



# Large Valorisation on Sustainability of Steel Structures

## INFORMAZIONI DI BASE: METODOLOGIA LCA

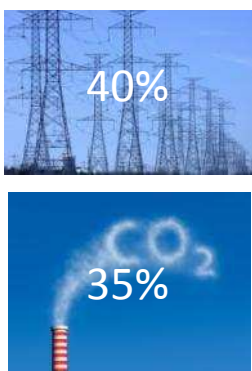


**June 2014**

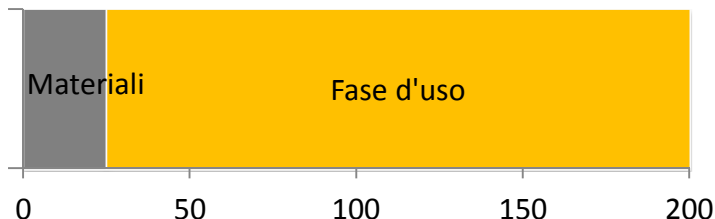


## Inquadramento del settore delle costruzioni

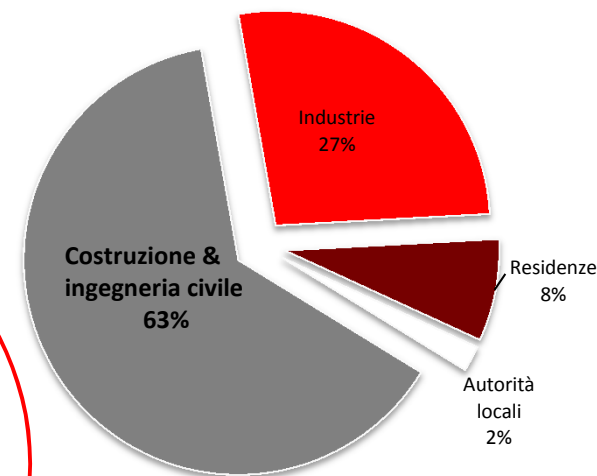
In Europa, il settore delle costruzioni rappresenta:



Distribuzione del consumo energetico di un edificio (kWh/m<sup>2</sup>.anno)



Percentuale dei rifiuti depositati in Francia



Molti concetti nuovi

life cycle assessment  
climate change  
LEED  
recycling  
carbon dioxide  
EN 15804  
standard  
reuse  
functional unit  
module D  
BREEAM  
construction  
environment  
steel  
RT 2012  
CPR  
wastes  
FDES  
product  
sustainable  
HQE  
rating schemes  
building  
wastes  
REACH  
resources  
impact  
service life  
environmental product declaration



Gli individui trascorrono il  
**90%** del loro tempo  
all'interno degli edifici

Fonti: Ademe, EU commission



# Contenuti

## 1) Nozioni di base

- Sviluppo sostenibile e life cycle thinking
- Valutazione ambientale del ciclo di vita (Life cycle assessment - LCA)

## 2) Valutazione ambientale degli edifici

- Scale di valutazione
- Dichiarazioni ambientali dei prodotti (EPD)
- CEN TC350: inquadramento, concetti principali
- Focus sul modulo D

## 3) Valutazione ambientale dell'acciaio

- Il ciclo dell'acciaio
- Benefici del riciclo



## 1) Nozioni di base





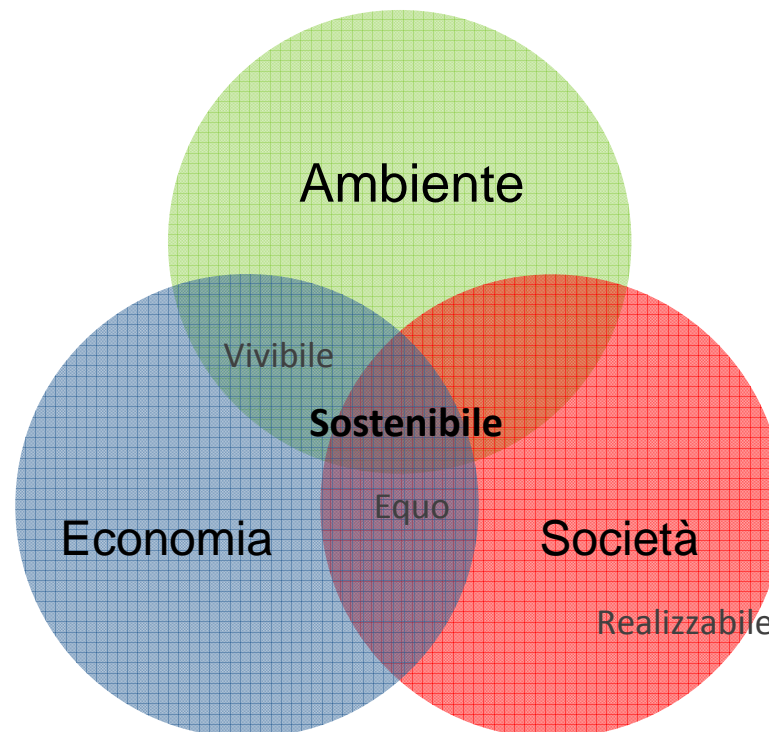
## Sviluppo sostenibile

*“Lo sviluppo sostenibile soddisfa i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere la possibilità alle generazioni future di soddisfare i propri “*

**Rapporto Brundtlandt**

(Commissione Mondiale su Ambiente e Sviluppo, 1987)

Le 3 sfere dello  
sviluppo  
sostenibile





# Perchè risulta così critico raggiungere lo sviluppo sostenibile?

- Capire e prevedere in che misura i **costi della catena di approvvigionamento** potrebbero aumentare in futuro a causa delle **questioni ambientali**
- Capire in che misura la catena di approvvigionamento può subire **impatti dovuti alle questioni sociali**
- Dimostrare il **valore sostenibile di prodotti & soluzioni in acciaio** attraverso
  - Benefici ambientali dell'acciaio ed efficienza economica
  - Impatti sociali locali sui soggetti coinvolti (lavoro, etc.)
  - Benefici sociali di prodotti e soluzioni
  - Capacità di integrare le popolazioni a basso reddito nella catena di valore
  - ...
- Decisioni attuali sottolineano le questioni con cui dovranno confrontarsi le generazioni future
- Industria siderurgica dovrebbe essere parte integrante della soluzione

“Il mondo non può avere successo senza considerare un mercato che tenga conto di una soluzione impegnata a fornire società ed ecosistemi sostenibili”

WBCSD President Bjorn Stigson



## Strumenti per la valutazione ambientale

- Sistema di Gestione Ambientale – EMS (sito/azienda specifico, ISO 14000)
- Protocollo sui gas ad effetto serra (a livello di Azienda, a livello di sito)
- **Analisi ambientale LCA**, Analisi dei costi LCC, Analisi Sociale SLCA (prodotto/servizio specifico)
- Eco-design
- Valutazione del rischio per la salute, valutazione del rischio per l'ecosistema
- Indicatori (GRI, IBGN, Impronta ecologica...)
- Analisi costi-benefici, Economia ambientale
- ....



## Life Cycle Thinking (LCT)

- Il modo di identificare i miglioramenti possibili per prodotti e servizi al fine di ridurre gli impatti ambientali e minimizzare l'uso delle risorse durante tutte le fasi del ciclo di vita.







## LCT nelle politiche europee

- Il Piano d'Azione per il Consumo e la Produzione Sostenibile ha lo scopo di ridurre l'impatto ambientale e il consumo delle risorse in relazione all'intero ciclo di vita di beni e servizi (prodotti)
- Comunicazione sulla Politica Integrata di Prodotto (COM(2003)302)
- Strategia Tematica sull'uso Sostenibile delle Risorse Naturali (COM(2005)670)
- Strategia Tematica sulla Prevenzione e il Riciclo dei Rifiuti (COM(2005)666)



## Life cycle thinking: perchè?

1. Azione locale confrontata con impatto globale
2. Variazione dell'inquinamento da una fase del ciclo di vita ad un'altra
3. Variazione dell'inquinamento da un impatto ambientale ad un altro



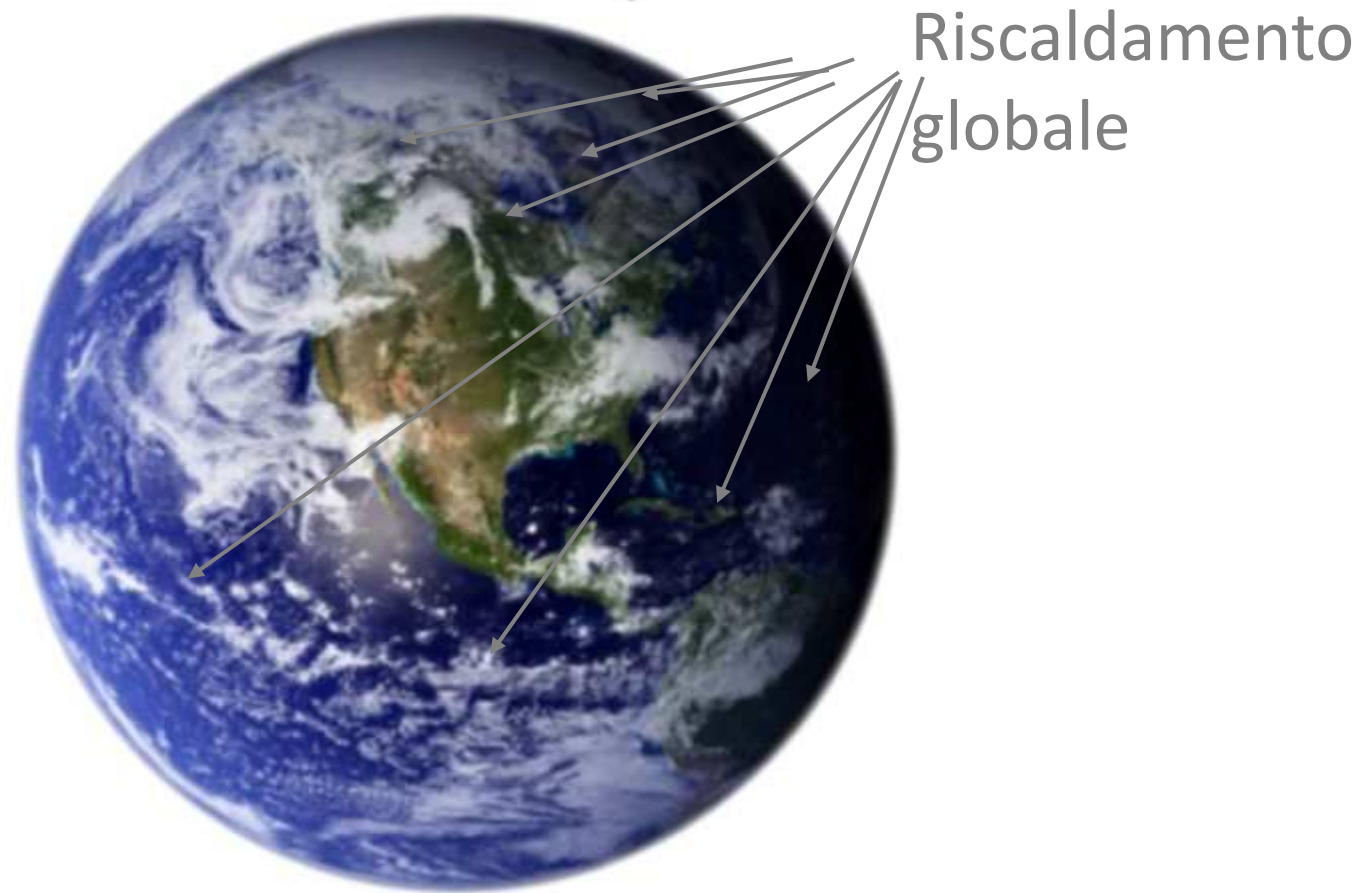
# 1 – Azione locale confrontata con impatto globale



