

Consorzio Lavanderie Toscane

LCA COMPARATIVO TRA PRODOTTI TESSILI E PRODOTTI MONOUSO

Settore risto-alberghiero toscano

28 Giugno 2013

AMBIENTEITALIA

Sistema di gestione per la qualità certificato da DNV
UNI EN ISO 9001:2008
CERT-12313-2003-AQ-MIL-SINCERT

Sistema di gestione ambientale certificato da DNV
UNI EN ISO 14001:2004
CERT-98617-2011-AE-ITA-ACCREDIA

Progettazione ed erogazione di servizi di ricerca, analisi, pianificazione e consulenza nel campo dell'ambiente e del territorio



Committente:

Consorzio Lavanderie Toscane

Partita I.V.A.01139360471

Via Vangile, 20 Loc. Massa e Cozzale – 51010 Montecatini (PT)

tel +39 0572 911703 - fax +39 0572 910447

Società responsabile dello studio



MILANO
ROMA
PISA
TREVISO

AMBIENTE ITALIA S.R.L.
Via Carlo Poerio 39 - 20129 Milano
tel +39.02.27744.1 / fax +39.02.27744.222
www.ambienteitalia.it
Posta elettronica certificata:
ambienteitaliasrl@pec.ambienteitalia.it

Codice progetto	11P142
Versione	00
Stato del documento	Approvato
Autori	Romeo Pavanello, Anna Geotti, Elio Altese
Approvazione	Andrea Moretto

Note:



INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	Obiettivi dello studio	4
1.1.1	<i>Motivazioni</i>	4
1.1.2	<i>Applicazioni previste</i>	4
1.2	Metodologia	5
1.2.1	<i>Le fasi di una LCA</i>	5
2	CAMPO DI APPLICAZIONE DELLO STUDIO	6
2.1	Unità funzionale	6
2.1.1	<i>Prodotti oggetto dello studio di LCA</i>	6
2.2	Confini del sistema	7
2.3	Categorie di dati	8
2.4	Modalità di validazione dei dati	10
2.5	Regole di allocazione	10
2.6	Categorie di impatto	10
3	ANALISI DI INVENTARIO	11
3.1	Procedimento per la raccolta dei dati specifici	11
3.2	Ciclo di vita del tovagliato in tessuto	11
3.3	Ciclo di vita del tovagliato in carta	13
4	VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEL CICLO DI VITA (LCIA, LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT)	14
4.1	Indicatori aggregati di impatto ambientale	14
4.2	Risultati della LCIA per il tovagliato in tessuto e in carta	15
5	INTERPRETAZIONE DEL CICLO DI VITA	17
5.1	Tovagliato in tessuto	17
5.1.1	<i>Consumo di risorse non rinnovabili</i>	19
5.1.2	<i>Consumo di risorse rinnovabili</i>	20
5.1.3	<i>Riscaldamento globale</i>	21
5.1.4	<i>Assottigliamento della fascia di ozono</i>	21
5.1.5	<i>Creazione ozono fotochimico</i>	24
5.1.6	<i>Acidificazione</i>	24
5.1.7	<i>Eutrofizzazione</i>	27
6	ANALISI DI SENSIBILITÀ	29
6.1	Influenza del numero di lavaggi sul ciclo di vita del prodotto tessile	29
6.2	Valutazione del potenziale beneficio ambientale della riduzione del consumo di tovagliato in carta a favore di quello in tessuto	33
6.3	Valutazione del potenziale beneficio economico della riduzione del consumo di tovagliato in carta a favore di quello in tessuto	38
7	VALUTAZIONE DELL'INCERTEZZA	40
8	CONSIDERAZIONI FINALI E PROPOSTE DI MIGLIORAMENTO	41
9	BIBLIOGRAFIA	42



1 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione conclusiva dello studio di LCA finalizzato al confronto tra un tovagliato riutilizzabile in tessuto e un tovagliato in carta monouso per il settore alberghiero e ristorazione del comune di Firenze.

Lo studio è stato commissionato da Consorzio Lavanderie Toscane e condotto da Ambiente Italia srl. Lo studio è stato condotto in conformità alle prescrizioni della norma internazionale ISO 14040 e 14044.

1.1 Obiettivi dello studio

1.1.1 Motivazioni

Lo studio è finalizzato alla valutazione della prestazione ambientale nell'intero ciclo di vita (acquisizione delle materie prime, produzione dei semilavorati e prodotti finiti, distribuzione, utilizzo e fine vita) di un tessuto riutilizzabile per il settore alberghiero e ristorazione comparato con un equivalente prodotto monouso in carta.

La valutazione comparativa è tesa a mettere in luce i diversi impatti ambientali legati all'utilizzo del prodotto monouso rispetto al prodotto riutilizzabile, con particolare riferimento alle modalità di riuso garantite da un lavaggio del prodotto tessile effettuato su scala industriale e con impianti di abbattimento degli inquinanti all'avanguardia.

1.1.2 Applicazioni previste

Le applicazioni previste per un LCA comparativo sono quelle di:

- fornire un'informazione ambientale quantitativa chiara e trasparente sui prodotti e sui servizi comparati;
- predisporre strategie di comunicazione ambientale (trasparenti, credibili, oggettive e confrontabili) da un punto di vista interno al consorzio:
 - per avere una quantificazione completa degli **impatti ambientali associati al servizio, dettagliati per ciascuna fase** del ciclo di vita;
 - per individuare le **criticità ambientali** del ciclo di vita del servizio e i conseguenti potenziali di ottimizzazione, sia dal punto di vista tecnologico sia gestionale;
 - per individuare i fattori limitanti e le potenzialità di ottimizzazione connessi ad alternative gestionali e tecnologiche;
 - per possedere una base dati quantitativa per **obiettivi/programmi di miglioramento del Sistema di Gestione Ambientale delle lavanderie industriali**;
- predisporre strategie di comunicazione ambientale (trasparenti, credibili, oggettive e confrontabili) da un punto di vista esterno al consorzio:
 - rivolte ai vari stakeholder (mercato, organi amministrativi e legislativi, gruppi di interesse, etc.),
 - possedere una base dati quantitativa i cui risultati possono essere utilizzati per la redazione di un bilancio e/o rapporto ambientale/sociale di impresa o di una Dichiarazione Ambientale di



prodotto/servizio (EPD[®]) o di una Carbon Footprint di prodotto basata sulla PAS 2050:2008 (quale l'Etichetta per il clima di Legambiente).

1.2 Metodologia

Lo studio rappresenta un'applicazione della metodologia della Valutazione del Ciclo di Vita (Life Cycle Assessment – LCA) eseguito secondo le norme ISO 14040.

“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” .

Per giungere ai risultati qui riportati, è stato utilizzato uno dei software applicativi più diffusi per la valutazione del ciclo di vita di prodotto, vale a dire SimaPro 7.3.2. Inoltre si è fatto uso dei più recenti database relativi alla produzione dei materiali, a cicli produttivi del settore metallurgico e chimico, ai trasporti ed ai sistemi energetici.

1.2.1 Le fasi di una LCA

Sono quattro le fasi principali che caratterizzano una LCA:

- Definizione degli obiettivi dello studio, dei confini del sistema da analizzare e dell'unità funzionale¹;
- 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;
- Analisi di impatto ambientale – in questa fase i flussi di sostanze e di energia individuati durante l'eco-inventario vengono ordinati, classificati ed aggregati con opportuni pesi in diverse categorie di impatto ambientale, anche detti indicatori aggregati di impatto, quali ad esempio l'effetto serra, l'acidificazione dell'aria, l'eutrofizzazione delle acque;
- Interpretazione dei risultati - realizzata sulla base delle assunzioni metodologiche adottate, in questa fase si valutano i risultati dell'eco-inventario e dell'analisi di impatto ambientale, anche mediante opportune considerazioni ed analisi aggiuntive.

¹ La norma UNI EN ISO 14040:2006 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”



2 CAMPO DI APPLICAZIONE DELLO STUDIO

Nei seguenti paragrafi sarà descritto il campo di applicazione dello studio: la produzione, l'uso ed il fine vita del prodotto riutilizzabile in tessuto e di quello monouso in carta.

2.1 Unità funzionale

Il prodotto oggetto dell'analisi e del confronto è il tovagliato, termine commerciale che definisce il set standard di preparazione dei tavoli utilizzato nel settore alberghiero e della ristorazione e composto di una tovaglia, un coprimacchia e quattro tovaglioli. Al fine di ovviare al problema del formato, differente a seconda delle richieste dei clienti, è stata scelta come unità funzionale il metro quadrato (1 mq) per confrontare i due prodotti.

2.1.1 Prodotti oggetto dello studio di LCA

Per il prodotto riutilizzabile, è stato considerato un tessuto composto al 100% di cotone e del peso di 192 gr/mq. Alle lavanderie industriali che hanno preso parte al progetto, è stato chiesto di indicare quale fosse il numero di cicli minimo e massimo che normalmente un tovagliato in tessuto riesce a sostenere senza perdere le sue caratteristiche funzionali. Secondo tale riscontro, la fase d'uso di un singolo prodotto tessile è mediamente pari a 94 cicli di lavaggio prima di essere smaltito. Poiché si tratta di un dato medio e vista l'importanza di questa fase nell'intero ciclo di vita, si è eseguita un'analisi di sensibilità per approfondire l'influenza che il numero di cicli ha sull'impatto totale del prodotto tessile. Il confronto ha valutato un numero di lavaggi minimo (65) e massimo (150) calcolati come media rispetto ai dati forniti dalle lavanderie industriali. Si veda il capitolo 6 per maggiori dettagli.

Per il prodotto monouso, è stato considerato una carta al 100% di tipo "tissue" il cui peso vale 100 gr/mq, valore medio della grammatura dei prodotti presenti sul mercato (da 20 fino a 180 gr/mq). La fase d'uso del prodotto monouso è pari a un singolo utilizzo.

Tovagliato	Composizione	Peso (g)	Superficie (mq)	Cicli (n°)
riutilizzabile	tessuto 100% cotone	192	1	94
monouso	carta 100% tissue	100	1	1

Tabella 1 Unità funzionale, grammatura e caratteristiche dei tovagliati

Il prodotto tessile considerato presenta le seguenti caratteristiche:

- composizione: 100% cotone
- armatura: raso da 5
- titolo ordito/trama: Ne 32/2
- numero di fili per unità di lunghezza: 29 fili/cm, 25 batture/cm
- massa areica: 192 g/m²

Il prodotto in carta considerato in questo studio è del tipo "tissue paper".

2.2 Confini del sistema

I confini di sistema determinano le unità di processo da includere nello studio LCA e quale tipologia di dati in “ingresso” e/o “uscita” al sistema possono essere omessi. I confini del sistema del ciclo di vita del prodotto tessile comprendono le fasi di:

- coltivazione ed approvvigionamento del cotone,
- filatura del cotone,
- tessitura del filato,
- nobilitazione del tessuto,
- imballaggio e distribuzione del prodotto alle lavanderie industriali,
- uso del tovagliato e trasporto da e verso le lavanderie industriali,
- lavaggio presso le lavanderie industriali,
- fine vita.

Sono inclusi tutti i trasporti richiesti dal ciclo produttivo.

I confini del sistema del ciclo di vita del prodotto monouso comprendono le fasi di:

- coltivazione ed approvvigionamento del legno,
- produzione della polpa di cellulosa e da carta di macero,
- produzione della bobina di carta,
- trasformazione della carta in tovagliato,
- imballaggio e distribuzione del prodotto,
- fine vita.

Anche nell’analisi del prodotto in carta, sono inclusi tutti i trasporti richiesti dal ciclo produttivo. Sono stati inoltre conteggiati i flussi di rifiuti prodotti nell’intero ciclo di vita. Le fasi considerate nello studio sono riportate nelle figure seguenti.

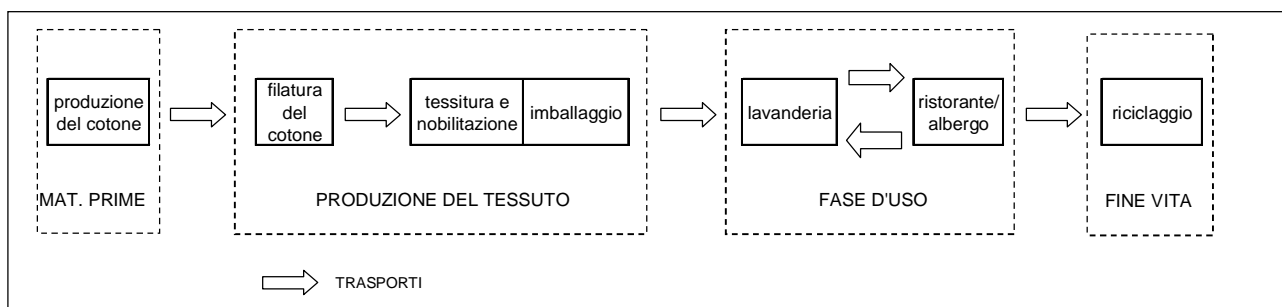


Figura 1 Il ciclo di vita del prodotto tessile

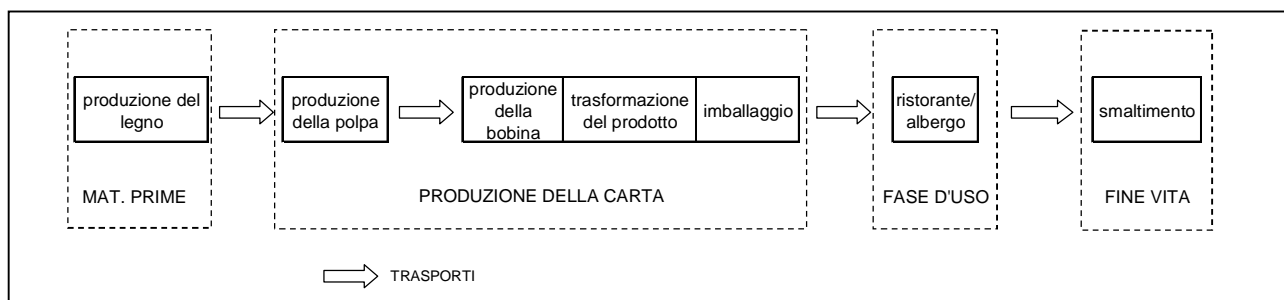


Figura 2 Il ciclo di vita del prodotto in carta

2.3 Categorie di dati

Per la produzione del tovagliato tessile e l'intero ciclo di vita del tovagliato in carta, l'analisi d'inventario è stata condotta utilizzando dati generici selezionati (ovvero da banche dati certificate pubbliche e/o commerciali, fonti di letteratura specifiche e correlate allo studio), provenienti dallo studio di LCA "LCA comparativo tra prodotti tessili e prodotti monouso. Tovagliato del settore turistico/alberghiero" commissionato su scala nazionale da Fise AUIL e condotto da Ambiente Italia nel 2010 (presentato nel 2011). Invece i dati delle lavanderie industriali sono stati appositamente raccolti da un campione di lavanderie industriali del Consorzio Lavanderie Toscane (dati primari, ovvero dati misurati nel sito produttivo).

Nel dettaglio, per il prodotto tessile si sono utilizzati dati provenienti dalle seguenti fonti:

- aziende tessili coinvolte nel progetto commissionato da Fise AUIL per la filiera di produzione del tessuto;
- lavanderie industriali del Consorzio Lavanderie Toscane (Balloni, Bianco Service, Chima, Donati, Grassi, Pestelli) per la fase d'uso del tovagliato;
- banche dati internazionali (Ecoinvent) e dati di letteratura (BREF) per quanto concerne i dati relativi alla coltivazione del cotone, ai trasporti, alla produzione di energia elettrica e termica, alle materie prime, agli additivi e ausiliari del processo produttivo;
- documenti pubblicati da Terna relativi alla produzione italiana di energia elettrica nel 2009, utilizzati per aggiornare il coefficiente di emissione di gas a effetto serra del mix energetico italiano.

