



<http://www.aware.polimi.it/>



Assessment on WAsTe
and REsources

▶ POLITECNICO DI MILANO



Analisi del ciclo di vita del libro scolastico in modalità mista di tipo B del gruppo editoriale Zanichelli

Gruppo AWARE: Prof. Mario Grosso, Prof. Lucia Rigamonti (responsabili della ricerca), Ing. Camilla Tua (collaboratrice), Ing. Giulia Cavenago (assegnista di ricerca)



- ① **Presentazione dello studio LCA e definizione del campo di applicazione**
- ② **Presentazione dei dati di inventario**
- ③ **Presentazione degli impatti ambientali associati al prodotto**
- ④ **Analisi di dettaglio su alcune categorie di impatto**



1

Presentazione dello studio Life Cycle Assessment (LCA)

2

Valutazione degli **impatti ambientali** del libro di testo medio per scuole secondarie in modalità mista di tipo B (**cartaceo + e-book**) commercializzato dal gruppo editoriale Zanichelli nell'anno 2019



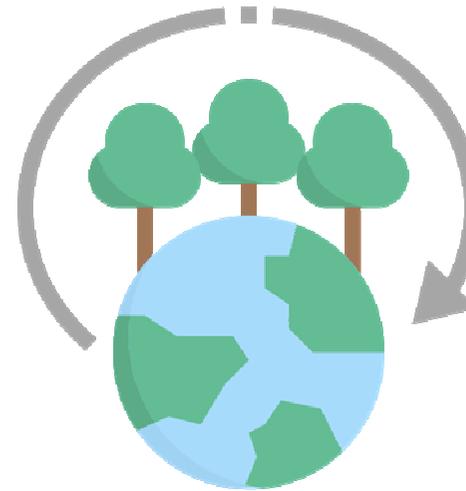
400 pagine
860 grammi

+



0,16 GB* (1/8 del libro)
3 ore/anno* (5% apprendimento)

**Valori stimati e soggetti a sensibilità*



- Metodologia Life Cycle Assessment (LCA)
- Analisi di 15 categorie di impatto



1

Valutazione degli *impatti ambientali* del libro di testo medio per scuole secondarie in modalità mista di tipo B (**cartaceo + e-book**) commercializzato dal gruppo editoriale Zanichelli nell'anno 2019

Perché fare questo studio



- 1 Per conoscere gli impatti ambientali associati al prodotto in esame e **individuare le fasi e i processi maggiormente impattanti**
- 2 Per **individuare i margini di miglioramento** nella filiera Zanichelli e **definire** le possibili **strategie d'azione** nel breve-medio periodo
- 3 Per comprendere i **carichi ambientali** del prodotto digitale (**e-book**) al variare delle **modalità di utilizzo** dell'utente



1

Oggetto del sistema

4

Libro di testo medio per scuole secondarie in modalità mista di tipo B



Cartaceo



E-book

DATI DI PRODUZIONE DEL GRUPPO ZANICHELLI ANNO 2019

Casa editrice	Copie <u>cartacee</u> vendute (studente)	Copie saggio <u>cartacee</u> (docente)	Totale copie <u>cartacee</u>	E-book scaricati
Zanichelli	5.519.778	780.840	6.300.618	3.000.000

UTENTE FINALE



Studente: 86%



Insegnante: 14%

ZANICHELLI



1

Definizione dell'unità funzionale (UF)

5

COSA (<i>funzione fornita</i>)	Utilizzo di un libro ministeriale di tipo B commercializzato dalla casa editrice Zanichelli
QUANTO (<i>quantitativo fornito dalla funzione</i>)	1 libro ministeriale di tipo B
IN CHE MODO (<i>modalità d'uso</i>)	Consultazione per 60 h/anno* distribuite tra libro cartaceo ed e-book
PER QUANTO TEMPO (<i>durata del prodotto</i>)	Un anno scolastico

* Uno studente medio di scuola secondaria in Italia studia 2,5 h/giorno ([fonte](#)), per 6 giorni alla settimana, per 35 settimane scolastiche. Il numero medio di libri consultati in un anno da un utente è di 9 libri (studenti (86%): 10 libri - insegnante (14%): 2 libri)



LIBRO CARTACEO medio: 860 grammi (copertina inclusa) 400 pagine e grammatura 70 g/m²



**E-BOOK
MULTIMEDIALE**

*SCENARIO ATTUALE -
USO RIDOTTO digitale*

E-book consultati

50%

GB/anno
1/4 capitoli
(0,32 GB)

Ore studio/anno

6 ore (10%)

*SCENARIO sensibilità -
USO ESTREMO digitale*

100%

Tutti capitoli
(1,28 GB)

60 ore (100%)



1

Definizione dei confini del sistema

6



CREAZIONE DEL PROTOTIPO IN REDAZIONE



LIBRO DI CARTA

Consegna file InDesign all'ufficio produzione

Produzione carta

Stampa e legatura

Trasporto in magazzino

Stoccaggio in magazzino

Distribuzione a un punto di ritiro (GDO, Amazon, librerie, agenzie di propaganda)

Acquisizione da parte dell'utente

Studio sul libro

Fine vita del libro

E-BOOK



Consegna file PDF e multimediali alla Divisione Media Digitali

Creazione sito del libro ed e-book

Caricamento e stoccaggio su data center

Trasferimento dei file sul dispositivo (tablet, computer)

Studio sull'e-book:
-offline dopo averlo scaricato
-online sul sito

Fasi considerate nella modellizzazione del sistema

Fasi trascurate nella modellizzazione del sistema



2

Dati di inventario

7

I dati sono riferiti a 1 libro (860g)



CREAZIONE DEL PROTOTIPO IN REDAZIONE



Elettricità	0,41 kWh
Carta	4,3 g

Dati medi europei per carta patinata



LIBRO DI CARTA



Biomassa legnosa	$2,1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
Acqua	41,6 L



Energia	2,9 kWh
Reagenti chimici	0,6 kg

1,02 kg di carta (690 km)

Produzione carta

Stampa e legatura (67% piana e 33% rotativa)

Trasporto in magazzino

115 km

Stoccaggio in magazzino



Elettricità	334,8 Wh
Inchiostro	4,3 g



Silicone	88,0 mg
Acqua	0,9 L



Filo	89,5 mg
Lastre di alluminio	6,5 g



Rifiuti solidi	188,9 g
Acque reflue	0,8 L

Distribuzione a un punto di ritiro (GDO, Amazon, librerie, agenzie di propaganda)



501 km

- 14% PROPAGANDA
- 86% VENDITA

527 km

497 km

Acquisizione da parte dell'utente



1,37 km

- 14% PROPAGANDA
- 86% VENDITA

2,65 km

1,16 km

Dati Comieco (2020)

Riciclo	86,3%
Incenerimento	7,5%
Discarica	5,2%

Fine vita del libro



Conferimento nel rifiuto urbano



2

Dati di inventario



**CREAZIONE DEL PROTOTIPO
IN REDAZIONE**



Elettricità	0,41 kWh
Carta	4,3 g

E-BOOK



Elettricità 11 Wh/libro

Creazione sito del libro ed e-book



Elettricità 1,48 kWh/GB
Malmodin et al. (2014)

**Trasferimento dei file sul dispositivo
(tablet, computer)**

61%
TABLET



27%
LAPTOP



12%
PC DESKTOP



**Studio sull'e-book:
-offline dopo averlo scaricato
-online sul sito**

CONSUMO ORARIO:

7 Wh

19 Wh

60 Wh

ORE STUDIO:

0-60 h/anno

DURATA:

6 anni

4 anni

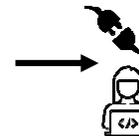
6 anni

ALLOCAZIONE STUDIO:

0%-0,11%

0%-0,17%

0%-0,11%



Elettricità	0 - 1 kWh/libro/anno
Dispositivo	0 - $1,3 \times 10^{-3}$ unità/libro/anno



3

Categorie di impatto

9

Metodo di calcolo degli impatti: metodo Environmental Footprint, versione 3.0 ([Fazio et al., 2018](#))
raccomandato dal Joint Research Centre (JRC) della Commissione Europea

15 CATEGORIE DI IMPATTO CON INDICATORE MIDPOINT

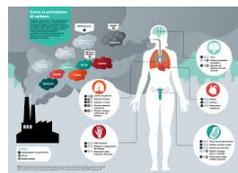


AMBIENTE



- Cambiamento climatico - CC (kg CO₂ eq.)
- Assottigliamento strato di ozono - AO (kg CFC-11 eq.)
- Formazione fotochimica di ozono - FO (kg COVNM eq.)
- Acidificazione (moli H⁺ eq.) - A
- Eutrofizzazione in acqua dolce - ED (kg P eq.)
- Eutrofizzazione marina - EM (kg N eq.)
- Eutrofizzazione terrestre - ET (moli N eq.)
- Ecotossicità delle acque dolci - EC (CTUe)

SALUTE UMANA



- Assunzione di materiale particolato - AP (incidenza di malattia)
- Tossicità umana non cancerogena - TU_{NC} (CTUh)
- Tossicità umana cancerogena - TU_C (CTUh)

CONSUMO DI RISORSE



- Consumo di suolo - CS (Pt)
- Consumo di risorse idriche - CA (m³ di acqua)
- Consumo di risorse, vettori energetici fossili - CR_E (MJ)
- Consumo di risorse, minerali e metalli - CR_M (kg Sb eq.)