Azione locale



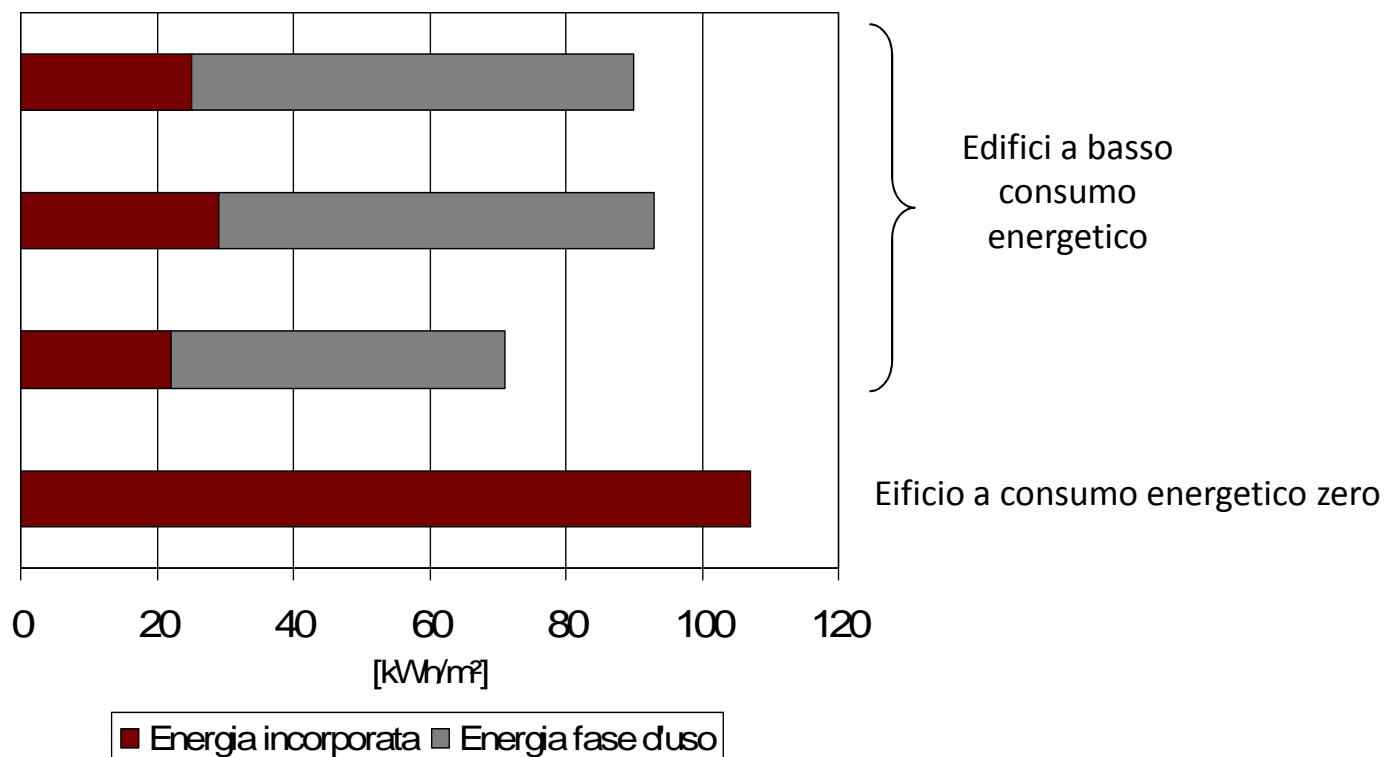
# 1 – Azione locale confrontata con impatto globale





## 2 – Variazione dell'inquinamento da una fase del ciclo di vita ad un'altra

Consumo energetico degli edifici  
residenziali



Fonte: Energy and Buildings 42 (2010) 1592–1600

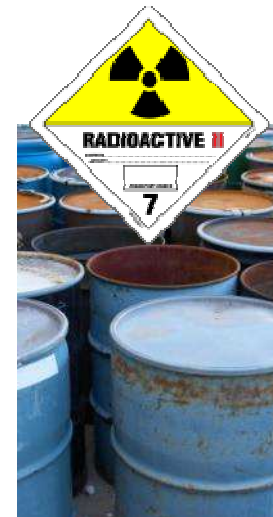


### 3 – Variazione dell'inquinamento da un impatto ambientale ad un altro

**Prevenire la sostituzione dei problemi ambientali!**



**Tuttavia ci sono altre emissioni**





# Life Cycle Assessment

- Definizione

Analisi dei potenziali danni ambientali di un prodotto o servizio nella produzione, fase d'uso e smaltimento (fine vita).

- Benefici

- Interni

- Individuazione dei rischi strategici e delle questioni ambientali
    - Sviluppo dei prodotti sostenibili basato su informazioni ambientali ⇒ Ecodesign
    - Comunicazione con istituzioni politiche e autorità

- Esterni

- Miglioramento d'immagine dovuto alle considerazioni ecologiche
    - Compatibilità con innovazioni ambientali e diminuzione degli impatti ambientali
    - Competitività, considerando anche gli aspetti ambientali

