

# Gestione dei rifiuti e cambiamenti climatici: strategie innovative per la green economy

*Prof. Stefano Caserini*

Stefano.caserini@polimi.it



Politecnico di Milano,  
D.I.C.A. Sez. Ambientale



# Indice

- Le strategie attuali per la gestione dei rifiuti
- Le emissioni di gas climalteranti dalla gestione dei rifiuti
- Possibilità di riduzione delle emissioni
- Strategie innovative
- Cambiamenti climatici e rifiuti: altri spunti



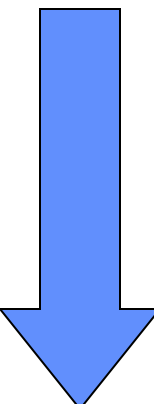
- **Le strategie attuali per la gestione dei rifiuti**
- Le emissioni di gas climalteranti dalla gestione dei rifiuti
- Possibilità di riduzione delle emissioni
- Strategie innovative
- Cambiamenti climatici e rifiuti: altri spunti



# *Strategia di gestione dei rifiuti*

*(Italia e UE)*

Ordine di priorità:

- 
1. Riduzione
  2. Recupero di materiale
  3. Recupero di energia
  4. Smaltimento finale

smaltimento in condizioni di sicurezza  
dei soli rifiuti che non hanno altra  
possibilità di recupero o trattamento

della produzione (quantità) e  
soprattutto della pericolosità  
(qualità)

raccolta di frazioni  
merceologiche omogenee con un  
miglior grado di purezza e quindi  
più facilmente collocabili sul  
mercato del recupero

valorizzazione energetica del  
rifiuto residuo dotato di buon  
potere calorifico



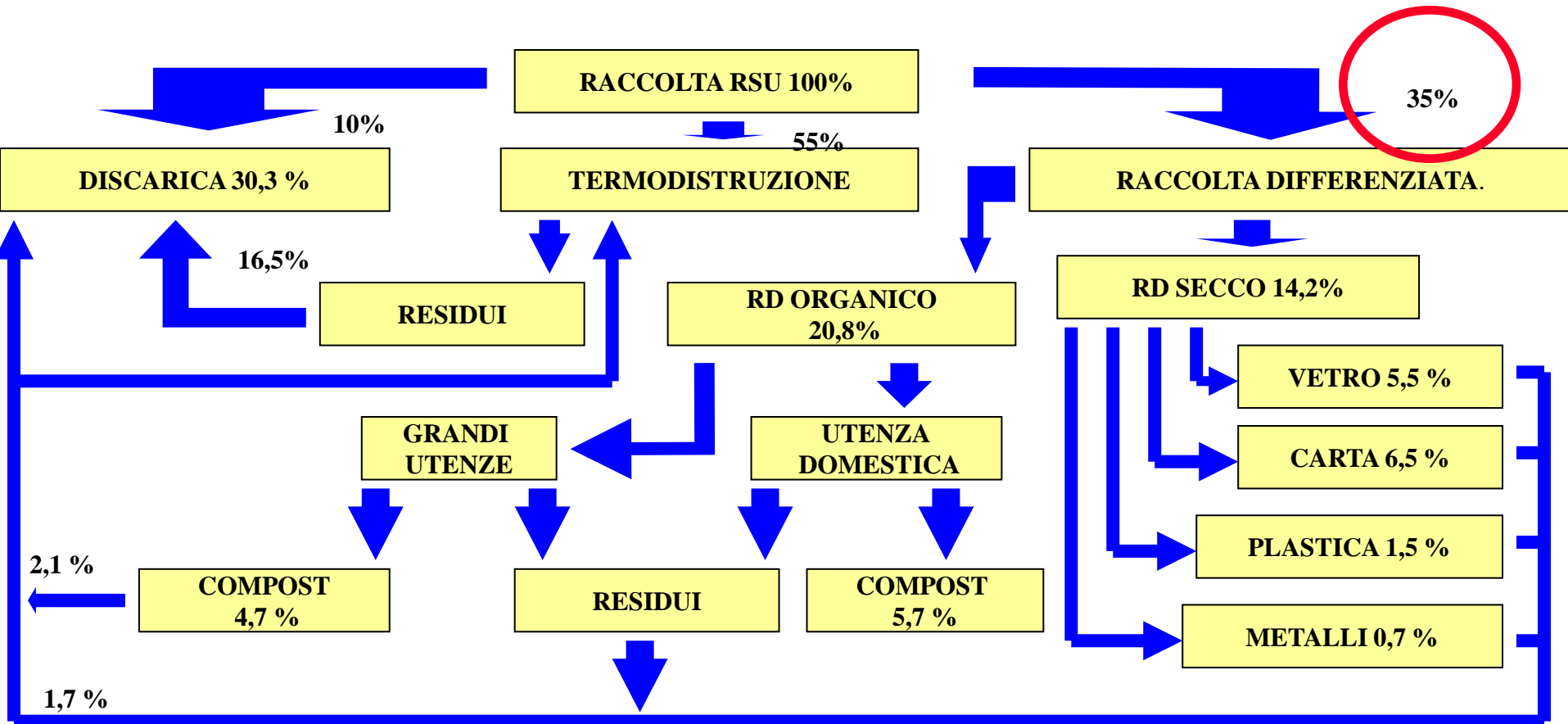
# *D.Lgs. 22/97 – (“Decreto Ronchi”) importante svolta normativa*

- **prevenzione e riduzione** della quantità e della pericolosità dei rifiuti.  
(ART. 3)
- riduzione dello smaltimento finale dei rifiuti (ART. 4) attraverso:
  - a) il **reimpiego ed il riciclaggio**;
  - b) le altre forme di **recupero per ottenere materia prima dai rifiuti**;
  - c) l'impiego dei materiali recuperati dai rifiuti al fine di favorire il mercato dei materiali medesimi;
  - d) l'**utilizzo principale dei rifiuti come combustibile** o come altro mezzo **per produrre energia**.
- Il riutilizzo, il riciclaggio e il recupero di **materia prima** debbono essere considerati preferibili rispetto alle **altre forme di recupero**



