



# L'esperienza di **AWARE** negli studi LCA sul riutilizzo di imballaggi

Rigamonti L., Grosso M., Tua C.

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale  
Gruppo di ricerca **AWARE**





## MAPPATURA DELLE PRATICHE DI RIUTILIZZO DEGLI IMBALLAGGI IN ITALIA

*Gennaio 2015 - dicembre 2019*

- prima caratterizzazione quali-quantitativa degli imballaggi riutilizzabili nel contesto italiano
- analisi LCA per le tipologie più rappresentative



Studi completi in lingua italiana:

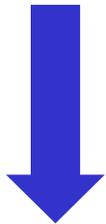


<http://www.conai.org/prevenzione/studi-e-ricerche/>

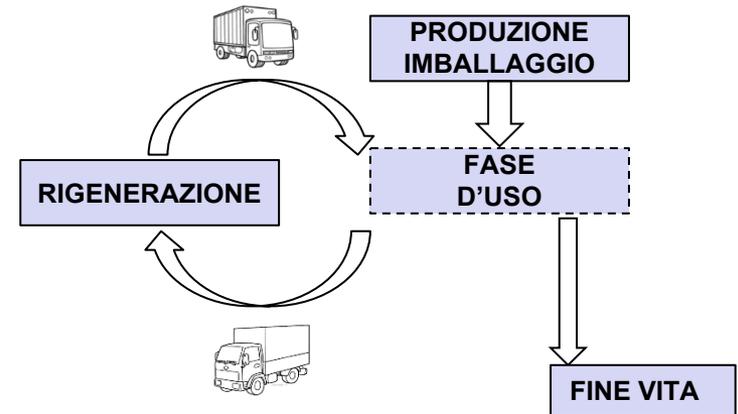


## PRATICHE DI RIUTILIZZO DEGLI IMBALLAGGI:

- buone misure per ridurre la produzione di rifiuti
- carichi ambientali aggiuntivi se è richiesta una fase di rigenerazione tra un utilizzo e il successivo



**ADOZIONE DI UNA  
PROSPETTIVA DI CICLO DI  
VITA PER UNA CORRETTA  
VALUTAZIONE DELLA  
CONVENIENZA AMBIENTALE**



1. Calcolo dei potenziali impatti ambientali associati al ciclo di vita di un dato imballaggio riutilizzabile in funzione del numero di usi ( $n$ )
2. Quantificazione del contributo delle principali fasi del ciclo di vita, soprattutto della rigenerazione
3. Valutazione degli effettivi benefici ambientali rispetto a un sistema equivalente improntato sul monouso (imballaggio della stessa capacità e dello stesso materiale)



# IMBALLAGGI ANALIZZATI

IMBALLAGGIO	MATERIALE	PESO MEDIO	MASSIMO n° di UTILIZZI	PUBBLICAZIONE SU RIVISTA INTERNAZIONALE
Cisternetta multimateriale (1 m <sup>3</sup> ) 	Gabbia - acciaio	22 kg	5	Biganzoli L., Rigamonti L., Grosso M. (2018). <i>Intermediate bulk containers re-use in the circular economy: an LCA evaluation</i> . Procedia of the 25 <sup>th</sup> CIRP LCE Conference, 69, 827-832. <a href="https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.010">https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.010</a>
	Otre - HDPE	16 kg		
	Pallet	Legno: 23 kg Plastica: 19 kg Acciaio: 20 kg		
Fusto in acciaio (215 litri) 	Acciaio	15,7 kg	10	Biganzoli L., Rigamonti L., Grosso M. (2019). <i>LCA evaluation of packaging re-use: the steel drums case study</i> . J Mater Cycles Waste 21(1), 67-78. <a href="https://doi.org/10.1007/s10163-018-00817-x">https://doi.org/10.1007/s10163-018-00817-x</a>
Cassetta a rendere per ortofrutta (12 kg) 	Polipropilene	1,49 kg	125	Tua C., Biganzoli L., Grosso M., Rigamonti L. (2019). <i>Life Cycle Assessment of Reusable Plastic Crates (RPCs)</i> . Resources, 8(2), 1-15. <a href="https://doi.org/10.3390/resources8020110">https://doi.org/10.3390/resources8020110</a>
Bottiglia in vetro a rendere per acqua minerale (1L) 	Bottiglia - vetro	452 g	30	Tua C., Grosso M., Rigamonti L. (2020). <i>Reusing glass bottles in Italy: a life cycle assessment evaluation</i> . Procedia of the 27 <sup>th</sup> CIRP LCE Conference, 90, 192-197. <a href="https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.094">https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.094</a>
	Tappo - alluminio (monouso)	1,8 g		
	Etichetta - carta (monouso)	1,0 g		



