

Avanzamenti metodologici nella quantificazione delle prestazioni ambientali dei centri del riuso

Mary Jo F. A. Nichilo^{1*}, Giulia Cavenago¹,
Mario Grosso¹, Lucia Rigamonti¹

¹ Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133, Milano, Italia

*relatore

XVIII Convegno dell'Associazione Rete Italiana LCA
3-5 LUGLIO 2024
UNIVERSITÀ "G. D'ANNUNZIO"
CHIETI-PESCARA - CAMPUS DI PESCARA

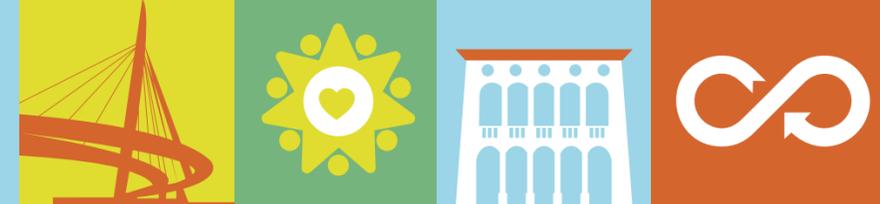


POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

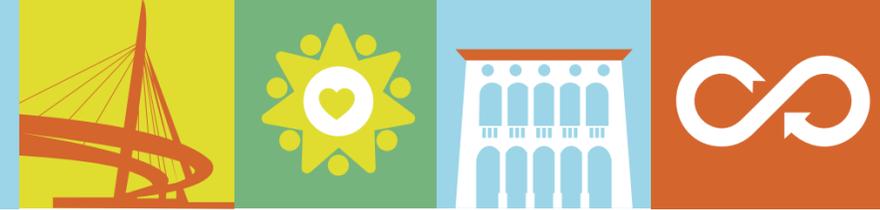


Assessment on WASTE
and REsources <http://www.aware.polimi.it>



Indice dei contenuti

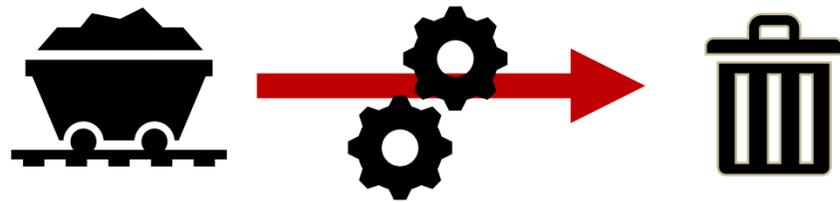
1. Introduzione	1
2. Materiali e metodi	2
2.1 Impostazione del modello	2
2.2 Implementazione dell'analisi LCA	5
2.3 Calcolo dell'impatto netto	6
2.4 Analisi di sensibilità e di <i>breakeven</i>	8
3. Risultati	9
4. Conclusioni	10
5. Limitazioni e sviluppi futuri	11



1. Introduzione

Modello economico attuale: lineare

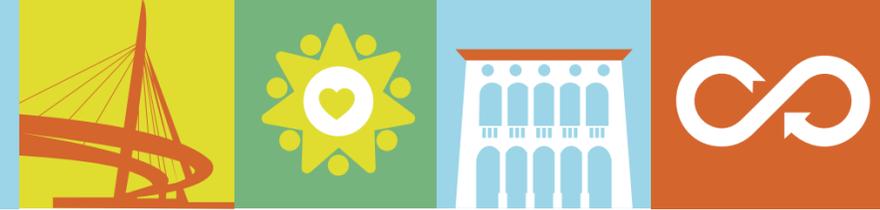
«prendi – produci – smaltisci»



Modello economico circolare:

«i prodotti di oggi sono anche le risorse di domani»





1. Introduzione

Modello economico attuale: lineare

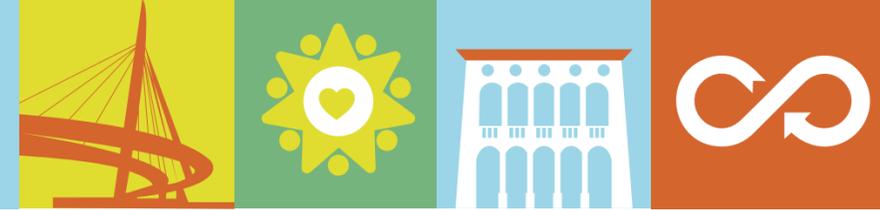
«prendi – produci – smaltisci»



Modello economico circolare:

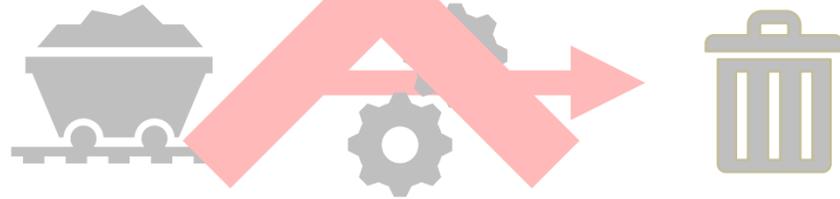
«i prodotti di oggi sono anche le risorse di domani»





1. Introduzione

Modello economico attuale: lineare
 «prendi - produci - smaltisci»



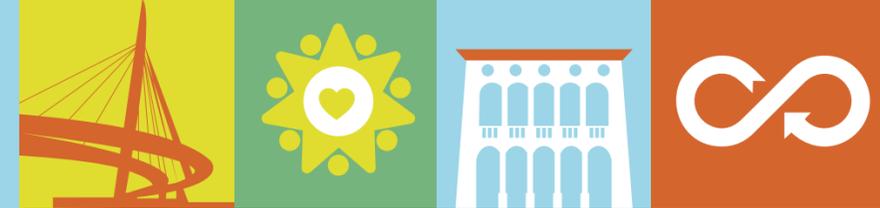
Direttiva Quadro Rifiuti (2008/98/CE)



Modello economico circolare:

«i prodotti di oggi sono anche le risorse di domani»

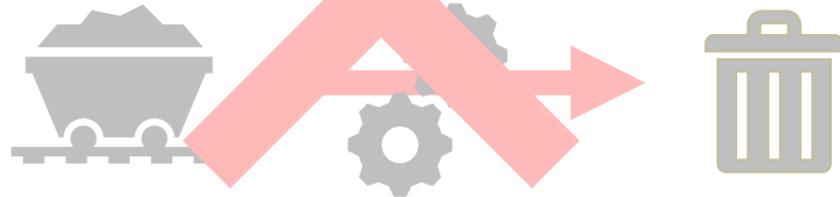




1. Introduzione

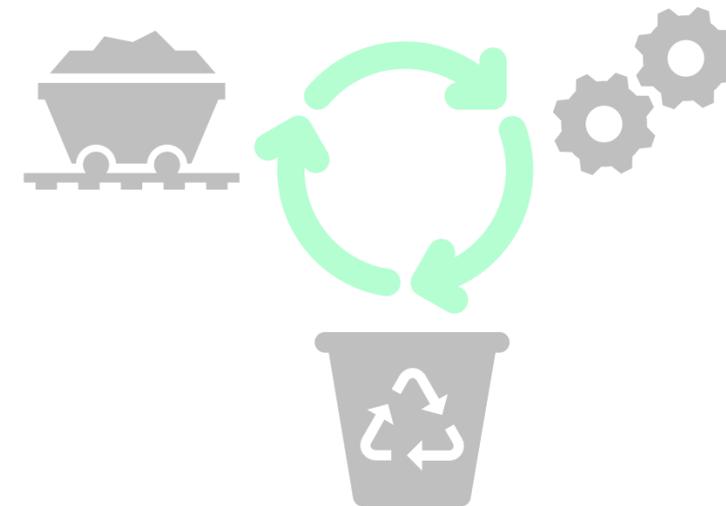
Modello economico attuale: lineare

«prendi - produci - smaltisci»



Modello economico circolare:

«i prodotti di oggi sono anche le risorse di domani»



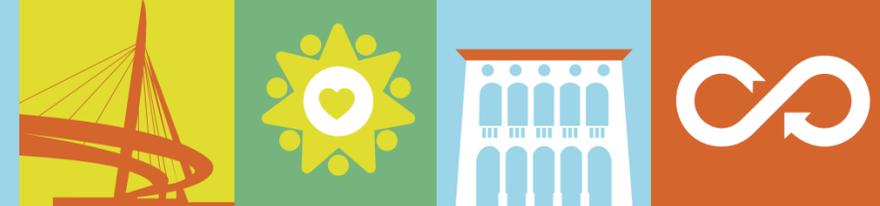
Direttiva Quadro Rifiuti (2008/98/CE)



