

Mostra Convegno Agroenergia  
Tortona 13 febbraio, 2014

# Sostenibilità Agricola e Ambientale della filiera biogas

*F. Adani, G. D'Imporzano, L. Terruzzi,*

**GRUPPO RICICLA**

DiSAA - Università degli Studi di Milano

**Lab. Suolo e Ambiente**, via Celoria 2, 20133 Milano

**Lab. Biomasse e Agroenergia**, Parco Tecnologico Padano, Via Einstein, Loc. C.na Codazza, 26900 Lodi.

Tel. 02 503 16546 Fax. 02 503 16521

<http://users.unimi.it/ricicla> - e-mail: [gruppo.ricicla@unimi.it](mailto:gruppo.ricicla@unimi.it)

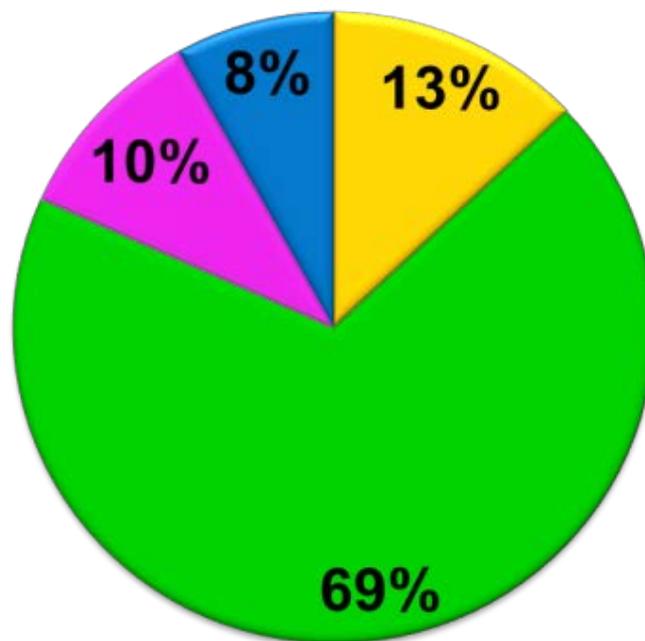
**GRUPPO RICICLA**

# Tipologia di impianti ...usiamo il caso Lombardia

<b>PROVINCIE</b>	<b>N° impianti Marzo 2013</b>
<b>Cremona</b>	<b>137</b>
<b>Brescia</b>	<b>68</b>
<b>Lodi</b>	<b>49</b>
<b>Milano</b>	<b>8</b>
<b>Mantova</b>	<b>41</b>
<b>Pavia</b>	<b>47</b>
<b>Bergamo</b>	<b>11</b>
	<b>Tot. 361 (282 MW)</b>

## Ripartizione degli impianti sulla base dell'alimentazione

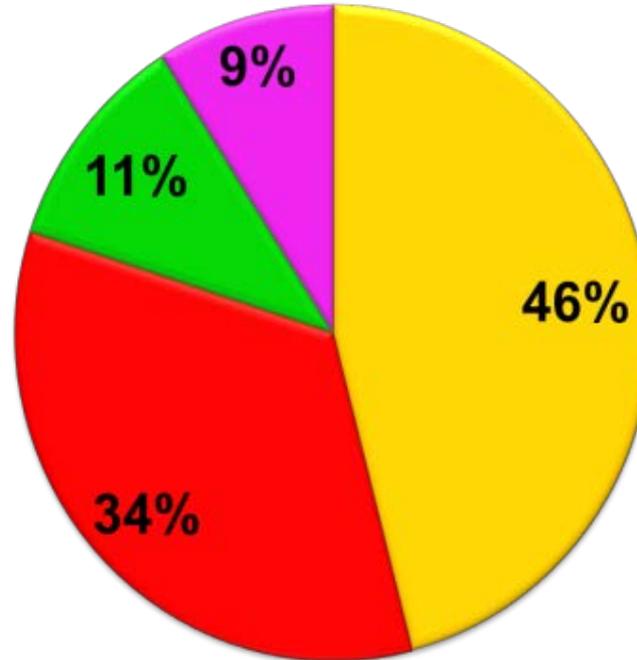
CR



- Solo Effluenti
- Effluenti+Sottoprodotti
- Cereali+Effluenti+Sottop. (<10%)
- Cereali+Effluenti+Sottop. (>10%)

## Alimentazione media del megadigestore (100 MW)

CR



■ Effluenti Zootecnici

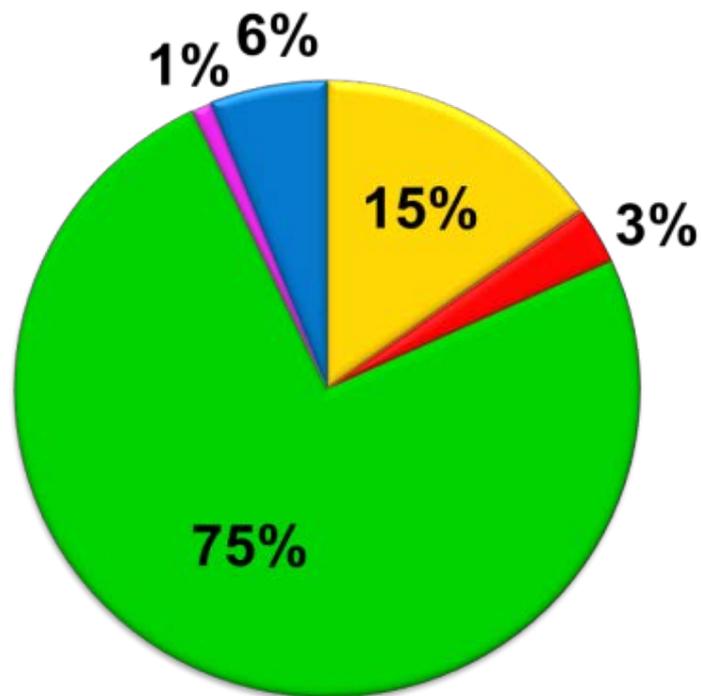
■ Cereali Estivi/Mais

■ Cereali A. Vernini/Triticale

■ Sottoprodotti

## Ripartizione degli impianti sulla base dell'alimentazione

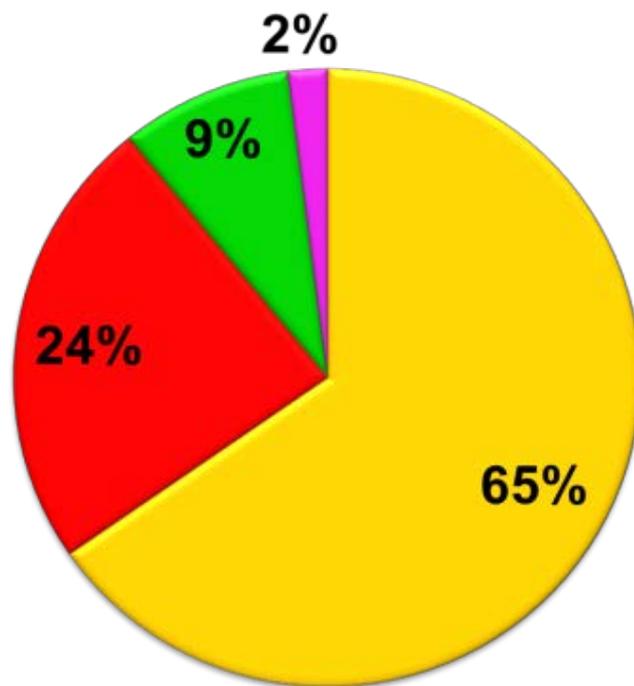
**BS**



- Solo Effluenti
- Effluenti+Sottoprodotti
- Cereali+Effluenti+Sottop. (<10%)
- Cereali+Effluenti+Sottop. (>10%)
- Cereali+Sottoprodotti