NOTA: le sigle indicate accanto a ciascuna categoria sono utilizzate nelle diapositive relative all'esposizione dei risultati



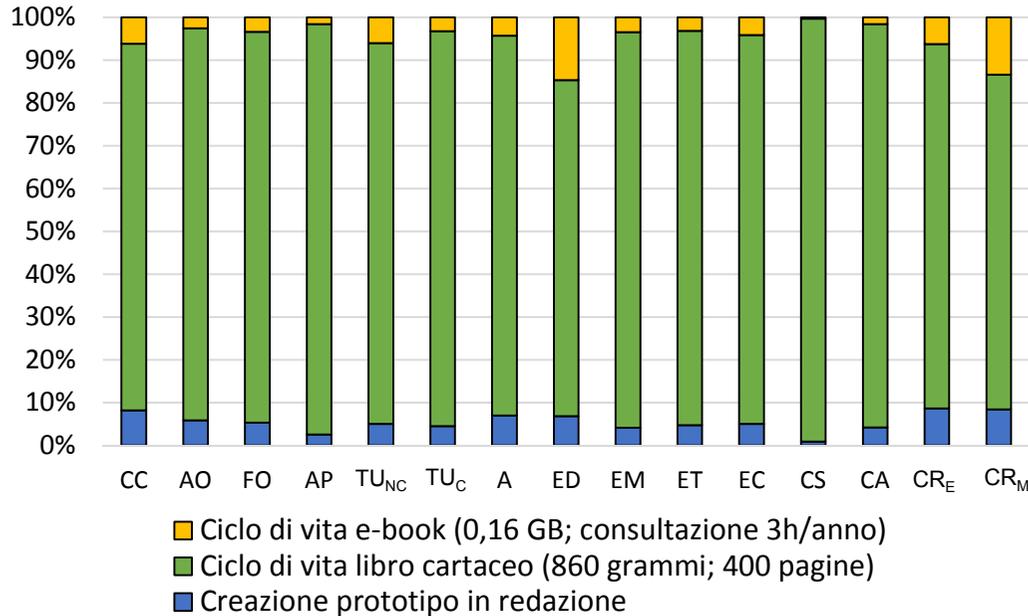
3

Risultati - impatti libro ministeriale B



10

Contributi agli impatti di 1 libro ministeriale di tipo B (scenario attuale Zanichelli)



LEGENDA

CC=cambiamento climatico; AO=assottigliamento strato di ozono; FO=formazione di ozono fotochimico; AP=assunzione di particolato; TU=tossicità umana; A=acidificazione; ED=eutrofizzazione in acqua dolce; EM=eutrofizzazione marina; ET=eutrofizzazione terrestre; EC=ecotossicità acquatica; CS=consumo di suolo; CA=consumo di risorse idriche; CR_E=consumo di risorse energetiche fossili; CR_M=consumo di risorse, minerali e metalli



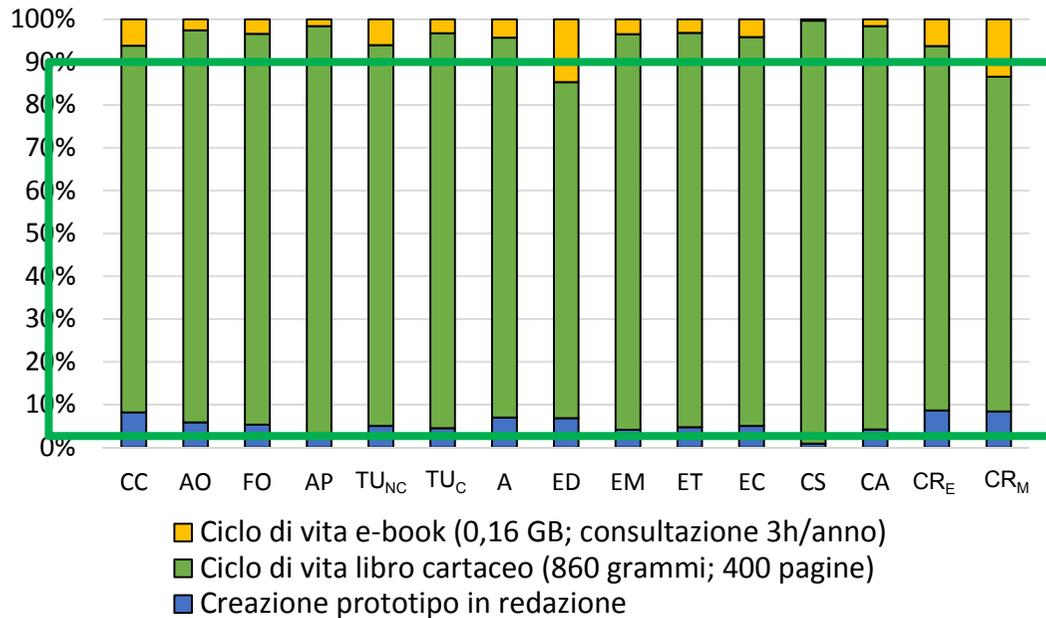
3

Risultati - impatti libro ministeriale B



11

Contributi agli impatti di 1 libro ministeriale di tipo B (scenario attuale Zanichelli)



Categoria

Unità di misura

Scenario Attuale

CC	kg CO ₂ eq./UF	2,23
AO	kg CFC11 eq./UF	4,17×10 ⁻⁷
FO	kg COVNM eq./UF	7,77×10 ⁻³
AP	inc. malattia/UF	1,39×10 ⁻⁷
TU _{NC}	CTUh/UF	2,69×10 ⁻⁸
TU _C	CTUh/UF	1,48×10 ⁻⁹
A	moli H ⁺ eq. /UF	0,01
ED	kg P eq. /UF	6,90×10 ⁻⁴
EM	kg N eq. /UF	3,24×10 ⁻³
ET	moli N eq. /UF	0,03
EC	CTUe/UF	45,86
CS	Pt/UF	143,35
CA	m ³ /UF	2,31
CR _E	MJ/UF	31,54
CR _M	kg Sb eq./UF	1,98×10 ⁻⁵

- **Contributo dominante agli impatti del libro cartaceo (sempre superiore al 78%)**
- Contributo agli impatti del libro digitale secondo l'utilizzo attuale mai superiore al 15% in tutte le categorie di impatto
- Contributo agli impatti della fase di creazione del prototipo in redazione mai superiore al 9% in tutte le categorie di impatto