# *Sistema integrato di gestione dei rifiuti*

## SCENARIO DEL DECRETO 22/97 A REGIME (2003?)

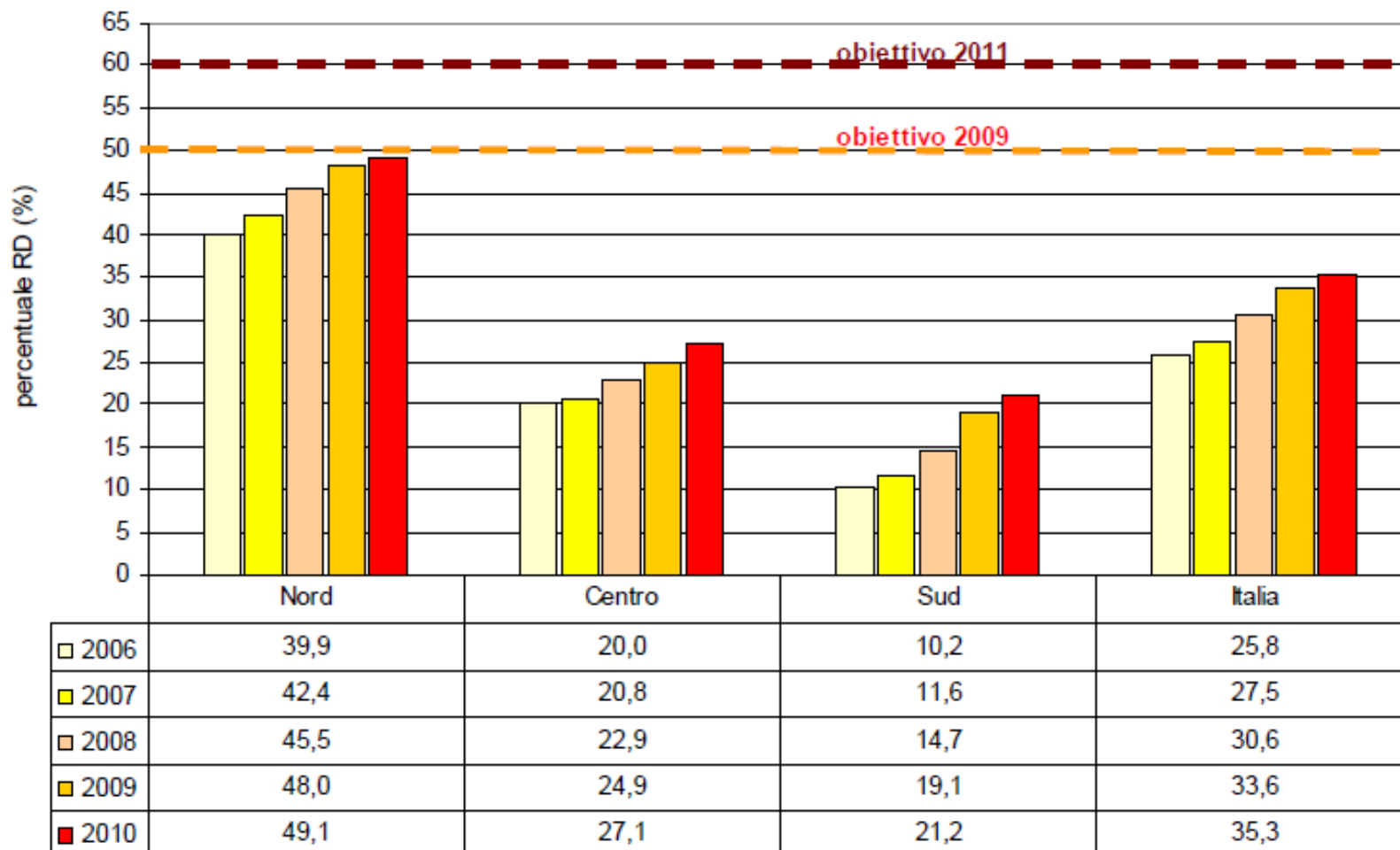


# **Target di raccolta differenziata individuati dal D.lgs. n. 152/2006 e dalla legge 27 dicembre 2006, n. 296**

- almeno il 35% entro il 31 dicembre 2006
- almeno il 40% entro il 31 dicembre 2007
- almeno il 45% entro il 31 dicembre 2008
- almeno il 50% entro il 31 dicembre 2009
- almeno il 60% entro il 31 dicembre 2011
- almeno il 65% entro il 31 dicembre 2012

La direttiva quadro sui rifiuti 2008/98/CE, recepita nell'ordinamento nazionale dal d.lgs. n. 205/2010, affianca, agli obiettivi di raccolta previsti dalla normativa italiana, target di preparazione per il riutilizzo, riciclaggio e recupero di materia per specifici flussi di rifiuti quali i rifiuti urbani e i rifiuti da attività di costruzione e demolizione.

# Andamento della percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani, anni 2006 – 2010

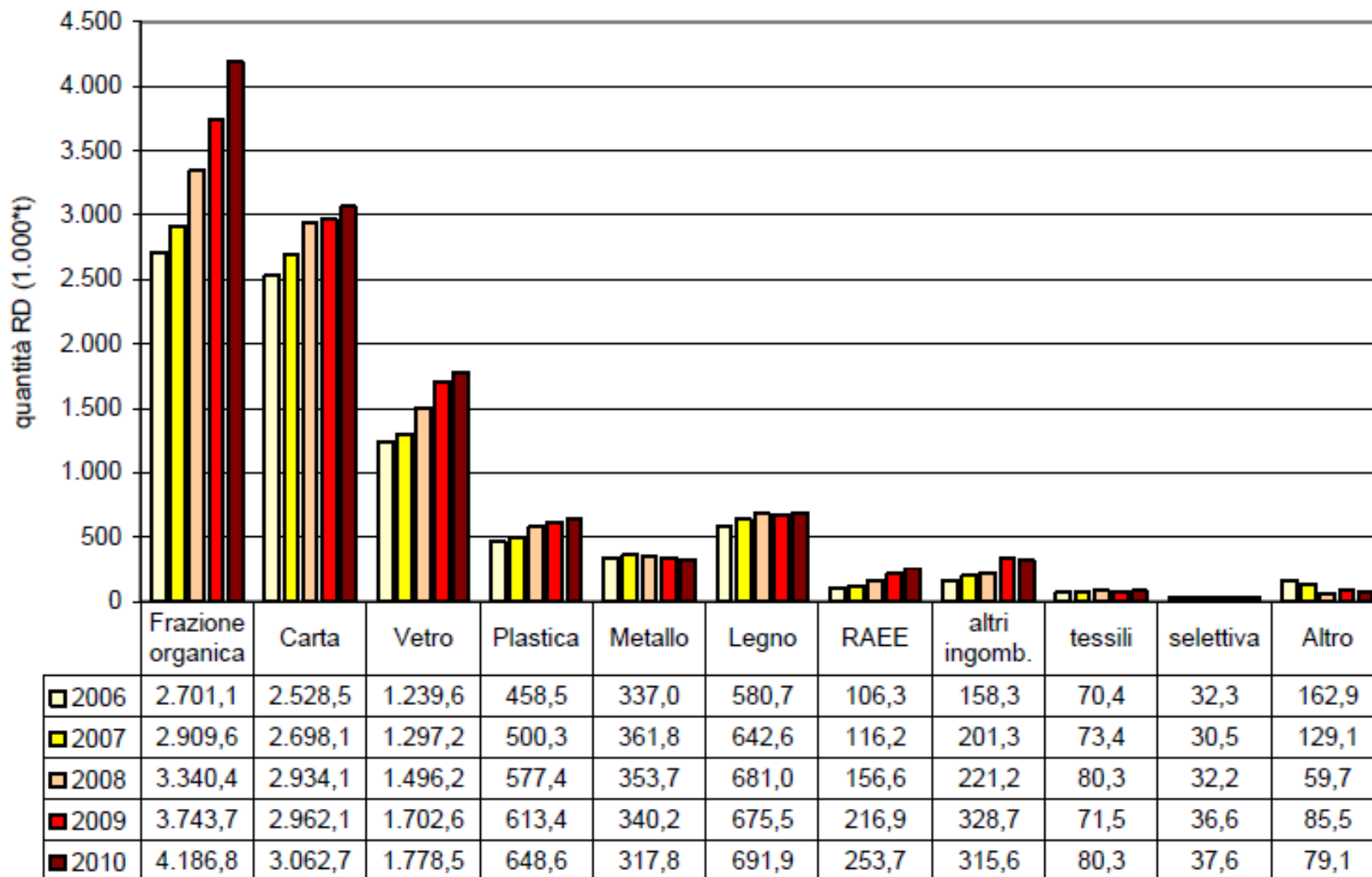


Fonte: ISPRA, rapporto rifiuti 2012





# Raccolta differenziata per frazione merceologica, anni 2006-2010



Apparecchi  
elettrici ed  
elettronici

Farmaci,  
batterie, olii

Fonte: ISPRA, rapporto rifiuti 2012



D.I.C.A. - Sez. Ambientale  
POLITECNICO DI MILANO

# Recupero e riciclaggio

## Modalità di realizzazione

*all'atto della produzione*

**RACCOLTA  
DIFFERENZIATA**

*a valle della produzione*

**SELEZIONE +  
TRATTAMENTO**

### ○ *Raccolta differenziata*

- quantità più basse
- qualità migliore
- buona collocabilità sul mercato
- gestione servizio più complessa

### ○ *Selezione e trattamento*

- quantità maggiori
- qualità peggiore
- collocabilità incerta
- gestione servizio più semplice