Raccolta di dati primari tramite il coinvolgimento delle aziende di settore nel Nord Italia (questionari, interviste telefoniche e visite tecniche presso gli impianti di rigenerazione)



- Dati sui componenti dell'imballaggio (materiale, peso e principali modalità di produzione e fine vita)
- Definizione del layout del processo di rigenerazione e del relativo bilancio di massa e di energia
- Definizione delle modalità di distribuzione dell'imballaggio (solo per bottiglie in vetro)



Studio LCA

Ampio spettro di indicatori di impatto sull'ambiente, sulla salute umana e sulla gestione delle risorse



La funzione di tutti i sistemi analizzati è di fornire all'utente finale una certa capacità di distribuzione di alimenti, bevande o prodotti chimici mediante imballaggi riutilizzabili.

La capacità di carico di 100 imballaggi per ogni consegna è stata quindi selezionata come unità funzionale (UF)

Ad es. UF studio cassette per ortofrutta: 1200 kg di capacità portante (corrispondente a 100 cassette riutilizzabili per ortofrutta) a ogni consegna. Il numero di consegne ( $n$ ) è compreso tra 1 e 125





Lo studio ha considerato:

1) la produzione dei componenti dell'imballaggio e il relativo assemblaggio



2) la rigenerazione dell'imballaggio per  $(n-1)$  volte  
(con successivo riempimento e distribuzione nel caso del vetro a rendere)

3) il fine vita dell'imballaggio dopo  $n$  utilizzi





Lo studio ha considerato:

1) la produzione dei componenti dell'imballaggio e il relativo assemblaggio



2) la rigenerazione dell'imballaggio per  $(n-1)$  volte  
(con successivo riempimento e distribuzione nel caso del vetro a rendere)

3) il fine vita dell'imballaggio dopo  $n$  utilizzi





# CONFINI DEL SISTEMA - RIGENERAZIONE

Il processo di RIGENERAZIONE è specifico per ciascuna tipologia di imballaggio. Si possono individuare tuttavia alcune fasi comuni:

- FASE di SELEZIONE (singola o multipla) per individuare e sostituire gli imballaggi danneggiati che non possono essere riutilizzati e gli accessori monouso (es. tappi ed etichette delle bottiglie in vetro a rendere)
- FASE di LAVAGGIO e di IGIENIZZAZIONE per rimuovere i residui presenti



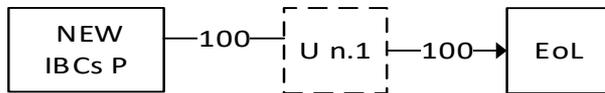
- Consumi di energia, di risorsa idrica e di reagenti chimici
- Trattamento residui solidi, reflui ed emissioni gassose
- Smaltimento/riciclo di accessori monouso e di imballaggi riutilizzabili scartati e quindi produzione di altrettanti imballaggi e accessori nuovi