Nel dettaglio, per il prodotto monouso si sono utilizzati dati provenienti dalle seguenti fonti:

- aziende coinvolte in progetti precedentemente svolti da Ambiente Italia per quanto concerne l'approvvigionamento del legno (LCA - cicli produttivi della carta) i cui dati sono stati ripresi dal progetto commissionato da Fise AUIL;
- bilanci ambientali disponibili in rete per quanto concerne la produzione della polpa, la produzione e trasformazione della carta (Gruppo Cartiere Lucchese) i cui dati sono stati ripresi dal progetto commissionato da Fise AUIL;
- banche dati internazionali (Ecoinvent) e dati di letteratura (BREF) per quanto concerne i dati relativi alla coltivazione del legno, ai trasporti, alla produzione di energia elettrica e termica, alle materie prime, agli additivi e ausiliari al processo produttivo, oltre alla produzione della polpa e alla produzione e trasformazione della carta; tali dati sono stati ripresi dal progetto commissionato da Fise AUIL;



- dati Apat Ispra relativi al 2010 per la definizione dello scenario di smaltimento regionale dei rifiuti urbani;
- documenti pubblicati da Terna relativi alla produzione italiana di energia elettrica nel 2009, utilizzati per aggiornare il coefficiente di emissione di gas a effetto serra del mix energetico italiano.

I dati relativi alle distanze di trasporto sono stati calcolati con il calcolatore on-line Google Maps e Sea-Distances rispettivamente per il calcolo delle distanze di trasporto via terra e via mare. In questo studio la costruzione dei macchinari e degli stabilimenti, altri beni capitali così come i viaggi dei lavoratori verso e dal luogo di lavoro, non sono stati inclusi. Di seguito in tabella sono riportate le fonti dei dati per ciascuna fase del ciclo di vita del tovagliato in tessuto e in carta esplicitandone la qualità (categorie di dati)

Ciclo di vita	Processo specifico	Categoria di dati	Fonti utilizzate	Anno	Copertura geografica
Tovagliato in tessuto	Coltivazione del cotone	Dati generici selezionati	Ecoinvent 2.2	2010*	Nord America e Cina
	Trasporto alla fase di filatura	Dati generici selezionati	Ecoinvent 2.2	2010*	Europa
	Filatura	Dati generici selezionati	Studio LCA Fise AUIL	2011*	Italia
	Trasporto alla fase di tessitura	Dati generici selezionati	Ecoinvent 2.2	2010*	Europa
	Tessitura e nobilitazione del tovagliato	Dati generici selezionati	Studio LCA Fise AUIL	2011*	Italia
	Trasporto alle lavanderie industriali	Dati generici selezionati	Ecoinvent 2.2	2010*	Europa
	Lavaggio industriale e distribuzione del tovagliato	Dati specifici	Balloni, Bianco Service, Chima, Donati, Grassi, Pestelli	2010 e 2011	Italia
	Trasporto dalle lavanderie industriali ai clienti	Dati generici selezionati	Ecoinvent 2.2	2010*	Europa
	Scenario di smaltimento	Dati specifici	Balloni, Bianco Service, Chima, Donati, Grassi, Pestelli	2010 e 2011	Italia
Tovagliato in carta	Approvvigionamento del legno e trasporto ai produttori di cellulosa	Dati generici selezionati	Ecoinvent 2.2	2010*	Europa
	Produzione della polpa	Dati generici selezionati	Studio LCA Fise AUIL	2011*	Italia
	Produzione della carta	Dati generici selezionati	Studio LCA Fise AUIL	2011*	Italia
	Produzione del tovagliato	Dati generici selezionati	Studio LCA Fise AUIL	2011*	Italia
	Distribuzione del tovagliato	Dati generici selezionati	Studio LCA Fise AUIL	2011*	Italia
	Trasporto del tovagliato	Dati generici selezionati	Ecoinvent 2.2	2010*	Europa
	Scenario di smaltimento	Dati generici selezionati	Apat Ispra	2010	Italia

Tabella 2 Fonti dei dati per fase del ciclo di vita; gli anni con l'asterisco si riferiscono alla data di pubblicazione.



2.4 Modalità di validazione dei dati

La validazione dei dati primari forniti dalle lavanderie industriali del Consorzio Lavanderie toscane è stata effettuata interpellando un esperto del settore lavanderie industriali e confrontando i dati dello studio LCA commissionato da Fise AUIL. Inoltre è stata valutata l'incertezza dei dati provenienti dalle lavanderie industriali del Consorzio Lavanderie Toscane nei seguenti modi:

- per i dati comuni ad almeno due lavanderie industriali, si è assunto una distribuzione normale e un intervallo di confidenza del 95%;
- per i dati derivanti da una sola lavanderia industriale, si è assunto una distribuzione lognormale e un intervallo di confidenza del 95%; per il calcolo si è utilizzato una procedura standard semplificata che stima la qualità del dato con fattori empirici (si veda in bibliografia "Overview and methodology. Data quality guideline for the ecoinvent database version 3").

Per i dati derivanti dallo studio LCA commissionato da Fise AUIL, non è stato possibile valutarne l'incertezza. Per quanto riguarda i dati generici selezionati, sono stati preventivamente controllati al fine di rispettare i requisiti di rappresentatività geografica e tecnologica, e alla completezza dei flussi scambiati tra i confini del sistema di prodotto in oggetto e l'ambiente così come con altri sistemi di prodotto. Non sono stati usati dati generici (ovvero da fonti di letteratura non specifiche e non correlate allo studio) mentre è stata effettuata una revisione critica interna del modello di LCA predisponendo una check-list descrittiva di controlli e verifiche predisposti da Ambiente Italia.

2.5 Regole di allocazione

Per allocazione s'intende la "ripartizione dei flussi, in ingresso o in uscita di un processo o di un sistema di prodotto, tra il sistema di prodotto allo studio o uno e diversi altri sistemi di prodotto" (Norma UNI ISO 14044:2006). Per quanto riguarda i dati specifici e alcuni dati generici selezionati (non da banca dati) dello studio commissionato da Fise AUIL e i dati specifici delle lavanderie industriali del Consorzio Lavanderie Toscane, la regola di allocazione per il calcolo degli input e degli output è stata eseguita in funzione della massa e su base annua. Per quanto riguarda gli altri dati generici selezionati (da banche dati), si sono mantenute le allocazioni presenti nelle banche dati.

2.6 Categorie di impatto

L'impatto ambientale del ciclo di vita tovagliato in tessuto e in carta è stato espresso mediante le seguenti categorie di impatto:

- Uso di risorse, non rinnovabili, senza contenuto energetico (kg) e con contenuto energetico (MJ).
- Uso di risorse, rinnovabili, senza contenuto energetico (kg) e con contenuto energetico (MJ).
- Utilizzo di acqua (m^3)
- Potenziale di riscaldamento globale (GWP, 100 anni, kg CO_2 eq.)
- Potenziale distruzione dello strato di ozono (ODP, kg CFC-11 eq.)
- Potenziale di acidificazione (AP, kg SO_2)
- Potenziale di eutrofizzazione (NP, kg PO_4^{3-} eq.)
- Potenziale di formazione di ossidanti fotochimici (POCP, kg C_2H_4 eq.)
- Rifiuti non pericolosi e pericolosi (kg)



3 ANALISI DI INVENTARIO

L'inventario del ciclo di vita del tovagliato consiste nella quantificazione dei flussi di materia ed energia in ingresso e in uscita dal sistema analizzato.

3.1 Procedimento per la raccolta dei dati specifici

Per quanto riguarda il lavaggio industriale, la distribuzione e lo smaltimento del tovagliato in tessuto, i dati sono stati raccolti tramite la compilazione di apposite schede fornite da Ambiente Italia alle lavanderie industriali del consorzio Lavanderie Toscane e i dati sono stati esaminati insieme all'esperto tecnico coinvolto nello studio.

3.2 Ciclo di vita del tovagliato in tessuto

La fase di produzione del tovagliato in tessuto è costituita dalla coltivazione e filatura del cotone, dalla tessitura e nobilitazione, dall'imballaggio e dai relativi trasporti intermedi; tale fase del ciclo di vita è stata ripresa interamente dallo studio LCA commissionato da Fise AUIL e modificata solo per aggiornare il mix elettrico italiano al 2009 ed escludere le infrastrutture dal modello di calcolo.

Per quanto riguarda il trasporto del tovagliato dalle industrie tessili alle lavanderie industriali, si è presa la distanza media che separa le aziende produttrici dalle lavanderie industriali del Consorzio Lavanderie Toscane. Tali distanze sono tra loro comparabili e risultano comprese tra i 270 e i 400 km, pertanto si è assunto una distanza media di 345 km (solo andata) con mezzi di capacità di 16-32 ton.

Per quanto riguarda il trasporto del tovagliato dalla lavanderia industriale al cliente (ristorante o albergo) e viceversa, è stata utilizzata la distanza media di 33,5 km prendendo come riferimento la distanza delle lavanderie industriali dall'area del Comune di Firenze, che varia tra i 15 e i 60 km. Il trasporto è sempre a pieno carico perché durante la consegna dei tovagliati puliti avviene contemporaneamente il recupero di quelli sporchi. La distanza media è stata quindi raddoppiata e il trasporto avviene tramite furgoni di capacità inferiore alle 3,5 ton. Il tovagliato è trasportato con gabbie in acciaio di proprietà delle lavanderie industriali e in questo caso non si sono effettuate modifiche rispetto allo studio LCA commissionato da Fise AUIL.

La fase di lavaggio comprende i processi di: cernita del materiale sporco, lavaggio, asciugatura, stiratura, piegatura e imballaggio. Nella parte sinistra della tabella seguente sono riportati i dati specifici per lavanderia industriale, come valore medio degli anni 2010 e 2011, riferiti al trattamento di 1 kg di tovagliato e suddivisi per input e output. Nella parte destra della tabella seguente sono riportati i valori minimi, medi, massimi del campione di lavanderie industriali e la relativa incertezza calcolata come descritto al paragrafo 2.4. Nel modello di calcolo si è utilizzato il dato medio e l'incertezza.



	Unità	Chima	Balloni	Bianco Service	Donati	Grassi	Pestelli	Val. Min	Val. Medio	Val. Max	Dev. Std. Norm.	Dev. Std. Logn.
Input												
Energia elettrica	kWh	0,30	0,18	0,15	0,24	0,12	0,45	0,123	0,240	0,447	0,240	
Gas metano	m3	0,16	0,16	0,28	0,17	0,00	0,28	0,159	0,212	0,285	0,131	
Olio combustibile	kg					0,29						6,415
Consumi energetici totali	MJ	6,74	6,22	10,37	6,88	12,16	11,58	6,218	8,991	12,158	5,356	
Acqua	m3	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,006	0,016	0,033	0,020	
Sapone in polvere	kg	0,014	0,019	0,007	0,011	0,010	0,009	0,007	0,012	0,019	0,008	
Disinfettante	kg	0,036	0,020	0,004	0,017	0,035	0,020	0,004	0,022	0,036	0,024	
Candeggiante	kg	0,005	0,001	0,003	0,006	0,002	0,005	0,001	0,004	0,006	0,004	
Ammorbidente	kg	0,000	0,004	0,004	0,000		0,009	0,000	0,004	0,009	0,007	
Acido acetico	kg	0,008	0,003	0,006	0,007	0,004	0,004	0,003	0,005	0,008	0,004	
Amido di mais o di riso	kg	0,003	0,005	0,011			0,009	0,003	0,007	0,011	0,007	
Altri prodotti chimici	kg	0,023										6,415
Prodotti chimici totali	kg	0,089	0,052	0,036	0,041	0,051	0,056	0,036	0,054	0,089	0,038	
Film per imballaggio	kg	0,003	0,006	0,005	0,004	0,006	0,005	0,003	0,005	0,006	0,002	
Output												
Tovagliato	kg	1	1	1	1	1	1					
Stracci venduti	kg		0,006	0,044	0,001	0,012	0,048	0,001	0,022	0,048	0,044	
Rifiuti riciclati	kg	0,003		0,0003	0,002			0,0003	0,002	0,003	0,003	
Rifiuti a discarica	kg		0,0002			0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,00002	
Rifiuti trattati	kg		0,032			0,001	0,049	0,001	0,027	0,049	0,048	
Materiali residuali totali	kg	0,003	0,037	0,044	0,003	0,013	0,097	0,003	0,033	0,097	0,072	
Emissioni in acqua												
Solidi sospesi totali	gr	0,318				0,172	0,259	0,172	0,250	0,318	0,147	
BOD5	gr	0,089										7,563
COD	gr	0,486				0,602	2,177	0,486	1,088	2,177	1,890	
Solfati	gr	1,375										7,563
Cloruri	gr	4,000										7,563
Fosforo tot	gr	0,014					0,006	0,006	0,010	0,014	0,011	
Ferro	gr	0,003										7,563
Azoto tot	gr	0,034										7,563
Tensioattivi tot	gr	0,003					0,043	0,003	0,023	0,043	0,057	
Azoto nitrico	gr						0,130					7,563

Tabella 3 Input e output della fase di lavaggio del tovagliato in tessuto: dati riferiti a 1 kg di tovagliato



Nella parte sinistra della tabella seguente è riportato il numero di cicli di lavaggio che secondo le lavanderie industriali del Consorzio Lavanderie Toscane il tovagliato può sopportare prima di essere smaltito. Nella parte destra della tabella seguente sono riportati i valori minimi, medi, massimi del campione di lavanderie industriali e la relativa incertezza calcolata come descritto al paragrafo 2.4. Nel modello di calcolo si è utilizzato il dato medio e l'incertezza.

	Unità	Chima	Balloni	Bianco Service	Donati	Grassi	Pestelli	Val. Min	Val. Medio	Val. Max	Dev. Std. Norm.
Tovaglioli min	n°	70	-	55	-	50	80	50	64	80	28
Tovaglioli max	n°	120	-	80	-	80	220	80	125	220	132
Coprimacchia / Americana / Runner min	n°	70	-	55	-	50	80	50	64	80	28
Coprimacchia / Americana / Runner max	n°	120	-	80	-	80	220	80	125	220	132
Tovaglie min	n°	55	-	55	-	50	80	50	60	80	27
Tovaglie max	n°	120	-	80	-	80	220	80	125	220	132
Tovagliato min	n°	65	-	55	-	50	80	50	63	80	26
Tovagliato max	n°	120	-	80	-	80	220	80	125	220	132
Tovagliato medio	n°	93	-	68	-	65	150	65	94	150	79

Tabella 4 Cicli di lavaggio sopportati dal tovagliato in tessuto

Per tutte le lavanderie industriali del consorzio Lavanderie Toscane, il fine vita del tovagliato è quello del riutilizzo presso altre attività (tovagliato venduto come straccio alle aziende di pulizie, officine meccaniche, settore dell'antiquariato, carrozzerie, falegnamerie, ecc.) che non rientrano nei confini del sistema considerato, pertanto l'impatto relativo al fine vita del tovagliato è stato conteggiato come il trasporto del prodotto dalla lavanderia al successivo utilizzatore. Tale distanza è stata supposta complessivamente pari a 50 km mentre per gli altri materiali inviati a riciclaggio o smaltimento si è considerata una distanza supposta di 100 km.

3.3 Ciclo di vita del tovagliato in carta

Il ciclo di vita del tovagliato in carta comprende i processi di: coltivazione e approvvigionamento del legno, recupero della carta di macero, produzione della polpa di cellulosa, produzione della bobina di carta, trasformazione della carta in tovagliato, imballaggio e distribuzione del prodotto, fine vita. Il ciclo di vita del tovagliato in carta è stato ripreso interamente dallo studio LCA commissionato da Fise AUIL e modificato per: aggiornare il mix elettrico italiano al 2009, aggiungere il consumo elettrico di trasformazione della carta in tovagliato, escludere le infrastrutture dal modello di calcolo, modificare lo scenario di smaltimento del tovagliato da nazionale a regionale (Toscana). Lo scenario regionale di smaltimento è stato ricavato dai dati Apat Ispra 2010 relativi ai rifiuti urbani ed è composto per il 43% dalla discarica, per il 37% dal riciclaggio, per l'11% dal recupero e altre perdite e per il 9% dall'incenerimento.



