



# COMPOST COMMUNITY

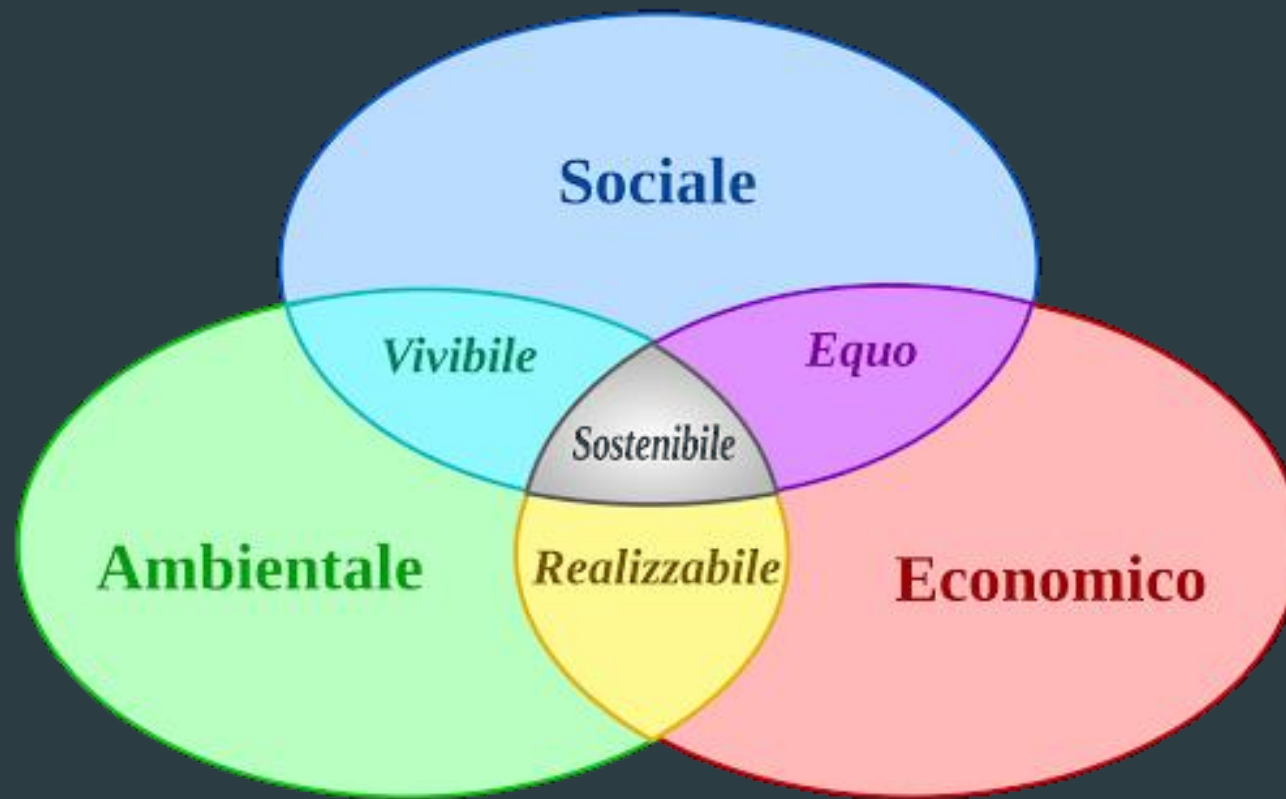
## ANALISI DI SOSTENIBILITÀ DEL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO E SCENARI POSSIBILI



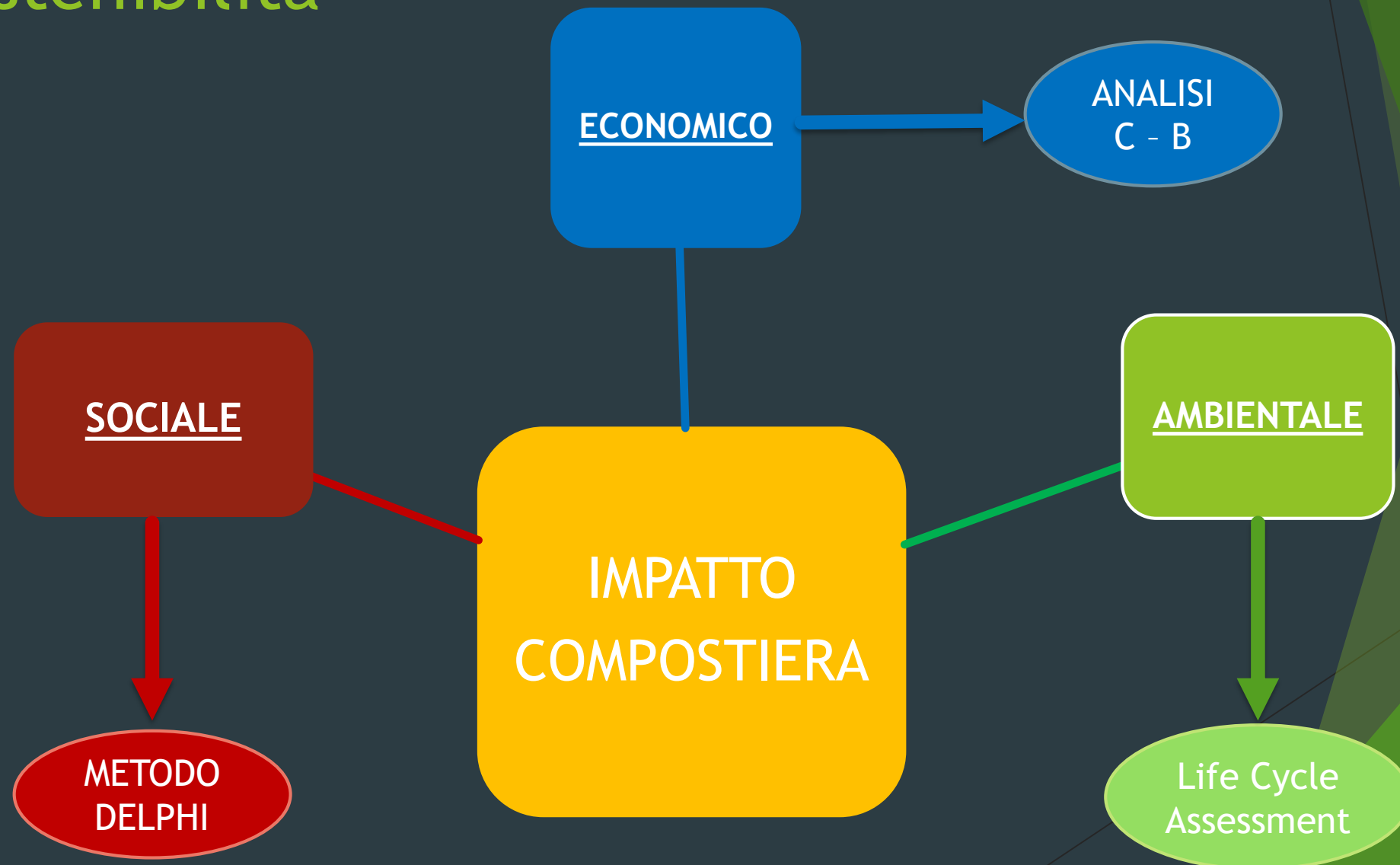
Dip. Scienze Agroambientali e Territoriali

