portata della funzione: 1 kg di indumenti da lavoro in ambito sanitario con composizione in poliestere e in cotone tinta unita.

Livello di qualità previsto: uso in ambito sanitario

Vita del prodotto: cicli di lavaggio fino alla perdita delle caratteristiche di qualità del tessuto

LAVAGGIO E NOLEGGIO DI 1 kg di INDUMENTI DA LAVORO (COMPRESI I DPI)

Funzione fornita: lavaggio e noleggio di indumenti da lavoro, usati per coprire e/o proteggere corpi durante lo svolgimento di attività lavorative

Portata della funzione: 1 kg di indumenti da lavoro con composizione del tessuto media tra diverse caratteristiche

Livello di qualità previsto: uso in ambito lavorativo come DPI

Vita del prodotto: cicli di lavaggio fino alla perdita delle caratteristiche di qualità del tessuto

Livello di qualità previsto: uso in ambito sanitario

Vita del prodotto: cicli di lavaggio fino alla perdita delle caratteristiche di qualità del tessuto

LAVAGGIO E NOLEGGIO DI 1 kg DI KIT CHIRURGICO BASE RIUTILIZZABILE STERILIZZATO LAVATO

Funzione fornita: lavaggio e noleggio di un kit, usato per coprire corpi e/o superfici durante l'intervento chirurgico

Portata della funzione: un kit chirurgico in composizione e dimensioni specifiche

Livello di qualità previsto: uso nell'ambito operatorio

Vita del prodotto: cicli di lavaggio fino alla perdita delle caratteristiche di qualità del tessuto

Figura 1. Descrizione delle sottocategorie del servizio di lavanderia industriale analizzate

Il numero di cicli di lavaggio è riferito all'unità funzionale ed è stato stimato considerando uno specifico capo rappresentativo, definito come il prodotto maggiormente acquistato nel 2022.

Per il servizio di lavanderia industriale di tessile piano il capo rappresentativo considerato nello studio è il lenzuolo singolo 160x290 cm il quale presenta un peso statistico di 0,696 kg. Nell'analisi è stato utilizzato il valore minimo consentito dalla RCP di 0,700 kg.

Per il servizio di lavanderia industriale di indumenti da lavoro in ambito sanitario il capo rappresentativo considerato è il camice con peso di 0,473 kg; tuttavia, nell'analisi è stato utilizzato il massimo consentito dalla RCP di 0,250 kg.

Per la categoria relativa ai kit in TTR il capo rappresentativo è definito dalla RCP come un kit base composto da: un camice standard in microfibra; due camici standard in microfibra; un telo tavolo madre in microfibra; due teli in trilaminato; una federa mayo in microfibra e trilaminato; un telo testa in trilaminato e un telo piedi in trilaminato. Il peso complessivo dei componenti dei kit risulta pari a 3,579 kg.

Invece, per il servizio di lavanderia di indumenti da lavoro compresi i DPI come capo rappresentativo è stato considerato il pantalone da soccorso con peso di 0,670 kg; tuttavia, nell'analisi è stato utilizzato il massimo consentito dalla RCP di 0,370 kg (vedi allegato 1).

Tabella 1. Prodotti rappresentativi sottocategorie

Servizi rappresentativi	Prodotto rappresentativo	Taglia	Peso (kg)	kg trattati	Cicli di lavaggio
Tessile piano	Lenzuolo bianco	160x290cm	0,700	2.180.859,10	75
Indumenti da lavoro sanitari	Camice	M	0,250	69.305,00	57
Indumenti da lavoro, compresi i DPI	Pantalone da soccorso	M	0,370	18.154,00	45
Kit TTR	Kit base	-	3,579	271.770,50	73

2.2. CONFINI DEL SISTEMA

I confini di sistema determinano le unità di processo incluse nello studio LCA e quale tipologia di dati in “ingresso” e/o “uscita” al sistema sono stati omessi. Nel sistema analizzato si possono classificare i processi di *foreground*, definiti dalla guida sul metodo di calcolo dell'impronta ambientale di prodotto (PEF) dell'Unione Europea come i processi per i quali è possibile accedere direttamente alle informazioni. Sono invece classificabili come processi di *background* tutte le altre fasi di prodotto per le quali non è stato possibile reperire dati specifici, e fra queste possiamo elencare: la produzione delle fibre, delle materie prime ausiliarie, degli imballaggi, delle infrastrutture e dei macchinari necessari allo svolgimento del servizio di lavanderia industriale, i mezzi di trasporto e il fine vita dei prodotti.

Nella figura successiva sono riportate tutte le fasi incluse nei **confini del sistema** per i quattro servizi rappresentativi, divise tra fase di upstream, core e downstream. I processi di foreground sono riportati nel grafico con sfondo colorato.

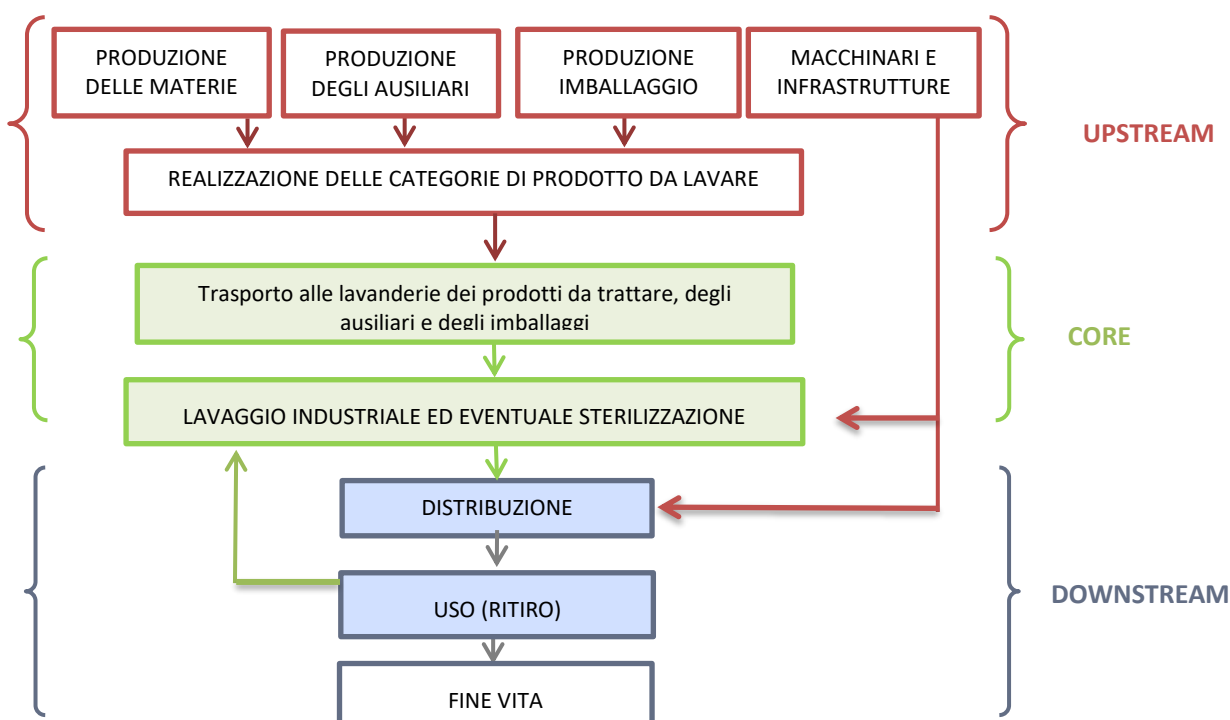


Figura 2. Confini del sistema

La fase di upstream include: l'estrazione e la lavorazione delle materie prime (fibre sintetiche e naturali), il trasporto dei materiali per la manifattura dei tessuti, la realizzazione del tessile piano e degli indumenti sanitari e da lavoro, la produzione degli ausiliari e degli imballaggi e la realizzazione delle infrastrutture necessarie allo svolgimento del servizio di lavanderia industriale.

Nelle seguenti figure sono state riportate le fasi per la produzione del tessile piano, degli indumenti in ambito sanitario e degli indumenti da lavoro compresi i DPI e dei kit in TTR.



Figura 3. Produzione del materiale tessile piano e degli indumenti da lavoro in ambito sanitario

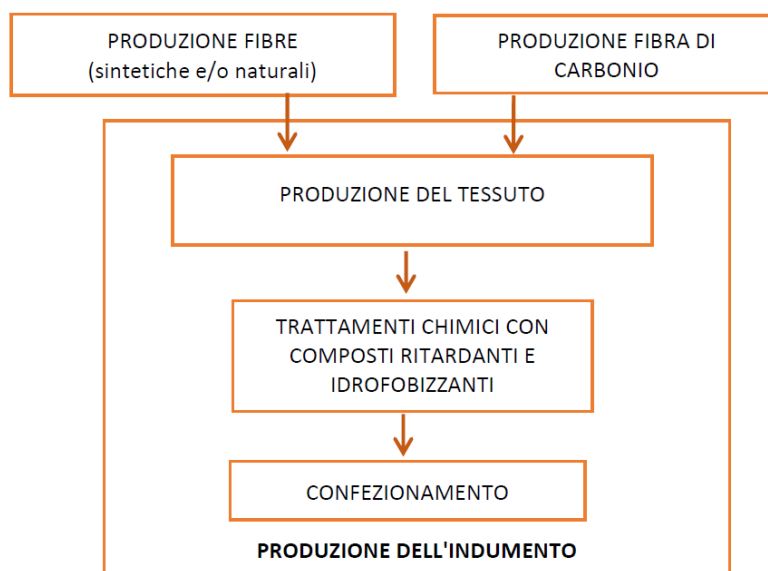


Figura 4. Produzione degli indumenti da lavoro (compresi i DPI)

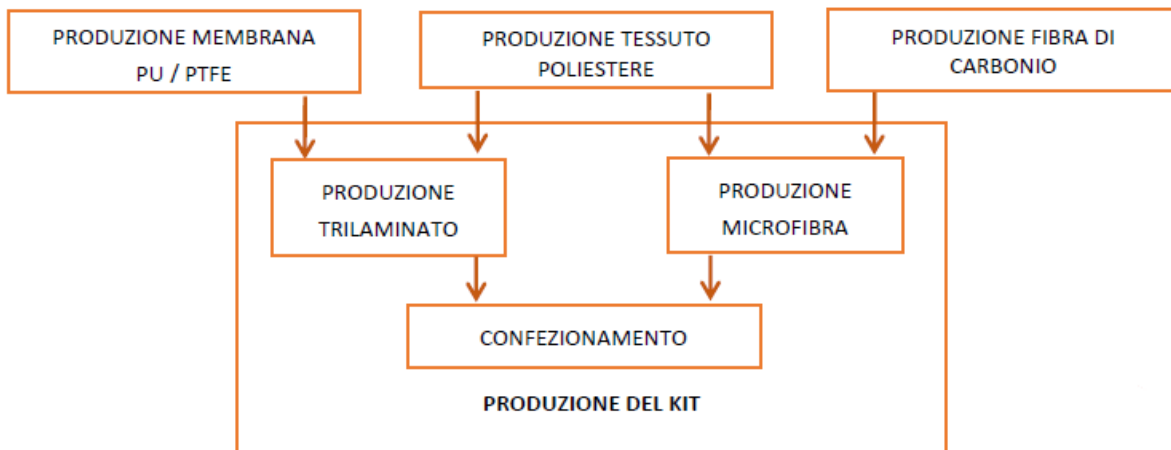


Figura 5. Produzione del kit in TTR

La fase di *core* è composta dal trasporto dei prodotti da trattare dal produttore alla lavanderia, del trasporto degli ausiliari e degli imballaggi alle lavanderie, oltre che dal processo di lavaggio - includendo le fasi di trattamento e i consumi ausiliari legati al servizio di lavanderia industriale. Inoltre, è incluso il fine vita degli imballaggi smaltiti dalla lavanderia.

La fase di *downstream*, infine, comprende la fase d'uso e la distribuzione (consegna e ritiro del tessile piano) da parte delle lavanderie da/a i clienti, il fine vita del tessile piano e la realizzazione delle infrastrutture legate al trasporto di downstream, strettamente collegato al servizio di lavanderia industriale. Comprende il fine vita degli imballaggi del prodotto spedito e ritirato.

In queste fasi (unità di processo) sono stati valutati in entrata o in uscita dal sistema i flussi relativi ai consumi di energia (elettrica, combustibile, ecc.), di acqua, di prodotti chimici e materie prime ausiliarie; sono stati inoltre quantificati gli imballaggi, la produzione di rifiuti (congegnati lungo tutto il ciclo di vita) e le emissioni in acqua.

2.3.CRITERI DI ESCLUSIONE

I criteri di esclusione (cut-off) consentono di escludere, dal calcolo delle categorie di impatto, alcuni flussi di materia ed energia in ingresso e in uscita al sistema considerato. Per il presente studio sono state escluse le componenti che contribuiscono con meno dell'1% per ogni indicatore delle categorie di impatto PEF. In particolare, i processi che sono stati esclusi dall'analisi, sono i seguenti:

- ✓ Gli spostamenti casa-lavoro dei dipendenti e i viaggi di lavoro;
- ✓ La produzione degli imballaggi delle materie prime, come stabilito dalla RCP di riferimento.
- ✓ Consumi di cera nei mangani per la lucidazione dei rulli.
- ✓ Finiture degli indumenti sanitari e da lavoro.
- ✓ La costruzione delle infrastrutture relative alla fase di upstream e al fine vita dei prodotti e degli imballaggi.

2.4.ASSUNZIONI GENERALI

Le assunzioni sono riportate nei diversi paragrafi relativamente alla metodologia utilizzata. In generale, valgono le seguenti assunzioni:

Geografia: Il presente studio è riferito al servizio di lavanderia industriale del Gruppo Industriale Di Giacomo, il quale è situato all'interno dei confini nazionali italiani.

Composizione del prodotto: La composizione è stata, per quanto possibile, associata alla produzione dichiarata dal fornitore.

Fine vita: Il fine vita è stato modellizzato per lo scenario italiano. La Circular Footprint Formula è stata applicata conformemente ai requisiti della PEFCR Guidance v6.3.

2.5.APPROCCIO DI ALLOCAZIONE

L'allocazione è una metodologia di calcolo che permette una "ripartizione nel sistema di prodotto allo studio dei flussi in entrata e in uscita di una unità di processo". Tale metodologia si rende necessaria quando il processo in esame prevede la produzione di co-prodotti, al fine di imputare il giusto carico ambientale al prodotto in esame.

La seguente procedura graduale viene applicata per prodotti multifunzionali e processi multiprodotto:

1. Si è cercato di evitare l'allocazione, ove possibile, dividendo il processo unitario in due o più sottoprocessi e raccogliendo dati ambientali relativi a questi sottoprocessi.
2. Nel caso in cui non è stato possibile evitare l'allocazione, gli input e gli output del sistema sono stati suddivisi tra i diversi prodotti o funzioni, in un modo da riflettere le relazioni fisiche sottostanti tra di loro.

Per quanto riguarda i dati specifici riferiti al servizio di lavanderia industriale, questi sono stati allocati nel seguente modo: i dati relativi al consumo di ausiliari, alla produzione degli imballaggi, ai trasporti in entrata alle lavanderie, alle emissioni e alla generazione dei rifiuti sono stati allocati alla massa totale di prodotti (kg) trattata nello stabilimento per l'anno di riferimento; i dati relativi all'uso dell'energia elettrica, al consumo di metano e di acqua sono stati allocati alla specifica categoria di prodotto. Invece per quanto riguarda gli altri dati generici (da banche dati), sono state mantenute le allocazioni presenti.

2.6.RAPPRESENTATIVITA', ADEGUATEZZA E VALIDAZIONE DEI DATI

Per quanto riguarda i dati generici è stata fatta un'analisi della costruzione dei dataset, considerando le coperture temporali e geografiche per assicurare la rappresentatività degli stessi in questo studio.

Di seguito si riporta una tabella dove sono riepilogate tutte le fasi del ciclo di vita, i processi, la tipologia di dati utilizzati (specifici o generici), la fonte da cui sono stati raccolti, la copertura temporale e geografica. Le informazioni riportate per le diverse fasi sono state differenziate in processi di *foreground* e di *background*.

Tabella 2. Fonti dei dati per fase di ciclo di vita

Fasi	Processo specifico	Categoria di dati	Fonte	Copertura temporale	Copertura geografica
BACKGROUND					
Coltivazione e filatura cotone	Coltivazione e filatura	Dati generici selezionati	Ecoinvent 3.6	2019**	Asia
Estrazione delle materie prime e creazione delle fibre sintetiche	Estrazione delle fonti fossili e filatura	Dati generici selezionati	Ecoinvent 3.6	2019**	Asia
Produzione del tessuto	Tintura in filo, produzione della fibra, trattamento ad umido, candeggio, mercerizzo, finissaggio	Dati generici selezionati	Ecoinvent 3.6	2019**	Asia
FOREGROUND					
Produzione tessuto in cotone	Trasporti a lavanderia	Dati specifici	Gruppo Industriale Di Giacomo	2022	Italia
Servizio di lavanolo	Lavaggio industriale	Dati specifici	Gruppo Industriale Di Giacomo	2022	Italia
	Ritiro e consegna	Dati specifici	Gruppo Industriale Di Giacomo	2022	Italia
BACKGROUND					
Diverse	Imballaggi e ausiliari: produzione	Dati generici selezionati	Ecoinvent 3.6	2019**	Europa e resto del mondo
	Trasporti	Dati generici selezionati	Ecoinvent 3.6	2019**	Europa
Fine vita	Processi di riciclo e smaltimento	Dati generici selezionati	Ecoinvent 3.6	2019**	Italia

** riferito alla data di pubblicazione

2.7. CATEGORIE DI IMPATTO, MODELLI E INDICATORI

Per *categoria d'impatto* si intende la classe che rappresenta i problemi ambientali d'interesse ai quali possono essere assegnati i risultati dell'analisi dell'inventario del ciclo di vita. Si definisce invece *l'indicatore della categoria d'impatto* la rappresentazione quantificabile delle categorie d'impatto. Nel presente studio si sono considerati gli impatti ambientali del prodotto rispetto a tutte le categorie d'impatto indicate dalla PEFCR Guidance v6.3, di seguito riportati in tabella assieme ad una breve descrizione.

Tabella 3: Categorie di impatto ambientale PEF

Categoria di impatto	Indicatore	Modello	Descrizione
Cambiamenti climatici (effetto serra)	kg CO ₂ eq	IPCC 2013: GWP 100, potenziali di riscaldamento globale in 100 anni	Capacità di un gas a effetto serra di influenzare i cambiamenti della temperatura media globale dell'aria a livello del suolo e alle successive variazioni di diversi parametri climatici e dei loro effetti (espresso in unità di CO ₂ -equivalenti e in uno specifico arco temporale: 100 anni). Gli impatti vengono suddivisi in kg CO ₂ eq di origine fossile, biogenica e dovuti al cambiamento dell'uso del suolo.
Riduzione dell'ozono stratosferico	kg CFC-11 eq	Modello EDIP (potenziali di riduzione dello strato di ozono dell'Organiz. Meteorologica Mondiale)	Degradazione dell'ozono stratosferico dovuta alle emissioni di sostanze lesive dell'ozono, quali gas contenenti cloro e bromo di lunga durata (per esempio CFC, HCFC, halon).
Radiazione ionizzante – effetti sulla salute umana	kg U ²³⁵ eq	Modello di effetti sulla salute umana	Effetti negativi sulla salute umana causati da emissioni radioattive.
Formazione di ozono fotochimico	kg NMVOC eq	Modello LOTOS-EUROS	Formazione di ozono al livello del suolo della troposfera causata da ossidazione fotochimica di composti organici volatili (VOC) e monossido di carbonio (CO) in presenza di ossidi di azoto (NO _x) e luce solare. Alte concentrazioni di ozono troposferico a livello del suolo sono dannose per la vegetazione, le vie respiratorie dell'uomo e i materiali artificiali attraverso la reazione con materiali organici.
Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche	Incidenza di malattie	Raccomandato dal Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP 2016)	Effetti avversi sulla salute umana causati dalle emissioni di particolato (PM) e dai suoi precursori (NO _x , SO _x , NH ₃).
Tossicità per gli esseri umani - effetti cancerogeni	CTUh (Unità Tossica Comparativa per gli esseri umani)	Modello USEtox	Effetti negativi sulla salute degli esseri umani causati dall'assunzione di sostanze tossiche per inalazione di aria, ingestione di cibo/acqua, penetrazione cutanea, nella misura in cui si tratta di sostanze cancerogene.
Tossicità per gli esseri umani - effetti non cancerogeni	CTUh (come sopra)	Modello USEtox	Effetti negativi sulla salute degli esseri umani causati dall'assunzione di sostanze tossiche per inalazione di aria, ingestione di cibo/acqua, penetrazione cutanea, nella misura in cui si tratta di sostanze non cancerogene non causate da particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche o da radiazioni ionizzanti.