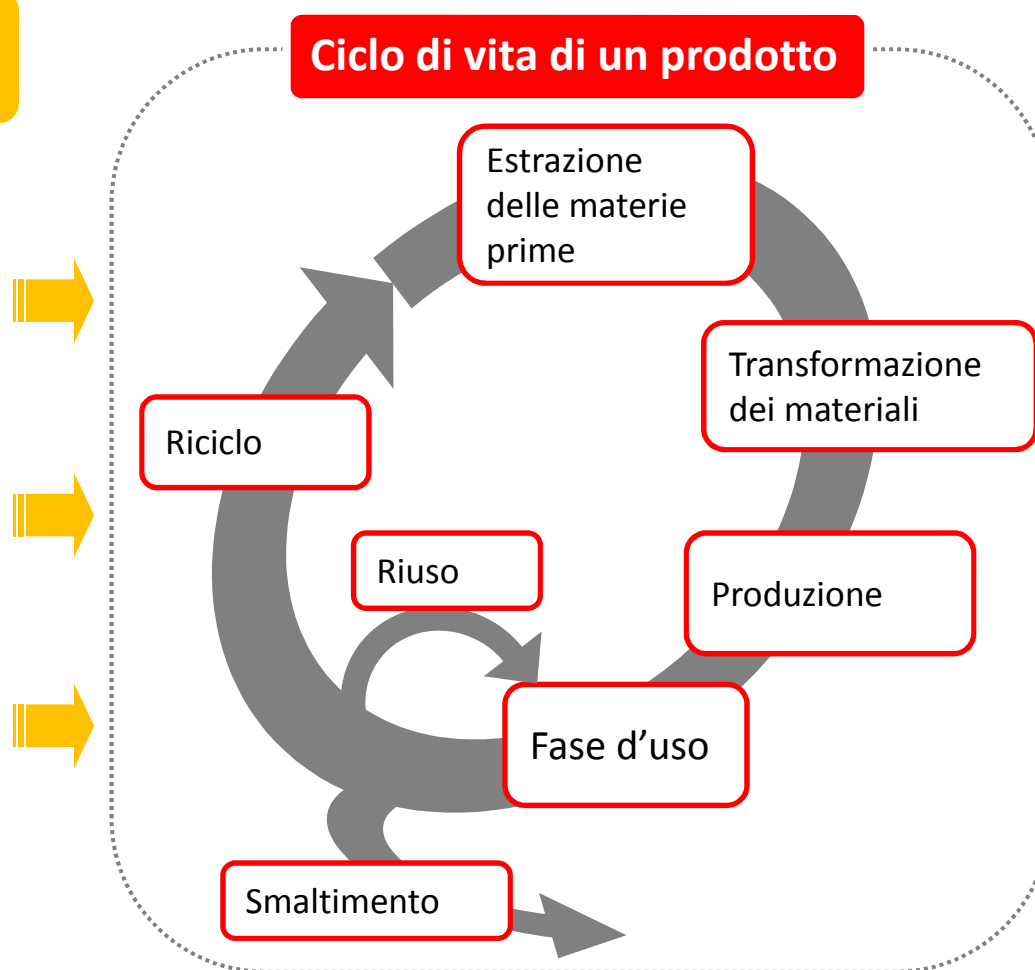


## Life Cycle Assessment

Consumo  
delle risorse



Ciclo di vita di un prodotto



Emissioni e rifiuti  
nell'ambiente

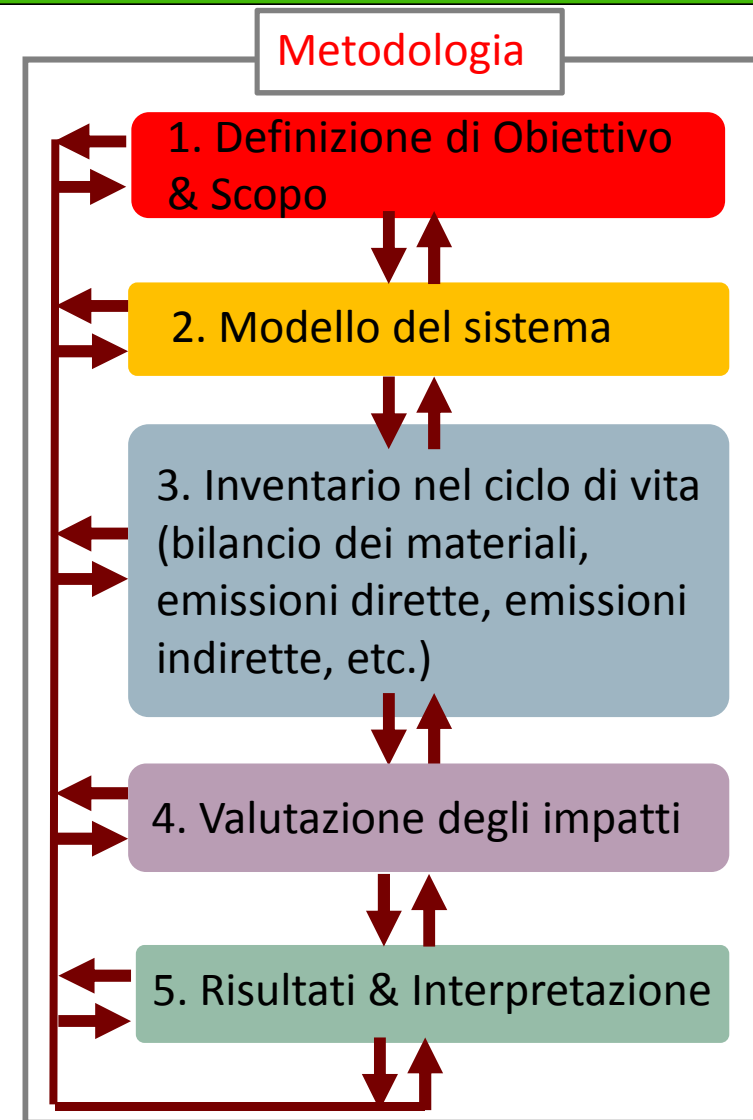






## Life Cycle Assessment

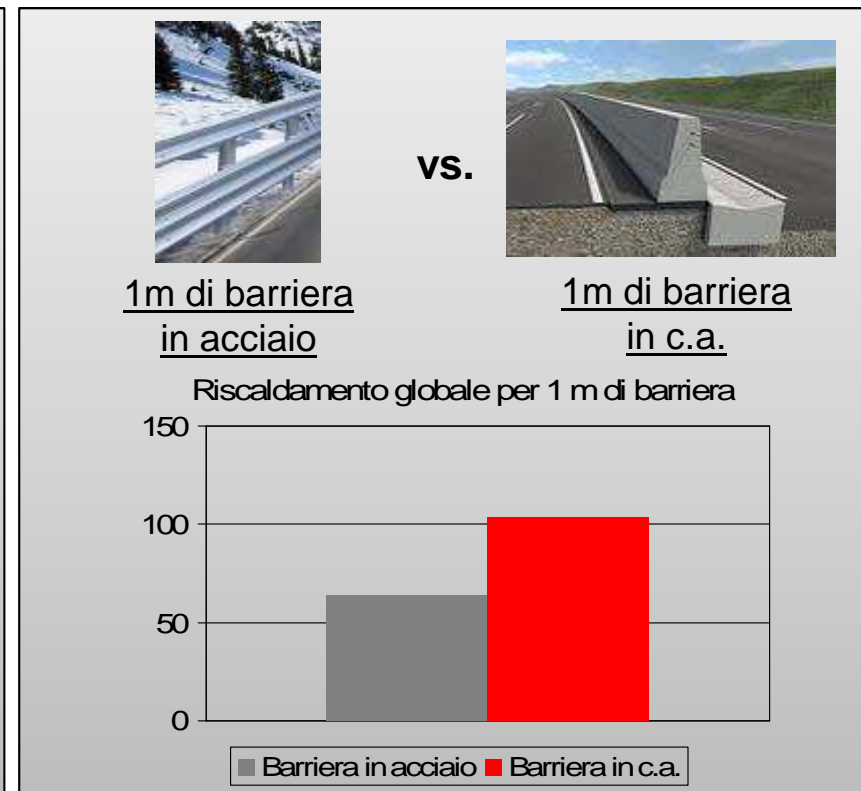
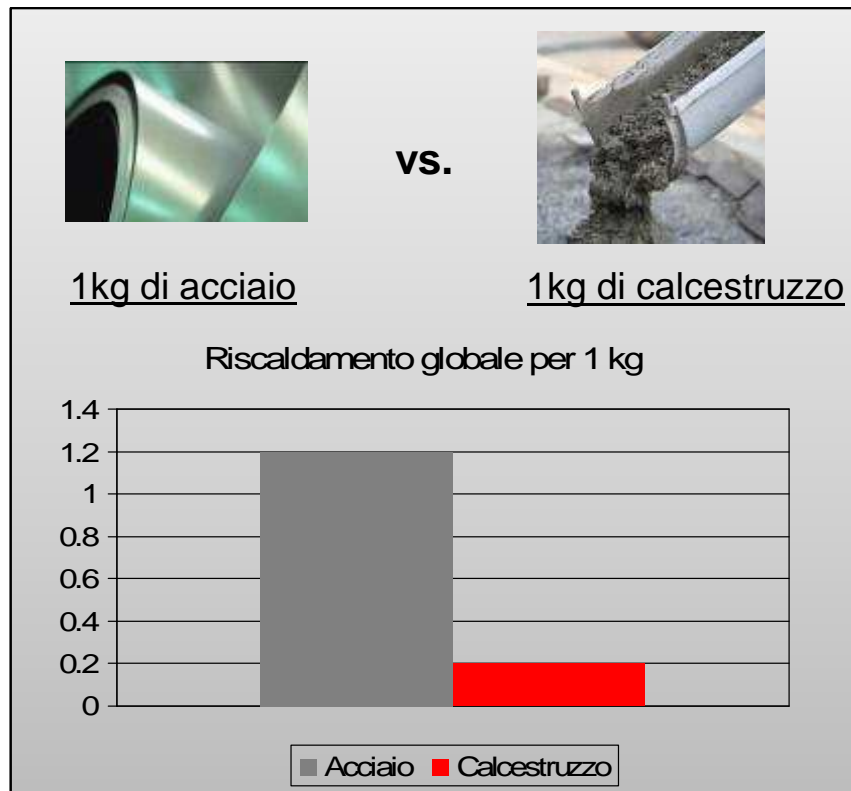
- **Metodologia generale**, valida per tutti i prodotti e servizi, che permette di ottenere informazioni ambientali in accordo alle **norme internazionali** (ISO 14040 e ISO 14044)
- Queste norme non impongono un metodo da preferire rispetto ad un altro per l'allocazione, gli indicatori, I confini del sistema oggetto di studio **grande grado di libertà**
- Un'analisi LCA non indirizza
  - REACH
  - Rischio ambientale
  - Sicurezza del lavoratore
  - Questioni economiche e sociali
  - Impronta di carbonio delle industrie





## Life Cycle Assessment

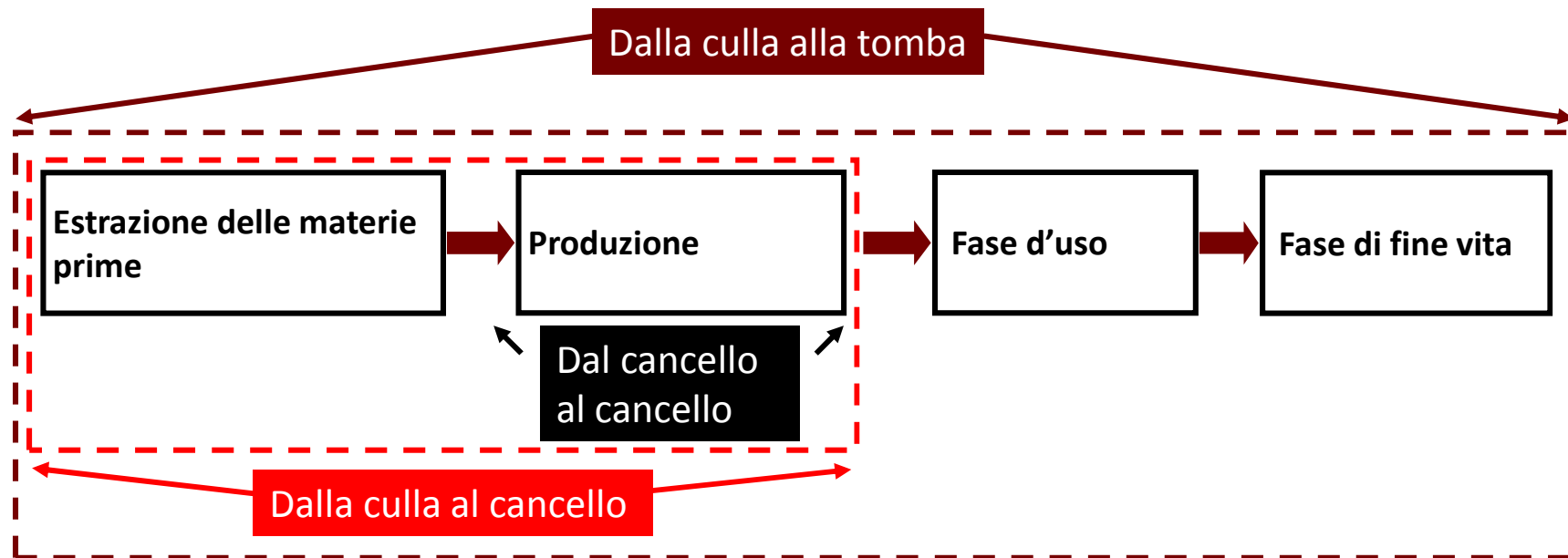
- **Punto chiave #1, l'unità funzionale: obiettivo di uno studio LCA**
  - Esempi: 1m<sup>2</sup> di rivestimento, 1 trave per campata e carico specifico, 1kg di cls
  - *Confronti tra prodotti solo per funzioni equivalenti*





