

## **L'analisi del ciclo di vita e l'analisi dei costi lungo il ciclo di vita**

Per imprese e amministrazioni  
più verdi e responsabili



# LCA (Life Cycle Assessment)

Cosa s'intende per "analisi del ciclo di vita" (LCA)?

→ Metodologia per valutare l'impatto ambientale e il consumo di risorse in tutte le fasi del ciclo di vita di prodotti, servizi e lavori



# LCA (Life Cycle Assessment)

Cosa s'intende per "analisi del ciclo di vita" (LCA)?

→ Metodologia per valutare l'impatto ambientale e il consumo di risorse in tutte le fasi del ciclo di vita di prodotti, servizi e lavori





# Ciclo di vita

# blue jeans life cycle



# LCA (Life Cycle Assessment)

Cosa s'intende per "analisi del ciclo di vita" (LCA)?

→ Metodologia per valutare l'impatto ambientale e il consumo di risorse in tutte le fasi del ciclo di vita di prodotti, servizi e lavori







# LCA: come può essere usato?

→ 100 soluzioni più efficaci per invertire il riscaldamento globale: Project Drawdown

**DRAWDOWN**

# 100 SOLUTIONS TO REVERSE GLOBAL WARMING BY 2050

RANKED BY IMPACT

drawdown.org

Solution	Impact (Gt CO2e/yr)	Rank
Afforestation	18.06	#15
Biochar	0.81	#72
Bioplastic	4.30	#47
Cogeneration	3.97	#50
Composting	2.28	#60

## DRAWDOWN.ORG

Un progetto americano che ha messo insieme le 101 soluzioni più efficaci per invertire il riscaldamento globale tra ora ed il 2050.



# LCA: come può essere usato?

→ 100 soluzioni più efficaci per invertire il riscaldamento globale: Project Drawdown

DRAWDOWN

**100  
SOLUTIONS  
TO REVERSE  
GLOBAL  
WARMING  
BY 2050**

RANKED BY IMPACT

drawdown.org



## DRAWDOWN.ORG

Un progetto americano che ha messo insieme le 101 soluzioni più efficaci per invertire il riscaldamento globale tra ora ed il 2050.

MOMENT OF DRAWDOWN

GREENHOUSE GAS LEVELS

PROJECT  
DRAWDOWN  
Copyright © 2021, Project Drawdown

Source: NOAA



**DOMANDA:** Quale soluzione secondo voi ha il potenziale di mitigazione più elevato sul clima (considerando anche il rapporto costo/efficacia)?

- A. Incremento dell'Eolico
- B. Ripristino delle Foreste Tropicali
- C. Gestione dei Gas Refrigeranti
- D. Riduzione dello Spreco di Cibo
- E. Dieta Vegetariana





# LCA: come può essere usato?

→ 100 soluzioni più efficaci per invertire il riscaldamento globale: Project Drawdown

**DRAWDOWN**

# 100 SOLUTIONS TO REVERSE GLOBAL WARMING BY 2050

RANKED BY IMPACT

drawdown.org

Solution	CO2 Reduction (Gt/yr)	Rank
Land Use Change, Non-Forest (LUC-NF)	18.06	#1
Afforestation	18.06	#15
Food: BIOCHAR	0.81	#72
Materials: BIOPLASTIC	4.30	#47
Energy: COGENERATION	3.07	#50
Food: COMPOSTING	2.26	#60

The image shows a grid of solution cards. The top card is 'Land Use Change, Non-Forest' with a value of 18.06 Gt/yr and rank #1. Below it is 'Afforestation' with the same value and rank #15. The next row shows 'Food: BIOCHAR' (0.81 Gt/yr, #72) and 'Materials: BIOPLASTIC' (4.30 Gt/yr, #47). The bottom row shows 'Energy: COGENERATION' (3.07 Gt/yr, #50) and 'Food: COMPOSTING' (2.26 Gt/yr, #60). The background of the report cover features a forest and a classroom scene.



# LCA: come può essere usato?

→ 100 soluzioni più efficaci per invertire il riscaldamento globale: Project Drawdown

DRAWDOWN

**100**  
SOLUTIONS  
TO REVERSE  
GLOBAL  
WARMING  
BY 2050

RANKED BY IMPACT  
drawdown.org

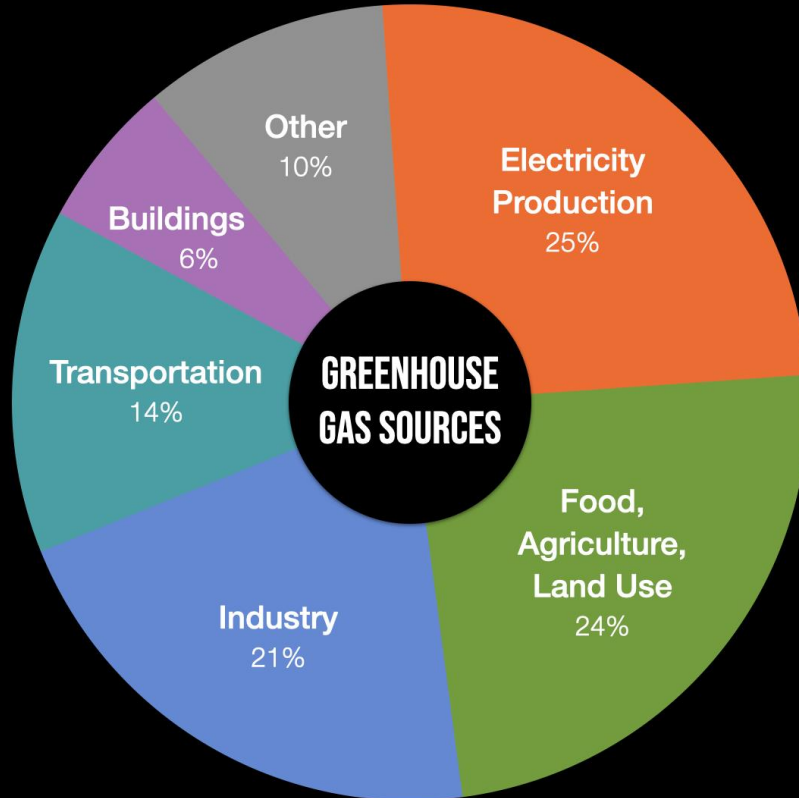
\* Gigatons CO2 Equivalent Reduced / Sequestered (2020–2050)

◆ SOLUTION	◆ SECTOR(S)	▼ SCENARIO 1*	◆ SCENARIO 2*
Reduced Food Waste	Food, Agriculture, and Land Use / Land Sinks	87.45	94.56
Health and Education	Health and Education	85.42	85.42
Plant-Rich Diets	Food, Agriculture, and Land Use / Land Sinks	65.01	91.72
Refrigerant Management	Industry / Buildings	57.75	57.75
Tropical Forest Restoration	Land Sinks	54.45	85.14
Onshore Wind Turbines	Electricity	47.21	147.72
Alternative Refrigerants	Industry / Buildings	43.53	50.53
Utility-Scale Solar Photovoltaics	Electricity	42.32	119.13
Improved Clean Cookstoves	Buildings	31.34	72.65
Distributed Solar Photovoltaics	Electricity	27.98	68.64
Silvopasture	Land Sinks	26.58	42.31
Peatland Protection and Rewetting	Food, Agriculture, and Land Use / Land Sinks	26.03	41.93
Tree Plantations (on Degraded Land)	Land Sinks	22.24	35.94



# LCA: come può essere usato?

→ Project Drawdown – principali categorie:



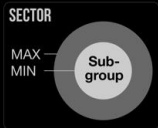


# LCA: come può essere usato?

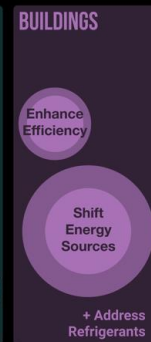
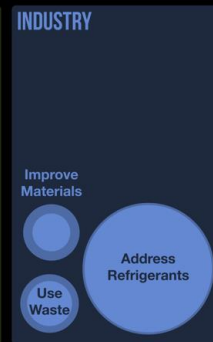
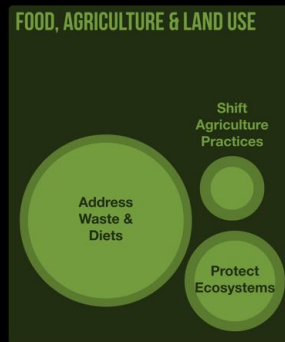
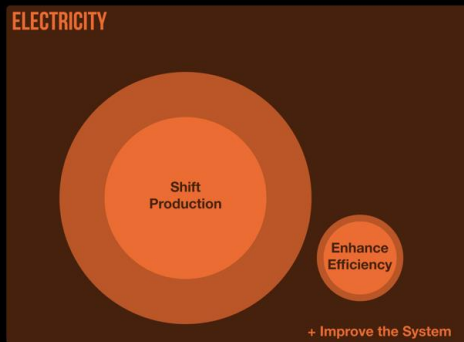
→ Project Drawdown – principali categorie:

## DRAWDOWN FRAMEWORK FOR CLIMATE SOLUTIONS

How to Read It  
Size represents potential  
emissions reductions  
(CO<sub>2</sub>-eq (Gt) 2020-2050)



### 1. REDUCE SOURCES



### 2. SUPPORT SINKS



**COASTAL & OCEAN SINKS**  
Protect & Restore Ecosystems

**ENGINEERED SINKS**  
Remove & Store Carbon

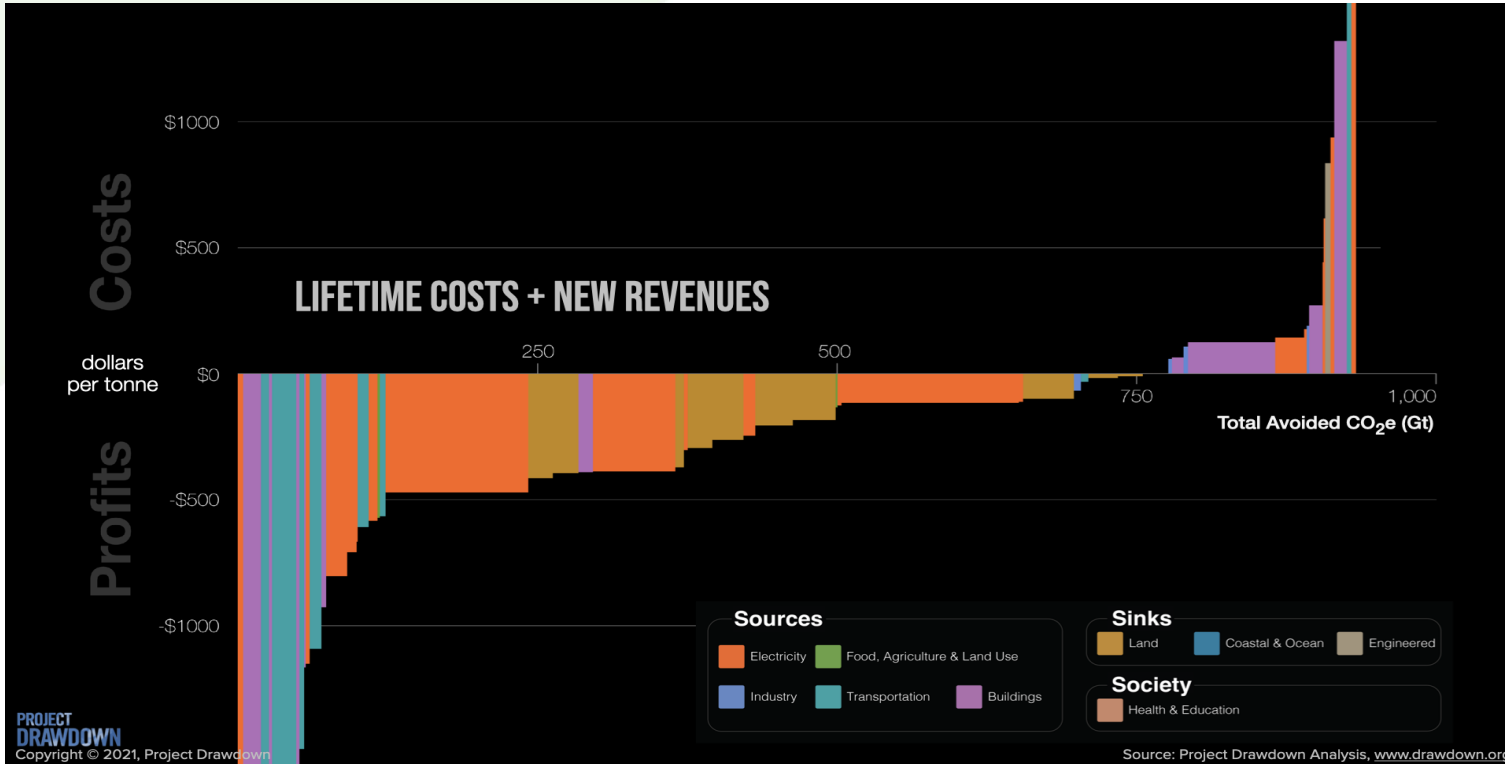
### 3. IMPROVE SOCIETY





# LCA: come può essere usato?

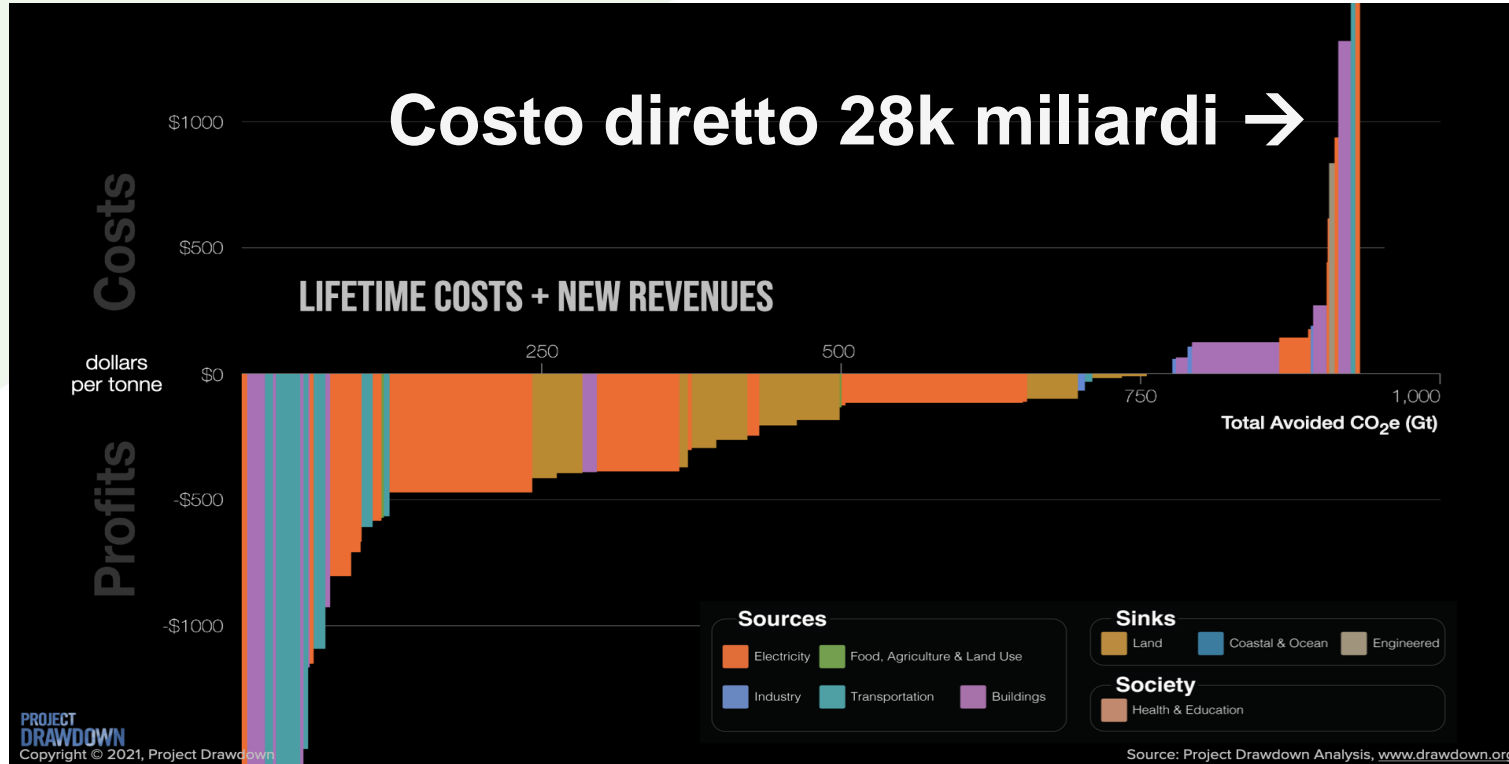
→ Project Drawdown – COSTI E PROFITTI DIRETTI:





# LCA: come può essere usato?

→ Project Drawdown – COSTI E PROFITTI DIRETTI:







# LCA: come può essere usato?

→ Project Drawdown – COSTI E PROFITTI DIRETTI:





LCA: come può essere usato?