# *Termodistruzione (termovalorizzazione, incenerimento, ecc.)*



- *riduzione volume dei rifiuti*
- *recupero energetico*

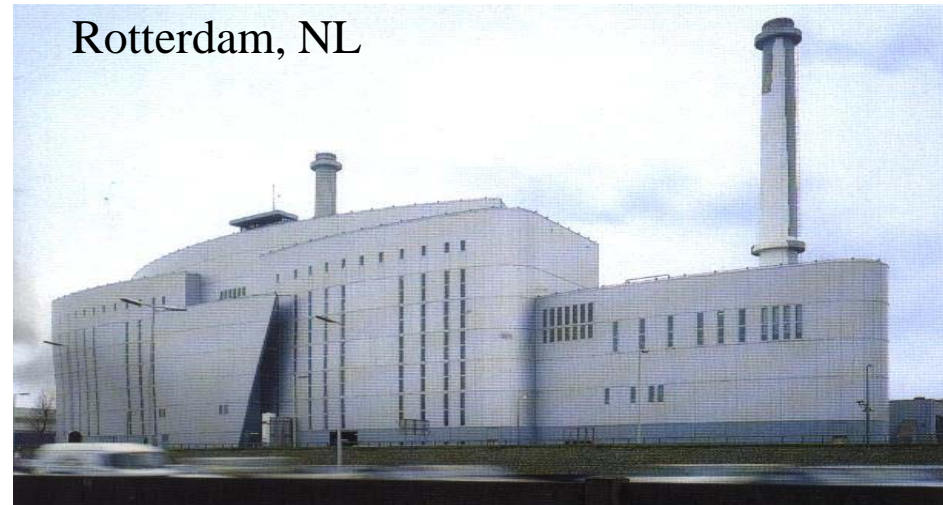
Brescia, I



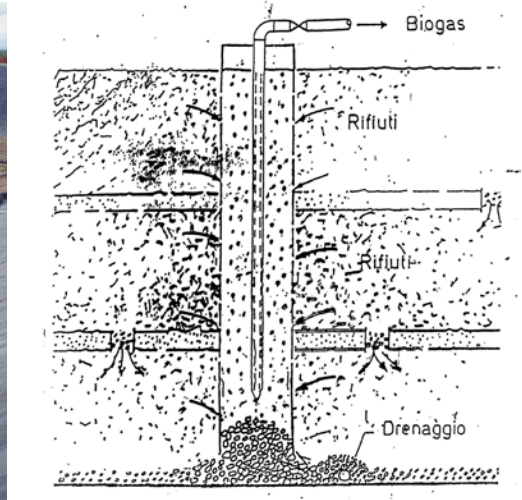
Vienna, A



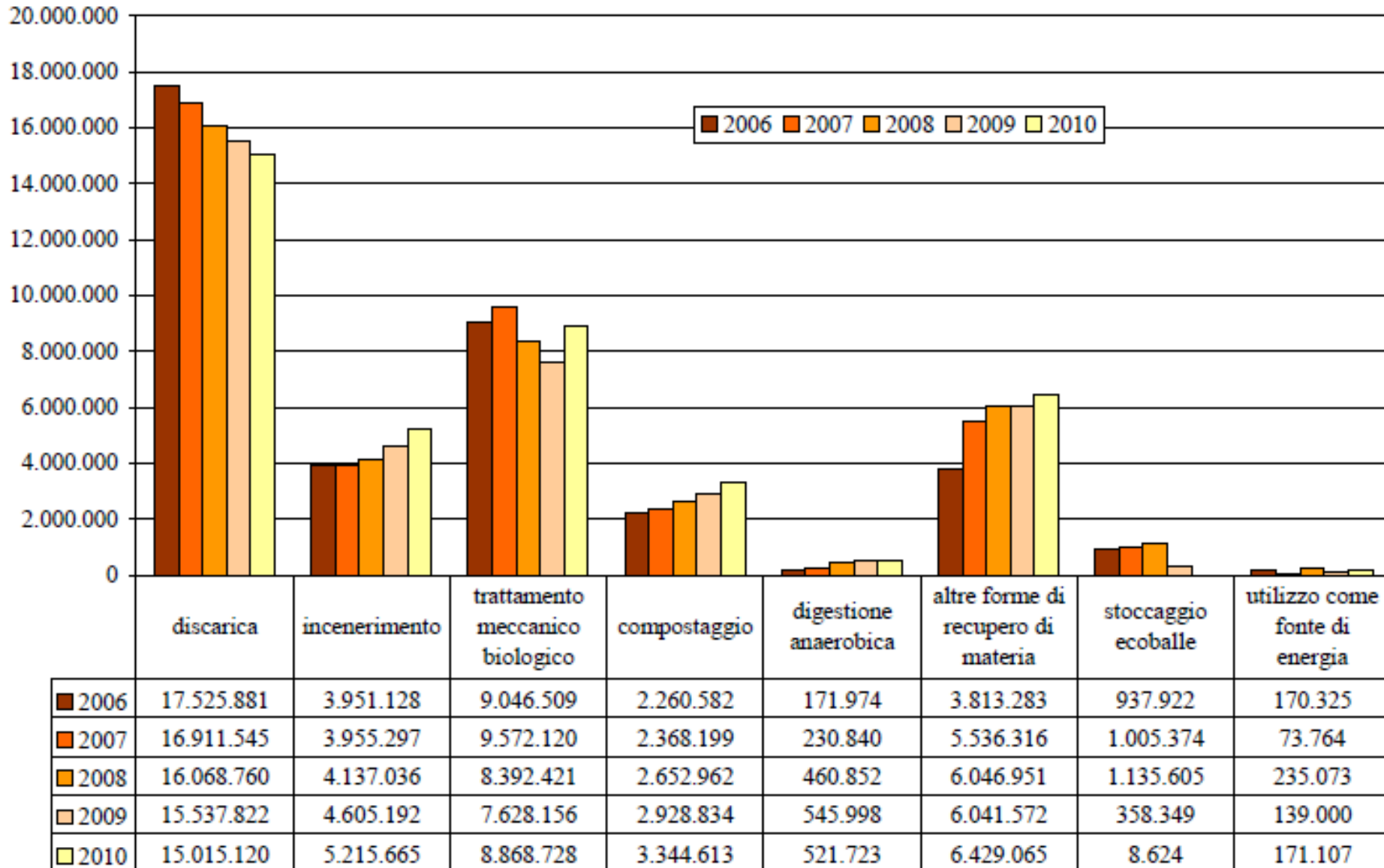
Rotterdam, NL



# DISCARICA = Deposizione dei rifiuti sul terreno *in modo controllato*



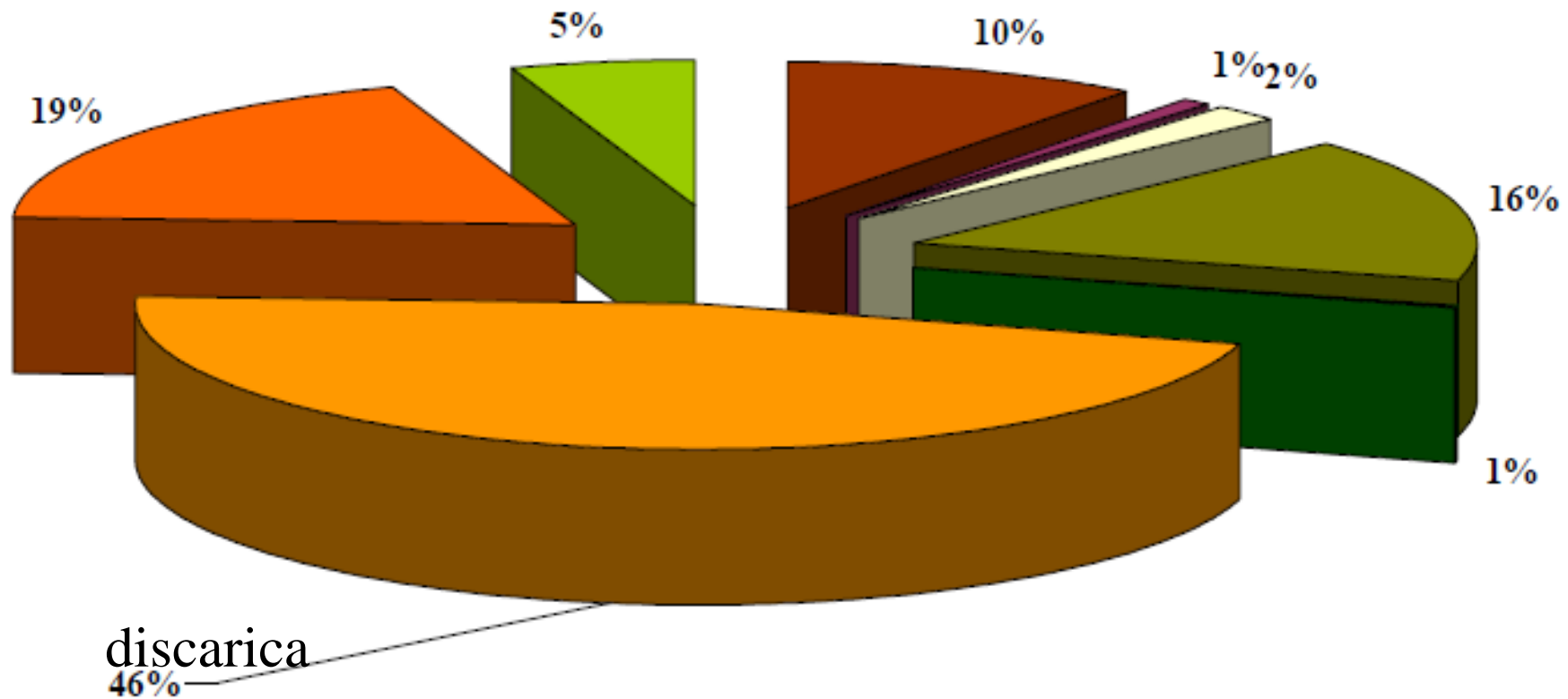
# Tipologie di gestione dei rifiuti urbani a livello nazionale, anni 2006 - 2010



Fonte: ISPRA, rapporto rifiuti 2012



# Tipologie di gestione dei rifiuti urbani a livello nazionale nel 2010



compost da frazioni selezionate	copertura discariche	digestione anaerobica
incenerimento	utilizzo come fonte di energia	discarica
recupero di materia	altro	