Categoria di impatto	Indicatore	Modello	Descrizione
Acidificazione	moli H+ eq	Modello di superamento accumulato	Ripercussioni delle sostanze acidificanti sull'ambiente. Le emissioni di NOx, SOx e NH ₃ comportano il rilascio di ioni idrogeno quando i gas sono mineralizzati. I protoni favoriscono l'acidificazione dei suoli e delle acque, se rilasciati in superfici dove la capacità tampone è bassa, con conseguente deterioramento delle foreste e acidificazione dei laghi.
Eutrofizzazione acquatica	kg P eq	Modello EUTREND	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di alghe e altra vegetazione nelle acque. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso e, in alcuni casi, moria ittica in corsi d'acqua dolce.
Eutrofizzazione marina	kg N eq	Modello EUTREND	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di alghe e altra vegetazione nelle acque. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso e, in alcuni casi, moria ittica nel mare.
Eutrofizzazione terrestre	moli N eq	Modello di superamento accumulato	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di vegetazione. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso.
Ecotossicità ambiente acquatico acqua dolce	- CTUe (unità tossica comparativa per gli ecosistemi)	Modello USEtox	Impatti tossici su un ecosistema, che danneggiano le singole specie e modificano la struttura e la funzione dell'ecosistema.
Uso del suolo	pt	Soil Quality Index	Utilizzo e trasformazione del territorio con attività quali agricoltura, costruzione di strade, case, miniere, ecc. L'indice SQI è basato sul modello LANCA (Bos et al., 2016). Si presenta come l'aggregazione di quattro indicatori: produzione biotica; resistenza all'erosione; filtrazione meccanica; rifornimento della falda acquifera.
Impoverimento delle risorse – acqua	m ³ acqua eq	Metodo A.WA.RE. (Available WAtER REmaining) raccomandato dall'UNEP (2016)	Indicatore dell'uso dell'acqua, che valuta il potenziale di privazione dell'acqua, sia per gli esseri umani che per gli ecosistemi. L'acqua che resta disponibile per area si riferisce al quantitativo di acqua che resta dopo che il consumo da parte dell'uomo e la domanda ambientale di acqua sono state sottratte alla disponibilità naturale del bacino idrico.
Impoverimento delle risorse – minerali, metalli	kg Sb eq	Modello 2002	CML Impoverimento delle risorse abiotiche (minerali, metalli) espresse come kg di antimonio equivalente, uno degli elementi più comuni in queste risorse. L'indicatore caratterizza l'esaurimento delle risorse abiotiche sulla base di tassi di estrazione e delle riserve rimanenti.
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	MJ	Modello 2002	CML Impoverimento delle risorse abiotiche (combustibili fossili) espresse in MJ in riferimento alla loro caratteristica di "vettori di energia" ("energy carriers")

2.8.FATTORI DI NORMALIZZAZIONE E PESATURA

Per l'ottenimento del marchio Made Green in Italy, i profili di indicatori ambientali calcolati vengono tradotti, a seguito di normalizzazione e pesatura, in un punteggio singolo. Di seguito è riportata la tabella contenente i fattori di normalizzazione e pesatura presenti nella RCP dei Servizi delle attività di lavanderia industriale

Tabella 4. Fattori di normalizzazione, pesatura e pesatura senza le categorie di tossicità

Categorie di impatto ambientale	Normalizzazione	Pesatura	Pesatura (senza le categorie di tossicità)
Cambiamenti climatici (effetto serra)	0,00012	0,2106	0,2219
Riduzione dell'ozono stratosferico	18,64	0,0631	0,0675
Radiazione ionizzante – effetti sulla salute umana	0,00023	0,0501	0,0537
Formazione di ozono fotochimico	0,02463	0,0478	0,0510
Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche	1680	0,0896	0,0954
Tossicità per gli esseri umani - effetti cancerogeni	59173	0,0213	-
Tossicità per gli esseri umani - effetti non cancerogeni	4354	0,0184	-
Acidificazione	0,0180	0,0620	0,0664
Eutrofizzazione – acquatica	0,6223	0,0280	0,0295
Eutrofizzazione – marina	0,0512	0,0296	0,0312
Eutrofizzazione – terrestre	0,0057	0,0371	0,0391
Ecotossicità - ambiente acquatico acqua dolce	0,00002	0,0192	-
Uso del suolo	0,0000012	0,0794	0,0842
Impoverimento delle risorse – acqua	0,00009	0,0851	0,0903
Impoverimento delle risorse – minerali, metalli	15,71	0,0755	0,0808
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	0,000015	0,0832	0,0892

2.9. VALORI DI BENCHMARK E CLASSI DI PRESTAZIONI AMBIENTALI

Nel presente paragrafo vengono riportati i valori di benchmark stabiliti dalla RCP dei Servizi delle attività di lavanderia industriale, conformi al regolamento del Made Green in Italy e derivanti dall'analisi in termini di caratterizzazione, normalizzazione e pesatura dei tre indicatori più rilevanti indicati nella RCP. La RCP ha definito le soglie inferiori e superiori rispetto al valore medio di benchmark che sono rispettivamente una variazione inferiore del 15% e una variazione superiore del 25%. Nella seguente tabella sono riportati i valori di benchmark e di soglia inferiore e superiore per i tre servizi rappresentativi analizzati.

Tabella 5. Valori di benchmark per il servizio di lavaggio industriale del tessile piano

Categorie di impatto più rilevanti	Soglia inferiore	Valore di benchmark	Soglia superiore
Cambiamenti climatici	1,31E-03	1,54E-03	1,93E-03
Impoverimento delle risorse, acqua	1,47E-03	1,73E-03	2,16E-03
Impoverimento delle risorse, vettori energetici	9,32E-04	1,10E-03	1,37E-03
Totale tessile piano	3,71E-03	4,37E-03	5,46E-03

Tabella 6. Valori di benchmark per il servizio di lavaggio industriale degli indumenti da lavoro in ambito sanitario

Categorie di impatto più rilevanti	Soglia inferiore	Valore di benchmark	Soglia superiore
Cambiamenti climatici	8,88E-03	1,05E-02	1,31E-02
Impoverimento delle risorse, acqua	4,04E-03	4,75E-03	5,93E-03
Impoverimento delle risorse, vettori energetici	6,97E-03	8,20E-03	1,02E-02
Indumenti da lavoro in ambito sanitario	1,99E-02	2,34E-02	2,92E-02

Tabella 7. Valori di benchmark per il servizio di lavaggio industriale degli indumenti da lavoro compresi i DPI

Categorie di impatto più rilevanti	Soglia inferiore	Valore di benchmark	Soglia superiore
Cambiamenti climatici	4,37E-03	5,14E-03	6,43E-03
Impoverimento delle risorse, acqua	2,10E-03	2,47E-03	3,09E-03
Impoverimento delle risorse, vettori energetici	3,36E-03	3,96E-03	4,95E-03
Indumenti da lavoro compresi i DPI	9,84E-03	1,16E-02	1,45E-02

Tabella 8. Valori di benchmark per il servizio di lavaggio industriale dei kit in TTR

Categorie di impatto più rilevanti	Soglia inferiore	Valore di benchmark	Soglia superiore
Cambiamenti climatici	1,26E-03	1,49E-03	1,86E-03
Riduzione dello strato di ozono	3,15E-04	3,71E-04	4,63E-04
Impoverimento delle risorse, vettori energetici	7,90E-04	9,29E-04	1,16E-03
Kit in TTR	2,37E-03	2,79E-03	3,48E-03

Come riportato nel Decreto 21 marzo 2018, n. 56, la lavanderia industriale può rientrare in una delle tre classi per servizio rappresentativo: classe A, B e C. La classe A presenta un impatto minore della soglia inferiore, la classe B che invece presenta un impatto tra la soglia inferiore e la soglia superiore, e la classe C che presenta un impatto maggiore della soglia superiore.

2.10. INFORMAZIONI AMBIENTALI AGGIUNTIVE

Le informazioni ambientali aggiuntive sono relazionate ai Criteri Ambientali Minimi (D.M. 9 dicembre 2020) per l'affidamento del servizio di lavaggio industriale e noleggio di tessili. Si dichiara che:

I prodotti tessili noleggiati sono conformi alle specifiche tecniche previste nei Criteri Ambientali Minimi, su richiesta è possibile fornire i mezzi di prova ivi previsti. L'impianto con il quale si eseguirà il servizio è dotato di idonei sistemi di filtraggio e riutilizzo dell'acqua al fine di ridurre il consumo.

Gli articoli del servizio affidato sono trattati, fatte salve indicazioni specifiche da parte delle autorità nazionali competenti legate ad emergenze epidemiologiche, con prodotti in possesso del marchio di qualità ecologica Ecolabel (UE) o di un'equivalente etichetta ambientale di cui alla UNI EN ISO 14024 o con detersivi e sostanze chimiche conformi ai Criteri Ambientali Minimi di cui al punto D del D.M. 9 dicembre 2020, muniti di rapporti di prova rilasciati da un laboratorio operante nel settore chimico sulle matrici di riferimento, accreditato UNI EN ISO/IEC 17025.

3. ANALISI DI INVENTARIO

3.1. DESCRIZIONE E DOCUMENTAZIONE DI TUTTI I DATI DELLE UNITA' DI PROCESSO

3.1.1. Processi per la produzione del tessile piano, indumenti sanitari e indumenti da lavoro (compresi i DPI)

Per la fase di approvvigionamento della materia prima sono stati scelti processi in cui la fase di coltivazione e approvvigionamento comprende diverse attività, tra cui le principali sono la semina, il controllo delle erbacce e degli infestanti, la fertilizzazione, l'irrigazione, la raccolta e la pulizia del cotone.

La filatura è l'insieme delle operazioni che permettono di disporre una massa di fibre tessili (fiocco di cotone), inizialmente disordinata, in un'unità di grande lunghezza (filato) e quindi è di fatto la trasformazione delle fibre tessili in filati. Questa fase comprende alcuni processi, tra cui la pulitura del fiocco, la cardatura e la filatura. Per i dati generici selezionati di input e output si rimanda al processo definito nella banca dati Ecoinvent v3.6: "Yarn, cotton {GLO} | market for yarn cotton | Cut-off, U" modificato con i dataset asiatici.

La tintura è una delle fasi fondamentali per un produttore di tessuti tinti in filo. La tintura è il processo di lavorazione per la trasformazione del filato greggio in filato colorato, mediante l'utilizzo di sostanze coloranti. Per la tipologia di prodotto analizzata si è scelto di considerare la tintura in filo, che risulta essere più utilizzata di quella su pezza⁴. La fase di tintura è stata inclusa cautelativamente sul totale del tessile oggetto del servizio di lavaggio industriale, anche se di fatto è legato solo a una parte di esso non quantificabile.

La fase di roccatura ha lo scopo di riunire in una sola rocca il filato svolto successivamente da più bobine provenienti dalla filatura e comprende generalmente anche l'operazione di sribbiatura per l'eliminazione dei più grossolani difetti di filatura.

L'orditura è un'operazione consistente nel disporre l'uno vicino all'altro, svolgendoli dai rispettivi rocchetti, tutti i fili necessari per formare l'ordito di un tessuto nella larghezza voluta e nell'avvolgerli sul subbio destinato al telaio.

La fase di tessitura comprende tutte le attività necessarie per costruire il tessuto con l'intreccio dei fili.

La nobilitazione consiste nell'insieme dei trattamenti a cui si sottopone il tessuto grezzo per migliorarne le sue caratteristiche (tingibilità, stampabilità, idrofilia, colore, aspetto, ecc.). Questa fase comprende le attività di bruciapelo-sbozzima, candeggio, mercerizzo (trattamento con soda caustica per aumentare la brillantezza, l'idrofilia e la resa del colore) e finissaggio-asciugatura; ogni attività è stata modellizzata separatamente:

L'attività di bruciapelo permette di eliminare i peli sporgenti per ottenere una superficie del tessuto più liscia; quella di sbozzima viene effettuata sui tessuti ad intreccio ortogonale per la completa eliminazione della bozzima dei fili d'ordito. Le operazioni rendono il tessuto assorbente, in modo omogeneo, alle lavorazioni successive.

L'attività di candeggio, per i tessuti tinti in filo, ha lo scopo di eliminare eventuali impurità e tinte indesiderate per ottenere colori di base tenui omogenei. Il tessuto può essere candeggiato in continuo o con il supporto di un macchinario apposito (jigger) dove il materiale da processare si spiega da un rotolo per arrotolarsi su di un altro, con la lavorazione vera e propria nel mezzo.

⁴ PEF report del Distretto tessile Lombardo – tovaglia 100% cotone (rev. 4 di giugno 2016) ed elaborati vari del progetto Life+ PREFER sull'applicazione della PEF nel settore tessile lombardo. Una specifica analisi di sensibilità ha evidenziato come la tintura in filo sia meno impattante di quella in pezza.

Di seguito avviene l'attività di mercerizzo, che consiste nel trattamento tipico dei tessuti (e filati) di cotone in una soluzione di soda caustica. L'operazione determina un accorciamento e un rigonfiamento della fibra che così diventa traslucida e ne aumenta la resistenza.

L'attività di finissaggio (o apprettatura, meccanica e chimica) e asciugatura comprende una serie di operazioni che preparano il materiale tessile all'impiego voluto apportando miglioramenti qualitativi e modifiche superficiali per renderne migliore l'aspetto. La fase di confezionamento consiste nel taglio del tessuto e nella sua orlatura con le macchine da cucire. Per questa fase è stato utilizzato il dataset "Yarn, cotton {GLO}| market for yarn cotton | Cut-off, U" modificato per modellizzare il filo di cotone e il valore 0,035 g/m per quanto riguarda la cucitura.

In questo caso sono stati utilizzati i processi specificati dalla RCP e presenti nella banca dati Ecoinvent 3.6.

3.1.1. Processi per la produzione dei kit base in TTR

La prima fase consiste nella produzione delle materie prime necessarie per produrre il tessuto di cui sono fatti i teli e camici utilizzati nelle sale operatorie; questi prodotti sono dei tessuti in poliestere rinforzati con una membrana in poliuretano e una fibra di carbonio antistatica. Il poliestere, il componente di base del tessuto, è una fibra sintetica, ottenuta da macromolecole costituite da polietilene tereftalato, che, unita a una membrana in PU, forma il cosiddetto trilaminato; questo tessuto in poliestere rinforzato assicura l'isolamento del tessuto, creando un efficace effetto barriera. Invece il carbonio serve a conferire alla microfibra la caratteristica antistatica; infatti, le fibre sintetiche (come il poliestere), a causa del loro carattere idrofobo, sono caratterizzate da una conducibilità elettrica (anche se ridotta), tanto da mantenere per lungo tempo le cariche elettriche una volta strofinate con altri corpi oppure in presenza di campi magnetici. Si usa quindi il carbonio che è in grado di dissipare l'elettricità accumulata grazie alle sue proprietà conduttive.

La composizione del kit in tessuto tecnico riutilizzabile (TTR) è stata modellizzata a partire dal set universale definito dalla RCP, con il peso medio. Le componenti sono le seguenti:

- > Camice standard in microfibra (peso 0,350 kg)
- > Due camici standard in microfibra (peso 0,350 kg ognuno)
- > Un telo tavolo madre in microfibra (peso 0,736 kg)
- > Due teli in trilaminato (peso 0,166 kg ognuno)
- > Federa mayo in microfibra e trilaminato (peso 0,357 kg)
- > Telo testa in trilaminato (peso 0,553 kg)
- > Telo piedi in trilaminato (peso 0,553 kg)

Tabella 10: Composizione dei capi del kit in TTR

Componenti	Peso unitario (kg)	Trilaminato	Microfibra
Camice standard chirurgico	0,350	0%	100%
Tavolo Madre 215x240	0,736	33%	67%
Telo in trilaminato 90x90	0,166	100%	0%
Federa mayo 85x150	0,357	42%	58%
Telo Testa 200x200	0,553	26%	74%
Telo Piedi 200x200	0,553	26%	74%

Per il PU e fibra di carbonio e poliestere sono stati usati i dataset definiti nella banca dati Ecoinvent 3.6 (vedi tabella), come anche per i processi di produzione del tessuto.

Tabella 9: Processi usati per modellizzare la produzione di 1 kg della rispettiva materia prima

Materia prima	Nome dei processi usati
Tessuto in poliestere	Processo costruito a partire del granulato (Fibre, Polyester {GLO} market for fibre, polyester Cut-off, U), con consumi, emissioni per la produzione e trasporti.
Membrana in PU	Polyurethane, flexible foam {GLO} market for polyurethane, flexible foam Cut-off, U Extrusion, plastic film {GLO} market for extrusion, plastic film Cut-off, U
Fibra di carbonio	Polycarbonate {GLO} market for Cut-off, U Yarn cotton {GLO} yarn production, ring spinning Cut-off, U

In tutti i casi sono stati usati processi di tipo “Market”⁵ di Ecoinvent con inclusi dei trasporti medi, essendo sconosciuto il puntuale produttore delle materie prime.

Per entrambi i processi di produzione della membrana in poliuretano (PU) sono stati considerati i processi di produzione della materia prima, seguiti da una fase di estrusione in film.

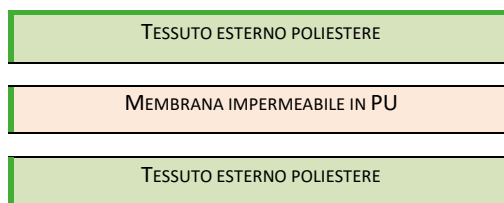
La fibra di carbonio è stata modellizzata attraverso la filatura di policarbonato, che è stato assimilato alla fibra di carbonato.

Produzione del tessuto (trilaminato e microfibra)

Il trilaminato viene utilizzato nel settore sanitario-ospedaliero per la realizzazione di tessuti sterili usati in sala operatoria, come i teli e camici oggetto dello studio; il trilaminato impedisce il passaggio di liquidi e microbi coniugando traspirabilità, impermeabilità ed assorbimento superficiale dei liquidi, che non devono "rimbalzare" o scorrere lungo il tessuto stesso. Si tratta di un accoppiato di due strati di poliestere con una membrana in PU le cui proprietà sono le seguenti:

- l'impermeabilità ai liquidi organici (come sangue e secrezioni corporee in genere), oltre che a disinfettanti;
- barriera contro la penetrazione di virus e batteri;
- capacità di assorbimento delle lamine in poliestere;
- drappeggiabilità;
- emissione minima di particelle;
- comfort di vestibilità elevato dei camici per sala operatoria;
- caratteristiche ignifughe;
- effetto termoregolante sul corpo del paziente sottoposto all'intervento chirurgico;
- resistenza tensile elevata.

Figura 6: struttura del trilaminato



⁵ Nella modellizzazione con SimaPro si raccomanda di usare processi “Market” (di mercato) del Paese/zona di riferimento quando il fornitore è sconosciuto; questi processi contengono processi di trasformazione generici con tutti gli ingressi e le uscite da e verso la natura e gli altri processi con distanze medie.

Per la modellizzazione del tessuto in trilaminato è stato ipotizzato che il peso della membrana impermeabile fosse pari al 30% del peso totale del trilaminato. Per il processo di unione tra i tre tessuti è stato utilizzato il processo “Weaving, synthetic fibre {GLO}| Weaving of synthetic fibre, for industrial use| Cut-off, U” modificato con i dataset asiatici, ove possibile, altrimenti mondiali.

La microfibra, invece, è un tessuto tecnico composto al 99% da poliestere e all’1% da fibra di carbonio, i cui filamenti percorrono longitudinalmente il tessuto per ovviare al problema delle scariche elettrostatiche. Il peso di tale tessuto è relativamente basso in quanto va dai 90 gr/m² dei camici per sala operatoria ai circa 140 gr/m² dei teli. La microfibra ha la caratteristica di: respingere i fluidi opponendo una determinata resistenza alla pressione esercitata dagli stessi; resistere alla penetrazione dei batteri e consente una buona traspirazione, aumentando il comfort durante l’impiego. I produttori dichiarano che la microfibra è riutilizzabile fino a 60 lavaggi, con relative asciugature e sterilizzazioni a vapore. Per la modellizzazione della produzione della microfibra è stata considerata la produzione delle materie prime (poliestere e fibra di carbonio) e il processo di tessitura (Weaving, synthetic fibre {GLO}| Weaving of synthetic fibre, for industrial use| Cut-off, U, modificato con i dataset asiatici ove possibile).

Nella successiva tabella sono riportati i dati considerati per la produzione di 1 kg di tessuto finito: trilaminato con membrana in PU e microfibra.

Tabella 10: Produzione del tessuto (dati riferiti all’output di 1 kg di tessuto finito)

Produzione del tessuto finito	U.M.	Trilaminato con PU	Microfibra
Input			
Tessuto in poliestere	kg	0,70	0,99
Membrana in PU	kg	0,30	0
Fibra di carbonio	kg	0	0,01
Output			
Tessuto finito	kg	1	1

Confezionamento

La fase di **confezionamento** consiste nel taglio, orlatura e cucitura dei tessuti in microfibra e trilaminato.