Claudio Acciani  
Annalisa De Boni  
Francesca Melucci  
Rocco Roma

# La Sostenibilità

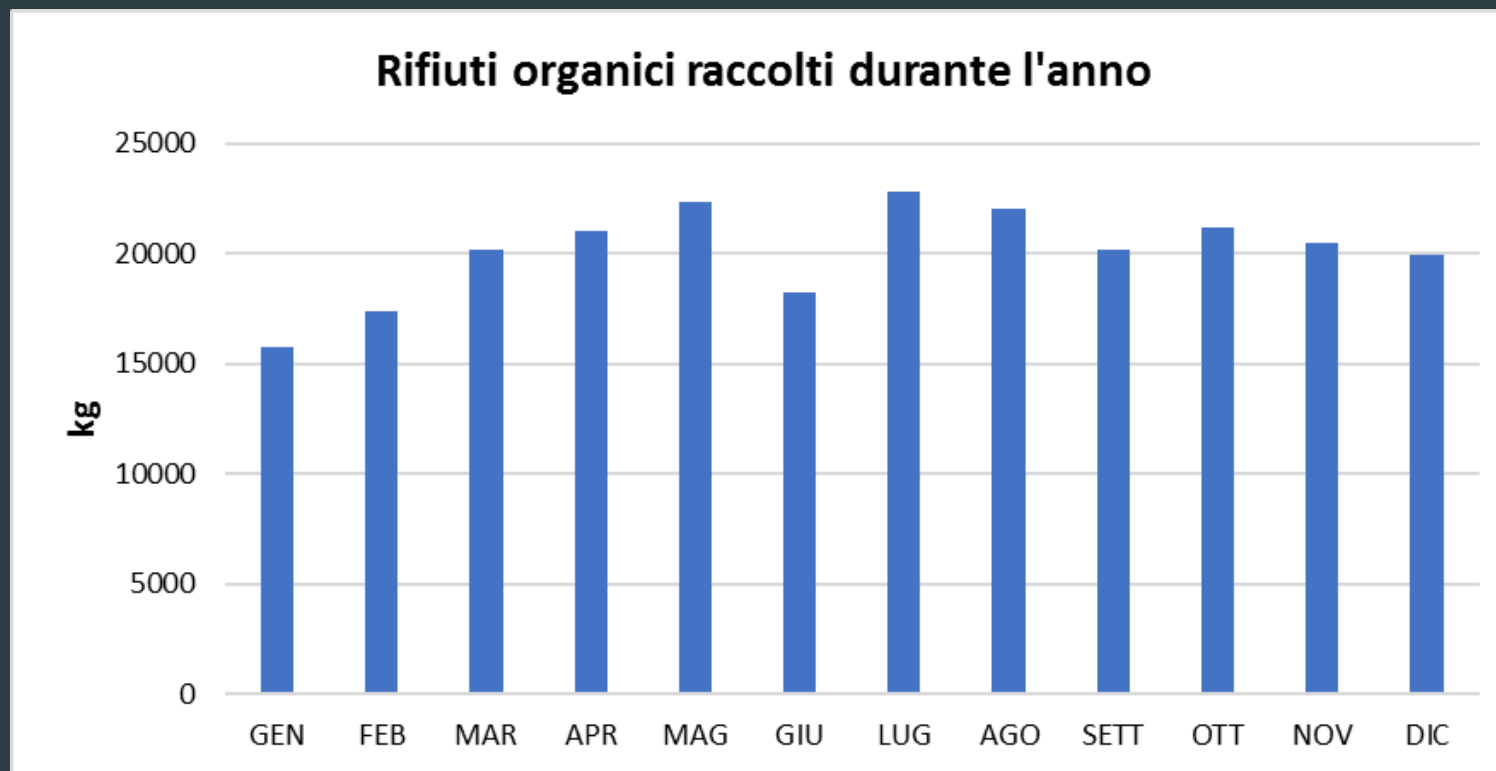


# Obiettivi: valutazioni degli impatti e misura della sostenibilità



# DESCRIZIONE DEL SISTEMA E DEL PROCESSO

- ▶ 894 FAMIGLIE CONFERISCONO ALLA COMPOSTIERA
- ▶ RACCOLTA PORTA A PORTA, 3gg/settimana (lunedì, mercoledì, venerdì)
- ▶ SACCHETTO IN CARTA RICICLATA (peso sacchetto = 16 g)
- ▶ FURGONE (Diesel, cc 2000 mc; 8 km/L)
- ▶ DISTANZA PERCORSO DAL MEZZO DI TRASPORTO DEI RIFIUTI ORGANICI:
  - 8,6 km andata + 8,6 km ritorno, dall'ingresso del paese all'impianto;
  - 5 km giro nel paese per la raccolta porta a porta;
  - 1 km per le operazioni di carico e scarico.
- ▶ 1 CICLO COMPOSTAGGIO = 45 gg (+ 45 gg di lombricoltura)
- ▶ N.B.: 1 t rifiuto organico = 0,15 t compost
- ▶ In 45 gg, si ottengono da 30 t di rifiuto organico → 4,526 t di compost



TOT anno di rifiuti organici = 241 t

# Valutazione ambientale del processo di compostaggio: LCA

- ▶ Unità funzionale: compost prodotto in un ciclo (45 gg)
  - ▶ Confini del sistema: raccolta e trasporto della frazione organica dei rifiuti fino alla produzione di compost da lombricoltura (farm-gate)
  - ▶ INPUT: consumo di carburante, energia elettrica, acqua di processo, sacchetti di carta riciclata
- 
- ▶ Software : SimaPro 7.2
  - ▶ Database : Ecolnvent Data 2011
  - ▶ Metodi : CML 2 baseline 2000 ; Eco-Indicator 99

## Prodotti

Output noti a tecnosfera. Prodotti e coprodotti

Nome	Quantità fisica	Unità di misura	Quantità fisica	% Allocations	Tipo rifiuto	Categoria	Commento
compost raw	4526,85	kg	Mass	100 %	non definito	Agricultural	compost a ciclo 45 giorni
(Inserisci linea qui)							

Output noti a tecnosfera. Prodotti evitati

Nome	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SD	Min	Max	Commento
(Inserisci linea qui)							

## Input

Input noti da natura (risorse)

Nome	Sottocompartimento	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SD	Min	Max	Commento
Water, unspecified natural origin, IT	in ground	250	l	Non definito				
(Inserisci linea qui)								

Input noti da tecnosfera (materiali/combustibili)

Nome	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SD	Min	Max	Commento
Diesel, at refinery/US	56,55	l	Non definito				
Corrugated board boxes, technology mix, prod. mix, 16,6 % primary fibre, 83,4 % recycled	279	kg	Non definito				
(Inserisci linea qui)							

Input noti da tecnosfera (elettricità/calore)

Nome	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SD	Min	Max	Commento
Electricity, medium voltage, production IT, at grid/IT S	144	kWh	Non definito				
(Inserisci linea qui)							

## Output

Emissioni nell'aria

Nome	Sottocompartimento	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SD	Min	Max	Commento
(Inserisci linea qui)								

Emissioni in acqua

Nome	Sottocompartimento	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SD	Min	Max	Commento
(Inserisci linea qui)								

Emissioni nel terreno

Nome	Sottocompartimento	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SD	Min	Max	Commento
(Inserisci linea qui)								

Flussi dei rifiuti finali

Nome	Sottocompartimento	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SD	Min	Max	Commento
(Inserisci linea qui)								

Emissioni non materiali

Nome	Sottocompartimento	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SD	Min	Max	Commento
(Inserisci linea qui)								

Temì sociali

Nome	Sottocompartimento	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SD	Min	Max	Commento
(Inserisci linea qui)								

Temì economici

Nome	Sottocompartimento	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SD	Min	Max	Commento
(Inserisci linea qui)								

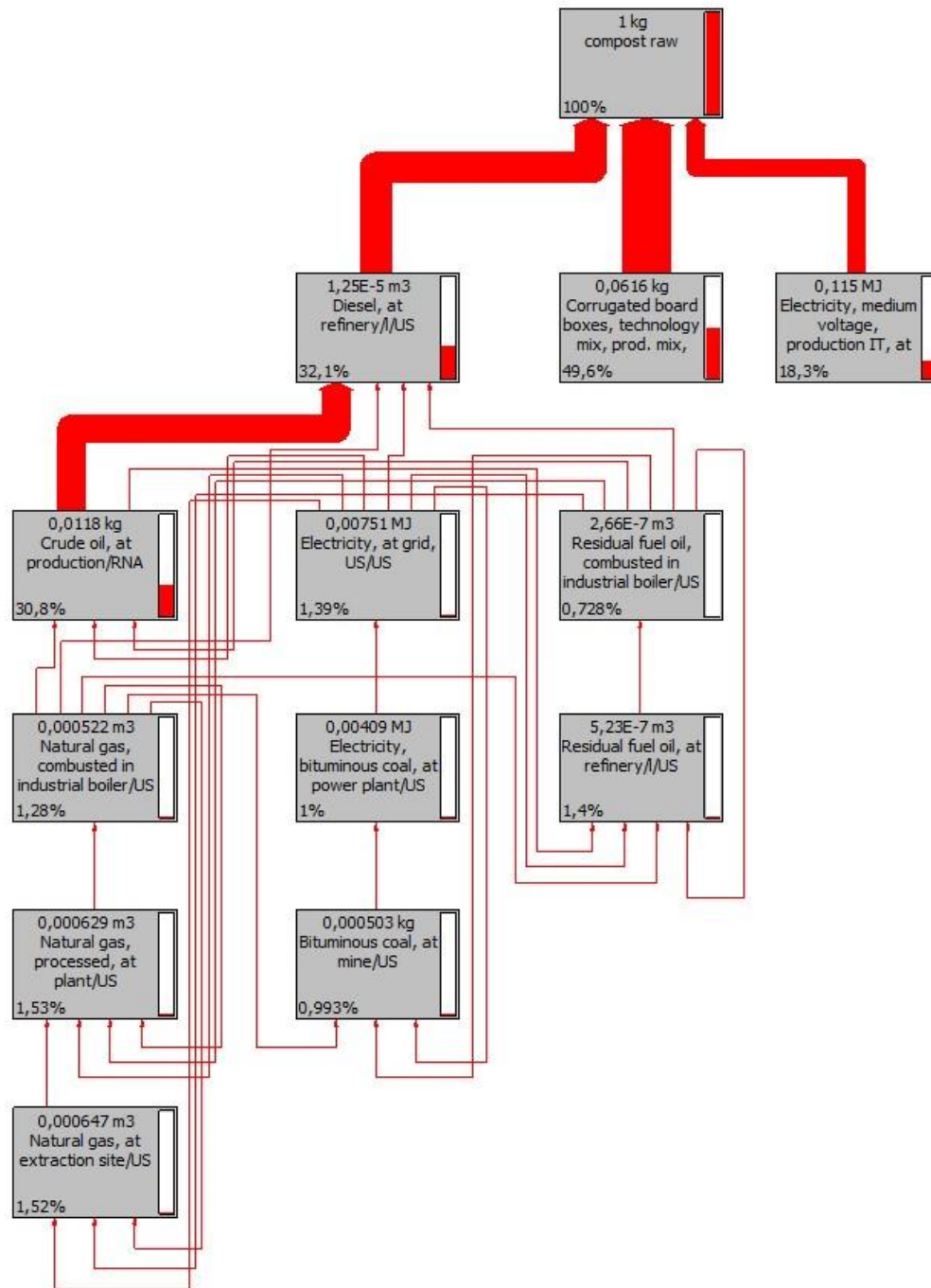
Output noti a tecnosfera. Rifiuto ed emissioni al trattamento

Nome	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD <sup>2</sup> o 2*SD	Min	Max	Commento
(Inserisci linea qui)							

# Metodologia: CML 2 baseline 2000

CATEGORIA DI IMPATTO	UNITA'	TOT
Abiotic depletion	kg Sb eq	0,0008
Acidification	kg SO <sub>2</sub> eq	0,0004
Eutrophication	kg PO <sub>4</sub> --- eq	0,0001
<b>Global warming (GWP<sub>100</sub>)</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> eq</b>	<b>0,0972</b>
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	0,0000
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	0,0388
Fresh water aquatic ecotox.	kg 1,4-DB eq	0,0144
Marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	49,9113
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0,0003
Photochemical oxidation	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq	0,0000