Fonte: ISPRA, rapporto rifiuti 2012

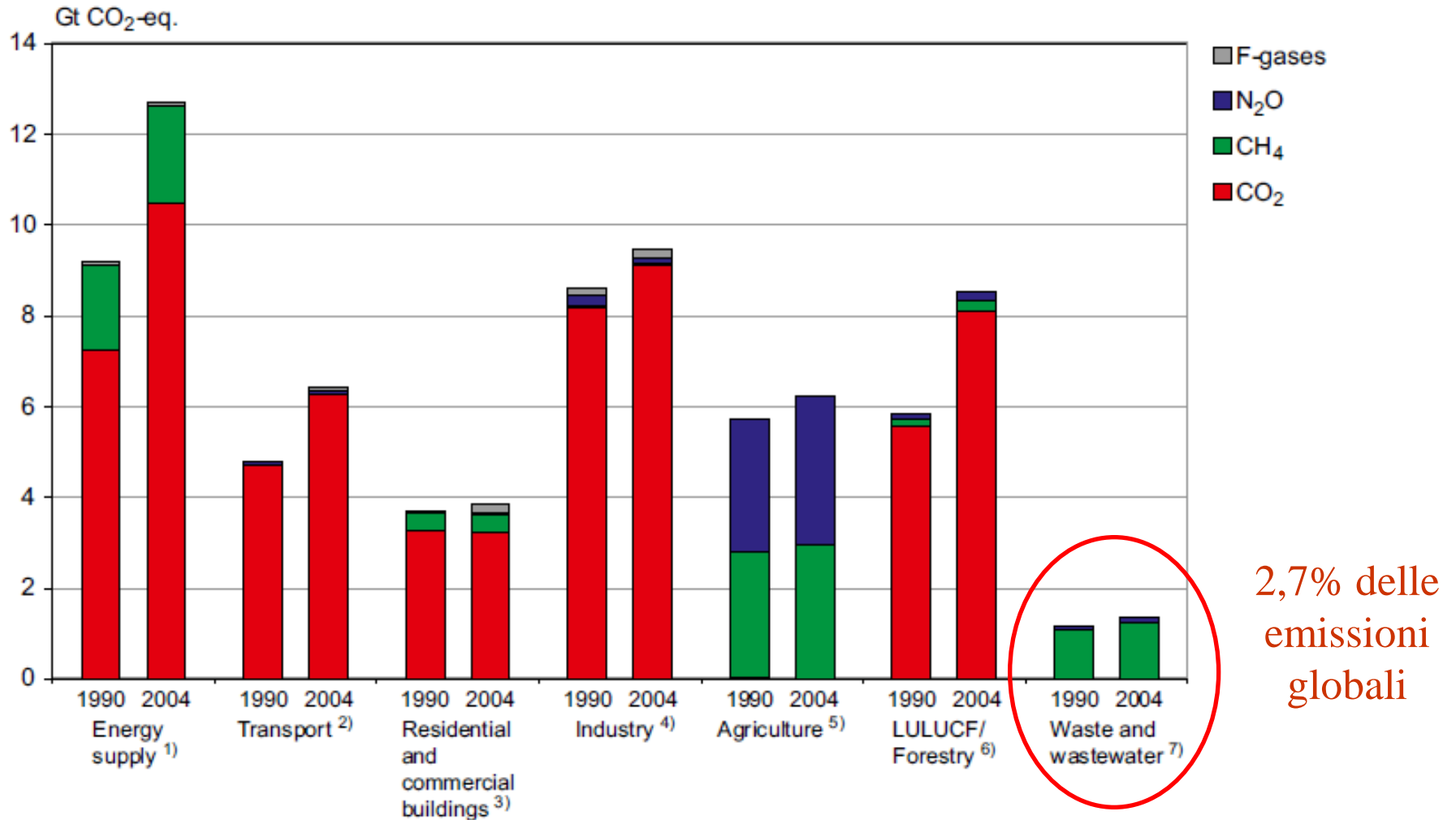


D.I.C.A. - Sez. Ambientale  
POLITECNICO DI MILANO

- Le strategie attuali per la gestione dei rifiuti
- **Le emissioni di gas climalteranti dalla gestione dei rifiuti**
- Possibilità di riduzione delle emissioni
- Strategie innovative
- Cambiamenti climatici e rifiuti: altri spunti



# Il settore rifiuti ha un ruolo minore ma importante nelle emissioni di gas climalteranti



Emissioni di gas serra in diversi settori nel 2004 (Fonte: IPCC, 2007, WG3, TS2a)





Le differenze nelle stime del contributo del settore rifiuti alle emissioni climalteranti possono essere dovute ad alcune assunzioni metodologiche:

- emissioni dalle attività dirette di smaltimento / dell'intero ciclo di vita
- componenti del ciclo di vita considerate
- valore del “*global warming potential*” (GWP) per CH<sub>4</sub>

Il GWP è un coefficiente che esprime il potenziale riscaldante di un dato inquinante con riferimento all'unità di massa della CO<sub>2</sub>.

Il GWP tiene conto che i gas serra hanno tempi di residenza diversa in atmosfera.

## Emissioni di CO<sub>2</sub>equivalente

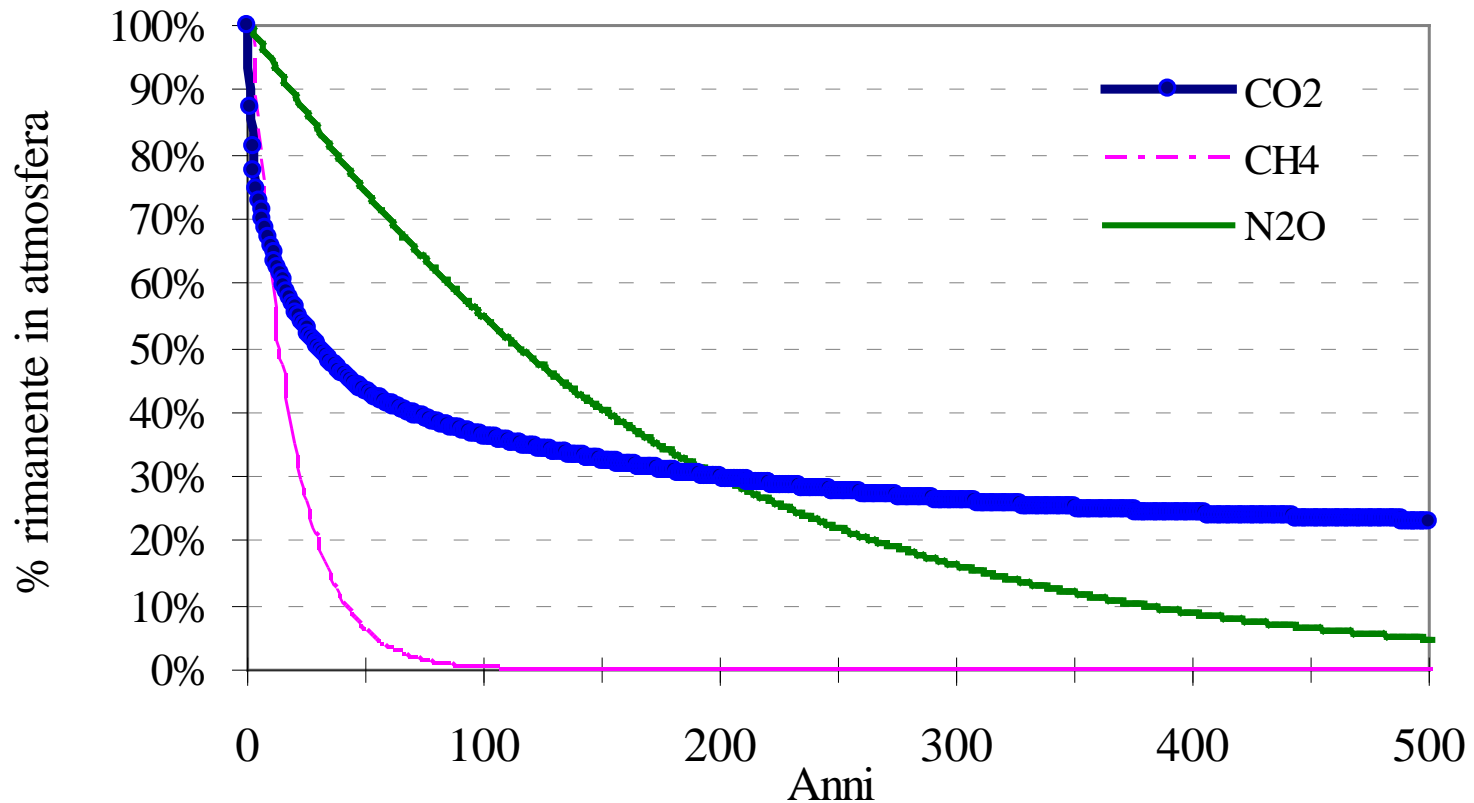
$$\text{CO}_2\text{eq} = \sum_i \text{GWP}_i \cdot E_i$$

GWP<sub>i</sub> = Global Warming Potential (CO<sub>2</sub> = 1; CH<sub>4</sub> = 21; N<sub>2</sub>O = 310)

E<sub>i</sub> = emissione dell'inquinante climalterante *i*



$\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  contano molto di più sul breve periodo, perché hanno minori tempi di permanenza nell'atmosfera



Confronto fra l'andamento delle concentrazioni di  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  in atmosfera in seguito all'immissione di una quantità unitaria in atmosfera al tempo  $t=0$

Dopo 1000 anni è ancora presente un quinto della  $\text{CO}_2$  emessa...



Il periodo su cui fare il confronto è scelto, ai fini delle politiche climatiche, pari a 100 anni.