→ Project Drawdown – COSTI E PROFITTI DIRETTI:

**Costo diretto 28k miliardi**

Senza contare i

**COSTI INDIRETTI EVITATI**

delle conseguenze del cambiamento climatico!

... che potrebbero costare molte (ma molte)

**MIGLIAIA DI MILIARDI...**

**Profitto diretto 145k miliardi!!!**

**COSTO INDIRETTO  
...O PROFITTO?**



# LCA (Life Cycle Assessment): Normativa di riferimento

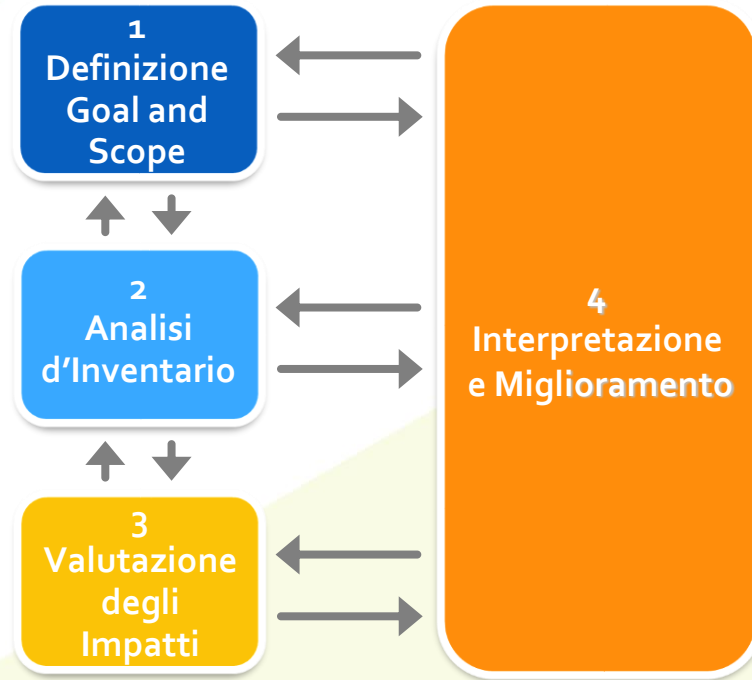
## Serie ISO 14040:

- ISO 14040:2021 - Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita – Principi e quadro di riferimento
- ISO 14044:2021 - Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita – Requisiti e linee guida



# LCA (Life Cycle Assessment): Normativa di riferimento

Struttura dell'LCA  
secondo la  
ISO 14040





# LCA (Life Cycle Assessment): ISO 14040

1  
Definizione  
Goal and  
Scope

## 1-Definizione goal and scope

Definizione degli obiettivi e del contenuto, e del campo di applicazione

È la fase preliminare in cui vengono definiti:  
le **finalità dello studio (obiettivo)**,  
i **confini del sistema** studiato,  
il **fabbisogno e l'affidabilità dei dati**,  
le **assunzioni** e i **limiti**,  
l'**unità funzionale**.



# LCA (Life Cycle Assessment): ISO 14040

## 1 Definizione Goal and Scope

### 1-Definizione goal and scope

**Obiettivo:** applicazione prevista, motivazioni dello studio e il tipo di pubblico a cui è destinato

#### Campo di applicazione dello studio

- Riferimento a cui legare i flussi in entrata e in uscita
- Confini del sistema (temporali, spaziali, ..): processi che si intendono includere nello studio e lasso di tempo considerato
- Requisiti di qualità dei dati
- Tipo di revisione critica

**Unità funzionale:** unità di prodotto (quantità e/o funzione) a cui andranno riferiti tutti i dati e i risultati dello studio LCA





# LCA (Life Cycle Assessment): ISO 14040

## 1-Definizione goal and scope

1  
Definizione  
Goal and  
Scope

### *Esempio unità funzionale*

Esempio 1:

Nella funzione "asciugare le mani", sono studiati sia il sistema con asciugamano di carta sia il sistema ad aria. L'unità funzionale scelta può essere espressa come identico numero di paia di mani asciugate per entrambi i sistemi. Per ciascun sistema è possibile determinare il flusso di riferimento, per esempio la massa media di carta o il volume medio di aria calda richiesti rispettivamente per asciugare un paio di mani. Per entrambi i sistemi è possibile compilare un inventario degli elementi in ingresso e in uscita, sulla base dei flussi di riferimento. Al livello più semplice, il caso dell'asciugamano di carta sarebbe relativo al consumo di carta. Il caso dell'asciugatura ad aria sarebbe relativo al volume e alla temperatura di aria calda necessaria per asciugare le mani.

Esempio 2: L'unità funzionale di un tonnellata di acciaio non può essere determinata perché una tonnellata di acciaio può essere trasformata in vari prodotti che possono soddisfare varie funzioni. In questo caso, è appropriato l'utilizzo dell'unità dichiarata.



# LCA (Life Cycle Assessment)

## ESEMPIO - Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD)

**ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION**  
In accordance with EN 15804 and ISO 14025

**Glass Wool Insulation G3**

Date of publication: 2018-06-26  
Valid until: 2021-06-25  
Based on PCR 2014-13 Insulation materials  
Scope of the EPD: Italia

**ISOVER**  
SAINT-GOBAIN

Registration number  
The International EPD® System:  
S-P-01137

### General information

**Manufacturer:** Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.  
**Programme used:** The International EPD® System. More information at [www.envirodec.com](http://www.envirodec.com)  
**EPD® registration number:** S-P-01137  
**PCR identification:** PCR Multiple CPC codes Insulation materials version 1.2 (2014:13)  
**Product name and manufacturer represented:** Glass Wool type 4+; Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.  
**Owner of the declaration:** Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.  
**Company Contact:** Email: [paola.bonfigli@saint-gobain.com](mailto:paola.bonfigli@saint-gobain.com)  
**EPD® prepared by:** Politecnico di Milano, Department DASTU  
**Contact:** Giancarlo Paganin / Monica Lavagna Email: [giancarlo.paganin@polimi.it](mailto:giancarlo.paganin@polimi.it) / [monica.lavagna@polimi.it](mailto:monica.lavagna@polimi.it)  
**Declaration issued:** 2018-06-26, **valid until:** 2021-06-25

EPD program operator	The International EPD® System. Operated by EPD® International AB. <a href="http://www.envirodec.com">www.envirodec.com</a> .
PCR review conducted by	The Technical Committee of the International EPD® System.
EPD owner:	Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.
LCA author:	Politecnico di Milano
<b>Independent verification of the environmental declaration and data according to standard EN ISO 14025:2010</b>	
Internal <input type="checkbox"/>	External <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Verifier</b> Vito D'Incognito appointed by the International EPD System Committee	

### Product description

Product description and description of use:

This Environmental Product Declaration (EPD®) describes the environmental impacts of 1 m<sup>2</sup> of mineral wool with a thermal resistance of 1,0 K·m<sup>2</sup>·W<sup>-1</sup>.  
The declared unit is therefore is the amount of material necessary to achieve 1 m<sup>2</sup>·K·W<sup>-1</sup> of thermal resistance as requested by the applicable PCR.

The production site of Saint-Gobain PPC Italia SpA in Vidalengo di Caravaggio (BG) uses natural and abundant raw materials (sand), using fusion and fibering techniques to produce glass wool. The products obtained come in the form of a "mineral wool mat" consisting of a soft, airy structure

On Earth, naturally, the best insulator is dry immobile air at 20°C; its thermal conductivity factor, expressed in λ, is 0,025 W/(m·K) (watts per meter Kelvin degree). The thermal conductivity of glass wool is close to immobile air as its lambda varies from 0,031 W/(m·K) for the most efficient to 0,043 W/(m·K) to the least.

With its entangled structure, glass wool is a porous material that traps the air, making it one of the best insulating materials. The porous and elastic structure of the wool also absorbs noise in the air, knocks and offers acoustic correction inside premises. Mineral wool containing incombustible materials does not fuel fire or propagate flames.

Glass wool insulation (glass wool) is used in buildings as well as industrial facilities. It ensures a high level of comfort, lowers energy costs, minimizes carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions, prevents heat loss through pitched roofs, walls, floors, pipes and boilers, reduces noise pollution and protects homes and industrial facilities from the risk of fire.

Glass wool products last for the average building's lifetime (which is often set at 50 years as a default), or as long as the insulated building component is part of the building.  
The glass wool products in this EPD are identified as products belonging to a family called "G3".  
In this document the environmental impacts are described for three different configurations of the glass wool "G3":

- Insulating products without facing (the reference product assumed is "E60 S G3" with a density of 30 kg/m<sup>3</sup> and a thermal conductivity of 0,032 W/mK);
- Insulating products with facing (the facing is normally made up of paper and bitumen) (the reference product assumed is "E60 S rolled up G3 KAR" with a density of 30 kg/m<sup>3</sup> and a thermal conductivity of 0,032 W/mK);
- Insulating products with bitumen layer type BAC (the facing is a high thickness layer of bitumen) (the reference product assumed is "BAC CF Roofline G3" with a density of 90 kg/m<sup>3</sup> and a thermal conductivity of 0,037 W/mK).

### Technical data/physical characteristics

Thermal resistance of the Product: **1,0 K·m<sup>2</sup>·W<sup>-1</sup>** (EN 12667) according to the PCR.  
The thermal conductivity of the Glass wool is: **0,032 W/(m·K)** (EN 12667) (product without facing)  
The thermal conductivity of the Glass wool is: **0,037 W/(m·K)** (EN 12667) (product with facing type BAC)  
The thermal conductivity of the Glass wool is: **0,032 W/(m·K)** (EN 12667) (product with facing)

Reaction to fire: **Euroclasses as follows:**  
**A1 (products without facing or with glass veil)**  
**A2,s1-d0 (products without facing or with glass veil)**  
**B,s1-d0 (Isover Climcover Roll Alu B G3)**  
**F (bituminized facing)**

**PRODUCT WITHOUT FACING**  
(nominal values of **density = 30 kg/m<sup>3</sup>** and **thermal conductivity = 0,032 W/mK**)

Description of the main components and/or materials for 1 m<sup>2</sup> of product without facing with a thermal resistance of 1 K·m<sup>2</sup>·W<sup>-1</sup> for the calculation of the EPD®:

PARAMETER	VALUE
Quantity of wool for 1 m <sup>2</sup> of product	0,96 Kg
Thickness of wool	32 mm
Surfacing	No facing or glass mat
Packaging for the transportation and distribution	Polyethylene Wood pallet Paper for the label
Product used for the Installation	None



## General information

**Manufacturer:** Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.

**Programme used:** The International EPD® System. More information at [www.environdec.com](http://www.environdec.com)

**EPD® registration number:** S-P-01137

**PCR identification:** PCR Multiple CPC codes Insulation materials version 1.2 (2014:13)

**Product name and manufacturer represented:** Glass Wool type 4+; Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.

**Owner of the declaration:** Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.

**Company Contact:** Email: [paola.bonfiglio@saint-gobain.com](mailto:paola.bonfiglio@saint-gobain.com)

**EPD® prepared by:** Politecnico di Milano, Department DASTU

**Contact:** Giancarlo Paganin / Monica Lavagna Email: [giancarlo.paganin@polimi.it](mailto:giancarlo.paganin@polimi.it) / [monica.lavagna@polimi.it](mailto:monica.lavagna@polimi.it)

**Declaration issued:** 2018-06-26, **valid until:** 2021-06-25

EPD program operator	The International EPD® System, Operated by EPD® International AB, <a href="http://www.environdec.com">www.environdec.com</a> .
PCR review conducted by	The Technical Committee of the International EPD® System
EPD owner:	Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.
LCA author:	Politecnico di Milano
<b>Independent verification of the environmental declaration and data according to standard EN ISO 14025:2010</b>	
Internal <input type="checkbox"/>	External <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Verifier</b> Vito D'Incognito appointed by the International EPD System Committee	

## Product description

Product description and description of use:

This Environmental Product Declaration (EPD®) describes the environmental impacts of 1 m<sup>2</sup> of mineral wool with a thermal resistance of 1,0 K·m<sup>2</sup>·W<sup>-1</sup>. The declared unit is therefore the amount of material necessary to achieve 1 m<sup>2</sup>·K·W<sup>-1</sup> of thermal resistance as requested by the applicable PCR.

The production site of Saint-Gobain PPC Italia SpA in Vidalengo di Caravaggio (BG) uses natural and abundant raw materials (sand), using fusion and fibrising techniques to produce glass wool. The products obtained come in the form of a "mineral wool mat" consisting of a soft, airy structure

On Earth, naturally, the best insulator is dry immobile air at 20°C: its thermal conductivity factor, expressed in  $\lambda$ , is 0,025 W/(m.K) (watts per meter Kelvin degree). The thermal conductivity of glass wool is close to immobile air as its lambda varies from 0,031 W/(m.K) for the most efficient to 0,043 W/(m.K) to the least.

With its entangled structure, glass wool is a porous material that traps the air, making it one of the best insulating materials. The porous and elastic structure of the wool also absorbs noise in the air, knocks and offers acoustic correction inside premises. Mineral wool containing incombustible materials does not fuel fire or propagate flames.

Glass wool insulation (glass wool) is used in buildings as well as industrial facilities. It ensures a high level of comfort, lowers energy costs, minimizes carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions, prevents heat loss through pitched roofs, walls, floors, pipes and boilers, reduces noise pollution and protects homes and industrial facilities from the risk of fire.