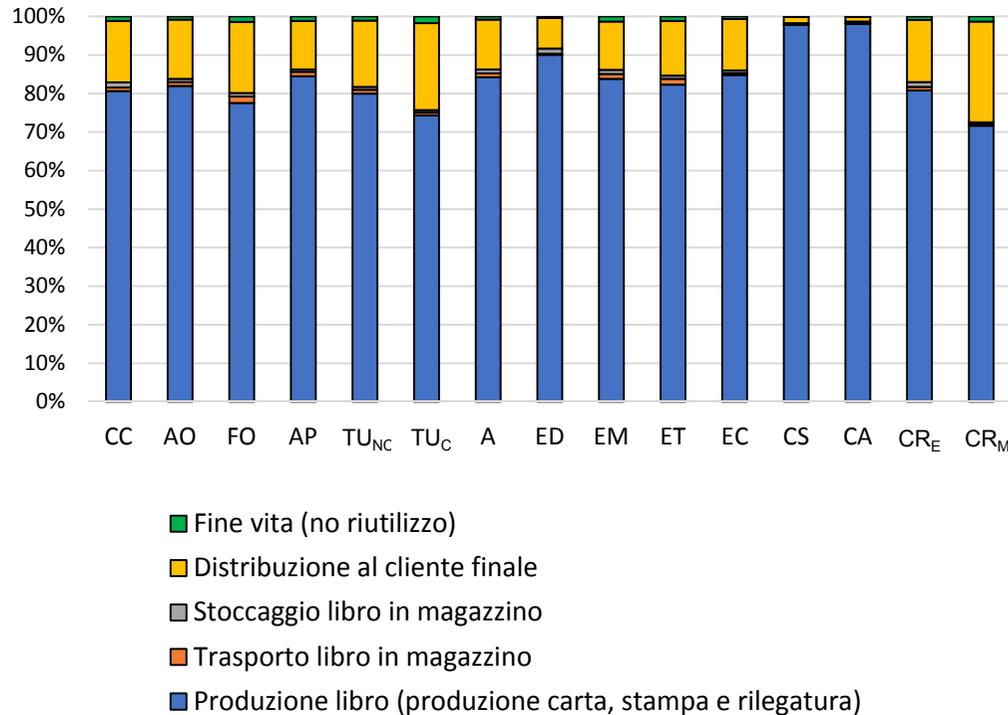
3

Risultati - impatti copia cartacea



12

Contributi agli impatti di 1 copia di libro cartaceo



Categoria	Unità di misura	Valore
CC	kg CO ₂ eq./UF	1,91
AO	kg CFC11 eq./UF	3,82×10 ⁻⁷
FO	kg COVNM eq./UF	7,09×10 ⁻³
AP	inc. malattia/UF	1,33×10 ⁻⁷
TU _{Nc}	CTUh/UF	2,40×10 ⁻⁸
TU _C	CTUh/UF	1,37×10 ⁻⁹
A	moli H ⁺ eq./UF	1,05×10 ⁻²
ED	kg P eq./UF	5,42×10 ⁻⁴
EM	kg N eq./UF	3,00×10 ⁻³
ET	moli N eq./UF	2,86×10 ⁻²
EC	CTUe/UF	41,65
CS	Pt/UF	141,65
CA	m ³ /UF	2,18
CR _E	MJ/UF	26,85
CR _M	kg Sb eq./UF	1,55×10 ⁻⁵

- **Contributo predominante** agli impatti (superiore al 72%) associato alla **fase produttiva del libro**
- La fase di **distribuzione** (consegna al rivenditore + acquisizione da parte dell'utente) presenta un contributo all'impatto generalmente maggiore del 10%, ma **mai superiore al 26%**
- Contributo inferiore al 2% per le fasi: trasporto del libro in magazzino, stoccaggio in magazzino e fine vita dopo l'uso. **Per quest'ultima fase, è stata considerata preliminarmente la situazione peggiore (mancato riutilizzo)**



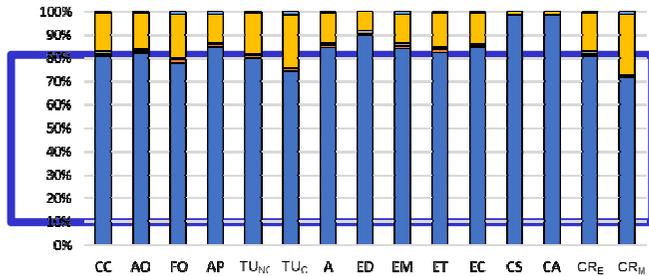
3

Risultati - impatti copia cartacea



13

Contributi agli impatti libro cartaceo

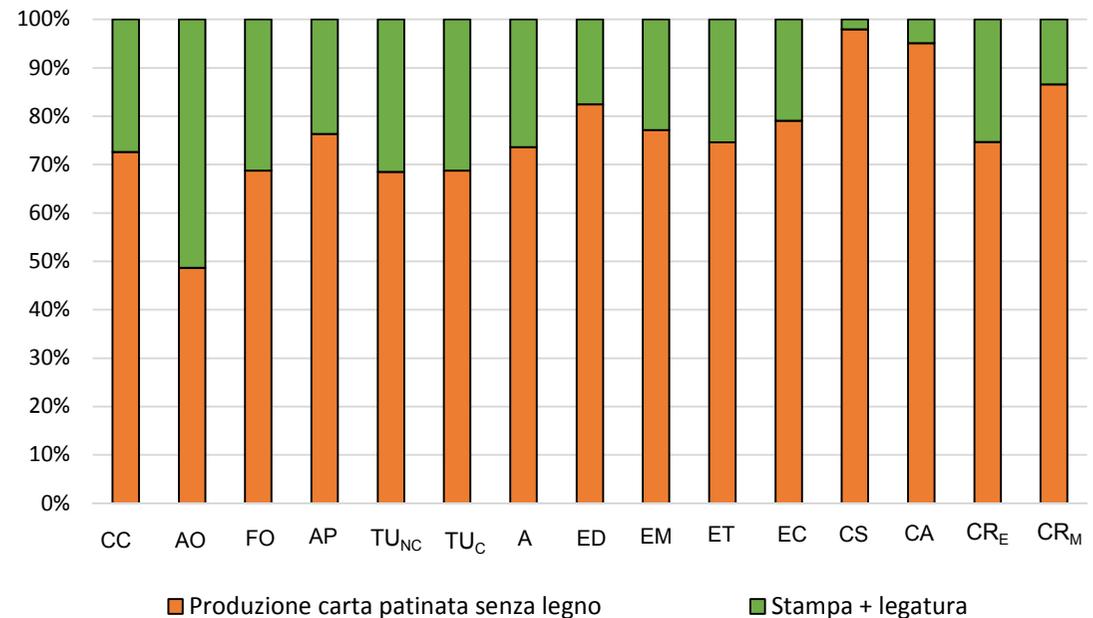


- Fine vita (no riutilizzo)
- Distribuzione al cliente finale
- Stoccaggio libro in magazzino
- Trasporto libro in magazzino
- Produzione libro (produzione carta, stampa e rilegatura)



➤ Eccetto per la categoria di impatto AO, oltre il 68% dell'impatto di produzione del libro cartaceo è associato alla realizzazione della **carta patinata vergine senza legno**

Impatti produzione libro (produzione carta, stampa e rilegatura)