4 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEL CICLO DI VITA (LCIA, LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT)

4.1 Indicatori aggregati di impatto ambientale

Lo scopo della valutazione d'impatto è quello di evidenziare l'entità delle modifiche ambientali che si generano a seguito dei rilasci nell'ambiente e del consumo di risorse provocati dall'attività produttiva. In questa fase 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. L'obiettivo fondamentale consiste nell'imputare i consumi e le emissioni ottenuti nella fase d'inventario a specifiche categorie d'impatto. Quelle considerate nel presente studio sono:

- Consumo di risorse: il conteggio della quantità di risorse energetiche e non energetiche complessivamente utilizzate nell'intero ciclo di vita dei prodotti. Si dividono in rinnovabili, non rinnovabili e consumo d'acqua.
- Riscaldamento globale: è causato dalla presenza in atmosfera di gas a effetto serra tali da assorbire la radiazione infrarossa emessa dalla terra provocandone un incremento della temperatura media. Il gas serra di origine antropica che genera maggiori preoccupazioni è la CO₂. Il metodo di caratterizzazione degli impatti delle sostanze ad effetto serra si basa su quanto dichiarato da Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) che utilizza come indicatore d'impatto i kg di CO₂ equivalente rispetto ad un orizzonte temporale di 100 anni (GWP 100 years, Global Warming Potential). Il GWP è basato su una scala relativa che confronta il gas considerato con un'uguale massa di CO₂, il cui GWP è per definizione pari a 1. La CO₂ di origine biogenica non è stata conteggiata dato che il bilancio del carbonio è nullo se conteggiato nel ciclo di vita.
- Assottigliamento della fascia di ozono: l'ozono è il gas presente nella stratosfera che ha la funzione di proteggere la terra dai raggi ultravioletti emessi dal sole. La rottura delle molecole di ozono causa un buco nello strato protettivo e ciò avviene a causa di alcuni composti instabili, come CFC e HCFC, che raggiunta la stratosfera sono rotti dai raggi ultravioletti liberando il cloro che attacca l'ozono. Il metodo di caratterizzazione degli impatti delle sostanze nocive all'ozono si basa su quanto dichiarato dal World Meteorological Organisation (WMO) che utilizza come indicatore d'impatto i kg di CFC-11 equivalente (ODP, Ozone Depletion Potential). L'ODP è basato su una scala relativa che confronta il gas considerato con un'uguale massa di CFC-11, il cui ODP è per definizione pari a 1.
- Formazione di smog fotochimico: è un fenomeno tipico delle ore di punta delle grandi città, molto accentuato nel periodo estivo, quando le radiazioni solari fanno reagire gli idrocarburi incombusti e gli ossidi di azoto presenti nei fumi di scarico, formando ozono nocivo per la salute. Il metodo di caratterizzazione degli impatti dello smog fotochimico si basa su quanto dichiarato dal United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) che utilizza come indicatore d'impatto i kg di C₂H₄ equivalente POCP (Photochemical Ozone Creation Potential). Il POCP è basato su una scala relativa che confronta la sostanza considerata con un'uguale massa di C₂H₄ equivalente, il cui POCP è per definizione pari a 1.



- **Acidificazione:** l'indicatore di acidificazione è legato alle emissioni in aria di particolari sostanze acidificanti, quali ossidi di azoto e ossidi di zolfo, che provocano l'abbassamento del pH dei laghi, foreste, oceani. Il metodo di caratterizzazione degli impatti dell'acidificazione si basa su quanto dichiarato dal Centro Scienze Ambientali di Leiden, NL (CML) che utilizza come indicatore d'impatto i kg di SO₂ equivalente (AP, Acidification Potential). L'AP è basato su una scala relativa che confronta la sostanza considerata con un'uguale massa di SO₂ equivalente, il cui AP è per definizione pari a 1.
- **Eutrofizzazione:** indica una condizione di ricchezza di sostanze nutritive in un dato ambiente, nello specifico una sovrabbondanza di nitrati e fosfati in un ambiente acquatico, che determina la proliferazione di alghe microscopiche e, a loro volta, una maggiore attività batterica; il conseguente abbassamento di ossigeno nelle acque superficiali e nel suolo provoca un degrado dell'ambiente divenuto asfittico che porta, alla lunga, alla morte dei pesci. Il metodo di caratterizzazione degli impatti dell'eutrofizzazione si basa su quanto dichiarato dal Centro Scienze Ambientali di Leiden, NL (CML) che utilizza come indicatore d'impatto i kg di PO₄³⁻ equivalente (NP, Nutrifcation Potential). L'NP è basato su una scala relativa che confronta la sostanza considerata con un'uguale massa di PO₄³⁻ equivalente, il cui NP è per definizione pari a 1.
- **Rifiuti:** identificati dal codice CER (Codice Europeo dei Rifiuti) e suddivisi in pericolosi e non pericolosi.

4.2 Risultati della LCIA per il tovagliato in tessuto e in carta

Nelle tabelle seguenti si trovano gli impatti del tovagliato in tessuto e in carta riferiti all'unità funzionale di 1 mq e considerando che il tovagliato in tessuto compie 94 cicli di lavaggio mentre il tovagliato di carta è prodotto, consumato e smaltito 94 volte.

Categoria d'impatto	Unità	94 tovagliati in carta	1 tovagliato in tessuto, 94 cicli lavaggio
Risorse non rinn. senza cont. energ.	kg	4,777	0,841
Risorse non rinn. con cont. energ.	MJ eq	513,041	329,707
Risorse rinn. senza cont. energ.	kg	86.902,267	34.590,008
Risorse rinn. con cont. energ.	MJ eq	357,917	26,482
Consumo di acqua	m3	86,853	34,588
Riscaldamento globale 100 anni	kg CO ₂ eq	43,227	18,982
Assottigliamento della fascia di ozono	mg CFC-11 eq	4,723	2,934
Formazione di smog fotochimico	g C ₂ H ₄	23,056	10,856
Acidificazione	g SO ₂ eq	127,247	52,768
Eutrofizzazione	g PO ₄ ⁻⁻⁻ eq	406,080	19,019
Rifiuti non pericolosi	kg	52,573	13,358
Rifiuti pericolosi	kg	0,008	0,006

Tabella 5 Impatto ambientale del tovagliato in tessuto e in carta

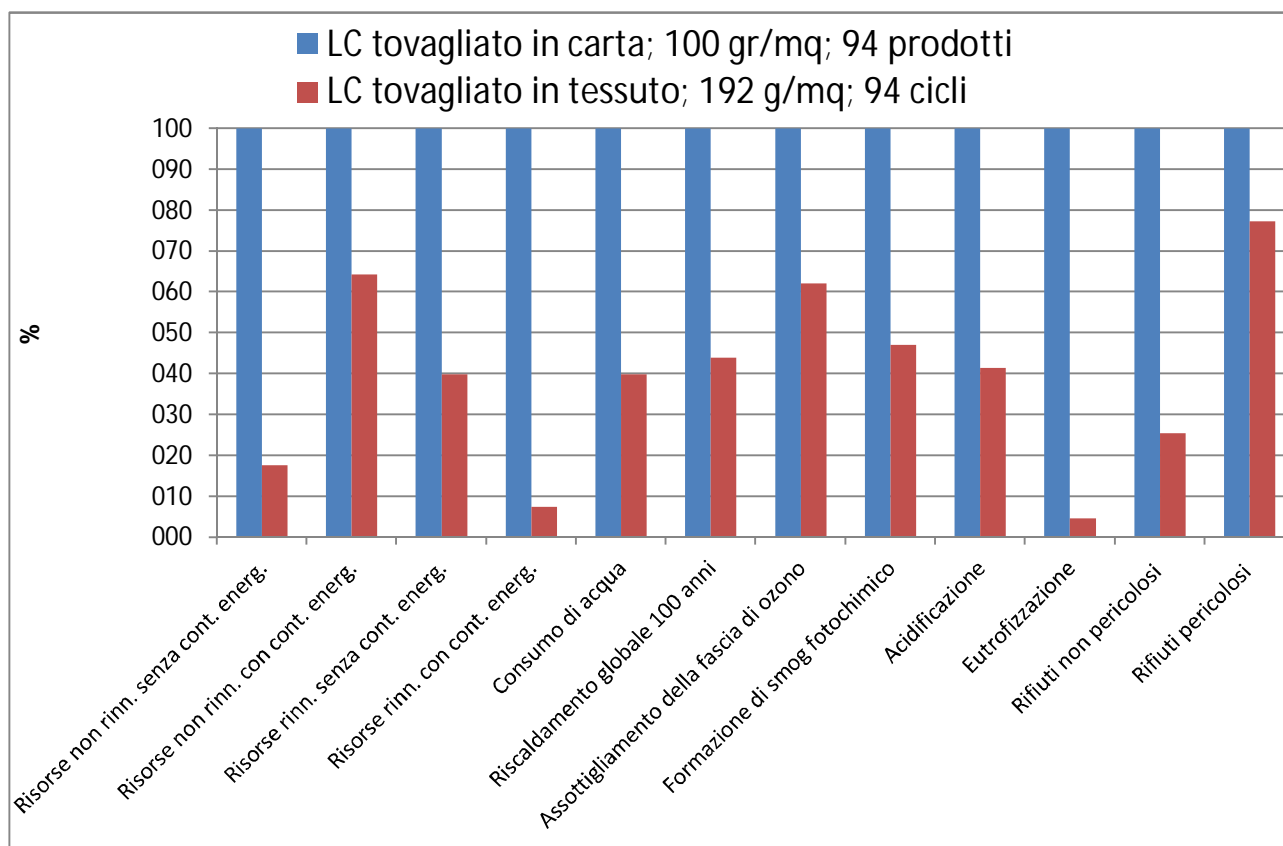


Figura 6 Impatto ambientale del tovagliato in tessuto e in carta in percentuale

Il valore relativo ai rifiuti non pericolosi riportato nella tabella precedente include i rifiuti smaltiti e quelli riciclati. Il tovagliato in tessuto a fine vita è venduto ad altre attività e non rientra in questa categoria; il suo peso corrisponde a 0,361 kg.



5 INTERPRETAZIONE DEL CICLO DI VITA

In uno studio di LCA, l'analisi dei contributi ha lo scopo di evidenziare le criticità ambientali del ciclo di vita in esame, vale a dire le fasi che contribuiscono in misura maggiore agli impatti ambientali complessivi. Il fine ultimo di tale analisi è l'individuazione delle fasi sulle quali deve essere posta maggiore attenzione dove un miglioramento del profilo ambientale rappresenta effettivamente un consistente miglioramento sull'intero ciclo di vita.

5.1 Tovagliato in tessuto

Per quanto riguarda il ciclo di vita del prodotto tessile, utilizzato per un numero di cicli pari a 94, la fase d'uso del lavaggio industriale è quella che contribuisce maggiormente alle categorie d'impatto ambientale rispettivamente per il 72% all'effetto serra, per il 48% all'eutrofizzazione, per l'83% all'assottigliamento dello strato d'ozono e per il 61% alla creazione dello smog fotochimico. Per l'acidificazione, la produzione del tovagliato contribuisce per il 49% rispetto al lavaggio industriale che incide per il 40%. Di seguito si riporta l'impatto ambientale del ciclo di vita del tovagliato in tessuto suddiviso per fasi.



Categoria d'impatto	Unità	Produzione tovagliato	Lavanderia industriale*	Distribuzione tovagliato	Fine vita tovagliato**	Totale
Risorse non rinn. senza cont. energ.	kg	0,262	0,579	0,000	0,000	0,841
Risorse non rinn. con cont. energ.	MJ eq	50,459	254,250	24,998	0,004	329,711
Risorse rinn. senza cont. energ.	kg	8083,252	26283,909	222,849	0,033	34590,043
Risorse rinn. con cont. energ.	MJ eq	6,811	19,632	0,039	0,000	26,482
Consumo di acqua	m ³	8,083	26,282	0,223	0,000	34,588
Riscaldamento globale 100 anni	kg CO ₂ eq	3,541	13,655	1,787	0,000	18,983
Assottigliamento della fascia di ozono	mg CFC-11 eq	0,254	2,445	0,236	0,000	2,934
Formazione di smog fotochimico	g C ₂ H ₄	1,524	6,569	2,763	0,000	10,856
Acidificazione	g SO ₂ eq	25,680	21,356	5,732	0,001	52,769
Eutrofizzazione	g PO ₄ ⁻⁻⁻ eq	8,590	9,157	1,272	0,000	19,019
Rifiuti non pericolosi	kg	4,310	8,896	0,144	0,008	13,358
Rifiuti pericolosi	kg	0,001	0,005	0,000	0,000	0,006

Tabella 6 Impatto ambientale del ciclo di vita del tovagliato in tessuto; (*) include il trasporto dal produttore alla lavanderia industriale; (**) include l'imballaggio del tovagliato

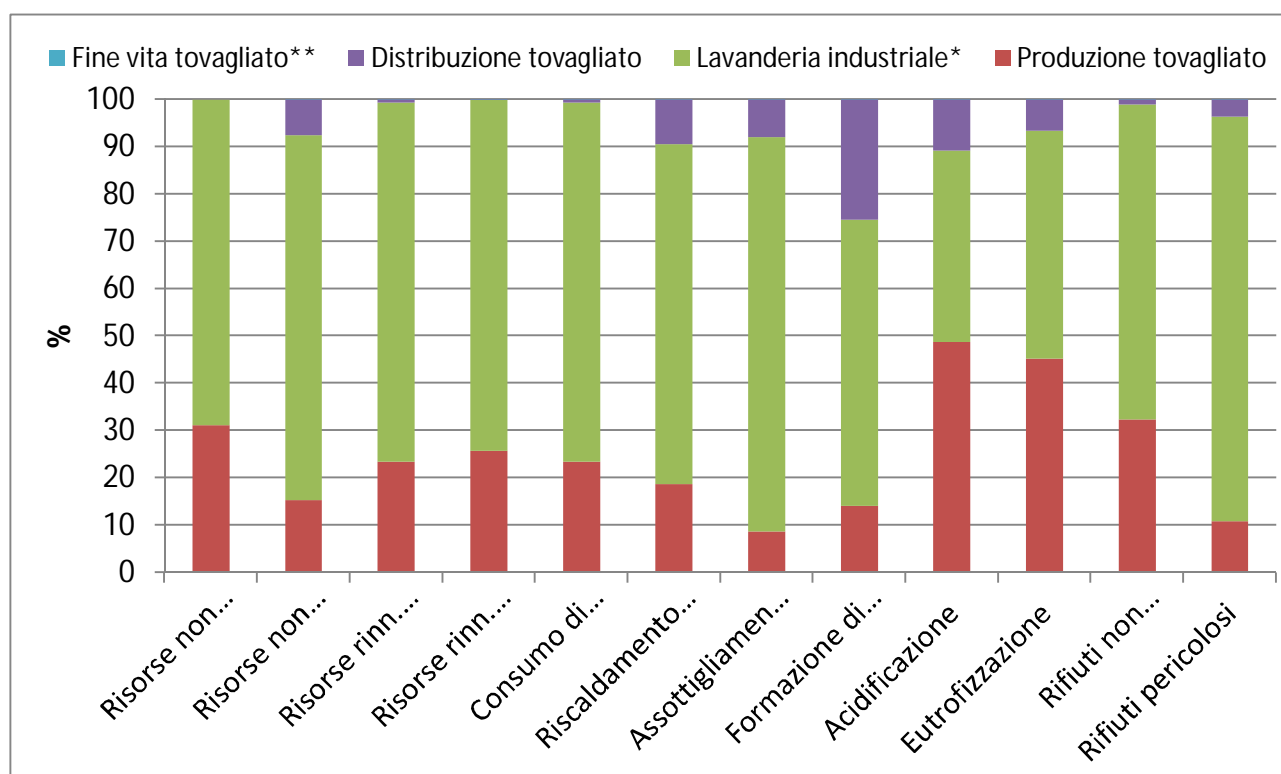


Figura 7 Impatto ambientale del tovagliato in tessuto in percentuale; (*) include il trasporto dal produttore alla lavanderia industriale; (**) include l'imballaggio del tovagliato



5.1.1 Consumo di risorse non rinnovabili

Di seguito in tabella si riportano le principali risorse non rinnovabili senza e con contenuto energetico consumate nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto.