Glass wool products last for the average building's lifetime (which is often set at 50 years as a default), or as long as the insulated building component is part of the building. The glass wool products in this EPD are identified as products belonging to a family called "G3". In this document the environmental impacts are described for three different configurations of the glass wool "G3":

- Insulating products without facing (the reference product assumed is "E60 S G3" with a density of 30 kg/m<sup>3</sup> and a thermal conductivity of 0,032 W/mK);
- Insulating products with facing (the facing is normally made up of paper and bitumen) (the reference product assumed is "E60 S rolled up G3 KAR" with a density of 30 kg/m<sup>3</sup> and a thermal conductivity of 0,032 W/mK);
- Insulating products with bitumen layer type BAC (the facing is a high thickness layer of bitumen) (the reference product assumed is "BAC CF Roofline G3" with a density of 90 kg/m<sup>3</sup> and a thermal conductivity of 0,037 W/mK).

### Technical data/physical characteristics

Thermal resistance of the Product: **1.0 K.m<sup>2</sup>.W<sup>-1</sup>** (EN 12667) according to the PCR.

The thermal conductivity of the Glass wool is: **0,032 W/(m.K)** (EN 12667) (product without facing)

The thermal conductivity of the Glass wool is: **0,037 W/(m.K)** (EN 12667) (product with facing type BAC)

The thermal conductivity of the Glass wool is: **0,032 W/(m.K)** (EN 12667) (product with facing)

Reaction to fire: **Euroclasses as follows:**

**A1 (products without facing or with glass veil)**

**A2,s1-d0 (products without facing or with glass veil)**

**B,s1-d0 (Isover Climcover Roll Alu B G3)**

**F (bituminized facing)**

### PRODUCT WITHOUT FACING

(nominal values of **density = 30 kg/m<sup>3</sup>** and **thermal conductivity = 0,032 W/mK**)

Description of the main components and/or materials for 1 m<sup>2</sup> of product without facing with a thermal resistance of 1 K.m<sup>2</sup>.W<sup>-1</sup> for the calculation of the EPD®:

PARAMETER	VALUE
Quantity of wool for 1 m <sup>2</sup> of product	0,96 Kg
Thickness of wool	32 mm
Surfacing	No facing or glass mat
Packaging for the transportation and distribution	Polyethylene Wood pallet Paper for the label
Product used for the installation	None

## Product description

Product description and description of use: **Unità dichiarata (→ unità funzionale)**

This Environmental Product Declaration (EPD<sup>®</sup>) describes the environmental impacts of 1 m<sup>2</sup> of mineral wool with a thermal resistance of 1.0 K\*m<sup>2</sup>\*W<sup>-1</sup>.

The declared unit is therefore is the amount of material necessary to achieve 1 m<sup>2</sup>\*K\*W<sup>-1</sup> of thermal resistance as requested by the applicable PCR.

The production site of Saint- Gobain PPC Italia SpA in Vidalengo di Caravaggio (BG) uses natural and abundant raw materials (sand), using fusion and fiberising techniques to produce glass wool. The products obtained come in the form of a "mineral wool mat" consisting of a soft, airy structure

On Earth, naturally, the best insulator is dry immobile air at 20°C: its thermal conductivity factor, expressed in  $\lambda$ , is 0.025 W/(m.K) (watts per meter Kelvin degree). The thermal conductivity of glass wool is close to immobile air as its lambda varies from 0.031 W/(m.K) for the most efficient to 0.043 W/(m.K) to the least.

With its entangled structure, glass wool is a porous material that traps the air, making it one of the best insulating materials. The porous and elastic structure of the wool also absorbs noise in the air, knocks and offers acoustic correction inside premises. Mineral wool containing incombustible materials does not fuel fire or propagate flames.



## LCA calculation information

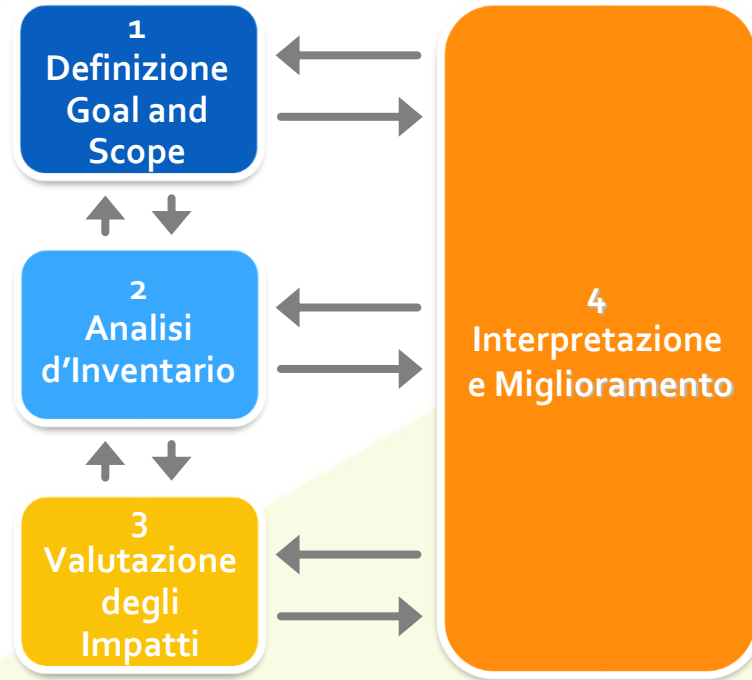
<b>FUNCTIONAL UNIT</b>	Providing a thermal insulation on 1 m <sup>2</sup> of product with a thermal resistance of 1 K.m <sup>2</sup> .W <sup>-1</sup>
<b>SYSTEM BOUNDARIES</b>	Cradle to Grave: Mandatory stages = A1-3, A4-5, B1-7, C1-4. Optional stage = D not taken into account
<b>REFERENCE SERVICE LIFE (RSL)</b>	50 years
<b>CUT-OFF RULES</b>	<p>In the case that there is not enough information, the process energy and materials representing less than 1% of the whole energy and mass used can be excluded (if they do not cause significant impacts). The addition of all the inputs and outputs excluded cannot be bigger than the 5% of the whole mass and energy used, as well of the emissions to environment occurred.</p> <p>Flows related to human activities such as employee transport are excluded.</p> <p>The construction of plants, production of machines and transportation systems are excluded since the related flows are supposed to be negligible compared to the production of the building product when compared at these systems lifetime level.</p>
<b>ALLOCATIONS</b>	Allocation criteria are based on mass
<b>GEOGRAPHICAL COVERAGE AND TIME PERIOD</b>	Italia production 2015 Italia transportation 2015

- "EPDs of construction products may be not comparable if they do not comply with EN 15804"
- "Environmental Product Declarations within the same product category from different programs may not be comparable"



# LCA (Life Cycle Assessment): Normativa di riferimento

Struttura dell'LCA  
secondo la  
ISO 14040







LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

2  
Analisi  
d'Inventario

## 2- Life Cycle Inventory Analysis, LCI

### Analisi di inventario

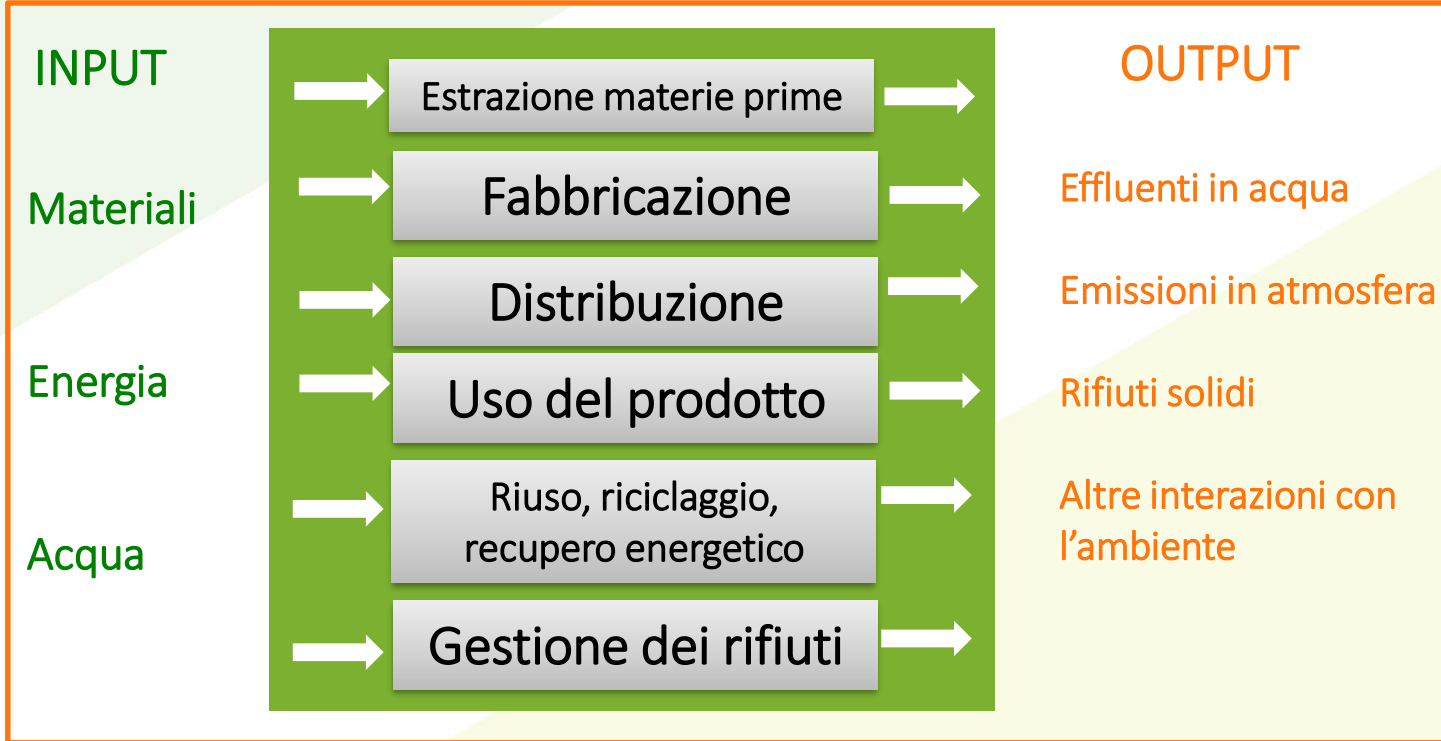
È la parte del lavoro dedicata allo **studio del ciclo di vita** del **processo** o attività; lo scopo principale è quello di ricostruire la via attraverso cui il fluire dell'energia e dei materiali permette il funzionamento del sistema produttivo in esame tramite tutti i processi di trasformazione e trasporto.

Redigere un inventario di ciclo di vita significa pertanto **ricostruire il modello analogico del sistema reale** che si intende studiare.



# LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

## 2- Life Cycle Inventory Analysis, LCI

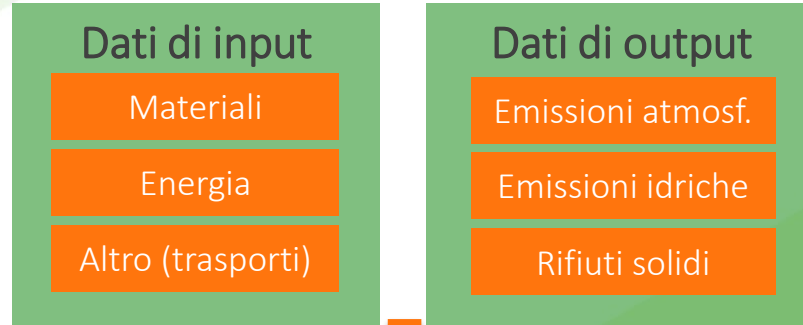




# LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

## 2- Life Cycle Inventory Analysis, LCI

Raccolta dati  
(dati primari  
o dati secondari-  
banche dati)



Correlazione  
all'unità funzionale



Elaborazione dati



# LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

## 2- Life Cycle Inventory Analysis, LCI

### Esempio analisi d'inventario – produzione pneumatici

2  
Analisi  
d'Inventario

<b>Inputs</b>				
<b>Raw materials (kg):</b>	<b>Carbon black/rayon</b>	<b>Silica/rayon</b>	<b>Carbon black/polyester</b>	<b>Silica/polyester</b>
Process water	194.81	195.70	94.77	92.12
Cooling water	434.25	455.44	434.25	455.44
Hard coal	2.16	2.24	2.16	2.24
Lignite	3.46	3.48	3.46	3.48
Natural gas	5.41	5.73	5.36	5.69
Petroleum	205.52	185.43	206.02	185.94
Sulfur	0.20	1.01	0.04	0.84
Dead heap	28.06	26.92	28.06	26.92
Latex	2.57	2.51	2.57	2.51
Iron ore	1.17	1.00	1.17	1.00
Air	2099.37	1904.57	2100.60	1905.85

# LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

## 2- Life Cycle Inventory Analysis, LCI

### Esempio analisi d'inventario – produzione pneumatici

2  
Analisi  
d'Inventario

<b>Outputs</b>				
<b>Products:</b>	<b>Carbon black/rayon</b>	<b>Silica/rayon</b>	<b>Carbon black/polyester</b>	<b>Silica/polyester</b>
Mileage (km)	50,000	50,000	50,000	50,000
Worn tire (kg)	5.47	5.68	5.47	5.47
<b>Atmospheric emissions (kg):</b>	<b>Carbon black/rayon</b>	<b>Silica/rayon</b>	<b>Carbon black/polyester</b>	<b>Silica/polyester</b>
Water vapor	7.83	7.83	7.83	7.83
Polluted air	1464.53	1329.60	1465.59	1330.69
Dust	1.02	0.95	1.02	0.95
SO <sub>2</sub>	0.25	0.23	0.25	0.24
CO	6.81	6.14	6.81	6.14
CO <sub>2</sub>	576.74	522.01	578.65	523.99
NO <sub>x</sub>	0.24	0.22	0.24	0.23
N <sub>2</sub> O	0.057	0.052	0.057	0.052
Methane	0.32	0.29	0.32	0.29
NM VOC	0.35	0.33	0.345	0.32
<b>Water pollution (kg):</b>	<b>Carbon black/rayon</b>	<b>Silica/rayon</b>	<b>Carbon black/polyester</b>	<b>Silica/polyester</b>
Waste water	270.31	310.13	174.29	210.71
Waste water - cooling water	422.83	436.14	422.83	436.14
BOD	0.0080	0.0079	0.0062	0.0060
COD	0.02	0.02	0.01	0.01
Sulfate ions	0.48	2.07	0.054	1.63

# LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

## 2- Life Cycle Inventory Analysis, LCI

### Esempio analisi d'inventario – produzione pneumatici

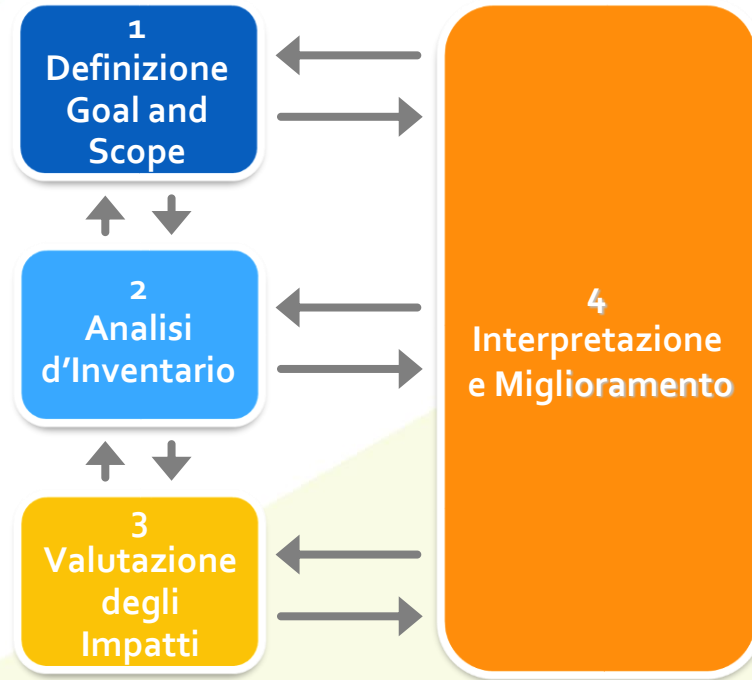
Waste water	270.31	310.13	174.29	210.71
Waste water - cooling water	422.83	436.14	422.83	436.14
BOD	0.0080	0.0079	0.0062	0.0060
COD	0.02	0.02	0.01	0.01
Sulfate ions	0.48	2.07	0.054	1.63
Sodium ions	0.29	0.77	0.20	0.68
Chloride ions	1.13	1.17	0.94	0.97
Calcium ions	0.000018	0.27	0.000018	0.27
<b>Waste (kg):</b>	<b>Carbon black/rayon</b>	<b>Silica/rayon</b>	<b>Carbon black/polyester</b>	<b>Silica/polyester</b>
Overburden	57.08	53.56	57.09	53.57
Ore dressing residue	2.18	2.21	2.18	2.21
Waste. solid and liquid	1.33	1.49	0.97	1.11
Rubber waste	0.19	0.19	0.19	0.19
Waste particularly subject to monitoring	0.055	0.067	0.055	0.067
Household waste	0.80	0.80	0.80	0.80
Slurry	0.081	0.084	0	0
Ash and slags	0.047	0	0.049	0
<b>Environmental potential:</b>	<b>Carbon black/rayon</b>	<b>Silica/rayon</b>	<b>Carbon black/polyester</b>	<b>Silica/polyester</b>
Cumulative energy input (MJ)	7851.12	7117.16	7863.48	7113.67
Global warming effect (kg CO <sub>2</sub> equiv.)	623.25	564.15	625.17	566.14
Acidification (kg SO <sub>2</sub> equiv.)	0.63	0.59	0.62	0.57
Nutrication (kg PO <sub>2</sub> equiv.)	0.067	0.062	0.067	0.062





# LCA (Life Cycle Assessment):

Struttura dell'LCA  
secondo la  
ISO 14040





LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

3  
Valutazione  
degli  
Impatti

### 3- Life Cycle Impact Assessment, LCIA

#### Valutazione degli impatti

È lo studio dell'impatto ambientale provocato dal processo o attività, ha lo scopo evidenziare l'entità delle **modificazioni generate nell'ambiente** a seguito del rilascio nell'ambiente di rifiuti e dei consumi di risorse calcolati nell'inventario.



In questa fase si produce il passaggio dal dato oggettivo (calcolato durante la fase di inventario) al **giudizio di pericolosità ambientale**.



LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

3  
Valutazione  
degli  
Impatti

### 3- Life Cycle Impact Assessment, LCIA

#### Valutazione degli impatti

Associazione dei dati d'inventario a specifici impatti ambientali e approfondimento della comprensione di questi impatti



- ✓ classificazione: l'attribuire i dati d'inventario alle categorie d'impatto
- ✓ caratterizzazione: la modellazione dei dati d'inventario entro le categorie d'impatto
- ✓ ponderazione: aggregazione dei risultati



# LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

3  
Valutazione  
degli  
Impatti

## 3- Life Cycle Impact Assessment, LCIA

Inventario	Classificazione	Caratterizzazione
CO <sub>2</sub>	CAMBIAMENTI CLIMATICI	GWP
CH <sub>4</sub>		
CFC		
N <sub>2</sub> O		
...		
CH <sub>3</sub> Br	DISTRUZIONE DELLA FASCIA D'OZONO	ODP
...		
SO <sub>x</sub>	ACIDIFICAZIONE	AP
NH <sub>3</sub>		
NO <sub>x</sub>		
...		
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	EUTROFIZZAZIONE	EP
NO <sub>3</sub>		
...		
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	FORMAZIONE DI OSSIDANTI FOTOCHIMICI	POCP
Aldeidi		

### INDICATORI DI IMPATTO

- CO<sub>2</sub> equivalente - Effetto serra (GWP<sub>100</sub>)
- CFC-11 equivalente - Assottigliamento strato ozono (ODP)
- H<sup>+</sup> equivalente - Acidificazione (AP)
- C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> equivalente - Fotosmog (POCP)
- O<sub>2</sub> equivalente – Eutrofizzazione (EP)



# LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

## 3- Life Cycle Impact Assessment, LCIA

3  
Valutazione  
degli  
Impatti

### INDICATORI SINTETICI DI IMPATTO

1. Materie prime (in kg), rinnovabili o non rinnovabili
2. Energia primaria non rinnovabile  $PEI_{nr}$  (in MJ)
3. Energia primaria rinnovabile  $PEI_{rinn}$  (in MJ)
4. Energia Incorporata (EI) in MJ/kg
5. Effetto serra (Global Warming Potential, GWP) in kg CO<sub>2</sub> equivalente
6. Acidificazione (AP), in kg di SO<sub>2</sub> equivalente
7. Eutrofizzazione (EP) in kg di PO<sub>4</sub> equivalente
8. Smog fotochimico (POCP) kg C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> equivalente
9. Riduzione dello strato di ozono (Ozone Depletion Potential, ODP) in CFC11 equivalente
10. Rifiuti, scarti, sottoprodotti, riciclabili
11. Rifiuti, scarti, sottoprodotti, non riciclabili
12. Consumi idrici e relativa provenienza (litri)

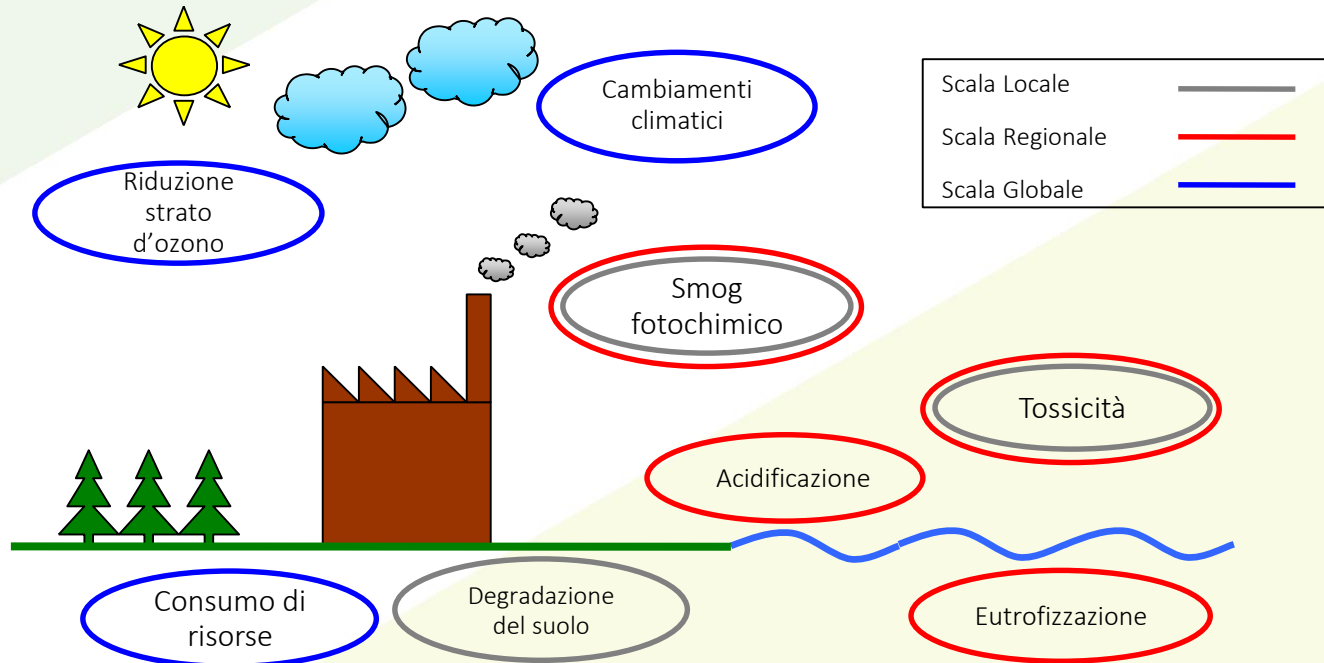


# LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

## 3- Life Cycle Impact Assessment, LCIA

3  
Valutazione  
degli  
Impatti

### Categorie d'impatto: scala d'azione





# LCA (Life Cycle Assessment)

## ESEMPIO - Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD)

**ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION**  
In accordance with EN 15804 and ISO 14025

**Glass Wool Insulation G3**

Date of publication: 2018-06-26  
Valid until: 2021-06-25  
Based on PCR 2014-13 Insulation materials  
Scope of the EPD: Italia

**ISOVER**  
SAINT-GOBAIN

Registration number  
The International EPD® System:  
S-P-01137

### General information

**Manufacturer:** Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.  
**Programme used:** The International EPD® System. More information at [www.envirodec.com](http://www.envirodec.com)  
**EPD® registration number:** S-P-01137  
**PCR identification:** PCR Multiple CPC codes Insulation materials version 1.2 (2014:13)  
**Product name and manufacturer represented:** Glass Wool type 4+; Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.  
**Owner of the declaration:** Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.  
**Company Contact:** Email: [paolo.bonfigli@saint-gobain.com](mailto:paolo.bonfigli@saint-gobain.com)  
**EPD® prepared by:** Politecnico di Milano, Department DASTU  
**Contact:** Giancarlo Paganin / Monica Lavagna Email: [giancarlo.paganin@polimi.it](mailto:giancarlo.paganin@polimi.it) / [monica.lavagna@polimi.it](mailto:monica.lavagna@polimi.it)  
**Declaration issued:** 2018-06-26, **valid until:** 2021-06-25

EPD program operator	The International EPD® System. Operated by EPD® International AB. <a href="http://www.envirodec.com">www.envirodec.com</a> .
PCR review conducted by	The Technical Committee of the International EPD® System.
EPD owner:	Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.
LCA author:	Politecnico di Milano
<b>Independent verification of the environmental declaration and data according to standard EN ISO 14025:2010</b>	
Internal <input type="checkbox"/>	External <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Verifier</b> Vito D'Inconito appointed by the International EPD System Committee	

### Product description

Product description and description of use:

This Environmental Product Declaration (EPD®) describes the environmental impacts of 1 m<sup>2</sup> of mineral wool with a thermal resistance of 1,0 K·m<sup>2</sup>·W<sup>-1</sup>.  
The declared unit is therefore is the amount of material necessary to achieve 1 m<sup>2</sup>·K·W<sup>-1</sup> of thermal resistance as requested by the applicable PCR.

The production site of Saint-Gobain PPC Italia SpA in Vidalengo di Caravaggio (BG) uses natural and abundant raw materials (sand), using fusion and fibering techniques to produce glass wool. The products obtained come in the form of a "mineral wool mat" consisting of a soft, airy structure

On Earth, naturally, the best insulator is dry immobile air at 20°C; its thermal conductivity factor, expressed in λ, is 0,025 W/(m·K) (watts per meter Kelvin degree). The thermal conductivity of glass wool is close to immobile air as its lambda varies from 0,031 W/(m·K) for the most efficient to 0,043 W/(m·K) to the least.

With its entangled structure, glass wool is a porous material that traps the air, making it one of the best insulating materials. The porous and elastic structure of the wool also absorbs noise in the air, knocks and offers acoustic correction inside premises. Mineral wool containing incombustible materials does not fuel fire or propagate flames.

Glass wool insulation (glass wool) is used in buildings as well as industrial facilities. It ensures a high level of comfort, lowers energy costs, minimizes carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions, prevents heat loss through pitched roofs, walls, floors, pipes and boilers, reduces noise pollution and protects homes and industrial facilities from the risk of fire.

Glass wool products last for the average building's lifetime (which is often set at 50 years as a default), or as long as the insulated building component is part of the building.  
The glass wool products in this EPD are identified as products belonging to a family called "G3".  
In this document the environmental impacts are described for three different configurations of the glass wool "G3":

- Insulating products without facing (the reference product assumed is "E60 S G3" with a density of 30 kg/m<sup>3</sup> and a thermal conductivity of 0,032 W/mK);
- Insulating products with facing (the facing is normally made up of paper and bitumen) (the reference product assumed is "E60 S rolled up G3 KAR" with a density of 30 kg/m<sup>3</sup> and a thermal conductivity of 0,032 W/mK);
- Insulating products with bitumen layer type BAC (the facing is a high thickness layer of bitumen) (the reference product assumed is "BAC CF Roofline G3" with a density of 90 kg/m<sup>3</sup> and a thermal conductivity of 0,037 W/mK).

### Technical data/physical characteristics

Thermal resistance of the Product: **1,0 K·m<sup>2</sup>·W<sup>-1</sup>** (EN 12667) according to the PCR.  
The thermal conductivity of the Glass wool is: **0,032 W/(m·K)** (EN 12667) (product without facing)  
The thermal conductivity of the Glass wool is: **0,037 W/(m·K)** (EN 12667) (product with facing type BAC)  
The thermal conductivity of the Glass wool is: **0,032 W/(m·K)** (EN 12667) (product with facing)

Reaction to fire: **Euroclasses as follows:**

- A1 (products without facing or with glass veil)**
- A2,s1-d0 (products without facing or with glass veil)**
- B,s1-d0 (Isover Climcover Roll Alu B G3)**
- F (bituminized facing)**

### PRODUCT WITHOUT FACING

(nominal values of **density = 30 kg/m<sup>3</sup>** and **thermal conductivity = 0,032 W/mK**)

Description of the main components and/or materials for 1 m<sup>2</sup> of product without facing with a thermal resistance of 1 K·m<sup>2</sup>·W<sup>-1</sup> for the calculation of the EPD®:

PARAMETER	VALUE
Quantity of wool for 1 m <sup>2</sup> of product	0,96 Kg
Thickness of wool	32 mm
Surfacing	No facing or glass mat
Packaging for the transportation and distribution	Polyethylene Wood pallet Paper for the label
Product used for the Installation	None



## LCA calculation information

<b>FUNCTIONAL UNIT</b>	Providing a thermal insulation on 1 m <sup>2</sup> of product with a thermal resistance of 1 K.m <sup>2</sup> .W <sup>-1</sup>
<b>SYSTEM BOUNDARIES</b>	Cradle to Grave: Mandatory stages = A1-3, A4-5, B1-7, C1-4. Optional stage = D not taken into account
<b>REFERENCE SERVICE LIFE (RSL)</b>	50 years
<b>CUT-OFF RULES</b>	<p>In the case that there is not enough information, the process energy and materials representing less than 1% of the whole energy and mass used can be excluded (if they do not cause significant impacts). The addition of all the inputs and outputs excluded cannot be bigger than the 5% of the whole mass and energy used, as well of the emissions to environment occurred.</p> <p>Flows related to human activities such as employee transport are excluded.</p> <p>The construction of plants, production of machines and transportation systems are excluded since the related flows are supposed to be negligible compared to the production of the building product when compared at these systems lifetime level.</p>
<b>ALLOCATIONS</b>	Allocation criteria are based on mass
<b>GEOGRAPHICAL COVERAGE AND TIME PERIOD</b>	Italia production 2015 Italia transportation 2015