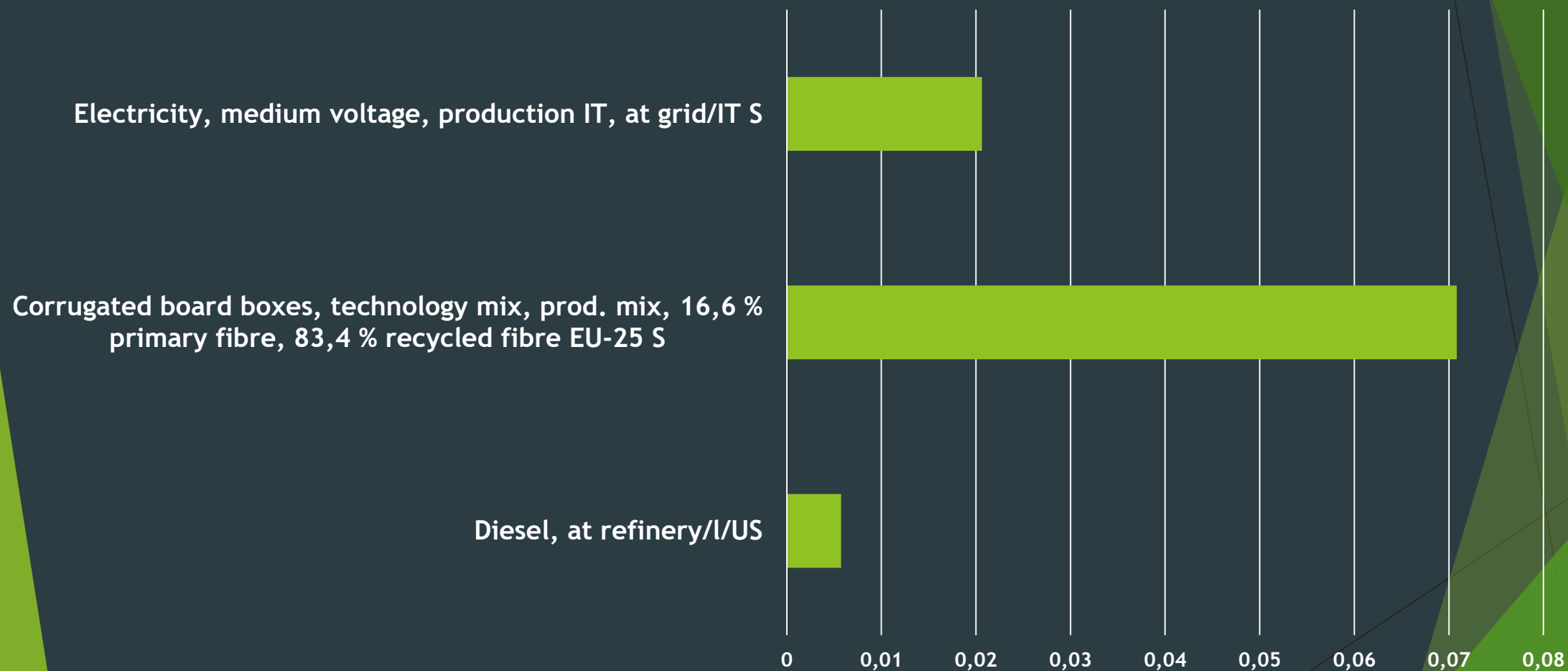




Metodologia: CML baseline 2000

Categoria d'impatto: GWP<sub>100</sub> (Global Warming Potential)

Global warming (GWP<sub>100</sub>)



<u>AUTHORS</u>	<u>SYSTEM BOUNDARIES</u>	<u>SOFTWARE</u>	<u>F.U.</u>	<u>GWP type</u>	<u>QUANTITY</u>
Dan Wang et a. (2020)	Collection, transport, treatment and disposal of waste	?	The treatment of 1 ton of MSW	GWP <sub>100</sub> (IPCC)	Weekly house-to-house, landfill & incineration: 1076,0 kg CO <sub>2</sub> eq/t
Akif Taşkın and Nesrin Demir (2020)	Collection and transportation of MSWs, construction of landfill areas and transfer stations	SimaPro 8.4.1.0	1 ton of collected and transported MSW per day	GWP <sub>100</sub> (CML-IA baseline midpoint characterization)	Transfer station: 17.900 kg CO <sub>2</sub> eq/t Sanitary landfill: 22.600 kg CO <sub>2</sub> eq/t
Alex Zabeo, Caterina Bellio et al. (2017)	vehicles utilized for door-to-door collection of solid waste	SimaPro 8.2	t/km (fuel based CF assessment)	GWP <sub>100</sub> (IPCC 2007)	Door-to-door, emissions by all vehicle typologies: 7.870.000 kg CO <sub>2</sub> eq

Range GWP<sub>100</sub> (kg CO<sub>2</sub> eq.) da letteratura : min 1076 kg CO<sub>2</sub> eq. → max 7.870.000 kg CO<sub>2</sub> eq.  
Espressi in t di MSW

**Compostiera di comunità: 648,324 kg CO<sub>2</sub> eq/ t di rifiuto organico**

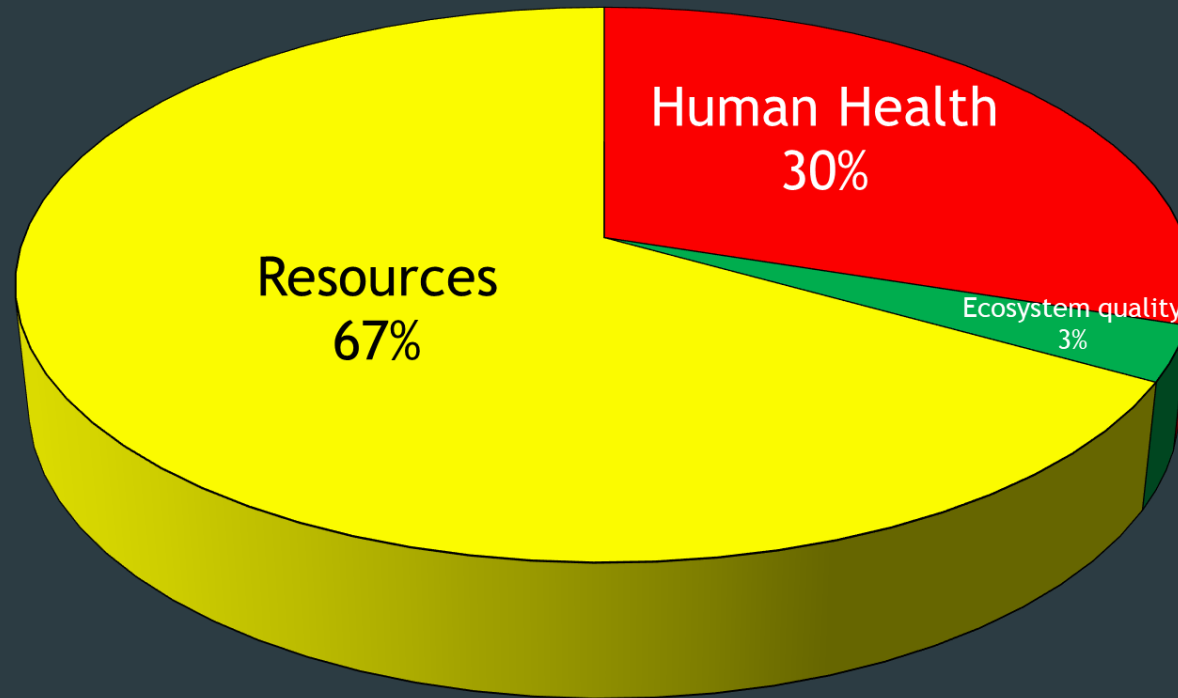
# Metodologia: EcoIndicator 99

Categorie di danno: human health, ecosystem quality, resources

Human health	Daly	0,00000012
Ecosystem quality	PAF*m2yr	0,11479166
Resources	MJ surplus	0,12010052