## Life Cycle Assessment

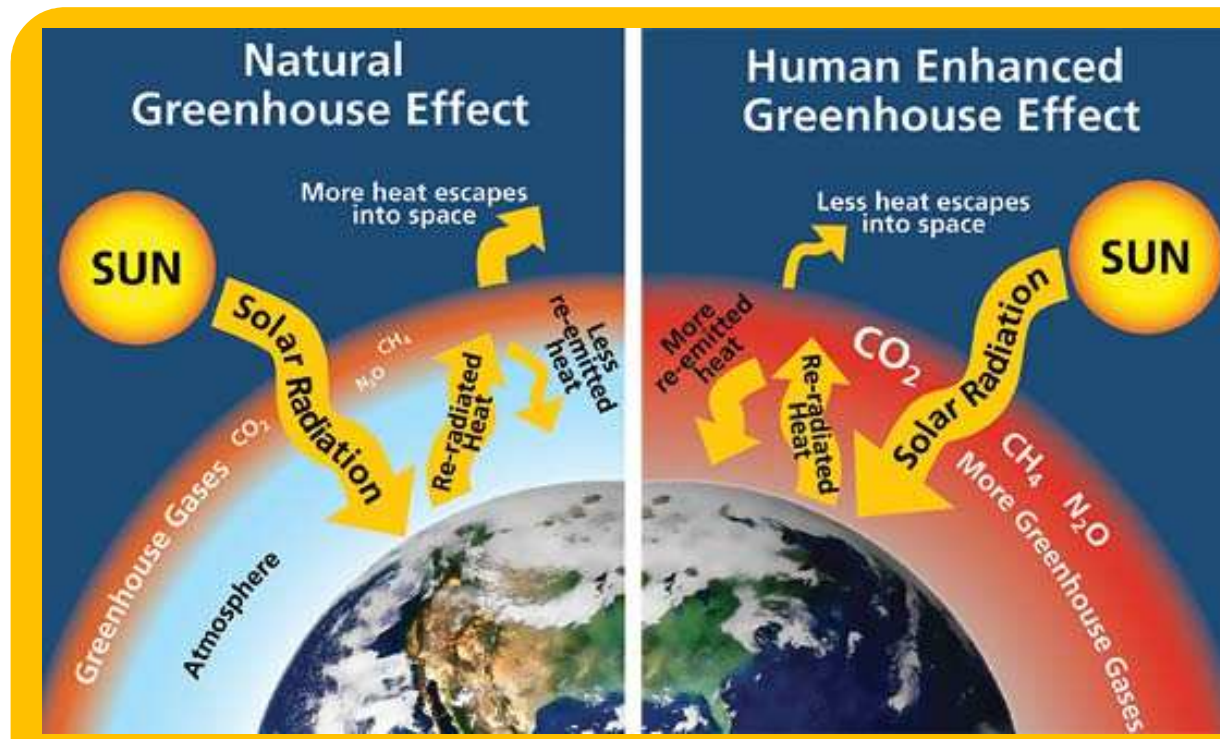
- **Punto chiave #2, i confini del sistema**
  - In relazione al trasporto e alla costruzione, la fase d'uso è responsabile di circa l'80-90% dei danni ambientali





## Life Cycle Assessment

- **Punto chiave #3, gli indicatori ambientali**
  - Consumi, emissioni e rifiuti sono trasformati in impatti
  - Esempio: Potenziale di riscaldamento globale (GWP)



Secondo un processo naturale i gas normalmente trattengono parte del calore solare, preservando il pianeta da fenomeni di congelamento.

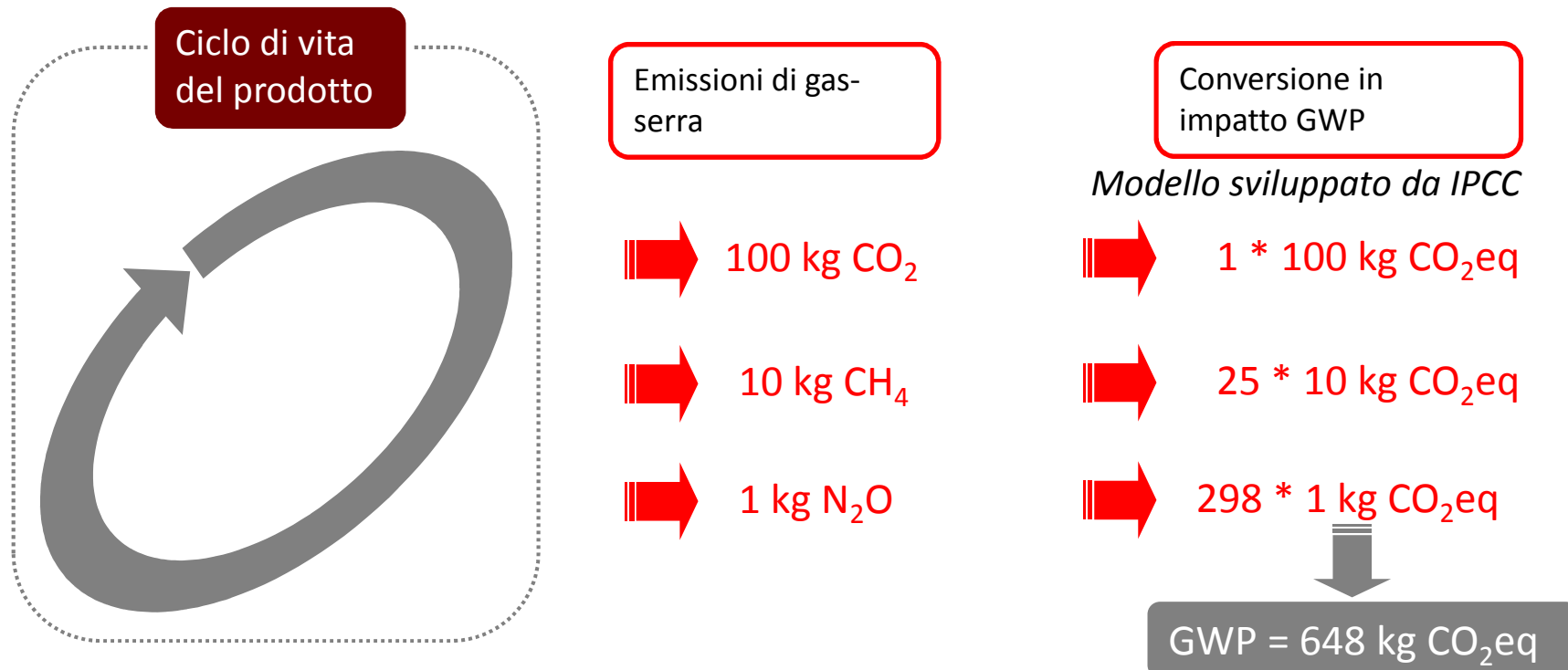
Le attività umane, come la combustione di combustibili fossili, stanno facendo aumentare i livelli di gas serra, conducendo ad un elevato effetto serra. Il risultato è il riscaldamento globale e il cambiamento climatico senza precedenti.

<http://www.nps.gov/goga/naturescience/climate-change-causes.html>



## Life Cycle Assessment

- **Punto chiave #3, gli indicatori ambientali**
  - Consumi, emissioni e rifiuti sono trasformati in impatti
  - Esempio: potenziale di riscaldamento globale (GWP)





## Life Cycle Assessment

- **Punto chiave #4, la revisione**
  - Eseguita da un esperto indipendente, in aggiunta ad un comitato delle parti interessate per dichiarazioni comparative
  - Costo 7k€ – 20k€
- **Conformità delle diverse norme a seconda del tipo di studio**
  - Studi LCA generici: ISO 14040 – 44
  - Dichiarazione ambientale generica: ISO 14025
  - Dichiarazione ambientale per i prodotti da costruzione a livello mondiale: ISO 21930
  - Dichiarazione ambientale per i prodotti da costruzione in Europa: EN 15804
  - Dichiarazione ambientale per i prodotti da costruzione in Francia: o NF P01-010 oppure NF EN 15804, dopo 2014, solo EN 15804



## Life Cycle Assessment

- **Punto chiave #5, dati**

- A livello pratico, un'elevata quantità di dati è necessaria per modellare tutto il ciclo di vita di un prodotto (cave per estrazione, conversione dell'energia, discarica, mezzi di trasporto, etc)
  - Necessità di database generici che forniscono medie affidabili per specifiche aree geografiche (e.g. la produzione di 1kWh di elettricità in Francia)
- Esistono molti database, ognuno con specifiche caratteristiche
  - Database industriali (worldsteel, Plasticseurope, Betie, etc - gratuiti)
  - Ecoinvent (Centri di ricerca svizzeri – il più grande database al mondo – modellazione principalmente teorica – costoso)
  - GaBi (compagnia di consulenza tedesca – lavoro con industrie compresa worldsteel – costoso)
  - Inies (per prodotti da costruzione FDES – non necessariamente verificato – prima norma francese – gratuito)
  - Diogen (focalizzato su prodotti dell'ingegneria civile – prima norma francese – gratuito)