## Alimentazione media del megadigestore (48.5 MW)

**BS**



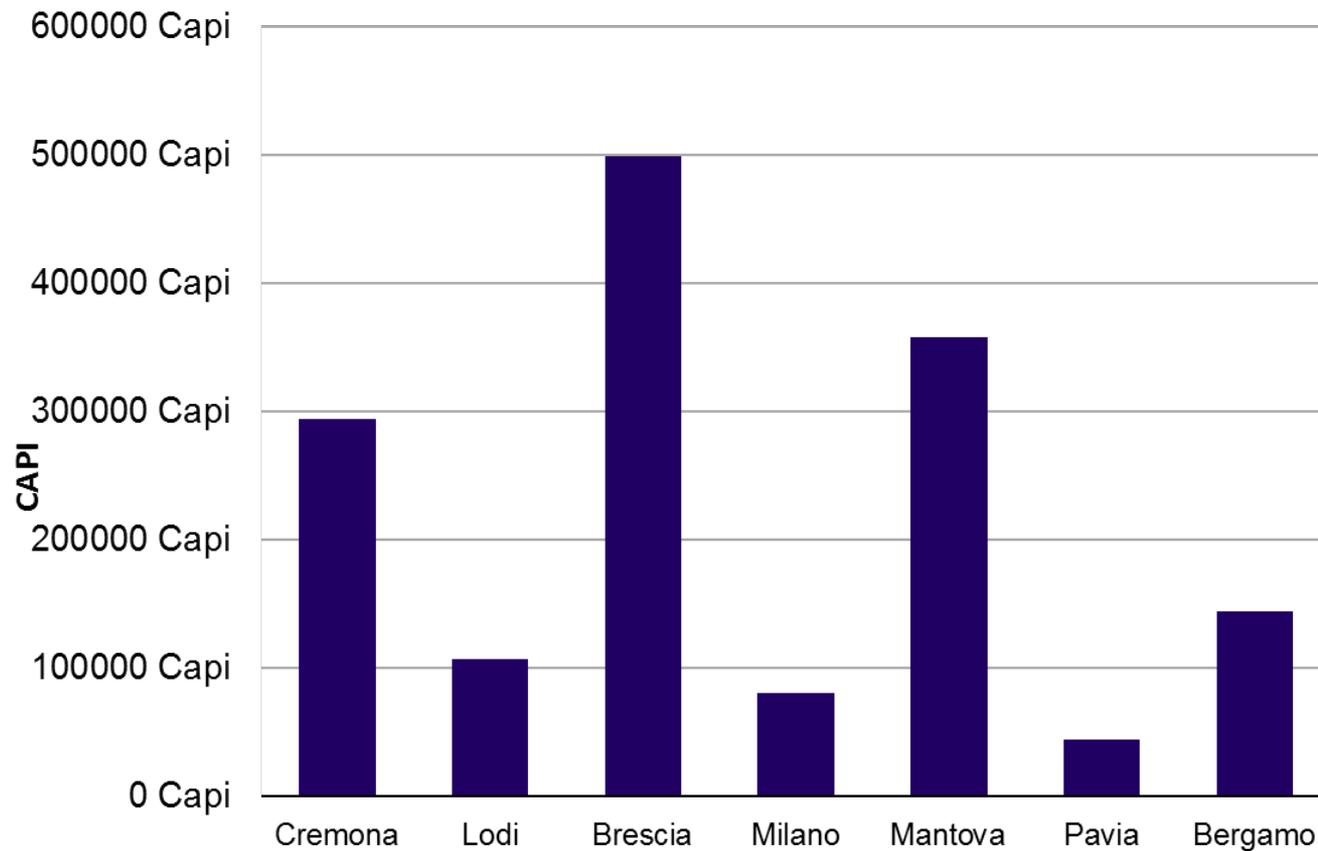
■ Effluenti Zootecnici

■ Cereali Estivi/Mais

■ Cereali A. Vernini/Triticale

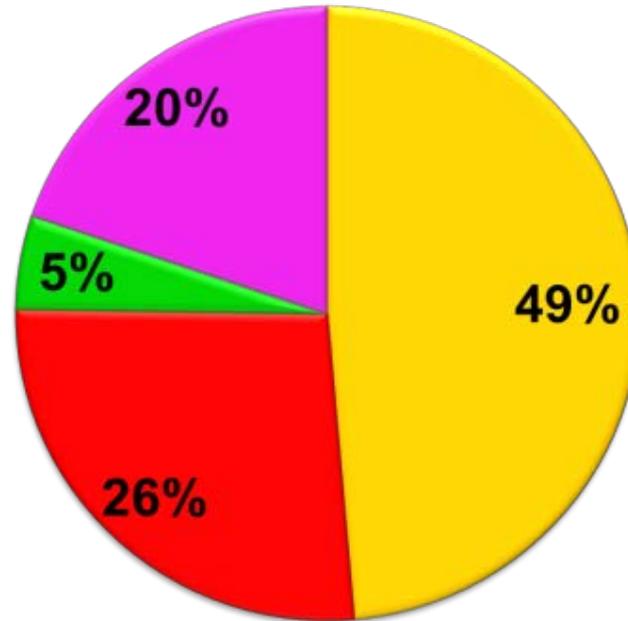
■ Sottoprodotti

## Consistenza del patrimonio zootecnico nelle sette provincie studiate.



## Alimentazione media megadigestore

**LOMBARDIA:  
282 MW**



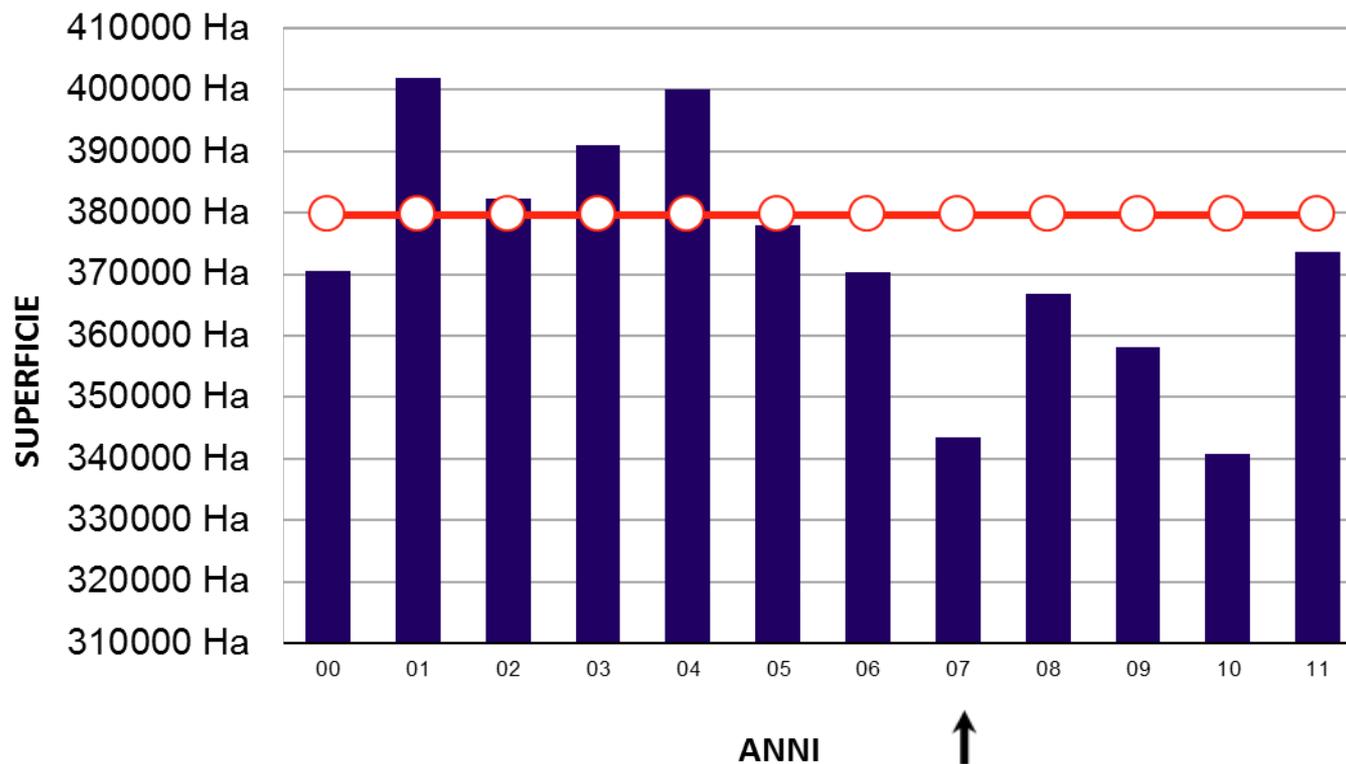
■ Effluenti Zootecnici

■ Cereali Estivi/Mais

■ Cereali A. Vernini/Triticale

■ Sottoprodotti

## Trend della superficie totale investita a mais in Lombardia nell'ultima decade.



Legenda:

Retta rossa: Indica la media della superficie coltivata a mais negli anni 2000-2007.

Freccia nera: Indica l'anno in cui inizia a diffondersi in maniera consistente il biogas.

Da tutto ciò cosa ne deriva ?

- il rapporto Ha di mais per biogas/ SAU totale **CREMONA** è pari al 11%;
- il rapporto Ha di mais per biogas/SAU totale **LODI** è pari al 9 %;
- il rapporto Ha di mais per biogas/SAU totale **BRESCIA** è pari al 4%;
- il rapporto Ha di mais per biogas/SAU totale **MILANO** è pari al 2%;
- il rapporto Ha di mais per biogas/SAU totale **MANTOVA** è pari al 1%;
- il rapporto Ha di mais per biogas/SAU totale **PAVIA** è pari al 4%;
- il rapporto Ha di mais per biogas/SAU totale **BERGAMO** è pari al 1%;
- **il rapporto Ha di mais per biogas/SAU totale REGIONE LOMBARDIA è pari al 4%.**