Risorse non rinn. senza contenuto energetico	Unità	Produzione tovagliato	Lavanderia industriale*	Distribuzione tovagliato	Fine vita tovagliato**	Totale
Cloruro di sodio	kg	0,158	0,243	0,000	0,000	0,401
Ferro	kg	0,001	0,168	0,000	0,000	0,169
Calcite	kg	0,015	0,089	0,000	0,000	0,104
Silvite	kg	0,049	0,009	0,000	0,000	0,058
Materiale di risulta	kg	0,010	0,024	0,000	0,000	0,034
Risorse rimanenti	kg	0,019	0,046	0,000	0,000	0,066
Totale	kg	0,252	0,579	0,000	0,000	0,832

Tabella 8 Risorse non rinnovabili senza contenuto energetico consumate nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto (escluse quelle inferiori al 2%)

Risorse non rinn. con contenuto energetico	Unità	Produzione tovagliato	Lavanderia industriale*	Distribuzione e tovagliato	Fine vita tovagliato**	Totale
Gas naturale	MJ eq	14,023	200,221	1,468	0,000	215,712
Petrolio	MJ eq	8,005	22,025	22,996	0,003	53,030
Carbone	MJ eq	21,734	18,084	0,143	0,000	39,961
Uranio	MJ eq	2,713	8,739	0,187	0,000	11,638
Lignite	MJ eq	1,759	5,069	0,146	0,000	6,974
Totale	MJ eq	48,518	254,308	24,942	0,003	327,771

Tabella 9 Risorse non rinnovabili con contenuto energetico consumate nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto



5.1.2 Consumo di risorse rinnovabili

Di seguito in tabella si riportano le principali risorse rinnovabili senza e con contenuto energetico consumate nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto. Il consumo di acqua è conteggiato in questa categoria.

Risorse rinn. senza contenuto energetico	Unità	Produzione tovagliato	Lavanderia industriale*	Distribuzione tovagliato	Fine vita tovagliato**	Totale
Acqua per produzione idroelettrica	kg	6591,958	25803,389	217,341	0,046	32612,734
Acqua di pozzo	kg	784,994	291,107	0,040	0,000	1076,141
Acqua di fiume	kg	239,122	55,651	0,522	0,001	295,296
Acqua per raffreddamento	kg	77,920	129,107	2,884	0,001	209,912
Acqua salata	kg	61,095	1,685	0,350	0,000	63,130
Acqua di lago	kg	12,247	0,182	0,002	0,000	12,431
Acqua di origine sconosciuta	kg	3,746	6,506	1,076	0,000	11,328
Anidride carbonica in aria	kg	0,422	0,944	0,001	0,000	1,366
Sale	kg	0,000	0,339	0,000	0,000	0,339
Legno di foresta primaria	kg	0,002	0,072	0,000	0,000	0,074
Legno dolce	kg	0,013	0,041	0,000	0,000	0,055
Legno duro	kg	0,009	0,030	0,000	0,000	0,039
Totale	kg	7772,357	26294,269	222,349	0,048	34289,024

Tabella 10 Risorse rinnovabili senza contenuto energetico consumate nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto

Risorse rinn. con contenuto energetico	Unità	Produzione tovagliato	Lavanderia industriale*	Distribuzione tovagliato	Fine vita tovagliato**	Totale
Energia da biomassa	MJ eq	4,799	13,209	0,006	0,000	18,014
Energia idroelettrica	MJ eq	1,621	5,036	0,029	0,000	6,686
Energia da biomassa, di foresta primaria	MJ eq	0,031	0,913	0,000	0,000	0,943
Energia eolica	MJ eq	0,092	0,445	0,004	0,000	0,541
Energia solare	MJ eq	0,006	0,037	0,000	0,000	0,043
Totale	MJ eq	6,549	19,640	0,039	0,000	26,228

Tabella 11 Risorse rinnovabili con contenuto energetico consumate nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto



5.1.3 Riscaldamento globale

Di seguito in tabella si riportano le principali emissioni in aria che contribuiscono al riscaldamento globale nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto.

Riscaldamento globale	Unità	Produzione tovagliato	Lavanderia industriale*	Distribuzione tovagliato	Fine vita tovagliato**	Totale
Anidride carbonica, di origine fossile	kg CO ₂ eq	2,752	12,521	1,721	0,003	16,997
Metano, di origine fossile	kg CO ₂ eq	0,290	0,844	0,043	0,000	1,177
Monossido di diazoto	kg CO ₂ eq	0,347	0,144	0,019	0,000	0,510
Sostanze rimanenti	kg CO ₂ eq	0,016	0,148	0,000	0,000	0,164
Totale	kg CO ₂ eq	3,405	13,657	1,783	0,003	18,848

Tabella 12 Emissioni di gas a effetto serra che contribuiscono al riscaldamento globale prodotte nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto (escluse quelle inferiori all'1%)

I processi che contribuiscono maggiormente al riscaldamento globale sono per il 40% il consumo di metano presso le lavanderie industriali, per l'8% la distribuzione del tovagliato pulito (e la conseguente raccolta di quello usato), per il 7% il consumo di metano per la produzione del mix elettrico italiano, per il 5% il consumo di carbone per la produzione del mix elettrico cinese e per il 3% il consumo di carbone per la produzione del mix elettrico italiano.

Di seguito si riporta il diagramma di flusso del ciclo di vita del tovagliato in tessuto con i contributi dei singoli processi.

5.1.4 Assottigliamento della fascia di ozono

Di seguito in tabella si riportano le principali emissioni in aria che contribuiscono all'assottigliamento della fascia di ozono nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto.

Assottigliamento della fascia di ozono	Unità	Produzione tovagliato	Lavanderia industriale*	Distribuzione tovagliato	Fine vita tovagliato**	Totale
Halon 1211	g CFC-11 eq	0,151	2,230	0,002	0,000	2,383
Halon 1301	g CFC-11 eq	0,066	0,086	0,233	0,000	0,385
HCFC-22	g CFC-11 eq	0,008	0,119	0,000	0,000	0,127
Sostanze rimanenti	g CFC-11 eq	0,019	0,010	0,000	0,000	0,029
Totale	g CFC-11 eq	0,244	2,445	0,235	0,000	2,924

Tabella 13 Emissioni in aria che contribuiscono all'assottigliamento della fascia di ozono prodotte nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto (escluse quelle inferiori all'1%)

I processi che contribuiscono maggiormente all'assottigliamento della fascia di ozono sono per l'84% l'approvvigionamento e la distribuzione del metano e per il 9% la produzione di petrolio. Di seguito si riporta il diagramma di flusso del ciclo di vita del tovagliato in tessuto con i contributi dei singoli processi.

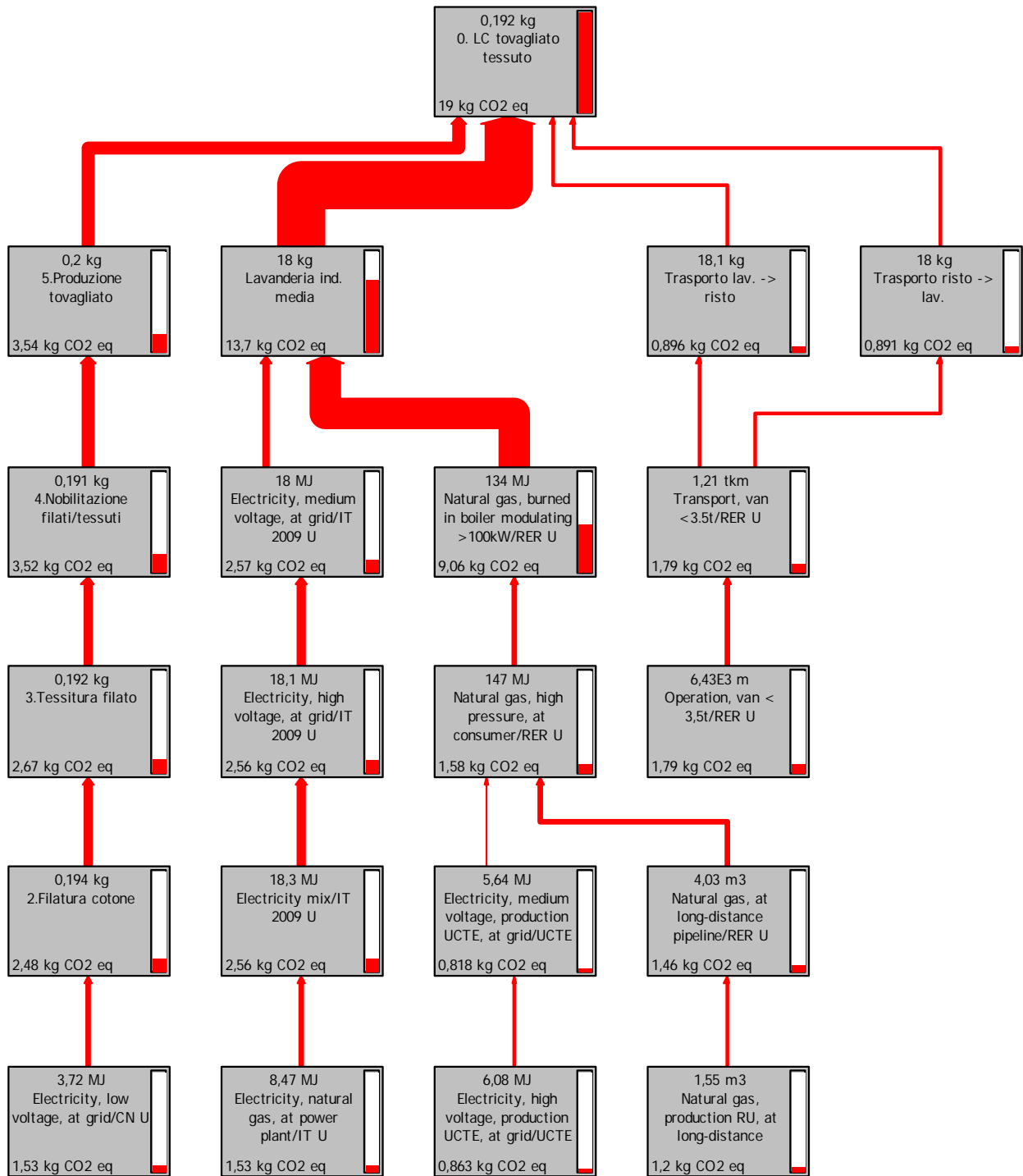


Figura 3 Diagramma di flusso del ciclo di vita del tovagliato in tessuto per la categoria riscaldamento globale (esclusi i processi il cui impatto è inferiore al 4% del totale)

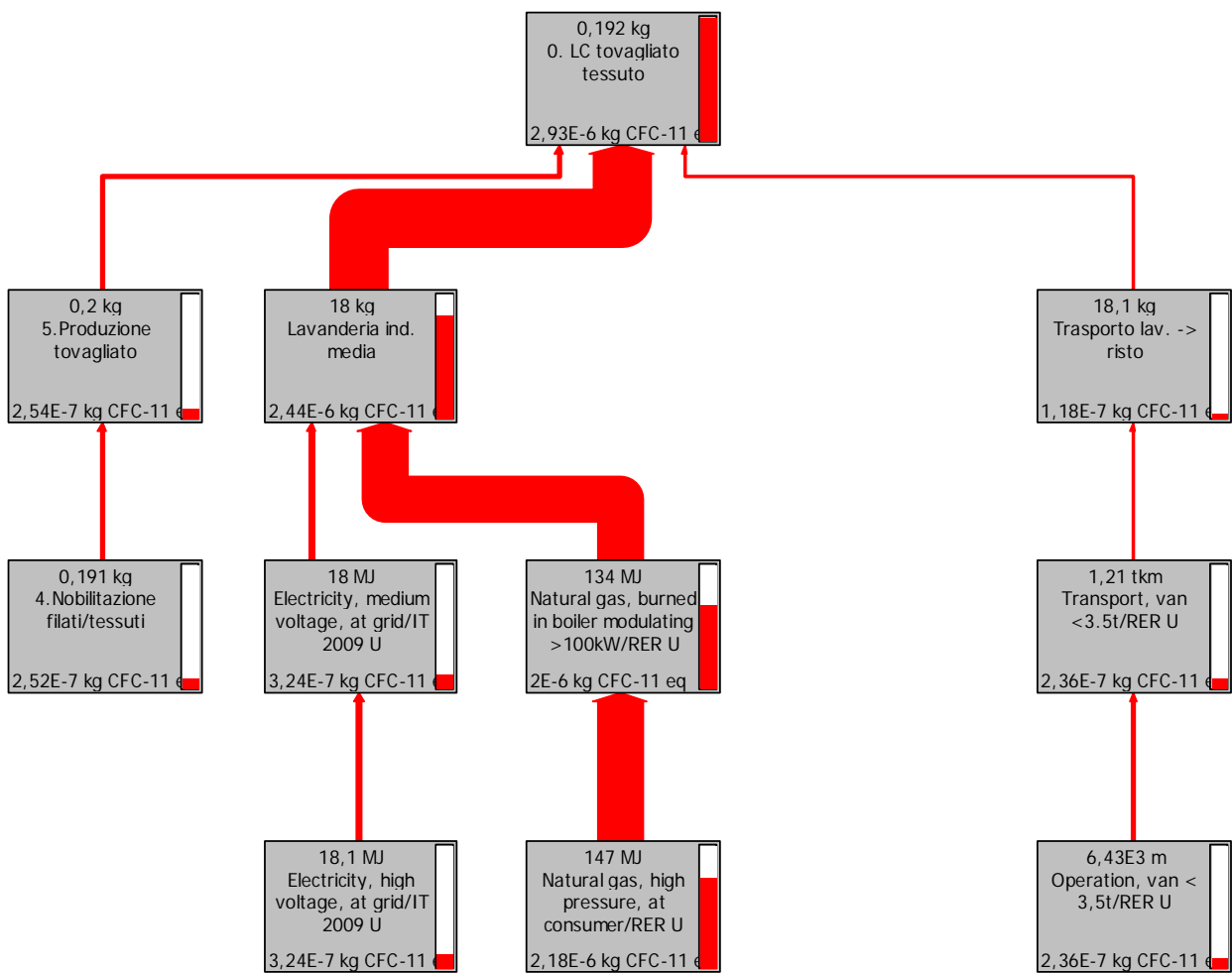


Figura 4 Diagramma di flusso del ciclo di vita del tovagliato in tessuto per la categoria assottigliamento della fascia d'ozono (esclusi i processi il cui impatto è inferiore al 5% del totale)



5.1.5 Creazione ozono fotochimico

Di seguito in tabella si riportano le principali emissioni in aria che contribuiscono alla creazione di ozono fotochimico nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto.

Creazione ozono fotochimico	Unità	Produzione tovagliato	Lavanderia industriale*	Distribuzione tovagliato	Fine vita tovagliato**	Totale
NM VOC	g C ₂ H ₄	0,631	4,606	2,055	0,000	7,292
Anidride solforosa	g C ₂ H ₄	0,718	0,630	0,076	0,000	1,423
Monossido di carbonio, di origine fossile	g C ₂ H ₄	0,032	0,422	0,384	0,000	0,838
Esano	g C ₂ H ₄	0,009	0,177	0,008	0,000	0,194
Formaldeide	g C ₂ H ₄	0,004	0,039	0,099	0,000	0,142
Etano	g C ₂ H ₄	0,009	0,115	0,001	0,000	0,125
Etilene	g C ₂ H ₄	0,006	0,105	0,001	0,000	0,112
Pentano	g C ₂ H ₄	0,011	0,082	0,015	0,000	0,108
Sostanze rimanenti	g C ₂ H ₄	0,046	0,393	0,117	0,000	0,556
Totale	g C ₂ H ₄	1,466	6,568	2,757	0,000	10,791

Tabella 14 Emissioni in aria che contribuiscono alla creazione di ozono fotochimico prodotte nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto (escluse quelle inferiori all'1%)

I processi che contribuiscono maggiormente alla creazione di ozono fotochimico sono per il 30% l'estrazione e la produzione del metano, per il 16% la distribuzione del tovagliato pulito (e la conseguente raccolta di quello usato) e per il 4% la produzione del fertilizzante solfato di ammonio. Di seguito si riporta il diagramma di flusso del ciclo di vita tovagliato in tessuto con i contributi dei singoli processi.

5.1.6 Acidificazione

Di seguito in tabella si riportano le principali emissioni in aria che contribuiscono all'acidificazione nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto.