La composizione dei due tipi di camici e dei teli che compongono il kit è diversa, come evidenziato nella composizione del kit. In particolare, il camice standard è prodotto soltanto in microfibra. Per quanto riguarda i teli, questi possono avere una composizione varia dell’inserito in trilaminato.

La quantità di filo è molto limitata in confronto con il peso totale (solo circa 19 g per 1 kg di capo confezionato). Si tratta di filo in poliestere idrorepellente, che è stato modellizzato allo stesso modo del poliestere per il tessuto. La quantità usata è stata ricavata dai dati forniti da Creazioni Futura.

Nella modellizzazione si è considerato il processo: Finishing textile, woven cotton {GLO}| Finishing textile, woven cotton| Cut-off, U, modificato con i dataset asiatici ove possibile). Da questo processo sono stati estrapolati i consumi e le emissioni per il taglio e la cucitura ed è stato modificato con i dataset relativi all’Europa. È stato inoltre considerato uno scarto di confezionamento pari al 18% per il trilaminato e al 12% per la microfibra (dato fornito da Creazioni Futura).

3.1.2. Processi per la produzione degli ausiliari e degli imballaggi

Per modellizzare i prodotti ausiliari sono stati utilizzati i quantitativi impiegati nel 2022 facendo riferimento alle schede di sicurezza per permettere di ricostruire la composizione di tutti i prodotti chimici usati nelle diverse fasi di lavaggio e di trattamento del tessile. Gli imballaggi, ugualmente, sono stati modellizzati in base alla scheda tecnica del prodotto e i quantitativi specifici utilizzati per il confezionamento delle categorie tessili.

I processi di produzione dei materiali ausiliari e degli imballaggi sono stati ricavati dalla banca dati Ecoinvent 3.6. La maggior parte dei detergenti, candeggianti ed altri prodotti chimici sono stati ricostruiti facendo riferimento alla composizione. Invece, per quei prodotti chimici per cui non era nota la composizione è stato utilizzato il proxy "Chemical, organic {GLO} market".

3.1.3. Trasporti delle categorie analizzate, degli ausiliari e degli imballaggi dal fornitore alla lavanderia

Per quanto riguarda il trasporto in entrata dei prodotti tessili, è stata considerata la distanza media pesata che separa l'azienda produttrice dallo stabilimento industriale. Per i prodotti da trattare è stato assunto un trasporto su strada con camion euro 5 a diesel e portata da 16 a 32 tonnellate. È stato utilizzato il processo "Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 {RER}| transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 | Cut-off, U".

Tabella 11: Trasporti in entrata, dai produttori allo stabilimento produttivo

Servizio rappresentativo	Quantità acquistate (kg)	Trasporto su strada (kg*km)	Trasporto via mare (kg*km)	Trasporto medio su strada (km)	Trasporto medio via mare (km)
Tessile piano	63.252	24.016.553,93	287.665.123,68	379,69	4547,92
Indumenti da lavoro in ambito sanitario	10.703	6.447.562,50	0,00	602,38	0,00
Indumenti da lavoro compresi i DPI	1.995	306.547,33	0,00	153,62	0,00
Kit in TTR	1.762	992.259,35	0,00	563,00	0,00

Per i trasporti in ingresso degli imballaggi; è stata considerata la sede del produttore per il calcolo della distanza percorsa di: film in polietilene, dei sacchi in plastica (60,6 km) e film in polietilene per i kit in TTR (827 km). I prodotti ausiliari vengono acquistati da due diversi fornitori, i quali si trovano a 850 km e 63,80 km di distanza dallo stabilimento produttivo. Per i trasporti si è assunto un camion EURO 5 a diesel e capacità da 16-32 tonnellate, il dataset utilizzato è: "Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 {RER}| transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 | Cut-off, U".

3.1.4. Servizio di lavaggio industriale

Il Gruppo industriale Di Giacomo offre al settore sanitario un servizio di lavaggio e noleggio che consiste nell'affitto di capi pronti all'uso ed in corretta quantità da parte degli utilizzatori, questo sistema permette di avere sempre a disposizione i volumi sufficienti di capi, anche in casi di intensificazione del flusso dei clienti.

La fase d'uso prevede l'effettivo utilizzo del tessile piano, dei kit in TTR e degli indumenti sanitari e da lavoro, il successivo trasporto per il servizio di ritiro e consegna della biancheria - dal cliente alla lavanderia - ed infine il

processo di lavaggio. Il processo completo di lavaggio comprende l'attività di cernita e smistamento del tessuto sporco, il lavaggio, l'asciugatura, la stiratura e la piegatura.

Nello stabilimento, il fabbisogno energetico è stato acquistato interamente dalla rete elettrica nazionale, il consumo elettrico per l'anno 2022 è risultato pari a 517.533. Per quanto riguarda la generazione e distribuzione dell'elettricità da rete, è stata ricavata dalla banca dati Ecoinvent 3.6, utilizzando il processo specifico del mix energetico nazionale "Electricity, medium voltage {IT} | market for | Cut off, U" e modificandolo con il *residual mix* italiano, di cui vengono riportate le percentuali, riferite all'anno 2022:

Tabella 12: Mix energetico residuale italiano (fonte AIB)

Rinnovabili totali	Biomasse	Solare	Geotermico	Eolico	Idroelettrico	Nucleare Totale	Fossile Totale	Carbone	Lignite	Olio	Gas
11,65%	1,68%	5,97%	0,00%	0,84%	0,54%	2,62%	88,34%	12,59%	0,02%	4,61%	71,12%

Invece, l'energia termica impiegata per le attività principali e i servizi generali viene prodotta da gas metano, per la modellizzazione è stato usato il seguente processo: "Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} | heat production, natural gas, at boiler modulating >100kW | Cut-off, U". Il consumo di gas metano, come riportato nelle bollette, è di 481.252 Smc. Nell'elaborazione del dato il consumo di gas metano è stato convertito in MWh con il fattore di conversione di 8,440 Mcal/Std³ della tabella dei parametri standard nazionali del 2022.

Tabella 13. Consumo di energia termica ed elettrica

Energia elettrica (KWh)	Energia termica (MWh)
517.533	4.722,98

Un'altra risorsa importante impiegata nel processo produttivo è la risorsa idrica, la quale deriva completamente da pozzo. Nel modello sono state considerate le emissioni in acqua calcolate in base alla quantità d'acqua scaricata e alle sostanze ricavate dalle due analisi di qualità dell'acqua. Per determinare la quantità di sostanze emesse in acqua sono stati moltiplicati i valori medi delle sostanze presenti nell'analisi (mg/lt) con la quantità di acqua scaricata (litri). L'acqua impiegata per le attività principali e per i servizi ausiliari/generali viene regolarmente scaricata in tubature che la conducono ad un consorzio di bonifica.

Tabella 14. Qualità degli scarichi delle acque reflue

Sostanza	Unità di misura	Valore medio da analisi
Solidi Sospesi Totali	mg/lt	33,50
BOD5	mg/lt	40,00
COD	mg/lt	170,00
Fosforo Totale	mg/lt	0,36
Grassi e oli animali/vegetali	mg/lt	20,50
solventi organici aromatici	mg/lt	0,01
solventi organici azotati	mg/lt	0,01
Solventi Clorurati	mg/lt	0,01
solventi organici alogenati	mg/lt	0,01
Tensioattivi Totali	mg/lt	2,90
TOTALE	mg/lt	267,29

Nell'analisi sono state considerate, inoltre, le emissioni di materiale particolato dal punto di emissione E2 (essiccatori a vapore). Le emissioni di 8,55kg di polveri sono state ricavate considerando le ore di funzionamento (1.552,5 ore), la quantità di materiale particolato (0,32 mg/Nm³) e la portata volumica del flusso (17.201 Nm³/h) riportata in analisi.

Per quanto riguarda i rifiuti generati dalla fase di lavaggio industriale, il Gruppo industriale Di Giacomo ha fornito per lo stabilimento la quantità di rifiuti prodotti e il loro destino finale. I rifiuti generati sono principalmente imballaggi di plastica, carta e cartone, che vengono avviati a recupero.

Il prodotto tessile non più idoneo ad essere utilizzato dai clienti viene gestito dalla lavanderia come sottoprodotto e avviato a riutilizzo come stracci presso altre attività (aziende di pulizie, officine meccaniche, settore dell'antiquariato, carrozzerie, falegnamerie, ecc.). L'impatto è pertanto rappresentato solamente dal trasporto del prodotto tessile dalla lavanderia fino al successivo utilizzatore. Tale distanza è stata supposta complessivamente pari a 50 km e viene considerata nella fase di downstream. Si assume che venga percorsa con un camion Euro 5, di capacità pari a 3,5-7,5t.

In riferimento all'output, nelle seguenti tabelle sono riportati i quantitativi di stracci, rifiuti pericolosi, imballaggi carta e cartone, plastica ed emissioni. In tutti i casi i processi di smaltimento dei rifiuti in discarica e all'inceneritore sono stati ricavati da specifiche banche dati per la tipologia di rifiuto specifico.

Per l'acqua, l'energia elettrica e termica è stata fatta l'allocazione di massa basata sui chilogrammi trattati per ogni categoria.

Di seguito vengono riportati i valori di input e output, riferiti all'anno 2022.

Tabella 15. Valori relativi al servizio di lavanderia industriale

Lavaggio industriale	U.M.	Valore	
		Quantità	Percentuale
Input			
Tessile piano	kg	2.180.859,10	76,29%
Indumenti da lavoro in ambito sanitario	kg	69.305,00	2,42%
Indumenti da lavoro compresi i DPI	kg	18.154,00	0,64%
Kit sterili in TTR	kg	271.770,50	9,51%
Altro	kg	318.382,50	11,14%
Totale tessile trattato nello stabilimento	kg	2.858.471,10	
Record Special	kg	1.800	
Smart Shout	kg	3.000	
YSK	kg	1.380	
HC Smart	kg	24.000	
Bisoft concentrato	kg	3.000	
Perossido di idrogeno	kg	30.380	
Acido acetico	kg	23.310	
Soda caustica	kg	28.890	
Ipoclorito di sodio	kg	8.330	
Soda in perle	kg	250	
Acido ossalico	kg	625	
Totale ausiliari (processi principali e trattamento acqua)	kg	124.965,00	
Trasporto ausiliari	kg*km	34.019.008,0	
Film polietilene	kg	9.680	
Sacchi in plastica	kg	15.678.6	
Film in polietilene per buste	kg	9.482	

Lavaggio industriale	U.M.	Valore	
Totale imballaggi (per piana, indumenti sanitari e da lavoro)	kg	25.358,6	
Totale imballaggi (per kit sterili in TTR)	kg	9.482,0	
Trasporto imballaggi (per piana, indumenti sanitari e da lavoro)	kg*km	1.536.732,37	
Trasporto imballaggi (per kit sterili in TTR)	kg*km	7.841.614	
Energia elettrica da rete elettrica nazionale	kWh	517.533	
Metano	MWh	4.722,98	
Acqua	mc	43.086,0	
	Acqua da pozzo	%	100,00
	Acqua da acquedotto	%	0,00
Output			
Acqua scaricata	mc	36.269,0	
Emissioni in acqua	kg	9.694,34	
Emissioni in atmosfera	kg	8,55	
Stracci	kg	20.788	
Rifiuti pericolosi	kg	625	
Imballaggi in carta e cartone	kg	3.470	
Imballaggi in plastica	kg	17.340	
Imballaggi in legno	kg	0	
Imballaggi in materiali misti	kg	0	

I valori utilizzati per il calcolo della Circular Footprint Formula, che non sono impostati dalla RCP di riferimento, sono riportati nella tabella seguente. La versione dell'Annex C più recente, al momento dello studio, utilizzata è quella di maggio 2020; i valori relativi ai rifiuti da imballaggio sono stati desunti dal Rapporto Rifiuti Urbani (ISPRA, 2022).

Tabella 16. Valori per il calcolo della Circular Footprint Formula

Parametro	Tessile riutilizzato	Fanghi da depurazione	Rifiuti pericolosi	IMBALLAGGI: film/busta in polietilene	IMBALLAGGI: Cartone	IMBALLAGGI: Legno	Tessile a fine vita*
R2	1	0	0	0,851	0,647	0,851	0
R3	0	1	0,235	0,063	0,021	0,063	0

* Gli stracci che sono stati già riutilizzati e quelli che non possono essere venduti per il riutilizzo.

Tabella 17. Dataset per le emissioni e risorse specifiche associate alla fonte di energia termica ed elettrica

Parametro	Processo Ecoinvent 3.6
ESE,heat	Heat, central or small-scale, natural gas {RER} market group for Cut-off, U
ESE,elec	Electricity, high voltage {IT} market for Cut-off, U

3.1.5. Fase d'uso

La distribuzione comprende il ritiro e la consegna dalla struttura di utilizzo verso la lavanderia e viceversa: comprende di conseguenza anche la fase d'uso del prodotto, che si considera non generi di per sé impatti sull'ambiente (requisito RCP di riferimento). Per i trasporti dovuti al ritiro e consegna dal cliente alla lavanderia è stata indicata la percentuale

di prodotti trasportati in quattro fasce di distanza. Il trasporto avviene normalmente tramite camion di capacità pari a 3,5-7,5 ton (è stato ipotizzato Euro5) senza consegne intermedie. La distanza al cliente è stata moltiplicata per due in modo da considerare sia il ritiro che la consegna. Per la distanza oltre i 300km si è assunto un percorso di 310 km, dato medio della clientela del Gruppo Industriale Di Giacomo.

Tabella 18: Trasporti di consegna e ritiro della biancheria

Servizio rappresentativo	kg spediti fino a 50 km (%)	kg spediti da 50 a 150 km (%)	spediti da 150 a 300 km (%)	spediti oltre i 300 km (%)
Tessile piano	13,29%	27,74%	16,16%	42,80%
Indumenti da lavoro in ambito sanitario	7,81%	24,46%	13,88%	53,85%
Indumenti da lavoro, compresi i DPI	0,54%	21,90%	20,59%	56,97%
Kit sterili in TTR	10,65%	51,13%	0,00%	38,22%

3.1.6. Fine vita del prodotto tessile e degli imballaggi

Questa fase comprende il fine vita sia dei materiali di imballaggio utilizzati dalle lavanderie industriali per il trasporto ai propri clienti (principalmente il film di polietilene), sia dei vecchi prodotti tessili usati come stracci presso altre attività (quindi il fine vita al termine del riutilizzo dei prodotti come straccio). Per completezza dello studio la scelta metodologica è stata quella di considerare anche la gestione di questi rifiuti generati da attività esterne.

Per l'applicazione della Circular Footprint Formula sono stati utilizzati i parametri riportati nella RCP di riferimento; per quanto riguarda i valori variabili, lo scenario di riferimento per il fine vita dell'imballaggio è fornito da dati statistici ufficiali (dato Rapporto ISPRA 2022-dati 2021) in relazione alle modalità di raccolta dei rifiuti differenziati ed all'impiantistica per il recupero e lo smaltimento del prodotto. La quantità di imballaggio smaltita corrisponde all'imballaggio utilizzato dallo stabilimento rispetto all'unità funzionale.

4. VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEL CICLO DI VITA

4.1. RISULTATI

In questa fase di Valutazione dell'impatto (Life Cycle Impact Assessment, LCIA), tramite i risultati della precedente analisi di inventario, si valuta il rilievo dei potenziali d'impatto ambientale. Si realizza il passaggio dal dato oggettivo calcolato durante la fase di inventario al giudizio di pericolosità ambientale, con l'obiettivo di scoprire dove e come intervenire per ottenere una minimizzazione dell'impatto dovuto ai vari processi dell'intero ciclo di vita. L'obiettivo fondamentale consiste nell'imputare i consumi e le emissioni ottenuti nella fase d'inventario a specifiche categorie d'impatto.

Come primo passaggio si effettua la **caratterizzazione** calcolando l'entità del contributo per ciascun flusso in ingresso/uscita considerato nei confini del sistema. Il calcolo si effettua moltiplicando i valori dell'analisi di inventario per i fattori di caratterizzazione specifici per ogni categoria di impatto EF.

Per valutare quali sono le categorie di impatto maggiormente rilevanti è stato necessario effettuare la **normalizzazione** dei risultati in modo da consentire un confronto tra i diversi indicatori. Si tratta di un passaggio che si esegue a seguito della caratterizzazione, in cui i risultati della valutazione di impatto sono moltiplicati per i fattori di normalizzazione, che rappresentano l'inventario generale di un'unità di riferimento. I risultati normalizzati esprimono le quote relative degli impatti del sistema analizzato in termini di contributi complessivi per ciascuna categoria di impatto per unità di riferimento, e permettono di individuare le categorie più o meno interessate dal sistema analizzato. I risultati della normalizzazione sono dati adimensionali, che riflettono solo il contributo del sistema analizzato nei confronti del possibile impatto complessivo e non la gravità/pertinenza del rispettivo impatto totale.

La **ponderazione** supporta l'interpretazione e la comunicazione dei risultati dell'analisi. In questa fase, i risultati normalizzati vengono moltiplicati per una serie di fattori di ponderazione (in %) che riflettono l'importanza relativa percepita delle categorie di impatto del ciclo di vita considerate. I risultati ponderati di diverse categorie di impatto possono quindi essere confrontati per valutarne l'importanza relativa; possono inoltre essere aggregati nelle categorie di impatto del ciclo di vita per ottenere un unico punteggio complessivo.

I parametri per la normalizzazione e la ponderazione utilizzati sono quelli indicati nella Transition Phase della Product Environmental Footprint relativi al pacchetto di indicatori versione 3.0. In particolare, i dettagli metodologici e l'inventario di base dei fattori di normalizzazione (NF) sono riportati in Crenna et al. (2019). Per quanto riguarda invece i fattori di ponderazione (*weighting factors*), le raccomandazioni sul set finale sono riportate in Sala et al. (2018). Si segnala come secondo la PEFCR Guidance e successivi aggiornamenti, i risultati ottenuti a seguito della normalizzazione con questo metodo risultano poco affidabili per le tre categorie che riguardano la tossicità (l'Ecotossicità per ambiente acquatico e la Tossicità per gli esseri umani); in questo caso, nel presente studio, non sono state considerate dette categorie di impatto nell'individuazione di quelle principali.

4.1.1. CARATTERIZZATI

La seguente tabella mostra i risultati caratterizzati della lavanderia Di Giacomo, suddivisi tra le diverse fasi del ciclo di vita. I risultati seguenti sono stati riportati per tutte le categorie di impatto PEF.