## Prezzi settimanali di alcuni dei principali prodotti destinati alla alimentazione degli animali in Italia (€/t)

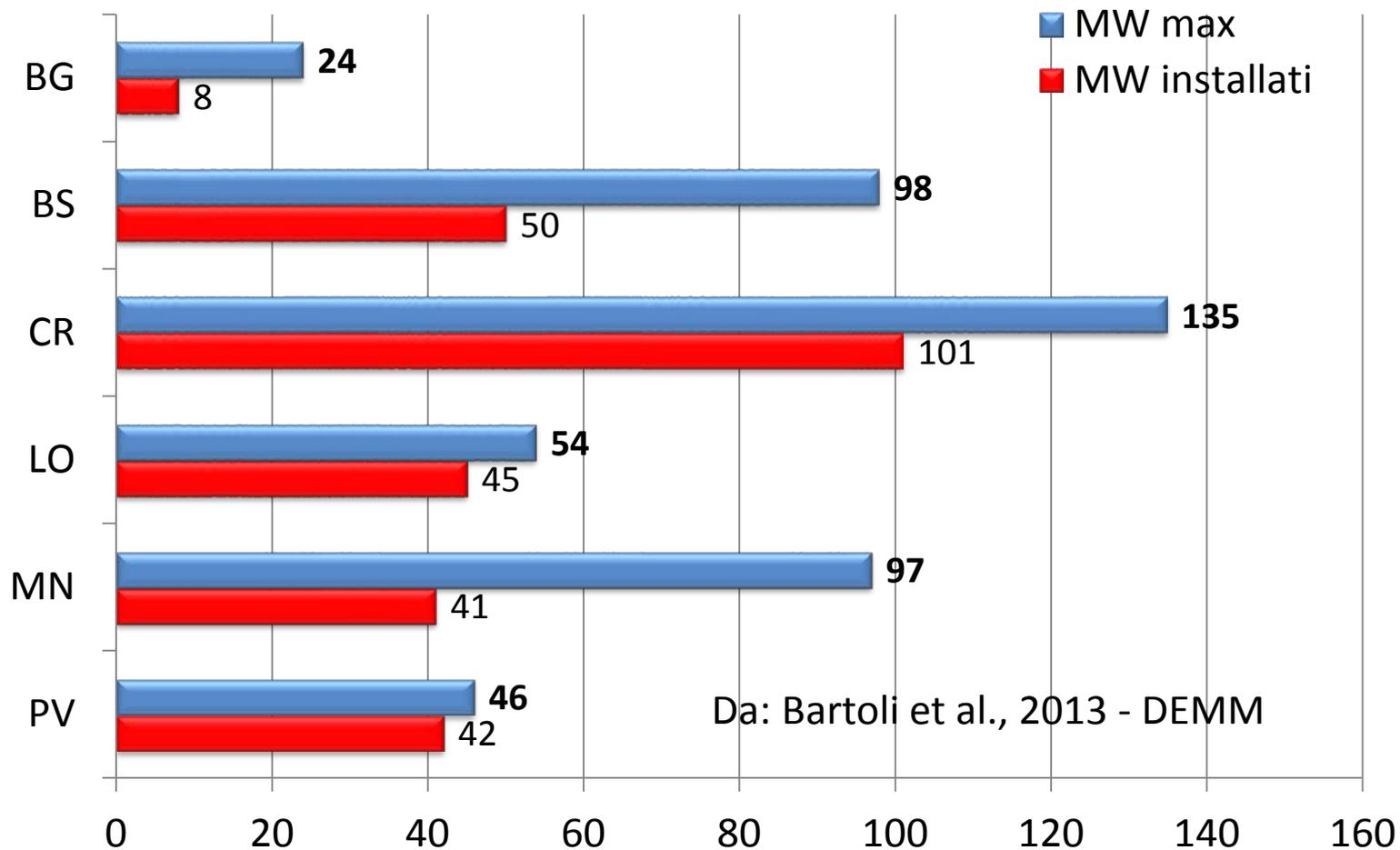
Prodotti e mercati	Prezzi settimanali (euro/t)			Variazioni % rispetto a	
	3°_2014 (13-19 gen)	2°_2014 (06-12 gen)	3°_2013	sett. prec.	anno prec.
<b>Mais</b>					
Italia: provenienza nazionale (MI)	190,5	191,5	248,5	-0,5	-23,3
Italia: provenienza comunitaria (MI)	201,0	203,0	269,5	-1,0	-25,4
Francia: FOB Atlantique**	176,9	176,7	245,1	0,1	-27,8
Argentina: franco partenza (Río de la Plata)	156,6	159,1	227,4	-1,6	-31,1
USA: franco partenza (Golfo del Messico)	146,1	145,5	232,5	0,4	-37,2



	VINCOLO FILERA	IPOTESI <i>Green field</i>	POLITICHE INCENTIVANTI
Scenario A	UBA BOVINE (100%)	SI	"0,28"
Scenario B	UBA BOVINE (100%) + UBA SUINE (50%)	SI	"0,28"
Scenario C	UBA BOVINE (100%) + UBA SUINE (50%)	NO	"0,28"
Scenario D	UBA BOVINE (100%) + UBA SUINE (50%)	NO	"2013"