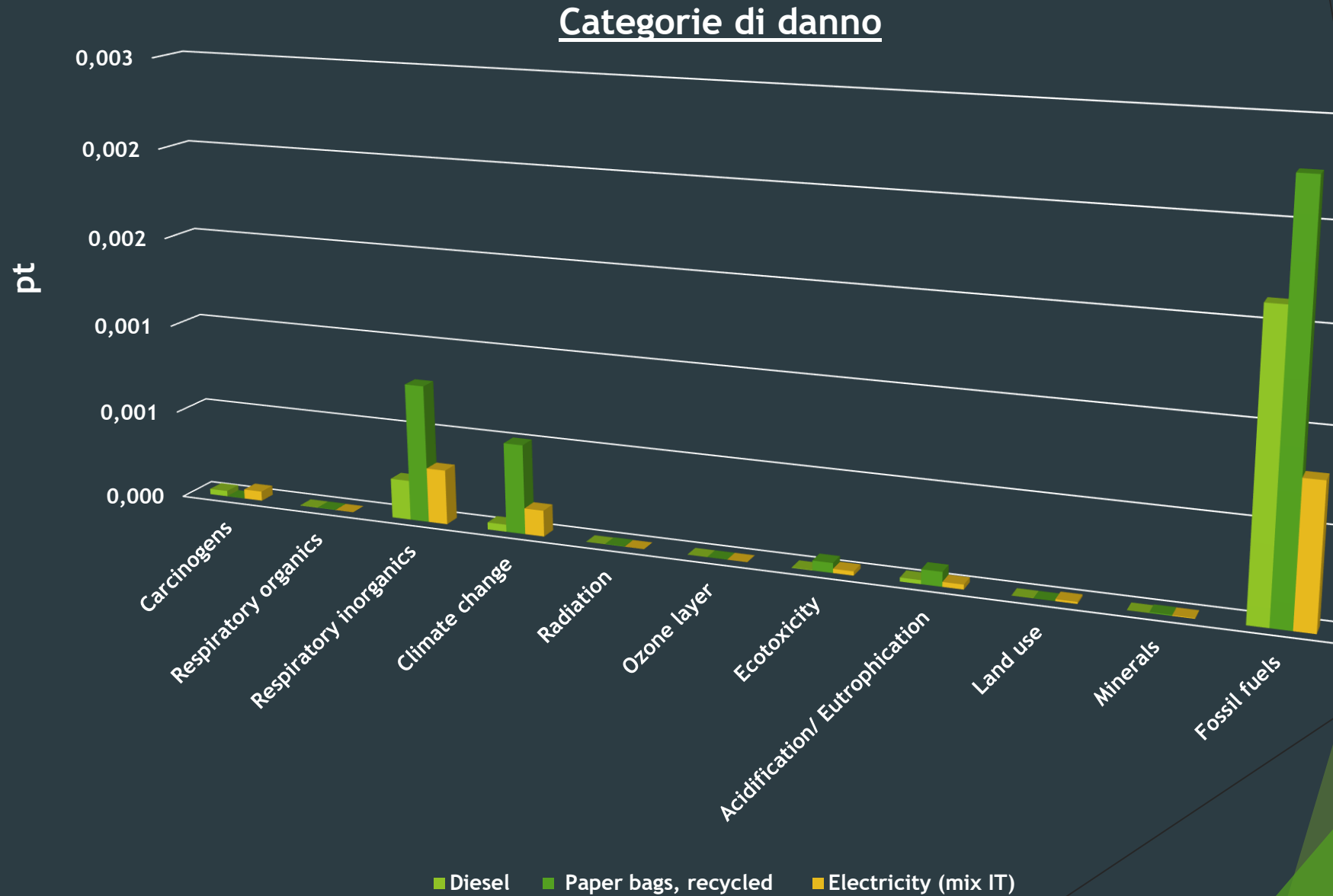
Metodologia: EcoIndicator 99

Categorie di danno: human health, ecosystem quality, resources

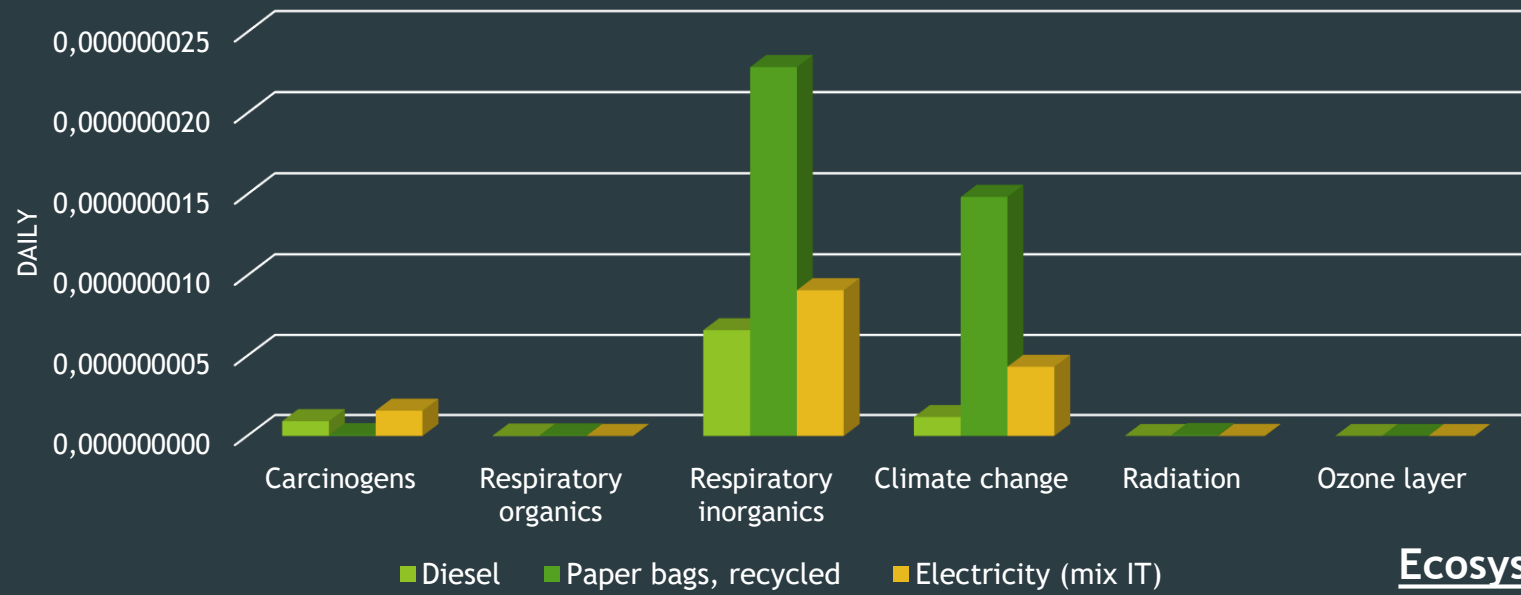


# Metodologia: EcoIndicator 99

Categorie di danno: human health, ecosystem quality, resources

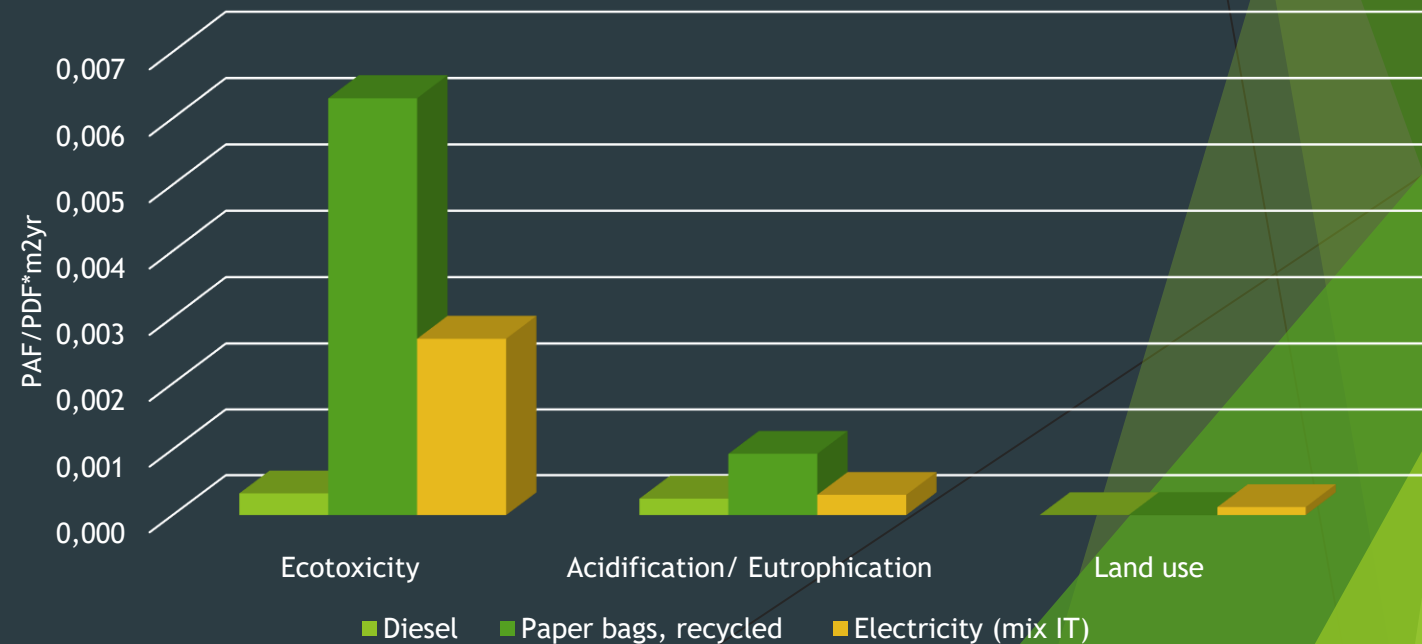


## Human health



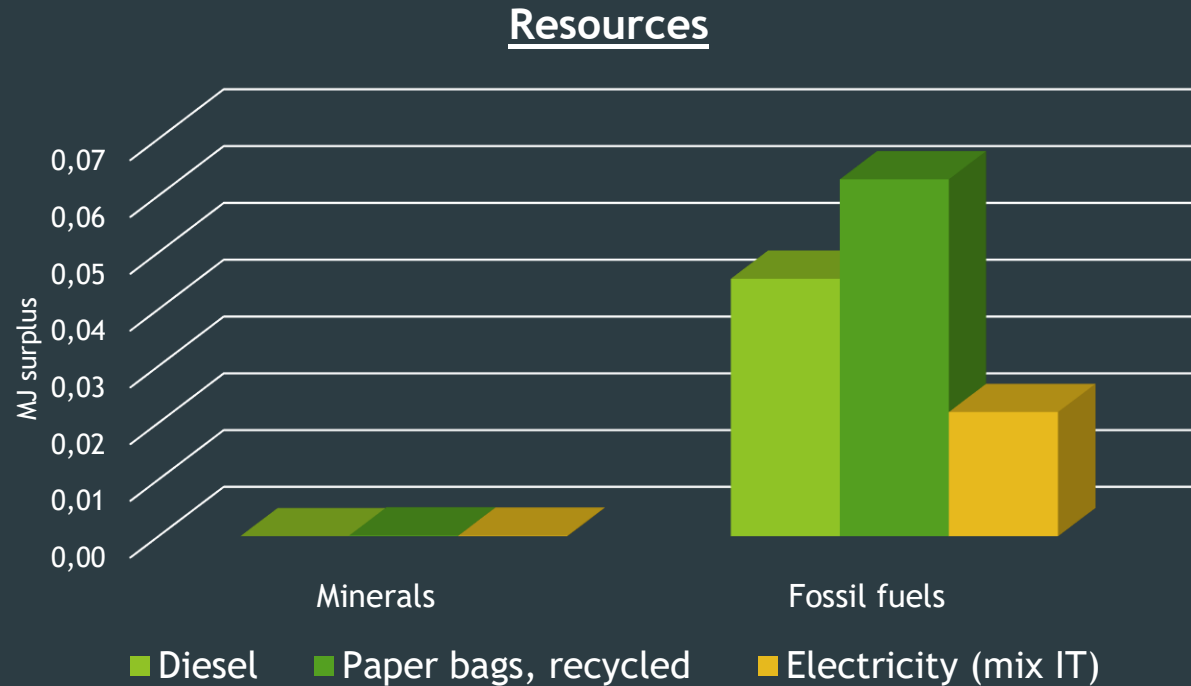
Metodologia: EcoIndicator 99  
Categorie di danno: **human health, ecosystem quality, resources**

## Ecosystem quality



## Metodologia: EcoIndicator 99

Categorie di danno: human health, ecosystem quality, resources



- Valutazione scenari alternativi: **IMPATTI EVITATI**
- Utilizzo compost per la concimazione di aree pubbliche e private, come substrato per vivai, come ammendante per giardini e orti.