Acidificazione	Unità	Produzione tovagliato	Lavanderia industriale*	Distribuzione tovagliato	Fine vita tovagliato**	Totale
Anidride solforosa	g SO ₂ eq	14,954	13,124	1,575	0,000	29,653
Ossidi di azoto	g SO ₂ eq	4,448	7,071	4,089	0,001	15,609
Ammoniaca	g SO ₂ eq	5,290	1,155	0,055	0,000	6,501
Totale	g SO ₂ eq	24,692	21,350	5,719	0,001	51,763

Tabella 15 Emissioni in aria che contribuiscono all'acidificazione prodotte nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto

I processi che contribuiscono maggiormente all'eutrofizzazione sono per il 20% il consumo di carbone per la produzione del mix elettrico cinese, per il 7% la produzione del cotone in Cina, per il 7% la distribuzione del tovagliato pulito (e la conseguente raccolta di quello usato) e per il 6% il consumo di carbone per la produzione del mix elettrico italiano. Di seguito si riporta il diagramma di flusso del ciclo di vita tovagliato in tessuto con i contributi dei singoli processi.

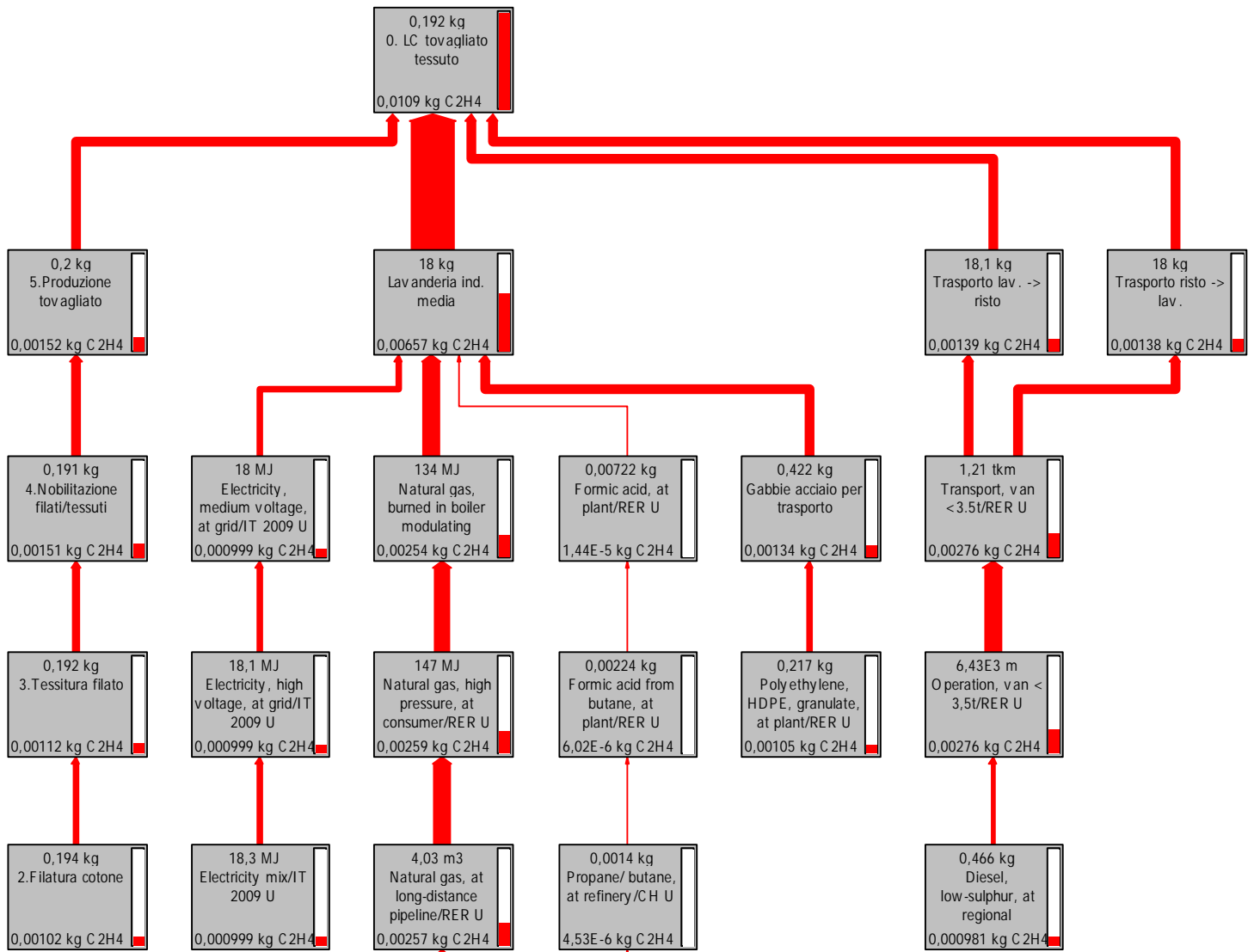


Figura 5 Diagramma di flusso del ciclo di vita del tovagliato in tessuto per la categoria creazione di ozono fotochimico (esclusi i processi il cui impatto è inferiore al 7% del totale)

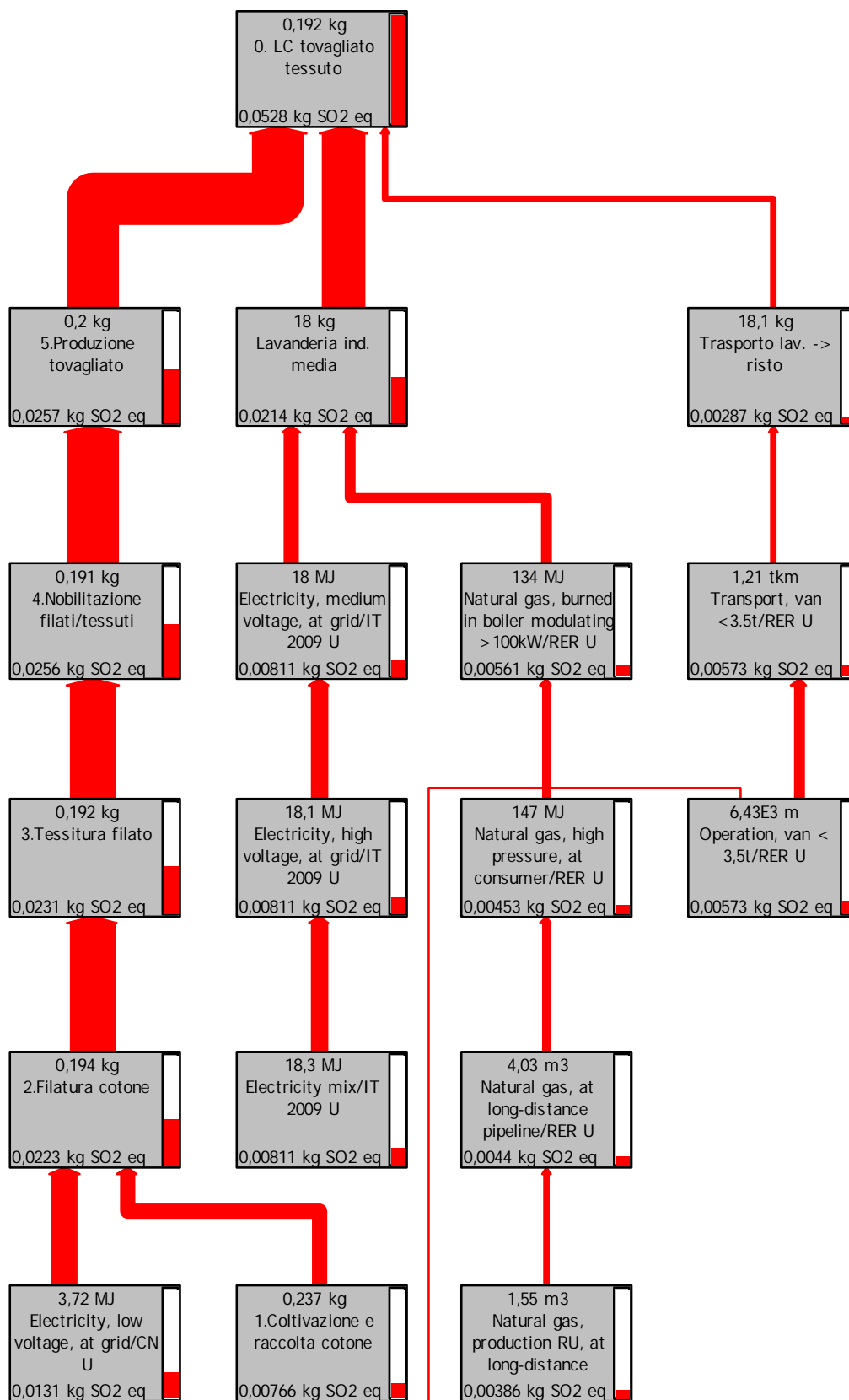


Figura 6 Diagramma di flusso del ciclo di vita del tovagliato in tessuto per la categoria acidificazione (esclusi i processi il cui impatto è inferiore al 7% del totale)



5.1.7 Eutrofizzazione

Di seguito in tabella si riportano le principali emissioni in aria che contribuiscono all'eutrofizzazione nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto.

Eutrofizzazione	Comparto	Unità	Produzione tovagliato	Lavanderia industriale*	Distribuzione tovagliato	Fine vita tovagliato**	Totale
Fosfato	Acqua	g PO ₄ ³⁻ eq	2,785	4,174	0,071	0,000	7,031
Ossidi di azoto	Aria	g PO ₄ ³⁻ eq	1,156	1,838	1,063	0,000	4,058
Nitrati	Acqua	g PO ₄ ³⁻ eq	1,460	1,227	0,002	0,000	2,689
Ammoniaca	Aria	g PO ₄ ³⁻ eq	1,157	0,253	0,012	0,000	1,422
COD	Acqua	g PO ₄ ³⁻ eq	0,328	0,608	0,110	0,000	1,047
Fosforo	Acqua	g PO ₄ ³⁻ eq	0,924	0,037	0,000	0,000	0,961
Fosforo totale	Acqua	g PO ₄ ³⁻ eq	0,248	0,552	0,000	0,000	0,800
Azoto totale	Acqua	g PO ₄ ³⁻ eq	0,000	0,256	0,000	0,000	0,256
Monossido di diazoto	Aria	g PO ₄ ³⁻ eq	0,152	0,063	0,008	0,000	0,223
Sostanze rimanenti		g PO ₄ ³⁻ eq	0,049	0,149	0,001	0,000	0,199
Totale		g PO ₄ ³⁻ eq	8,260	9,157	1,269	0,001	18,687

Tabella 16 Emissioni in aria e in acqua che contribuiscono all'eutrofizzazione prodotte nel ciclo di vita del tovagliato in tessuto (escluse quelle inferiori all'1%)

I processi che contribuiscono maggiormente all'eutrofizzazione sono per il 30% lo smaltimento in discarica dei rifiuti connessi all'estrazione dei combustibili fossili, per il 20% la produzione del cotone in Cina e in America, per il 7% l'attività delle lavanderie industriali e per il 5% la distribuzione del tovagliato pulito (e la conseguente raccolta di quello usato).

Di seguito si riporta il diagramma di flusso del ciclo di vita del tovagliato in tessuto con i contributi dei singoli processi.

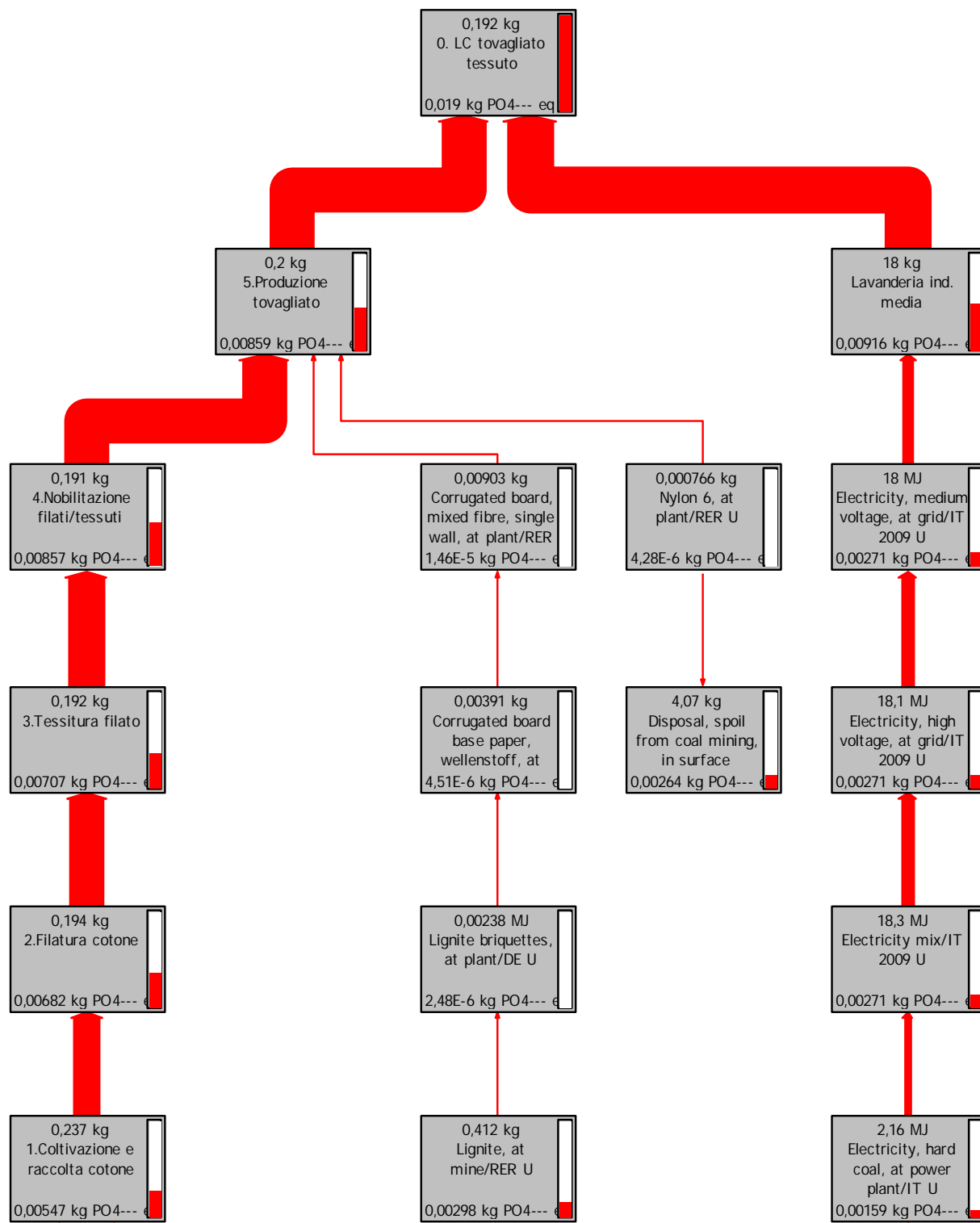


Figura 7 Diagramma di flusso del ciclo di vita del tovagliato in tessuto per la categoria eutrofizzazione (esclusi i processi il cui impatto è inferiore al 5% del totale)



6 ANALISI DI SENSIBILITÀ

6.1 Influenza del numero di lavaggi sul ciclo di vita del prodotto tessile

Alle lavanderie industriali che hanno preso parte al progetto, è stato chiesto di indicare quale fosse il numero di cicli minimo e massimo che normalmente un tovagliato in tessuto riesce a sostenere senza perdere le sue caratteristiche funzionali. Secondo tale riscontro, la fase d'uso di un singolo prodotto tessile è mediamente pari a 94 cicli di lavaggio, con un numero di lavaggi minimo pari a 65 cicli e massimo pari a 150 cicli. Di seguito si riporta come varia l'impatto ambientale in funzione della fase d'uso modificando il numero di cicli di lavaggio.