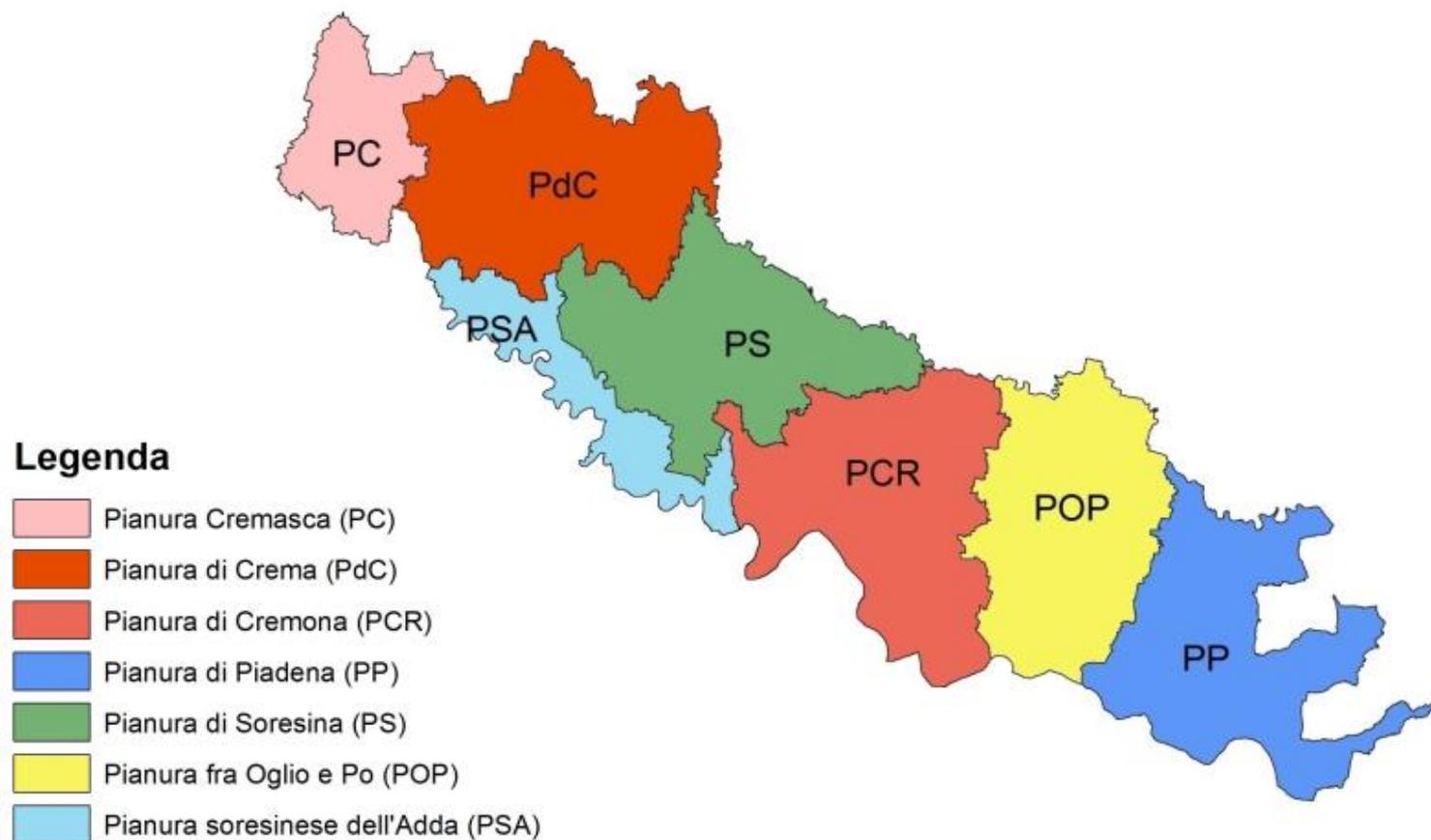


# Scenario B: potenza installabile in Lombardia (MWe) e confronto con la situazione attuale



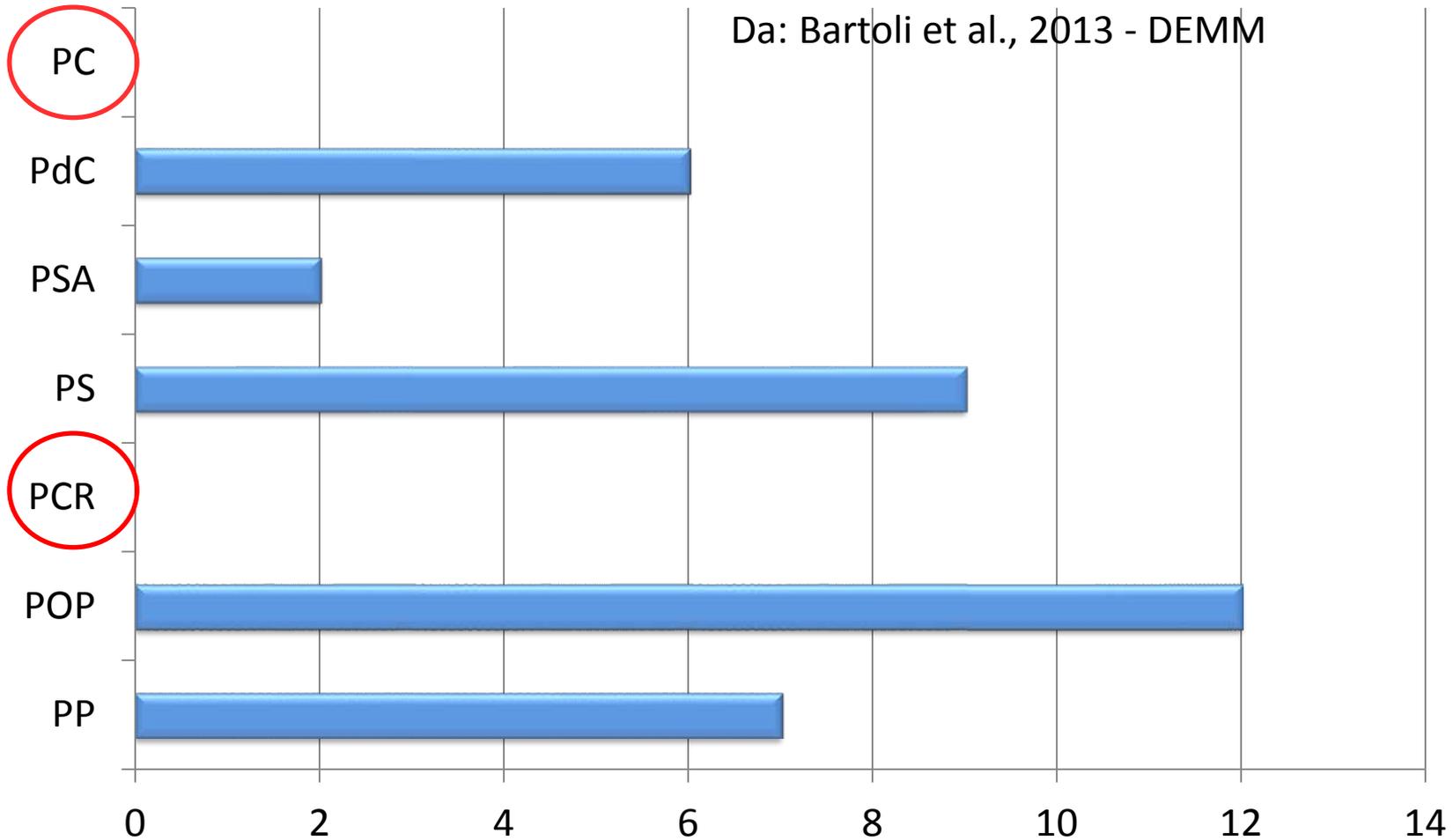
Gli impianti C4 (999 kWe) sono quelli più profittevoli

# Cremona: Regioni Agrarie



# Scenario C: nuova potenza installabile nella Provincia di Cremona (MWe)

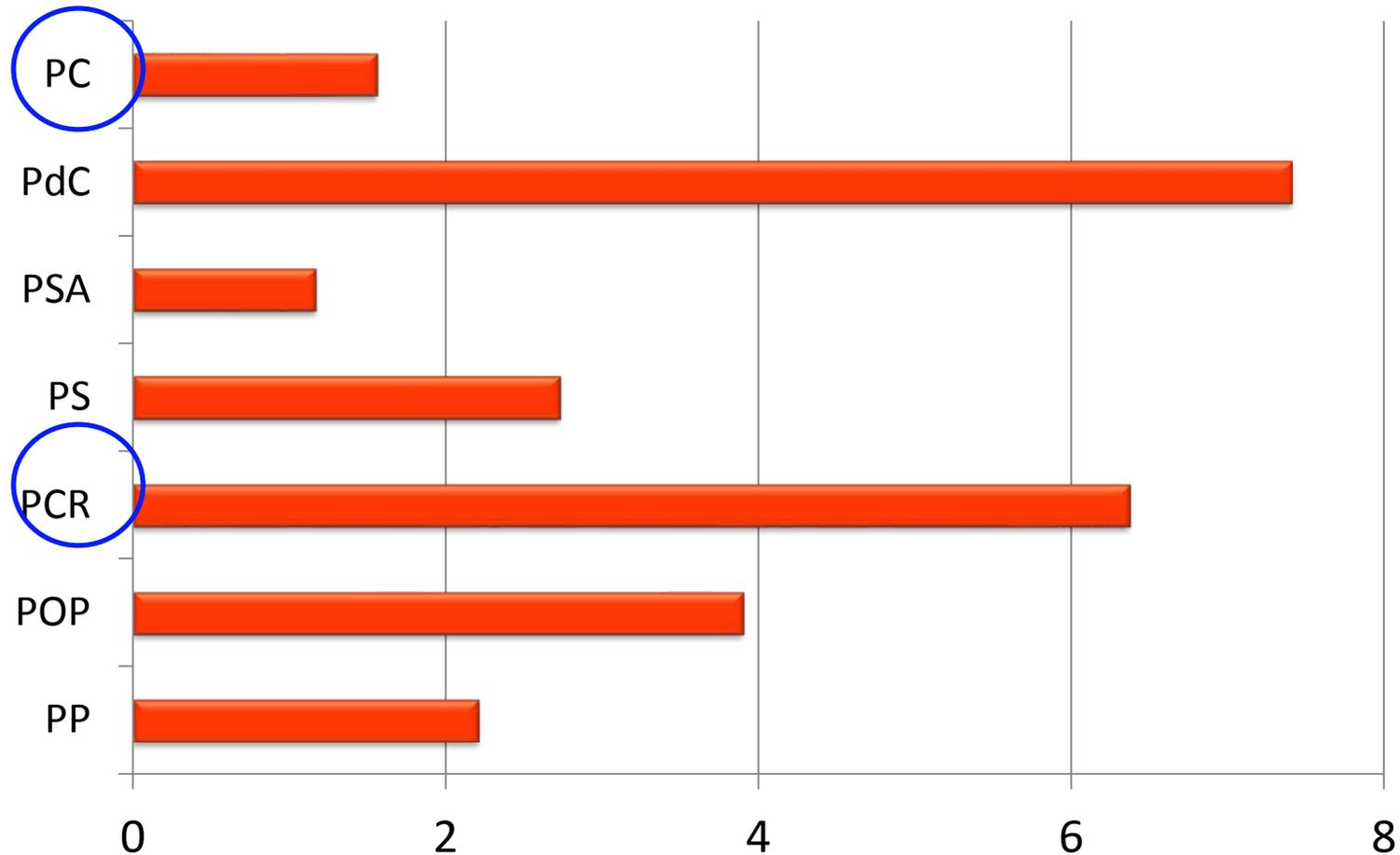
Da: Bartoli et al., 2013 - DEMM



Tot MWe: **36**; Tipologia impianti: **C4** (999 MWe);  
 Mais necessario: **643.000 t** (al netto di quello già utilizzato)



# Scenario D: nuova potenza installabile nella Provincia di Cremona (MWe)

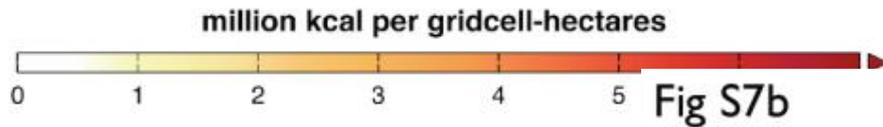
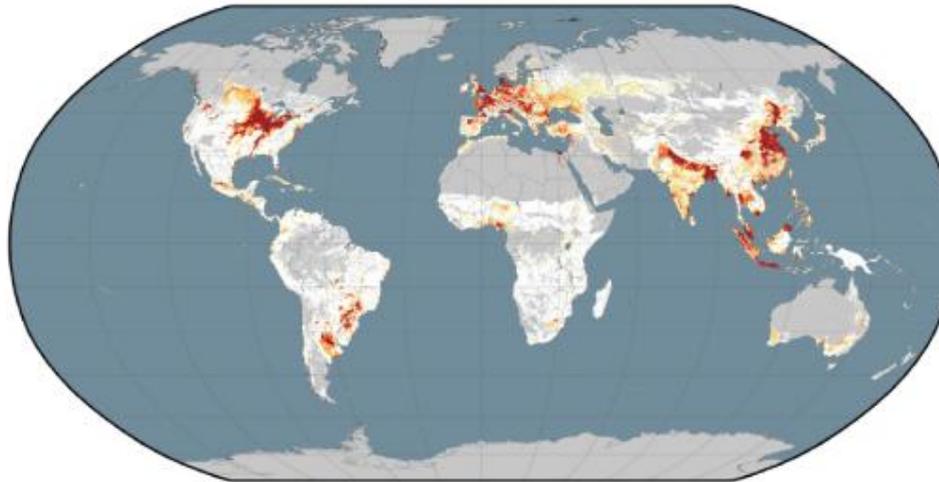


Tot MWe: 26; Tipologia impianti: **C1** (130 kW);  
 Mais necessario: **195.000 t** (al netto di quello già utilizzato)