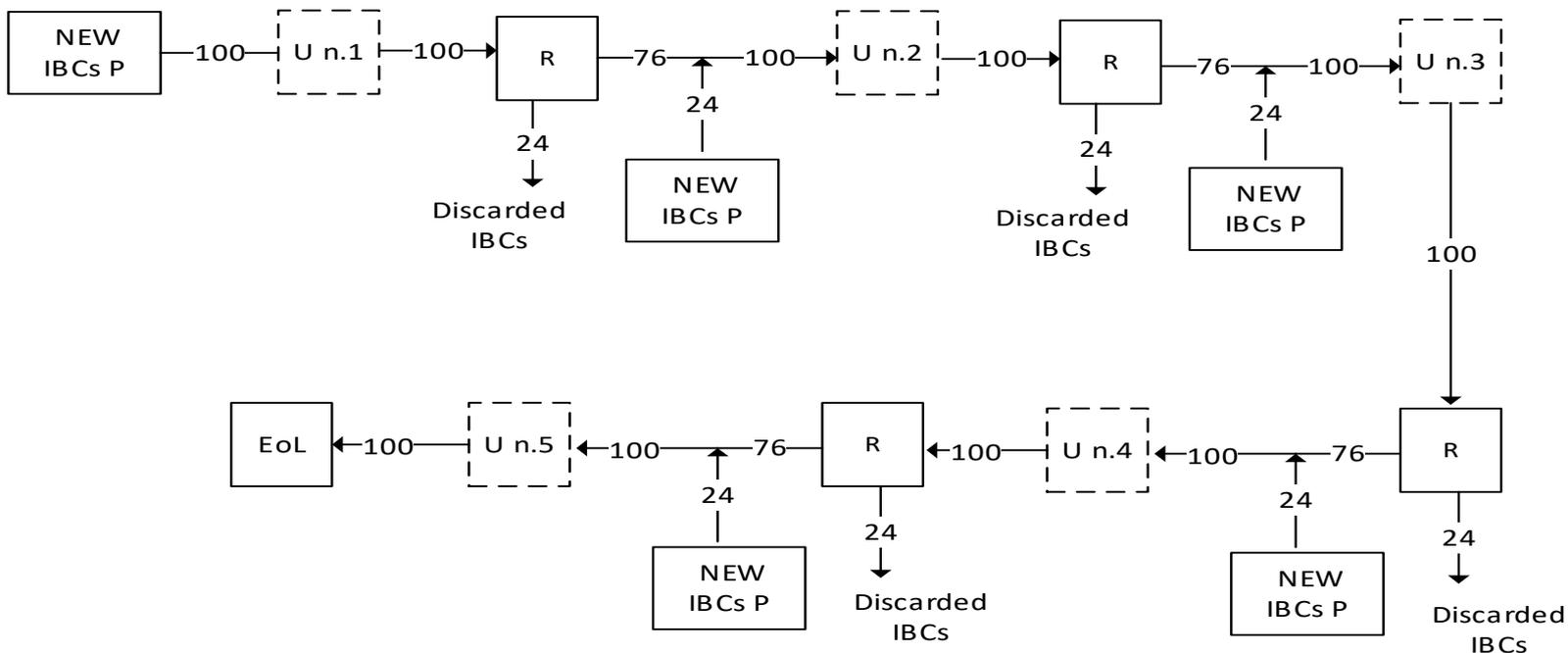


Schema riassuntivo del ciclo di vita di 100 IBCs al variare del numero di utilizzi:

$n=1$



$2 \leq n \leq 5$



## CASO STUDIO DELLE CISTERNETTE MULTIMATERIALE (IBCs)

Il ciclo di vita di 100 IBCs pronte per essere utilizzate n volte include:

- produzione di  $[100+24*(n-1)]$  IBCs
- rigenerazione di  $100*(n-1)$  IBCs
- fine vita di  $[100 + 24*(n-1)]$  IBCs