- "EPDs of construction products may be not comparable if they do not comply with EN 15804"
- "Environmental Product Declarations within the same product category from different programs may not be comparable"





- Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD) – (segue)

ISOVER -  
Glass  
Wool  
Insulation  
G3

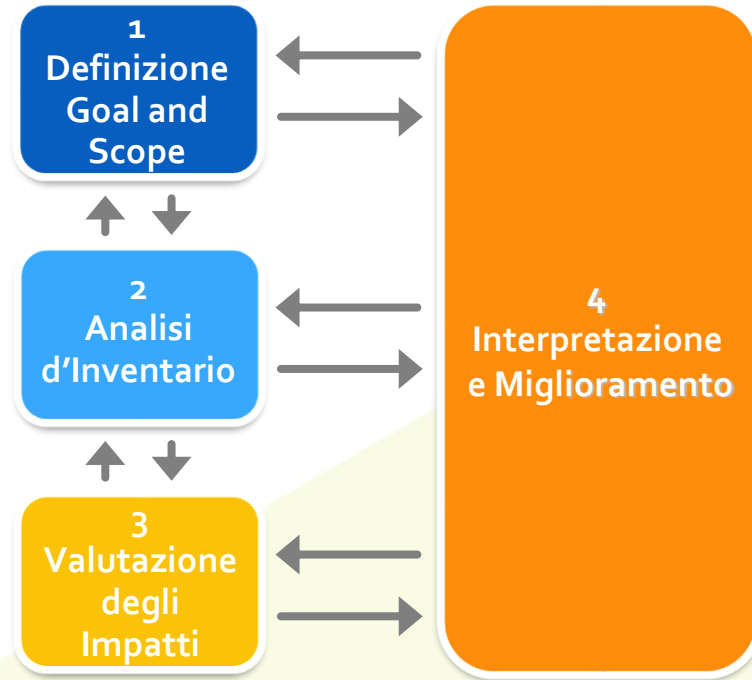
TABLE 1.1\_ENVIRONMENTAL IMPACTS G3 without facing

Parameters	Product stage	Construction stage		Use stage							End of life stage				D Reuse, recovery, recycling
	A1 / A2 / A3	A4 Transport	A5 Installation	B1 Use	B2 Maintenance	B3 Repair	B4 Replacement	B5 Refurbishment	B6 Operational energy use	B7 Operational water use	C1 Deconstruction / demolition	C2 Transport	C3 Waste processing	C4 Disposal	
Global Warming Potential (GWP) - kg CO <sub>2</sub> equiv/FU	1,93 E+00	9,00 E-02	7,37 E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	3,60 E-03	0	4,63 E-03	MND
	The global warming potential of a gas refers to the total contribution to global warming resulting from the emission of one unit of that gas relative to one unit of the reference gas, carbon dioxide, which is assigned a value of 1.														
Ozone Depletion (ODP) kg CFC 11 equiv/FU	2,20 E-07	1,75 E-08	1,82 E-10	0	0	0	0	0	0	0	0	7,03 E-10	0	1,64 E-09	MND
	Destruction of the stratospheric ozone layer which shields the earth from ultraviolet radiation harmful to life. This destruction of ozone is caused by the breakdown of certain chlorine and/or bromine containing compounds (chlorofluorocarbons or halons), which break down when they reach the stratosphere and then catalytically destroy ozone molecules.														
Acidification potential (AP) kg SO <sub>2</sub> equiv/FU	1,49 E-02	3,61 E-04	3,91 E-06	0	0	0	0	0	0	0	0	1,45 E-05	0	3,67 E-05	MND
	Acid depositions have negative impacts on natural ecosystems and the man-made environment incl. buildings. The main sources for emissions of acidifying substances are agriculture and fossil fuel combustion used for electricity production, heating and transport.														
Eutrophication potential (EP) kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> equiv/FU	4,20 E-03	8,12 E-05	8,55 E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	3,25 E-06	0	7,78 E-06	MND
	Excessive enrichment of waters and continental surfaces with nutrients, and the associated adverse biological effects.														
Photochemical ozone creation (POPC) kg Ethene equiv/FU	7,90 E-03	4,97 E-04	5,37 E-06	0	0	0	0	0	0	0	0	1,99 E-05	0	5,04 E-05	MND E-03
	Chemical reactions brought about by the light energy of the sun. The reaction of nitrogen oxides with hydrocarbons in the presence of sunlight to form ozone is an example of a photochemical reaction.														
Abiotic depletion potential for non-fossil resources (ADP-elements) - kg Sb equiv/FU	4,44 E-06	2,55 E-07	1,69 E-09	0	0	0	0	0	0	0	0	1,02 E-08	0	5,59 E-09	MND
Abiotic depletion potential for fossil resources (ADP-fossil fuels) - MJ/FU	3,97 E+01	1,39 E+00	1,48 E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	5,56 E-02	0	1,37 E-01	MND
Consumption of non-renewable resources, thereby lowering their availability for future generations.															



# LCA (Life Cycle Assessment):

Struttura dell'LCA  
secondo la  
ISO 14040





LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

## 4- Life Cycle Interpretation, LCI

### Interpretazione e miglioramento

È la parte conclusiva di un LCA. Ha lo scopo di **proporre i cambiamenti necessari a ridurre l'impatto ambientale** dei processi o attività considerati, **valutandoli in maniera iterativa** con la stessa metodologia LCA in modo da non attuare azioni tali da peggiorare lo stato di fatto.



LCA (Life Cycle Assessment): serie ISO 14040

## 4- Life Cycle Interpretation, LCI

### Interpretazione e miglioramento

- Riesame e revisione del campo di applicazione e della natura e della qualità dei dati raccolti per conseguire l'obiettivo definito
- **Sviluppo e miglioramento dei sistemi, processi, prodotti**
- Conclusioni e raccomandazioni indirizzate a coloro che debbono prendere le decisioni



## LCA (Life Cycle Assessment)

### Caratteristiche e punti di forza dell'LCA

- ✓ **è lo strumento tecnico principale** per valutare se e quanto un prodotto o servizio è “verde” o a basso impatto ambientale
- ✓ è la base di **sistemi** e **strumenti di certificazione** quali ad esempio: etichette e dichiarazioni ambientali (Ecolabel europeo, EPD), SGA (EMAS, ISO 14001), LCC, etc.
- ✓ consente di riportare al centro la “funzione” del **prodotto/servizio/sistema**



# LCA (Life Cycle Assessment)

## ESEMPIO – Analisi del ciclo di vita di autobus



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

### Transportation Research Part D

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/trd](http://www.elsevier.com/locate/trd)



## Life cycle assessment of city buses powered by electricity, hydrogenated vegetable oil or diesel



Anders Nordelöf<sup>a,\*</sup>, Mia Romare<sup>b</sup>, Johan Tivander<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Chalmers University of Technology, Division of Environmental Systems Analysis, 412 96 Gothenburg, Sweden

<sup>b</sup> IVL Swedish Environmental Research Institute, Box 530 21, 400 14 Gothenburg, Sweden

#### ARTICLE INFO

##### Keywords:

LCA  
City  
Bus  
Battery  
Electric  
Vehicle  
Plug-in  
HVO  
Diesel  
Public transport

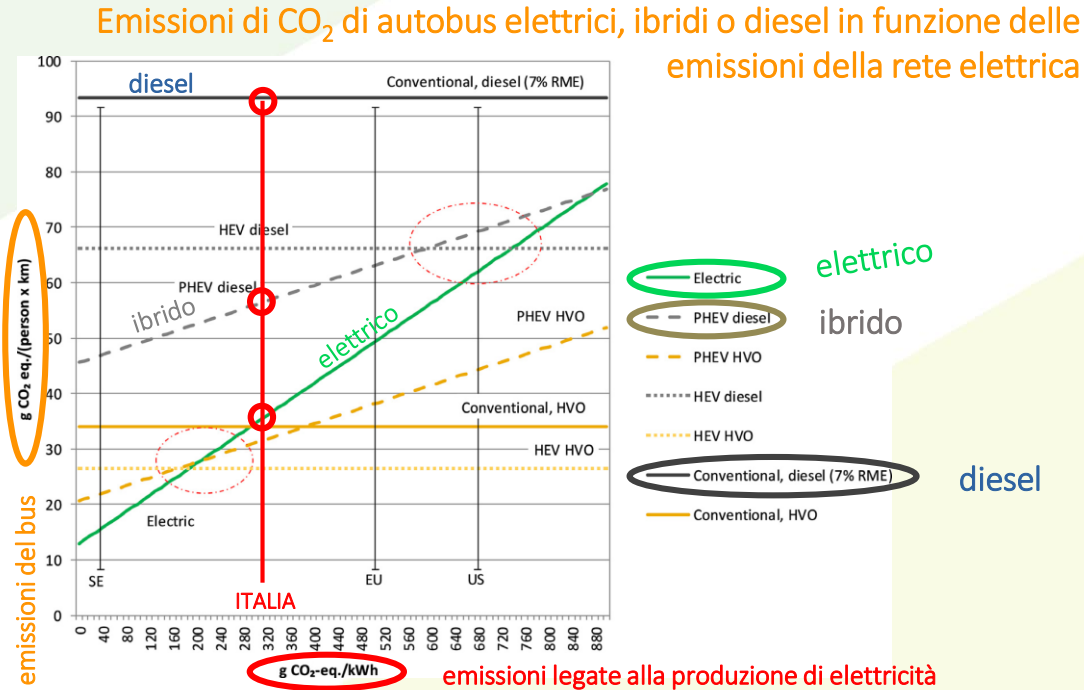
#### ABSTRACT

This study explores life cycle environmental impacts of city buses, depending on the: (1) degree of electrification; (2) electricity supply mix, for chargeable options; and (3) choice of diesel or hydrogenated vegetable oil (HVO), a biodiesel, for options with combustion engine. It is a case study, which uses industry data to investigate the impact on climate change, a key driver for electrification, and a wider set of impacts, for average operation in Sweden, the European Union and the United States of America. The results show that non-chargeable hybrid electric vehicles provide clear climate change mitigation potential compared to conventional buses, regardless of the available fuel being diesel or HVO. When fueling with HVO, plug-in hybrid and all-electric buses provide further benefits for grid intensities below 200 g CO<sub>2</sub> eq./kWh. For diesel, the all-electric option is preferable up to 750 g CO<sub>2</sub> eq./kWh. This is the case despite batteries and other



# LCA (Life Cycle Assessment)

## ESEMPIO – Analisi del ciclo di vita di autobus



“Life cycle assessment of city buses powered by electricity, T hydrogenated vegetable oil or diesel”

A. Nordelöf, et al.

*Transportation Research Part D 75 (2019) 211–222*

Fig. 1. Total results per vehicle option for the climate change impact category, presented as a function of grid mix greenhouse gas intensity (measured in CO<sub>2</sub> equivalents) of the electricity supplied for charging.



# LCA (Life Cycle Assessment) e LCC (Life Cycle Costing)

## Che cosa sono

Cosa s'intende per "analisi del ciclo di vita" (LCA)?

→ Metodologia per valutare l'impatto ambientale e il consumo di risorse in tutte le fasi del ciclo di vita di prodotti, servizi e lavori

Cosa s'intende per analisi del "costo del ciclo di vita" (LCC)?

→ Metodologia, basata sull' LCA, che consente di valutare i costi lungo l'intero ciclo di vita dei prodotti, servizi e lavori, inclusi i COSTI AMBIENTALI







# LCA (Life Cycle Assessment) e LCC (Life Cycle Costing) nel Codice dei Contratti Pubblici D.Lgs 50/2016 → 36/2023

## ~~Art. 95 Comma 2:~~ → Art. 108 Comma 1

stabilisce che “le stazioni appaltanti procedono all'aggiudicazione gli appalti [...] sulla base del criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, individuata sulla base del miglior rapporto **qualità/prezzo** o sulla base dell'elemento prezzo o del costo, seguendo un criterio di comparazione **costo/efficacia** quale il **costo del ciclo di vita**, conformemente **a quanto previsto dall'allegato II.8, con riguardo al costo del ciclo di vita**”





# LCA (Life Cycle Assessment) e LCC (Life Cycle Costing) nel Codice dei Contratti Pubblici D.Lgs 50/2016 → 36/2023

## → Art. 108 Comma 6

*"I criteri di aggiudicazione sono considerati connessi all'oggetto dell'appalto quando riguardano lavori, forniture o servizi da fornire sotto qualsiasi aspetto e in qualsiasi fase del loro **ciclo di vita**, compresi i fattori coinvolti nel processo specifico di produzione, fornitura o scambio di questi lavori, forniture o servizi o in un processo specifico per una fase successiva del loro **ciclo di vita**, anche se questi fattori non sono parte del loro contenuto sostanziale."*





# LCA (Life Cycle Assessment) e LCC (Life Cycle Costing) nel Codice dei Contratti Pubblici D.Lgs 50/2016 → 36/2023

~~L'Art. 96 comma 2~~ → **L'Allegato II 8 Parte III** indica che i costi da considerare sono:

- a) costi relativi all'acquisizione (ad esempio i costi di estrazione delle materie prime o di riciclo delle materie prime seconde; oppure trasporto e montaggio; ecc.)
- b) costi connessi all'utilizzo, quali consumo di energia e altre risorse;
- c) costi di manutenzione;
- d) costi relativi al fine vita, come i costi di raccolta, di smaltimento e di riciclaggio;
- e) **costi imputati a esternalità ambientali** legate ai prodotti, servizi o lavori **nel corso del ciclo di vita**, purché il loro valore monetario possa essere determinato e verificato. Tali costi possono includere **i costi delle emissioni di gas a effetto serra e di altre sostanze inquinanti**, nonché altri costi legati all'**attenuazione dei cambiamenti climatici**.



# LCA (Life Cycle Assessment) e LCC (Life Cycle Costing) nel Codice dei Contratti Pubblici D.Lgs 50/2016 → 36/2023

## Costi indiretti: la valutazione economica dell'impatto ambientale

Il Codice dei Contratti Pubblici ~~Art. 96 comma 2~~ → **Allegato II.8 Parte III** sottolinea che “per la valutazione dei costi imputati alle esternalità ambientali, il metodo deve soddisfare tutte le seguenti condizioni:

- a) essere basato su **criteri oggettivi, verificabili e non discriminatori**. Se il metodo non è stato previsto per un'applicazione ripetuta o continua, lo stesso non deve favorire né svantaggiare indebitamente taluni operatori economici;
- b) essere **accessibile a tutte le parti interessate**;
- c) i **dati richiesti devono poter essere forniti con ragionevole sforzo** da operatori economici normalmente diligenti, compresi gli operatori economici di altri Stati membri, di paesi terzi parti dell'AAP o di altri accordi internazionali che l'Unione è tenuta a rispettare o ratificati dall'Italia”.

**Ogniquale volta un metodo comune per il calcolo dei costi del ciclo di vita e' stato reso obbligatorio da un atto legislativo dell'Unione europea, tale metodo comune e' applicato per la valutazione dei costi del ciclo di vita. Un metodo comune per il calcolo dei costi del ciclo vita e' previsto dalla direttiva 2009/33/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, relativa alla promozione di veicoli puliti adibiti al trasporto su strada a sostegno di una mobilita' a basse emissioni. (QUEST'ULTIMO, METODO OBSOLETO, RIMOSSO DALLA DIRETTIVA ATTUALE)**



## LCC per il calcolo degli impatti del GPP

→ Quando usarlo?