Categoria d'impatto	Unità	Tovagliato in carta	Tovagliato in tessuto	Tovagliato in carta	Tovagliato in tessuto	Tovagliato in carta	Tovagliato in tessuto
		65 prodotti	65 cicli lavaggio	94 prodotti	94 cicli lavaggio	150 prodotti	150 cicli lavaggio
Risorse non rinn. senza cont. energ.	kg	3,303	0,663	4,777	0,841	7,622	1,187
Risorse non rinn. con cont. energ.	MJ eq	354,766	243,557	513,041	329,707	818,675	496,065
Risorse rinn. senza cont. energ.	kg	60092,429	26412,403	86902,267	34590,008	138672,990	50381,245
Risorse rinn. con cont. energ.	MJ eq	247,503	20,413	357,917	26,482	571,131	38,200
Consumo di acqua	m ³	60,059	26,411	86,853	34,588	138,595	50,379
Riscaldamento globale 100 anni	kg CO ₂ eq	29,891	14,219	43,227	18,982	68,979	28,182
Assottigliamento della fascia di ozono	mg CFC-11 eq	3,266	2,107	4,723	2,934	7,536	4,531
Formazione di smog fotochimico	g C ₂ H ₄	15,943	7,977	23,056	10,856	36,791	16,415
Acidificazione	g SO ₂ eq	87,991	44,412	127,247	52,768	203,052	68,905
Eutrofizzazione	g PO ₄ ⁻⁻⁻ eq	280,800	15,802	406,080	19,019	647,999	25,232
Rifiuti non pericolosi	kg	36,317	10,517	52,518	13,358	83,805	18,692
Rifiuti pericolosi	kg	0,006	0,004	0,008	0,006	0,013	0,009

Tabella 17 Influenza della variazione del numero di cicli della fase d'uso sul ciclo di vita del tovagliato tessile e cartaceo

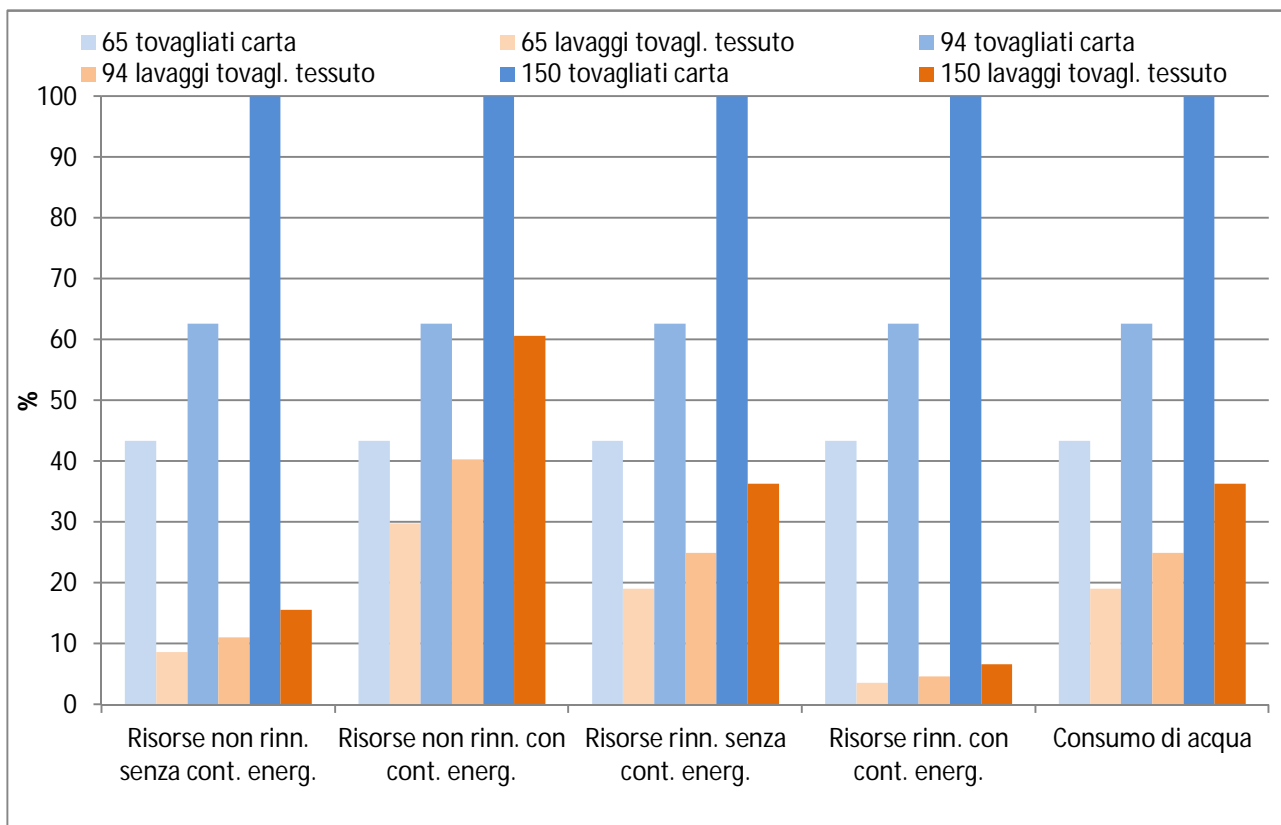


Figura 8 Influenza percentuale della variazione del numero di cicli sul consumo di risorse

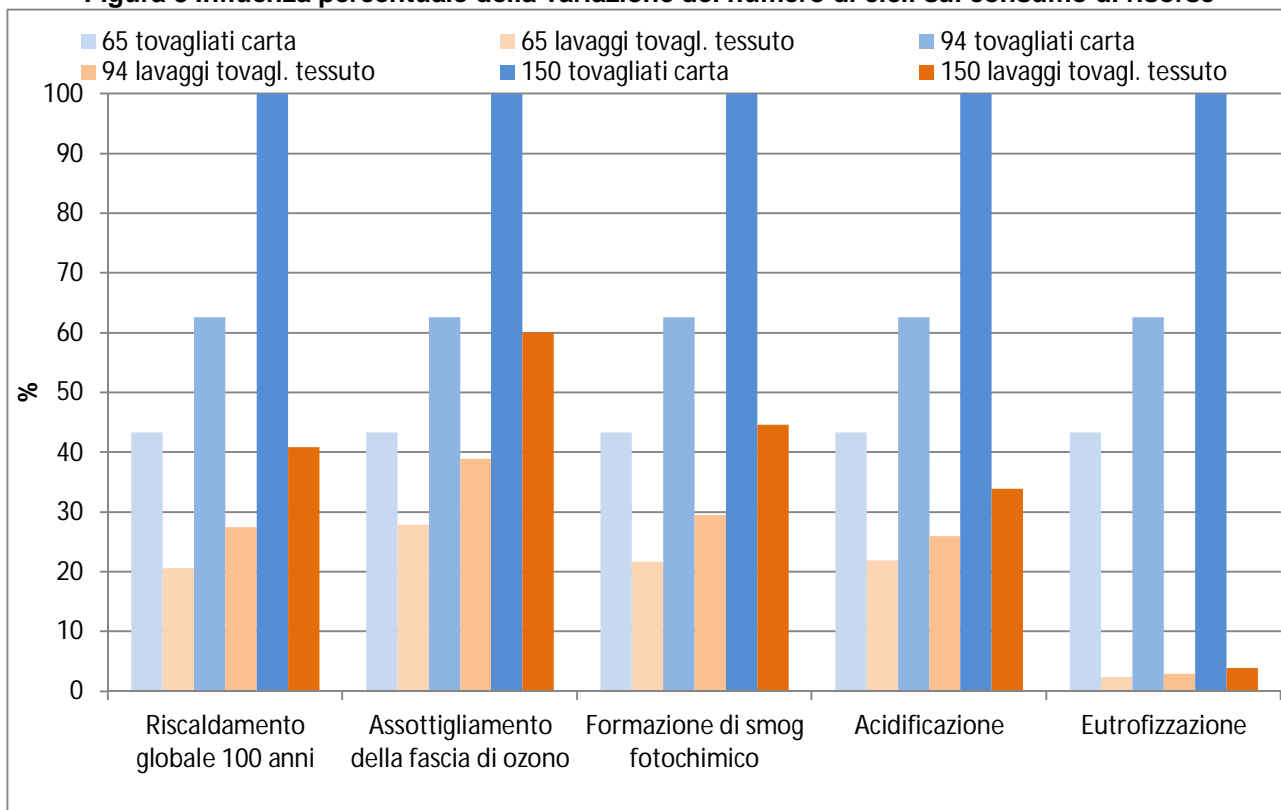


Figura 9 Influenza percentuale della variazione del numero di cicli sull'impatto ambientale

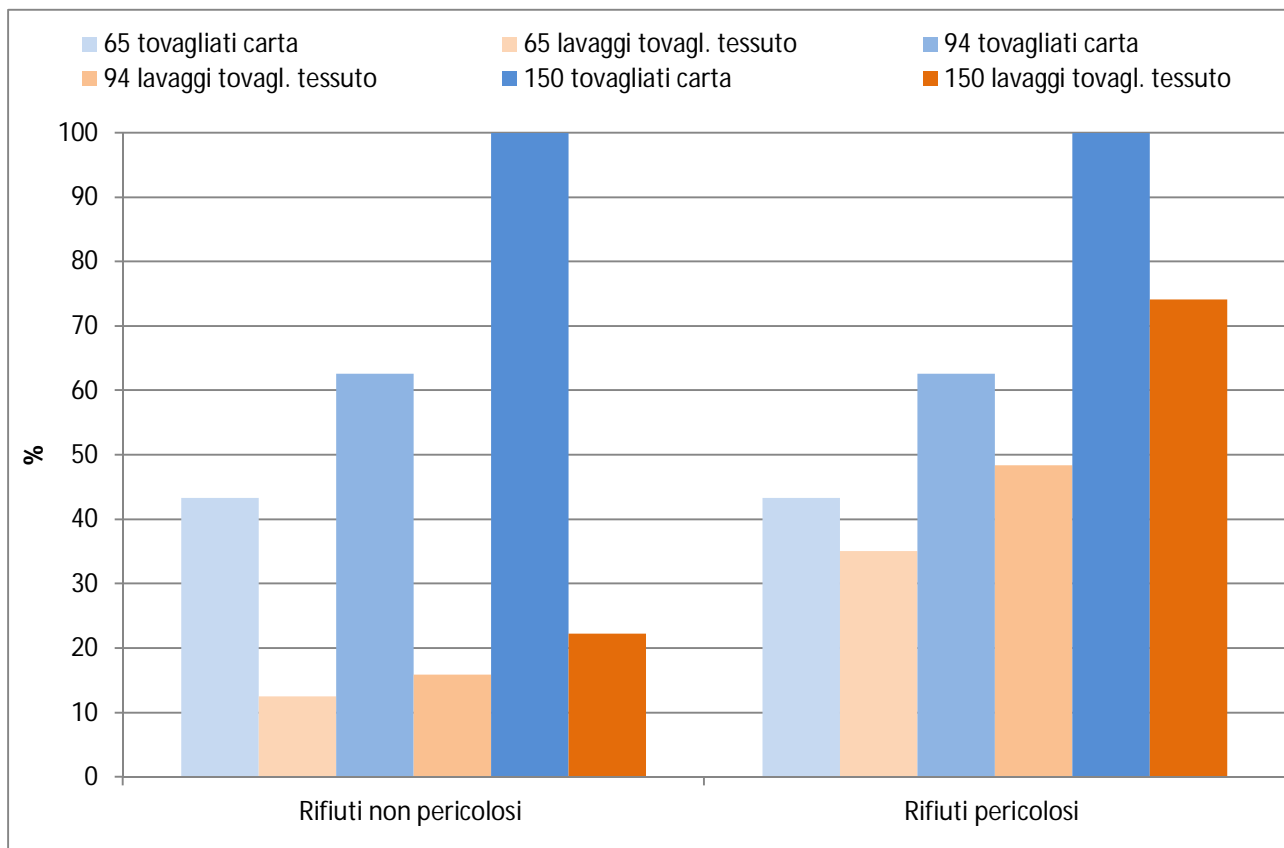


Figura 10 Influenza percentuale della variazione del numero di cicli sulla produzione di rifiuti

Il valore relativo ai rifiuti non pericolosi riportato nella tabella precedente include i rifiuti smaltiti e quelli riciclati. Il tovagliato in tessuto a fine vita è venduto ad altre attività e non rientra in questa categoria; il suo peso corrisponde a 0,361 kg, indipendentemente dal numero di cicli di lavaggio.

Il punto di pareggio tra il tovagliato in tessuto e quello in carta è il numero di cicli di lavaggio per cui l'impatto ambientale del tovagliato tessile è uguale a quello del tovagliato cartaceo. Per la categoria di impatto riscaldamento globale (kg CO₂eq), il punto di pareggio si ottiene per 12 cicli mentre per la categoria di impatto delle risorse non rinnovabili con contenuto energetico (MJ) si ottiene per 20 cicli; entrambi i valori sono inferiori al valore minimo di cicli medio (65) che un tovagliato in tessuto può sopportare, pertanto nel caso specifico di queste categorie di impatto l'utilizzo del tovagliato in tessuto è meno impattante di quello cartaceo per un numero di cicli di lavaggio superiore a 20. Di seguito si riportano i diagrammi del confronto.