# RISULTATI: PROCESSO DI RIGENERAZIONE 1/2

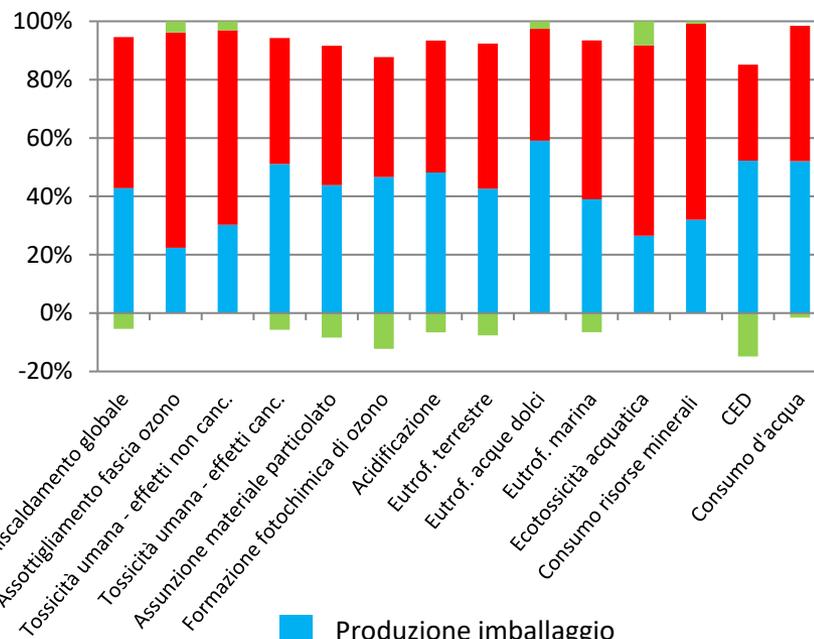
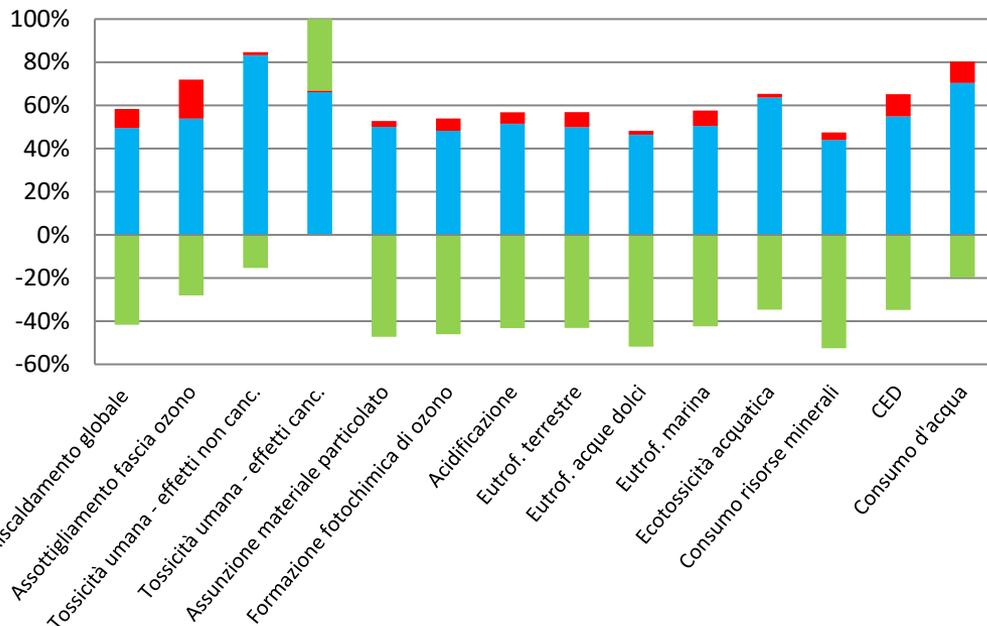
➤ Per fusti in acciaio, cisternette e bottiglie in vetro la fase di rigenerazione ha un contributo all'impatto ridotto anche per il numero massimo di rotazioni dell'imballaggio mentre per le cassette acquista una certa per un alto numero di utilizzi



**N=10**



**N=125**



■ Produzione imballaggio  
■ Rigenerazione imballaggio  
■ Fine vita imballaggio



I carichi ambientali della fase di rigenerazione sono principalmente riconducibili a:

- consumi energetici del processo → riduzione dei consumi e modifica nella modalità di produzione (es. caldaie cogenerative)
- fasi di trasporto soprattutto per imballaggi pesanti → riduzione delle distanze percorse e aggiornamento dei mezzi in termini di tipologia Euro
- smaltimento dei residui di sostanze precedentemente contenute, soprattutto se di natura pericolosa (fusti e cisternette) → ruolo fondamentale dell'utilizzatore nel conferire imballaggi vuoti all'impianto di rigenerazione
- sostituzione di accessori monouso (es. tappi in alluminio primario per bottiglie in vetro a rendere) → trovare alternative al materiale usato o ridurre il peso in fase di progettazione





# RISULTATI: RIUTILIZZO VS MONOUSO 1/2

- Il riutilizzo degli imballaggi analizzati (pur includendo un processo di rigenerazione) è una pratica generalmente preferibile rispetto all'utilizzo di un imballaggio monouso della stessa capacità e dello stesso materiale. Questo vale anche quando l'imballaggio monouso risulta più leggero