# Analisi della sostenibilità sociale

*L'indagine è rivolta a diverse categorie di portatori di interesse coinvolti a diverso titolo nello sviluppo del progetto:  
In particolare sono stati individuati:*

*4 Associazioni di consumatori*

*12 Policy makers*

*5 Cooperative di servizi*

*6 Cittadini «esperti»*

# Il metodo DELPHI

- 1. acquisire il maggior numero possibile di punti di vista sulle possibilità di realizzare il compostaggio della frazione organica dei rifiuti domestici, in compostiere di comunità: (l'evoluzione del recente passato; i fattori di impulso e di ostacolo agli sviluppi futuri del settore; le prospettive future)*
- 2. organizzare le risposte emerse in un set analitico che consentirà agli intervistati di attribuire, tramite punteggi, un ordine di importanza ai fattori di ostacolo/impulso*
- 3. riorganizzare le risposte secondo la loro affinità ed importanza e sottoporle nuovamente ai portatori di interesse*
- 4. verificare la loro convergenza di opinioni rispetto a quanto emerso nelle fasi precedenti.*

*In ragione di queste diverse fasi strettamente collegate tra loro, è necessario poter contare sulla partecipazione di tutti i portatori di interesse individuati per l'intero sviluppo dell'indagine.*

# Fattori d'impulso allo sviluppo del compostaggio dei rifiuti domestici con compostiere di comunità

## CONSUMATORI

- Necessità di compost
- Sensibilità per l'ambiente
- Agevolazioni sulle tariffe per chi effettua la raccolta differenziata
- Quantità di rifiuti organici da conferire al compostaggio
- Livello informazione sulle modalità di compostaggio
- Formazione scolastica /Età /Numero componenti della famiglia
- Disponibilità di informazioni sul compostaggio di comunità
- Disponibilità di spazi per la raccolta differenziata
- Efficienza del sistema di raccolta porta a porta
- Sicurezza nel processo di compostaggio (in condizioni controllate)

# Fattori d'impulso allo sviluppo del compostaggio dei rifiuti domestici con compostiere di comunità

## AMMINISTRATORI

- Possibilità di incentivare la raccolta differenziata dei rifiuti organici tramite incentivi economici
- Possibilità di realizzare di campagne di sensibilizzazione/informazione
- Elevata capacità di riorganizzare il sistema di gestione dei rifiuti a livello comunale
- Necessità di investimenti contenuti
- Supporto istituzionale
- Invogliare i cittadini che conferiscono rifiuti, dando in cambio una quantità di compost
- Possibilità di ridurre la tassa sui rifiuti
- Altro.....

# Fattori d' ostacolo allo sviluppo del Compostaggio dei rifiuti domestici con compostiere di comunità

## CONSUMATORI

- Non interessati
- Mancanza di tempo/spazio per differenziare gli scarti
- Preferenza per l'uso di compostiere individuali
- Scarsa consapevolezza delle iniziative messe in atto a livello locale per il conferimento in compostiere di comunità
- Scarsa conoscenza dell'utilità del compostaggio e delle qualità del compost rispetto ai fertilizzanti
- ....altro?

# Fattori d' ostacolo allo sviluppo del Compostaggio dei rifiuti domestici con compostiere di comunità

## AMMINISTRATORI

- Difficoltà nel raggiungere una scala dimensionale economicamente conveniente per la compostiera di comunità
- Difficoltà nell'individuare un sito idoneo al compostaggio a causa delle emissioni sgradevoli o nocive
- Mancanza di supporto istituzionale
- Mercato del compost limitato
- Difficoltà nel comunicare i vantaggi del compostaggio domestico ai cittadini
- Negative community attitude towards composting and compost use
- ...altro?

# Il questionario per gli stakeholders



## INDAGINE SUL COMPOSTAGGIO DI COMUNITÀ

La compostiera di Comunità è un sistema di raccolta e valorizzazione della frazione organica dei rifiuti domestici dei cittadini della Comunità e successiva valorizzazione attraverso un processo virtuoso di compostaggio. L'obiettivo del nostro progetto è sviluppare un modello di gestione sostenibile delle compostiere di comunità, creare una rete di gestione degli impianti, una filiera di vendita del compost e l'ottimizzazione dei costi di gestione.

### Questionario 1

#### Brevi informazioni sull'esperto intervistato

##### Tipo di esperto (barrare tipo corrispondente)

1	Associazione	
2	Cooperativa di servizi	
3	Amministratore	
4	Cittadino/ utente	

### 1. La percezione delle dinamiche di adesione al COMPOST recente PASSATO (ultimi 5 anni)

	Non so	Crescita elevata	Crescita moderata
Con compostiere individuali			
Con compostiere di comunità			

### 2. Fattori che favoriscono l'adesione a compostiere di Comunità

Descrizione dei fattori	Non Importante
Possibilità di utilizzare il compost per i singoli cittadini (giardinaggio, orti, piccole aziende..)	
Possibilità di utilizzare il compost per la collettività (giardini, pubblici, scuola, cooperative sociali...)	

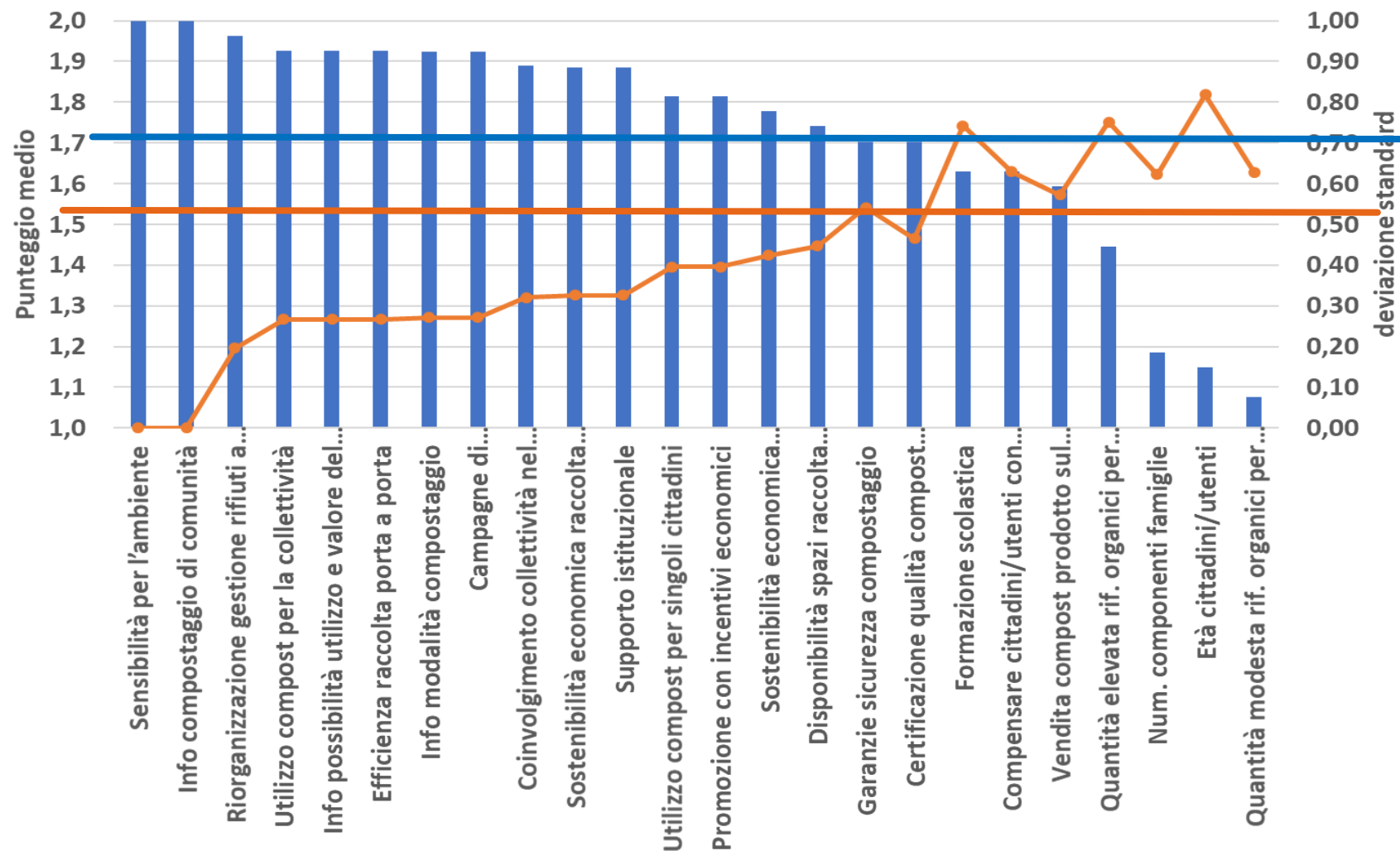
### 3. Fattori che ostacolano l'adesione a compostiere di Comunità

Descrizione dei fattori	Non Importante	Importante	Molto importante
Disinteresse dei cittadini utenti			
Scarso coinvolgimento degli amministratori locali			
Mancanza di spazio per differenziare lo scarto domestico			
Preferenza per l'uso di compostiere individuali			
Scarsa consapevolezza delle iniziative messe in atto a livello locale per il conferimento in compostiere di comunità			
Scarsa conoscenza dell'utilità del compostaggio			