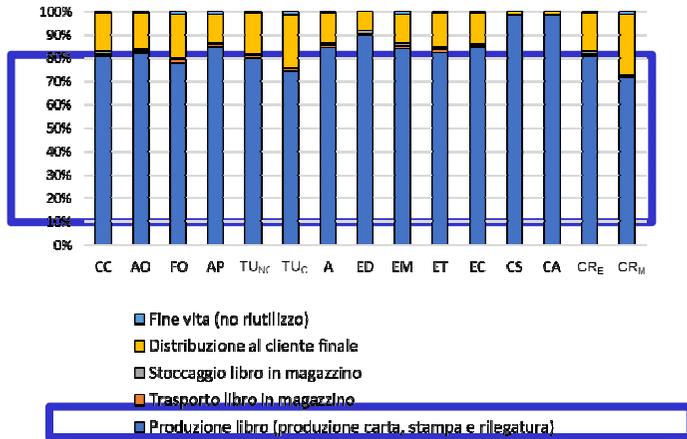
3

Risultati - impatti copia cartacea



14

Contributi agli impatti libro cartaceo



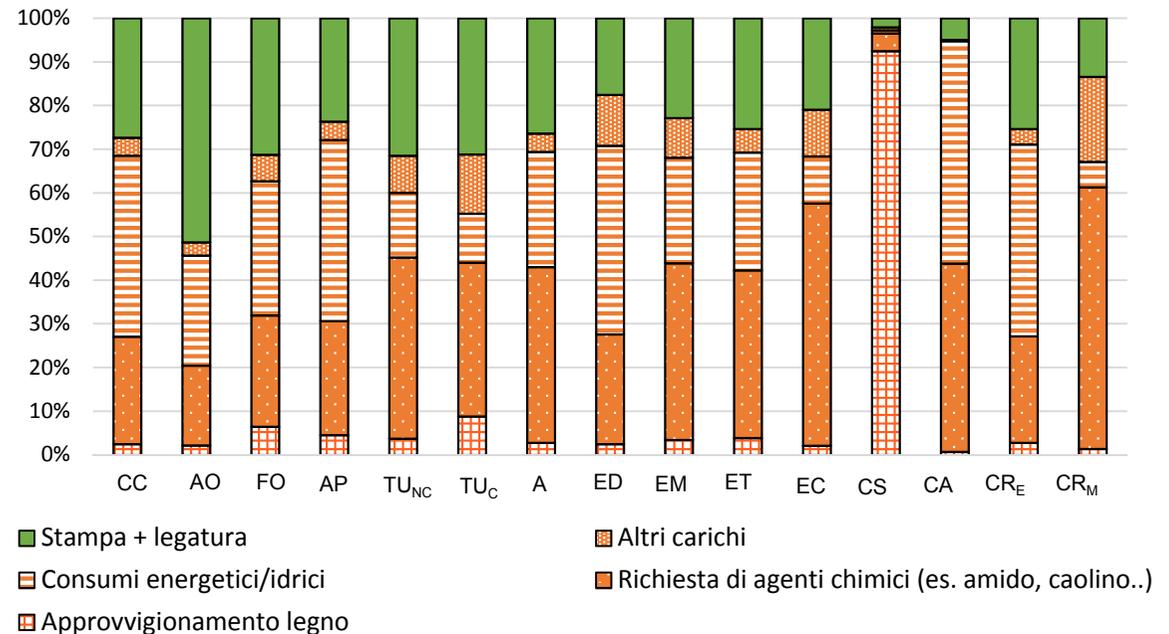
COME MIGLIORARE?

- **Ridurre la richiesta di carta a parità di prodotto**
- Valutare l'utilizzo di tipologie di carta alternative (es. carta riciclata)
- Rifornirsi da cartiere ambientalmente virtuose (in termini di mix energetico, di reagenti e di efficienza del processo)

- Gli impatti principali nella fase di produzione della carta sono legati ai **consumi energetici** e all'uso di **reagenti chimici** del processo per tutte le categorie di impatto eccetto il *consumo di suolo*. In quest'ultima categoria, l'impatto è dominato dall'approvvigionamento del legno
- Il processo produttivo della carta è stato modellizzato in accordo con i dati di una cartiera non integrata europea di grandi dimensioni (documento [BREF](#))



Impatti produzione libro (produzione carta, stampa e rilegatura)





3

Risultati - impatti copia cartacea (sensibilità grammatura libro)

15



SCENARIO ATTUALE

GRAMMATURA: 70 g/m²

PESO LIBRO: 860 grammi

(valore inclusivo della copertina di 30 grammi)



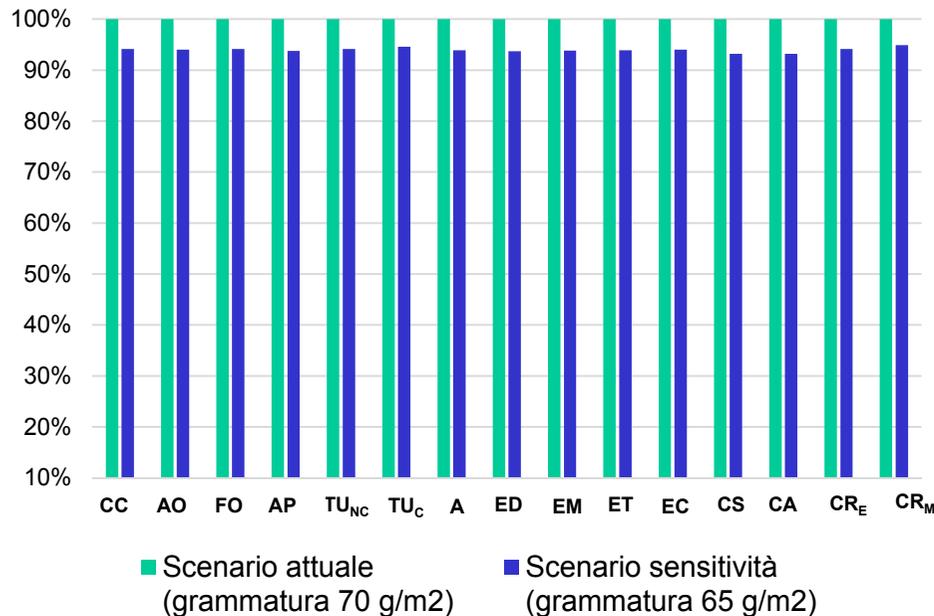
SCENARIO SENSITIVITA'

GRAMMATURA: 65 g/m²

PESO LIBRO: 801 grammi **-7%**

(valore inclusivo della copertina di 30 grammi)

Variazione impatti ciclo di vita libro cartaceo



Variazione degli impatti del libro cartaceo contenuta entro il 5-7%



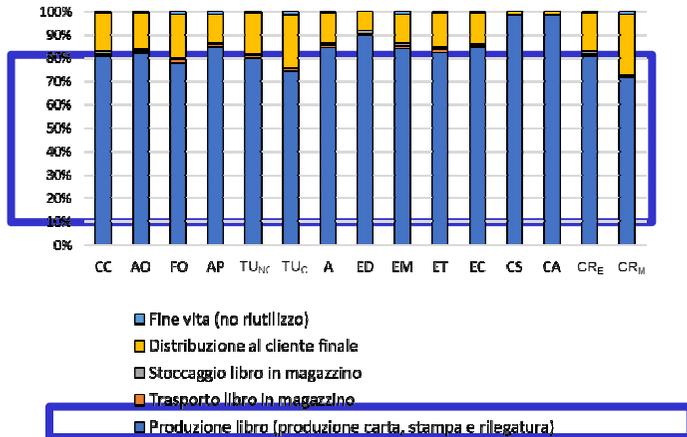
3

Risultati - impatti copia cartacea



16

Contributi agli impatti libro cartaceo



COME MIGLIORARE?

- Ridurre la distanza di approvvigionamento della carta
- Scegliere fornitori di stampa anche sulla base di criteri di sostenibilità ambientale

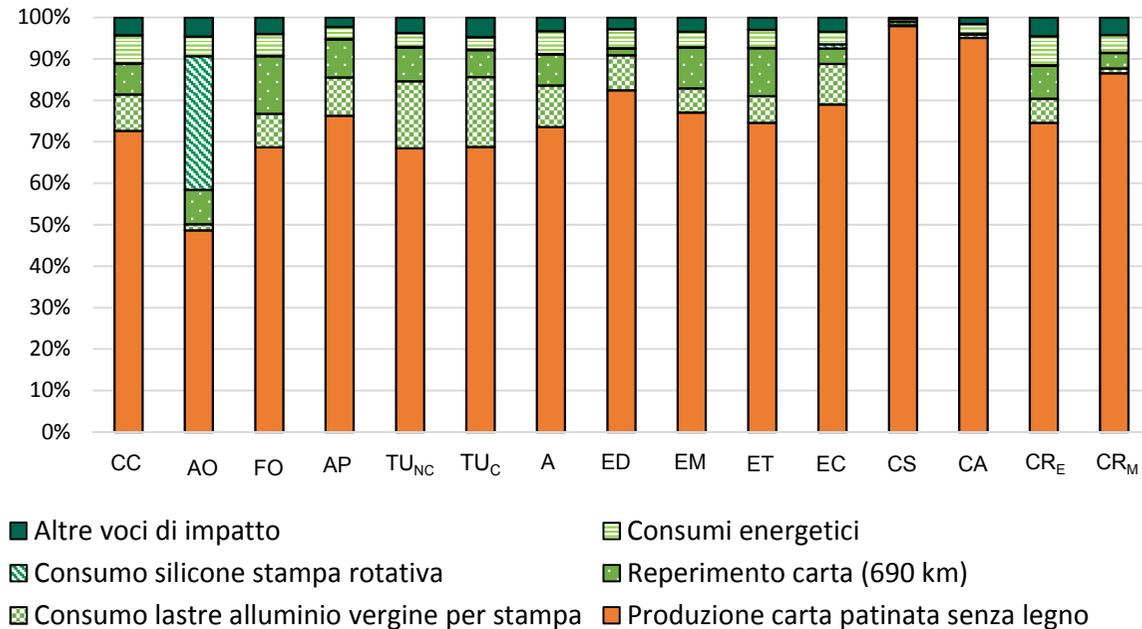


Impatti produzione libro (produzione carta, stampa e rilegatura)