Obiettivo del lavoro:
 definizione di una **metodologia** per la valutazione dell'**impatto ambientale associato alla pratica del riutilizzo** dei beni promossa dai **centri del riuso**

strutture in cui si svolgono principalmente attività di deposito e successiva vendita di beni usati riutilizzabili





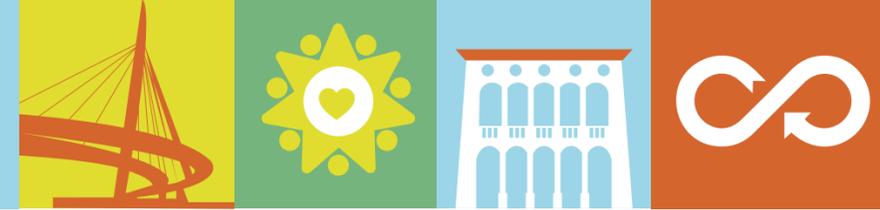
2. Materiali e metodi

2.1 Impostazione del modello

Sviluppo di un modello:

- ad-hoc per **esaminare se e in che misura il riutilizzo** promosso dalle attività dei centri del riuso **possa effettivamente comportare benefici ambientali**
- basato sull'analisi del ciclo di vita (*Life Cycle Assessment, LCA*)

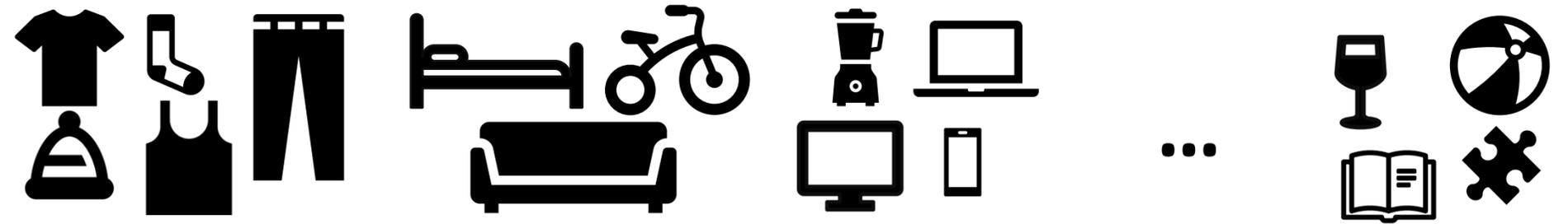


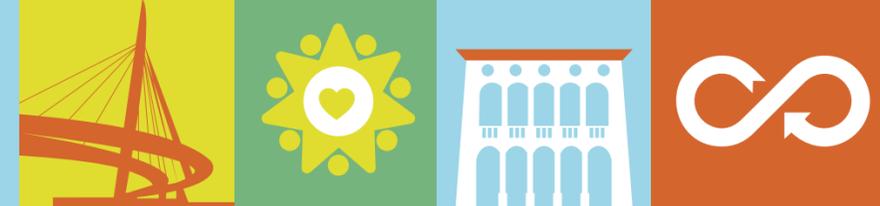


2. Materiali e metodi

2.1 Impostazione del modello

I centri del riuso offrono una **molteplicità di beni usati**





2. Materiali e metodi

2.1 Impostazione del modello

I centri del riuso offrono una
molteplicità di beni usati

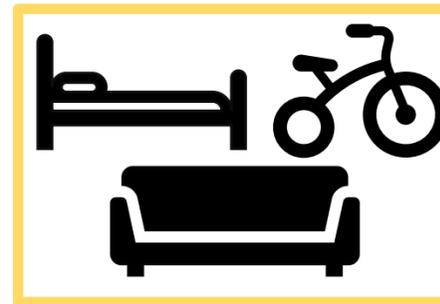


Identificazione di **N** categorie di
prodotto significative A = 1...N



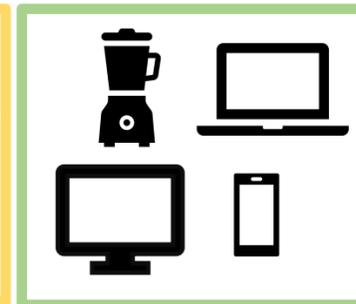
abbigliamento

A = 1



beni di grandi
dimensioni

A = 2



apparecchi
elettronici

A = 3

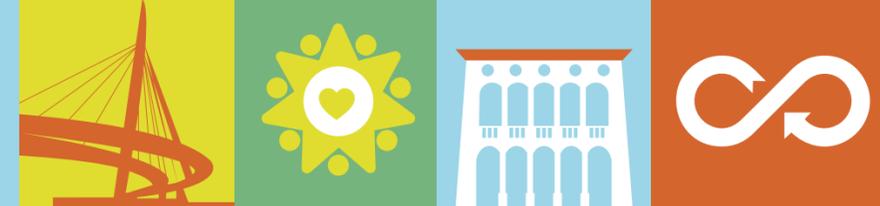
...



oggettistica

A = N

...



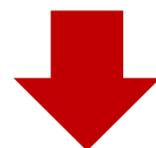
2. Materiali e metodi

2.1 Impostazione del modello

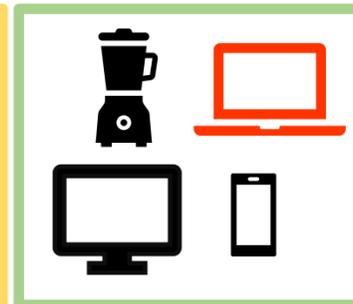
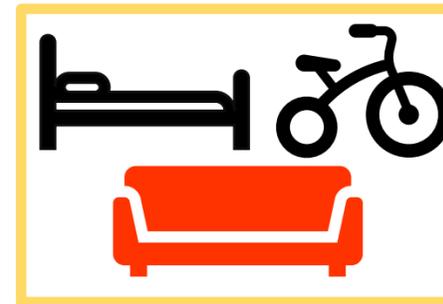
I centri del riuso offrono una **molteplicità di beni usati**



Identificazione di **N** categorie di **prodotto significative** $A = 1...N$



Identificazione di uno o più **prodotti rappresentativi per** ogni **categoria di prodotto A-esima**



...



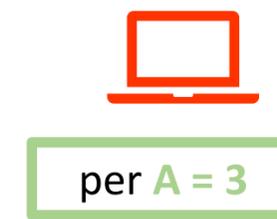
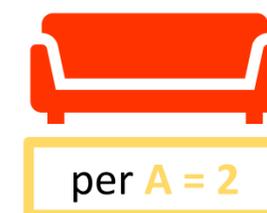
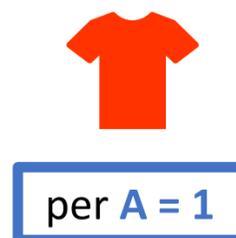
abbigliamento
 $A = 1$

beni di grandi dimensioni
 $A = 2$

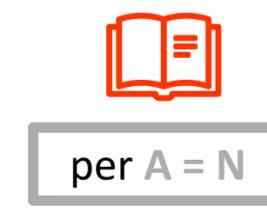
apparecchi elettronici
 $A = 3$

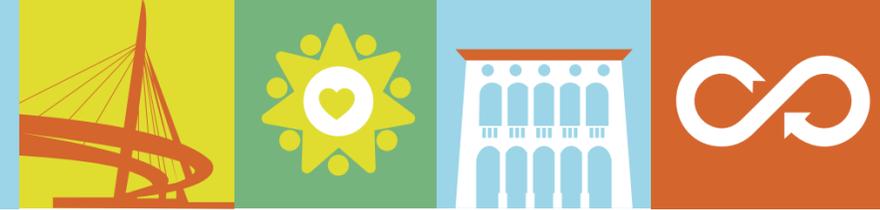
...

oggettistica
 $A = N$



...