# Aspetti ambientali ed etici

Fig S7a

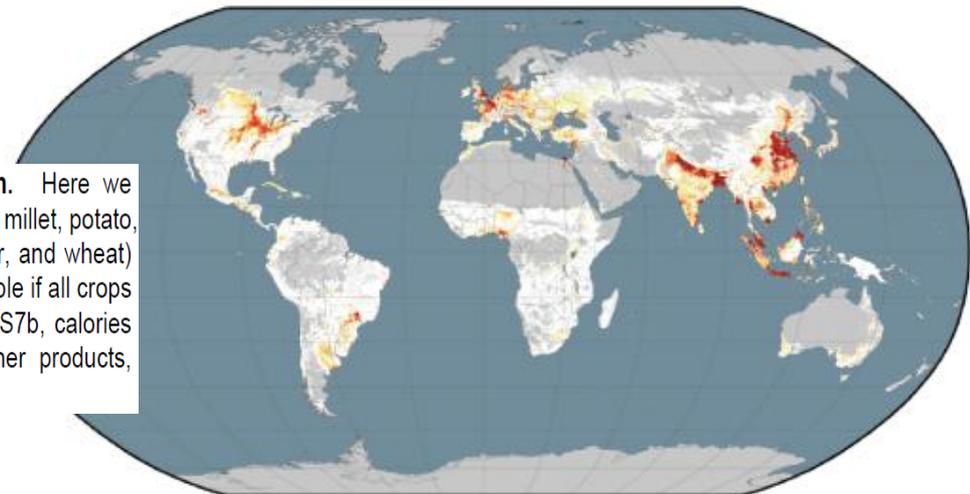
Intrinsic Calorie Production



Colture 100% consumo umano =  
+ 28 % produzione + 49% food  
kilocalories

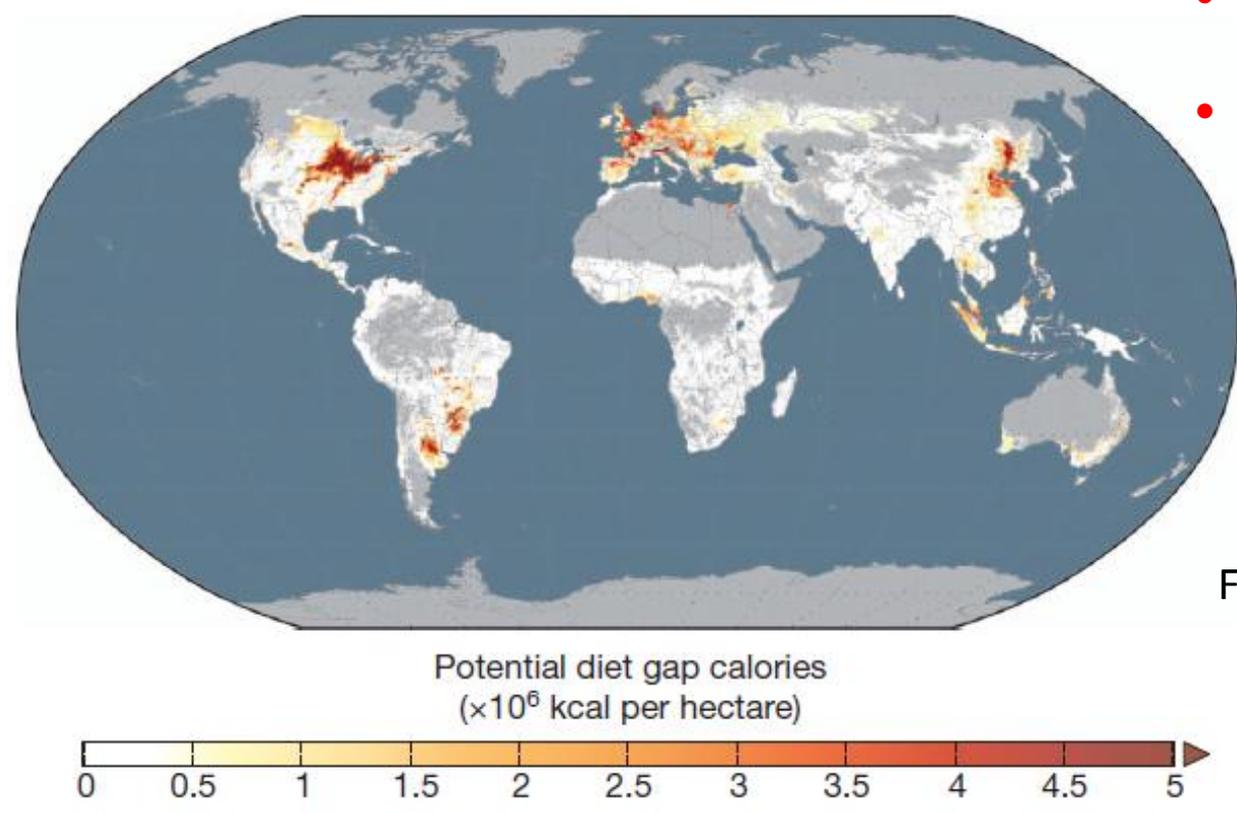
Fig S7b

Deliverable Food Calories



**Figure S7. Differences Between Intrinsic and Delivered Food Production.** Here we compare global crop yields for 16 staple crops (barley, cassava, groundnut, maize, millet, potato, oil palm, rapeseed, rice, rye, sorghum, soybean, sugarbeet, sugarcane, sunflower, and wheat) in terms of their *intrinsic food production* (Figure S7a, calories that would be available if all crops were consumed by humans directly) and their *delivered food production* (Figure S7b, calories available based on today's allocation of crops to food, animal feed, and other products, assuming standard conversion factors).

- 62% crop production is for food
- 35 % animal feed
- 3% bioenergy



Foley et al., 2011, Nature

**Figure 4 | Closing the diet gap.** We estimate the potential to increase food supplies by closing the ‘diet gap’: shifting 16 major crops to 100% human food and away from the current mix of uses (see Fig. 1) could add over a billion tonnes to global food production (a 28% increase for those 16 crops), the equivalent of  $\sim 3 \times 10^{15}$  kilocalories more food to the global diet (a 49% increase in food calories delivered).

PERCHE'