## Life Cycle Assessment

- Questioni metodologiche che sollevano dibattiti tra professionisti
  - Allocazione (quota di impatti tra prodotti derivati)
    - Distinzione tra prodotti derivati e rifiuti
    - Base fisica (peso, stechiometria) o economica
    - Potrebbe avere grande influenza sul risultato
    - Valutazione quantitativa dei benefici del riciclo
    - Beneficio per utente o produttore di rottame di ferro?
    - Quali sono le considerazioni riguardo il riciclo di un materiale con perdita di qualità, la valorisation etc?
  - Fonti dei dati
    - Qualità dei dati
    - Caratteristiche peculiari
    - Coerenza tra metodi (confini, allocazione)





## 2) Valutazione ambientale degli edifici





## Molti livelli di valutazione

1. Componenti (facciate, copertura, elementi strutturali etc) possono essere certificati dalle EPD, spesso attraverso un programma riconosciuto



EPD



breeam



2. Efficienza energetica è regolata o etichettata

- RT 2012 (FR)
- Minergie (CH)
- PassivHaus (DE) etc



4. LCA di un edificio: valutazione dell'intero ciclo di vita di un edificio, prendendo in considerazione i suoi materiali costituenti e la sua efficienza termica

3. Le certificazioni degli edifici valutano un edificio nella sua interezza e potrebbero essere integrate con gli aspetti sociali ed economici





**Standardizzazione della valutazione  
ambientale degli edifici:  
Il lavoro della Commissione CEN/TC350**



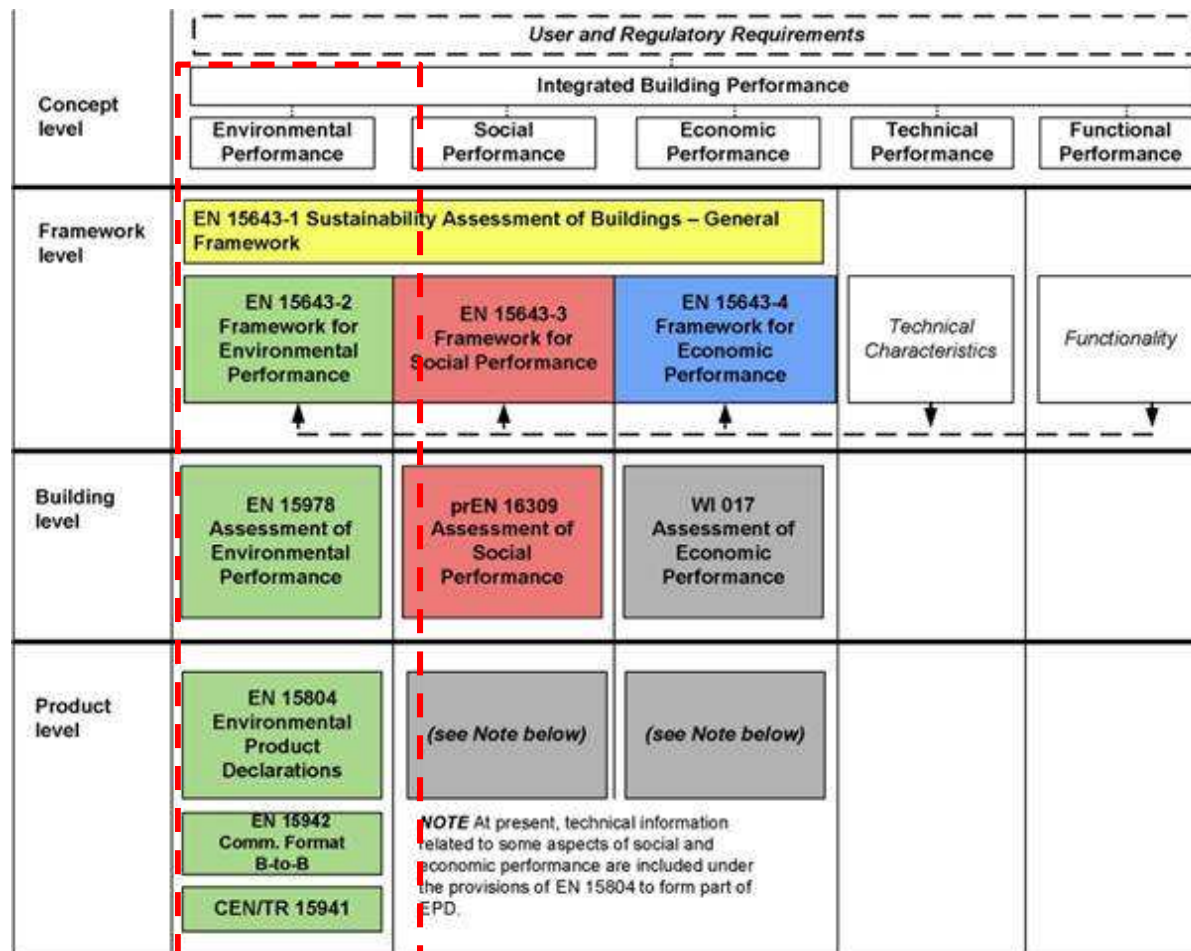
## Inquadramento

- La Commissione Europea ha incaricato la commissione CEN per lo **sviluppo di metodi standardizzati orizzontali per la valutazione della prestazione ambientale integrata degli edifici**