2. Materiali e metodi

2.1 Impostazione del modello



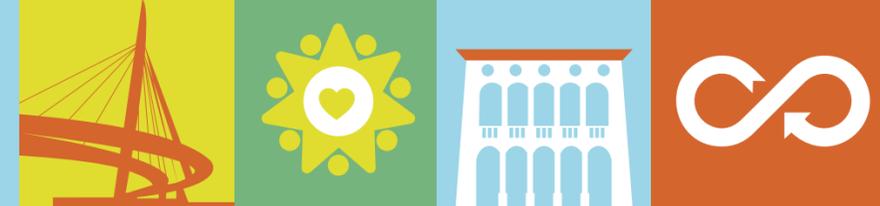
Singolo prodotto usato:

$I_{A,prodotto}$

Quantificazione

impatto ambientale netto generato dal **riutilizzo** di **un singolo prodotto**

→ implementazione di una LCA



2. Materiali e metodi

2.1 Impostazione del modello



Singolo prodotto usato:

$$I_{A, \text{prodotto}}$$

Quantificazione

impatto ambientale netto generato dal **riutilizzo** di **un singolo prodotto**

→ implementazione di una LCA

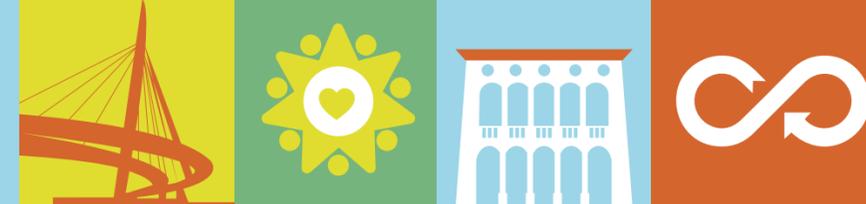


Categoria di prodotto:

$$I_A = I_{A, \text{prodotto}} \times m_A \times n_A$$

Integrazione

- massa media dei prodotti usati ∈ categoria di prodotto A-esima venduti in un certo arco di tempo
- numero di prodotti usati ∈ categoria di prodotto A-esima venduti in quell'arco di tempo



2. Materiali e metodi

2.1 Impostazione del modello



Singolo prodotto usato:

$$I_{A, \text{prodotto}}$$

Quantificazione

impatto ambientale netto generato dal **riutilizzo** di **un singolo prodotto**

→ implementazione di una LCA



Categoria di prodotto:

$$I_A = I_{A, \text{prodotto}} \times m_A \times n_A$$

Integrazione

- massa media dei prodotti usati ∈ categoria di prodotto A-esima venduti in un certo arco di tempo
- numero di prodotti usati ∈ categoria di prodotto A-esima venduti in quell'arco di tempo



$I_{A=1}$



$I_{A=2}$



$I_{A=3}$



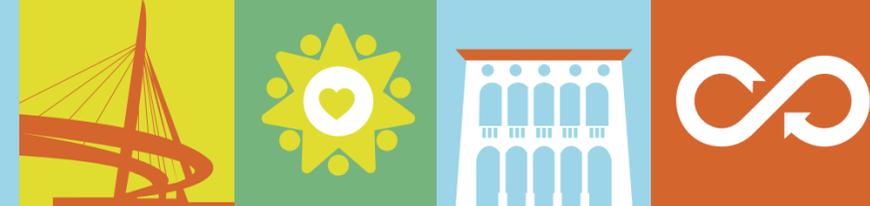
$I_{A=N}$

Centro del riuso:

$$I = \sum_{A=1}^N I_A$$

Quantificazione

impatto ambientale netto totale associato alla **pratica del riutilizzo** offerta da un **centro del riuso** in un certo arco di tempo



2. Materiali e metodi

2.1 Impostazione del modello



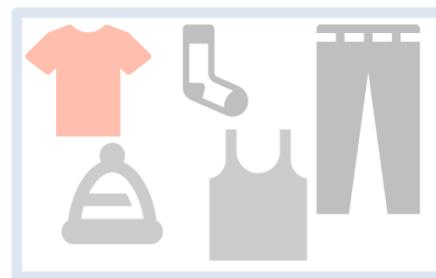
Singolo prodotto usato:

$$I_{A, \text{prodotto}}$$

Quantificazione

impatto ambientale netto generato dal **riutilizzo** di **un singolo prodotto**

→ implementazione di una LCA

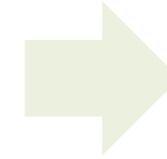


Categoria di prodotto:

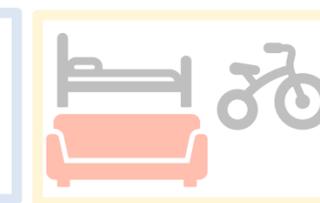
$$I_A = I_{A, \text{prodotto}} \times m_A \times n_A$$

Integrazione

- massa media dei prodotti usati ∈ categoria di prodotto A-esima venduti in un certo arco di tempo
- numero di prodotti usati ∈ categoria di prodotto A-esima venduti in quell'arco di tempo



$I_{A=1}$



$I_{A=2}$



$I_{A=3}$



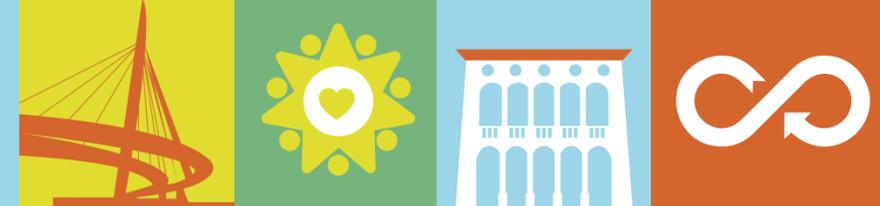
$I_{A=N}$

Centro del riuso:

$$I = \sum_{A=1}^N I_A$$

Quantificazione

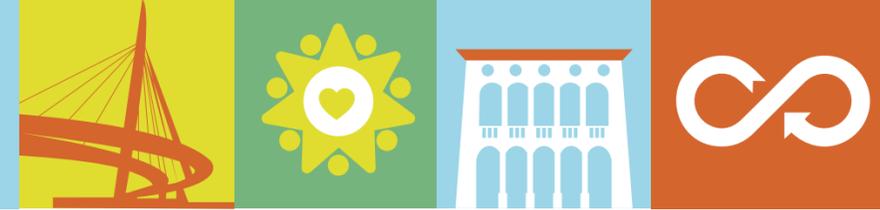
impatto ambientale netto totale associato alla **pratica del riutilizzo** offerta da un **centro del riuso** in un certo arco di tempo



2. Materiali e metodi

2.2 Implementazione dell'analisi LCA

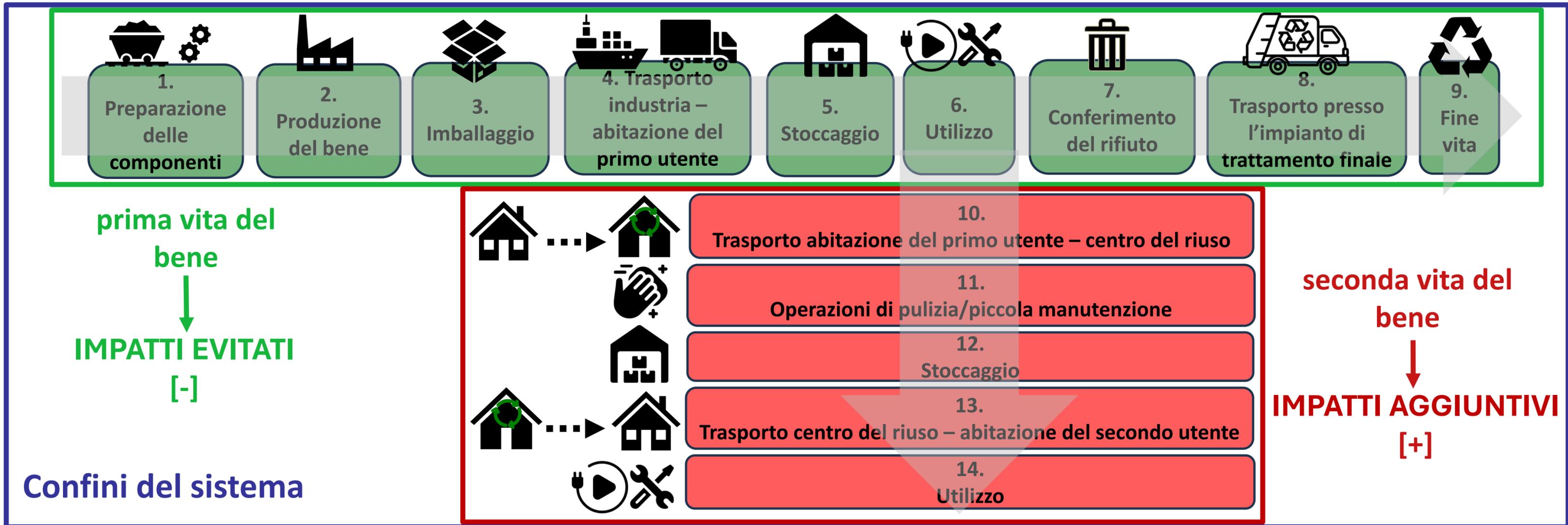
Unità funzionale: il riutilizzo di un **prodotto** di massa x_A