Se si considerano tempi più brevi (es. 20 anni) le sostanze con minori tempi di vita (es. CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O) contano di più; se si considerano tempi lunghi (500 o 1000 anni) le sostanze più stabili (CO<sub>2</sub>) sono più importanti.

	<b>GWP20</b>	<b>GWP100</b>		<b>GWP500</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	1	1	1	1
<b>CH<sub>4</sub></b>	72	25	21 *	7,6
<b>N<sub>2</sub>O</b>	289	298	310 *	153

\* valore definito nel Secondo Rapporto IPCC, utilizzato ai fini degli inventari delle emissioni realizzati per il Protocollo di Kyoto, fino all'anno 2012

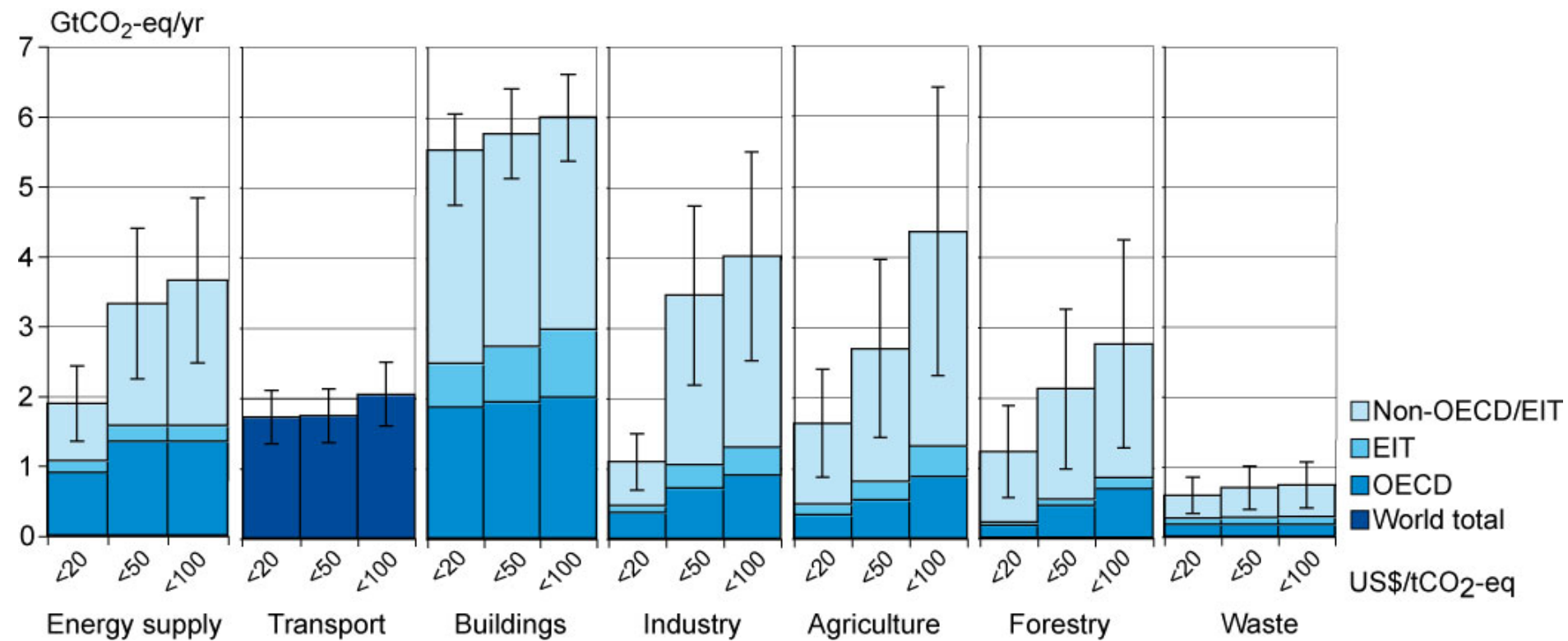
Quindi il peso delle emissioni di CH<sub>4</sub> (dal biogas delle discariche) aumenta se si considera il breve periodo, ma diminuisce se si considera il problema del cambiamento climatico su una scala lunga



- Le strategie attuali per la gestione dei rifiuti
- Le emissioni di gas climalteranti dalla gestione dei rifiuti
- **Possibilità di riduzione delle emissioni**
- Strategie innovative
- Cambiamenti climatici e rifiuti: altri spunti



# Anche nel settore rifiuti c'è un chiaro potenziale di riduzione delle emissioni di gas climalteranti

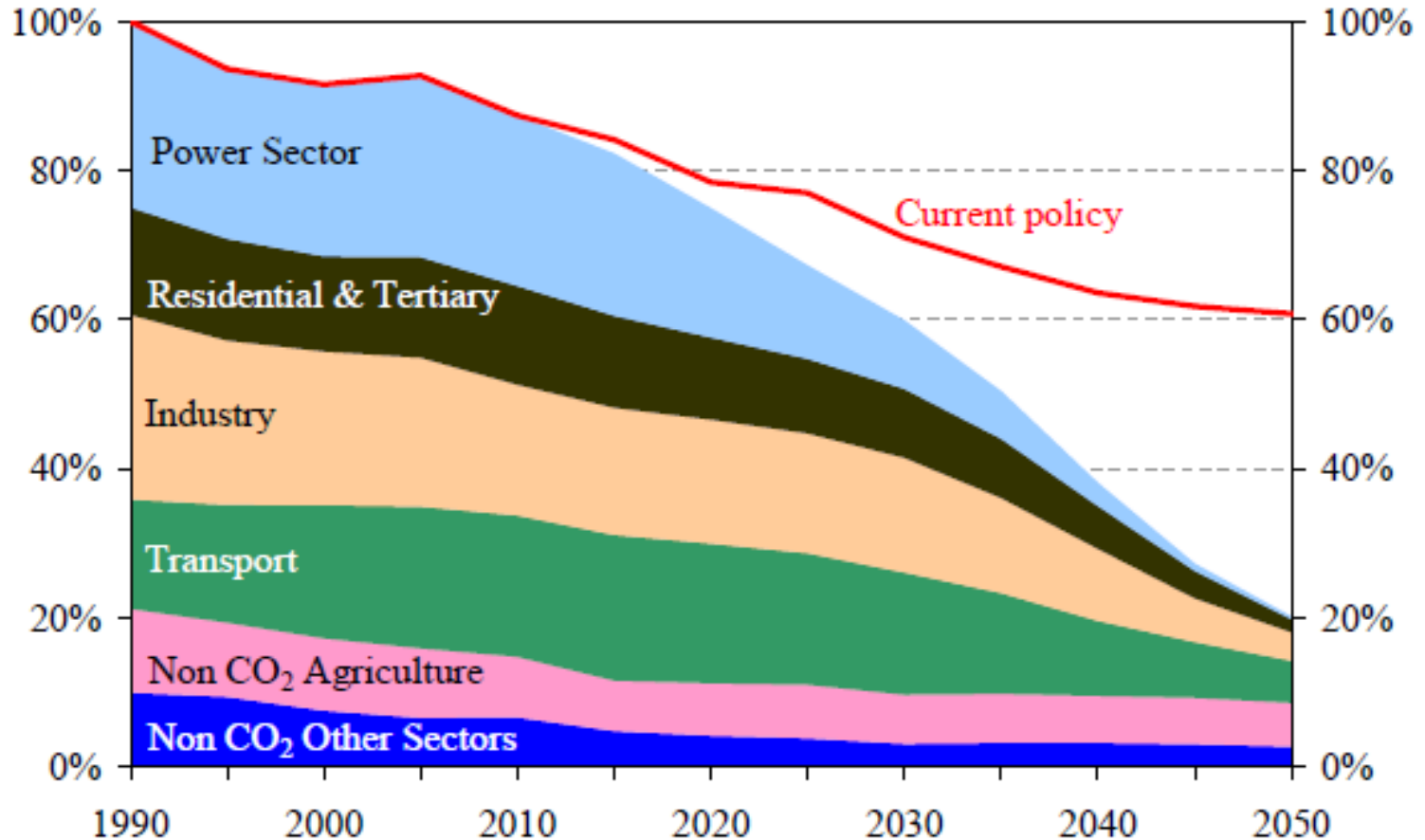


Potenziale di riduzione delle emissioni di gas serra in diversi settori e per diverse aree geografiche (Fonte: IPCC, 2007, WG3, TS27 )



# Il settore rifiuti deve fare la sua parte per raggiungere l'obiettivo della "roadmap 2050" dell'Unione Europea

Figure 1: EU GHG emissions towards an 80% domestic reduction (100% =1990)