- **Progettazione**: orientare la gara verso prodotti più economici/a minor impatto ambientale + **motivare** questo orientamento.
- **Valutazione delle offerte**: confronto LCC delle offerte pervenute → **graduatoria delle offerte** dal punto di vista del LCC.
- **Monitoraggio**: confrontare impatti di ciascun bando e **monitorare in corso d'opera** l'attuazione di politiche sostenibili.
- **Visibilità e sensibilizzazione**: **supportare le politiche** ambientali messe in opera e di **sensibilizzare** i dipendenti, gli utenti e l'**opinione pubblica**.



## Come si calcola l'LCC?

Ciclo di Vita	Costi diretti	Costi indiretti
❖ Produzione/Acquisto	→ €	→ €
❖ Uso	→ €	→ €
❖ Gestione	→ €	→ €
❖ Manutenzione	→ €	→ €
❖ ...	→ €	→ €
❖ Smaltimento	→ €	→ €

Costi dovuti a  
esternalità ambientali:  
**QUANTO COSTA  
PER LA SOCIETÀ  
L'IMPATTO AMBIENTALE  
LUNGO TUTTO IL  
CICLO DI VITA?**





# Come si calcola l'LCC?

## Costi diretti



Costi in € di acquisto/manutenzione/gestione/ecc. del prodotto/servizio

## Costi indiretti



Come si calcolano?

- **Valutazione dell'entità dell'impatto ambientale**  
(p.es. kg di CO<sub>2</sub> emessi)
- **Valutazione economica dell'impatto ambientale**  
(p.es. a quanti € corrisponde un kg di CO<sub>2</sub>?)



# Come si calcola l'LCC?

## Costi indiretti: come si valuta l'ENTITÀ dell'impatto ambientale?

→ A seconda dei casi si possono ricavare informazioni da:

- Certificazioni
- Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD)
- Dati tecnici del prodotto
  - Contenuto di riciclato, contenuto biologico, consumi elettrici, consumi di carburante, allevamento senza antibiotici/free range, riciclabilità a fine vita, ecc.





# Come si calcola l'LCC?

## Costi indiretti: come si valuta l'ENTITÀ dell'impatto ambientale?

→ A seconda dei casi si possono ricavare informazioni da:

- Certificazioni
- Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD)
- Dati tecnici del prodotto
- Pubblicazioni scientifiche



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Transportation Research Part D

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/trd](http://www.elsevier.com/locate/trd)



Life cycle assessment of city buses powered by electricity, hydrogenated vegetable oil or diesel



Anders Nordelöf<sup>a,\*</sup>, Mia Romare<sup>b</sup>, Johan Tivander<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Chalmers University of Technology, Division of Environmental Systems Analysis, 412 96 Gothenburg, Sweden

<sup>b</sup> IVL Swedish Environmental Research Institute, Box 530 21, 400 14 Gothenburg, Sweden

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

LCA  
City  
Bus  
Battery  
Electric  
.....

### ABSTRACT

This study explores life cycle environmental impacts of city buses, depending on the: (1) degree of electrification; (2) electricity supply mix, for chargeable options; and (3) choice of diesel or hydrogenated vegetable oil (HVO), a biodiesel, for options with combustion engine. It is a case study, which uses industry data to investigate the impact on climate change, a key driver for electrification, and a wider set of impacts, for average operation in Sweden, the European Union and the United States of America. The results show that non-chargeable hybrid electric vehicles



# Come si calcola l'LCC?

## Costi diretti



Costi in € di acquisto/manutenzione/gestione/ecc. del prodotto/servizio

## Costi indiretti



Come si calcolano?

→ **Valutazione dell'entità dell'impatto ambientale**

(p.es. kg di CO<sub>2</sub> emessi)

→ **Valutazione economica dell'impatto ambientale**

(p.es. a quanti € corrisponde un kg di CO<sub>2</sub>?)



# Come si calcola l'LCC?

## Costi indiretti: come si valuta il COSTO ECONOMICO dell'impatto ambientale?

ESEMPIO: valore monetario delle emissioni di gas serra.

- Il CAM Veicoli (del 2012) fornisce un valore ormai datato, di 0.04 €/kgCO<sub>2</sub>eq, derivato dalla Direttiva Europea 2009/33/EC che forniva un intervallo di 0.03-0.04 €/kgCO<sub>2</sub>eq.
  - I Fogli di Calcolo LCC del GPP europeo propongono il valore di 0.09 €/kgCO<sub>2</sub>eq. Essi fanno riferimento alla pubblicazione del 2014 "*Update of the Handbook on External Costs of Transport*" di Ricardo-AEA, in cui gli autori ottengono 0.09 €/kgCO<sub>2</sub>eq come valore centrale di un intervallo che varia da 0.048 a 0.168 €/kgCO<sub>2</sub>eq.
  - Utilizzando la metodologia delle Linee guida ISPRA per il calcolo della capacità di assorbimento della CO<sub>2</sub> di un ettaro di bosco, insieme ai risultati di uno studio della Regione Veneto per la compensazione della CO<sub>2</sub> prodotta da attività agricola, si stima che in Italia la piantumazione di un ettaro di bosco misto (con densità di 1200 alberi per ettaro) assorba 111 tonnellate di CO<sub>2</sub> l'anno e costi 10000€, il che corrisponde a un costo di 0.09 €/kgCO<sub>2</sub>eq.
- Per i nostri Fogli di calcolo proponiamo il valore di 0.09 €/kgCO<sub>2</sub>eq, in accordo con i Fogli di calcolo LCC del GPP europeo ed anche con i calcoli relativi alla piantumazione necessaria per l'assorbimento della CO<sub>2</sub>.



# Come si calcola l'LCC?

## Costi indiretti: ALTRI IMPATTI AMBIENTALI legati al cambiamento climatico

### Produzione di cibo/cotone/carta

- Inquinamento da fertilizzanti: deterioramento di suolo, acque, biodiversità, salute umana
- Alterazione degli ecosistemi per creazione di terreni agricoli/ allevamenti intensivi/disboscamento
- Uso di antibiotici: proliferazione di batteri resistenti

### Inquinamento dell'aria da gas non serra

- P. es. polveri sottili: effetti sulla salute

### Uso di materie prime

- P. es. metalli, terre rare, roccia/sabbia, legno...

Ecc.

Anche per questi impatti si possono valutare ENTITA e COSTO ECONOMICO!



# Come si calcolano i benefici economici ed ambientali del GPP?

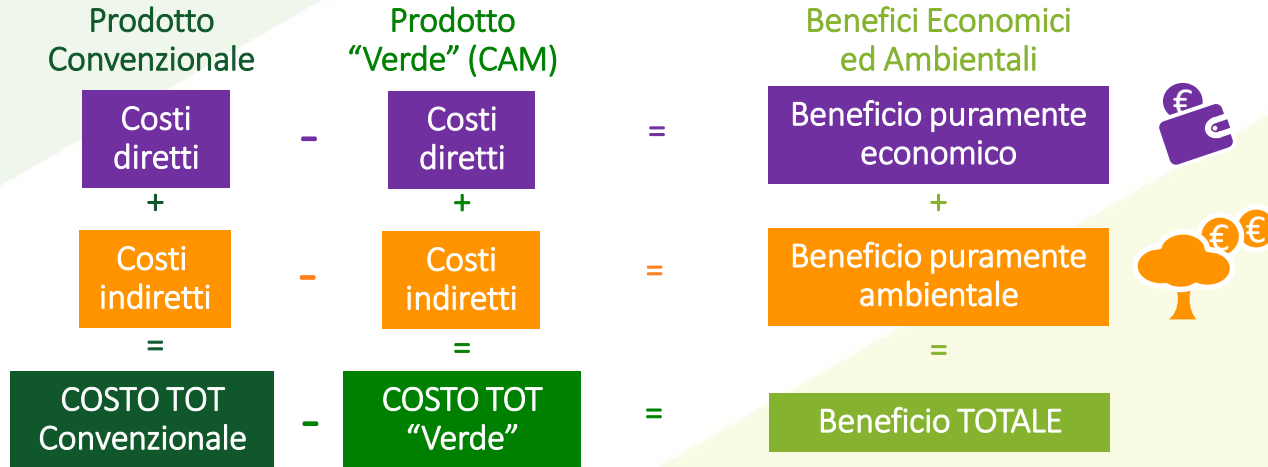
Ciclo di Vita	Costi diretti	Costi indiretti
❖ Produzione/Acquisto	→ €	→ €
❖ Uso	→ €	→ €
❖ Gestione	→ €	→ €
❖ Manutenzione	→ €	→ €
❖ ...	→ €	→ €
❖ Smaltimento	→ €	→ €

Costi dovuti a  
esternalità ambientali:  
**QUANTO COSTA  
PER LA SOCIETÀ  
L'IMPATTO AMBIENTALE  
LUNGO TUTTO IL  
CICLO DI VITA?**





# Come si calcolano i benefici economici ed ambientali del GPP?





# Tool LCC per il GPP: Esempi di Fogli di Calcolo → AUTOBUS

Prodotto di riferimento

Prodotto "Verde" (CAM)

	Tipo di motore	Quantità di veicoli	Costo Unitario	Percorrenza durante l'arco di vita (km)	TOT COSTI DIRETTI	TOT COSTI INDIRETTI	TOT COSTI DIRETTI E INDIRETTI (include emissioni)	% del costo di acquisto sul costo totale	% del costo diretto sul costo totale	BENEFICIO ECONOMICO DIRETTO	BENEFICIO AMBIENTALE	BENEFICIO TOTALE
<b>PRODOTTO CONVENZIONALE</b>												
Prodotto medio →	Diesel Euro 6	1	€ 240'000	800'000	€ 976'626	€ 106'001	€ 1'082'627	22%	90%	€ 0	€ 0	€ 0
Offerta Diesel 1	Diesel Euro 6	1	€ 300'000	800'000	€ 1'036'626	€ 106'001	€ 1'142'627	26%	91%	-€ 60'000	€ 0	-€ 60'000
Offerta Diesel 2	Diesel Euro 6	1	€ 0	800'000								
<b>PRODOTTO A EMISSIONI ZERO</b>												
Prodotto medio →	Elettrico	1	€ 500'000	800'000	€ 739'921	€ 38'585	€ 778'506	64%	95%	€ 236'705	€ 67'415	€ 304'120
Offerta Elettrico 1	Elettrico	1	€ 600'000	800'000	€ 839'921	€ 38'585	€ 878'506	68%	96%	€ 136'705	€ 67'415	€ 204'120
Offerta Elettrico 2	Elettrico	1	€ 700'000	800'000	€ 939'921	€ 38'585	€ 978'506	72%	96%	€ 36'705	€ 67'415	€ 104'120
Offerta Elettrico 3	Elettrico	1	€ 800'000	800'000	€ 1'039'921	€ 38'585	€ 1'078'506	74%	96%	-€ 63'295	€ 67'415	€ 4'120
Offerta Elettrico 4	Elettrico	1	€ 900'000	800'000	€ 1'139'921	€ 38'585	€ 1'178'506	76%	97%	-€ 163'295	€ 67'415	-€ 95'880
Offerta Elettrico 5	Elettrico	1	€ 0	800'000								
Offerta Elettrico 6	Elettrico	1	€ 0	800'000								
Offerta Elettrico 7	Elettrico	1	€ 0	800'000								
Offerta Elettrico 8	Elettrico	1	€ 0	800'000								
Offerta Elettrico 9	Elettrico	1	€ 0	800'000								
Offerta Elettrico 10	Elettrico	1	€ 0	800'000								



Dati da inserire

versione ridotta (i dati sono solo esemplificativi)



# Tool LCC per il GPP: Esempi di Fogli di Calcolo → AUTOBUS

		COSTO DIRETTO				COSTO DIRETTO				COSTI INDIRETTI			TOT			RISPARMIO			
		Costo Unitario	Percorr. durante l'arco di vita (km)	Consumi	Costo Unitario Carburante	Costo Totale Carburante nell'arco di vita	Costo Unitario Manutenz	Costo Manutenz nell'arco di vita	Emissioni Totali nell'arco di vita (kg CO2eq)	Costo Emiss (€/kg CO2eq)	TOT COSTI DIRETTI	TOT COSTI INDIRETTI	TOT COSTI DIRETTI E INDIRETTI (include emissioni)	BENEFICIO ECONOMICO DIRETTO	BENEFICIO AMBIENTALE	BENEFICIO TOTALE			
<b>PRODOTTO CONVENZIONALE</b>																			
Prodotto medio →	Diesel Euro 6	1	€ 240'000	800'000	2.2 km/l	1.5367	€/l	€ 558'811	0.22	€/km	€ 177'815	1'177'788	0.09	€ 976'626	€ 106'001	€ 1'082'627	€ 0	€ 0	€ 0
Offerta Diesel 1	Diesel Euro 6	1	€ 300'000	800'000	2.2 km/l	1.5367	€/l	€ 558'811	0.22	€/km	€ 177'815	1'177'788	0.09	€ 1'036'626	€ 106'001	€ 1'142'627	-€ 60'000	€ 0	-€ 60'000
Offerta Diesel 2	Diesel Euro 6	0	€ 0	800'000	2.2 km/l	1.5367	€/l	€ 0	0.22	€/km	€ 0	0	0.09						
<b>PRODOTTO A EMISSIONI ZERO</b>																			
Prodotto medio →	Elettrico	1	€ 500'000	800'000	1.1 kwh/km	0.1514	€/kWh	€ 133'232	0.13	€/km	€ 106'689	428'727	0.09	€ 739'921	€ 38'585	€ 778'506	€ 236'705	€ 67'415	€ 304'120
Offerta Elettrico 1	Elettrico	1	€ 600'000	800'000	1.1 kwh/km	0.1514	€/kWh	€ 133'232	0.13	€/km	€ 106'689	428'727	0.09	€ 839'921	€ 38'585	€ 878'506	€ 136'705	€ 67'415	€ 204'120
Offerta Elettrico 2	Elettrico	1	€ 700'000	800'000	1.1 kwh/km	0.1514	€/kWh	€ 133'232	0.13	€/km	€ 106'689	428'727	0.09	€ 939'921	€ 38'585	€ 978'506	€ 36'705	€ 67'415	€ 104'120
Offerta Elettrico 3	Elettrico	1	€ 800'000	800'000	1.1 kwh/km	0.1514	€/kWh	€ 133'232	0.13	€/km	€ 106'689	428'727	0.09	€ 1'039'921	€ 38'585	€ 1'078'506	-€ 63'295	€ 67'415	€ 4'120
Offerta Elettrico 4	Elettrico	1	€ 900'000	800'000	1.1 kwh/km	0.1514	€/kWh	€ 133'232	0.13	€/km	€ 106'689	428'727	0.09	€ 1'139'921	€ 38'585	€ 1'178'506	-€ 163'295	€ 67'415	-€ 95'880
Offerta Elettrico 5	Elettrico	0	€ 0	800'000	1.1 kwh/km	0.1514	€/kWh	€ 0	0.08	€/km	€ 0	0	0.09						
Offerta Elettrico 6	Elettrico	0	€ 0	800'000	1.1 kwh/km	0.1514	€/kWh	€ 0	0.08	€/km	€ 0	0	0.09						
Offerta Elettrico 7	Elettrico	0	€ 0	800'000	1.1 kwh/km	0.1514	€/kWh	€ 0	0.08	€/km	€ 0	0	0.09						
Offerta Elettrico 8	Elettrico	0	€ 0	800'000	1.1 kwh/km	0.1514	€/kWh	€ 0	0.08	€/km	€ 0	0	0.09						
Offerta Elettrico 9	Elettrico	0	€ 0	800'000	1.1 kwh/km	0.1514	€/kWh	€ 0	0.08	€/km	€ 0	0	0.09						
Offerta Elettrico 10	Elettrico	0	€ 0	800'000	1.1 kwh/km	0.1514	€/kWh	€ 0	0.13	€/km	€ 0	0	0.09						

versione ridotta (i dati sono solo esemplificativi)