Tabella 19. Risultati caratterizzati per il servizio rappresentativo del tessile piano

Categorie di impatto	Unità	Totale	Prod. tessile piano	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita tessile piano
CC	kg CO2 eq	6,72E+01	1,60E+01	5,42E+00	3,71E+00	2,79E-01	4,13E+01	1,87E-01	-1,19E+00	1,47E+00
OD	kg CFC11 eq	9,19E-06	1,09E-06	1,88E-06	1,15E-07	6,38E-08	6,08E-06	4,29E-08	-8,20E-08	5,84E-09
IR	kBq U-235 eq	2,20E+00	6,76E-01	7,50E-01	2,73E-01	1,75E-02	5,79E-01	1,17E-02	-1,07E-01	3,90E-03
POCP	kg NMVOC eq	1,40E-01	7,06E-02	1,71E-02	1,47E-02	1,75E-03	3,86E-02	5,52E-04	-3,82E-03	5,64E-04
PM	disease inc.	1,45E-06	1,03E-06	2,29E-07	1,29E-07	1,66E-08	7,61E-08	8,65E-09	-4,64E-08	2,71E-09
HTnc	CTUh	4,68E-07	2,35E-07	7,79E-08	1,99E-08	2,39E-09	1,30E-07	1,31E-09	-2,13E-10	1,17E-09
HTc	CTUh	3,00E-08	2,26E-08	4,13E-09	6,05E-10	2,58E-11	2,77E-09	1,30E-11	-1,13E-10	2,52E-11
A	mol H+ eq	2,63E-01	1,77E-01	2,95E-02	1,55E-02	2,20E-03	4,58E-02	5,95E-04	-7,56E-03	2,35E-04
FE	kg P eq	1,38E-02	9,02E-03	1,99E-03	9,33E-04	1,44E-06	2,10E-03	9,28E-07	-2,90E-04	1,23E-05
ME	kg N eq	2,43E-01	2,07E-01	5,62E-03	3,21E-03	6,04E-04	2,52E-02	1,81E-04	-9,43E-04	1,79E-03
TE	mol N eq	8,73E-01	6,62E-01	6,34E-02	3,26E-02	6,69E-03	1,16E-01	2,00E-03	-1,03E-02	5,26E-04
ECOttox	CTUe	8,43E+02	5,71E+02	1,80E+02	3,17E+01	1,53E+00	8,52E+01	9,84E-01	-9,01E+01	6,25E+01
LU	Pt	3,90E+02	3,73E+02	1,71E+01	1,17E+01	9,86E-03	-8,55E+00	6,50E-03	-3,77E+00	1,84E-01
WU	m3 depriv.	2,37E+02	1,74E+02	8,50E+00	2,76E+00	-8,64E-04	5,18E+01	-5,77E-04	-8,22E-04	3,82E-04
Ruf	MJ	9,85E+02	1,61E+02	1,01E+02	1,01E+02	3,90E+00	6,43E+02	2,62E+00	-2,78E+01	3,91E-01
Rum	kg Sb eq	6,33E-05	3,43E-05	2,09E-05	3,86E-06	1,56E-08	4,85E-06	1,09E-08	-6,61E-07	4,93E-09
CCf	kg CO2 eq	6,53E+01	1,49E+01	5,31E+00	3,70E+00	2,79E-01	4,13E+01	1,87E-01	-1,20E+00	7,68E-01
CCb	kg CO2 eq	1,16E+00	3,21E-01	6,32E-02	7,90E-03	1,77E-05	6,57E-02	1,16E-05	4,70E-03	7,01E-01
CCI	kg CO2 eq	7,73E-01	7,49E-01	4,56E-02	2,69E-03	2,30E-06	-2,40E-02	1,46E-06	-5,79E-04	2,77E-06

Nella tabella precedente, le abbreviazioni sono le seguenti: Cambiamenti climatici= CC; Riduzione dello strato di ozono= OD; Radiazione ionizzante - effetti sulla salute umana= IR; Formazione di ozono fotochimico= POCP; Particolato/smog provocato da emissioni di sostanze inorganiche= PM; Tossicità per gli esseri umani - effetti non cancerogeni=HTnc; Tossicità per gli esseri umani - effetti cancerogeni= HTc; Acidificazione= A; Eutrofizzazione – acquatica= FE; Eutrofizzazione – marina= ME; Eutrofizzazione – terrestre= TE; Ecotossicità - ambiente acquatico acqua dolce= Etox; Trasformazione del terreno= LU; Consumo di acqua= WU; Impoverimento delle risorse – vettori energetici= RUF; Impoverimento delle risorse – minerali, metalli=Rum; Cambiamenti climatici – fossile= CCf; Cambiamenti climatici – biogenico= CCb; Cambiamenti climatici – LU, LUC= CCI.

Dal seguente grafico si osserva che la fase che incide maggiormente è la fase di produzione del tessile piano e a seguire il servizio di lavaggio industriale e la produzione degli ausiliari.

La categoria più impattata dalla produzione del tessile piano risulta essere quella relativa all'Eutrofizzazione marina. Mentre il servizio di lavaggio impatta principalmente la categoria relativa ai Cambiamenti Climatici, uso fossile. Invece, la produzione degli ausiliari incide prevalentemente sulla categoria relativa all'impoverimento delle risorse – minerali e metalli.

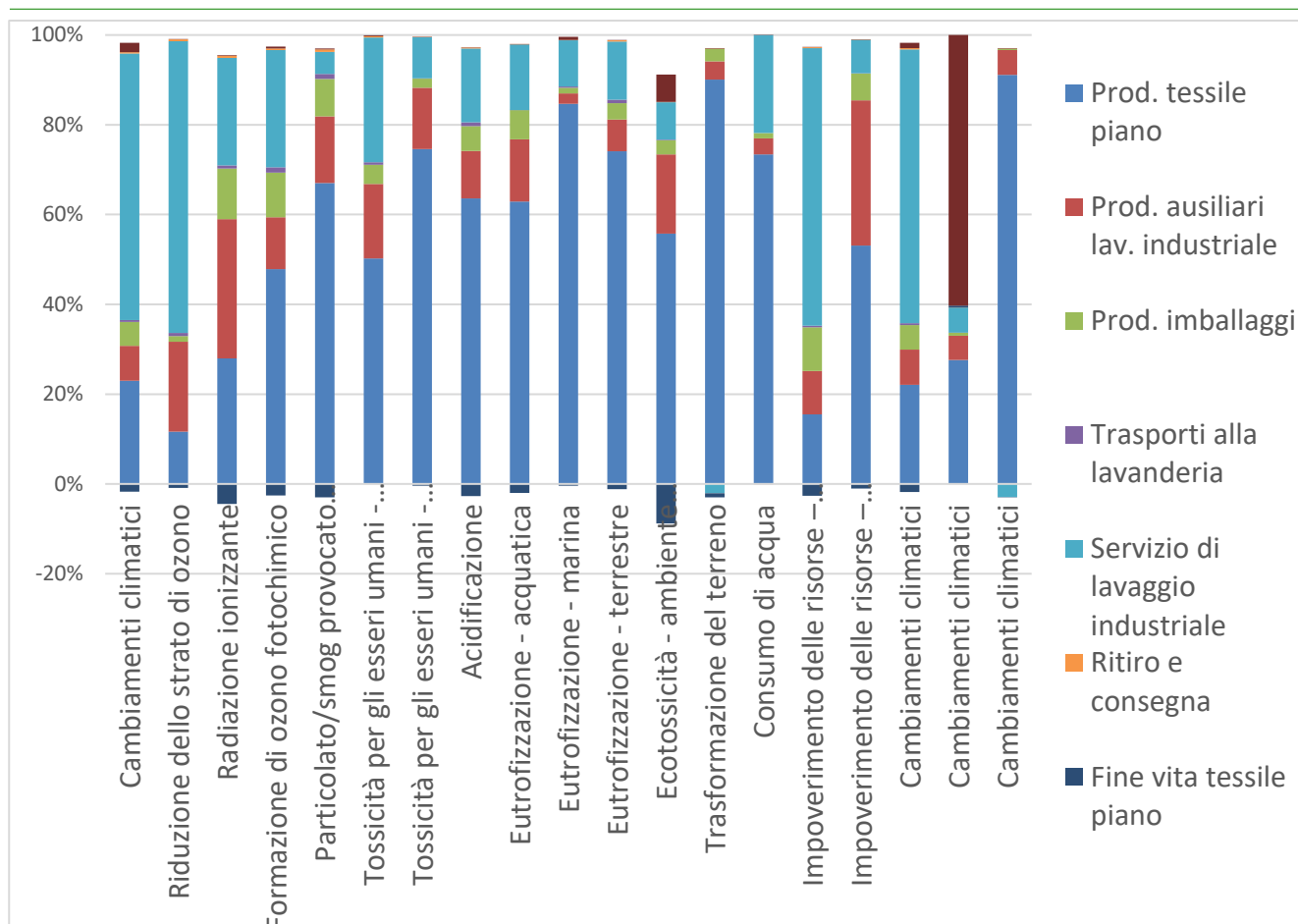


Figura 7. Risultati tessile piano caratterizzati suddivisi in fasi per le categorie di impatto PEF

Tabella 20. Risultati caratterizzati per il servizio rappresentativo degli indumenti in ambito sanitario

Categorie di impatto	Unità	Totale	Prod. Ind. sanitari	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita ind. sanitari
CC	kg CO2 eq	3,80E+01	1,83E+01	1,15E+01	7,90E+00	4,80E-01	6,60E-01	2,03E-01	-2,54E+00	1,47E+00
OD	kg CFC11 eq	5,60E-06	1,11E-06	3,99E-06	2,45E-07	1,11E-07	2,67E-07	4,66E-08	-1,75E-07	5,84E-09
IR	kBq U-235 eq	2,58E+00	7,28E-01	1,60E+00	5,81E-01	3,05E-02	-1,45E-01	1,28E-02	-2,28E-01	3,90E-03
POCP	kg NMVOC eq	1,34E-01	7,64E-02	3,64E-02	3,13E-02	1,60E-03	-4,41E-03	6,00E-04	-8,13E-03	5,64E-04
PM	disease inc.	1,59E-06	1,06E-06	4,87E-07	2,74E-07	3,12E-08	-1,75E-07	9,39E-09	-9,88E-08	2,71E-09
HTnc	CTUh	4,88E-07	2,63E-07	1,66E-07	4,24E-08	4,51E-09	9,55E-09	1,42E-09	-4,53E-10	1,17E-09
HTc	CTUh	3,15E-08	2,30E-08	8,79E-09	1,29E-09	3,86E-11	-1,37E-09	1,41E-11	-2,40E-10	2,52E-11
A	mol H+ eq	2,47E-01	1,88E-01	6,28E-02	3,30E-02	1,66E-03	-2,36E-02	6,47E-04	-1,61E-02	2,35E-04
FE	kg P eq	1,62E-02	1,02E-02	4,23E-03	1,99E-03	2,41E-06	3,14E-04	1,01E-06	-6,17E-04	1,23E-05
ME	kg N eq	2,16E-01	2,10E-01	1,20E-02	6,84E-03	5,33E-04	-1,30E-02	1,97E-04	-2,01E-03	1,79E-03
TE	mol N eq	8,34E-01	6,84E-01	1,35E-01	6,94E-02	5,87E-03	-4,13E-02	2,17E-03	-2,18E-02	5,26E-04
ECOttox	CTUe	2,10E+02	6,11E+02	3,84E+02	6,76E+01	2,73E+00	-7,26E+02	1,07E+00	-1,92E+02	6,25E+01
LU	Pt	3,93E+02	3,75E+02	3,63E+01	2,49E+01	1,69E-02	-3,53E+01	7,06E-03	-8,03E+00	1,84E-01
WU	m3 depriv.	1,90E+02	1,74E+02	1,81E+01	5,88E+00	-1,50E-03	-8,16E+00	-6,26E-04	-1,75E-03	3,82E-04
Ruf	MJ	5,74E+02	1,90E+02	2,14E+02	2,15E+02	6,80E+00	3,83E+00	2,84E+00	-5,91E+01	3,91E-01
Rum	kg Sb eq	8,84E-05	3,44E-05	4,45E-05	8,22E-06	2,83E-08	2,67E-06	1,18E-08	-1,41E-06	4,93E-09

Categorie di impatto	Unità	Totale	Prod. Ind. sanitari	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita ind. sanitari
CCf	kg CO2 eq	3,60E+01	1,73E+01	1,13E+01	7,87E+00	4,80E-01	6,86E-01	2,03E-01	-2,55E+00	7,68E-01
CCb	kg CO2 eq	1,21E+00	3,21E-01	1,34E-01	1,68E-02	3,00E-05	2,81E-02	1,26E-05	9,99E-03	7,01E-01
CCI	kg CO2 eq	7,97E-01	7,50E-01	9,70E-02	5,72E-03	3,80E-06	-5,36E-02	1,59E-06	-1,23E-03	2,77E-06

Nella tabella precedente, le abbreviazioni sono le seguenti: Cambiamenti climatici= CC; Riduzione dello strato di ozono= OD; Radiazione ionizzante - effetti sulla salute umana= IR; Formazione di ozono fotochimico= POCP; Particolato/smog provocato da emissioni di sostanze inorganiche= PM; Tossicità per gli esseri umani - effetti non cancerogeni=HTnc; Tossicità per gli esseri umani - effetti cancerogeni= HTc; Acidificazione= A; Eutrofizzazione – acquatica= FE; Eutrofizzazione – marina= ME; Eutrofizzazione – terrestre= TE; Ecotossicità - ambiente acquatico acqua dolce= Etox; Trasformazione del terreno= LU; Consumo di acqua= WU; Impoverimento delle risorse – vettori energetici= RUf; Impoverimento delle risorse – minerali, metalli=Rum; Cambiamenti climatici – fossile= CCf; Cambiamenti climatici – biogenico= CCb; Cambiamenti climatici – LU, LUC= CCI.

Dal seguente grafico si osserva che la fase che incide maggiormente è la fase di produzione degli indumenti sanitari e a seguire la produzione degli ausiliari.

La categoria più impattata dalla produzione degli indumenti sanitari risulta essere quella relativa all'Eutrofizzazione marina. Mentre, la produzione degli ausiliari incide prevalentemente sulla categoria relativa alla riduzione dello strato di ozono.

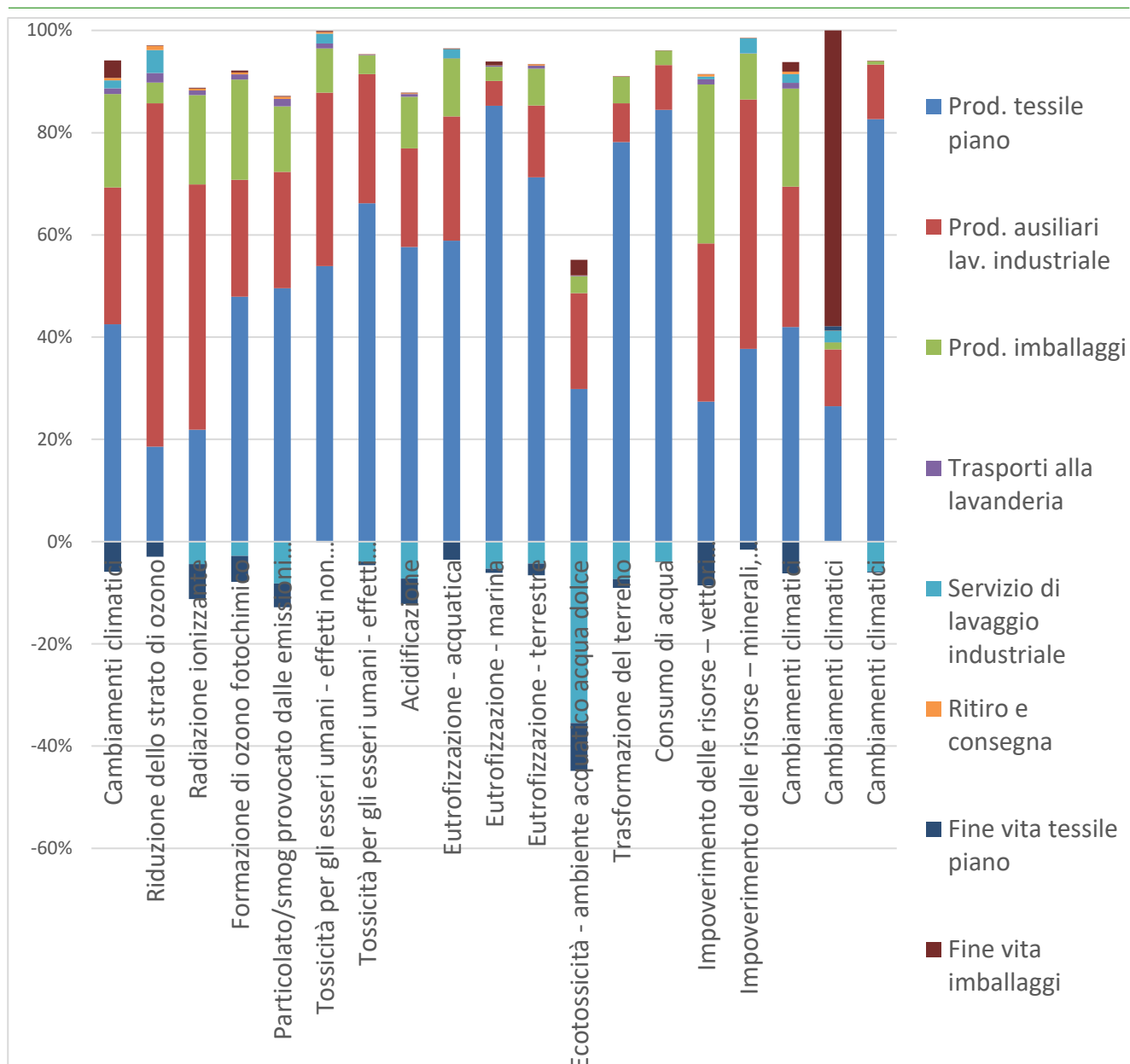


Figura 8. Risultati tessile piano caratterizzati suddivisi in fasi per le categorie di impatto PEF

Tabella 21. Risultati caratterizzati per il servizio rappresentativo degli indumenti da lavoro compresi i DPI

Categorie di impatto	Unità	Totale	Prod. Ind. da lavoro	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita indumenti da lavoro
CC	kg CO2 eq	1,79E+01	7,71E+00	6,15E+00	4,21E+00	2,33E-01	-7,59E-01	2,21E-01	-1,36E+00	1,47E+00
OD	kg CFC11 eq	2,65E-06	3,91E-07	2,13E-06	1,30E-07	5,40E-08	-1,91E-08	5,08E-08	-9,31E-08	5,84E-09
IR	kBq U-235 eq	1,47E+00	4,92E-01	8,52E-01	3,10E-01	1,48E-02	-9,49E-02	1,39E-02	-1,22E-01	3,90E-03
POCP	kg NMVOC eq	5,79E-02	2,76E-02	1,94E-02	1,67E-02	7,77E-04	-3,44E-03	6,53E-04	-4,34E-03	5,64E-04
PM	disease inc.	8,00E-07	5,17E-07	2,60E-07	1,46E-07	1,52E-08	-9,75E-08	1,02E-08	-5,27E-08	2,71E-09
HTnc	CTUh	2,12E-07	9,49E-08	8,84E-08	2,26E-08	2,19E-09	1,74E-09	1,55E-09	-2,42E-10	1,17E-09
HTc	CTUh	1,51E-08	1,06E-08	4,69E-09	6,87E-10	1,87E-11	-8,16E-10	1,54E-11	-1,28E-10	2,52E-11
A	mol H+ eq	1,05E-01	7,53E-02	3,35E-02	1,76E-02	8,06E-04	-1,41E-02	7,05E-04	-8,58E-03	2,35E-04
FE	kg P eq	7,16E-03	4,06E-03	2,26E-03	1,06E-03	1,17E-06	1,04E-04	1,10E-06	-3,29E-04	1,23E-05
ME	kg N eq	9,67E-02	9,33E-02	6,38E-03	3,65E-03	2,59E-04	-7,76E-03	2,14E-04	-1,07E-03	1,79E-03
TE	mol N eq	3,47E-01	2,69E-01	7,20E-02	3,70E-02	2,85E-03	-2,56E-02	2,37E-03	-1,17E-02	5,26E-04
ECOttox	CTUe	5,69E+01	2,53E+02	2,05E+02	3,60E+01	1,32E+00	-3,99E+02	1,16E+00	-1,02E+02	6,25E+01
LU	Pt	1,83E+02	1,73E+02	1,94E+01	1,33E+01	8,19E-03	-1,90E+01	7,70E-03	-4,28E+00	1,84E-01
WU	m3 depriv.	8,81E+01	8,11E+01	9,65E+00	3,14E+00	0,00E+00	-5,86E+00	0,00E+00	-9,33E-04	3,82E-04
Ruf	MJ	2,87E+02	9,76E+01	1,14E+02	1,15E+02	3,30E+00	-1,53E+01	3,10E+00	-3,15E+01	3,91E-01
Rum	kg Sb eq	5,21E-05	2,11E-05	2,37E-05	4,38E-06	1,37E-08	3,59E-06	1,29E-08	-7,51E-07	4,93E-09
CCf	kg CO2 eq	1,66E+01	7,21E+00	6,03E+00	4,20E+00	2,33E-01	-7,44E-01	2,21E-01	-1,36E+00	7,68E-01
CCb	kg CO2 eq	9,54E-01	1,54E-01	7,17E-02	8,97E-03	1,46E-05	1,36E-02	1,37E-05	5,33E-03	7,01E-01
CCI	kg CO2 eq	3,78E-01	3,53E-01	5,17E-02	3,05E-03	1,84E-06	-2,86E-02	1,73E-06	-6,57E-04	2,77E-06

Nella tabella precedente, le abbreviazioni sono le seguenti: Cambiamenti climatici= CC; Riduzione dello strato di ozono= OD; Radiazione ionizzante - effetti sulla salute umana= IR; Formazione di ozono fotochimico= POCP; Particolato/smog provocato da emissioni di sostanze inorganiche= PM; Tossicità per gli esseri umani - effetti non cancerogeni=HTnc; Tossicità per gli esseri umani - effetti cancerogeni= HTc; Acidificazione= A; Eutrofizzazione – acquatica= FE; Eutrofizzazione – marina= ME; Eutrofizzazione – terrestre= TE; Ecotossicità - ambiente acquatico acqua dolce= Etox; Trasformazione del terreno= LU; Consumo di acqua= WU; Impoverimento delle risorse – vettori energetici= RUf; Impoverimento delle risorse – minerali, metalli=Rum; Cambiamenti climatici – fossile= CCf; Cambiamenti climatici – biogenico= CCb; Cambiamenti climatici – LU, LUC= CCI.

Dal seguente grafico si osserva che la fase che incide maggiormente è la fase di produzione degli indumenti da lavoro e a seguire la produzione degli ausiliari.

La categoria più impattata dalla produzione degli indumenti da lavoro risulta essere quella relativa all'Eutrofizzazione marina. Invece, la produzione degli ausiliari incide prevalentemente sulla categoria relativa alla riduzione dello strato di ozono.