Tabella 4.2.3 - Water Footprint

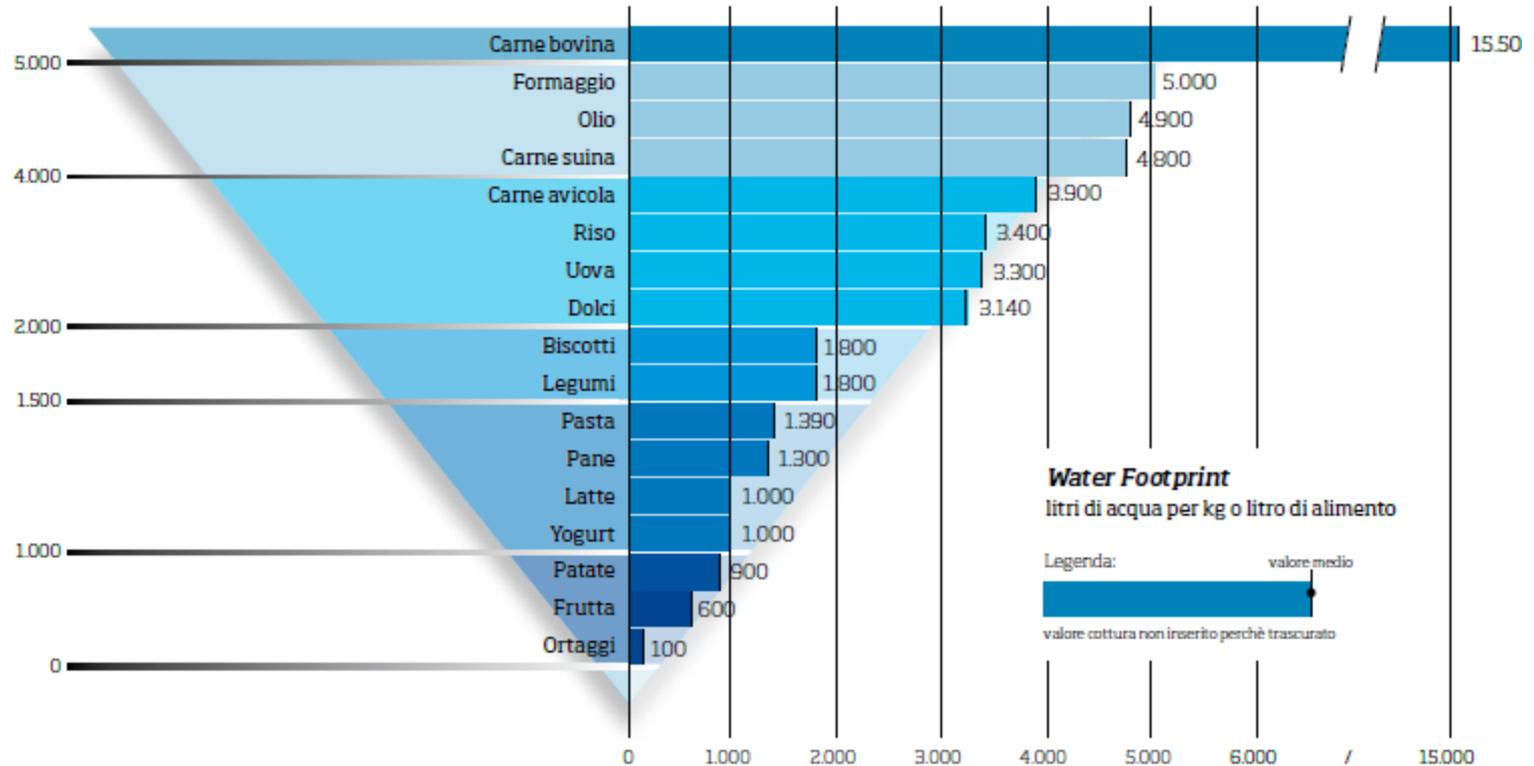


Tabella 4.2.1 - *Ecological Footprint*

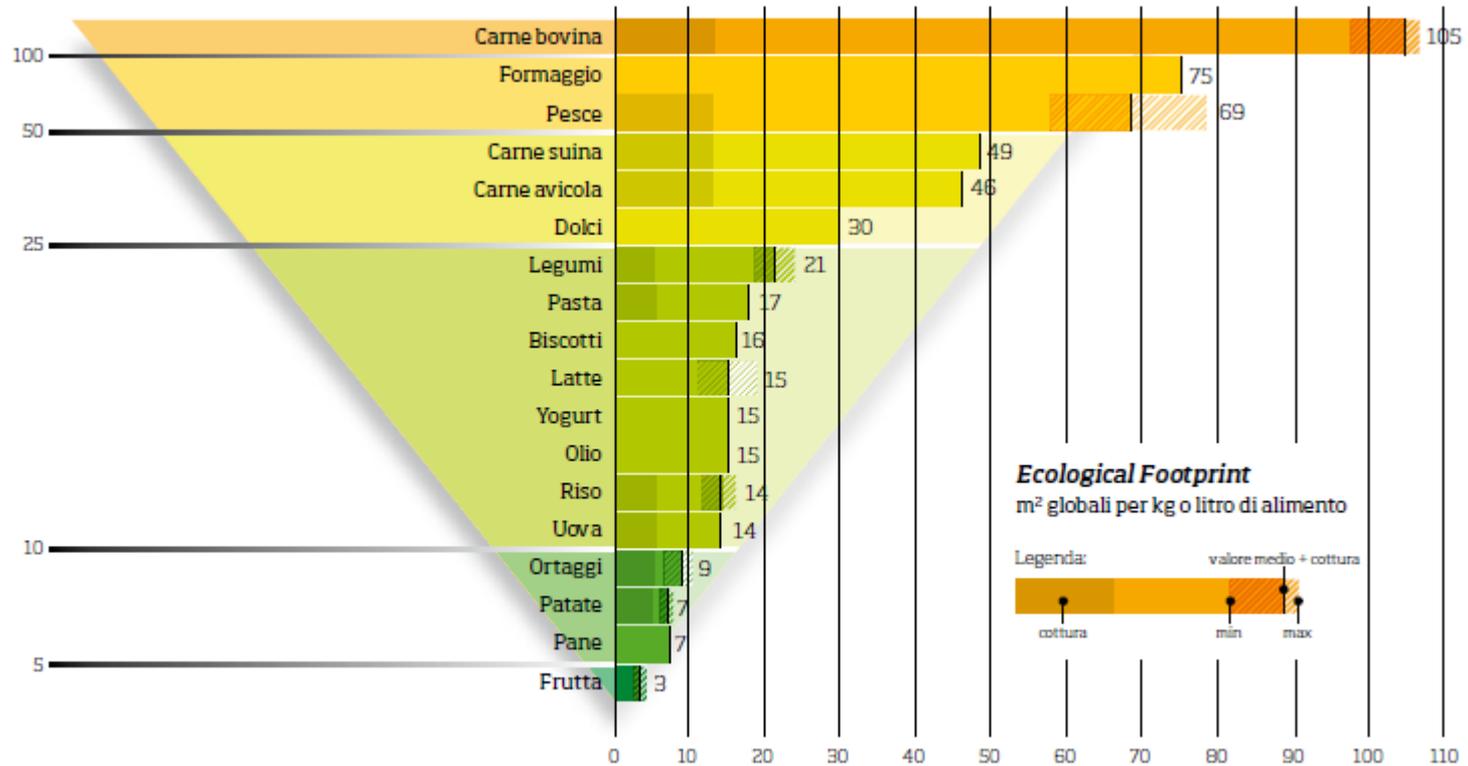
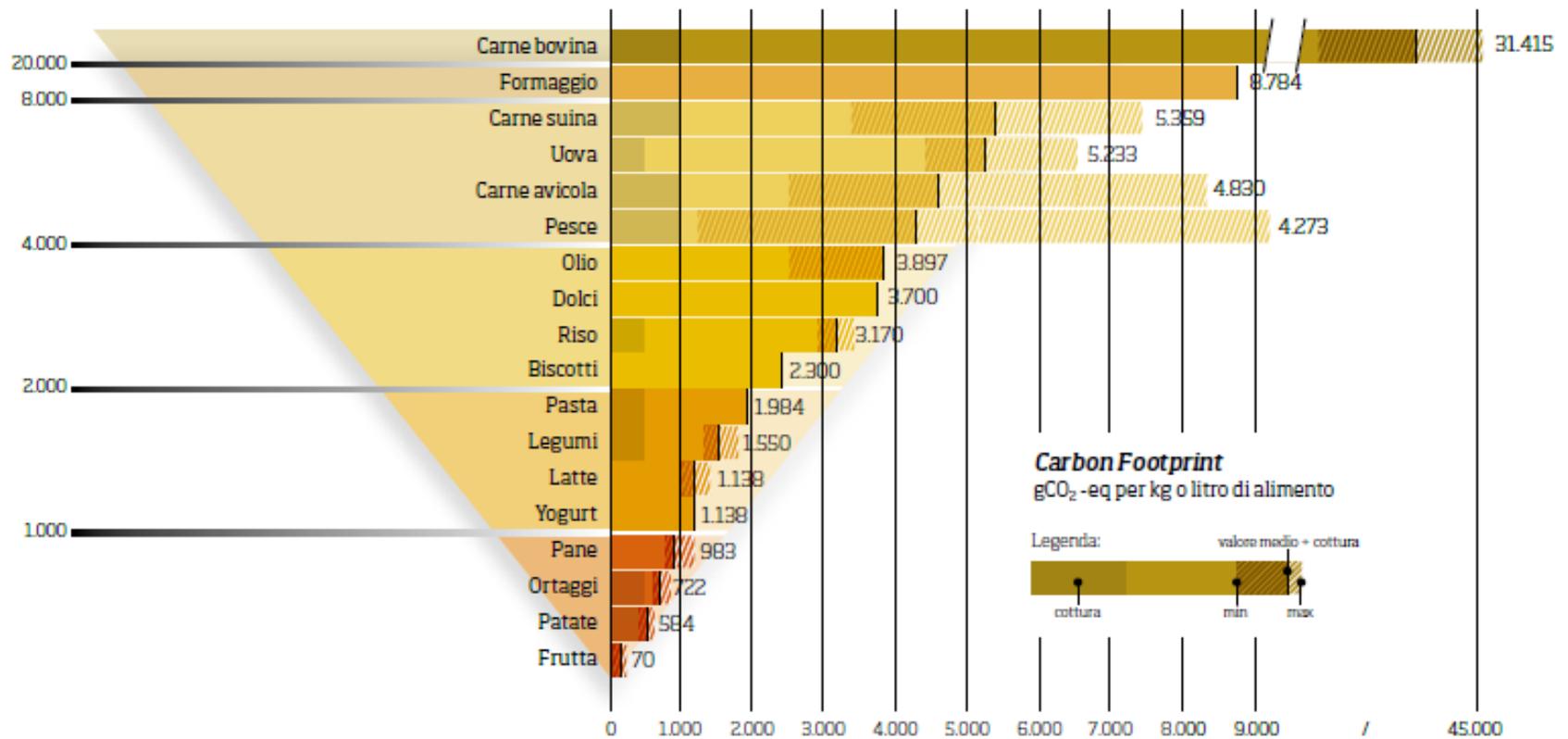
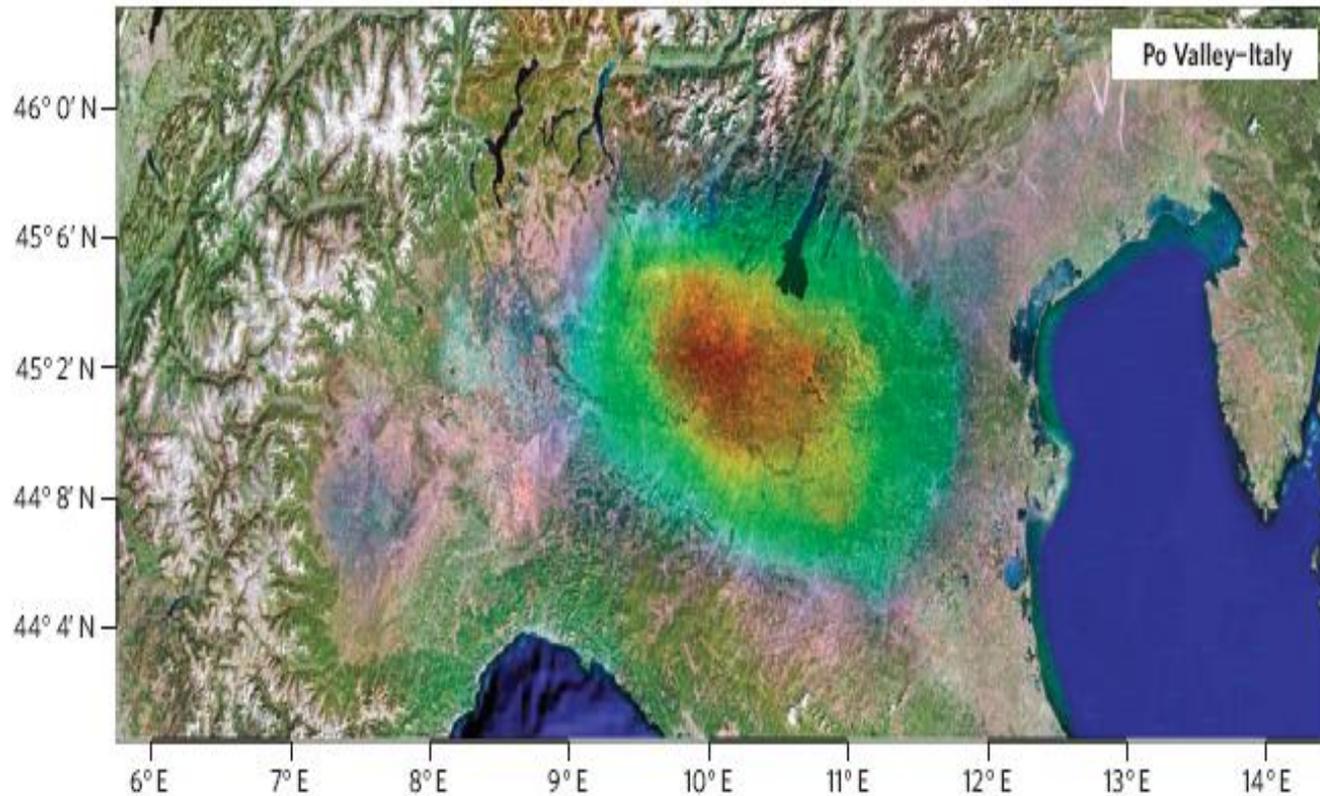