# Criteri per autobus M2 e M3

## SPECIFICHE TECNICHE PER AUTOBUS M3 (NO M2!): CO<sub>2</sub> ED EMISSIONI - sez E. a) 1.

	2021-2025	2026-2030			
M3 autobus	22.5%	32.5%	<b>VEICOLI PULITI</b>	Veicoli a combustibili alternativi	Elettrico, Ibrido, Idrogeno, GNC, GNL, GPL, Combustibili sintetici e paraffinici, Biocarburanti <small>(esclusi i combustibili prodotti da biomassa a elevato rischio di cambiamento indiretto della destinazione d'uso dei terreni !!!)</small>
	22.5%	32.5%	<b>VEICOLI A EMISSIONI ZERO</b>	CO <sub>2</sub> = 0 g/km	Elettrico
	55%	35%	<b>EURO VI</b> <i>(o normativa immatricolazione in vigore)</i>		

% rispetto al numero totale di veicoli oggetto della gara d'appalto



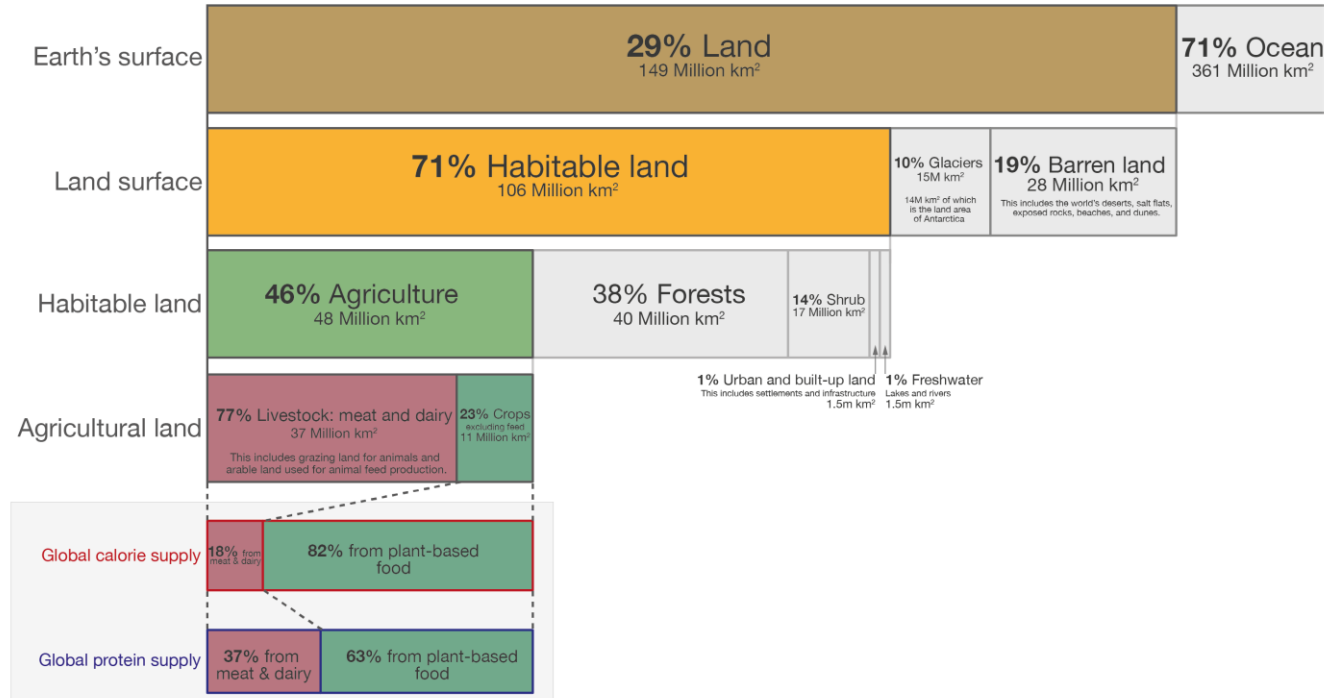
# LCA (Life Cycle Assessment) e LCC (Life Cycle Costing): LA RISTORAZIONE



# LCA DEL CIBO

## Global land use for food production

Our World  
in Data



Data source: UN Food and Agriculture Organization (FAO)  
OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.  
Date published: November 2019.



Poore et al., *Science* **360**, 987–992 (2018) 1 June 2018

## RESEARCH

### SUSTAINABILITY

# Reducing food's environmental impacts through producers and consumers

J. Poore<sup>1,2,\*</sup> and T. Nemecek<sup>2</sup>

Food's environmental impacts are created by millions of diverse producers. To identify solutions that are effective under this heterogeneity, we consolidated data covering five environmental indicators; 38,700 farms; and 1600 processors, packaging types, and retailers. Impact can vary 50-fold among producers of the same product, creating substantial mitigation opportunities. However, mitigation is complicated by trade-offs, multiple ways for producers to achieve low impacts, and interactions throughout the supply chain. Producers have limits on how far they can reduce impacts. Most strikingly, impacts of the lowest-impact animal products typically exceed those of vegetable substitutes, providing new evidence for the importance of dietary change. Cumulatively, our findings support an approach where producers monitor their own impacts, flexibly meet environmental targets by choosing from multiple practices, and communicate their impacts to consumers.

With current diets and production practices, feeding 7.6 billion people is degrading terrestrial and aquatic ecosystems, depleting water resources, and driving climate change (1, 2). It is particularly challenging to find solutions that are effective across the large and diverse range of producers that characterize the agricultural sector. More than 570 million farms produce in almost all of the world's climates and soils (3), each using vastly different agronomic methods; average farm sizes vary from 0.5 ha in Bangladesh to 3000 ha in Australia (3); average mineral fertilizer use ranges from 1 kg of nitrogen per ha in Uganda to 300 kg in China (4); and although four crops provide half

and predominantly Western European producers (22–26) and have not corrected for important methodological differences between LCAs (22–26). Here, we present a globally reconciled and methodologically harmonized database on the variation in food's multiple impacts. Our results show the need for far-reaching changes in how food's environmental impacts are managed and communicated.

### Building the multi-indicator global database

We derived data from a comprehensive meta-analysis, identifying 1530 studies for potential inclusion, which were supplemented with additional data received from 139 authors. Studies

environmental impacts at each stage of the supply chain. For GHG emissions, we further disaggregated the farm stage into 20 emission sources. We then used the inventory to recalculate all missing emissions. For nitrate leaching and aquaculture, we developed new models for this study (17).

Studies included provided ~1050 estimates of postfarm processes. To fill gaps in processing, packaging, or retail, we used additional meta-analyses of 153 studies providing 550 observations. Transport and losses were included from global data sets. Each observation was weighted by the share of national production it represents, and each country by its share of global production. We then used randomization to capture variance at all stages of the supply chain (17).

We validated the global representativeness of our sample by comparing average and 90th-percentile yields to Food and Agriculture Organization (FAO) data (4), which reconcile to within ±10% for most crops. Using FAO food balance sheets (4), we scaled up our sample data. Total arable land and freshwater withdrawals reconcile to FAO estimates. Emissions from deforestation and agricultural methane fall within ranges of independent models (17).

### Environmental impacts of the entire food supply chain

Today's food supply chain creates ~13.7 billion metric tons of carbon dioxide equivalents (CO<sub>2</sub>eq), 26% of anthropogenic GHG emissions. A further 2.8 billion metric tons of CO<sub>2</sub>eq (5%) are caused by nonfood agriculture and other drivers of deforestation (17). Food production creates ~32% of global terrestrial acidification and ~78% of eutrophication. These emissions can fundamentally alter the species composition of natural

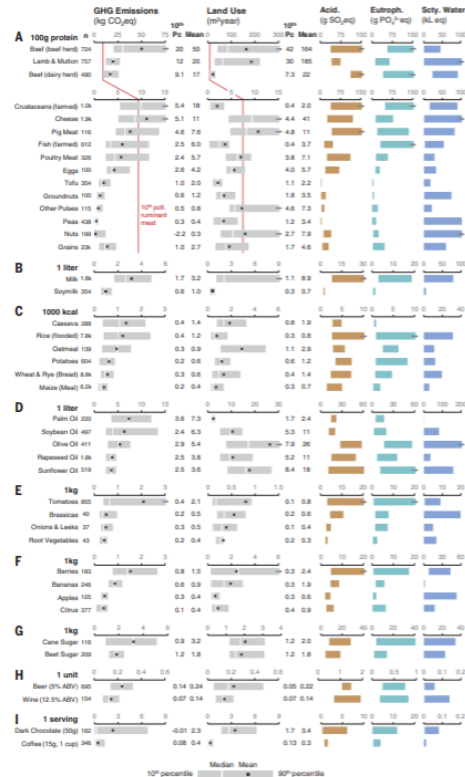


Fig. 1. Estimated global variation in GHG emissions, land use, terrestrial acidification, eutrophication, and scarcity-weighted freshwater withdrawals, within and between 40 major foods. (A) Protein-rich products. Grains are also shown here given that they contribute 41% of global protein intake, despite lower protein content. (B) Milk. (C) Top-rich products. (D) Oils. (E) Vegetables. (F) Fruits. (G) Sugars. (H) Alcoholic beverages (1 unit = 10 ml of alcohol; ABV, alcohol by volume). (I) Stimulants. n = farm or regional inventories. Pc and pctl., percentile; scty., scarcity.



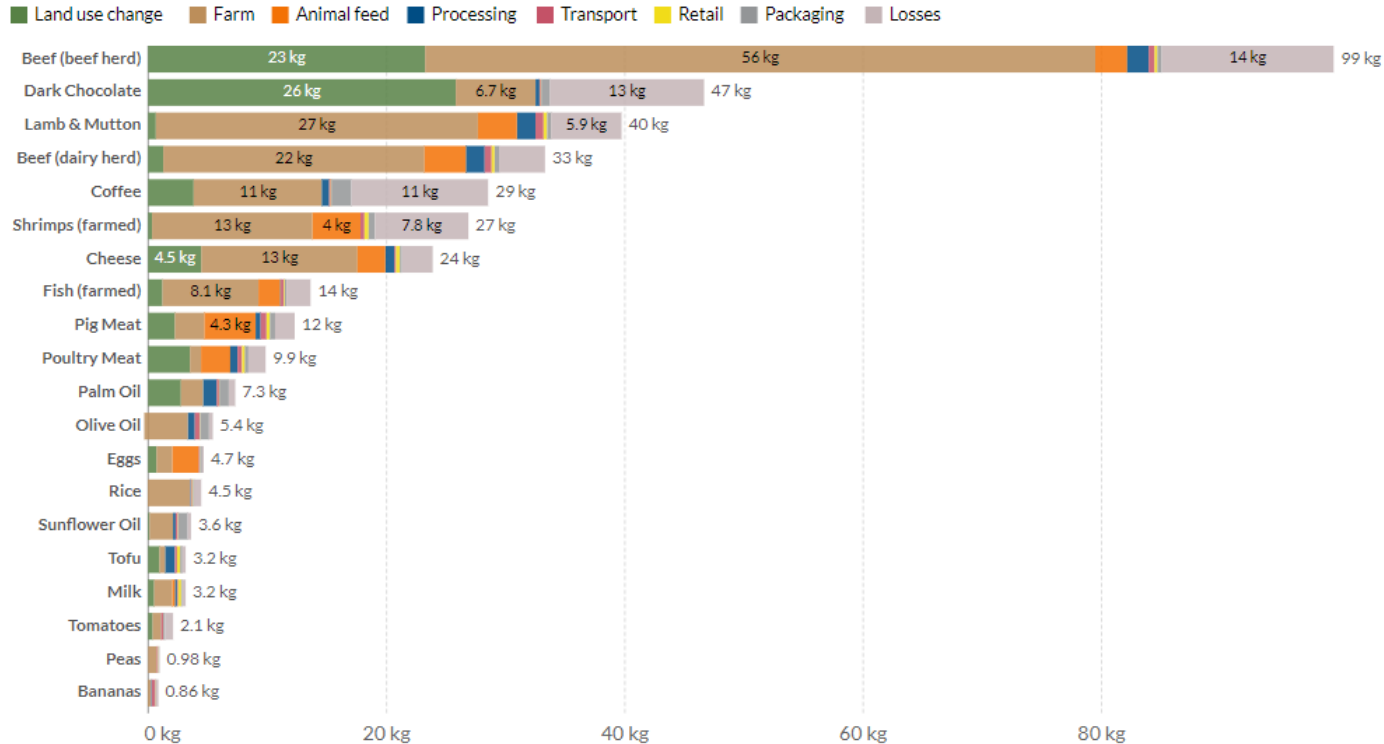
# LCA DEL CIBO

## Food: greenhouse gas emissions across the supply chain

Greenhouse gas emissions are measured in carbon dioxide-equivalents (CO<sub>2</sub>e) per kilogram of food.

Our World  
in Data

+ Add food  Relative



Source: Joseph Poore and Thomas Nemecek (2018).