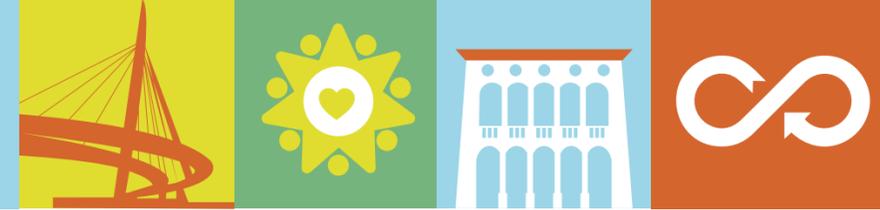


2. Materiali e metodi

2.2 Implementazione dell'analisi LCA

Unità funzionale: il riutilizzo di un **prodotto** di massa x_A

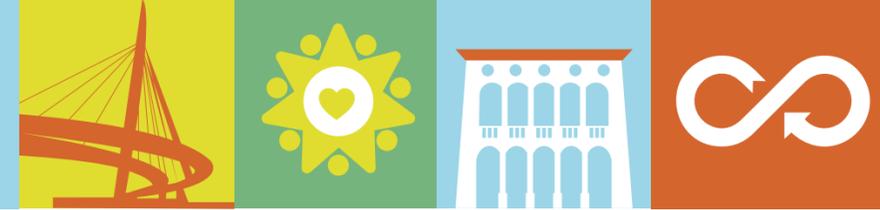




2. Materiali e metodi

2.3 Calcolo dell'impatto netto

$$\longrightarrow I_{A,\text{prodotto}} = I_{A,\text{aggiuntivi}} + I_{A,\text{evitati}} \times t_{A,s} \times t_{A,q}$$



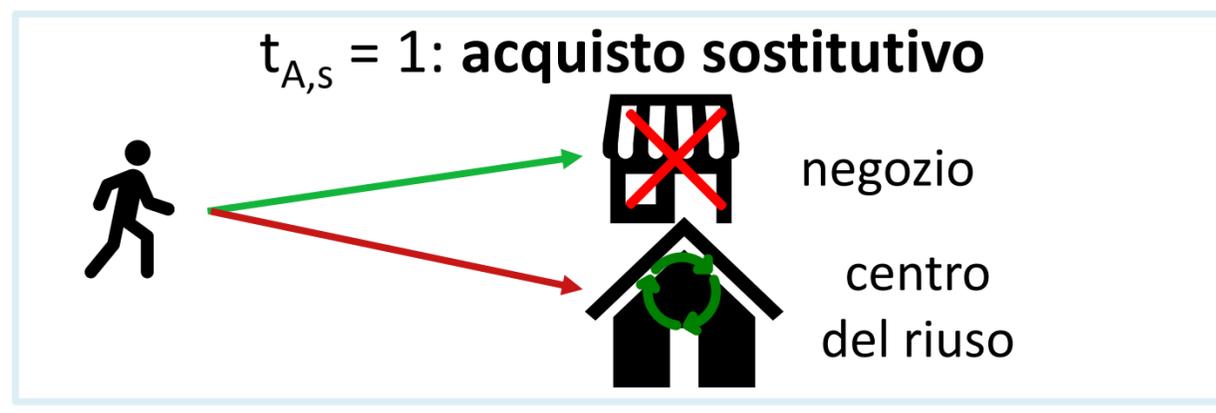
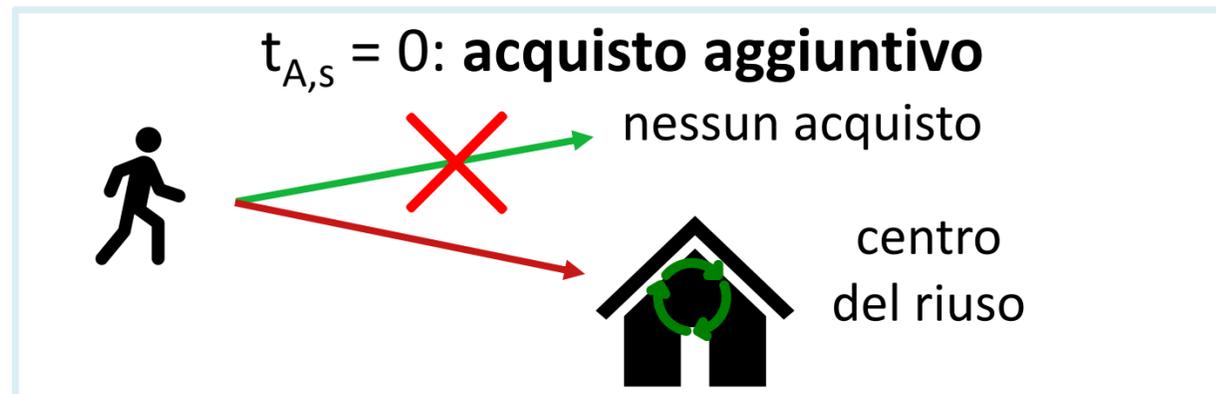
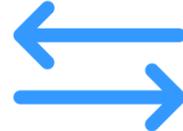
2. Materiali e metodi

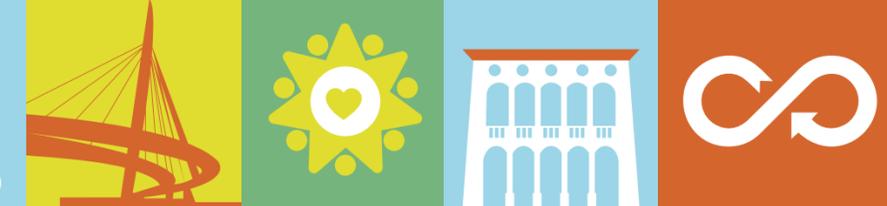
2.3 Calcolo dell'impatto netto

$$I_{A,prodotto} = I_{A,aggiuntivi} + I_{A,evitati} \times t_{A,s} \times t_{A,q}$$

$t_{A,s}$ tasso di sostituzione:

- valore tra 0 e 1
- scelta del recarsi presso il centro del riuso





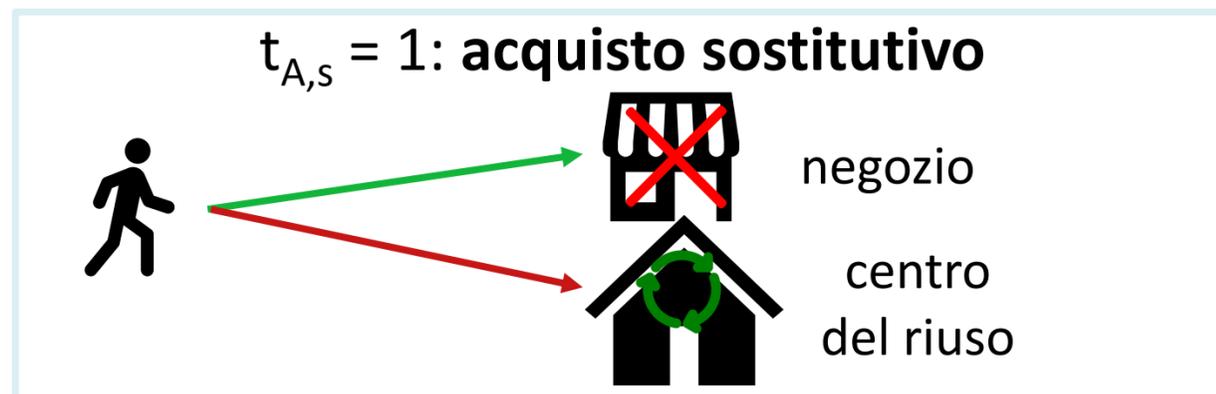
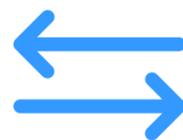
2. Materiali e metodi

2.3 Calcolo dell'impatto netto

$$I_{A,prodotto} = I_{A,aggiuntivi} + I_{A,evitati} \times t_{A,s} \times t_{A,q}$$

$t_{A,s}$ tasso di sostituzione:

- valore tra 0 e 1
- scelta del recarsi presso il centro del riuso



$t_{A,q}$ tasso di qualità:

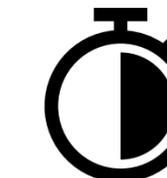
- valore tra 0 e 1
- qualità del bene usato in termini di **vita media attesa**