### Quale sarà nei prossimi cinque anni lo sviluppo delle Compostiere di Comunità?

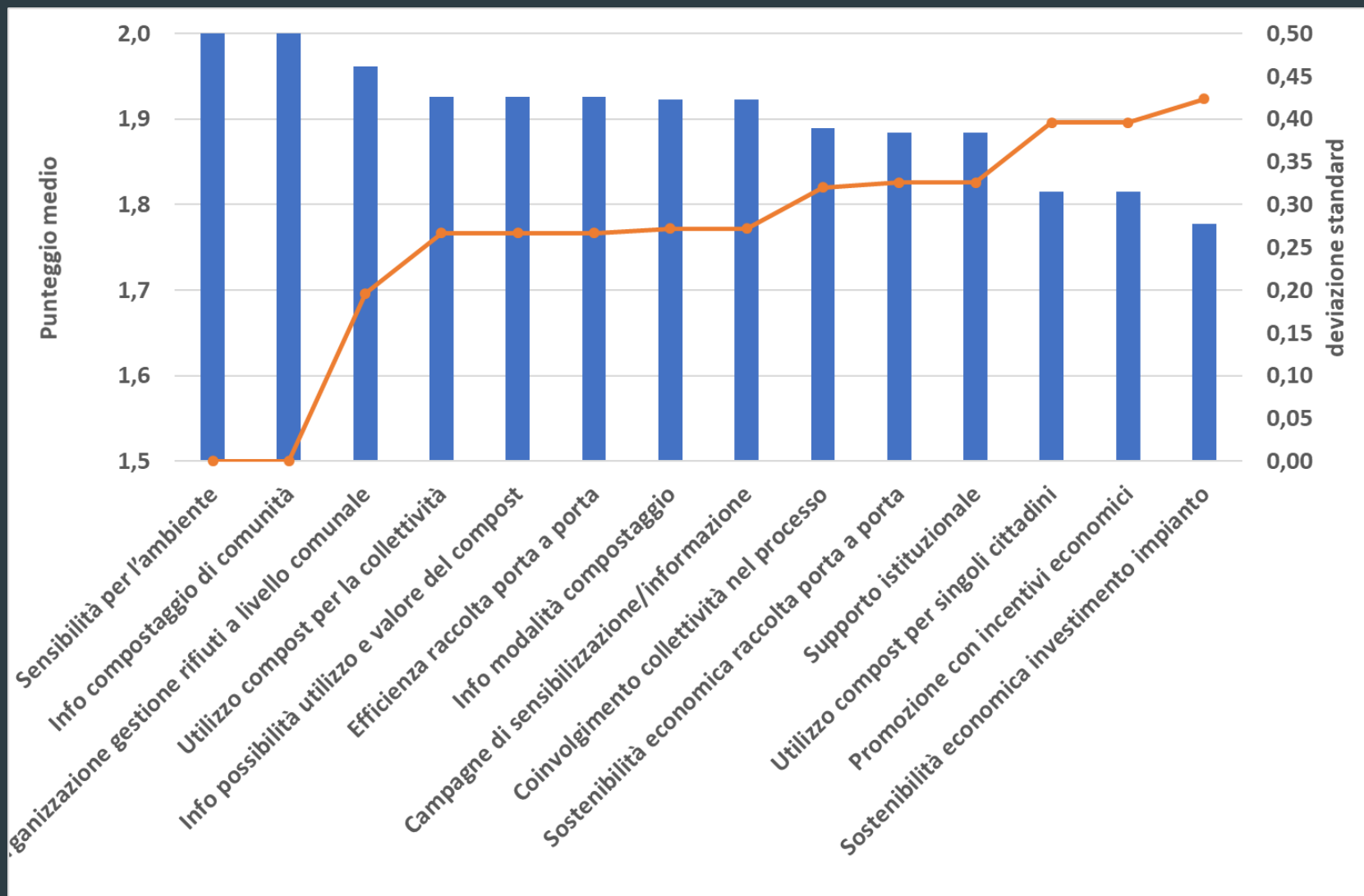
	Non so	Crescita elevata	Crescita moderata	Decrescita debole	Decrescita elevata
Compostiere individuali					
Compostiere di comunità					

# Opinioni esperti: Fattori d' incentivo allo sviluppo del Compostaggio dei rifiuti domestici con compostiere di comunità

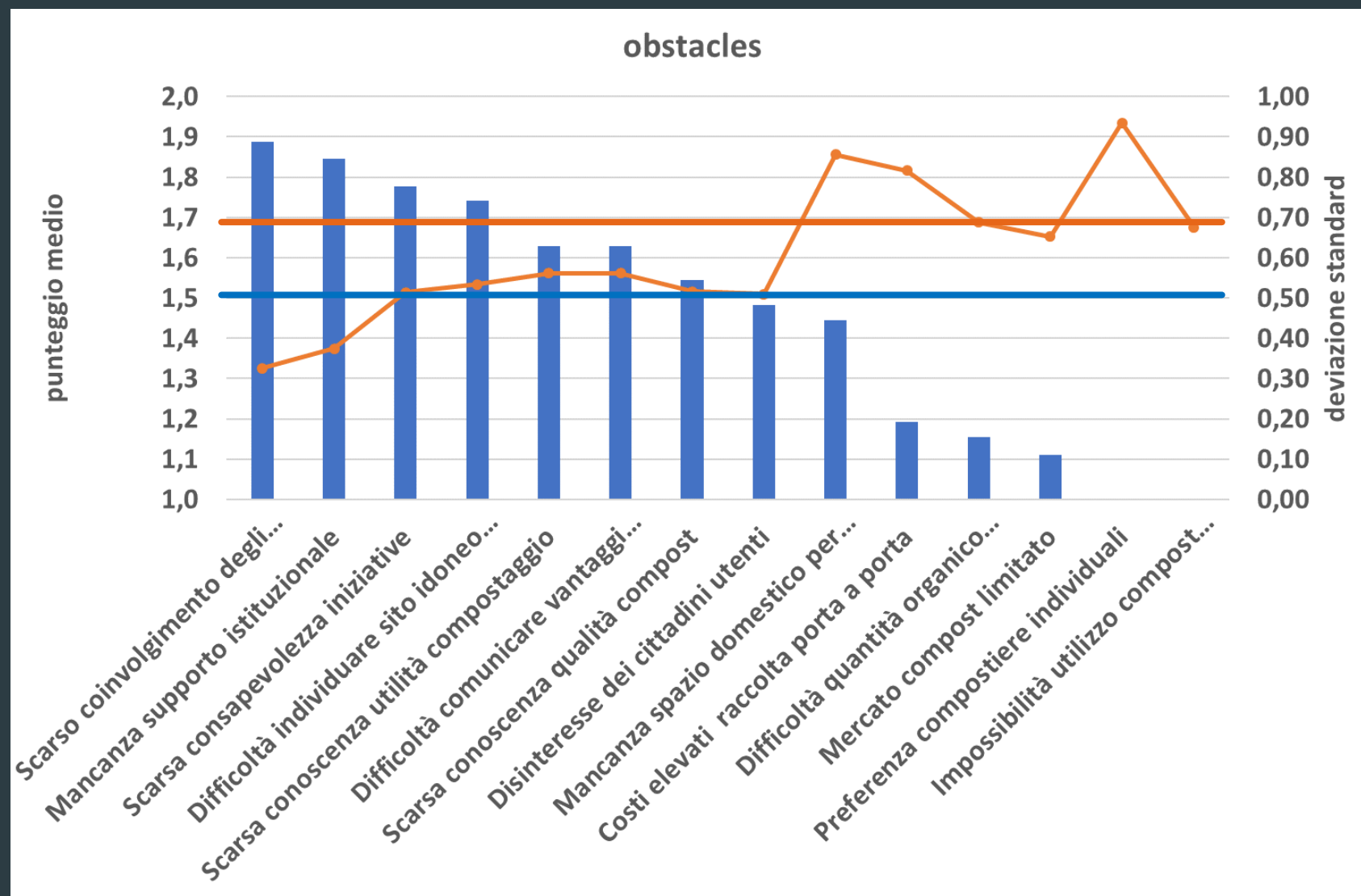




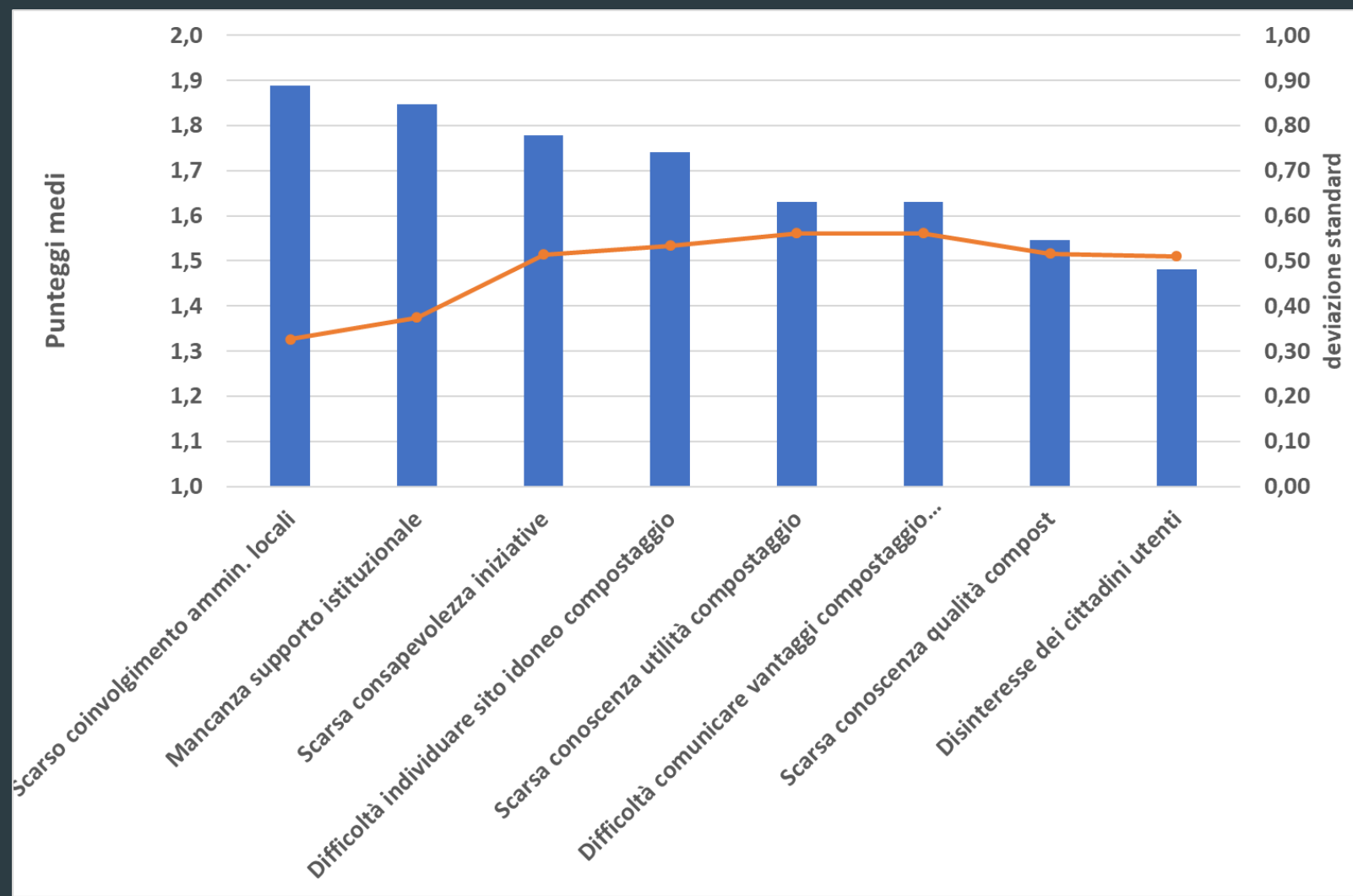
# Opinioni esperti: Fattori d' incentivo allo sviluppo del Compostaggio dei rifiuti domestici con compostiere di comunità