Tabella 4.2.2 - *Carbon Footprint*



Tabella 4.2.2 - Carbon Footprint





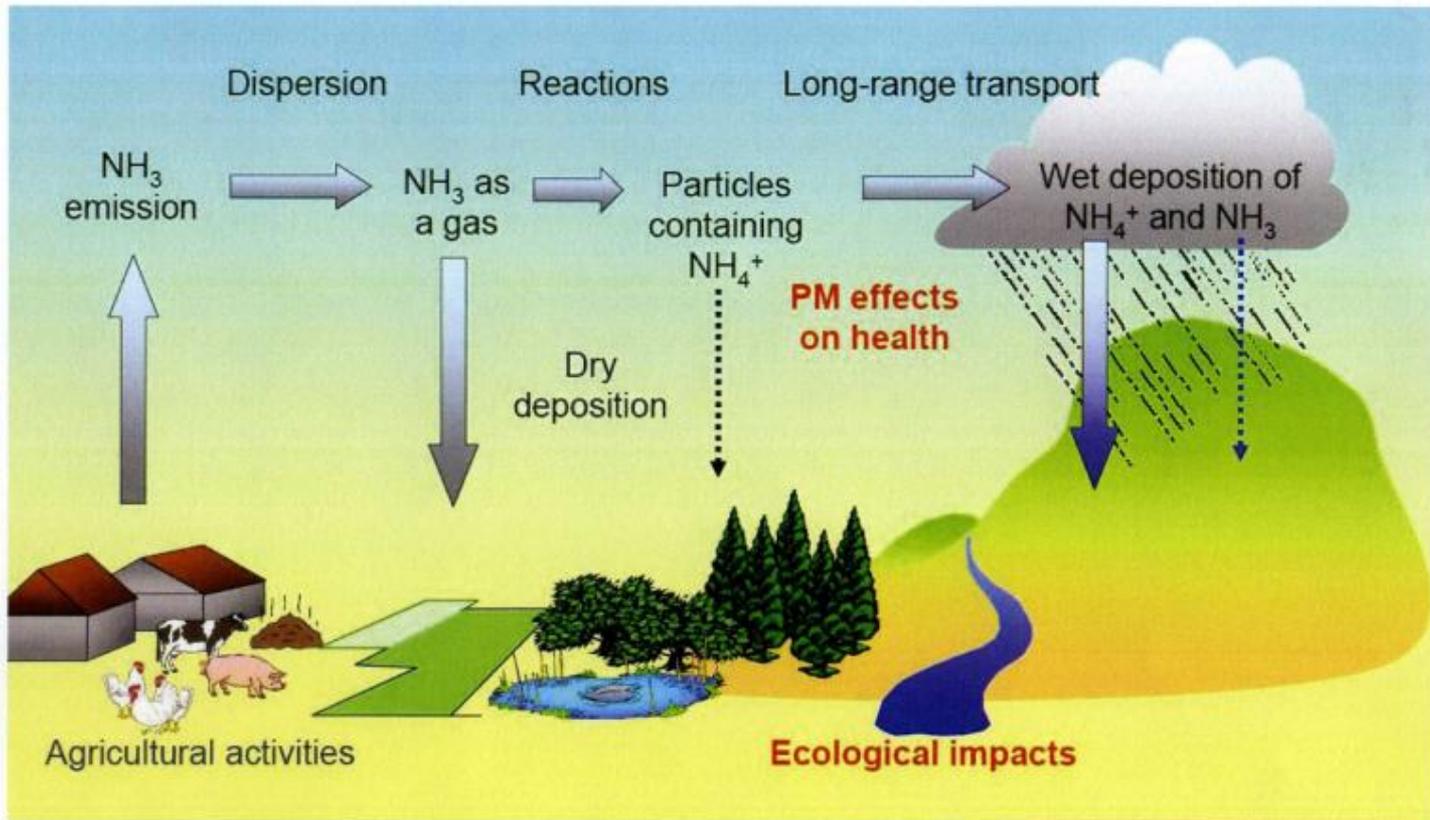
## **NH<sub>3</sub> concentrations derived from IASI observations above the Po Valley**

Lieven Clarisse et al., *Nature Geoscience* 2, 479 - 483 (2009)

Perché.....

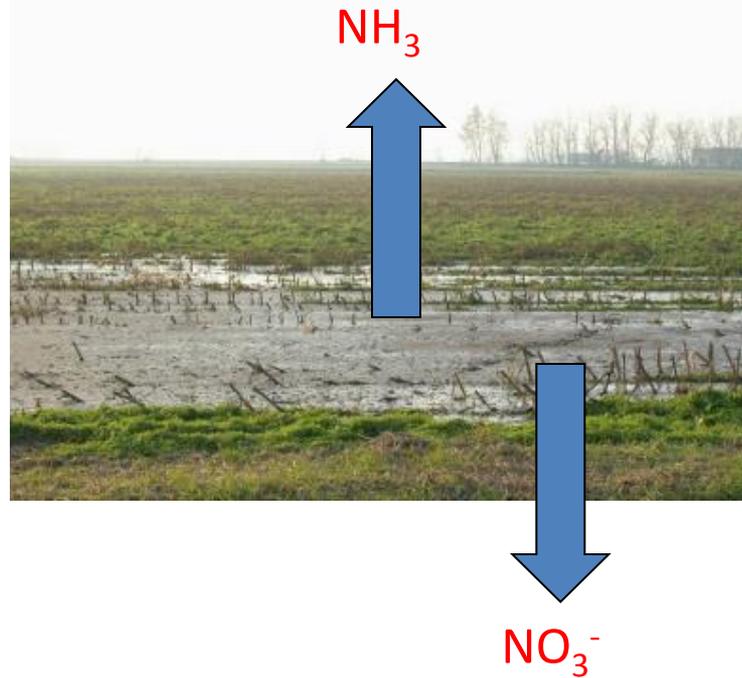
# Problematica $\text{NH}_3$

[Introduzione](#) > [Materiali e metodi](#) > [Risultati e discussione](#) > [Conclusioni](#)