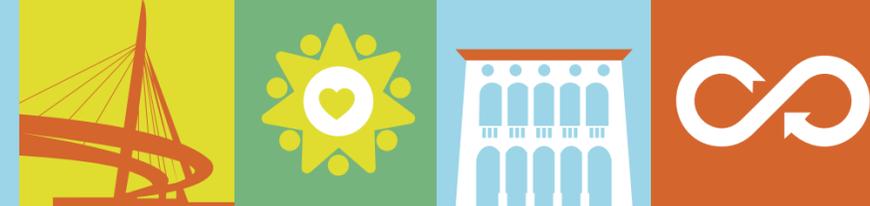
$t_{A,q} = 0,5$



bene nuovo



bene usato



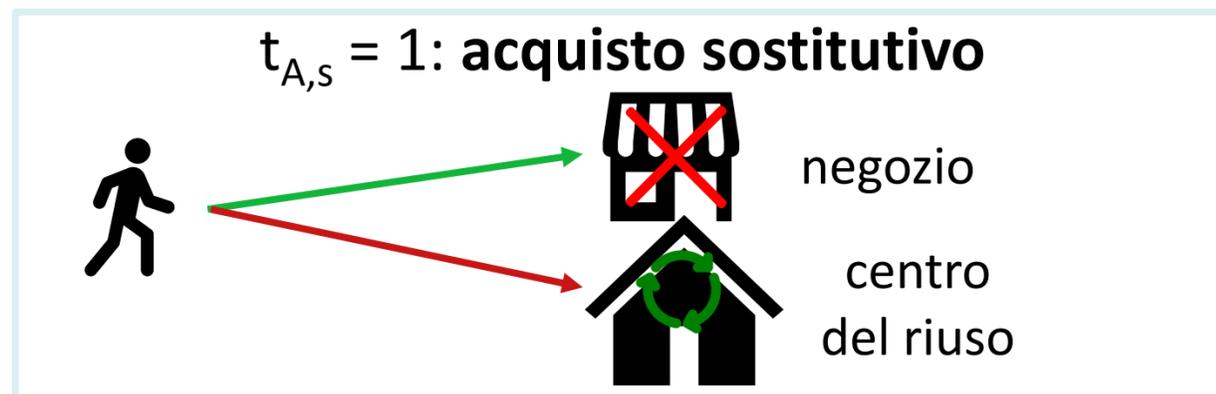
2. Materiali e metodi

2.3 Calcolo dell'impatto netto

$$I_{A,prodotto} = I_{A,aggiuntivi} + I_{A,evitati} \times t_{A,s} \times t_{A,q}$$

$t_{A,s}$ tasso di sostituzione:

- valore tra 0 e 1
- scelta del recarsi presso il centro del riuso



$t_{A,q}$ tasso di qualità:

- valore tra 0 e 1
- qualità del bene usato in termini di **vita media attesa**

$$t_{A,q} = 0,5$$



bene nuovo



bene usato

t_{A,p_e} tasso di prestazione energetica:

- valore tra 0 e 1
- **prestazione energetica inferiore** (consumo energetico superiore) del **bene usato** rispetto al bene nuovo
- interessa la **fase di utilizzo** degli apparecchi elettronici

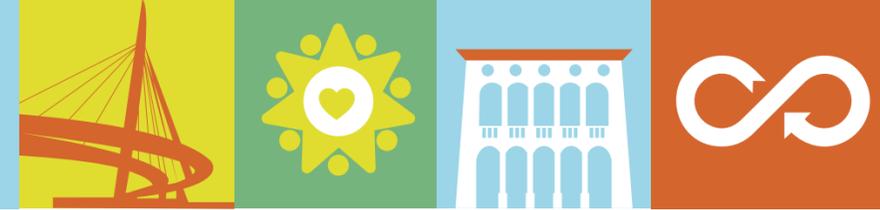
$$t_{A,p_e} = 0,75$$



bene nuovo



bene usato

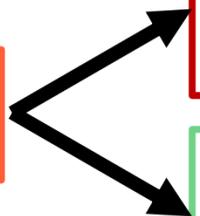


2. Materiali e metodi

2.3 Calcolo dell'impatto netto

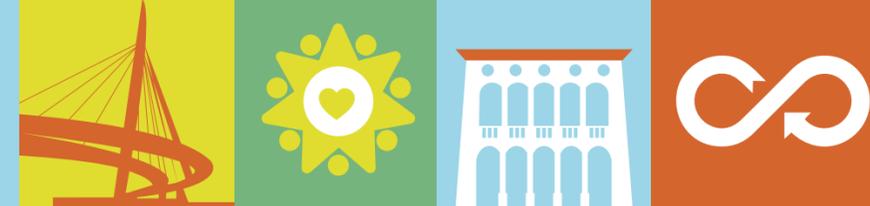
Singolo prodotto usato:

$$I_{A,prodotto} = I_{A,aggiuntivi} + I_{A,evitati} \times t_{A,s} \times t_{A,q}$$



$I_{A,prodotto} > 0$: il riutilizzo del singolo prodotto comporta un **carico ambientale**

$I_{A,prodotto} < 0$: il riutilizzo del singolo prodotto comporta un **beneficio ambientale**



2. Materiali e metodi

2.3 Calcolo dell'impatto netto

Singolo prodotto usato:

$$I_{A,prodotto} = I_{A,aggiuntivi} + I_{A,evitati} \times t_{A,s} \times t_{A,q}$$

$I_{A,prodotto} > 0$: il riutilizzo del singolo prodotto comporta un **carico ambientale**

$I_{A,prodotto} < 0$: il riutilizzo del singolo prodotto comporta un **beneficio ambientale**

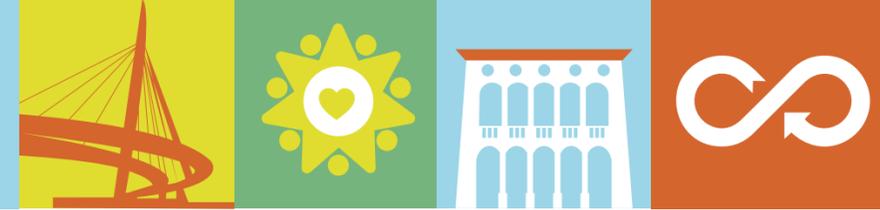
$$I_A = I_{A,prodotto} \times m_A \times n_A$$

Centro del riuso:

$$I = \sum_{A=1}^N I_A$$

$I > 0$: il riutilizzo dei beni venduti dal centro del riuso comporta complessivamente un **carico ambientale**

$I < 0$: il riutilizzo dei beni venduti dal centro del riuso comporta complessivamente un **beneficio ambientale**



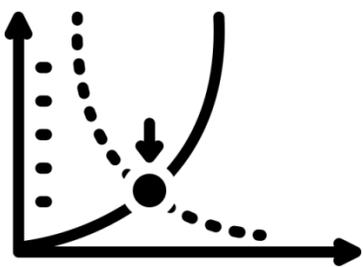
2. Materiali e metodi

2.4 Analisi di sensibilità e di *breakeven*



Analisi di sensibilità

Scopo: testare l'influenza dei valori assunti da alcuni parametri sui risultati finali



Analisi di *breakeven*

Scopo: individuare qual è il valore minimo del parametro in corrispondenza e sopra al quale l'impatto ambientale netto passa dall'aver segno positivo all'assumere segno negativo (i.e. la pratica del riuso appporta effettivamente un **beneficio**)

Parametri suggeriti da testare:

- distanza di trasporto dei beni usati



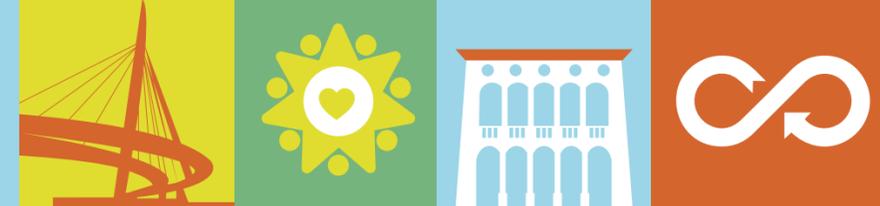
- tasso di sostituzione
 - tasso di qualità
 - tasso di prestazione energetica
- } nel dominio [0,1]

- abitudine di mobilità



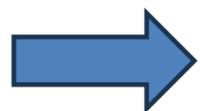
- tempo di utilizzo degli apparecchi elettrici





3. Risultati

Applicazione del modello ad un caso di studio per testarne l'efficacia

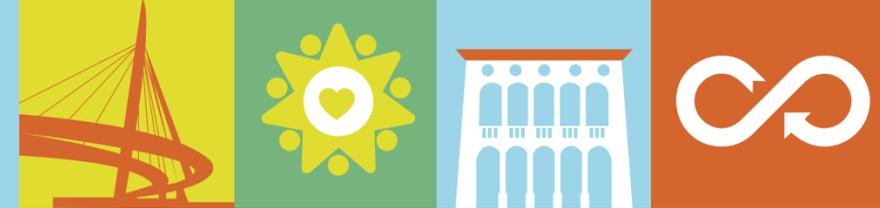


Centro del riuso «Panta Rei» (Vimercate, MB)

Analizzati **10 prodotti**:

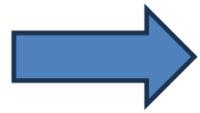
- 1) T-shirt 
- 2) Bicchiere 
- 3) Libro 
- 4) TV 
- 5) Computer 
- 6) Bicicletta 
- 7) Letto 
- 8) Scarpe 
- 9) Carrozzina 
- 10) Asciugacapelli 

anno di riferimento: 2022



3. Risultati

Applicazione del modello ad un caso di studio per testarne l'efficacia



Centro del riuso «Panta Rei» (Vimercate, MB)

Analizzati **10 prodotti**:

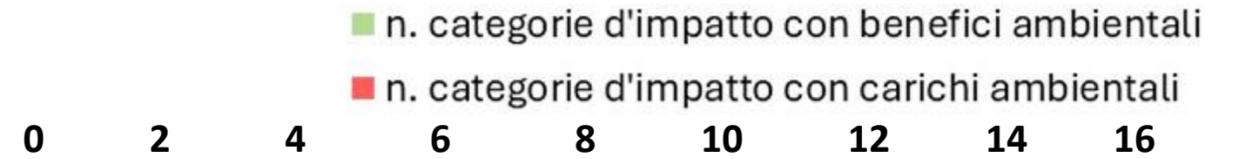
- 1) T-shirt
- 2) Bicchiere
- 3) Libro
- 4) TV
- 5) Computer
- 6) Bicicletta
- 7) Letto
- 8) Scarpe
- 9) Carrozzina
- 10) Asciugacapelli

Scenario base

$$t_{A,s} \text{ effettivi}^*$$

$$t_{A,q} = 1$$

$$t_{A,p_e} = 1$$

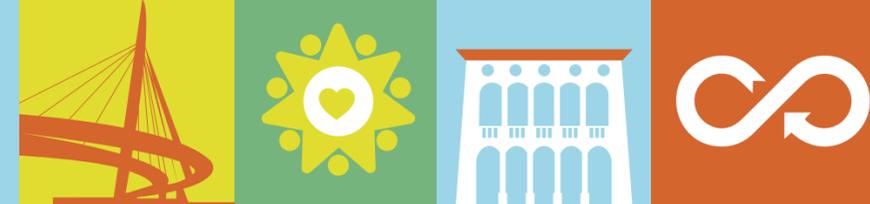


* $t_{A,s}$ effettivi ottenuti tramite un questionario sottoposto a 577 utenti del centro in Aprile 2023



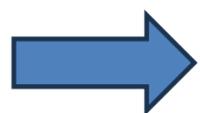
metodo di valutazione degli impatti: Environmental Footprint 3.0, raccomandato dalla Commissione Europea

anno di riferimento: 2022



3. Risultati

Applicazione del modello ad un caso di studio per testarne l'efficacia



Centro del riuso «Panta Rei» (Vimercate, MB)

Analizzati **10 prodotti**:

- 1) T-shirt
- 2) Bicchiere
- 3) Libro
- 4) TV
- 5) Computer
- 6) Bicicletta
- 7) Letto
- 8) Scarpe
- 9) Carrozzina
- 10) Asciugacapelli

Scenario base

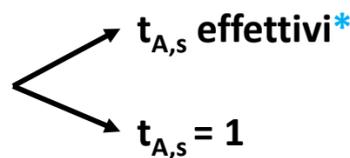
$$t_{A,s} \text{ effettivi}^*$$

$$t_{A,q} = 1$$

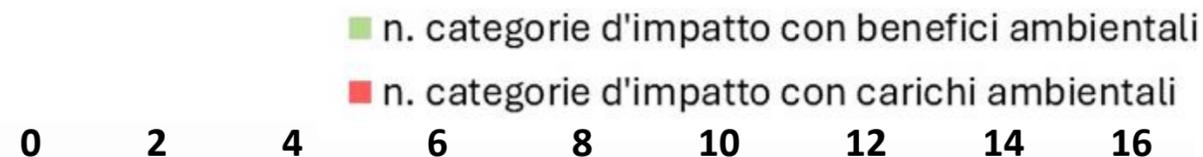
$$t_{A,p_e} = 1$$

Analisi di sensibilità

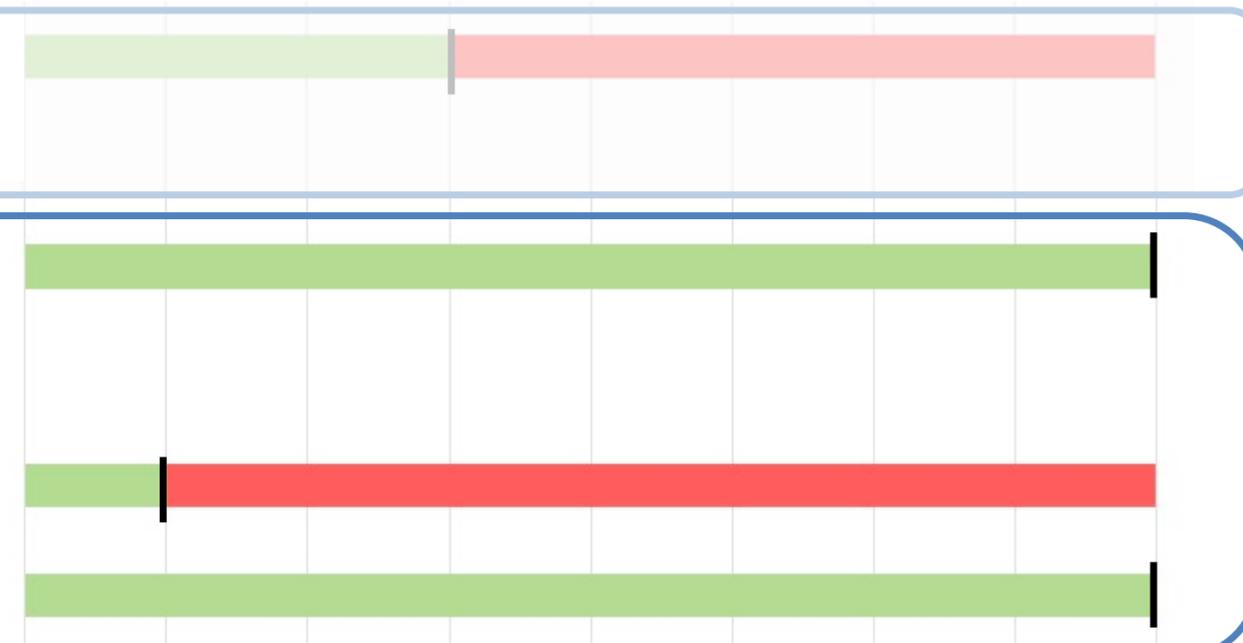
Qualità e prestazione energetica degli apparecchi elettrici **ridotte**
($t_{A,q} = 0,5$; $t_{A,p_e} = 0,8$)



* $t_{A,s}$ effettivi ottenuti tramite un questionario sottoposto a 577 utenti del centro in Aprile 2023

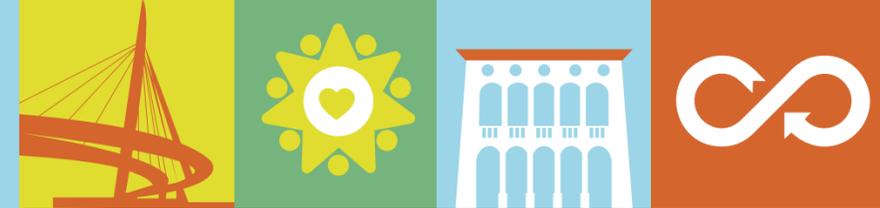


0 2 4 6 8 10 12 14 16



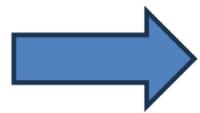
metodo di valutazione degli impatti: Environmental Footprint 3.0, raccomandato dalla Commissione Europea

anno di riferimento: 2022



3. Risultati

Applicazione del modello ad un caso di studio per testarne l'efficacia



Centro del riuso «Panta Rei» (Vimercate, MB)

Analizzati **10 prodotti**:

- 1) T-shirt
- 2) Bicchiere
- 3) Libro
- 4) TV
- 5) Computer
- 6) Bicicletta
- 7) Letto
- 8) Scarpe
- 9) Carrozzina
- 10) Asciugacapelli

Scenario base

$$t_{A,s} \text{ effettivi}^* \\ t_{A,q} = 1 \\ t_{A,p_e} = 1$$

Analisi di sensibilità

Qualità e prestazione energetica degli apparecchi elettrici ridotte
($t_{A,q} = 0,5$; $t_{A,p_e} = 0,8$)