# Opinioni esperti: Fattori d' ostacolo allo sviluppo del Compostaggio dei rifiuti domestici con compostiere di comunità



# Opinioni esperti: Fattori d' ostacolo allo sviluppo del Compostaggio dei rifiuti domestici con compostiere di comunità



# Il questionario per i cittadini

## COMPOSTIERA DI COMUNITÀ: UN ESEMPIO DI ECONOMIA CIRCOLARE

\*Campo obbligatorio

Età \*

La tua risposta

Genere \*

- ☐ M  
☐ F

Livello di istruzione \*

- ☐ diploma  
☐ laurea

Numero di componenti familiari \*

La tua risposta

Professione \*

- ☐ studente  
☐ casalinga  
☐ impiegato/a  
☐ operaio  
☐ libero professionista

Fascia di reddito familiare \*

- ☐ < 20.000 €/anno  
☐ 20.000 - 40.000 €/anno  
☐ > 40.000 €/anno

Luoogo di abitazione \*

- ☐ Area rurale  
☐ Area urbana  
☐ Area urbana con giardino

Nel tuo comune è attiva la raccolta differenziata? \*

- ☐ Obbligatoria  
☐ Volontaria

Come giudichi il tuo atteggiamento nei confronti della raccolta differenziata?

- ☐ Effettuo scrupolosamente la raccolta differenziata  
☐ Effettuo saltuariamente la raccolta differenziata  
☐ Non presto particolare attenzione alla gestione dei rifiuti  
☐ Possiedo, per i rifiuti organici, una compostiera individuale

Cos'è il compost? \*

- ☐ Un tipo di fertilizzante  
☐ Un ammendante del terreno  
☐ Un prodotto fitosanitario per la difesa delle piante

Utilizzi il compost per la cura de: \*

- ☐ Giardino  
☐ Orto  
☐ Pianta ornamentali  
☐ Azienda Agricola  
☐ Non ne faccio uso

In media, quanto paghi una confezione di compost da 5 L?

La tua risposta

Hai mai sentito parlare di compost di comunità? \*

- ☐ Sì  
☐ No

La compostiera di comunità è un sistema di raccolta e valorizzazione della frazione organica dei rifiuti domestici dei cittadini della Comunità, cui appartiene, e successiva valorizzazione attraverso un processo virtuoso di compostaggio. Cosa preferiresti come incentivo per aderire alla compostiera di comunità? \*

- ☐ Non aderire comunque  
☐ Riduzione della TARI, in proporzione alla quantità di rifiuto organico conferito  
☐ Ritirare gratuitamente una quantità di compost, proporzionale alla quantità di rifiuto organico conferito  
☐ Ricevere dei buoni spesa, in proporzione alla quantità di rifiuto organico conferito  
☐ Aderirei comunque, anche senza incentivo

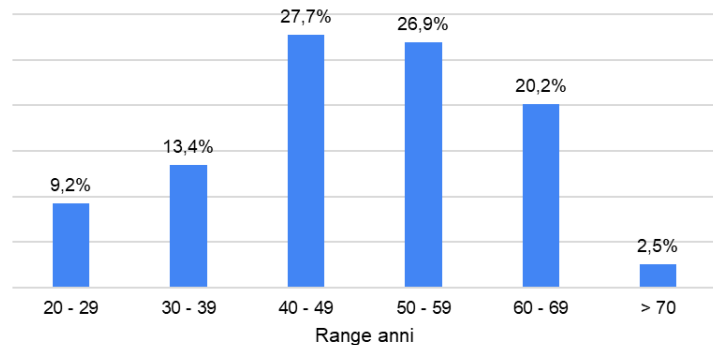
Se la compostiera di comunità decidesse di commercializzare l'intera quantità di compost prodotto, in confezioni da 5 L, quanto saresti disposto a pagarne una? \*