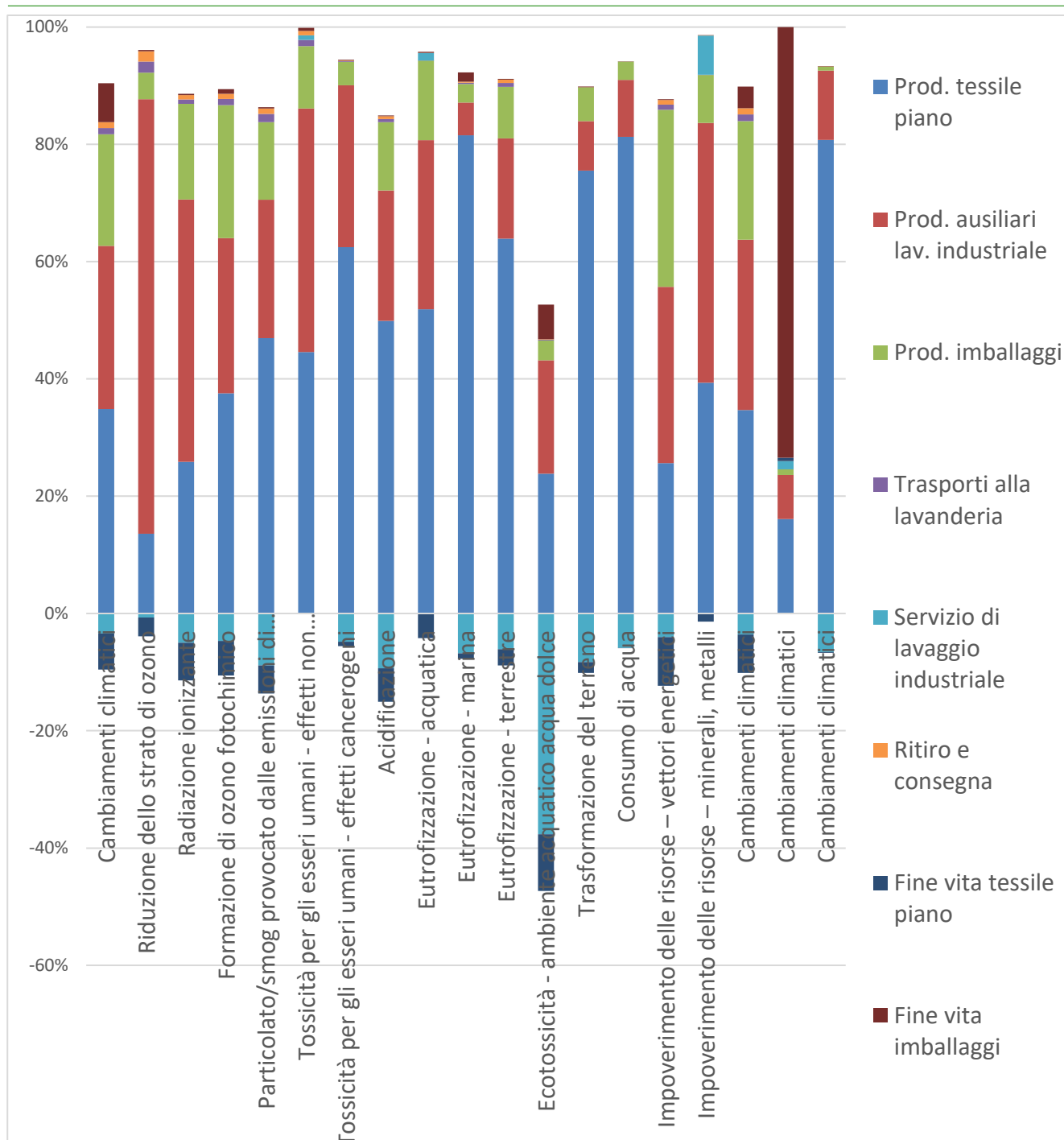


Figura 9. Risultati indumenti da lavoro compresi i DPI caratterizzati suddivisi in fasi per le categorie di impatto PEF

Tabella 22. Risultati caratterizzati per il servizio rappresentativo dei kit sterili in TTR

Categorie di impatto	Unità	Totale	Prod. kit TTR	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita kit TTR
CC	kg CO2 eq	1,15E+01	6,33E+00	1,03E+00	2,20E+00	1,93E-01	8,18E-01	1,63E-01	-7,09E-01	1,47E+00
OD	kg CFC11 eq	8,79E-07	2,80E-07	3,57E-07	6,83E-08	4,47E-08	1,34E-07	3,75E-08	-4,87E-08	5,84E-09
IR	kBq U-235 eq	5,61E-01	2,94E-01	1,43E-01	1,62E-01	1,22E-02	-8,14E-04	1,03E-02	-6,38E-02	3,90E-03
POCP	kg NMVOC eq	3,57E-02	2,39E-02	3,26E-03	8,73E-03	6,43E-04	3,74E-04	4,82E-04	-2,27E-03	5,64E-04
PM	disease inc.	3,78E-07	2,74E-07	4,35E-08	7,64E-08	1,25E-08	-1,20E-08	7,56E-09	-2,76E-08	2,71E-09
HTnc	CTUh	8,62E-08	5,22E-08	1,48E-08	1,18E-08	1,81E-09	3,30E-09	1,14E-09	-1,26E-10	1,17E-09
HTc	CTUh	3,13E-09	2,05E-09	7,86E-10	3,60E-10	1,55E-11	-5,03E-11	1,14E-11	-6,71E-11	2,52E-11
A	mol H+ eq	4,00E-02	2,93E-02	5,62E-03	9,21E-03	6,67E-04	-1,02E-03	5,20E-04	-4,49E-03	2,35E-04
FE	kg P eq	2,52E-03	1,67E-03	3,78E-04	5,55E-04	9,67E-07	7,35E-05	8,11E-07	-1,72E-04	1,23E-05
ME	kg N eq	1,20E-02	7,96E-03	1,07E-03	1,91E-03	2,14E-04	-5,79E-04	1,58E-04	-5,60E-04	1,79E-03
TE	mol N eq	8,52E-02	5,63E-02	1,21E-02	1,94E-02	2,36E-03	-1,03E-03	1,75E-03	-6,10E-03	5,26E-04
ECOttox	CTUe	1,12E+02	1,05E+02	3,44E+01	1,89E+01	1,09E+00	-5,68E+01	8,60E-01	-5,35E+01	6,25E+01
LU	Pt	1,53E+01	1,01E+01	3,25E+00	6,95E+00	6,78E-03	-2,91E+00	5,68E-03	-2,24E+00	1,84E-01
WU	m3 depriv.	9,04E+00	5,48E+00	1,62E+00	1,64E+00	-6,01E-04	2,93E-01	-5,04E-04	-4,88E-04	3,82E-04
Ruf	MJ	1,94E+02	1,13E+02	1,92E+01	6,01E+01	2,73E+00	1,22E+01	2,29E+00	-1,65E+01	3,91E-01
Rum	kg Sb eq	2,52E-05	1,48E-05	3,98E-06	2,29E-06	1,14E-08	4,54E-06	9,53E-09	-3,93E-07	4,93E-09
CCf	kg CO2 eq	1,07E+01	6,30E+00	1,01E+00	2,20E+00	1,93E-01	8,19E-01	1,63E-01	-7,12E-01	7,68E-01
CCb	kg CO2 eq	7,46E-01	2,19E-02	1,20E-02	4,69E-03	1,20E-05	3,50E-03	1,01E-05	2,79E-03	7,01E-01
CCI	kg CO2 eq	2,04E-02	1,52E-02	8,68E-03	1,60E-03	1,53E-06	-4,77E-03	1,28E-06	-3,44E-04	2,77E-06

Nella tabella precedente, le abbreviazioni sono le seguenti: Cambiamenti climatici= CC; Riduzione dello strato di ozono= OD; Radiazione ionizzante - effetti sulla salute umana= IR; Formazione di ozono fotochimico= POCP; Particolato/smog provocato da emissioni di sostanze inorganiche= PM; Tossicità per gli esseri umani - effetti non cancerogeni=HTnc; Tossicità per gli esseri umani - effetti cancerogeni= HTc; Acidificazione= A; Eutrofizzazione – acquatica= FE; Eutrofizzazione – marina= ME; Eutrofizzazione – terrestre= TE; Ecotossicità - ambiente acquatico acqua dolce= Etox; Trasformazione del terreno= LU; Consumo di acqua= WU; Impoverimento delle risorse – vettori energetici= RUF; Impoverimento delle risorse – minerali, metalli=Rum; Cambiamenti climatici – fossile= CCf; Cambiamenti climatici – biogenico= CCb; Cambiamenti climatici – LU, LUC= CCI.

Dal seguente grafico si osserva che la fase che incide maggiormente è la fase di produzione del kit base in TTR, la produzione degli imballaggi e la produzione degli ausiliari.

La categoria più impattata dalla produzione dei kit in TTR risulta essere quella relativa *alla Riduzione dello strato di ozono*. Invece, la produzione degli ausiliari incide prevalentemente sulla categoria relativa *ai Cambiamenti Climatici – Uso del suolo*. Mentre la produzione degli imballaggi incide prevalentemente sulla categoria relativa *all'Impoverimento delle risorse, vettori energetici*.

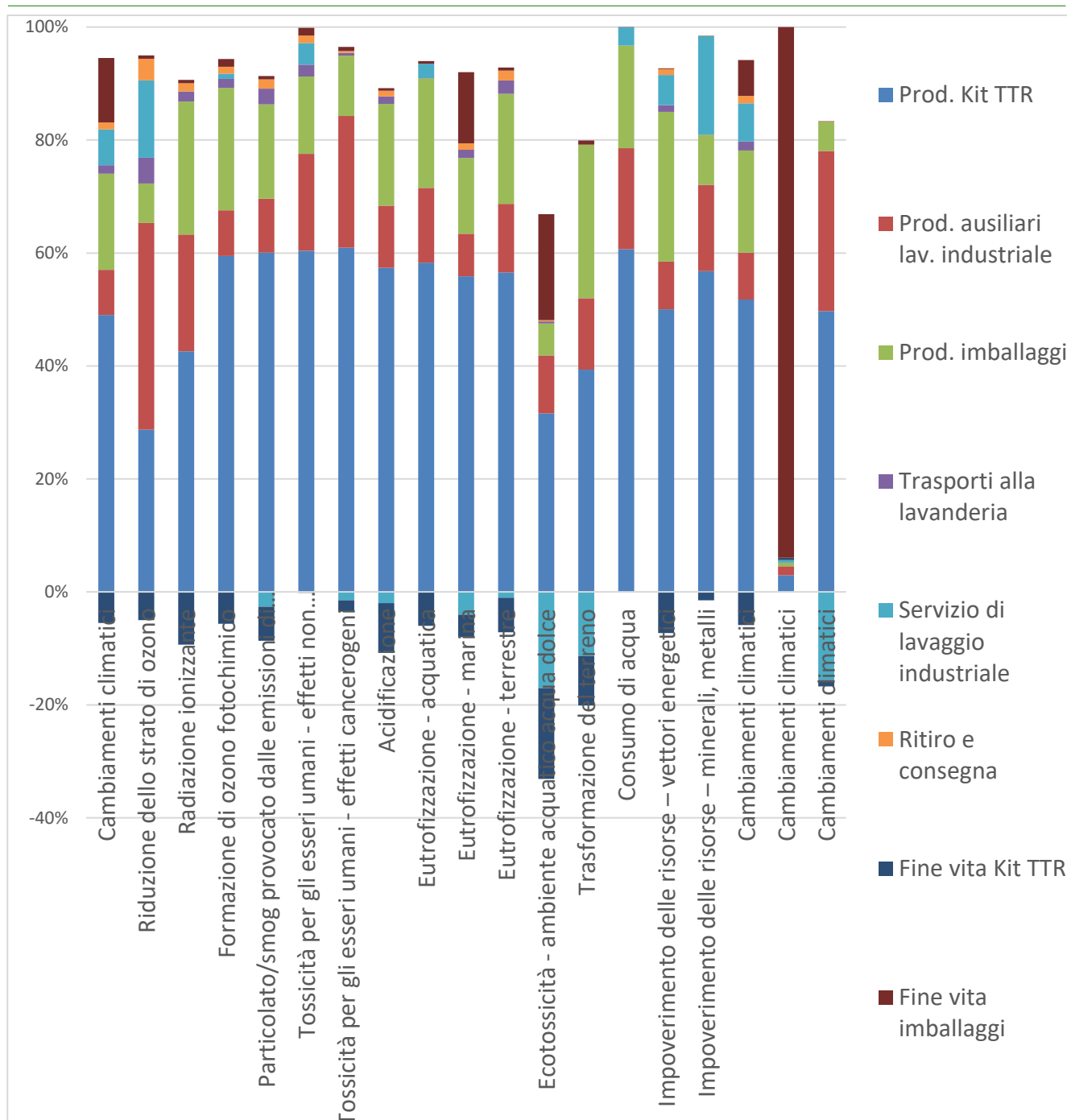


Figura 10. Risultati kit sterili in TTR caratterizzati suddivisi in fasi per le categorie di impatto PEF

4.1.2. NORMALIZZATI

Tabella 23. Risultati normalizzati (valori adimensionali) per il servizio rappresentativo del tessile piano

Categorie di impatto	Totale	Prod. tessile piano	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita tessile
CC	8,06E-03	1,92E-03	6,50E-04	4,45E-04	3,35E-05	4,96E-03	2,24E-05	-1,43E-04	1,76E-04
OD	1,71E-04	2,03E-05	3,50E-05	2,14E-06	1,19E-06	1,13E-04	7,99E-07	-1,53E-06	1,09E-07
IR	5,07E-04	1,56E-04	1,73E-04	6,28E-05	4,01E-06	1,33E-04	2,70E-06	-2,47E-05	8,97E-07
POCP	3,45E-03	1,74E-03	4,21E-04	3,62E-04	4,32E-05	9,50E-04	1,36E-05	-9,41E-05	1,39E-05
PM	2,43E-03	1,74E-03	3,84E-04	2,16E-04	2,78E-05	1,28E-04	1,45E-05	-7,80E-05	4,56E-06
HTnc	2,04E-03	1,02E-03	3,39E-04	8,68E-05	1,04E-05	5,67E-04	5,70E-06	-9,27E-07	5,10E-06
HTc	1,78E-03	1,34E-03	2,44E-04	3,58E-05	1,52E-06	1,64E-04	7,69E-07	-6,68E-06	1,49E-06
A	4,74E-03	3,18E-03	5,31E-04	2,79E-04	3,97E-05	8,25E-04	1,07E-05	-1,36E-04	4,23E-06
FE	8,57E-03	5,62E-03	1,24E-03	5,81E-04	8,96E-07	1,31E-03	5,77E-07	-1,80E-04	7,65E-06
ME	1,24E-02	1,06E-02	2,88E-04	1,65E-04	3,09E-05	1,29E-03	9,27E-06	-4,83E-05	9,17E-05
TE	4,98E-03	3,77E-03	3,61E-04	1,86E-04	3,81E-05	6,60E-04	1,14E-05	-5,85E-05	3,00E-06
ECOtox	1,69E-02	1,14E-02	3,61E-03	6,35E-04	3,05E-05	1,70E-03	1,97E-05	-1,80E-03	1,25E-03
LU	4,68E-04	4,48E-04	2,05E-05	1,40E-05	1,18E-08	-1,03E-05	7,80E-09	-4,53E-06	2,20E-07
WU	2,14E-02	1,57E-02	7,65E-04	2,49E-04	-7,78E-08	4,67E-03	-5,19E-08	-7,40E-08	3,44E-08
Ruf	1,48E-02	2,42E-03	1,51E-03	1,52E-03	5,85E-05	9,64E-03	3,93E-05	-4,17E-04	5,87E-06
Rum	9,95E-04	5,39E-04	3,29E-04	6,07E-05	2,45E-07	7,62E-05	1,71E-07	-1,04E-05	7,74E-08

Tabella 24. Risultati normalizzati (valori adimensionali) per il servizio rappresentativo degli indumenti in ambito sanitario

Categorie di impatto	Totale	Prod. ind. sanitari	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita tessile
CC	4,56E-03	2,20E-03	1,38E-03	9,47E-04	5,76E-05	7,92E-05	2,43E-05	-3,05E-04	1,76E-04
OD	1,04E-04	2,06E-05	7,45E-05	4,56E-06	2,07E-06	4,97E-06	8,68E-07	-3,25E-06	1,09E-07
IR	5,93E-04	1,68E-04	3,67E-04	1,34E-04	7,01E-06	-3,34E-05	2,93E-06	-5,25E-05	8,97E-07
POCP	3,31E-03	1,88E-03	8,97E-04	7,70E-04	3,94E-05	-1,09E-04	1,48E-05	-2,00E-04	1,39E-05
PM	2,67E-03	1,78E-03	8,18E-04	4,60E-04	5,25E-05	-2,95E-04	1,58E-05	-1,66E-04	4,56E-06
HTnc	2,12E-03	1,15E-03	7,22E-04	1,85E-04	1,96E-05	4,16E-05	6,19E-06	-1,97E-06	5,10E-06
HTc	1,87E-03	1,36E-03	5,20E-04	7,62E-05	2,28E-06	-8,08E-05	8,35E-07	-1,42E-05	1,49E-06
A	4,44E-03	3,38E-03	1,13E-03	5,94E-04	2,99E-05	-4,25E-04	1,16E-05	-2,90E-04	4,23E-06
FE	1,01E-02	6,38E-03	2,63E-03	1,24E-03	1,50E-06	1,96E-04	6,27E-07	-3,84E-04	7,65E-06
ME	1,11E-02	1,07E-02	6,12E-04	3,50E-04	2,73E-05	-6,64E-04	1,01E-05	-1,03E-04	9,17E-05
TE	4,75E-03	3,90E-03	7,69E-04	3,96E-04	3,34E-05	-2,36E-04	1,24E-05	-1,25E-04	3,00E-06
ECOtox	4,20E-03	1,22E-02	7,68E-03	1,35E-03	5,45E-05	-1,45E-02	2,14E-05	-3,84E-03	1,25E-03
LU	4,72E-04	4,50E-04	4,36E-05	2,99E-05	2,03E-08	-4,23E-05	8,48E-09	-9,63E-06	2,20E-07
WU	1,71E-02	1,57E-02	1,63E-03	5,30E-04	-1,35E-07	-7,35E-04	-5,64E-08	-1,57E-07	3,44E-08
Ruf	8,61E-03	2,84E-03	3,22E-03	3,23E-03	1,02E-04	5,75E-05	4,27E-05	-8,87E-04	5,87E-06
Rum	1,39E-03	5,40E-04	6,99E-04	1,29E-04	4,44E-07	4,19E-05	1,86E-07	-2,21E-05	7,74E-08

Tabella 25. Risultati normalizzati (valori adimensionali) per il servizio rappresentativo degli indumenti da lavoro

Categorie di impatto	Totale	Prod. ind. da lavoro (DPI)	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita tessile
CC	2,15E-03	9,26E-04	7,38E-04	5,05E-04	2,79E-05	-9,10E-05	2,65E-05	-1,63E-04	1,76E-04
OD	4,94E-05	7,29E-06	3,97E-05	2,43E-06	1,01E-06	-3,56E-07	9,46E-07	-1,74E-06	1,09E-07
IR	3,38E-04	1,13E-04	1,96E-04	7,13E-05	3,40E-06	-2,18E-05	3,20E-06	-2,80E-05	8,97E-07
POCP	1,43E-03	6,80E-04	4,78E-04	4,11E-04	1,91E-05	-8,48E-05	1,61E-05	-1,07E-04	1,39E-05
PM	1,34E-03	8,68E-04	4,36E-04	2,45E-04	2,55E-05	-1,64E-04	1,72E-05	-8,85E-05	4,56E-06
HTnc	9,25E-04	4,13E-04	3,85E-04	9,86E-05	9,53E-06	7,56E-06	6,75E-06	-1,05E-06	5,10E-06
HTc	8,94E-04	6,29E-04	2,77E-04	4,07E-05	1,11E-06	-4,83E-05	9,10E-07	-7,59E-06	1,49E-06
A	1,90E-03	1,35E-03	6,03E-04	3,17E-04	1,45E-05	-2,54E-04	1,27E-05	-1,54E-04	4,23E-06
FE	4,46E-03	2,52E-03	1,40E-03	6,59E-04	7,27E-07	6,44E-05	6,83E-07	-2,05E-04	7,65E-06
ME	4,95E-03	4,78E-03	3,26E-04	1,87E-04	1,32E-05	-3,97E-04	1,10E-05	-5,48E-05	9,17E-05
TE	1,98E-03	1,54E-03	4,10E-04	2,11E-04	1,62E-05	-1,46E-04	1,35E-05	-6,64E-05	3,00E-06
ECOtox	1,14E-03	5,05E-03	4,10E-03	7,21E-04	2,65E-05	-7,99E-03	2,33E-05	-2,05E-03	1,25E-03
LU	2,20E-04	2,08E-04	2,33E-05	1,59E-05	9,83E-09	-2,28E-05	9,24E-09	-5,14E-06	2,20E-07
WU	7,93E-03	7,30E-03	8,69E-04	2,82E-04	-6,53E-08	-5,28E-04	-6,14E-08	-8,39E-08	3,44E-08
Ruf	4,30E-03	1,46E-03	1,72E-03	1,72E-03	4,95E-05	-2,30E-04	4,65E-05	-4,73E-04	5,87E-06
Rum	8,18E-04	3,31E-04	3,73E-04	6,89E-05	2,16E-07	5,64E-05	2,03E-07	-1,18E-05	7,74E-08