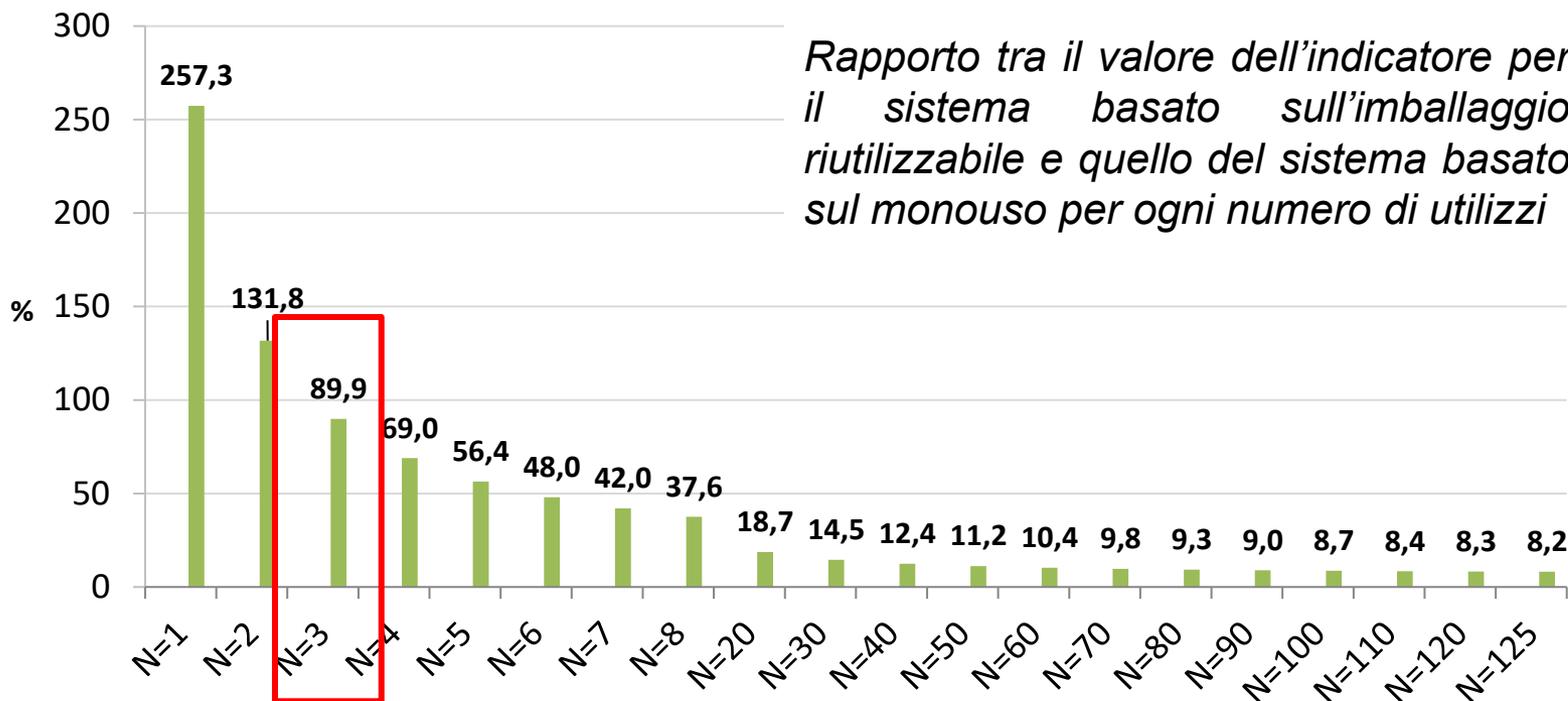
1.5 kg

VS



579 g

## CAMBIAMENTO CLIMATICO





# RISULTATI: RIUTILIZZO VS MONOUSO 2/2

- Nel caso della bottiglia in vetro, il confronto tra riutilizzabile e monouso è sensibile alla distanza di trasporto della fase di distribuzione: ad es., considerando 400 km sono necessari almeno 4 utilizzi affinché il sistema basato sul riutilizzo risulti vantaggioso rispetto al monouso in tutte le categorie analizzate, mentre oltre gli 800 km il riutilizzo non si può ritenere migliorativo, anche per il numero massimo di rotazioni (n=30)