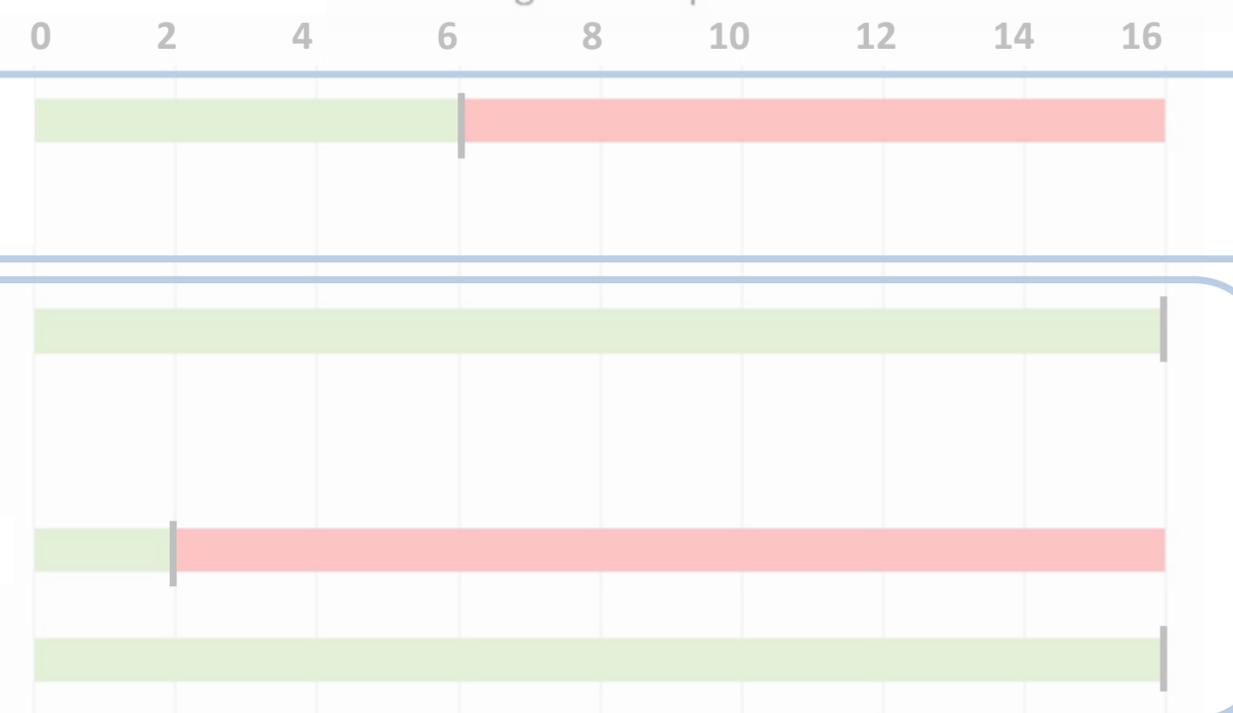
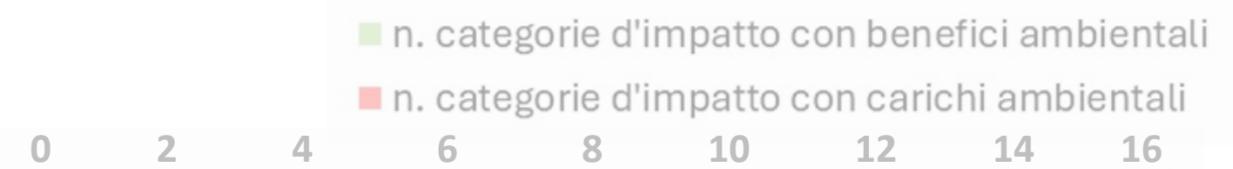
$$t_{A,s} = 1$$

$$t_{A,s} \text{ effettivi}^* \\ t_{A,s} = 1$$

* $t_{A,s}$ effettivi ottenuti tramite un questionario sottoposto a 577 utenti del centro in Aprile 2023



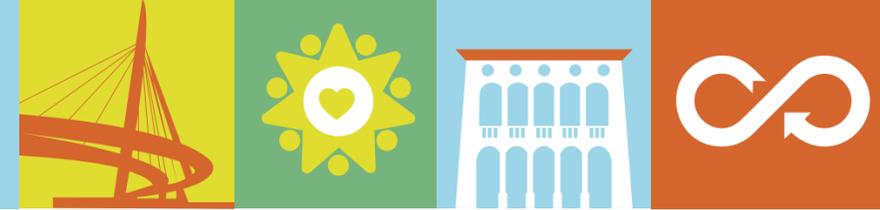
metodo di valutazione degli impatti: Environmental Footprint 3.0, raccomandato dalla Commissione Europea



Analisi di breakeven su $t_{A,s}$

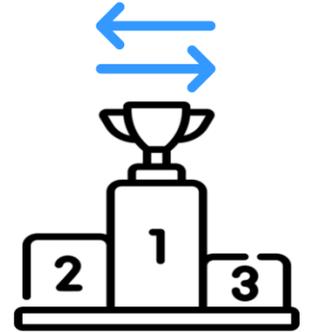
% categorie di impatto con beneficio										
100%	0,98	\	\	0,34	0,55	0,69	<1%	0,99	0,26	\
75%	0,50	\	\	0,19	0,43	0,37	<1%	0,74	0,08	0,77
50%	0,35	\	\	0,12	0,30	0,30	<1%	0,53	0,06	0,58

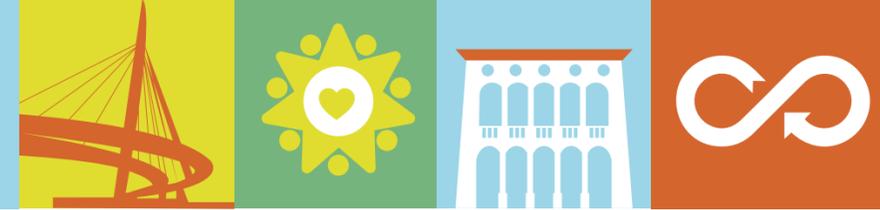
anno di riferimento: 2022



4. Conclusioni

Il **beneficio ambientale associato al riutilizzo** di un singolo bene e, di conseguenza, all'intera attività dei centri del riuso **non è scontato**, ma **dipende da diversi fattori**, tra cui il **più significativo** è risultato il **tasso di sostituzione $t_{A,s}$**



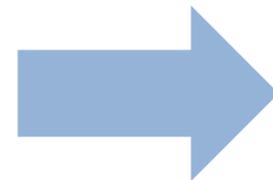


4. Conclusioni

Il **beneficio ambientale associato al riutilizzo** di un singolo bene e, di conseguenza, all'intera attività dei centri del riuso **non è scontato**, ma **dipende da diversi fattori**, tra cui il **più significativo** è risultato il **tasso di sostituzione $t_{A,s}$**

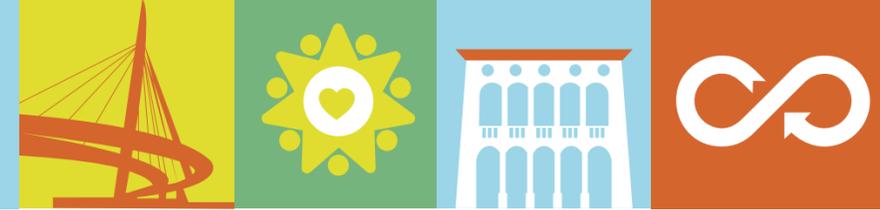


Diminuzione degli impatti evitati per acquisti non necessari



Sensibilizzazione del consumatore al solo acquisto necessario: importanza che l'utente acquisti solo ciò che altrimenti comprerebbe nuovo ($t_{A,s} = 1$)





4. Conclusioni

Il **beneficio ambientale associato al riutilizzo** di un singolo bene e, di conseguenza, all'intera attività dei centri del riuso **non è scontato**, ma **dipende da diversi fattori**, tra cui il **più significativo** è risultato il **tasso di sostituzione $t_{A,s}$**



Diminuzione degli impatti evitati per acquisti non necessari

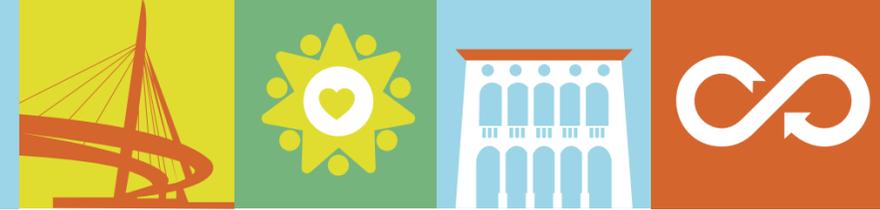


Sensibilizzazione del consumatore al solo acquisto necessario: importanza che l'utente acquisti solo ciò che altrimenti comprerebbe nuovo ($t_{A,s} = 1$)