OurWorldInData.org/environmental-impacts-of-food • CC BY

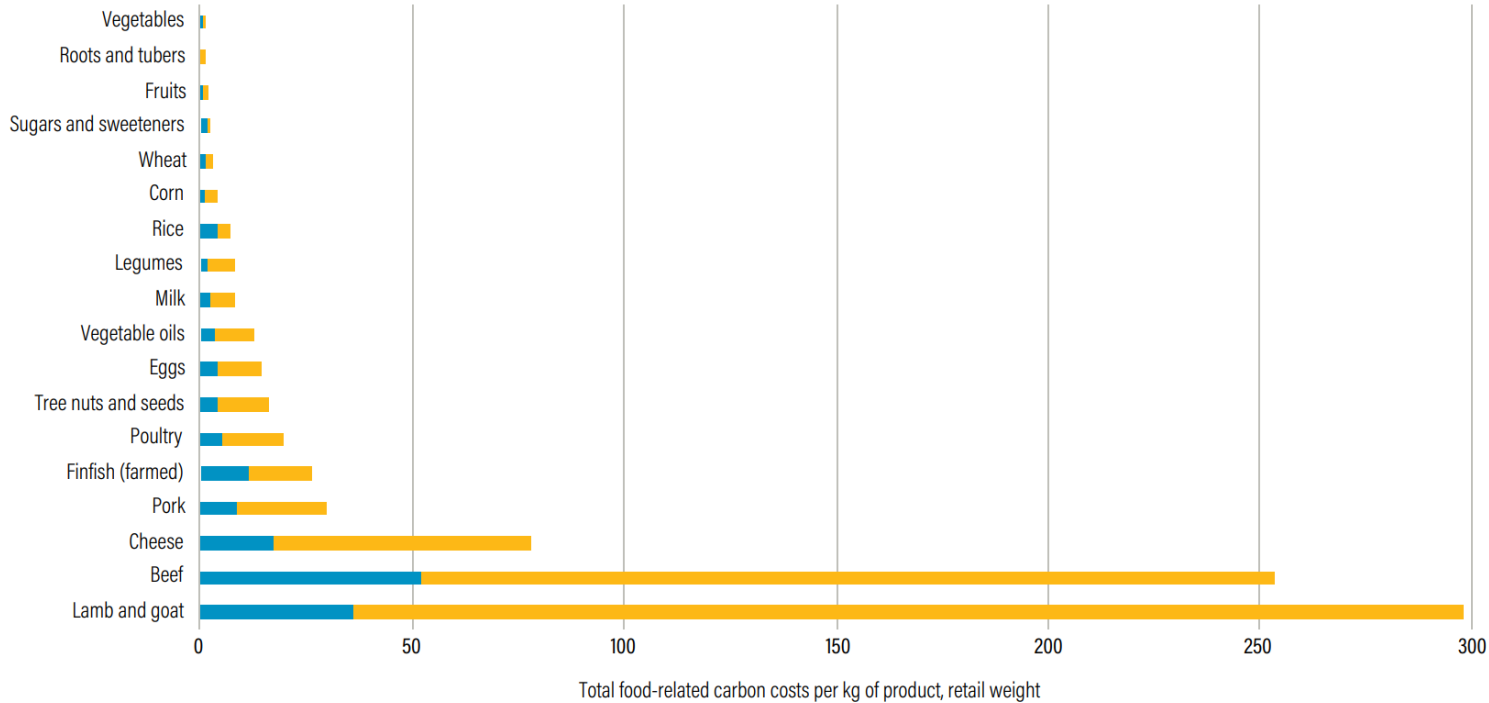


# LCA DEL CIBO

TRACKING PROGRESS TOWARD THE COOL FOOD PLEDGE:  
SETTING CLIMATE TARGETS, TRACKING METRICS, USING  
THE COOL FOOD CALCULATOR, AND RELATED GUIDANCE  
FOR PLEDGE SIGNATORIES

RICHARD WAITE, DANIEL VENNARD, AND GERARD POZZI

Figure 2 | **Animal-based foods are more resource intensive than plant-based foods**



→ COOL  
FOOD PLEDGE  
Calculator



# LCA DEL CIBO

## DOMANDA:

In che caso l'impatto dovuto all'uso della terra, o la Carbon Opportunity Cost sono nulli?





# LCA DEL CIBO

## Pascoli Naturali o Semi-naturali



**15-16-17 MARCH 2023**

Forte di Bard, Bard, Aosta Valley (Italy)



LIFE PASTORALP  
FINAL CONFERENCE

### GLOBAL CHALLENGES IN MOUNTAIN AGROPASTORAL SYSTEMS

Scientific evidence on  
impacts, adaptation  
and policies

#### TOPICS OF THE CONFERENCE

Challenges and opportunities for mapping  
and modelling agropastoral systems

Climate change impacts,  
adaptation and mitigation

Governance under global  
changes: the interface  
between policy and  
science



[pastoralp.eu/final-conference](http://pastoralp.eu/final-conference)



Il Progetto Grace | Il Territorio | La filiera della carne | I Consumatori | Strumenti di Governance | Media

Conservare le praterie attraverso il pascolo







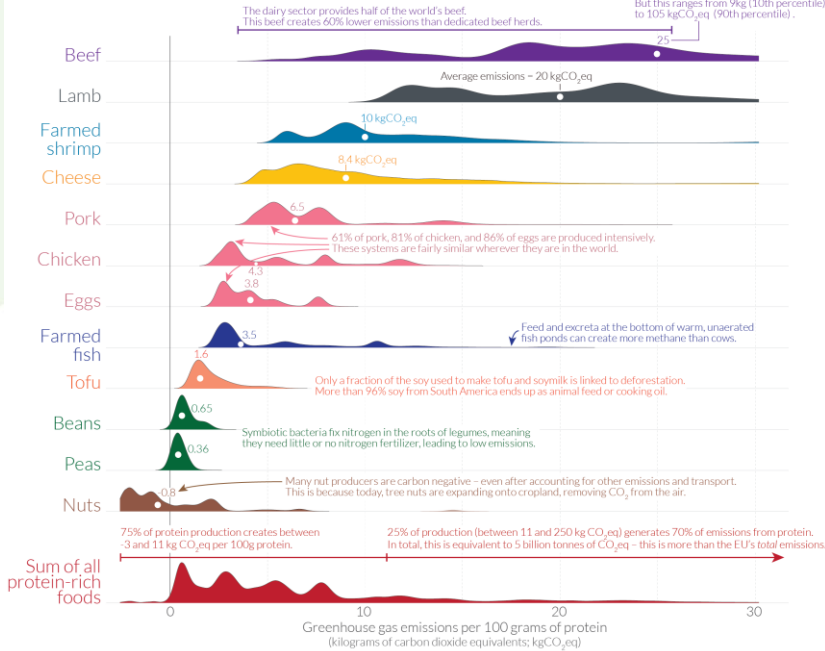
# LCA DEL CIBO

## How does the carbon footprint of protein-rich foods compare?

Our World  
in Data

Greenhouse gas emissions from protein-rich foods are shown per 100 grams of protein across a global sample of 38,700 commercially viable farms in 119 countries. The height of the curve represents the amount of production globally with that specific footprint. The white dot marks the median greenhouse gas emissions for each food product.

Producing 100 grams of protein from beef emits 25 kilograms of CO<sub>2</sub>eq, on average. But this ranges from 9kg (10th percentile) to 105 kgCO<sub>2</sub>eq (90th percentile).



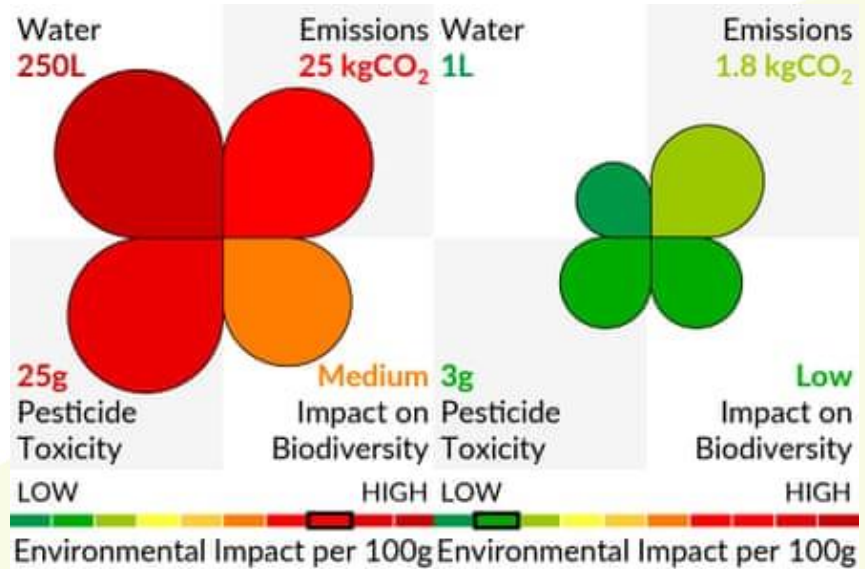
← Impatti estremamente variabili a seconda dei produttori!

Note: Data refers to the greenhouse gas emissions of food products across a global sample of 38,700 commercially viable farms in 119 countries. Emissions are measured across the full supply chain, from land use change through to the retailer and includes on-farm, processing, transport, packaging and retail emissions. Data source: Joseph Poore and Hannah Ritchie (2018), Reducing food's environmental impacts through producers and consumers, Science. OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the authors Joseph Poore & Hannah Ritchie.



# LCA DEL CIBO

Usiamo etichette energetiche per il frigo...  
→ Perché non anche per il cibo?

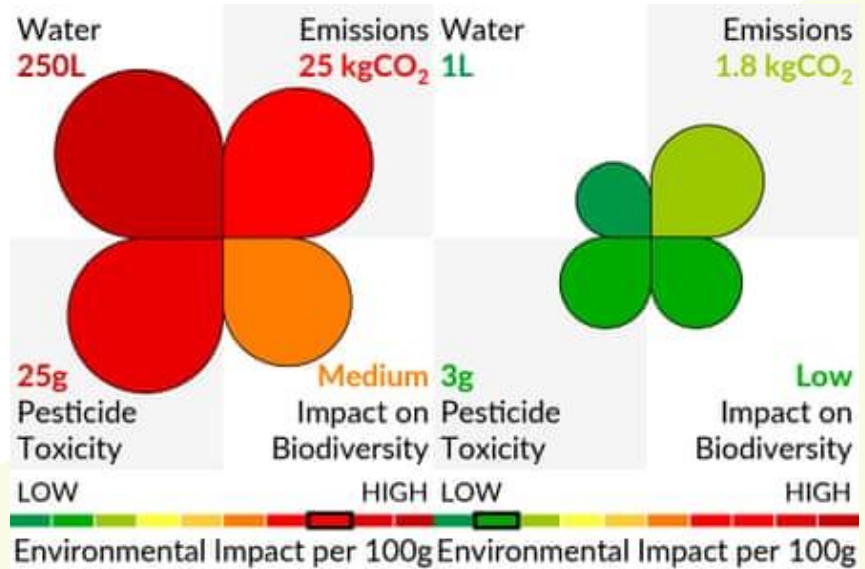


Example of food labels showing environmental impacts. Illustration: Joseph Poore



# LCA DEL CIBO

Usiamo etichette energetiche per il frigo...  
→ Perché non anche per il cibo?



Example of food labels showing environmental impacts. Illustration: Joseph Poore



# LCA DEL CIBO



HOME

ABOUT ▾

NEWS

RESOURCES

EVENTS

CONTACT



Newsletter



## PROJECT AREAS



### PLANETARY HEALTH DIETS & COOKING

SchoolFood4Change aims to motivate, support and enable schools to provide meals that are innovative, climate-friendly, healthy, delicious, zero-waste and reflect local identity – a long...



### WHOLE SCHOOL FOOD APPROACH

The Whole School Food Approach is a holistic concept that offers pupils healthier and sustainable food choices in the long term. It's not just about...



### SUSTAINABLE PUBLIC FOOD PROCUREMENT

Innovative approaches to the procurement of healthy and sustainable food for school meals are the focus of SchoolFood4Change (SF4C). SF4C follows a holistic approach with the...

SchoolFood  
4Change  
*Horizon  
Europe*



# LCC DEL CIBO: Esempio di Foglio di Calcolo

TIPO DI ALIMENTO		PROPRIETA ALIMENTO		IMPATTI AMBIENTALI				COSTI			BENEFICI				
				Emiss gCO2/ pasto	Emiss CO2 costo/ pasto	Suolo, biod, inq, tossic costo/pasto	Rischio epidemico costo/pasto	Costo DIRETTO a pasto	Costo INDIRECTO a pasto	Costo TOTALE a pasto	Beneficio DIRETTO a pasto	Beneficio INDIRECTO a pasto	Beneficio TOTALE a pasto		
Scuola	Prim+2veg	g/ pasto	% BIO	Emiss gCO2/ pasto	Emiss CO2 costo/ pasto	Suolo, biod, inq, tossic costo/pasto	Rischio epidemico costo/pasto	solo aggregato	solo aggregato	solo aggregato	solo aggregato	solo aggregato	solo aggregato		
Prezzo a pasto	€5.8														
Pasti/trimestre	19800														
Frutta		150	50%	73	€0.007	€0.002	€0.000							€0.009	€0.0031
Ortaggi e verdure		109	50%	43	€0.004	€0.001	€0.000							€0.005	€0.0017
Legumi		30	50%	30	€0.003	€0.005	€0.000							€0.008	-€0.0046
Cereali (farinacei, riso, pane, ecc.)		200	50%	286	€0.026	€0.011	€0.000							€0.037	€0.0123
Uova		10	100%	19	€0.002	€0.001	€0.000							€0.003	€0.0180
Carne bovina		0	50%	0	€0.000	€0.000	€0.000							€0.000	€0.1503
Carne suina		1	10%	14	€0.001	€0.000	€0.003							€0.004	€0.0183
Carne avicola		7	20%	63	€0.006	€0.001	€0.013	€0.021	€0.0206						
Salumi e formaggi		4	30%	65	€0.006	€0.004	€0.005	€0.014	€0.0329						
Olio		10	40%	42	€0.004	€0.004	€0.000	€0.008	€0.0017						
Pelati, polpa e passata di pomod		30	33%	51	€0.005	€0.000	€0.000	€0.005	€0.0011						
<b>TOTALE</b>		552	44% pasto a soglia CAM	686	€0.062	€0.030	€0.021	€5.8	€0.112	€5.9	-€0.200	€0.2554	€0.055		



# LCC DEL CIBO: Esempio di Foglio di Calcolo

## GESTIONE ECCEDENZE

Costo/anno gestione eccedenze	€2,000	kg/ anno	% del TOT acquist	Emiss kgCO2/ anno	Emiss CO2 costo/ anno	Suolo, biod, inq, tossic costo/anno	Rischio epidemico costo/anno	Costo DIRETTO annuo	Costo INDIRETTO annuo	Costo TOTALE annuo	Beneficio DIRETTO annuo	Beneficio INDIRETTO annuo	Beneficio TOTALE annuo
Costo/anno donaz. umanitaria	€0												
Costo/anno destinaz. animali	€0												
SPRECO INIZIALE no gest. eccedenze		13107	40%	53693	€4,832	€706	€500	€139,538	€6,038	€145,576	€0	€0	€0
SPRECO EVITATO con gest. eccedenze		6553	20%	-26846	-€2,416	-€353	-€250	-€67,769	-€3,019	-€70,788	€67,769	€3,019	€70,788
ECCEDENZE NON SERVITO DONATO		1638	5%	-4675	-€421	€0	€0	-€216	-€421	-€637	€216	€421	€637
ECCEDENZE destinate ad ANIMALI		3277	10%	-9350	-€841	€0	€0	-€433	-€841	-€1,274	€433	€841	€1,274
ECCEDENZE dest. COMPOSTAGGIO		1092	3%	1944	€175	€0	€0	€144	€175	€319	-€144	-€175	-€319
ECCEDENZE dest. INDIFFERENZIATO		546	2%	2731	€246	€0	€0	€72	€246	€318	-€72	-€246	-€318
<b>TOTALE</b>				<b>12822</b>	<b>€1,154</b>	<b>€353</b>	<b>€250</b>	<b>€71,120</b>	<b>€1,757</b>	<b>€72,877</b>	<b>€68,418</b>	<b>€4,281</b>	<b>€72,699</b>

**COSTI e BENEFICI TOTALI dell'acquisto di  
pasto a soglia CAM  
+ eccedenze gestite**

Costo DIRETTO annuo	Costo INDIRETTO annuo	Costo TOTALE annuo	Beneficio DIRETTO annuo	Beneficio INDIRETTO annuo	Beneficio TOTALE annuo
€206,712	€4,009	€210,721	-€7,128	€9,102	€1,974
€71,120	€1,757	€72,877	€68,418	€4,281	€72,699
<b>€277,832</b>	<b>€5,766</b>	<b>€283,598</b>	<b>€61,290</b>	<b>€13,383</b>	<b>€74,673</b>





**Sede Legale ed operativa**

Corso del Rinascimento 24,  
00186 Roma

+39 06 683 38 88

[info@fondazioneecosistemi.org](mailto:info@fondazioneecosistemi.org)

[fondazione.ecosistemi@pec.it](mailto:fondazione.ecosistemi@pec.it)

[www.fondazioneecosistemi.org](http://www.fondazioneecosistemi.org)

Grazie per l'attenzione!

Alberta Congeduti