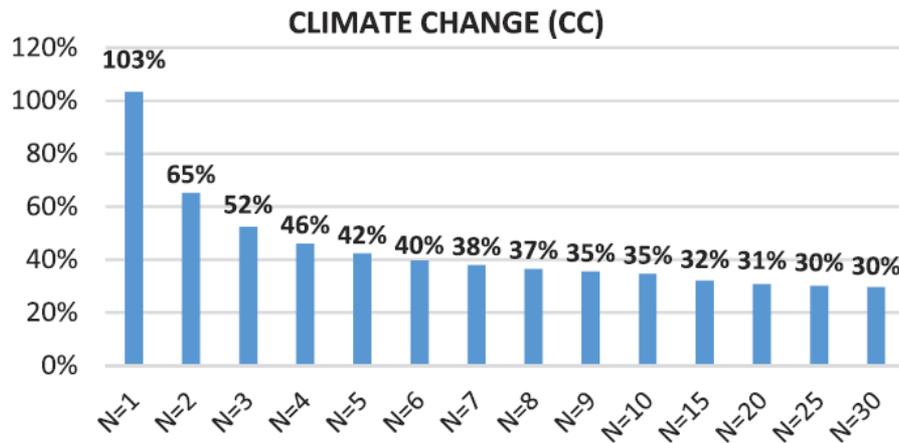


Fig. 5. Ratio between the value of the indicator *climate change* in the RBs and SBs system, for each number of deliveries.

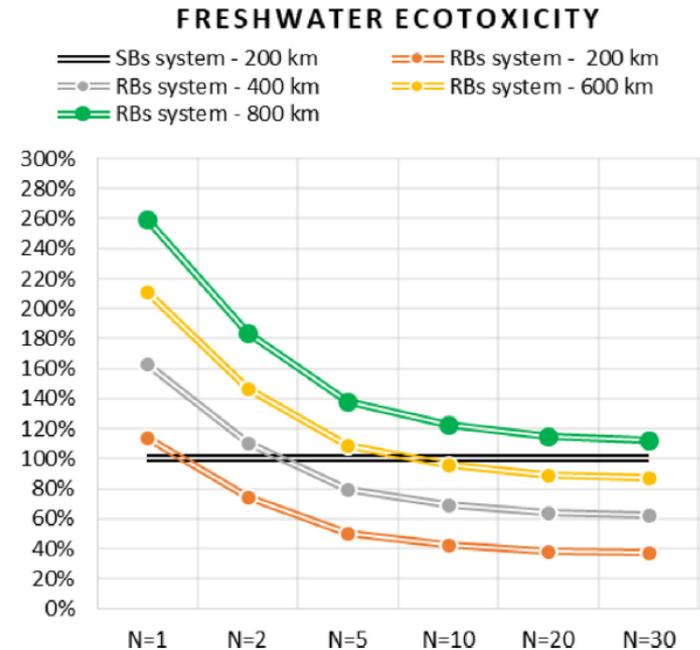


Fig. 6. Comparison between the value of the indicator in the RBs and SBs system (the value of the indicator in the SBs system is put at 100%), for each number of deliveries and for different values of transportation distance in the RBs system. The category *freshwater ecotoxicity* is taken as reference because it is the most influenced by the distance.

# CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

- Nonostante la pratica di riutilizzo degli imballaggi sia senza dubbio una buona misura per ridurre la produzione di rifiuti, quando se ne devono quantificare i benefici ambientali il quadro appare più complesso, soprattutto se l'imballaggio richiede un processo di rigenerazione
- L'attività di ricerca ha mostrato come la metodologia LCA sia uno strumento utile per valutare la reale efficacia di una pratica di riutilizzo in un'ottica di economia circolare
- Priorità assoluta per questo tipo di studi è la disponibilità di dati primari affidabili e rappresentativi sul sistema investigato nel contesto geografico analizzato
- Per questo motivo, è importante promuovere la cooperazione con le aziende, incoraggiandole a condividere dati sul loro settore





**GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE!**

Prof.ssa Lucia Rigamonti  
[lucia.rigamonti@polimi.it](mailto:lucia.rigamonti@polimi.it)  
[www.aware.polimi.it](http://www.aware.polimi.it)