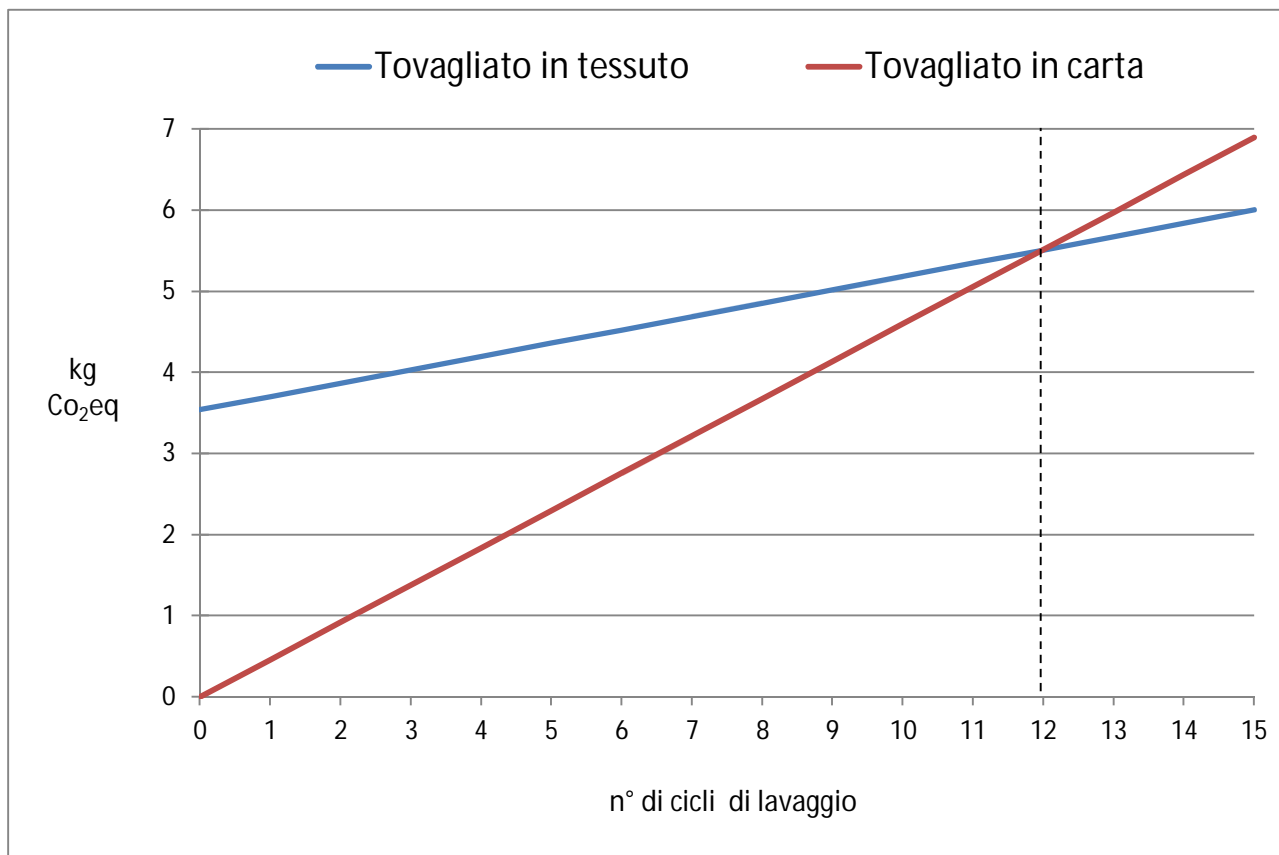


Figura 11 Punto di pareggio per l'impatto di riscaldamento globale

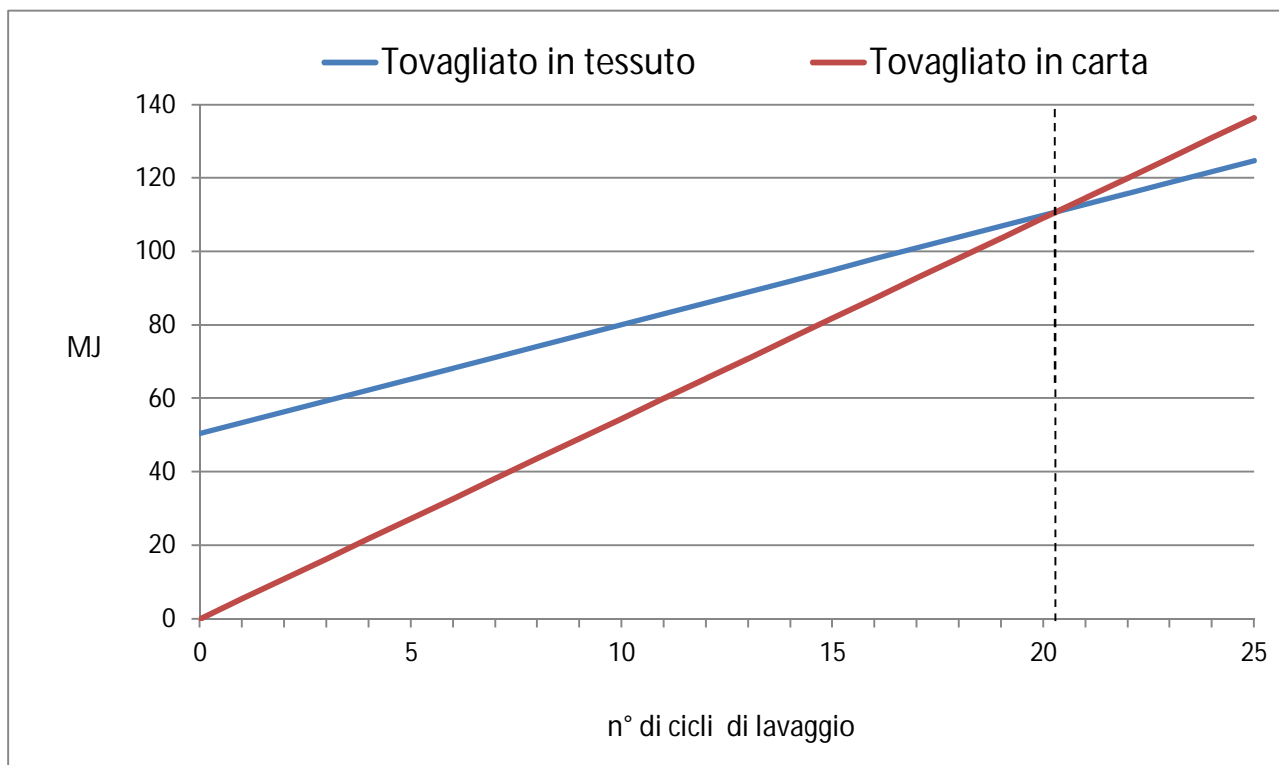


Figura 12 Punto di pareggio per l'impatto di risorse non rinnovabili con contenuto energetico



6.2 Valutazione del potenziale beneficio ambientale della riduzione del consumo di tovagliato in carta a favore di quello in tessuto

L'analisi di sensibilità riportata in questo paragrafo mette in luce i potenziali benefici ambientali legati alla conversione dell'uso di tovagliato in carta a favore di quello in tessuto, per una parte delle attività di ristorazione del Comune di Firenze. I benefici ambientali si traducono in una riduzione dei rifiuti di carta, prodotti dall'uso del tovagliato, e più in generale in un miglioramento dell'impatto ambientale associato alla filiera del servizio di fornitura del tovagliato per la ristorazione.

L'analisi ha calcolato le quantità annue di tovagliato in carta e in tessuto consumate nel Comune di Firenze in base alle diverse tipologie di ristorazione; da questo scenario base, sono stati ipotizzati uno scenario minimo di conversione e uno massimo, al fine di stabilire l'intervallo del beneficio ambientale.

Sulla base dell'anagrafe Tarsu comunale, nel Comune di Firenze gli esercizi che effettuano attività di ristorazione sono complessivamente 1743 e così suddivisi (fonte Quadrifoglio):

Categoria	Descrizione	Numero esercizi
7	alberghi con ristorante	75
22	ristoranti, trattorie, osterie, pizzerie, pub	644
23	mense, birrerie, hamburgerie	27
24	bar, caffè, pasticceria	997

Tabella 18 Tipologia di attività di ristorazione nel Comune di Firenze

Nel dettaglio, per quanto riguarda le attività di ristorazione, è possibile avanzare alcune considerazioni a partire da indagini di settore effettuate nel Comune di Firenze, in particolare da Confesercenti², circa la capacità degli esercizi (posti a sedere) e le loro caratteristiche. Su un campione significativo di esercizi, l'indagine ha evidenziato il numero medio di posti a sedere e il tipo di ambientazione degli esercizi. Di seguito si riportano in tabella i dati dell'indagine.

Indicatori	Firenze	Resto provincia	Totale provincia
Numero medio posti-tavola (interni + esterni)	105	115	111
Numero medio posti-tavola interni	88	72	78
% esercizi con posti-tavola esterni	45,8%	76,4%	64,2%
Numero medio posti-tavola esterni	44	63	58

Tabella 19 Capacità di posti a sedere delle attività di ristorazione nella Provincia di Firenze

² La ristorazione in provincia di Firenze: strumento di promozione e sviluppo turistico del Territorio - Confesercenti Firenze, Camera di Commercio di Firenze, 2010



Ambientazione	Firenze	Resto provincia	Totale provincia
Caratteristica	36%	38%	37%
Elegante	19%	24%	22%
Informale	21%	17%	19%
Classica	17%	19%	18%
Innovativa	7%	2%	4%
Totale	100%	100%	100%

Tabella 20 Tipologia delle attività di ristorazione nella Provincia di Firenze

Successivamente è stata effettuata un'analisi del consumo di tovagliato per un ristorante medio nelle diverse ipotesi operative:

- utilizzo del solo tovagliato in tessuto (coprimacchia, tovaglia, tovagliolo)
- utilizzo del solo tovagliato in carta (coprimacchia, tovaglia, tovagliolo)
- utilizzo di tovagliato misto (tovagliolo e coprimacchia in carta, tovaglia in tessuto)

Per quanto riguarda il tovagliato, il peso di un set tipo, nelle sue diverse componenti, sia per quanto riguarda il tovagliato in tessuto che quello in carta, è riportato nelle tabelle seguenti.

TOVAGLIATO IN TESSUTO – RIUTILIZZABILE PER 94 CICLI				
Componente	Sup (cm2)	Sup (m2)	Peso specifico (g/m2)	Peso totale (g)
coprimacchia	10000	1,00	192	192
tovaglia	16900	1,69	192	324
tovagliolo	2500	0,25	192	48
4 tovaglioli	10000	1,00	192	192
TOTALE	36900	3,69	192	708

Tabella 21 Caratteristiche del tovagliato in tessuto considerato nel presente studio

TOVAGLIATO IN CARTA - MONOUSO				
Componente	Sup (cm2)	Sup (m2)	Peso specifico (g/m2)	Peso totale (g)
coprimacchia	10000	1,00	100	100
tovaglia	14400	1,44	100	144
tovagliolo	1600	0,16	100	16
4 tovaglioli	6400	0,64	100	64
TOTALE	30800	3,08	100	308

Tabella 22 Caratteristiche del tovagliato in carta considerato nel presente studio



Per le categorie di ristorazione 7 (alberghi con ristorante), 22 (trattorie, osterie, pizzerie, pub) e 23 (mense, birrerie, hamburgerie), il numero medio di coperti indicato da Confesercenti è stato calcolato sulla base di 26 tavoli da 4 posti l'uno. Per la categoria di ristorazione 24 (bar, caffè, pasticceria), il numero medio di coperti è stato invece calcolato considerando 8 tavoli da 2 posti l'uno.

Per entrambi i modelli di ristorazione, è stata stimata l'affluenza media giornaliera di clienti a pranzo e a cena che, considerando un periodo di attività pari a 48 settimane, ha fornito il numero di coperti annui. Moltiplicando tale valore per il numero di ristoranti, si ottiene una stima del numero di coperti annui consumati nel Comune di Firenze. Il risultato è stato convalidato considerando che il numero di coperti annui erogati nel Comune di Firenze è stimabile in un numero di poco inferiore ai 40 milioni³.

Per entrambi i modelli di ristorazione, è stato stimato il consumo di tovagliato per le tre ipotesi operative descritte in precedenza (tovagliato solo tessuto, tovagliato solo carta, tovagliato misto carta e tessuto), sulla base delle seguenti frequenze di cambio del prodotto:

- 1 tovaglia utilizzata per tavolo a settimana,
- 1 coprimacchia utilizzato per tavolo ogni due coperti,
- 1 tovagliolo utilizzato per coperto.

Il passo successivo è stato quello di stimare il numero di attività di ristorazione del Comune di Firenze che utilizzano il tovagliato solo in tessuto, solo in carta e quello misto: a seconda del tipo di ambientazione (vedi tabella 25) sono state stimate le percentuali di attività di ristorazione nelle tre diverse ipotesi operative che hanno definito lo scenario base di riferimento.

Ambientazione	Numero di ristoranti	Scenario base		
		tessuto	carta	misto
Caratteristico	257	40%	50%	10%
Elegante	134	90%	0%	10%
Informale	181	0%	90%	10%
Classico	123	60%	30%	10%
Innovativo	51	30%	40%	30%
Bar, caffè, pasticceria	997	0%	90%	10%
Totale	1.743			

Tabella 23 Suddivisione percentuale dell'uso di tovagliato per tipologia di ristorante (scenario base)

³ Elaborazione Ambiente Italia: 37.337.044 coperti annui erogati dalle attività di ristorazione nel Comune di Firenze, considerando

- 43.000 pasti giornalieri erogati a pranzo ai lavoratori nel Comune di Firenze (per 5 giorni a settimana, 48 settimane all'anno, fonte *i servizi di ristorazione nel comune di firenze*, Irpet, 2007),
- 7.800.000 turisti all'anno (media 2010-2011, fonte Provincia di Firenze) di cui il 75% effettua due pasti al giorno negli esercizi di ristorazione e il 25% solo un pasto,
- 371.282 residenti nel Comune di Firenze (fonte ISTAT 2011) di cui il 75% effettua un pasto a settimana (48 settimane all'anno) e il 25% non effettua alcun pasto.



Sulla base di questi calcoli, lo scenario base del Comune di Firenze stima che il consumo totale annuo di tovagliato in tessuto è pari a 2.333 tonnellate mentre il consumo totale annuo di tovagliato in carta è pari a 1.911 tonnellate. Considerando che il tovagliato in tessuto ha una vita media pari a 94 cicli (lavaggi e quindi usi prima di essere avviato al fine vita, a cura delle lavanderie industriali), il consumo totale annuo corrisponde a 25 tonnellate di tovagliato reintegrato in un anno. Invece il consumo totale annuo di tovagliato in carta corrisponde alla quantità di rifiuti prodotti dagli esercizi di ristorazione ed intercettati dal sistema di raccolta dei rifiuti del capoluogo toscano (fine vita del set in carta).

Ipotizzando che alcune attività di ristorazione sostituiscano il tovagliato in carta con quello in tessuto, si è stimato uno scenario di conversione minima e uno scenario di conversione massima. Lo scenario di conversione minima stima che il consumo totale annuo di tovagliato in tessuto aumenti da 2.333 a 4.498 tonnellate e, in parallelo, il consumo totale annuo di tovagliato in carta diminuisca da 1.911 a 928 tonnellate. Lo scenario di conversione massima stima che il consumo totale annuo di tovagliato in tessuto aumenti da 2.333 a 5.912 tonnellate e, in parallelo, il consumo totale annuo di tovagliato in carta diminuisca da 1.911 a 274 tonnellate. Di seguito in tabella sono riportati lo scenario minimo e massimo.

Ambientazione	Numero di ristoranti	Scenario minimo			Scenario massimo		
		tessuto	carta	misto	tessuto	carta	misto
Caratteristico	257	80%	10%	10%	100%	0%	0%
Elegante	134	100%	0%	0%	100%	0%	0%
Informale	181	50%	40%	10%	100%	0%	0%
Classico	123	90%	0%	10%	100%	0%	0%
Innovativo	51	70%	15%	15%	100%	0%	0%
Bar, caffè, pasticceria	997	20%	50%	30%	40%	30%	30%
Totale	1.743						

Tabella 24 Suddivisione percentuale dell'uso di tovagliato per tipologia di ristorante (scenario minimo e massimo)

Ai fini di questa analisi di sensibilità, il modello di calcolo descritto nel presente studio è stato adattato al Comune di Firenze modificando lo scenario di smaltimento della carta da regionale a comunale. Si è infatti considerato che la carta presente nei rifiuti solidi urbani di Firenze sia intercettata secondo tre flussi: indifferenziato, carta/cartone ed, in minima parte, umido (scenario escluso nel presente studio); su elaborazione dei dati di ARRR, si può stimare che la quota parte di carta intercettata dalla raccolta differenziata ed avviata a recupero è pari al 47,1%, mentre il restante 52,9% è smaltita come rifiuto indifferenziato. L'indifferenziato del capoluogo toscano è inviato ad impianti di selezione per un trattamento meccanico-biologico il cui output è così composto: materiale inerte (smaltito in discarica) 41%, combustibile derivato da rifiuti (CDR all'incenerimento) 12% e scarti (smaltiti in discarica) 47%.

Di seguito si riportano gli impatti ambientali dei tre scenari considerati, espressi con l'ausilio di quattro indicatori: consumo di risorse non rinnovabili (senza e con contenuto energetico), consumo d'acqua, riscaldamento globale, produzione di rifiuti (pericolosi e non pericolosi).



Categoria d'impatto	Unità	Scenario base		Scenario minimo		Scenario massimo	
		Tovagliato in carta	Tovagliato in tessuto	Tovagliato in carta	Tovagliato in tessuto	Tovagliato in carta	Tovagliato in tessuto
Risorse non rinn. senza cont. energ.	kg	970.251	108.774	471.163	209.702	139.115	275.659
Risorse non rinn. con cont. energ.	MJ eq	104.269.880	42.640.202	50.634.456	82.205.225	14.950.260	108.060.790
Consumo di acqua	m ³	17.628.858	4.471.393	8.560.743	8.620.313	2.527.633	11.331.613
Riscaldamento Globale 100 anni	kg CO ₂ eq	8.573.759	2.455.242	4.163.500	4.733.414	1.229.309	6.222.189
Rifiuti pericolosi	kg	1.630	801	791	1.543	234	2.029
Rifiuti non pericolosi	kg	10.880.639	1.726.936	5.283.743	3.329.327	1.560.071	4.376.482

Tabella 25 Impatto ambientale potenziale del consumo di tovagliato dei ristoranti del Comune di Firenze espresso secondo alcune categorie maggiormente significative

Il valore relativo ai rifiuti non pericolosi riportato nelle tabelle precedenti include i rifiuti smaltiti e quelli riciclati. Il tovagliato in tessuto a fine vita è venduto ad altre attività e non rientra in questa categoria; il suo peso corrisponde a 47 tonnellate nello scenario base, 90 tonnellate nello scenario minimo e 118 tonnellate nello scenario massimo.