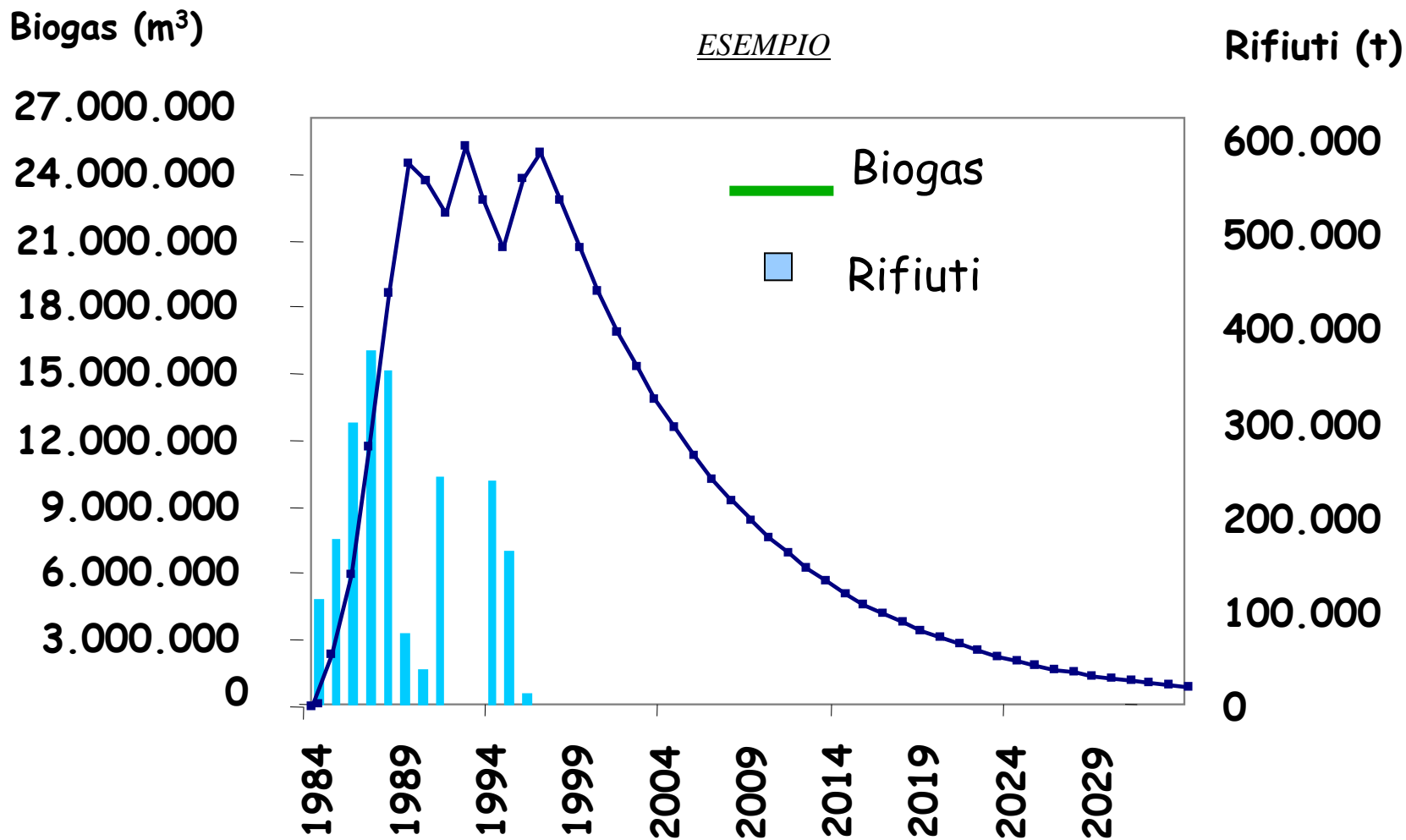


Fonte: Roadmap for moving to a low-carbon economy in 2050

[http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm)



# Le emissioni di biogas dalle discariche hanno una lunga “coda”, ossia continuano per molti anni dopo lo smaltimento

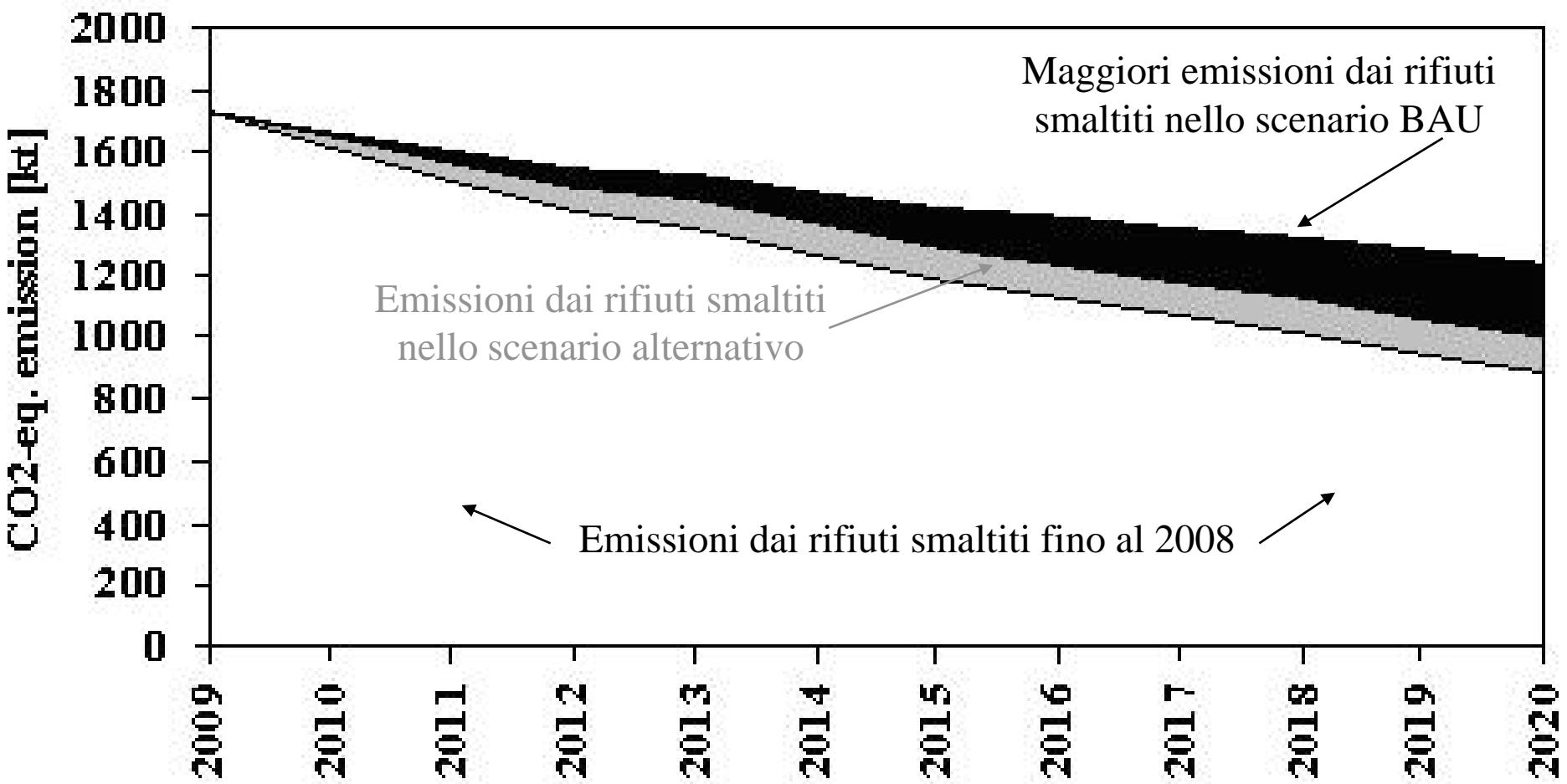


Esempio: DISCARICA DI MOZZATE (CO)