Tabella 26. Risultati normalizzati (valori adimensionali) per il servizio rappresentativo dei kit sterili in TTR

Categorie di impatto	Totale	Prod. kit TTR	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita tessile
CC	1,38E-03	7,60E-04	1,24E-04	2,65E-04	2,31E-05	9,81E-05	1,96E-05	-8,51E-05	1,76E-04
OD	1,64E-05	5,23E-06	6,66E-06	1,27E-06	8,33E-07	2,49E-06	6,99E-07	-9,09E-07	1,09E-07
IR	1,29E-04	6,76E-05	3,28E-05	3,73E-05	2,82E-06	-1,87E-07	2,36E-06	-1,47E-05	8,97E-07
POCP	8,80E-04	5,90E-04	8,02E-05	2,15E-04	1,58E-05	9,21E-06	1,19E-05	-5,59E-05	1,39E-05
PM	6,34E-04	4,61E-04	7,32E-05	1,28E-04	2,11E-05	-2,02E-05	1,27E-05	-4,63E-05	4,56E-06
HTnc	3,75E-04	2,27E-04	6,46E-05	5,16E-05	7,89E-06	1,44E-05	4,98E-06	-5,50E-07	5,10E-06
HTc	1,85E-04	1,21E-04	4,65E-05	2,13E-05	9,17E-07	-2,98E-06	6,72E-07	-3,97E-06	1,49E-06
A	7,20E-04	5,27E-04	1,01E-04	1,66E-04	1,20E-05	-1,83E-05	9,37E-06	-8,08E-05	4,23E-06
FE	1,57E-03	1,04E-03	2,35E-04	3,45E-04	6,02E-07	4,57E-05	5,05E-07	-1,07E-04	7,65E-06
ME	6,13E-04	4,08E-04	5,47E-05	9,78E-05	1,10E-05	-2,96E-05	8,10E-06	-2,87E-05	9,17E-05
TE	4,86E-04	3,21E-04	6,88E-05	1,10E-04	1,34E-05	-5,86E-06	9,98E-06	-3,48E-05	3,00E-06
ECOtox	2,25E-03	2,10E-03	6,87E-04	3,77E-04	2,19E-05	-1,14E-03	1,72E-05	-1,07E-03	1,25E-03
LU	1,84E-05	1,21E-05	3,90E-06	8,34E-06	8,13E-09	-3,49E-06	6,82E-09	-2,69E-06	2,20E-07
WU	8,13E-04	4,93E-04	1,46E-04	1,48E-04	-5,41E-08	2,64E-05	-4,54E-08	-4,39E-08	3,44E-08
Ruf	2,91E-03	1,70E-03	2,88E-04	9,02E-04	4,09E-05	1,83E-04	3,43E-05	-2,48E-04	5,87E-06
Rum	3,96E-04	2,32E-04	6,25E-05	3,61E-05	1,78E-07	7,14E-05	1,50E-07	-6,17E-06	7,74E-08

Nella tabella precedente, le abbreviazioni sono le seguenti: Cambiamenti climatici= CC; Riduzione dello strato di ozono= OD; Radiazione ionizzante - effetti sulla salute umana= IR; Formazione di ozono fotochimico= POCP; Particolato/smog provocato da emissioni di sostanze inorganiche= PM; Tossicità per gli esseri umani - effetti non cancerogeni=HTnc; Tossicità per gli esseri umani - effetti cancerogeni= HTC; Acidificazione= A; Eutrofizzazione – acquatica= FE; Eutrofizzazione – marina= ME; Eutrofizzazione – terrestre= TE; Ecotossicità - ambiente acquatico acqua dolce= Etox; Trasformazione del terreno= LU; Consumo di acqua= WU; Impoverimento delle risorse – vettori energetici= RUf; Impoverimento delle risorse – minerali, metalli=Rum; Cambiamenti climatici – fossile= CCf; Cambiamenti climatici – biogenico= CCb; Cambiamenti climatici – LU, LUC= CCl.

4.1.3. PESATI

A seguire sono stati riportati in tabella i valori ottenuti della fase di pesatura escludendo le categorie di tossicità, a seguito del quale è stato possibile identificare gli indicatori che contribuiscono ad almeno l'80% dell'impatto complessivo, nonché i tre indicatori di impatto più rilevanti indicati dalla RCP.

Tabella 27. Risultati pesati per il servizio rappresentativo del tessile piano

Categorie di impatto	Totale	Prod. tessile piano	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita tessile
CC	1,79E-03	4,26E-04	1,44E-04	9,88E-05	7,43E-06	1,10E-03	4,97E-06	-3,18E-05	3,91E-05
OD	1,16E-05	1,37E-06	2,36E-06	1,45E-07	8,03E-08	7,65E-06	5,40E-08	-1,03E-07	7,35E-09
IR	2,72E-05	8,35E-06	9,27E-06	3,37E-06	2,16E-07	7,15E-06	1,45E-07	-1,33E-06	4,82E-08
POCP	1,76E-04	8,87E-05	2,15E-05	1,85E-05	2,20E-06	4,84E-05	6,93E-07	-4,80E-06	7,09E-07
PM	2,32E-04	1,66E-04	3,67E-05	2,06E-05	2,66E-06	1,22E-05	1,39E-06	-7,44E-06	4,35E-07
HTnc	3,15E-04	2,11E-04	3,53E-05	1,85E-05	2,63E-06	5,48E-05	7,12E-07	-9,04E-06	2,81E-07
HTc	2,53E-04	1,66E-04	3,65E-05	1,71E-05	2,64E-08	3,85E-05	1,70E-08	-5,32E-06	2,26E-07
A	3,88E-04	3,31E-04	8,97E-06	5,13E-06	9,65E-07	4,02E-05	2,89E-07	-1,51E-06	2,86E-06
FE	1,95E-04	1,48E-04	1,41E-05	7,27E-06	1,49E-06	2,58E-05	4,46E-07	-2,29E-06	1,17E-07
ME	3,94E-05	3,77E-05	1,72E-06	1,18E-06	9,96E-10	-8,64E-07	6,57E-10	-3,81E-07	1,86E-08
TE	1,93E-03	1,42E-03	6,91E-05	2,25E-05	-7,03E-09	4,21E-04	-4,69E-09	-6,68E-09	3,11E-09
ECOtox	1,32E-03	2,16E-04	1,35E-04	1,35E-04	5,22E-06	8,60E-04	3,50E-06	-3,72E-05	5,24E-07
LU	8,04E-05	4,36E-05	2,65E-05	4,90E-06	1,98E-08	6,16E-06	1,38E-08	-8,39E-07	6,26E-09
WU	6,75E-03	3,26E-03	5,41E-04	3,53E-04	2,29E-05	2,62E-03	1,22E-05	-1,02E-04	4,44E-05
Ruf	1,79E-03	4,26E-04	1,44E-04	9,88E-05	7,43E-06	1,10E-03	4,97E-06	-3,18E-05	3,91E-05
Rum	1,16E-05	1,37E-06	2,36E-06	1,45E-07	8,03E-08	7,65E-06	5,40E-08	-1,03E-07	7,35E-09
Totale	2,72E-05	8,35E-06	9,27E-06	3,37E-06	2,16E-07	7,15E-06	1,45E-07	-1,33E-06	4,82E-08

Tabella 28. Risultati pesati per il servizio rappresentativo degli indumenti in ambito sanitario

Categorie di impatto	Totale	Prod. ind. sanitari	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita tessile
CC	1,01E-03	4,88E-04	3,07E-04	2,10E-04	1,28E-05	1,76E-05	5,40E-06	-6,77E-05	3,91E-05
OD	7,05E-06	1,39E-06	5,03E-06	3,08E-07	1,40E-07	3,36E-07	5,86E-08	-2,20E-07	7,35E-09
IR	3,19E-05	9,00E-06	1,97E-05	7,18E-06	3,77E-07	-1,80E-06	1,58E-07	-2,82E-06	4,82E-08
POCP	1,69E-04	9,59E-05	4,57E-05	3,93E-05	2,01E-06	-5,54E-06	7,53E-07	-1,02E-05	7,09E-07

Categorie di impatto	Totale	Prod. ind. sanitari	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita tessile
PM	2,55E-04	1,70E-04	7,80E-05	4,39E-05	5,01E-06	-2,81E-05	1,50E-06	-1,58E-05	4,35E-07
HTnc	2,95E-04	2,25E-04	7,50E-05	3,94E-05	1,99E-06	-2,82E-05	7,73E-07	-1,92E-05	2,81E-07
HTc	2,97E-04	1,88E-04	7,76E-05	3,65E-05	4,42E-08	5,77E-06	1,85E-08	-1,13E-05	2,26E-07
A	3,45E-04	3,35E-04	1,91E-05	1,09E-05	8,52E-07	-2,07E-05	3,14E-07	-3,21E-06	2,86E-06
FE	1,86E-04	1,52E-04	3,01E-05	1,55E-05	1,31E-06	-9,21E-06	4,85E-07	-4,87E-06	1,17E-07
ME	3,97E-05	3,79E-05	3,67E-06	2,52E-06	1,71E-09	-3,56E-06	7,14E-10	-8,11E-07	1,86E-08
TE	1,55E-03	1,42E-03	1,47E-04	4,78E-05	-1,22E-08	-6,63E-05	-5,09E-09	-1,42E-08	3,11E-09
ECOtox	7,68E-04	2,54E-04	2,87E-04	2,88E-04	9,09E-06	5,13E-06	3,81E-06	-7,91E-05	5,24E-07
LU	1,12E-04	4,36E-05	5,65E-05	1,04E-05	3,59E-08	3,39E-06	1,50E-08	-1,79E-06	6,26E-09
WU	5,06E-03	3,42E-03	1,15E-03	7,52E-04	3,36E-05	-1,31E-04	1,33E-05	-2,17E-04	4,44E-05
Ruf	1,01E-03	4,88E-04	3,07E-04	2,10E-04	1,28E-05	1,76E-05	5,40E-06	-6,77E-05	3,91E-05
Rum	7,05E-06	1,39E-06	5,03E-06	3,08E-07	1,40E-07	3,36E-07	5,86E-08	-2,20E-07	7,35E-09
Totale	3,19E-05	9,00E-06	1,97E-05	7,18E-06	3,77E-07	-1,80E-06	1,58E-07	-2,82E-06	4,82E-08

Tabella 29. Risultati pesati per il servizio rappresentativo degli indumenti da lavoro (compresi i DPI)

Categorie di impatto	Totale	Prod. Ind. da lavoro	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita tessile
CC	4,76E-04	2,05E-04	1,64E-04	1,12E-04	6,20E-06	-2,02E-05	5,89E-06	-3,61E-05	3,91E-05
OD	3,34E-06	4,92E-07	2,68E-06	1,64E-07	6,79E-08	-2,40E-08	6,39E-08	-1,17E-07	7,35E-09
IR	1,82E-05	6,08E-06	1,05E-05	3,83E-06	1,83E-07	-1,17E-06	1,72E-07	-1,50E-06	4,82E-08
POCP	7,27E-05	3,47E-05	2,44E-05	2,09E-05	9,75E-07	-4,32E-06	8,21E-07	-5,45E-06	7,09E-07
PM	1,28E-04	8,28E-05	4,16E-05	2,34E-05	2,43E-06	-1,56E-05	1,64E-06	-8,45E-06	4,35E-07
HTnc	1,26E-04	9,00E-05	4,00E-05	2,10E-05	9,64E-07	-1,69E-05	8,42E-07	-1,03E-05	2,81E-07
HTc	1,31E-04	7,45E-05	4,14E-05	1,95E-05	2,14E-08	1,90E-06	2,02E-08	-6,04E-06	2,26E-07
A	1,55E-04	1,49E-04	1,02E-05	5,83E-06	4,13E-07	-1,24E-05	3,42E-07	-1,71E-06	2,86E-06
FE	7,73E-05	6,01E-05	1,60E-05	8,25E-06	6,34E-07	-5,71E-06	5,28E-07	-2,60E-06	1,17E-07
ME	1,85E-05	1,75E-05	1,96E-06	1,34E-06	8,27E-10	-1,92E-06	7,78E-10	-4,33E-07	1,86E-08
TE	7,16E-04	6,59E-04	7,85E-05	2,55E-05	-5,90E-09	-4,77E-05	-5,55E-09	-7,58E-09	3,11E-09
ECOtox	3,84E-04	1,31E-04	1,53E-04	1,54E-04	4,41E-06	-2,05E-05	4,15E-06	-4,22E-05	5,24E-07
LU	6,61E-05	2,68E-05	3,01E-05	5,57E-06	1,74E-08	4,56E-06	1,64E-08	-9,53E-07	6,26E-09

Categorie di impatto	Totale	Prod. Ind. da lavoro	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita tessile
WU	2,37E-03	1,54E-03	6,14E-04	4,01E-04	1,63E-05	-1,40E-04	1,45E-05	-1,16E-04	4,44E-05
Ruf	4,76E-04	2,05E-04	1,64E-04	1,12E-04	6,20E-06	-2,02E-05	5,89E-06	-3,61E-05	3,91E-05
Rum	3,34E-06	4,92E-07	2,68E-06	1,64E-07	6,79E-08	-2,40E-08	6,39E-08	-1,17E-07	7,35E-09
Totale	1,82E-05	6,08E-06	1,05E-05	3,83E-06	1,83E-07	-1,17E-06	1,72E-07	-1,50E-06	4,82E-08

Tabella 30. Risultati pesati per il servizio rappresentativo dei kit sterili in TTR

Categorie di impatto	Totale	Prod. kit TTR	Prod. ausiliari lav. industriale	Prod. imballaggi	Trasporti alla lavanderia	Servizio di lavaggio industriale	Ritiro e consegna	Fine vita imballaggi	Fine vita tessile
CC	3,06E-04	1,69E-04	2,75E-05	5,87E-05	5,13E-06	2,18E-05	4,35E-06	-1,89E-05	3,91E-05
OD	1,11E-06	3,53E-07	4,50E-07	8,59E-08	5,62E-08	1,68E-07	4,72E-08	-6,13E-08	7,35E-09
IR	6,93E-06	3,63E-06	1,76E-06	2,00E-06	1,51E-07	-1,01E-08	1,27E-07	-7,88E-07	4,82E-08
POCP	4,49E-05	3,01E-05	4,09E-06	1,10E-05	8,07E-07	4,70E-07	6,06E-07	-2,85E-06	7,09E-07
PM	6,05E-05	4,40E-05	6,98E-06	1,22E-05	2,01E-06	-1,93E-06	1,21E-06	-4,42E-06	4,35E-07
HTnc	4,78E-05	3,50E-05	6,71E-06	1,10E-05	7,97E-07	-1,21E-06	6,22E-07	-5,37E-06	2,81E-07
HTc	4,62E-05	3,06E-05	6,95E-06	1,02E-05	1,77E-08	1,35E-06	1,49E-08	-3,16E-06	2,26E-07
A	1,91E-05	1,27E-05	1,71E-06	3,05E-06	3,42E-07	-9,25E-07	2,53E-07	-8,95E-07	2,86E-06
FE	1,90E-05	1,25E-05	2,69E-06	4,32E-06	5,25E-07	-2,29E-07	3,90E-07	-1,36E-06	1,17E-07
ME	1,55E-06	1,02E-06	3,28E-07	7,03E-07	6,85E-10	-2,94E-07	5,74E-10	-2,26E-07	1,86E-08
TE	7,34E-05	4,46E-05	1,32E-05	1,33E-05	-4,88E-09	2,39E-06	-4,10E-09	-3,97E-09	3,11E-09
ECOtox	2,59E-04	1,52E-04	2,57E-05	8,04E-05	3,65E-06	1,63E-05	3,06E-06	-2,21E-05	5,24E-07
LU	3,20E-05	1,87E-05	5,05E-06	2,91E-06	1,44E-08	5,77E-06	1,21E-08	-4,99E-07	6,26E-09
WU	9,18E-04	5,54E-04	1,03E-04	2,10E-04	1,35E-05	4,36E-05	1,07E-05	-6,06E-05	4,44E-05
Ruf	3,06E-04	1,69E-04	2,75E-05	5,87E-05	5,13E-06	2,18E-05	4,35E-06	-1,89E-05	3,91E-05
Rum	1,11E-06	3,53E-07	4,50E-07	8,59E-08	5,62E-08	1,68E-07	4,72E-08	-6,13E-08	7,35E-09
Totale	6,93E-06	3,63E-06	1,76E-06	2,00E-06	1,51E-07	-1,01E-08	1,27E-07	-7,88E-07	4,82E-08

Nelle tabelle precedenti, le abbreviazioni sono le seguenti: Cambiamenti climatici= CC; Riduzione dello strato di ozono= OD; Radiazione ionizzante - effetti sulla salute umana= IR; Formazione di ozono fotochimico= POCP; Particolato/smog provocato da emissioni di sostanze inorganiche= PM; Tossicità per gli esseri umani - effetti non cancerogeni=HTnc; Tossicità per gli esseri umani - effetti cancerogeni= HTc; Acidificazione= A; Eutrofizzazione – acquatica= FE; Eutrofizzazione – marina= ME; Eutrofizzazione – terrestre= TE; Ecotossicità - ambiente acquatico acqua dolce= Etox; Trasformazione del terreno= LU; Consumo di acqua= WU; Impoverimento delle risorse – vettori energetici= Ruf; Impoverimento delle risorse – minerali,

metalli=Rum; Cambiamenti climatici – fossile= Ccf; Cambiamenti climatici – biogenico= CCb; Cambiamenti climatici – LU, LUC= CCl.