## CEN/TC350 Struttura

- 3 sfere della sostenibilità, 4 livelli



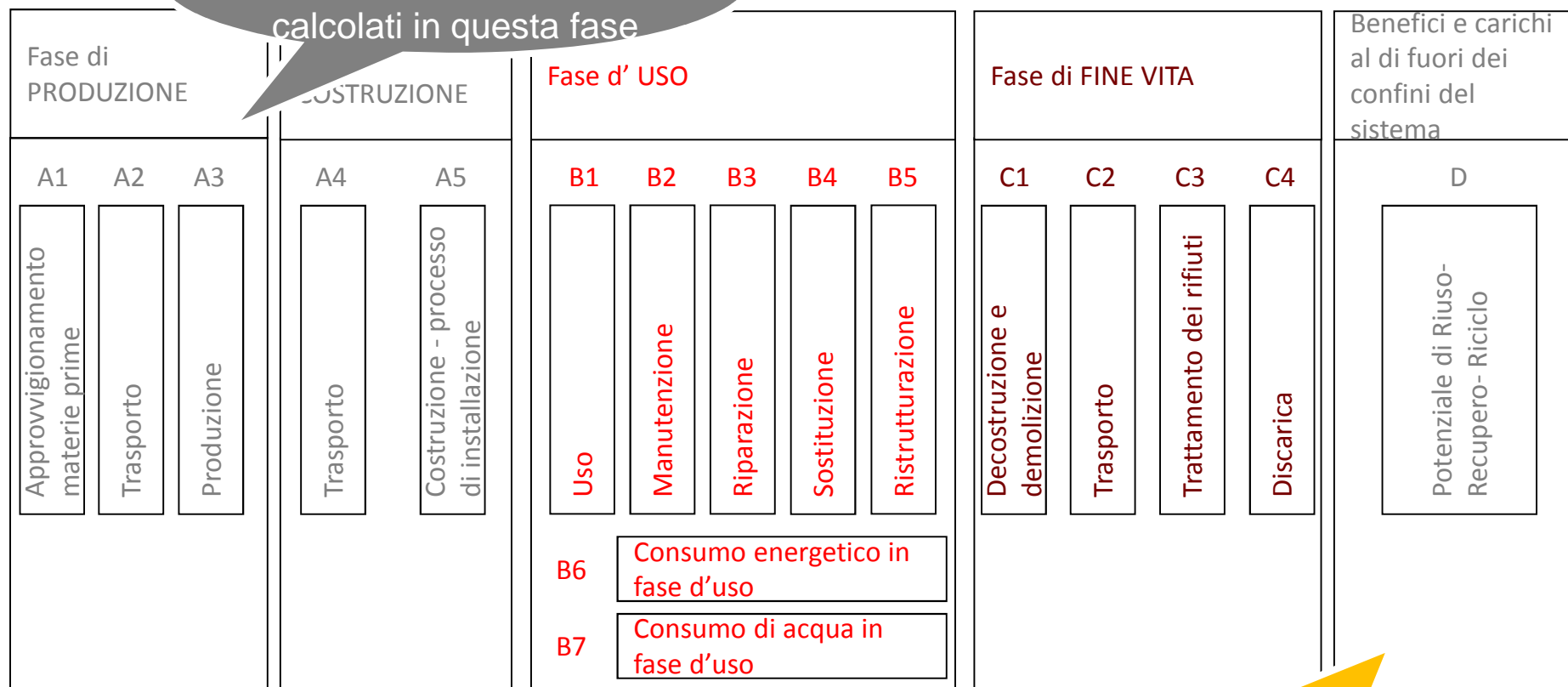


# Concetto chiave: modularità

LARGE VALORISATION ON SUSTAINABILITY OF STEEL STRUCTURES



Impatti di produzione e  
manifattura sono  
calcolati in questa fase



Obbligatorio

EPD dalla culla al cancello

Obbligatorio

EPD dalla culla al cancello con opzione

Opzionale

I benefici del riciclo  
sono calcolati in  
questa fase

Obbligatorio

EPD dalla culla alla tomba

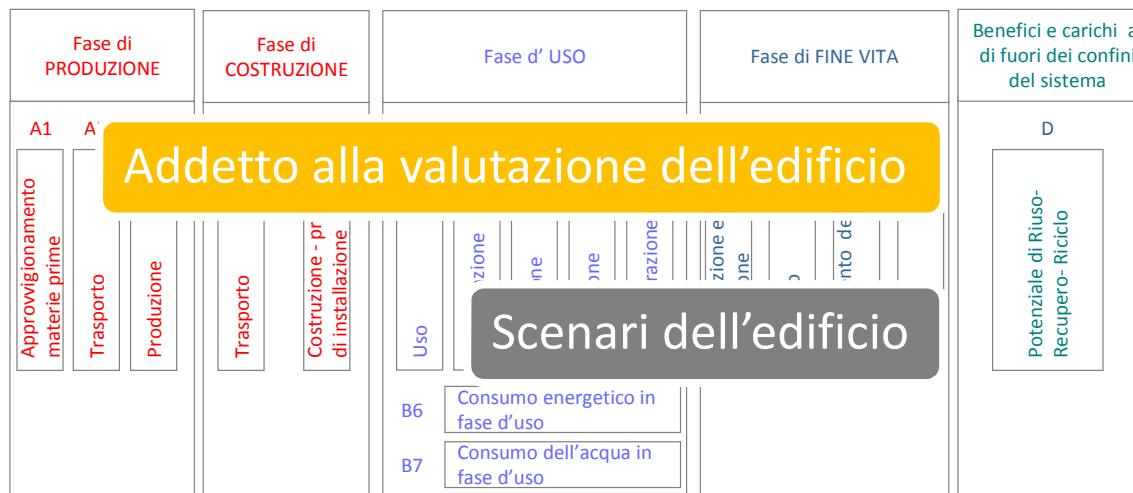
Opzionale



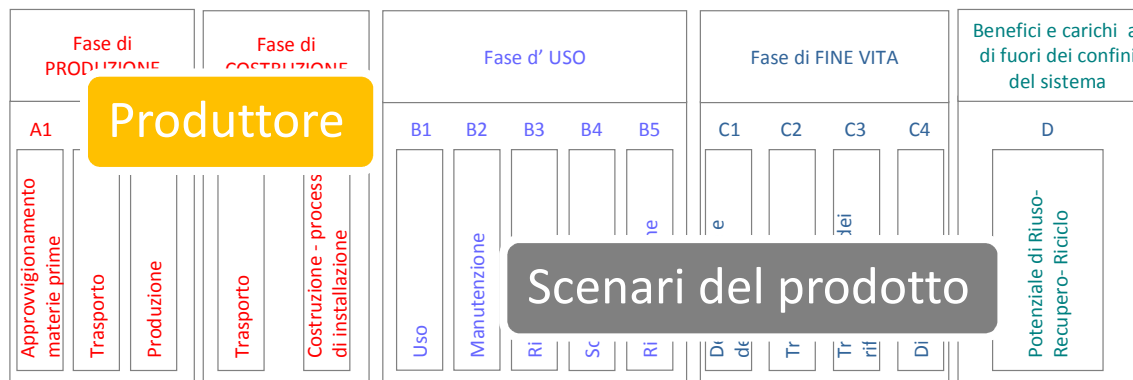
# Modularità secondo 2 livelli



A livello  
dell'edificio  
EN 15978



A livello del  
prodotto  
EN 15804



Trasparenza: non si considera aggregazione tra i moduli  
Dati del prodotto integrati a livello dell'edificio  
Confronto solo a livello dell'edificio o del sistema



# LARGE VALORISATION ON SUSTAINABILITY OF STEEL STRUCTURES



## Parameters describing environmental impacts

GWP [kgCO <sub>2</sub> eq]	ODP [kgCF <sub>2</sub> eq]	AP [kgSO <sub>2</sub> eq]	EP [kgPO <sub>4</sub> eq]	POCP [kgEtheneq]	APD-elements [kgSbeq]	ADP-fossil fuels [MJ NCV]
-------------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------	---------------------	--------------------------	------------------------------

## Parameters describing resource use, primary energy

Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials [MJ NCV]	Use of renewable energy resources used as raw materials [MJ NCV]	Total use of renewable primary energy (primary energy and primary energy resources used as raw materials) [MJ NCV]	Use of non renewable primary energy excluding non renewable primary energy resources used as raw materials [MJ NCV]	Use of non renewable energy resources used as raw materials [MJ NCV]	Total use of non renewable primary energy (primary energy and primary energy resources used as raw materials) [MJ NCV]
---	--	--	---	--	--

## Parameters describing resources use, secondary materials and fuels, and use of water

Use of secondary material [kg]	Use of renewable secondary fuels [MJ]	Use of non renewable secondary fuels [MJ]	Use of net fresh water [m <sup>3</sup> ]
-----------------------------------	---------------------------------------	---	--

## Other environmental information describing waste categories

## Other environmental information describing output flows

Hazardous waste disposed [kg]	Non hazardous waste disposed [kg]	Radioactive waste disposed [kg]	Components for reuse [kg]	Materials for recycling [kg]	Materials for energy recovery [kg]	Exported energy [kg]
----------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	---------------------------	------------------------------	------------------------------------	----------------------





### 3) Valutazione ambientale dell'acciaio





## Produzione dell'acciaio

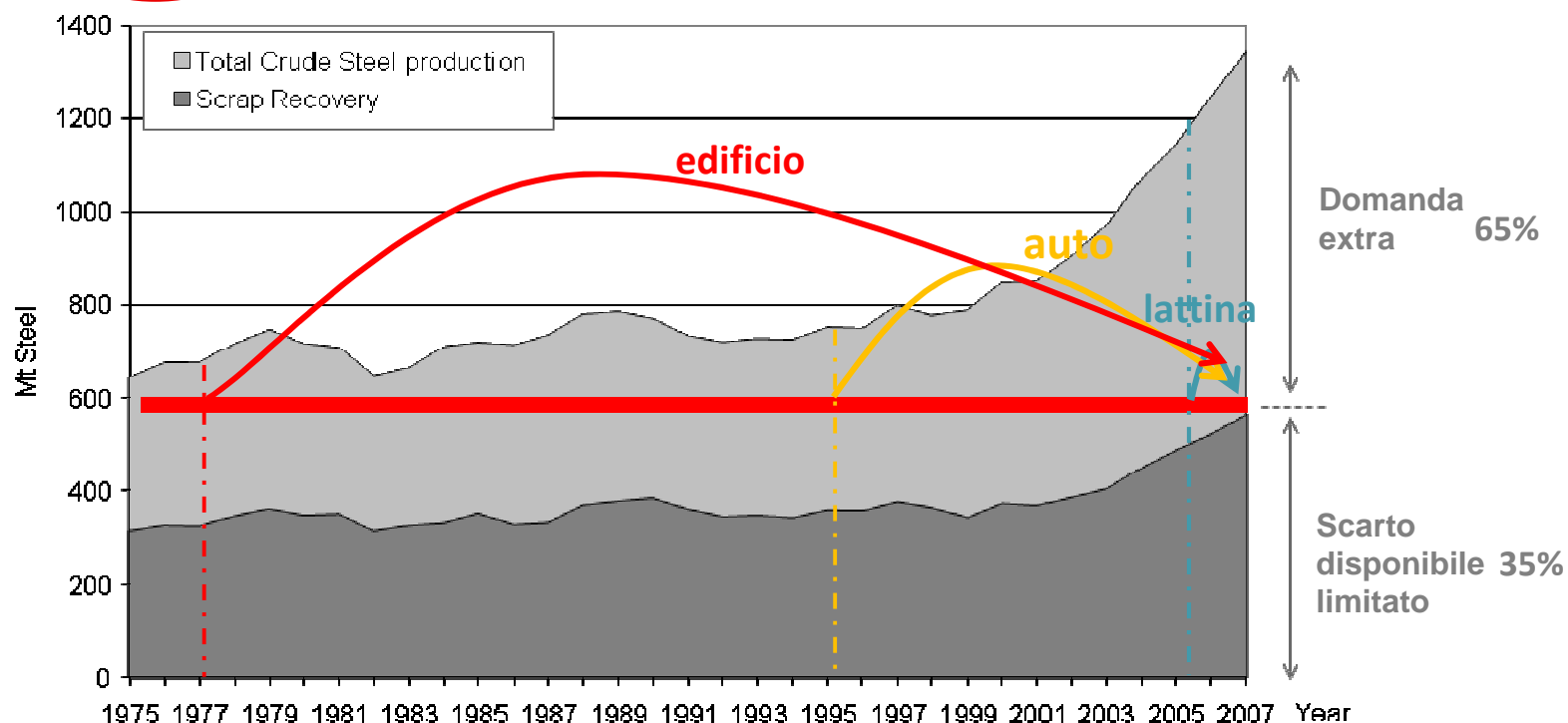
- Due processi produttivi per un solo prodotto: acciaio
  - Altoforno (BF)/Forno ad ossigeno basico (BOF) (principalmente produzione primaria)
  - Forno elettrico ad arco (Electric A Furnace) (principalmente produzione secondaria)

### Il processo di riciclo dell'acciaio





## Domanda di acciaio vs. offerta di scarti





## Produzione di acciaio per processo e regione, 2007

	Production million metric tons	Oxygen %	Electric %	Open hearth %	Other %	Total %
Austria	7.6	90.7	9.3	-	-	100.0
Belgium	10.7	66.8	33.2	-	-	100.0
Bulgaria	1.9	53.8	46.2	-	-	100.0
Czech Republic	7.1	90.6	9.4	-	-	100.0
Finland	4.4	70.4	29.6	-	-	100.0
France	19.2	61.3	38.7	-	-	100.0
Germany	48.6	69.1	30.9	-	-	100.0
Greece	2.6	-	100.0	-	-	100.0
Hungary	2.2	77.6	22.4	-	-	100.0
Italy	31.5	36.7	63.3	-	-	100.0
Latvia (e)	0.6	-	0.4	99.6	-	100.0
Luxembourg	2.9	-	100.0	-	-	100.0
Netherlands	7.4	97.8	2.2	-	-	100.0
Poland	10.6	58.3	41.7	-	-	100.0
Portugal (e)	1.4	-	100.0	-	-	100.0
Romania	6.3	69.6	30.4	-	-	100.0
Slovak Republic	5.1	92.3	7.7	-	-	100.0
Slovenia	0.6	-	100.0	-	-	100.0
Spain	19.0	22.1	77.9	-	-	100.0
Sweden	5.7	66.1	33.9	-	-	100.0
United Kingdom	14.3	78.8	21.2	-	-	100.0
European Union (27)	209.5	51.6	40.2	0.3	-	100.0
Turkey	25.8	74.1	75.2	-	-	100.0
Others	4.1	36.4	63.6	-	-	100.0
Other Europe	29.8	26.4	73.6	-	-	100.0
Russia	72.4	56.9	23.6	16.4	-	100.0
Ukraine	42.8	51.4	33.8	44.8	-	100.0
Other CIS	9.5	50.3	41.7	8.0	-	100.0
CIS	124.7	54.5	20.0	25.5	-	100.0