Stima del biogas prodotto effettuata tramite un modello matematico



# Lombardia - Proiezione delle emissioni di gas serra dallo smaltimento di rifiuti in discarica

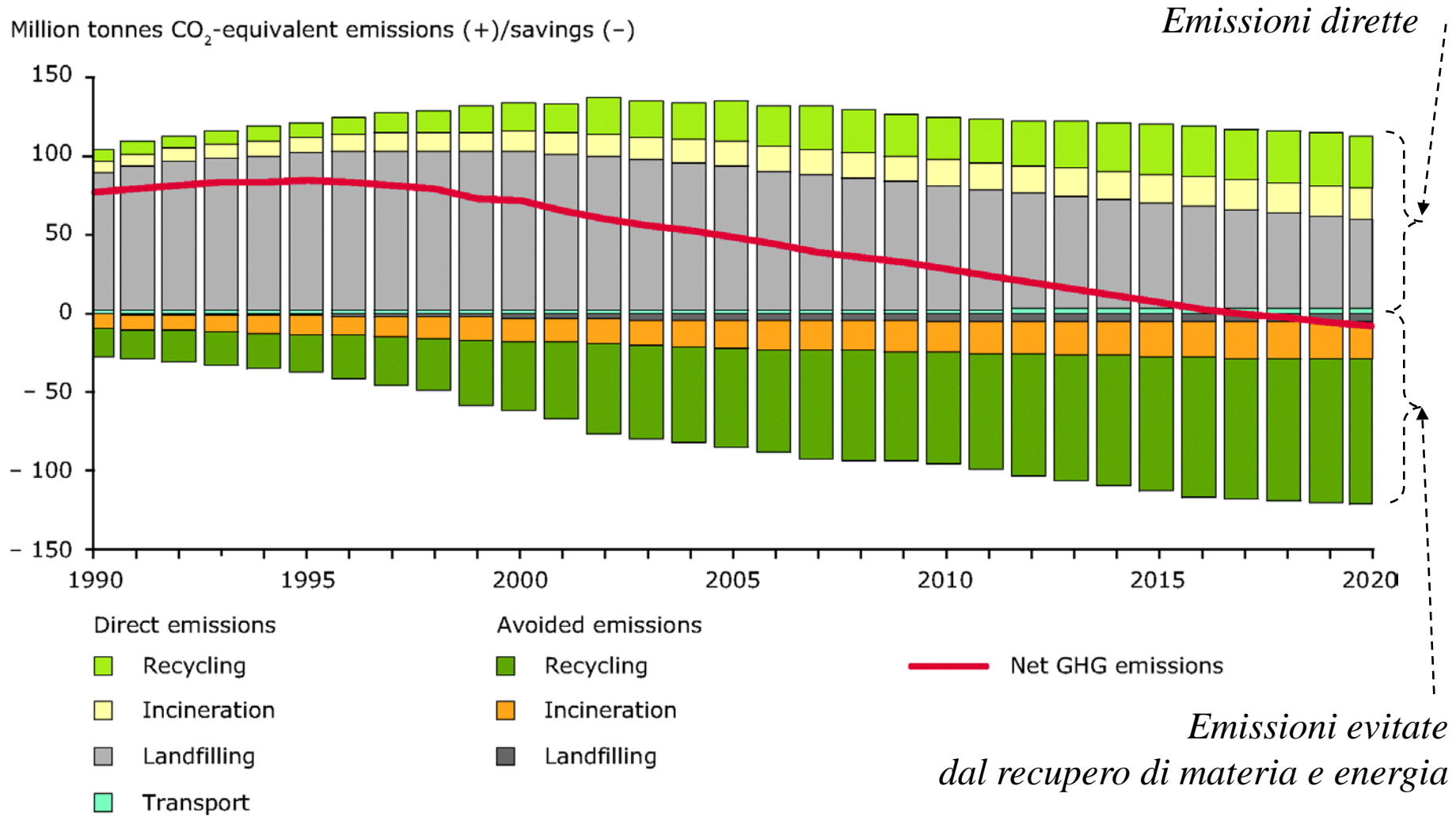


Fonte: Antognazza F., Caserini S., Grosso M. GHGs emissions from waste disposal in Lombardia (Italy): inventory 1975-2008 and projections 2009-2020. Waste Management and Research, 2011





# Emissioni di gas climalteranti dalla gestione dei rifiuti nell'UE — scenario “business as usual”



Fonte: EEA, 2011 Waste opportunities - Past and future climate benefits from better municipal waste management in Europe



- Le strategie attuali per la gestione dei rifiuti
- Le emissioni di gas climalteranti dalla gestione dei rifiuti
- Possibilità di riduzione delle emissioni
- **Strategie innovative**
- Cambiamenti climatici e rifiuti: altri spunti



# Strategie innovative

- Rispettare le legislazioni e gli obiettivi già definiti
- Misure tecnologiche
- Misure non tecnologiche



# Strategie innovative

## Rispettare le legislazioni e gli obiettivi già definiti

- Ancora oggi in Italia una parte rilevante dei rifiuti finisce in discarica senza trattamenti
- Gli obiettivi di raccolta differenziata definiti dalla legislazione esistente non sono raggiunti in molte regioni italiane
- Lo smaltimento incontrollato e la combustione dei rifiuti lungo le strade è fonte di elevatissime emissioni di inquinanti tossici



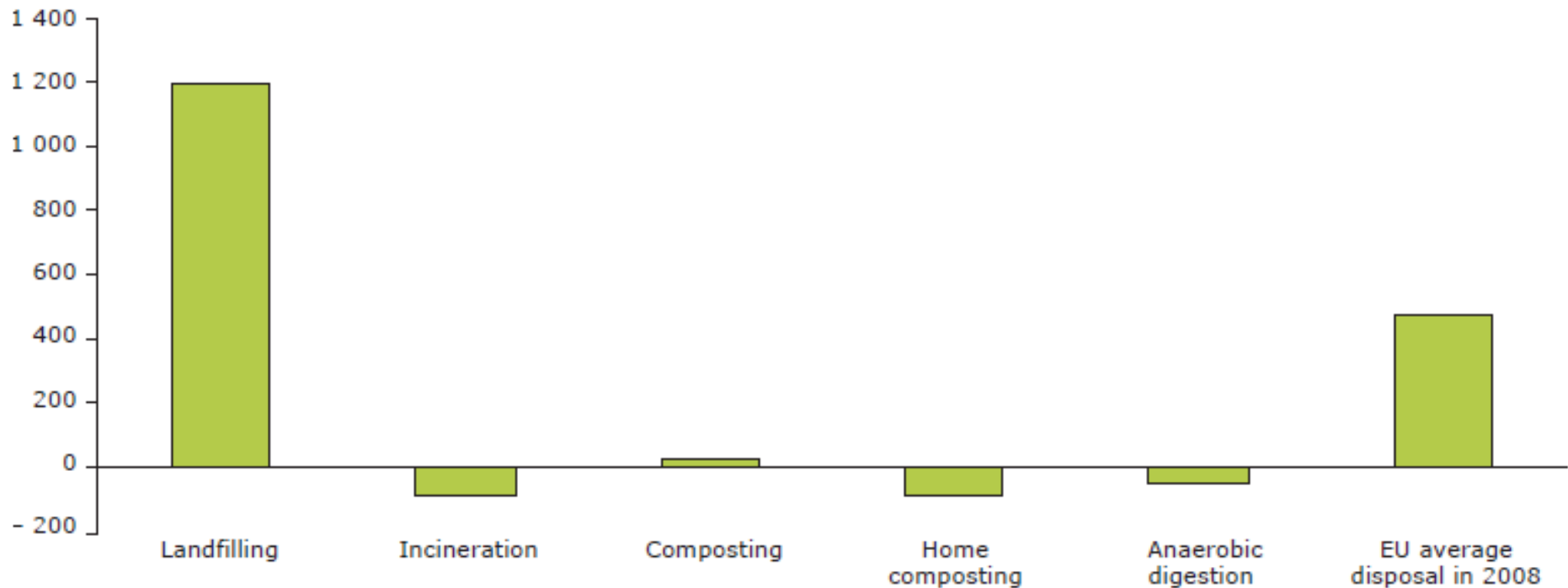


# Strategie innovative – misure tecnologiche

- La gestione della frazione organica ha un ruolo cruciale

*Emissioni di gas climalteranti per diverse opzioni di trattamento della frazione organica dei rifiuti (scarti da cucina e verde domestico)*

Kg CO<sub>2</sub>-equivalent/tonne



*Fonte: Waste opportunities — Past and future climate benefits from better municipal waste management in Europe (EEA, 2011)*



# Strategie innovative – misure tecnologiche

- Ottimizzare la strategia di raccolta differenziata sulla base degli impatti globali (“Life-cycle thinking”)

## **Alcuni studi hanno mostrato la convenienza di:**

- aumentare i quantitativi dei materiali di imballaggio inviati a riciclo (soprattutto carta, vetro, alluminio, PET e HDPE)
- preferire la raccolta mono-materiale nei confronti di quella multi-materiale
- aumentare la produzione di energia termica da termovalorizzazione
- abolire lo smaltimento in discarica dei rifiuti organici

Si veda ad esempio: Rigamonti L., Falbo A., Grosso M. (2012). “Optimising integrated waste management at the regional level: results from the “GERLA” project”. Venice2012: 4th International symposium on energy from biomass and waste, Venezia, 12-15 novembre.