- Nelle categorie di impatto dove la fase di stampa e legatura comporta un carico ambientale significativo (superiore al 30%) gli impatti ambientali sono principalmente dovuti a:

- consumo di silicone (AO)
- reperimento carta - 700km (FO)
- consumo di lastre di alluminio vergine (TU_{NC} e TU_C)

- I carichi ambientali associati ai consumi energetici sono più contenuti (la modellizzazione della fase di stampa e legatura è avvenuta in accordo con i dati di fornitori ambientalmente virtuosi)





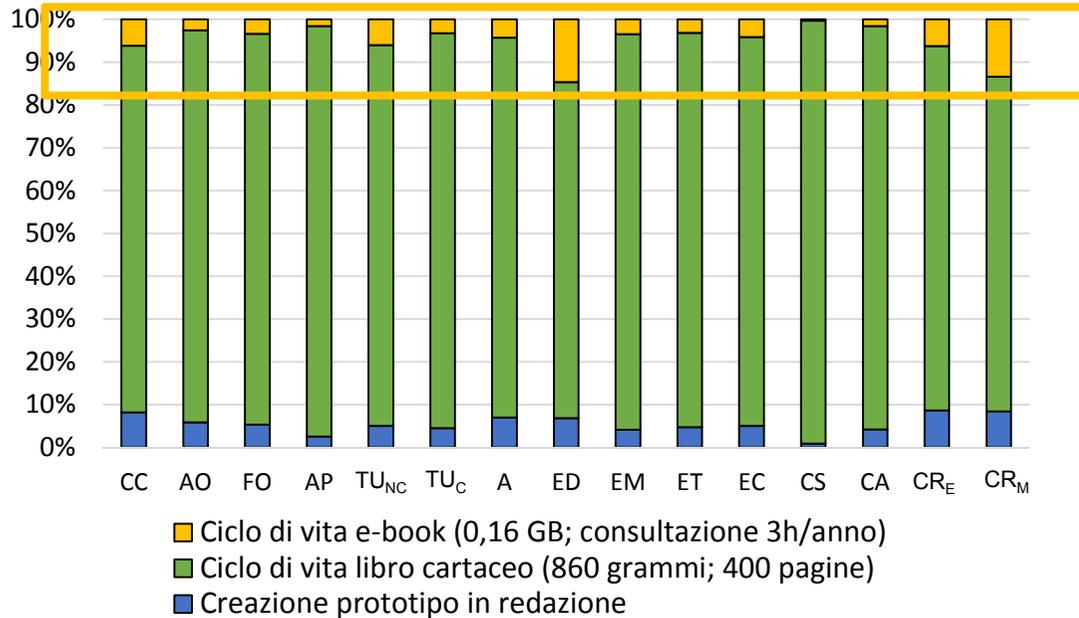
3

Risultati - impatti libro ministeriale B



17

Contributi agli impatti di 1 libro ministeriale di tipo B
(scenario attuale Zanichelli)



CASO ATTUALE

- Scaricamento di 0,16 GB/anno -1/8 capitoli
- 3 h/ore anno di studio sul digitale - 5% del tempo dedicato all'apprendimento di una materia

- Contributo dominante agli impatti del libro cartaceo (sempre superiore al 78%)
- **Contributo agli impatti del libro digitale secondo l'utilizzo attuale mai superiore al 15% in tutte le categorie di impatto**
- Contributo agli impatti della fase di creazione del prototipo in redazione mai superiore al 9% in tutte le categorie di impatto

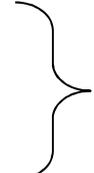
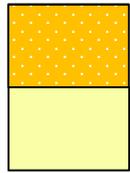


3

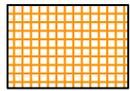
Risultati - sensibilità impatti e-book



18



Impatti STUDIO ripartiti tra CONSUMO ELETTRICO e PRODUZIONE del DISPOSITIVO → dipendenti linearmente dalle ore di studio dell'utente



Impatti TRASFERIMENTO → dipendenti linearmente dai GB scaricati



Impatti creazione sito ed e-book (fissi)

Impatti del ciclo di vita dell'e-book strettamente dipendenti dal comportamento dell'utente



Analisi di sensibilità per studiare la variazione dei carichi ambientali del libro di tipo B in funzione delle *modalità d'uso del digitale*



LIBRO CARTACEO medio: **860 grammi** (copertina inclusa), **400 pagine** e **grammatura 70 g/m²**



E-BOOK MULTIMEDIALE

SCENARIO ATTUALE - USO RIDOTTO digitale

E-book consultati

50%

GB/anno

1/4 capitoli (0,32 GB)

Ore studio/anno

6 ore (10%)

SCENARIO SENSITIVITÀ - USO ESTREMO digitale

100%

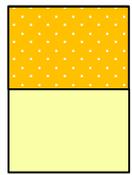
Tutti capitoli (1,28 GB)

60 ore (100%)

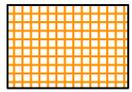


3

Risultati - sensibilità impatti e-book



Impatti STUDIO ripartiti tra CONSUMO ELETTRICO e PRODUZIONE del DISPOSITIVO → dipendenti linearmente dalle ore di studio dell'utente



Impatti TRASFERIMENTO → dipendenti linearmente dai GB scaricati

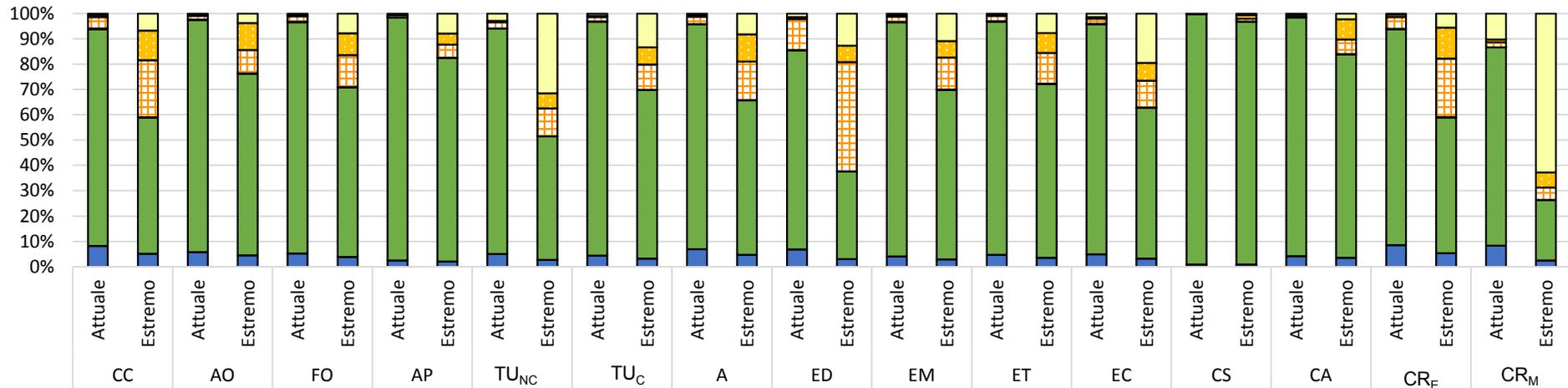


Impatti creazione sito ed e-book (fissi)

IMPATTI LIBRO B

Categoria	Unità di misura	Uso ridotto digitale	Uso estremo digitale
CC	kg CO ₂ eq./UF	2,23	3,55 (+59%)
AO	kg CFC11 eq./UF	4,17×10 ⁻⁷	5,33×10 ⁻⁷ (+28%)
FO	kg COVNM eq./UF	7,77×10 ⁻³	1,06×10 ⁻² (+36%)
AP	inc. malattia/UF	1,39×10 ⁻⁷	1,66×10 ⁻⁷ (+19%)
TU _{NC}	CTUh/UF	2,69×10 ⁻⁸	4,92×10⁻⁸ (+83%)
TU _C	CTUh/UF	1,48×10 ⁻⁹	2,05×10 ⁻⁹ (+39%)
A	moli H ⁺ eq./UF	0,01	0,02 (+46%)
ED	kg P eq./UF	6,90×10 ⁻⁴	1,57×10⁻³ (+127%)
EM	kg N eq./UF	3,24×10 ⁻³	4,48×10 ⁻³ (+38%)
ET	moli N eq./UF	0,03	0,04 (+34%)
EC	CTUe/UF	45,86	70,00 (+53%)
CS	Pt/UF	143,35	147,78 (+3%)
CA	m ³ /UF	2,31	2,71 (+17%)
CR _E	MJ/UF	31,54	50,16 (+59%)
CR _M	kg Sb eq./UF	1,98×10 ⁻⁵	6,51×10⁻⁵ (+229%)