Categoria d'impatto	Unità	Scenario base complessivo	Scenario minimo complessivo	Scenario massimo complessivo
Risorse non rinn. senza cont. energ.	kg	1.079.025	680.866	414.774
Risorse non rinn. con cont. energ.	MJ eq	146.910.082	132.839.681	123.011.050
Consumo di acqua	m ³	22.100.251	17.181.056	13.859.246
Riscaldamento globale 100 anni	kg CO ₂ eq	11.029.001	8.896.914	7.451.498
Rifiuti pericolosi	kg	2.430	2.335	2.263
Rifiuti non pericolosi	kg	12.607.575	8.613.070	5.936.553

Tabella 26 Impatto ambientale potenziale complessivo del consumo di tovagliato dei ristoranti del Comune di Firenze espresso secondo alcune categorie maggiormente significative

Complessivamente si nota come l'impatto ambientale diminuisce in tutte le categorie considerate passando dallo scenario base a quello minimo e a quello massimo. In particolare, la riduzione della categoria d'impatto riscaldamento globale, dallo scenario base a quello massimo, corrisponde a circa 3.600 tonnellate di CO₂ eq evitate. A titolo di esempio, le emissioni di anidride carbonica prodotte dal settore dei trasporti nel Comune di Firenze sono circa 2.400 tonnellate al giorno, pertanto il beneficio della conversione di tovagliato da carta a tessuto equivarrebbe a 1,5 giornate "ecologiche", cioè senza l'assoluta circolazione di automezzi sul territorio comunale (fonte: elaborazione Ambiente Italia da ["Il patto dei sindaci come azione di green city", Comune di Firenze 2012](#)).

Da sottolineare ancora come i dati relativi agli indicatori riportati nelle tabelle 25 e 26 si riferiscano a tutto il ciclo di vita dei tre scenari per i due tipi di tovagliato, considerando il servizio di ristorazione



complessivo offerto nel Comune di Firenze. Gli impatti (consumi di risorse, produzione di rifiuti, ecc.), anche se riconducibili al servizio di ristorazione del capoluogo toscano, avvengono su scala globale.

6.3 Valutazione del potenziale beneficio economico della riduzione del consumo di tovagliato in carta a favore di quello in tessuto

Partendo dai dati e dalle assunzioni riportate nel paragrafo precedente si è voluto in questo paragrafo approfondire un eventuale beneficio economico derivante dall'incremento dell'utilizzo di set di tovagliato in tessuto a dispetto di quelli in carta. Si è trattato quindi di valutare economicamente la riduzione della produzione di rifiuti cartacei del Comune di Firenze.

La riduzione di rifiuti cartacei considerando lo scenario minimo e massimo riportato nel paragrafo precedente è compresa rispettivamente tra le 1.000 e le 1.600 tonnellate/anno a fronte di una raccolta (differenziata) di carta a Firenze nel 2012 pari a 41.317 tonnellate. Quindi saremmo nell'ordine di risparmio nella raccolta di carta attorno al 2,4 - 4% dei quantitativi oggetto attualmente di raccolta differenziata.

I quantitativi in gioco, secondo le stime riportate nel paragrafo precedente, e il loro valore rispetto al rifiuto totale, non consentono di evidenziare risparmi diretti immediati da un punto di vista operativo, in termini ad esempio di riduzione del numero di giri di raccolta sul territorio o di una loro revisione.

Questo sia, appunto, per il valore percentuale contenuto rispetto all'intera produzione di carta, ma anche per la prevedibile variabilità di tali valori, per la considerazione che parte di tale produzione è probabilmente conferita come rifiuto indifferenziato (con una incidenza pertanto ancora meno rilevante sul monte complessivo) di rifiuti.

Inoltre la produzione di rifiuti cartacei da parte delle attività di ristorazione è solo in parte riconducibile a tale componente (tovagliato), per la restante parte sarà infatti dovuta ad altre tipologie, in primo luogo imballaggi, pertanto non è prevedibile una riduzione effettiva del numero di giri o di svuotamenti effettuati.

Tuttavia è possibile effettuare le seguenti considerazioni:

- una riduzione di quest'ordine di grandezza è di per sé piccola, ma se agisce in maniera congiunta ad altri eventi (quali la riduzione complessiva della produzione di rifiuti, azioni parallele svolte da altre categorie di produttori), in questo caso le ottimizzazioni sarebbero possibili. Pertanto è possibile stimare i risparmi ottenibili dalla mancata raccolta di tale quantitativo: i dati dei vari gestori di rifiuti toscani indicano un costo di raccolta per la carta domiciliare di circa 10,2 €/cent/kg, che nel nostro caso comporterebbe un risparmio di circa 100.000 - 170.000 €/anno per il gestore. A tale risparmio andrebbe sottratto il mancato compenso derivante dal corrispettivo Comieco (compenso per la carta); tuttavia in questo caso, trattandosi di una carta sottratta di scarso valore, si potrebbe anche argomentare che il gestore potrebbe ricevere per il quantitativo restante (almeno quello dei ristoratori) un compenso più elevato, perché si avrebbe un rifiuto di maggiore qualità (soprattutto imballaggi, cartoni, ecc);
- nel caso in cui tale frazione sia conferita, come abbiamo visto avviene in quota parte, nel rifiuto indifferenziato, è possibile stimare il mancato costo per il gestore, almeno per quanto riguarda la componente smaltimento, cioè l'effettivo conferimento a discarica, incenerimento e/o



trattamento, stimabile in un costo per tonnellata compreso tra i 100-150 €. Tale cifra, ipotizzando che il 100% di tale componente cartacea sia conferita come rifiuto indifferenziato ad un costo di 125 €/t, si traduce in un risparmio per il gestore stimabile in 123.000 - 205.000 €/anno di mancato conferimento;

- inoltre, ipotizzando che i rifiuti cartacei dei servizi di ristorazione del Comune di Firenze conferiscano il 50% di questi rifiuti al sistema della raccolta differenziata ed il rimanente 50% al sistema di raccolta indifferenziato dei rifiuti, il risparmio del gestore per il mancato conferimento del rifiuto nel sistema complessivo di raccolta comunale dei rifiuti è pari a circa 110.000 (scenario minimo) – 185.000 (scenario massimo) euro;
- un'ultima considerazione: estremizzando quanto riportato al punto precedente ed ipotizzando che tutti i servizi di ristorazione del Comune di Firenze utilizzino solo il tovagliato in carta, il costo annuo di raccolta e smaltimento del tovagliato sarebbe pari a 340.000 euro.

Come questi risparmi sia in termini tecnici che economici possano concretizzarsi tuttavia non è determinabile a priori in maniera certa. Sicuramente si dovrà passare attraverso accordi specifici tra gli operatori della ristorazione e delle lavanderie industriali (entrambi in forma consorziata) ed il gestore del servizio di raccolta dei rifiuti e l'amministrazione comunale (visto che la Tares sembra sarà gestita dai comuni). Il suggello formale dell'operazione di riconoscimento dei risparmi economici di entrambe le parti (ristoratori da un lato e amministrazione pubblica dall'altro) sarà determinato da una puntuale modifica del Regolamento Comunale di gestione della raccolta dei rifiuti.



7 VALUTAZIONE DELL'INCERTEZZA

Come riportato al paragrafo 2.4, è stata valutata l'incertezza dei dati provenienti dalle lavanderie industriali del Consorzio Lavanderie Toscane nei seguenti modi:

- per i dati comuni ad almeno due lavanderie industriali, si è assunto una distribuzione normale e un intervallo di confidenza del 95%;
- per i dati derivanti da una sola lavanderia industriale, si è assunto una distribuzione lognormale e un intervallo di confidenza del 95%; per il calcolo si è utilizzato una procedura standard semplificata che stima la qualità del dato con fattori empirici (si veda in bibliografia "Overview and methodology. Data quality guideline for the ecoinvent database version 3").

Per i dati derivanti dallo studio LCA commissionato da Fise AUIL, non è stato possibile valutarne l'incertezza; considerando però che la quasi totalità dei processi delle banche utilizzati provengono da quella di Ecoinvent e che questi hanno associata un'incertezza di default, complessivamente si è potuto valutare l'incertezza per il 67% degli input e output che costituiscono il ciclo di vita del tovagliato in tessuto e in carta. Di seguito in tabella si riporta la probabilità che l'impatto ambientale del ciclo di vita del tovagliato in tessuto sia migliore di quello in carta (barre di colore rosso) e il viceversa (barre di colore blu). Per oltre il 90% delle probabilità, il tovagliato in tessuto offre un miglior impatto ambientale di quello in carta.

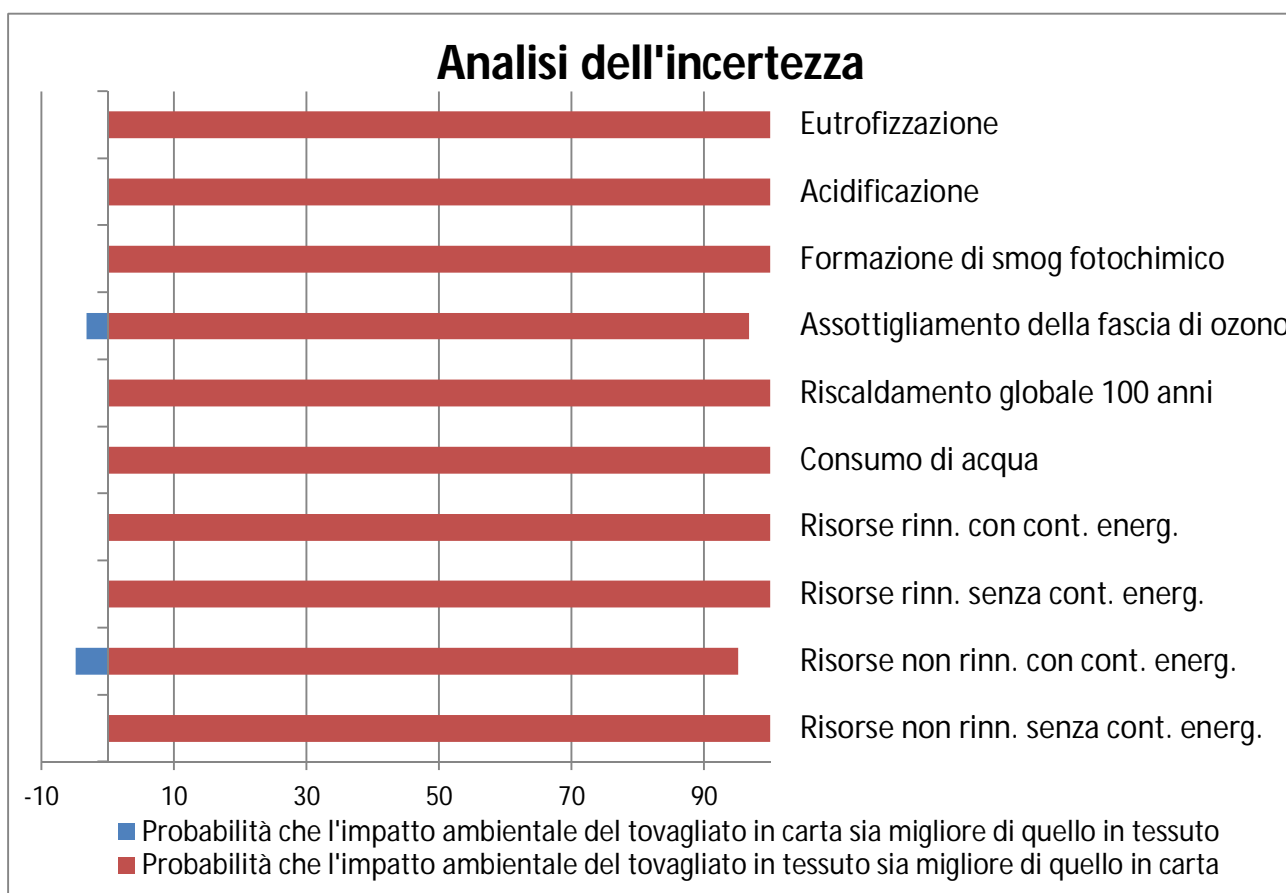


Figura 13 Analisi dell'incertezza del ciclo di vita del tovagliato in tessuto e in carta



8 CONSIDERAZIONI FINALI E PROPOSTE DI MIGLIORAMENTO

I risultati ottenuti dal presente studio confermano quanto era già emerso dal precedente studio di LCA commissionato da Fise AUIL, ovvero che il tovagliato in tessuto riutilizzabile evidenzia un profilo complessivamente a minore impatto ambientale rispetto al tovagliato di carta monouso. Inoltre la performance ambientale delle lavanderie industriali del Consorzio Lavanderie Toscane si discosta da quella del campione nazionale (valutata nello studio Fise AUIL) in quanto migliorativa.

Rispetto al precedente studio, è stata calcolata l'incertezza legata ai flussi di input e di output delle lavanderie industriali e l'analisi dell'incertezze sul ciclo di vita dei tovagliati ha confermato quanto i risultati della valutazione degli impatti ambientali (LCIA) hanno messo in luce.

Si conferma inoltre che la prestazione ambientale del tovagliato in tessuto è migliore di quella del tovagliato in carta a partire da un numero di cicli di lavaggio maggiore di 20, valore molto inferiore a quello minimo (65) dei cicli di vita del tovagliato comunicato dalle lavanderie industriali.

Estendendo il confronto tra il tovagliato in tessuto e in carta all'attività di ristorazione del Comune di Firenze, si è messo in luce il potenziale di riduzione dell'impatto ambientale sia in termini di riduzione dei rifiuti prodotti sia di riscaldamento globale ("carbon footprint") e di altre categorie significative.

Benché i quantitativi di rifiuto cartaceo evitato, rispetto al rifiuto totale, non consentono di evidenziare risparmi diretti immediati da un punto di vista operativo, il risparmio del gestore per il mancato conferimento del rifiuto nel sistema complessivo di raccolta comunale dei rifiuti è compreso tra 111.000 – 185.000 euro (ipotizzando il 50% di rifiuti cartacei dei servizi di ristorazione conferiti al sistema della raccolta differenziata ed il rimanente 50% al sistema di raccolta indifferenziato dei rifiuti).

Allo stesso modo di quanto evidenziato nel precedente studio, per quanto riguarda i miglioramenti al ciclo di vita del tovagliato tessile riutilizzabile, si nota che:

- le lavanderie rappresentano il "collo di bottiglia" dell'intero ciclo produttivo dovuto principalmente al consumo di combustibili ed energia elettrica; un miglioramento può scaturire dal minimizzare tali consumi a parità di efficienza produttiva (per es. effettuando una ottimizzazione dei propri consumi energetici a fronte di specifici audit energetici sul ciclo produttivo o sull'intera struttura dello stabilimento) ed eventualmente favorire l'utilizzo di fonti rinnovabili rispetto a quelle fossili (es. analizzare l'eventuale installazione di pannelli solari o fotovoltaici, acquistare solo energia prodotta da fonti rinnovabili);
- un altro aspetto pesante in termini di impatto ambientale risulta essere il trasporto da e verso il cliente (fase d'uso); un miglioramento può essere ottenuto utilizzando mezzi di trasporto alimentati a metano, per le piccole consegne, e mezzi a basse emissioni (per es. Euro 5) per i tragitti di lunga distanza oppure ottimizzando ulteriormente il servizio con l'utilizzo di sistemi informatici di calcolo puntuale dei tragitti di trasporto da e verso il cliente.



9 BIBLIOGRAFIA

- ISO 14040:2006 Environmental management – Life cycle assessment - Principles and Framework
- ISO 14044:2006: Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and Guidelines
- Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry, July 2003
- Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry, December 2001
- Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers, August 2007
- LCA comparativo tra prodotti tessili e prodotti monouso. Tovagliato del settore turistico/alberghiero. Commissionato da Fise AUIL e condotto da Ambiente Italia nel 2010 (presentato nel 2011)
- Duccio Bianchi, Il riciclo ecoefficiente, Ed. Ambiente, 2012
- Studio su consumi energetici della raccolta e della selezione di carta e cartone, Sintesi. Ambiente Italia e Comieco
- Weidema B P, Bauer C, Hischier R, Mutel C, Nemecek T, Vadenbo C O, Wernet G. 2011. Overview and methodology. Data quality guideline for the ecoinvent database version 3. Ecoinvent Report 1(v3). St. Gallen: The ecoinvent Centre
- Basta Michele, Comune di Firenze, Il patto dei sindaci come azione di green city, 2012