	Production million metric tons	Oxygen %	Electric %	Open hearth %	Other %	Total %
Canada	15.6	59.2	40.8	-	-	100.0
Mexico	17.6	26.0	74.0	-	-	100.0
United States	98.2	41.1	58.9	-	-	100.0
NAFTA	131.3	41.2	58.8	-	-	100.0
Argentina	5.4	48.1	51.9	-	-	100.0
Brazil	33.8	75.9	24.1	-	-	100.0
Chile	1.7	72.5	27.5	-	-	100.0
Venezuela	5.0	-	100.0	-	-	100.0
Others	3.4	22.4	77.6	-	-	100.0
Central and South America	49.3	61.3	38.7	-	-	100.0
Egypt (e)	6.2	16.1	83.9	-	-	100.0
South Africa	9.1	49.7	50.3	-	-	100.0
Other Africa	3.3	38.9	61.1	-	-	100.0
Africa	18.7	36.5	63.5	-	-	100.0
Iran (e)	10.1	22.7	77.3	-	-	100.0
Saudi Arabia	4.6	-	100.0	-	-	100.0
Other Middle East	1.4	-	100.0	-	-	100.0
Middle East	16.1	14.1	85.9	-	-	100.0
China (e)	489.2	89.9	10.1	-	0.0	100.0
India (e)	53.1	39.9	58.2	1.9	-	100.0
Japan	120.2	74.2	25.8	-	-	100.0
South Korea	51.6	53.4	46.6	-	-	100.0
Taiwan, China	20.9	52.1	47.9	-	-	100.0
Other Asia	19.1	-	100.0	-	-	100.0
Asia	754.1	78.1	21.7	0.1	0.0	100.0
Australia	7.9	80.8	19.2	-	-	100.0
New Zealand	1.0	72.5	27.5	-	-	100.0
World	1,342.4	56.3	31.2	2.5	0.0	100.0

(e): estimate

Consumo del rottame in  
Europa e nel mondo

European Union (27)

115.6

55% - 45%

World

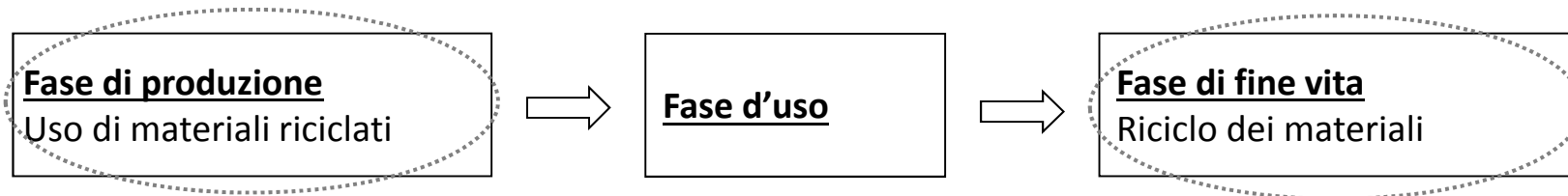
481.9

35% - 65%



## Riciclo in LCA: interesse chiave per l'acciaio

- Quantità del contenuto riciclato e del riciclo nella fase di fine vita



### Contenuto riciclato

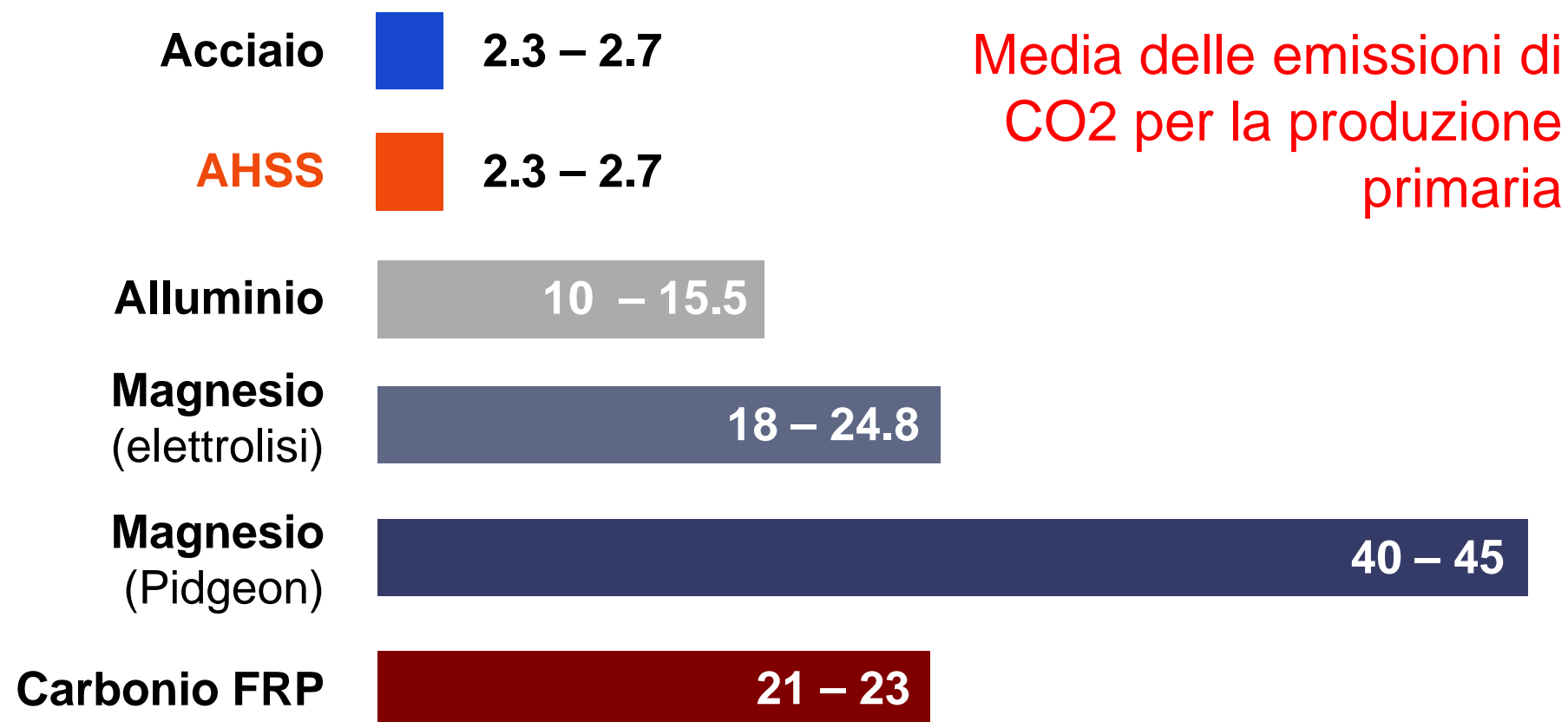
- Focus sul **prodotto**
- Considerare il riciclo **passato** dei materiali
- Supportato da materiali che hanno un **limitato numero di cicli di riciclo e una bassa quantità riciclabile** (polimeri, cemento...)

### Quantità riciclabile

- A livello del **Materiale**
- Prendere in considerazione il vantaggio ambientale del **futuro riciclo**
- Sostegno dalle industrie **siderurgiche**: indirizzare il futuro dei prodotti è più importante



## Emissioni di CO<sub>2</sub> di vari materiali







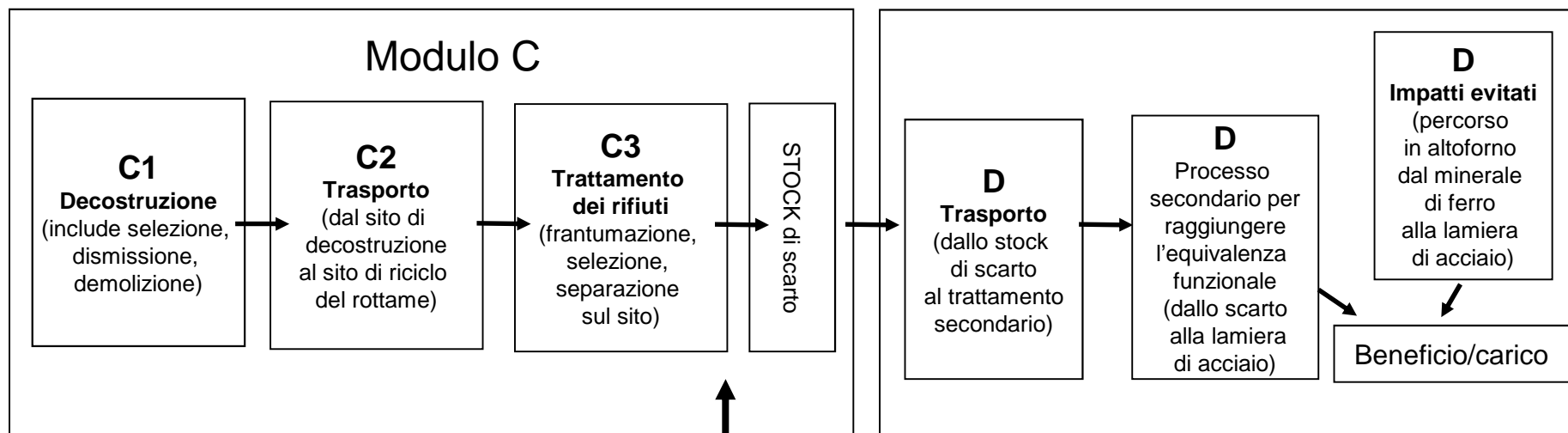
**LARGE VALORISATION ON SUSTAINABILITY OF STEEL STRUCTURES**