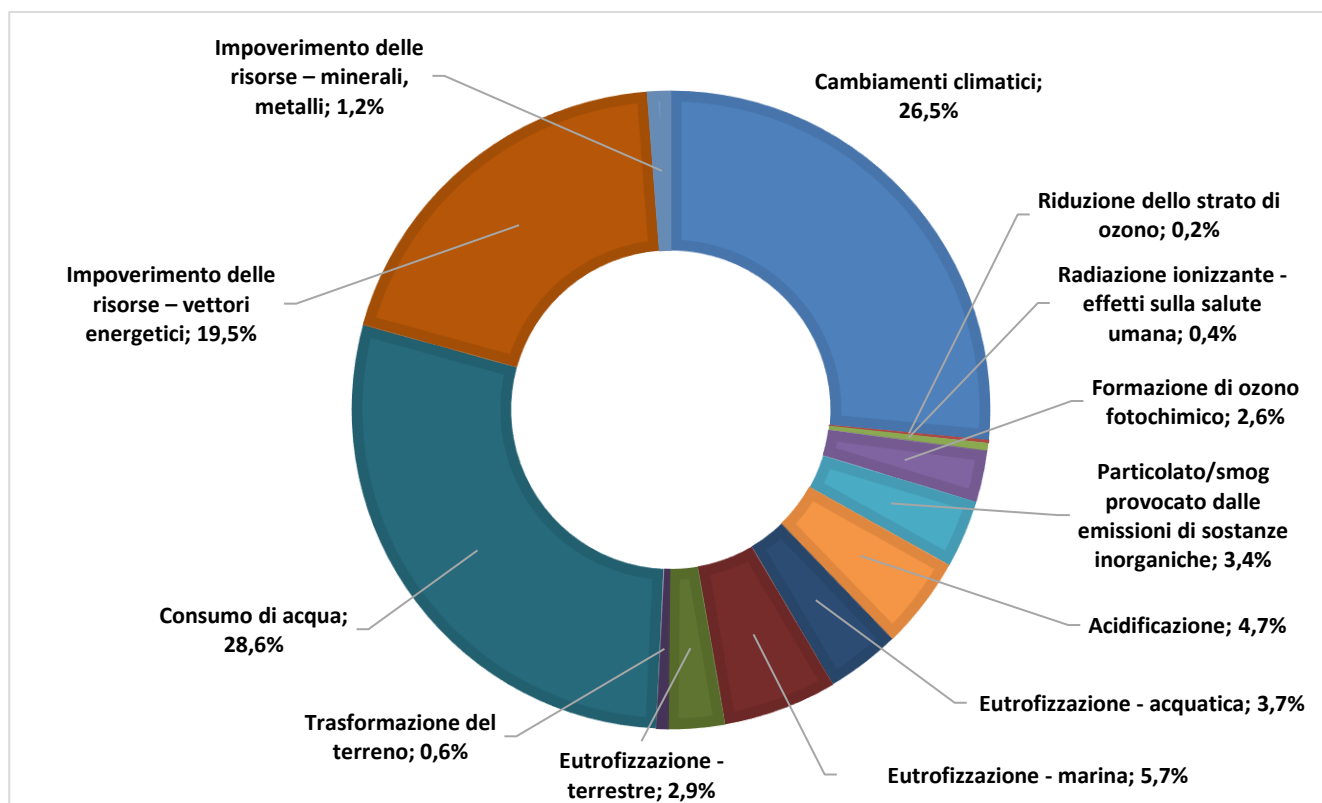


Figura 11. Ripartizione percentuale dell'impatto per il tessile piano tra le diverse categorie PEF

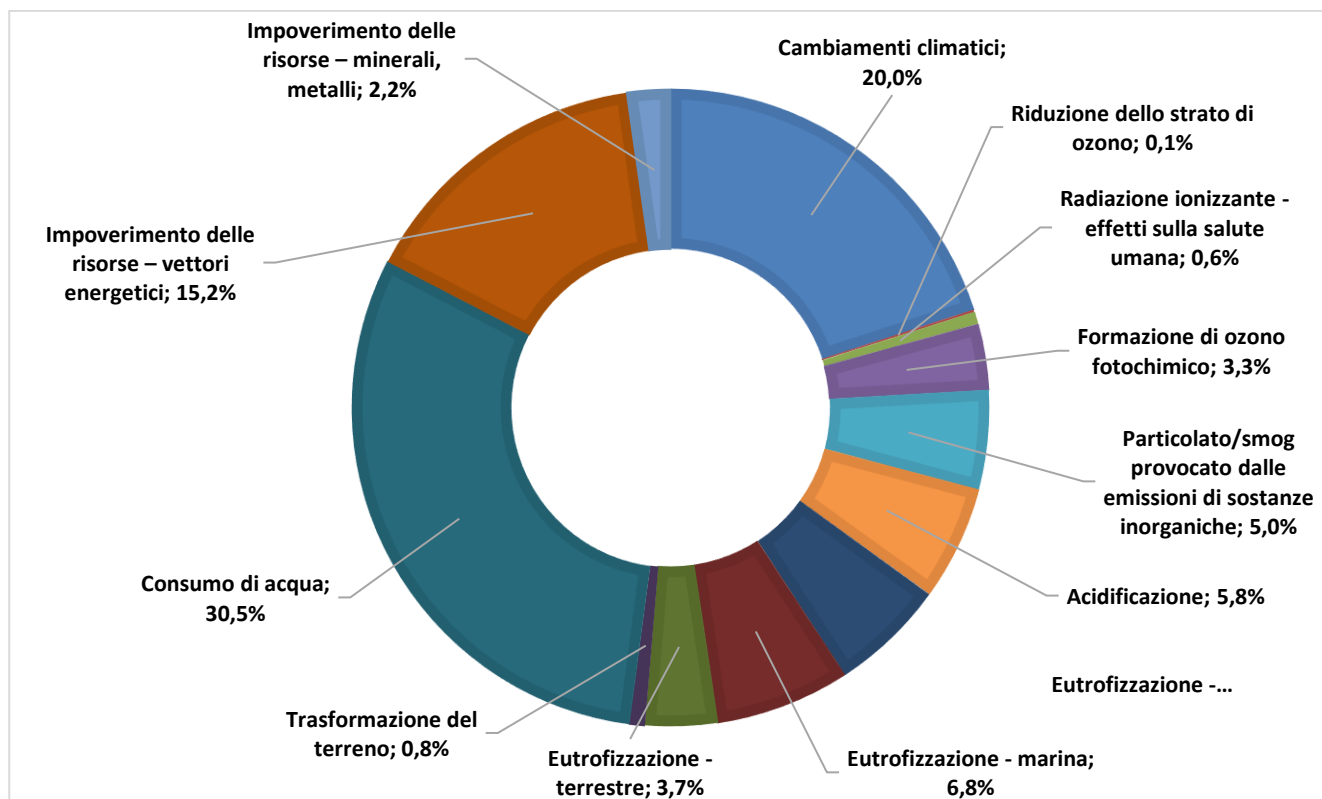


Figura 12. Ripartizione percentuale dell'impatto per gli indumenti in ambito sanitario tra le diverse categorie PEF

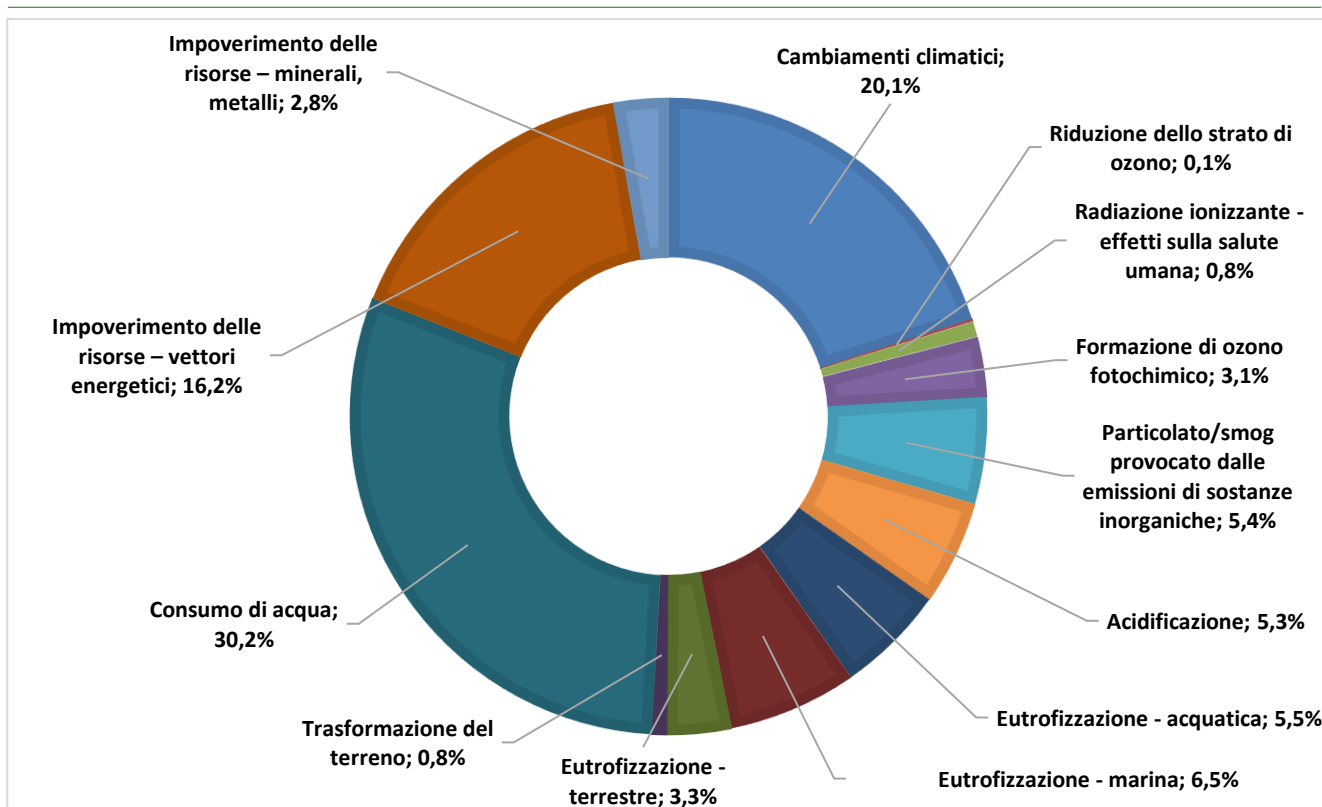


Figura 13. Ripartizione percentuale dell'impatto per gli indumenti da lavoro tra le diverse categorie PEF

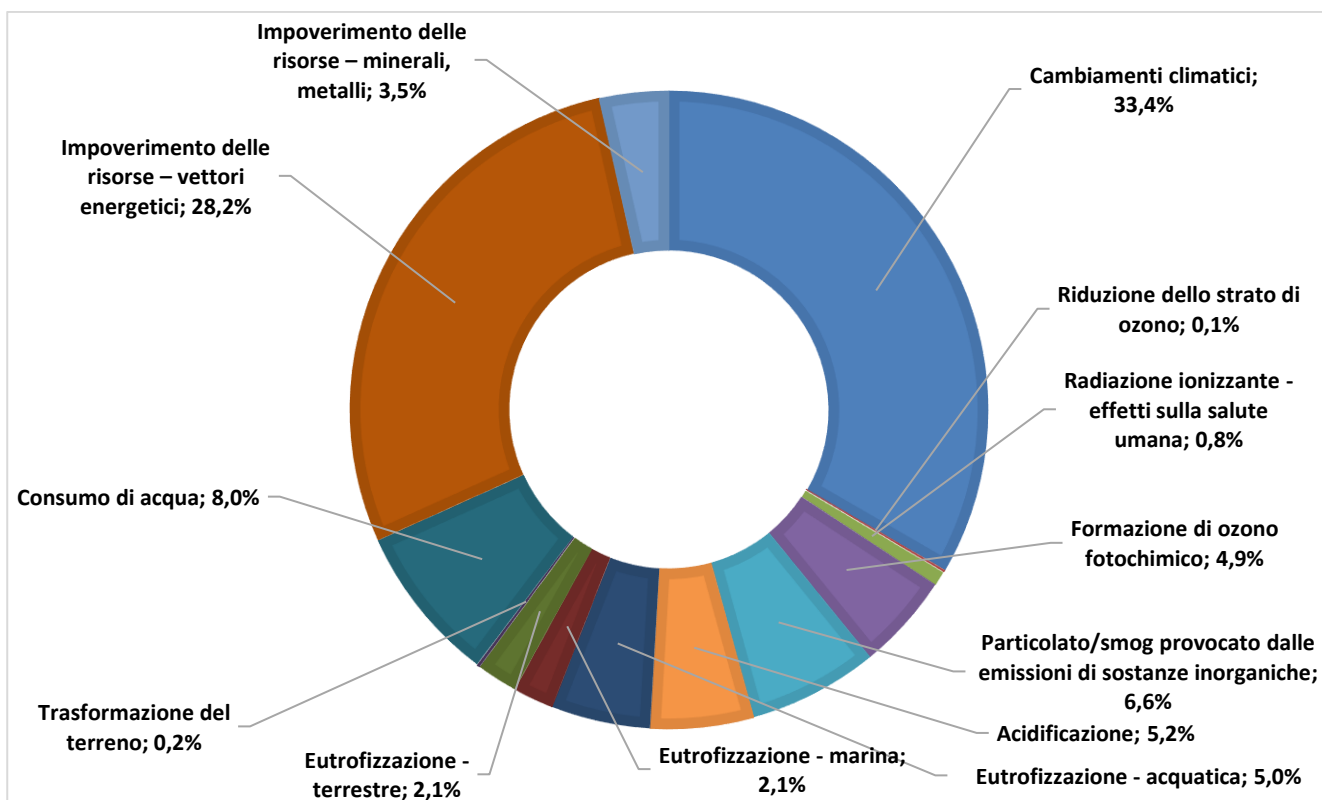


Figura 14. Ripartizione percentuale dell'impatto per i kit sterili in TTR tra le diverse categorie PEF

5. INTERPRETAZIONE DEL CICLO DI VITA

5.1. HOTSPOT AMBIENTALI

In questo paragrafo vengono riportati i risultati della determinazione degli *hotspot ambientali* identificati lungo il ciclo di vita del servizio rappresentativo di lavaggio. Ovvero le fasi del ciclo di vita, i processi e i flussi elementari che contribuiscono maggiormente alle categorie d'impatto prima della fase di normalizzazione.

5.1.1. PROCESSI E FASI DEL CICLO DI VITA PIU' RILEVANTI

Di seguito vengono indicate per le tre principali categorie di impatto ambientale le fasi e i processi del ciclo di vita più rilevanti e per ognuno di essi viene riportato il flusso che maggiormente ne contribuisce alla determinazione.

Tabella 31. Fasi e processi del ciclo di vita più rilevanti per il servizio rappresentativo del tessile piano

Categorie di impatto	Fasi del ciclo di vita più rilevanti (contributo percentuale)	Processi più rilevanti
Cambiamenti climatici	Servizio di lavanderia industriale (61,51%)	Uso di gas metano
	Produzione del tessile piano (23,80%)	Coltivazione del cotone
Consumo di acqua	Produzione del tessile piano (73,40%)	Coltivazione del cotone
	Servizio di lavanderia industriale (21,85%)	Consumo idrico
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	Servizio di lavanderia industriale (65,25%)	Consumo di gas metano
	Produzione del tessile piano (16,37%)	Coltivazione del cotone

Nella categoria *Cambiamenti climatici*, il gas metano determina il maggiore impatto ed è impiegato nella generazione di energia termica nel servizio di lavaggio della lavanderia. Per la produzione del tessile piano l'impatto deriva principalmente dalla coltivazione del cotone.

Per quanto riguarda l'*Esaurimento delle risorse* relativo al consumo idrico le fasi che impattano maggiormente questa categoria sono: la produzione del tessile piano dovuto alla coltivazione del cotone e il servizio di lavaggio industriale per il consumo idrico dovuto al processo.

Invece, per quanto riguarda l'*Esaurimento delle risorse fossili (vettori energetici)*, il maggiore contributo è dato dalla fase di lavaggio industriale principalmente per il consumo di gas metano e dalla produzione del tessile piano e degli imballaggi.

Tabella 32. Fasi e processi del ciclo di vita più rilevanti per il servizio rappresentativo degli indumenti in ambito sanitario

Categorie di impatto	Fasi del ciclo di vita più rilevanti (contributo percentuale)	Processi più rilevanti
Cambiamenti climatici	Produzione indumenti sanitari (48,21%)	Coltivazione cotone
	Produzione ausiliari (30,32%)	Produzione idrossido di sodio
	Produzione imballaggi (20,76%)	Produzione etilene
Consumo di acqua	Produzione tessile per indumenti sanitari (91,96%)	Coltivazione del cotone

Categorie di impatto	Fasi del ciclo di vita più rilevanti (contributo percentuale)	Processi più rilevanti
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	Produzione ausiliari (37,37%)	Produzione idrossido di sodio
	Produzione imballaggi (37,51%)	Produzione etilene

Nella categoria *Cambiamenti climatici*, l'impatto maggiore per la produzione degli indumenti sanitari deriva principalmente dalla coltivazione del cotone. Mentre per la produzione degli ausiliari l'impatto maggiore deriva dalla produzione dell'idrossido di sodio. Invece, per la produzione degli imballaggi l'impatto maggiore deriva dalla produzione dell'etilene per i sacchi e i film plastici.

Per quanto riguarda l'*Esaurimento delle risorse* relativo al consumo idrico la fase che incide maggiormente questa categoria è la produzione tessile degli indumenti sanitari per la coltivazione del cotone.

Invece, per quanto riguarda l'*Esaurimento delle risorse fossili (vettori energetici)*, il maggiore contributo è dato dalla produzione degli imballaggi per la produzione dell'etilene e a seguire la produzione degli ausiliari per la produzione di idrossido di sodio.

Tabella 33. Fasi e processi del ciclo di vita più rilevanti per il servizio rappresentativo degli indumenti da lavoro, compresi i DPI

Categorie di impatto	Fasi del ciclo di vita più rilevanti (contributo percentuale)	Processi più rilevanti
Cambiamenti climatici	Produzione imballaggi (23,55%)	Produzione etilene
	Produzione indumenti da lavoro (43,13%)	Coltivazione del cotone
Consumo di acqua	Produzione ausiliari (34,39%)	Produzione idrossido di sodio
	Produzione indumenti da lavoro (92,13%)	Coltivazione del cotone
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	Produzione imballaggi (40,05%)	Produzione etilene
	Produzione ausiliari (39,90%)	Produzione idrossido di sodio

Nella categoria *Cambiamenti climatici*, l'impatto maggiore deriva dalla produzione degli ausiliari per la produzione dell'idrossido di sodio. In parte secondaria deriva dalla produzione degli indumenti da lavoro per la coltivazione del cotone. A seguire per la produzione degli imballaggi per la produzione di etilene, questo dato dal fatto che l'imballaggio più utilizzato è il sacco in plastica.

Per quanto riguarda l'*Esaurimento delle risorse* relativo al consumo idrico la fase che impatta maggiormente questa categoria è la produzione degli indumenti da lavoro per la coltivazione del cotone.

Invece, per quanto riguarda l'*Esaurimento delle risorse fossili (vettori energetici)*, il maggiore contributo è dato dalla produzione degli imballaggi e dalla produzione degli ausiliari.

Tabella 34. Fasi e processi del ciclo di vita più rilevanti per il servizio rappresentativo dei kit sterili in TTR

Categorie di impatto	Fasi del ciclo di vita più rilevanti (contributo percentuale)	Processi più rilevanti
Cambiamenti climatici	Produzione imballaggi (10,55%)	Produzione etilene
	Produzione kit in TTR (75,50%)	Produzione fibre in poliestere
Riduzione dello strato di ozono	Produzione ausiliari (40,67%)	Produzione idrossido di sodio
	Produzione kit in TTR (31,90%)	Produzione fibre in poliestere
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	Produzione imballaggi (31,12%)	Produzione etilene
	Produzione kit in TTR (58,85%)	Produzione fibre in poliestere

Nella categoria *Cambiamenti climatici*, l'impatto maggiore deriva dalla produzione dei kit in TTR per la produzione di fibre in poliestere. In parte secondaria per la produzione degli imballaggi, dato che l'imballaggio più utilizzato è il sacco in plastica, l'impatto principale per questa fase è dato dalla produzione di etilene.

Per quanto riguarda la *riduzione dello strato di ozono* le fasi che impattano maggiormente questa categoria sono: la produzione dei kit in TTR e la produzione degli ausiliari.

Inoltre, anche per quanto riguarda *l'Esaurimento delle risorse fossili (vettori energetici)*, il maggiore contributo è dato dalla produzione dei kit in TTR e dalla produzione degli imballaggi.

Di seguito vengono riportati i flussi che incidono principalmente nella determinazione degli impatti per le tre categorie maggiormente rilevanti secondo la RCP:

Tabella 35. Flussi più rilevanti per il servizio rappresentativo del tessile piano

Categoria di impatto	Unità di misura	Flussi	Contributo	Comparto
Cambiamenti climatici	kg CO ₂ eq	Diossido di carbonio, fossile	44,13%	Air
		Metano, fossile	3,72%	Air
		Monossido di dinitrogeno	1,64%	Air
Impoverimento delle risorse - acqua	m ³	Acqua, uso in turbina, origine sconosciuta	88,13%	Raw
		Acqua, da pozzo	7,47%	Raw
		Acqua, da fiume	4,39%	Raw
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	MJ	Gas naturale	71,82%	Raw
		Carbone	14,16%	Raw
		Petrolio greggio	13,99%	Raw
		Uranio	3,40%	Raw

Tabella 36. Flussi più rilevanti per il servizio rappresentativo degli indumenti in ambito sanitario

Categoria di impatto	Unità di misura	Flussi	Contributo	Comparto
Cambiamenti climatici	kg CO ₂ eq	Diossido di carbonio, fossile	44,64%	Air
		Metano, fossile	4,90%	Air
		Monossido di dinitrogeno	2,79%	Air
Impoverimento delle risorse - acqua	m ³	Acqua, uso in turbina, origine sconosciuta	90,53%	Raw
		Acqua, da pozzo	5,96%	Raw
		Acqua, da fiume	3,51%	Raw
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	MJ	Petrolio greggio	39,54%	Raw
		Gas naturale	35,19%	Raw
		Carbone	31,56%	Raw
		Uranio	7,94%	Raw

Tabella 37. Flussi più rilevanti per il servizio rappresentativo degli indumenti da lavoro compresi i DPI

Categoria di impatto	Unità di misura	Flussi	Contributo	Comparto
Cambiamenti climatici	kg CO ₂ eq	Diossido di carbonio, fossile	44,60%	Air
		Metano, fossile	4,91%	Air
		Diossido di carbonio, uso del suolo	2,76%	Air
Impoverimento delle risorse - acqua	m ³	Acqua, uso in turbina, origine sconosciuta	90,65%	Raw
		Acqua, da pozzo	5,89%	Raw
		Acqua, da fiume	3,46%	Raw
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	MJ	Petrolio greggio	39,34%	Raw
		Gas naturale	35,25%	Raw
		Carbone	31,31%	Raw
		Uranio	8,02%	Raw

Tabella 38. Flussi più rilevanti per il servizio rappresentativo dei kit sterili in TTR

Categoria di impatto	Unità di misura	Flussi	Contributo	Comparto
Cambiamenti climatici	kg CO ₂ eq	Diossido di carbonio, fossile	40,54%	Air
		Metano fossile	6,26%	Air
		Metano, biogenico	3,24%	Air
Riduzione dello strato di ozono	Kg CFC11	Metano bromotrifluoro	47,83%	Raw
		Metano tetracloro	28,68%	Raw
		Metano bromoclorodifluoruro	25,73%	Raw
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	MJ	Petrolio greggio	43,73%	Raw
		Gas naturale	40,78%	Raw
		Carbone	16,93%	Raw
		Uranio	6,63%	Raw

5.2. CONFRONTO CON IL BENCHMARK DI RIFERIMENTO

Sono stati confrontati i risultati ottenuti dalle tre categorie di impatto più rilevanti indicate dalla RCP con i benchmark di riferimento della RCP dei Servizi delle attività di lavanderia. Per il confronto con il benchmark, come da RCP di riferimento, i risultati sono stati estratti senza le categorie di tossicità. Emerge che lo stabilimento produttivo rientra nella classe prestazionale B per il tessile piano, più precisamente con un valore di 5,04E-03 e in classe prestazionale A per gli indumenti sanitari, da lavoro e kit in TTR con i rispettivi valori di 3,33E-03, 1,58E-03 e 5,67E-04 (valori adimensionali).