Analisi dei contributi libro ministeriale B



■ Creazione prototipo in redazione

■ Ciclo di vita libro cartaceo

■ Creazione sito ed e-book

■ Trasferimento file

■ Studio sul digitale - consumo di energia elettrica

■ Studio sul digitale - produzione del dispositivo

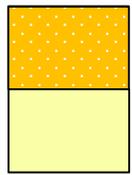


3

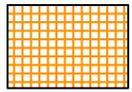
Risultati - sensibilità impatti e-book



20



Impatti STUDIO ripartiti tra CONSUMO ELETTRICO e PRODUZIONE del DISPOSITIVO → dipendenti linearmente dalle ore di studio dell'utente



Impatti TRASFERIMENTO → dipendenti linearmente dai GB scaricati

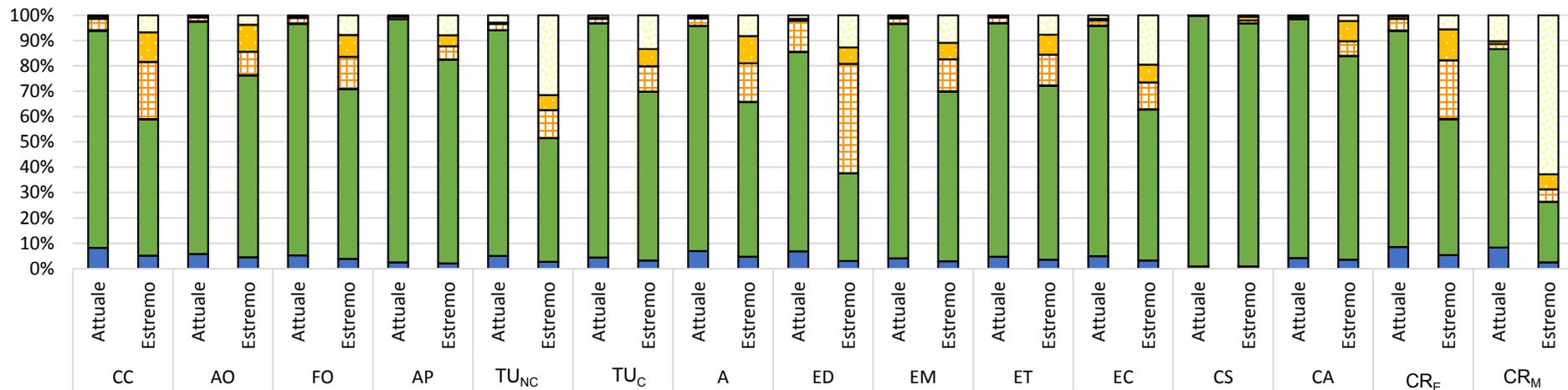


Impatti creazione sito ed e-book (fissi)

COSA SI EVINCE DALLA SENSIBILITÀ?

- Le modalità d'uso del digitale influenzano significativamente le prestazioni ambientali del libro misto di tipologia B, soprattutto nelle categorie di impatto $CC/TU_{NC}/ED/EC/CR_E$ e CR_M . In tali categorie, nel caso di sfruttamento massimo del digitale, il contributo del ciclo di vita dell'e-book supera il 35% dell'impatto complessivo. L'impatto complessivo del prodotto aumenta conseguentemente nell'intervallo 53% (categoria EC) - 229% (categoria CR_M)
- $CC/ED/CR_E$: gli impatti del digitale sono principalmente associati al consumo di elettricità per il trasferimento del file e alla successiva consultazione
- $TU_{NC}/EC/CR_M$: gli impatti del digitale sono prevalentemente legati alla produzione del dispositivo, in particolare dello schermo a cristalli liquidi (TU_{NC}) e dei circuiti stampati (EC e CR_M)

Analisi dei contributi libro ministeriale B



■ Creazione prototipo in redazione

■ Ciclo di vita libro cartaceo

■ Creazione sito ed e-book

■ Traferimento file

■ Studio sul digitale - consumo di energia elettrica

■ Studio sul digitale - produzione del dispositivo

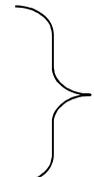
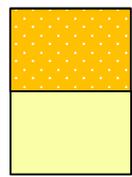


3

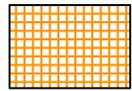
Risultati - sensibilità impatti e-book



21



Impatti STUDIO ripartiti tra CONSUMO ELETTRICO e PRODUZIONE del DISPOSITIVO → dipendenti linearmente dalle ore di studio dell'utente



Impatti TRASFERIMENTO → dipendono linearmente dai GB scaricati



Impatti creazione sito ed e-book (fissi)

	Unità di misura	IMPATTI SITO	0,13 GB 1 CAPITOLO	STUDIO 6h/anno 10% studio complessivo
CC	kg CO ₂ eq./UF	4,96×10 ⁻³	7,98×10 ⁻²	0,07
AO	kg CFC11 eq./UF	6,75×10 ⁻¹⁰	4,93×10 ⁻⁹	7,66×10 ⁻⁹
FO	kg COVNM eq./UF	1,06×10 ⁻⁵	1,34×10 ⁻⁴	1,74×10 ⁻⁴
AP	inc. malattia/UF	7,66×10 ⁻¹¹	8,68×10 ⁻¹⁰	2,04×10 ⁻⁹
TU _{NC}	CTUh/UF	2,42×10 ⁻¹¹	5,42×10 ⁻¹⁰	1,84×10 ⁻⁹
TU _C	CTUh/UF	1,08×10 ⁻¹²	2,05×10 ⁻¹¹	4,14×10 ⁻¹¹
A	moli H ⁺ eq./UF	2,16×10 ⁻⁵	2,61×10 ⁻⁴	3,26×10 ⁻⁴
ED	kg P eq./UF	1,08×10 ⁻⁶	6,76×10 ⁻⁵	3,00×10 ⁻⁵
EM	kg N eq./UF	3,41×10 ⁻⁶	5,64×10 ⁻⁵	7,80×10 ⁻⁵
ET	moli N eq./UF	3,78×10 ⁻⁵	5,05×10 ⁻⁴	0,001
EC	CTUe/UF	4,64×10 ⁻²	0,74	1,86
CS	Pt/UF	1,27×10 ⁻²	0,18	0,30
CA	m ³ /UF	2,51×10 ⁻³	0,02	0,028
CR _E	MJ/UF	7,36×10 ⁻²	1,16	0,89
CR _M	kg Sb eq./UF	1,02×10 ⁻⁸	3,24×10 ⁻⁷	4,47×10 ⁻⁶

➤ Vengono forniti gli impatti del ciclo di vita dell'e-book per singola fase così da poter comporre qualsiasi scenario relativo al libro ministeriale di tipo B (utile anche come esercizio didattico)

ESEMPIO: Calcolo impronta carbonica e-book per lo scaricamento di 6 capitoli (0,78 GB) e lo studio di 40 h/anno

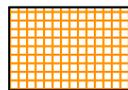
4,96 × 10⁻³ kg CO₂ eq./UF



SITO per EBOOK



(7,98 × 10⁻² × 6) kg CO₂ eq./UF



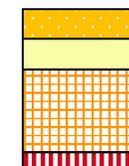
TRASFERIMENTO CAPITOLI



(0,07 × 40h/6h) kg CO₂ eq./UF



USO DISPOSITIVO



0,95 kg CO₂ eq./UF



4

Categorie di impatto ambientale raccomandate per la comunicazione su ampia scala

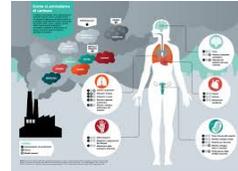
22

AMBIENTE



- Cambiamento climatico
CC (kg CO₂ eq.)