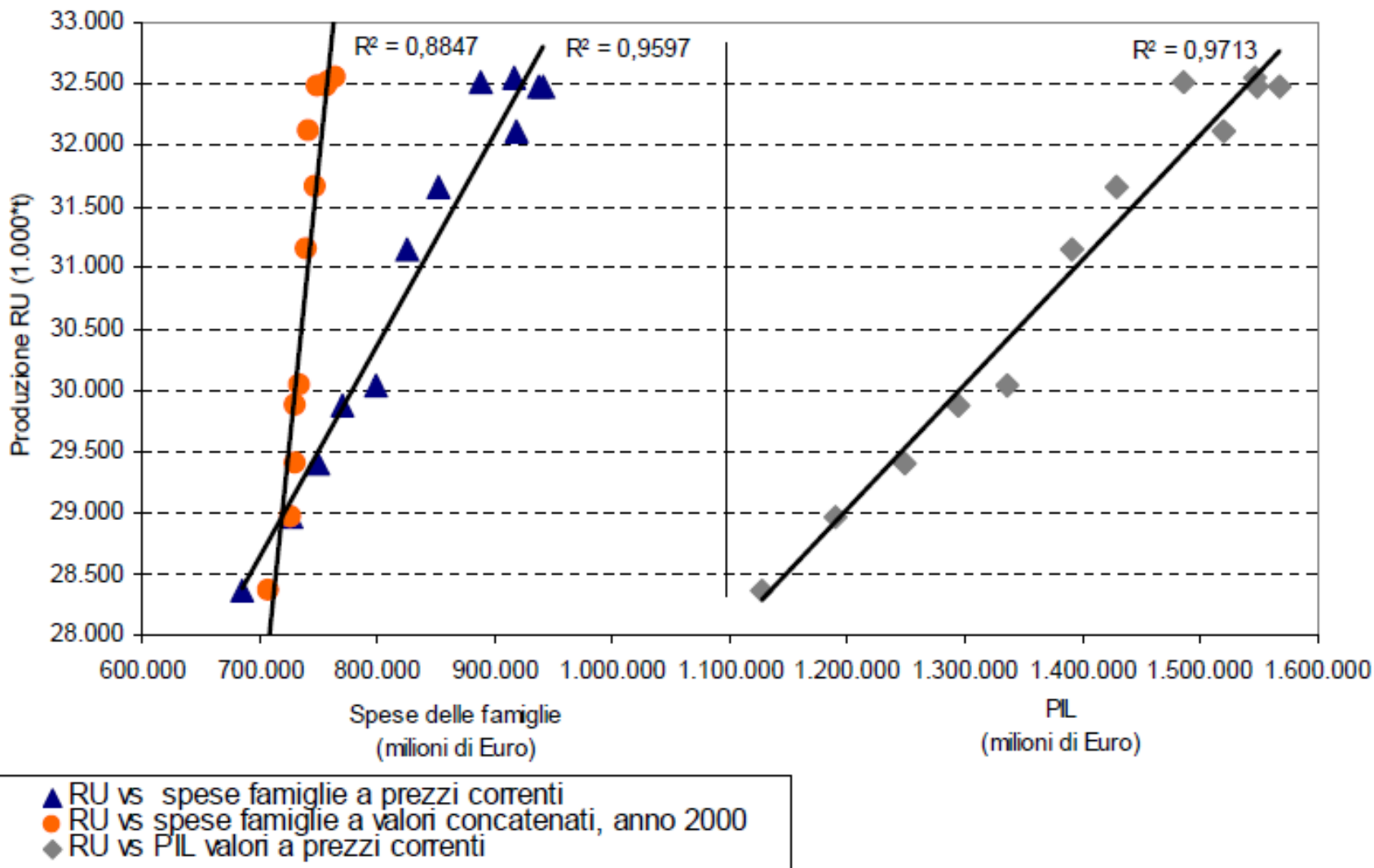
# Strategie innovative – misure non tecnologiche

- Produrre e usare materiali con la minore “embodied energy”
- Produrre e usare materiali facili da riusare, riciclare o smaltire
- Sostenere la produzione di prodotti e servizi sostenibili e stimolarne la domanda, con tanti diversi strumenti di policy, da accordi volontari a regolamenti e norme cogenti
- Eco-design, Eco-label, Energy-Label
- Green Public Procurement (“acquisti verdi”)
- Nuove filosofie di consumo, collaborative e comunitarie, basate sul dono o il baratto (es. Freecycle network)
- Ridurre i rifiuti: disaccoppiare produzione dei rifiuti e crescita economica
- Ripensare il legame fra benessere e consumo...





# Andamento delle produzione di rifiuti rispetto ad alcuni indicatori socio-economici



Fonte: ISPRA, rapporto rifiuti 2012





*Il mondo dei rifiuti è rimasto una sorta di tabù sociale...; il senso comune vede nei rifiuti una sorta di escremento del corpo sociale — così come le feci sono l'escremento del corpo fisico — e prova nei loro confronti lo stesso tipo di idiosincrasia e di ripugnanza....*

Guido Viale, da "Un mondo usa e getta. La civiltà dei rifiuti e i rifiuti della civiltà", 1994.





*I rifiuti della società industriale, e in maniera del tutto particolare quelli della civiltà dei consumi, sono in qualche modo il “rimosso” di quell’attività sistematica di rapina e di spreco delle “risorse” della terra su cui si fondano. Sono il “buco nero” in cui tutto è destinato a precipitare, ma sul cui oblio è costruita la falsa coscienza di chi si compiace della straordinaria produttività della tecnica moderna, senza mettere in conto i danni che essa provoca.*



*Il portar fuori la poubelle va dunque interpretato contemporaneamente (perché così lo vivo) sotto l'aspetto di contratto e sotto quello di rito..., rito di purificazione, abbandono delle scorie di me stesso, non importa se si tratta proprio di quelle scorie contenute nella poubelle o se quelle scorie rimandano a ogni altra possibile mia scoria, l'importante è che in questo mio gesto quotidiano io confermi la necessità di separarmi da una parte di ciò che era mio, la spoglia o crisalide o limone spremuto del vivere, perché ne resti la sostanza, perché domani io possa identificarmi per completo (senza residui) in ciò che sono e ho. Soltanto buttando via posso assicurarmi che qualcosa di me non è stato ancora buttato e forse non è né sarà da buttare....*

Italo Calvino, da “La strada di San Giovanni”, 1990



- Le strategie attuali per la gestione dei rifiuti
- Le emissioni di gas climalteranti dalla gestione dei rifiuti
- Possibilità di riduzione delle emissioni
- Strategie innovative
- **Cambiamenti climatici e rifiuti: altri spunti**





**9 settembre 2010, Costiera Amalfitana:** nubifragio da 150 mm di pioggia, e il torrente Dragone devasta Atrani. Una vittima, travolta dal fango all'interno di un bar. Decine di automobili vengono spazzate e accatastate nella piazza del paese.



D.I.C.A. - Sez. Ambientale  
POLITECNICO DI MILANO



**4 ottobre 2010, Liguria:** grave alluvione a Varazze, Cogoleto e nei quartieri occidentali di Genova. Una vittima e danni per 100 milioni di euro. Precipitazioni eccezionali: 400 millimetri in 6 ore a monte di Pegli.





Vernazza: Via Roma prima dell'alluvione del 25 ottobre 2011  
(foto G. Staiano).

<http://www.nimbus.it/eventi/2011/11114CinqueTerre.htm>



D.I.C.A. - Sez. Ambientale  
POLITECNICO DI MILANO





# DON'T THROW ANYTHING AWAY THERE IS NO AWAY.

IF ONLY WE HAD A MAGIC BIN THAT WE COULD THROW STUFF IN AND MAKE IT DISAPPEAR FOREVER. WHAT WE CAN DO IS FIND CREATIVE WAYS TO RECYCLE. WE USE OUR WASTE CO<sub>2</sub> TO GROW FLOWERS, AND OUR WASTE SULPHUR TO MAKE SUPER-STRONG CONCRETE.  
REAL ENERGY SOLUTIONS FOR THE REAL WORLD. [WWW.SHELL.COM/REALENERGY](http://WWW.SHELL.COM/REALENERGY)



Campagna pubblicitaria SHELL

I limiti sono solo punti di vista.



A woman wearing a green headscarf, a red jacket, and a red scarf is smiling and holding a large yellow sign with black text. The sign reads "THERE IS NO PLANET B". She is standing on a city street at night, with buildings, streetlights, and a bicycle visible in the background.

**THERE  
IS NO  
PLANET B**

Stefano Caserini  
a qualcuno  
piace caldo

Erroni e leggende  
sul clima che cambia

"Nel clima nessuno dei fa niente da solo,  
ne abbiamo tutti gli strumenti politici della legge."  
LUCA MERCALLI  
EUI, Che cosa vale il?

SAGGI  
E MANUALI



Collaboratori  
Ambiente

INTEGRALI  
DELL'AMBIENTE

Stefano Caserini  
**GUIDA ALLE LEGGENDE  
SUL CLIMA CHE CAMBIA**

*Come la scienza diventa opinione*



POSTFAZIONE  
DI LUCA  
MERCALLI

STEFANO CASERINI ENRICO EULI

altreconomia  
EDIZIONI

**IMPARARE DALLE  
CATASTROFI**

**GUIDA GALATTICA  
PER SOPRAVVIVERE AL FUTURO**

URGE RINFORZARE  
L'ORLO DEL BARATRO.



CLIMALTERANTI

HOME CLIMALTERANTI PRENDI "A QUALCUNO PIACE CALDO" IL LIBRO ISCRIVITI ALLA LISTA



[www.climalteranti.it](http://www.climalteranti.it)

[Stefano.Caserini@polimi.it](mailto:Stefano.Caserini@polimi.it)



a 350.org partner



POLITECNICO DI MILANO