Nella seguente tabella sono stati riportati i risultati ottenuti per le tre categorie più rilevanti indicate dalla RCP. Le celle a sfondo verde rappresentano i valori che rientrano in classe A, le celle a sfondo giallo rappresentano i valori in classe B, mentre le celle a sfondo rosso rappresentano i valori che rientrano in classe C.

Tabella 39. Confronto dei risultati con i benchmark di riferimento per i servizi di lavaggio studiati

Categorie di impatto	Tessile piano	Indumenti da lavoro in ambito sanitario	Indumenti da lavoro, compresi i DPI
Cambiamenti climatici	1,79E-03	1,01E-03	4,76E-04
Impoverimento delle risorse, acqua	1,93E-03	1,55E-03	7,16E-04
Impoverimento delle risorse, vettori energetici	1,32E-03	7,68E-04	3,84E-04
Totale	5,04E-03	3,33E-03	1,58E-03

Tabella 39. Confronto dei risultati con i benchmark di riferimento per il servizio di lavaggio dei kit in TTR

Categorie di impatto	Kit sterili in TTR
Cambiamenti climatici	3,06E-04
Riduzione dello strato di ozono	1,11E-06
Impoverimento delle risorse, vettori energetici	2,59E-04
Totale	5,67E-04

ANALISI DI SENSIBILITA'

Un'analisi di sensibilità è una procedura sistematica per stimare gli effetti sui risultati provocati dal metodo assunto o dai dati utilizzati (par.3.31 ISO 14040). Le analisi di sensibilità servono quindi a mettere in luce l'entità della dipendenza tra uno o più parametri variabili e il sistema oggetto dello studio. Questo permette da una parte di confermare che le assunzioni sono state fatte in modo corretto e che variazioni in quei parametri non provocano cambi rilevanti nei risultati dello studio.; dall'altra parte sono utili anche per valutare scenari che permettono un miglioramento della situazione e quindi un minore impatto sull'ambiente. In seguito, sono state riportate le tre analisi di sensibilità per il servizio rappresentativo del tessile piano.

5.2.1. ANALISI DI SENSIBILITA' SULLA VARIAZIONE DEL PESO STATISTICO DEL TESSILE PIANO

Per analizzare l'incidenza del peso statistico del tessile piano sull'impatto prodotto nelle tre categorie analizzate è stata predisposta un'analisi di sensibilità. Per questa analisi è stato variato il peso statistico del prodotto rappresentativo (lenzuolo singolo), che come riportato precedentemente, essendo inferiore al minimo ammesso dalla RCP, è stato considerato di 0,700 kg. È stata assunta una variazione del +5% sul peso statistico del prodotto.

Tabella 40. Variazione del peso statistico per il prodotto rappresentativo

Prodotto rappresentativo	Peso (kg)	+5%
Lenzuolo singolo (160x290)	0,700	0,735

La seguente tabella riporta i risultati ottenuti dal confronto tra lo scenario di base e un altro scenario alternativo che prevede una variazione del peso del prodotto rappresentativo del +5%. Osservando i risultati si afferma che all'aumentare del peso statistico diminuisce l'impatto prodotto sulle diverse categorie.

Tabella 41. Confronto tra gli scenari di riferimento

Categorie di impatto	Scenario di base	Peso statistico +5%
Climate change	2,20E+00	2,13E+00
		-3%
Water use	6,33E-05	6,22E-05
		-2%
Resource use, fossils	6,53E+01	6,29E+01
		-4%

5.2.2. ANALISI DI SENSIBILITA' RISPETTO ALLA SOGLIA INFERIORE DEL BENCHMARK DI RIFERIMENTO PER IL TESSILE PIANO

Il tessile piano del Gruppo Industriale Di Giacomo ricade in classe B, nella seguente tabella sono stati calcolati i punti percentuale dalla soglia inferiore del benchmark.

Tabella 42. Scostamento percentuale rispetto al valore di soglia inferiore del benchmark

Impatto stabilimento	Differenza % rispetto alla soglia inferiore
Cambiamenti climatici	37%
Impoverimento delle risorse, acqua	31%
Impoverimento delle risorse, vettori energetici	41%
Totale tessile piano	36%

5.3. ANALISI DI INCERTEZZA

Secondo la guida della metodologia PEF (PEFCR Guidance, 2018), la stima dell'incertezza aiuta i destinatari degli studi LCA a valutare la fondatezza e l'applicabilità dei dati ottenuti determinando in quale modo le incertezze dei dati incidono sull'affidabilità dei risultati.

In questo caso l'analisi è stata effettuata con il supporto del software SimaPro mediante il metodo Monte Carlo, che è basato su un algoritmo che genera una serie di dati casuali tra loro non correlati e con la distribuzione di probabilità che si suppone abbia il fenomeno da indagare. Il software simula per un numero di cicli predeterminato il calcolo dei risultati e valuta la distribuzione dei risultati ottenuti e da questi l'incertezza sul valore finale. L'incertezza, di fatto, deriva dalle misure di deviazione standard log-normale presenti in ciascuno dei processi unitari delle banca dati usati per modellizzare di ciclo di vita del prodotto analizzato.

La stima dell'incertezza è stata effettuata per ciascuna categoria d'impatto, calcolando per ognuna i valori di media, mediana, deviazione standard (DS), coefficiente di variazione (CV) e i due valori che definiscono l'intervallo di confidenza del 95% del parametro P, e quindi 2,50% e 97,5%.

La deviazione standard (SD) del dato risulta essere pari a 6,22 kg CO₂ eq per la categoria cambiamenti climatici per il servizio rappresentativo del tessile piano, e quindi con un coefficiente di variazione pari a circa il 9,22%. Questo dato è probabilmente riconducibile all'incertezza legata ai dati ricavati dal database Ecoinvent 3.6 in quanto in questo studio si è optato nel ritenere i dati specifici non soggetti ad incertezza.

Nella tabella sottostante è riportato il risultato ottenuto dagli indicatori più rilevanti indicati dalla RCP nel ciclo di vita del processo.

Tabella 43. Analisi dell'incertezza media del servizio rappresentativo del tessile piano

Categoria d'impatto	Unità	Media	Mediana	SD	CV (%)	2,50%	97,50%	Errore standard di media
Cambiamenti climatici	kg CO ₂ eq	6,75E+01	6,70E+01	6,22E+00	9,22E+00	5,62E+01	8,11E+01	1,97E-01
Impoverimento della risorsa acqua	m ³	2,30E+02	2,42E+02	1,64E+02	7,14E+01	-1,23E+02	5,25E+02	5,20E+00
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	MJ	9,78E+02	9,72E+02	1,26E+02	1,29E+01	7,65E+02	1,25E+03	4,00E+00

Tabella 44. Analisi dell'incertezza media del servizio rappresentativo degli indumenti sanitari

Categoria d'impatto	Unità	Media	Mediana	SD	CV (%)	2,50%	97,50%	Errore standard di media
Cambiamenti climatici	kg CO ₂ eq	3,80E+01	3,80E+01	1,29E+00	3,39E+00	3,56E+01	4,06E+01	4,07E-02
Impoverimento della risorsa acqua	m ³	1,90E+02	2,05E+02	2,42E+02	1,27E+02	-3,41E+02	6,15E+02	7,64E+00
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	MJ	5,74E+02	5,73E+02	2,95E+01	5,14E+00	5,18E+02	6,35E+02	9,33E-01

Tabella 45. Analisi dell'incertezza media del servizio rappresentativo degli indumenti da lavoro, compresi i DPI

Categoria d'impatto	Unità	Media	Mediana	SD	CV (%)	2,50%	97,50%	Errore standard di media
Cambiamenti climatici	kg CO ₂ eq	1,79E+01	1,79E+01	5,50E-01	3,07E+00	1,69E+01	1,90E+01	1,74E-02
Impoverimento della risorsa acqua	m ³	8,49E+01	1,02E+02	1,99E+02	2,34E+02	-3,39E+02	4,25E+02	6,29E+00
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	MJ	2,86E+02	2,85E+02	1,32E+01	4,63E+00	2,60E+02	3,15E+02	4,19E-01

Tabella 46. Analisi dell'incertezza media del servizio rappresentativo dei kit sterili in TTR

Categoria d'impatto	Unità	Media	Mediana	SD	CV (%)	2,50%	97,50%	Errore standard di media
Cambiamenti climatici	kg CO ₂ eq	1,15E+01	1,15E+01	3,42E-01	2,97E+00	1,09E+01	1,22E+01	1,08E-02
Riduzione dello strato di ozono	m ³	8,76E-07	8,52E-07	1,55E-07	1,77E+01	6,31E-07	1,22E-06	4,89E-09
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	MJ	1,94E+02	1,94E+02	8,09E+00	4,18E+00	1,78E+02	2,10E+02	2,56E-01

5.4. VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DEL DATO

La Raccomandazione CE sulla PEF richiede di rispettare una serie di caratteristiche dei dati utilizzati per il calcolo dell'impatto del ciclo di vita che riguardano la loro capacità di soddisfare i requisiti stabiliti (ISO 14040:2006). Sulla base di questi criteri deve essere effettuata una **valutazione semi-quantitativa** della qualità dei dati complessiva del set di dati utilizzato per tutti i processi più importanti. Questa fase permette di attribuire credibilità ai risultati dello studio e aiuta a capire se sia necessario migliorare il set di dati frutto della fase di raccolta di dati.

In questo studio è stata eseguita la valutazione dei requisiti e qualità dei dati in base alla metodologia proposta dalla Commissione Europea (PEF Guidance v. 6.3, sulla base dei seguenti criteri: rappresentatività tecnologica (TER); rappresentatività geografica (GR); rappresentatività temporale (TiR); l'incertezza dei parametri (P).

La metodologia prevede cinque livelli di qualità per ciascun criterio: Molto buono (1), Buono (2), Soddisfacente (3), Scarso (4) e Molto scarso (5).

La valutazione generale della qualità dei dati (DQR) è semi-quantitativa e si calcola sommando la valutazione raggiunta per ciascuno dei criteri di qualità, diviso per il numero totale di criteri:

$$DQR = (TER + GR + TiR + P) / 4$$

La valutazione della qualità dei dati (DQR) corrisponde ad un livello di qualità di dati definito come segue:

DQR ≤ 1,5: qualità ottima

DQR da 1,5 a 2,0: qualità molto buona

DQR da 2,0 a 3,0: qualità buona

DQR da 3,0 a 4,0: qualità soddisfacente

DQR > 4: qualità scarsa

Il punteggio di qualità è stato effettuato utilizzando i criteri della Raccomandazione PEF.

La media complessiva della qualità dei dati è risultata **molto buona** (DQR pari a 1,51) per i dati specifici del contesto primario e **buona** (2,15) per i processi in background costruiti con dati generici (secondari). Il dettaglio del punteggio di qualità dei dati è presentato nell'allegato 2. In generale nel primo caso abbiamo valutato tutti i dati relativi all'attività che sono stati raccolti per lo studio; nel secondo caso tutti i processi di dati utilizzati nel modello.

5.5. VALUTAZIONE DELLA FONDATEZZA DEL MODELLO

La valutazione della fondatezza del modello è stata condotta durante lo sviluppo dello studio LCA per analizzare la sua completezza, accuratezza, precisione e coerenza. La valutazione è servita per individuare l'esigenza di raccolta di dati aggiuntivi, per la revisione delle assunzioni fatte e in generale delle scelte metodologiche realizzate. La valutazione ha compreso i controlli di completezza, di sensibilità e coerenza previsti dalla guida PEF⁶.

Controllo di sensibilità

Sono state fatte diverse analisi di sensibilità per assicurare la consistenza dei risultati dello studio. I dati ottenuti sono stati presentati nel capitolo 6.3 del rapporto.

In particolare, è importante l'analisi che riguarda la durabilità del tessile piano in base al numero di lavaggi a cui viene sottoposto, essendo la fase di lavaggio quella principale di tutto il ciclo di vita; i risultati dimostrano come l'impatto

⁶ Raccomandazione 2021/2279/UE, allegato II, punto 7.2

diminuisca complessivamente aumentando il numero di utilizzi del prodotto fino alla fine della sua vita. Inoltre, l'analisi attesta che comunque il risultato totale d'impatto, per le diverse categorie, cambierebbe sostanzialmente considerando un numero diverso di lavaggi a quello ipotizzato nello studio.

Per quanto riguarda la variazione del peso statistico, l'analisi ha evidenziato che all'aumentare del peso statistico diminuisce l'impatto prodotto anche se in modo marginale rispetto all'impatto totale prodotto.

Controllo di completezza

Si tratta di una procedura qualitativa che permette di garantire la completezza dell'uso delle informazioni e dei dati in ogni fase principale del ciclo di vita e la loro disponibilità per l'interpretazione. È una verifica utile per assicurare che gli aspetti principali non siano stati dimenticati, che tutti i dati sono disponibili e completi.

Tutti i processi all'interno di ogni singola fase del ciclo di vita sono stati modellizzati in modo da rappresentare ogni situazione specifica. Sono stati verificati tutti i dati disponibili per ogni unità di processo; in alcuni casi si trattava di dati raccolti direttamente dalle imprese che hanno collaborato allo studio (dati specifici) e in altri, invece, di dati da letteratura e/o banche dati scelte. Di seguito la tabella utilizzata come guida per il controllo, che prevede una valutazione del bisogno di integrare i dati con informazioni esterne (vedi risultato nell'ultima colonna).

Tabella 47: Tabella di controllo di completezza

Fasi	Processi	Dati raccolti in campo?	Dati integrati con informazioni esterne (letteratura/database)	Dato completo?
Coltivazione del cotone	Coltivazione e approvvigionamento	No	Sì	Sì
Lavorazione del cotone	Filatura	No	Sì	Sì
	Tintura filato	Sì	Sì	Sì
	Roccatura-orditura	Sì	No	Sì
Produzione del tessile piano	Tessitura	Sì	Sì	Sì
	Bruciapelo-sbozzima	Sì	No	Sì
	Candeggio	Sì	No	Sì
	Mercerizzo	Sì	Sì	Sì
	Finissaggio-asciugatura	Sì	Sì	Sì
	Confezione e imballo	Sì	No	Sì
Trasporto produttore-lavanderia	Trasporto	Sì	No	Sì
Fase d'uso	Lavaggio industriale	Sì	No	Sì
	Ritiro e consegna	Sì	No	Sì
Fine vita	Fine vita	No	Sì	Sì

Controllo di coerenza

Il controllo di coerenza ha consistito in una procedura qualitativa usata per determinare se i requisiti di qualità dei dati, le assunzioni e i metodi usati sono stati coerenti con l'obiettivo e campo di applicazione dello studio.

Il controllo di coerenza è stato condotto seguendo il metodo indicato nel Manuale ILCD⁷ (vedi tabella).

Tabella 48: Tabella di controllo della coerenza (metodo ILCD)

Controllo di coerenza	Giustificazione
Qualità dei dati sufficiente?	<p>Si</p> <p>La metodologia di valutazione della qualità dei dati proposta dalla Commissione Europea è stata utilizzata e il risultato ottenuto è Molto buona per i dati specifici e Soddisfacente per i dati generici.</p> <p>Un'approfondita analisi di bibliografia specializzata e di altri studi è servita a validare i dati d'inventario.</p>
Scelta del metodo coerente?	<p>Si</p> <p>Le scelte metodologiche sono state fatte seguendo la Guida sviluppata dalla Commissione Europea per lo schema PEF⁸ e le informazioni tecniche riportate nel manuale specializzato per la realizzazione di studi LCA di prodotti tessili e di abbigliamento⁹.</p>
Valutazione di impatto coerente?	<p>Si</p> <p>La metodologia di valutazione di impatto, che ha previsto la caratterizzazione e la normalizzazione dei risultati, è stata applicata in modo coerente come suggerito nella guida PEF e nella PEFCR di riferimento (anche se non ufficiale, sviluppata all'interno del progetto Life+ PREFER), e sono stati adeguati all'obiettivo e al campo di applicazione dello studio. Inoltre, un'approfondita analisi di bibliografia specializzata e di altri studi è servita a validare i risultati dello studio facendo il confronto con analisi simili.</p>
Valutazione delle incongruenze realizzata?	<p>Si</p> <p>L'analisi grafica dei flussi di cui alle reti ad albero, in cui è stato accertato che non ci fossero <i>loop</i>, attribuzioni sbagliate o flussi verosimilmente non possibili, non ha rilevato incongruenze.</p>

⁷ European Commission - Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, 2012: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – General guide for Life Cycle Assessment – Detailed guidance. Luxembourg

⁸ PERCF Guidance document – Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3, december 2017

⁹ Muthu, S.S., 2015. "Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing, 1st ed., Woodhead publishing e The Textile Institute

5.6.ANALISI DEI PUNTI CRITICI E DEI POSSIBILI MIGLIORAMENTI

Dall'analisi LCA condotta per il tessile piano utilizzato nel settore ospedaliero risulta che in tutte le categorie le **fasi che incidono in modo più significativo sono: la produzione del tessile, produzione degli imballaggi e il servizio di lavaggio industriale**. Sono queste le fasi che contribuiscono maggiormente a gran parte delle categorie d'impatto come il *Consumo di acqua*, il *Consumo di risorse – v. energetici* e i *Cambiamenti climatici*. Quindi per ottenere dei miglioramenti significativi dell'impatto totale bisognerebbe intervenire sul processo di produzione del tessile piano e sull'attività di lavaggio propria della lavanderia.

In relazione alle premesse sopra riportate gli interventi che la lavanderia industriale del Gruppo Industriale Di Giacomo potrebbe condurre al fine di diminuire l'impatto ambientale del ciclo di vita del tessile piano potrebbero essere le seguenti:

- **Ottimizzare ulteriormente i consumi di energia termica privilegiando l'utilizzo di combustibili alternativi al gas metano per la produzione di vapore;**
- **Prediligere fonti di energia elettrica rinnovabile in alternativa ai consumi da fonti fossili;**
- **L'utilizzo di detersivi e imballaggi a basso impatto ambientale nel ciclo di vita può comportare comunque un miglioramento, seppure contenuto, della prestazione sull'intero ciclo di vita del tessile piano.**
- **Ottimizzazione dei consumi idrici attraverso l'applicazione dei sistemi di ricircolo delle acque;**
- **Acquistare tessile piano da produzione di cotone organico**

6. RIFERIMENTI

UNI EN ISO 14040:2021 Environmental management – Life cycle assessment - Principles and Framework

UNI EN ISO 14044:2021 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and Guidelines

European Commission, PERCF Guidance document – Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3, may 2018.

Raccomandazione 2013/179/UE della Commissione Europea relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni

Raccomandazione 2021/2279 sull'uso dei metodi dell'impronta ambientale per misurare e comunicare le prestazioni ambientali del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni

Regole di Categoria di Prodotto (RCP) – Schema nazionale volontario “Made Green in Italy”, NACE 96.01.10, VERSIONE 0.3 valida fino al 18-06-2025

Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di ricondizionamento, logistica e noleggio di dispositivi tessili, materasseria, indumenti ad alta visibilità, nonché dei dispositivi medici sterili e per l'affidamento del servizio di ricondizionamento e logistica di dispositivi tessili, materasseria, indumenti ad alta visibilità, nonché dei dispositivi medici sterili approvato con DM 30 giugno 2021, in G.U.R.I. n. 167 del 14 luglio 2021.

Criteri Ambientali Minimi per le forniture ed il noleggio di prodotti tessili e per il servizio di restyling e finissaggio di prodotti tessili. Adottati con DM 7 febbraio 2023, pubblicato nella G.U. n. 70 del 23 marzo 2023. In vigore dal 22 maggio 2023