SALUTE UMANA



- Assunzione di materiale particolato
AP (incidenza di malattia)

CONSUMO DI RISORSE



- Consumo di risorse energetiche fossili - CR_E (MJ)
- Consumo di risorse, minerali e metalli - CR_M (kg Sb eq.)

- Categorie che presentano l'impatto ambientale maggiore dopo avere effettuato la fase di normalizzazione e di pesatura in accordo con le più recenti indicazioni della commissione europea
- Categorie che coprono tutte le aree di impatto
- Categorie che fanno riferimento a problematiche ambientali abbastanza comprensibili da un pubblico eterogeneo
- Categorie nelle quali si registrano dei comportamenti differenti in termini di impatto in relazione alle modalità d'uso del digitale

Per tali categorie di impatto, sono stati analizzati **tre scenari del libro ministeriale di tipo B in relazione alle diverse modalità d'uso del digitale** e **1 scenario** di analisi degli impatti **del libro scolastico in sola modalità digitale** (libro ministeriale C). Quest'ultimo si ipotizza che mantenga le stesse caratteristiche, in termini di dimensioni di file, dell'e-book attuale



4

Categorie di impatto ambientale raccomandate per la comunicazione su ampia scala

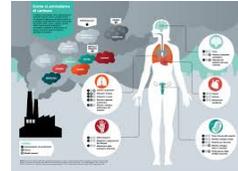
23

AMBIENTE



- Cambiamento climatico
CC (kg CO₂ eq.)

SALUTE UMANA



- Assunzione di materiale particolato
AP (incidenza di malattia)

CONSUMO DI RISORSE



- Consumo di risorse energetiche fossili - CR_E (MJ)
- Consumo di risorse, minerali e metalli - CR_M (kg Sb eq.)

➤ Nelle diapositive successive, saranno mostrati dei confronti tra gli impatti ambientali del libro di tipo B e quelli legati ad alcune azioni quotidiane (consumo di mele e trasporto con auto):

- Mela - certificazione ambientale EPD Assomela (fonte: [qui](#)) 
- Trasporto in macchina - dataset di ecoinvent 3.6 *Transport, passenger car, small size, petrol, EURO 3 {RER}* 

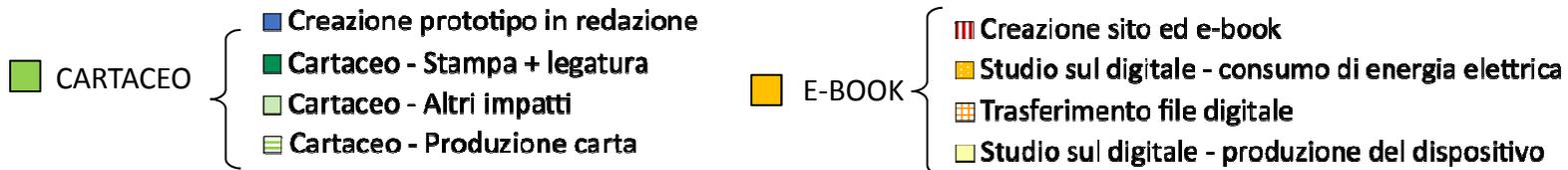
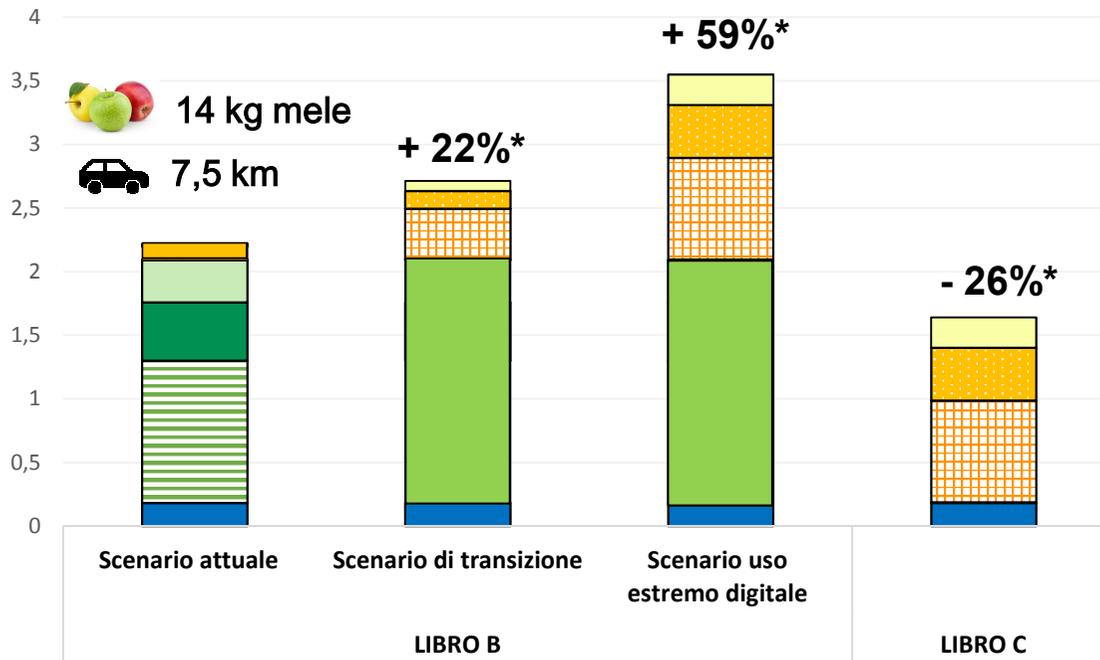
Il metodo di calcolo degli indicatori di impatto per le situazioni in elenco è sempre il metodo EF (versione 3.0)



4

Cambiamento Climatico (CC)

Cambiamento climatico (kg CO₂eq./UF)



SCENARIO ATTUALE: 50% dei libri consultati come e-book trasferendo 0,32 GB/anno per un uso di 6 ore/anno

SCENARIO TRANSIZIONE: 100% dei libri consultati come e-book trasferendo 0,64 GB/anno (metà libro) per un uso di 20 ore/anno

SCENARIO ESTREMO: 100% dei libri consultati come e-book trasferendo 1,28 GB (tutto il libro) per un uso di 60 ore/anno

* Variazione percentuale rispetto allo scenario attuale

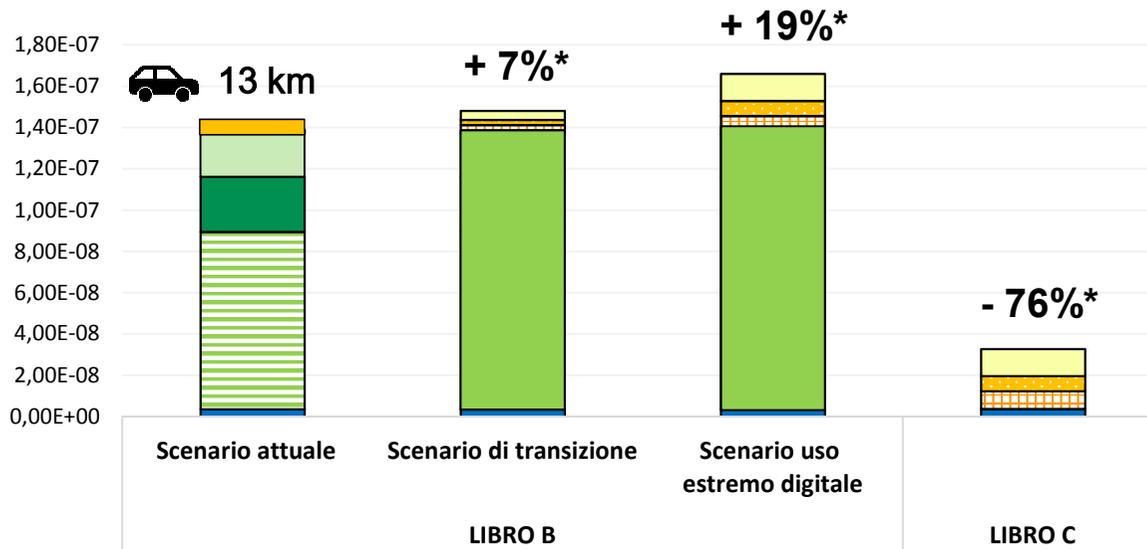
- Gli impatti sul cambiamento climatico del libro ministeriale B nello scenario attuale sono principalmente associati al ciclo di vita del libro cartaceo, in particolare alla produzione della carta patinata vergine
- Un uso crescente dell'e-book associato al libro B comporterebbe impatti non trascurabili per i consumi elettrici della fase di trasferimento e di consultazione del testo
- La categoria di impatto *consumo di risorse energetiche fossili* presenta un andamento simile