Importanza di considerare il ruolo del consumatore in un modello di quantificazione dei potenziali impatti associati alla pratica del riutilizzo

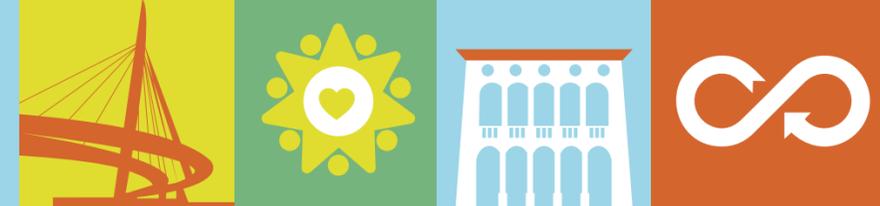




5. Limitazioni e sviluppi futuri

Possibile **difficoltà** dei centri del riuso nel **reperire** i **dati** sui **tassi di sostituzione**, **qualità** e **prestazione energetica**



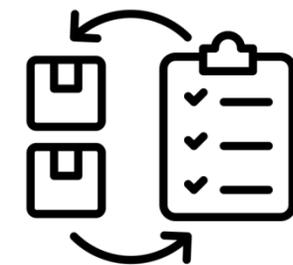


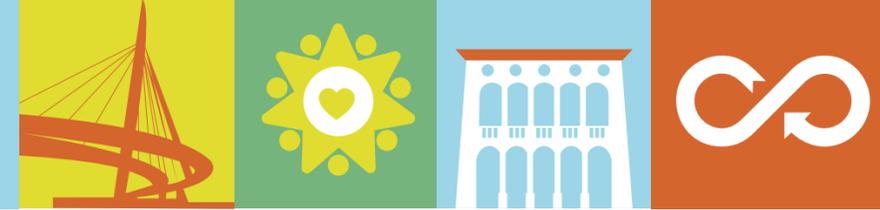
5. Limitazioni e sviluppi futuri

Possibile **difficoltà** dei centri del riuso nel **reperire** i dati sui **tassi di sostituzione, qualità e prestazione energetica**



Modellizzazione di un **numero limitato di prodotti** potenzialmente **non rappresentativa** della **variabilità** dei beni venduti dai centri del riuso





5. Limitazioni e sviluppi futuri

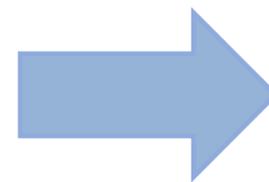
Possibile difficoltà dei centri del riuso nel reperire i dati sui tassi di sostituzione, qualità e prestazione energetica



Modellizzazione di un numero limitato di prodotti potenzialmente non rappresentativa della variabilità dei beni venduti dai centri del riuso

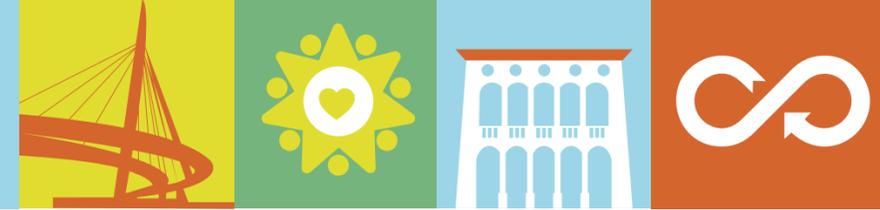


Unico riutilizzo del bene usato



Inclusione di un **ulteriore parametro** per considerare **n riutilizzi** del medesimo bene





5. Limitazioni e sviluppi futuri

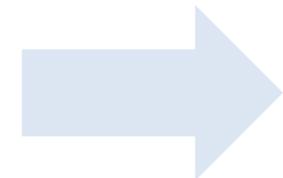
Possibile difficoltà dei centri del riuso nel reperire i dati sui tassi di sostituzione, qualità e prestazione energetica



Modellizzazione di un numero limitato di prodotti potenzialmente non rappresentativa della variabilità dei beni venduti dai centri del riuso



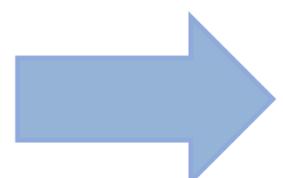
Unico riutilizzo del bene usato



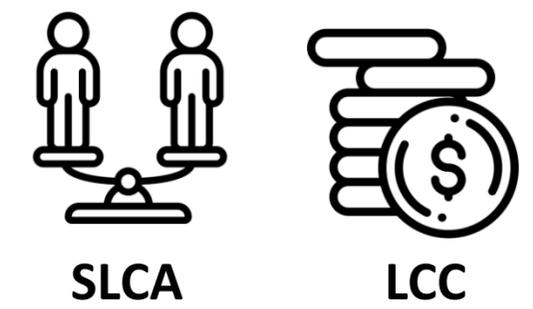
Inclusione di un ulteriore parametro per considerare n riutilizzi del medesimo bene



Inclusione solo dei benefici ambientali



Integrazione anche dei benefici sociali ed economici



SLCA

LCC



XVIII Convegno dell'Associazione Rete Italiana LCA

Grazie per l'ascolto

Gli autori desiderano ringraziare **CEM Ambiente S.p.A.** che ha finanziato la presente ricerca.
Le icone usate nella presentazione sono state reperite su Flaticon.com.



Email:

maryjo.nichilo@polimi.it

Gruppo di lavoro del progetto



MARY JO
NICHILLO



GIULIA
CAVENAGO



MARIO
GROSSO



LUCIA
RIGAMONTI



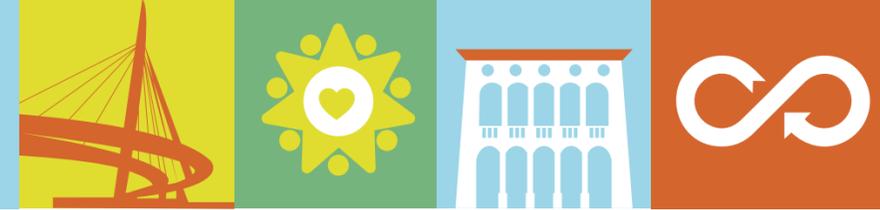
POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE



Assessment on WASTE
and REsources

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



Riferimenti bibliografici

- Battisti, M, Fabbri, G, Luppi P, Merciai, S, Pannone A, 2013. Analisi dell'impatto ambientale del riutilizzo di beni gestiti da un operatore commerciale dell'usato in Italia. Rapporto Nazionale sul Riutilizzo 2013. L'usato che ragiona: 79-95. <https://cipesalute.org/cedo/allegati/UsatoCheRagiona2013.pdf>
- Bartolozzi, I, Rizzi F, Frey, M, 2017. La valutazione degli impatti ambientali dei centri di riuso. Seminario tenuto presso il Politecnico di Milano in data 15/02/2017 in occasione della terza edizione di "Rifiuti e Life Cycle Thinking". <https://www.aware.polimi.it/wp-content/uploads/2017/03/Bartolozzi.pdf>
- Castellani, V, Sala, S, Mirabella, N, 2015. Beyond the throwaway society: A life cycle-based assessment of the environmental benefit of reuse. Integrated environmental assessment and management, 11(3): 373-382. DOI: [10.1002/ieam.1614](https://doi.org/10.1002/ieam.1614)
- Commissione Europea, 2008. Direttiva Quadro sui Rifiuti. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj>
- Ebli, C, 2023. Metodologia proposta per lo sviluppo di un'analisi LCA su un centro di riuso- applicazione al centro di riuso Panta Rei. Tesi di Laurea Magistrale, Politecnico di Milano. <https://www.politesi.polimi.it/handle/10589/211022>
- Fazio, S, Castellani, V, Sala, S, Schau, EM, Secchi, M, Zampori L, 2018. Supporting information to the characterisation factors of recommended EF Life Cycle Impact Assessment methods – Version 2, from ILCD to EF 3.0. EC – JRC. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/002447>
- International Organization for Standardization –ISO 14040 (2006a): Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework (ISO 14040:2006+Amd1:2020).
- International Organization for Standardization ISO 14044 (2006b): Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines (ISO 14044:2006+Amd1:2017+Amd2:2020).
- Nichilo, MJFA, 2023. Quantificazione dei benefici ambientali associati all'attività del centro del riuso "Panta Rei" tramite metodologia LCA. Tesi di Laurea Magistrale, Politecnico di Milano. <https://www.politesi.polimi.it/handle/10589/215278>
- Waste and Resources Action Programme (WRAP), 2011. A methodology for quantifying the environmental and economic impacts of reuse. <https://wrap.org.uk/sites/default/files/2020-09/WRAP-Final-Reuse-Method.pdf>