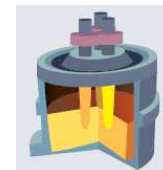
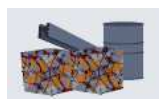
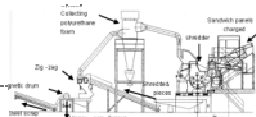
## Approfondimento sul Modulo D



## Modulo D: confini



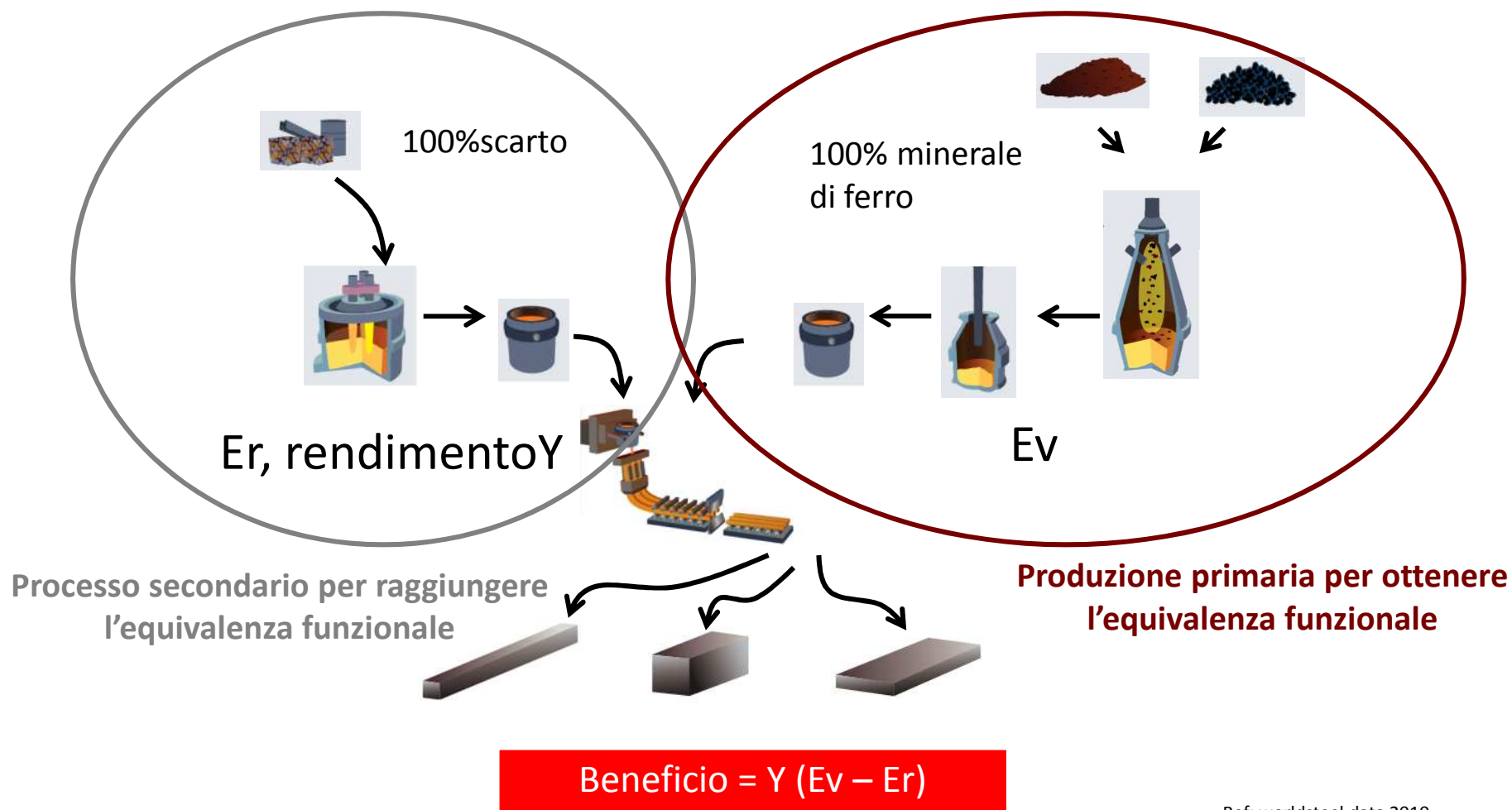
Stato della fine del trattamento dei rifiuti







## Modulo D: esempio di calcolo con acciaio



Ref: worldsteel data 2010



## Module D: 'Netto' di benefici e carichi

RC = Contenuto riciclato,

RR = Quantità riciclabile nella fase di fine vita,

Ev = Impatti per la produzione di materiale vergine

Er = Impatti per la produzione di materiale secondario

Ev' = Impatti per la produzione di materiale vergine surrogato

Er' = Impatti per la produzione di materiale secondario surrogato

$$\text{Net Benefit} = \underbrace{RR(Ev' - Er')}_{\text{Beneficio potenziale totale di stock raccolto riciclabile}} - \underbrace{RC(Ev - Er)}_{\text{Riduzione considerando il beneficio già calcolato a monte per ottenere il valore "netto"}}$$

Beneficio potenziale totale di  
stock raccolto riciclabile

Riduzione considerando il beneficio  
già calcolato a monte per ottenere il  
valore "netto"



## Applicazione con le sezioni di acciaio

Modulo A= produzione = 1,15 tCO<sub>2</sub>eq



Modulo D =  $(RR-RC)*Y*(Ev-Er) = (0,95-0,85)*1,6 = 0,15 \text{ tCO}_2\text{eq}$

**GWP = 1,15 – 0,15 = 1,00 tCO<sub>2</sub>eq**

Ref: worldsteel data 2010



## Modulo D

- Nel Modulo D, il concetto del Life cycle thinking è rispettato ed integrato con la dimensione tempo
- Il Modulo D è un chiaro incentivo per il riciclo, il riuso o il recupero dell'energia
- Qual è il valore dei rifiuti nella fase di fine vita?
- Il Modulo D è applicabile a tutti i materiali
- Questioni
  - Opzionale (problema di confronto)
  - Necessità di alcuni esempi applicativi per precisare le regole



## Conclusioni

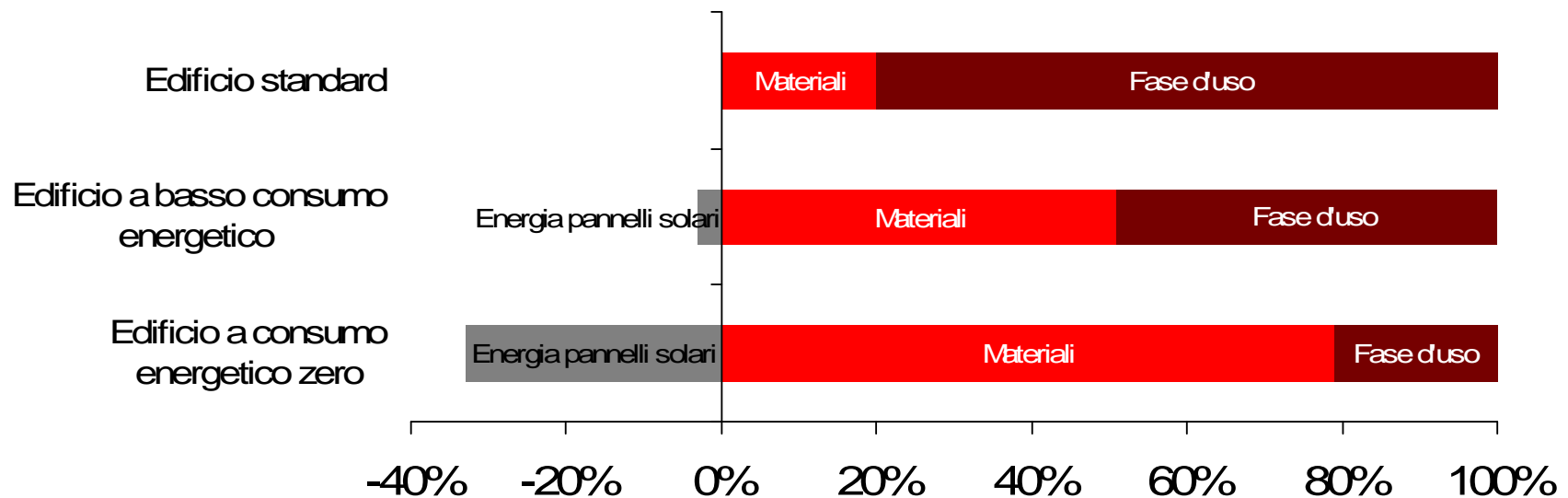
- **Valutazione degli impatti**

- PRESENTE

- Impatti distribuiti principalmente durante la fase d'uso (~80% degli impatti dell'intero ciclo di vita)
- Politiche orientate verso l'efficienza energetica degli edifici
- Sviluppo di costruzioni ad energia passiva o positiva

- FUTURO

- Aumento dei materiali isolanti
- **Misura da ridurre:** dichiarazioni EPD richieste sempre più nelle certificazioni e valutazioni
- Efficienza delle risorse con l'obiettivo di ridurre la quantità di rifiuti





## Conclusioni

- L'analisi LCA (Life Cycle Assessment) è lo strumento specifico per la valutazione ambientale degli edifici
  - Non è sufficiente focalizzare l'analisi solo sulla fase d'uso del ciclo di vita
  - È necessario prendere in considerazione anche la fase di fine vita dell'edificio: riuso e riciclo (modulo D)
  - Anidride carbonica non rappresenta il solo gas serra inquinante: si richiede una valutazione degli impatti ambientali completa
- La sfera sociale è in fase di evoluzione: al di là degli indicatori dell'LCA
  - Gli individui trascorrono il 90% del loro tempo all'interno degli edifici: qualità dell'aria / comfort / benessere acustico devono essere indirizzati
  - Scala urbana confrontata con scala dell'edificio