4

Assunzione di materiale Particolato (AP)

Assunzione di materiale particolato (incidenza di malattia/UF)

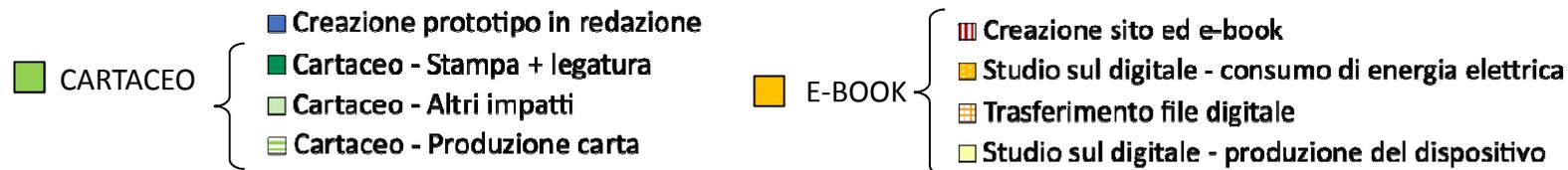


SCENARIO ATTUALE: 50% dei libri consultati come e-book trasferendo 0,32 GB/anno per un uso di 6 ore/anno

SCENARIO TRANSIZIONE: 100% dei libri consultati come e-book trasferendo 0,64 GB/anno (metà libro) per un uso di 20 ore/anno

SCENARIO ESTREMO: 100% dei libri consultati come e-book trasferendo 1,28 GB (tutto il libro) per un uso di 60 ore/anno

* Variazione percentuale rispetto allo scenario attuale



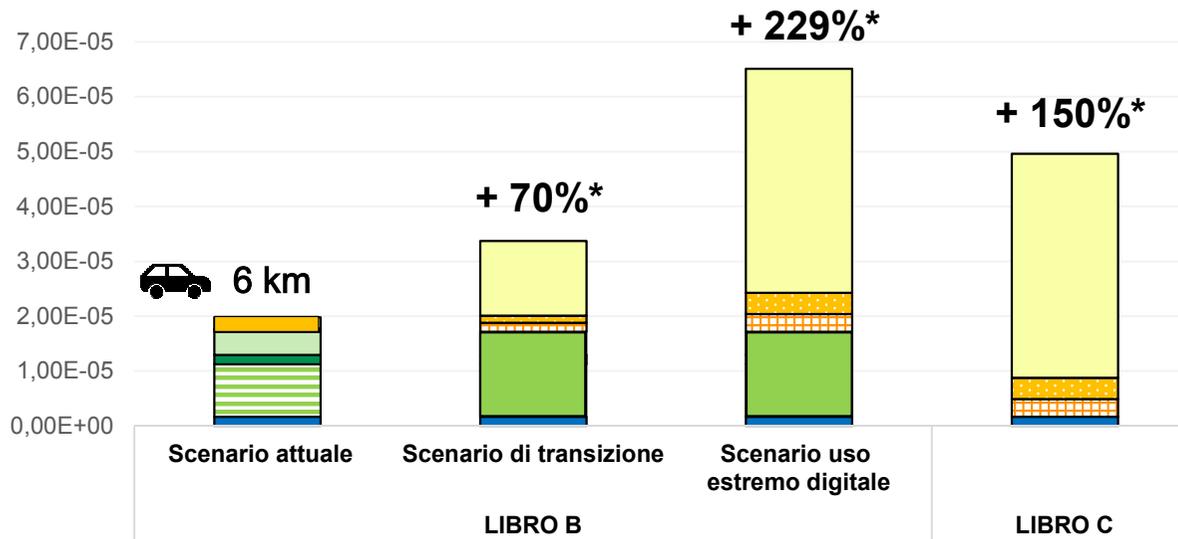
- Gli impatti sull'assunzione di materiale particolato del libro ministeriale B nello scenario attuale sono principalmente associati al ciclo di vita del libro cartaceo, in particolare alla produzione della carta patinata vergine. Le emissioni di polveri sono riconducibili al processo di lavorazione del legno dal quale si ottiene la polpa; inoltre l'energia richiesta per il processo in cartiera è principalmente prodotta a partire da biomassa di scarto con emissione non trascurabile di particolato
- Un uso crescente dell'e-book associato al libro di tipo B comporterebbe un aumento degli impatti contenuto entro il 20%



4

Consumo di risorse, Minerali e Metalli (CR_M)

Consumo di risorse minerali e metalli (kg Sb/UF)

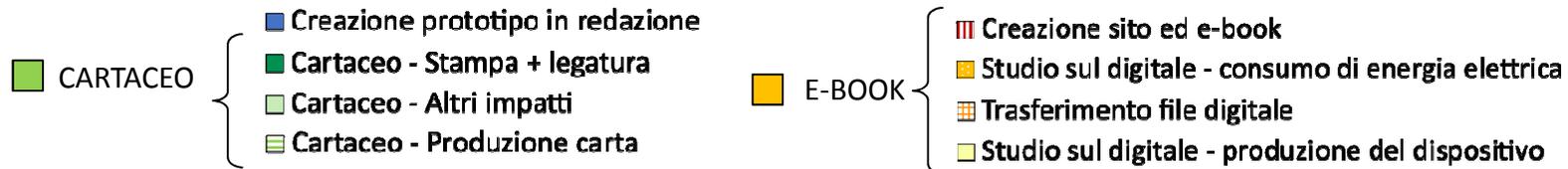


SCENARIO ATTUALE: 50% dei libri consultati come e-book trasferendo 0,32 GB/anno per un uso di 6 ore/anno

SCENARIO TRANSIZIONE: 100% dei libri consultati come e-book trasferendo 0,64 GB/anno (metà libro) per un uso di 20 ore/anno

SCENARIO ESTREMO: 100% dei libri consultati come e-book trasferendo 1,28 GB (tutto il libro) per un uso di 60 ore/anno

* Variazione percentuale rispetto allo scenario attuale



Un uso crescente dell'e-book del libro di tipo B comporta un aumento significativo degli impatti nella categoria *consumo di risorse minerali e metalli*, principalmente dovuto all'utilizzo di rame ed oro nella costruzione del dispositivo elettronico



- Questo studio ha valutato **le prestazioni ambientali** del ciclo di vita del **libro ministeriale di tipo B** commercializzato da Zanichelli
- Gli impatti ambientali del libro di tipo B secondo l'utilizzo attuale dell'e-book (trasferimento di 0,16 GB/anno e consultazione per 3h/anno) sono **principalmente associati alla fase di produzione del libro di carta**
- Nella produzione del libro cartaceo, il **carico ambientale più importante** è associato alla **produzione della carta patinata vergine in cartiera**
- Gli **impatti legati al ciclo di vita dell'e-book sono trascurabili nello scenario attuale** ma **variano** a seconda delle **modalità d'uso da parte dell'utente** (quantità di GB trasferiti e ore di utilizzo del dispositivo elettronico per la consultazione)
- **Incrementando l'uso dell'e-book** da parte dell'utente, si verificherebbe un **aumento significativo degli impatti del libro di tipo B** soprattutto nelle categorie *cambiamento climatico, tossicità umana non cancerogena, eutrofizzazione in acqua dolce, ecotossicità, consumo di risorse energetiche fossili e consumo di risorse, minerali e metalli*
- Se l'editoria scolastica si orientasse sul **solo libro digitale (libro C)**, **gli impatti** generati da tale prodotto **sarebbero minori** di quelli generati dal libro B nello scenario attuale **in 12 su 15 categorie, confrontabili in 1 categoria (tossicità umana non cancerogena) e maggiori in 2 categorie (eutrofizzazione in acqua dolce e consumo di risorse minerali e metalli)***

* Tale affermazione è valida ipotizzando che l'e-book del libro di tipologia ministeriale C mantenga le stesse caratteristiche, in particolare le stesse dimensioni del file (in termini di GB scaricati) del libro misto di tipologia B.



Assessment on WASTE
and RESOURCES

<http://www.aware.polimi.it/>

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE!**