La tua risposta

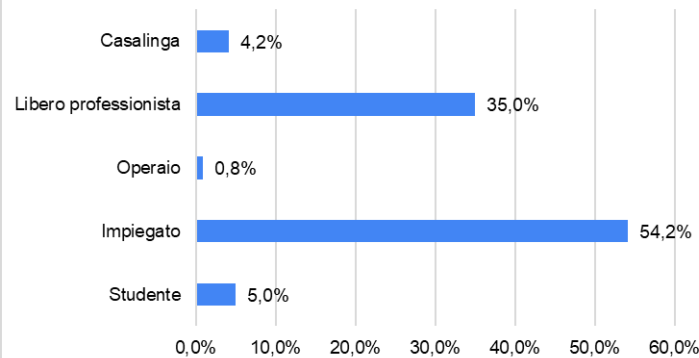


# Il questionario per i cittadini

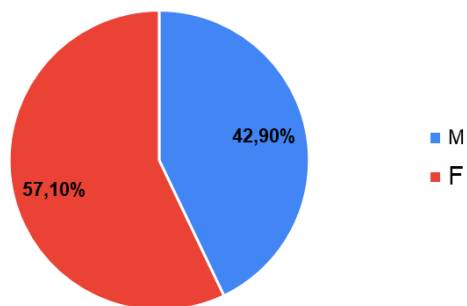
Età degli intervistati



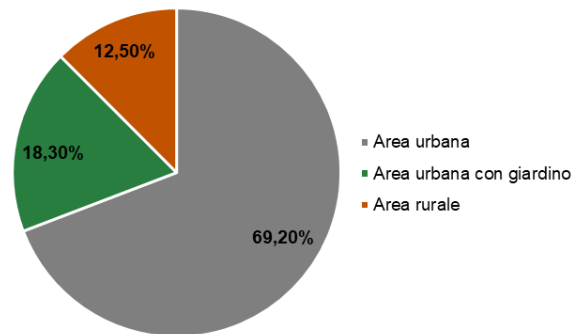
Professione



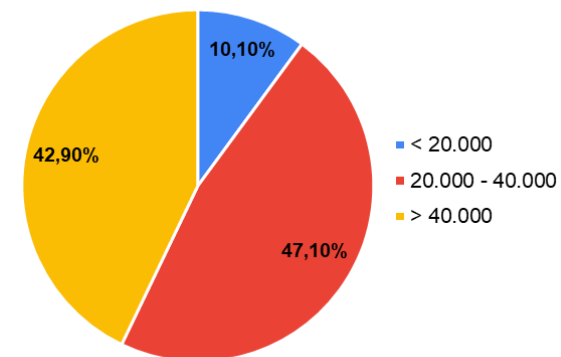
Genere



Luogo di abitazione

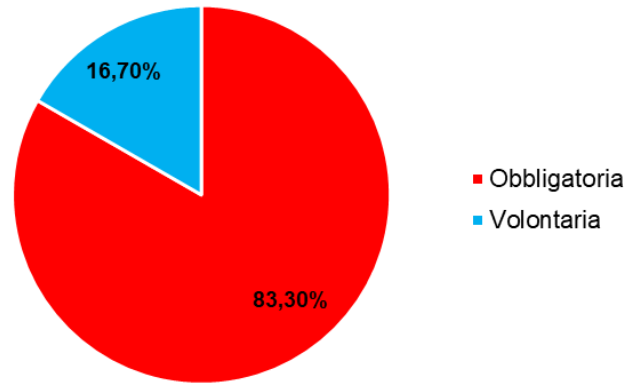


Fascia di reddito annua

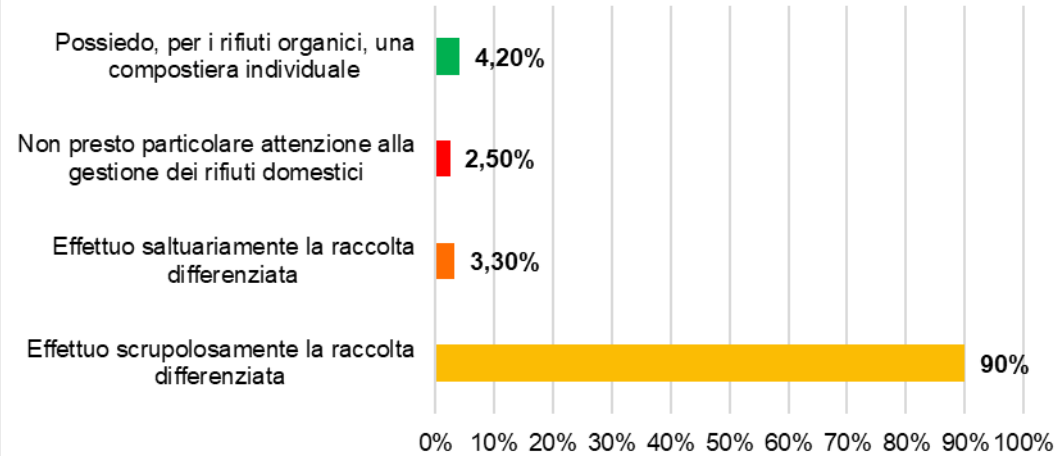


# Il questionario per i cittadini

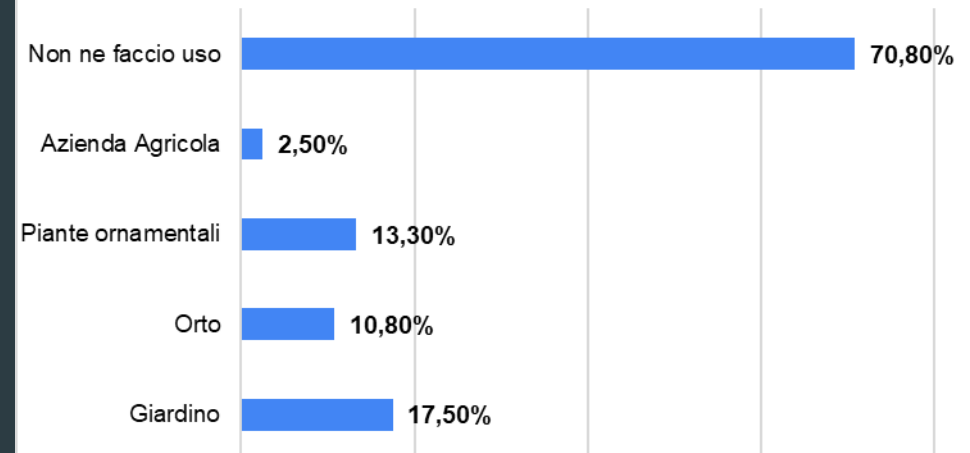
Raccolta differenziata nel Comune di appartenenza



Atteggiamento verso la raccolta differenziata

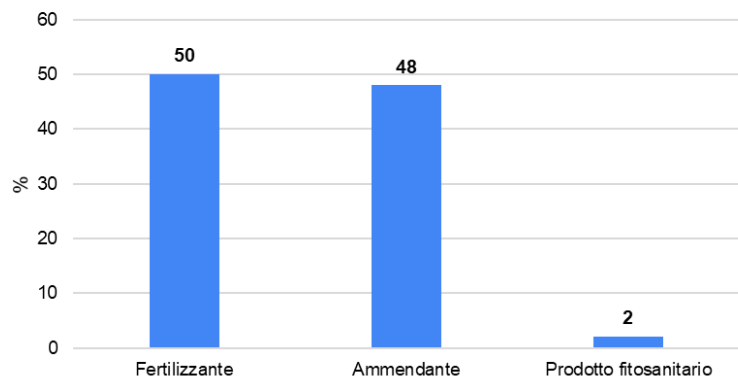


Utilizzo del compost

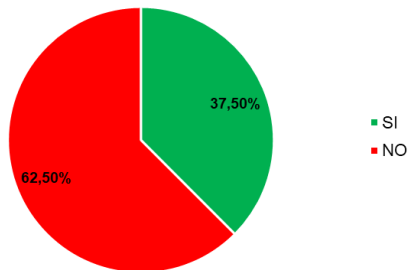


# Il questionario per i cittadini

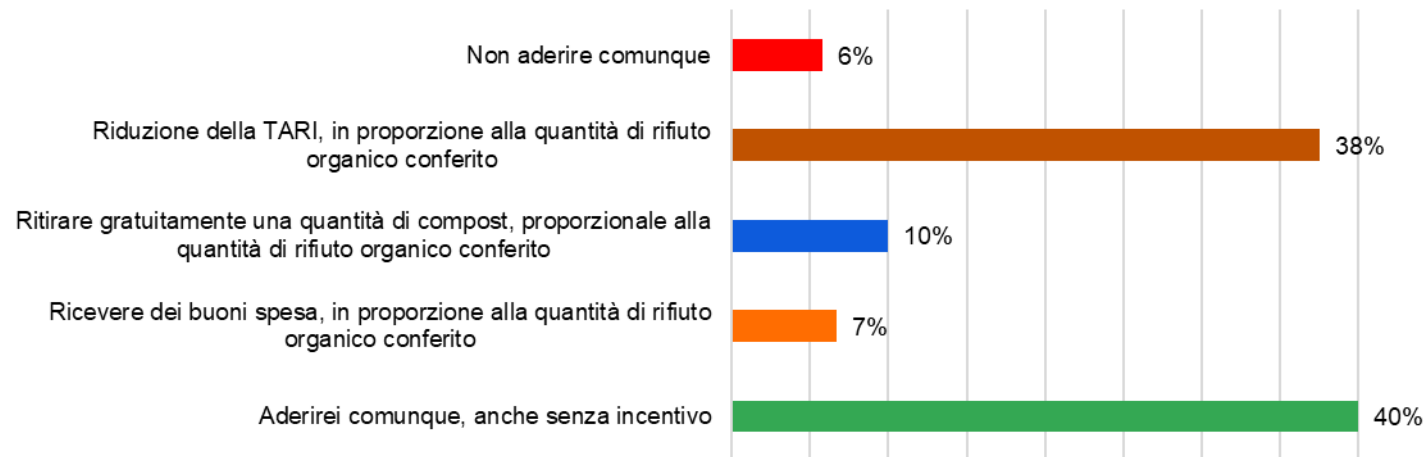
Cos'è il compost?



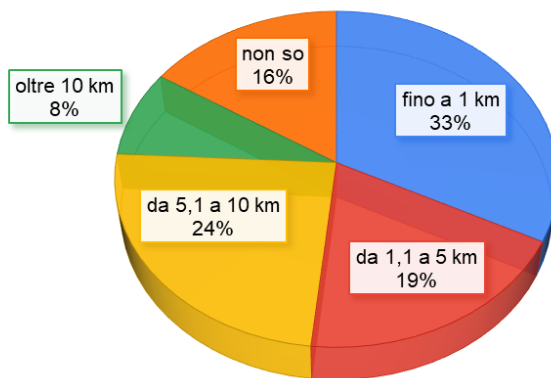
Conosci il compost di comunità?



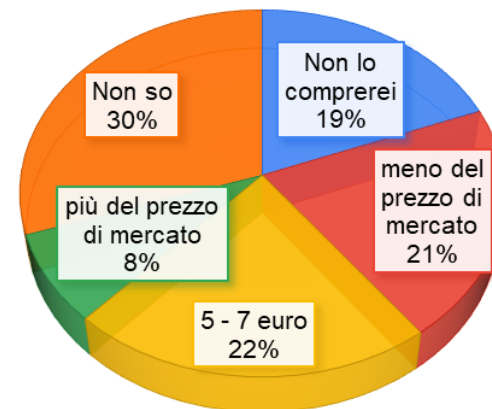
Incentivo per aderire alla compostiera di comunità



Distanza ottimale della compostiera



Disponibilità a pagare



# Analisi costi benefici

- ▶ Costi fissi (costi impianto, mezzi, superfici, attrezzatura)
- ▶ Durata economica dell'impianto
- ▶ Costi variabili (spese di gestione, manodopera, consumi energetici)
- ▶ Attivo: Ricavo a prezzi di mercato di beni simili (WTP dei cittadini)
- ▶ Successivi scenari individuati, compensazione CO<sub>2</sub> evitata, scenari di utilizzazione del compost presso strutture pubbliche ecc.
- ▶ Indicatori di convenienza economico-finanziaria: VAN e SRI, BEP



# Analisi finanziaria: flusso di cassa

COSTI FISSI IMPIANTO	Costo (€)	Durata (anni)	Anno acquisto
Compostiera	91.000	25	2016
Vasche lombricoltura (2 vasche)	7.000	10	2016
Sistema ventilazione forzata	500	10	2016
Impianto trattamento acque meteoriche	5.000	20	2016
Tramoggia	15.000	25	2016
Trituratore	9.000	25	2016
Box ufficio	7.000	20	2016
Pesa amovibile	2.500	10	2016
Impianto elettrico	4.000	15	2016
Impianto idraulico	2.500	15	2016
Tettoia	30.000	25	2016
Piazzale	40.000	25	2016
Recinzione	3.000	15	2016
Furgone	20.000	10	?
Lombrichi	400	16	2016
<b>TOTALE COSTI FISSI</b>	<b>236.900</b>		

Compost ottenuto (t/anno)	Prezzo di vendita (€/kg)	PLV (€/anno)
72	1	<b>72.000,00</b>

<b>Costo variabile totale</b>	<b>60.066,06</b>
Spese varie	8.314,00
Lavoro	33.893,20
Tributi	1.440,00
Quote	15.398,50
Interessi	520,36
Area	500,00

L'indicatore economico per valutare la sostenibilità dell'investimento è il  
SAGGIO DI RENDIMENTO INTERNO (SRI).

ANNO	21
TIR.COST	0,22%

# SCENARI...

## Analisi economica : flusso di cassa + esternalità

PLV + costi evitati CO<sub>2</sub>

Compostiera di comunità: 648,324 kg CO<sub>2</sub> eq./t di rifiuto organico = 0,648 t CO<sub>2</sub> eq./t

Quantità di rifiuto organico raccolto	241	t/anno
Quantità di CO <sub>2</sub> emessa dallo scenario discarica	259,316	t/anno
Quantità di CO <sub>2</sub> emessa dal compostaggio	156,168	t/anno
CO <sub>2</sub> evitata	103,148	t/anno
Prezzo CO <sub>2</sub>	23,5	€/t
Valore CO <sub>2</sub> evitata	2.423,98	€

$$\text{PLV} = 72.000 + 2.423,98 = 74.423,98 \text{ €}$$

Capitale investito (€)	Anni							
	15	19	20	25	29	30	35	40
236.900,00								
SRI	-1,92%	0,51%	1,62%	3,39%	4,22%	4,38%	4,97%	5,35%



# COMPOST COMMUNITY

## ANALISI DI SOSTENIBILITÀ DEL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO E SCENARI POSSIBILI



Dip. Scienze Agroambientali e Territoriali

Claudio Acciani  
Annalisa De Boni  
Francesca Melucci  
Rocco Roma