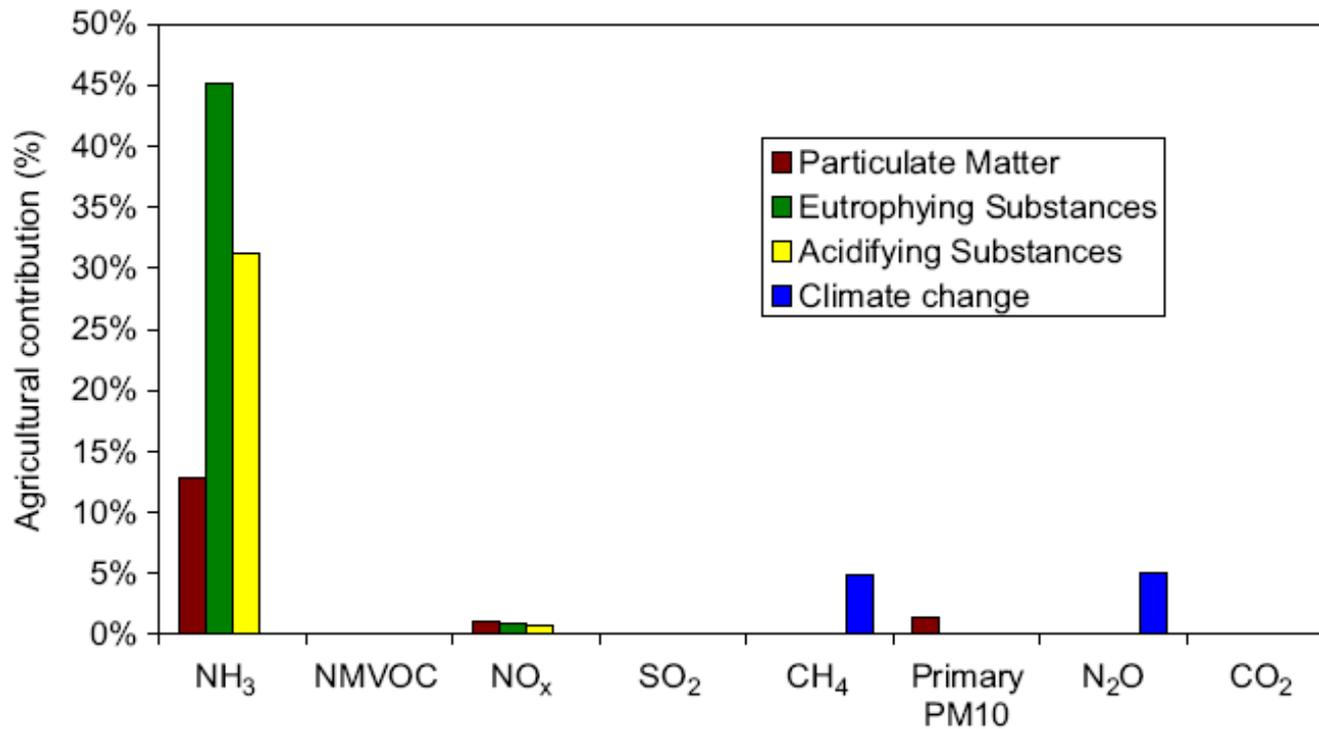
Da: Ferrara, 2009

## USO AGRONOMO DEGLI EFFLUENTI DI ALLEVAMENTO



Cortesia: Sommariva  
ARAL- SATA, 2010

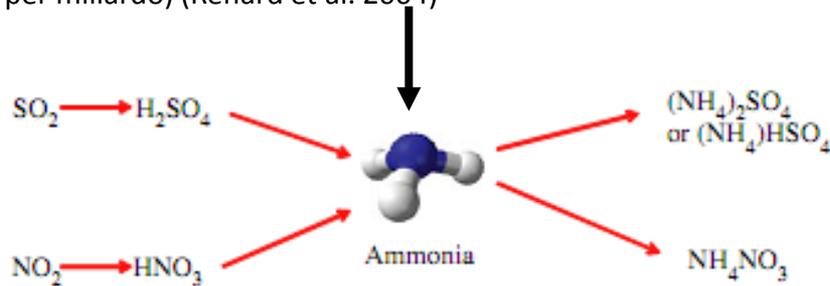




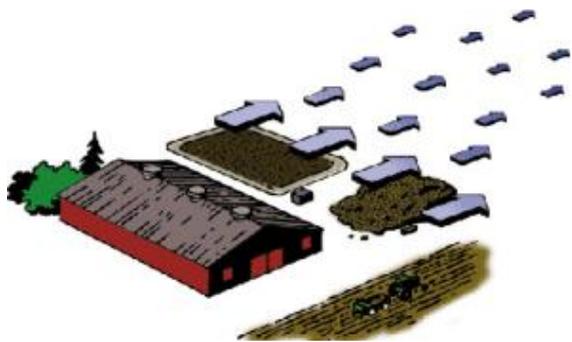
**Figure 2.** Contributo dell'agricoltura alle emissioni (Erisman et al., 2008).

# NH<sub>3</sub> : come contribuisce alla formazione di PM 2.5

Concentrazioni medie di NH<sub>3</sub> in troposfera sono comprese tra 1 e 25 PPB (parti per miliardo) (Renard et al. 2004)



**2** NH<sub>3</sub> reagisce velocemente in atmosfera con acido solforico e acido nitrico dando origine ai corrispondenti sali:

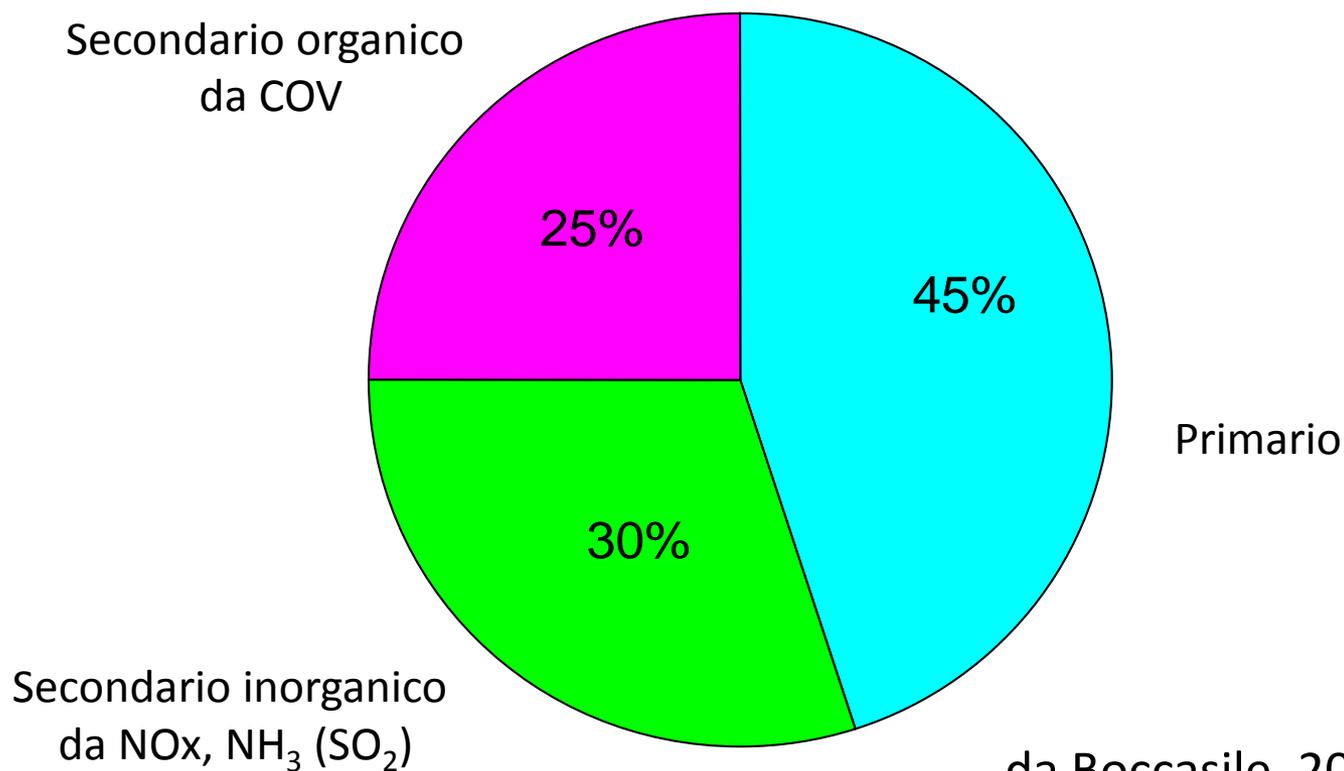


**1** Il processo di formazione e volatilizzazione dell'NH<sub>3</sub> da letame animale avviene in modo istantaneo

ammonio solfato  
ammonio bisolfato  
ammonio nitrato

**4** Sono PM 2.5

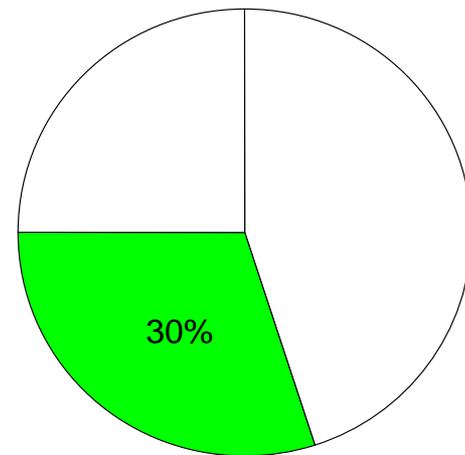
# La composizione del PM10



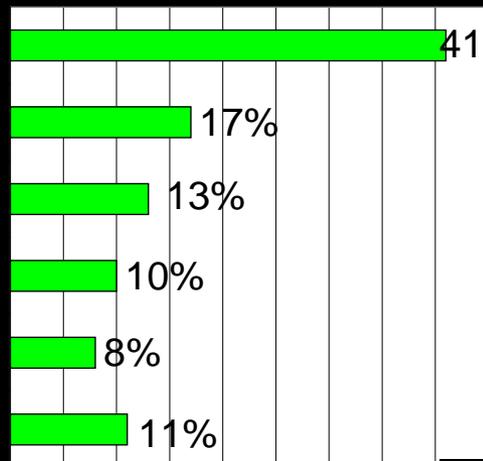
da Boccasile, 2010, dati ARPA

# PM10 secondario inorganico

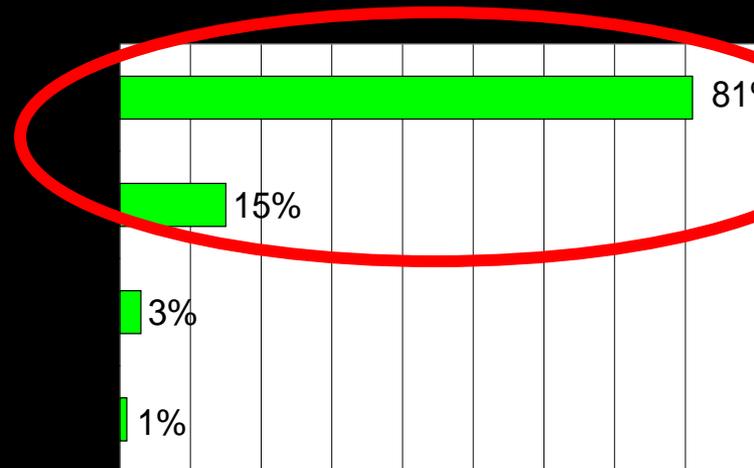
## Principali sorgenti di NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub>



**Secondario Inorganico  
da NO<sub>x</sub> NH<sub>3</sub> (SO<sub>2</sub>)**



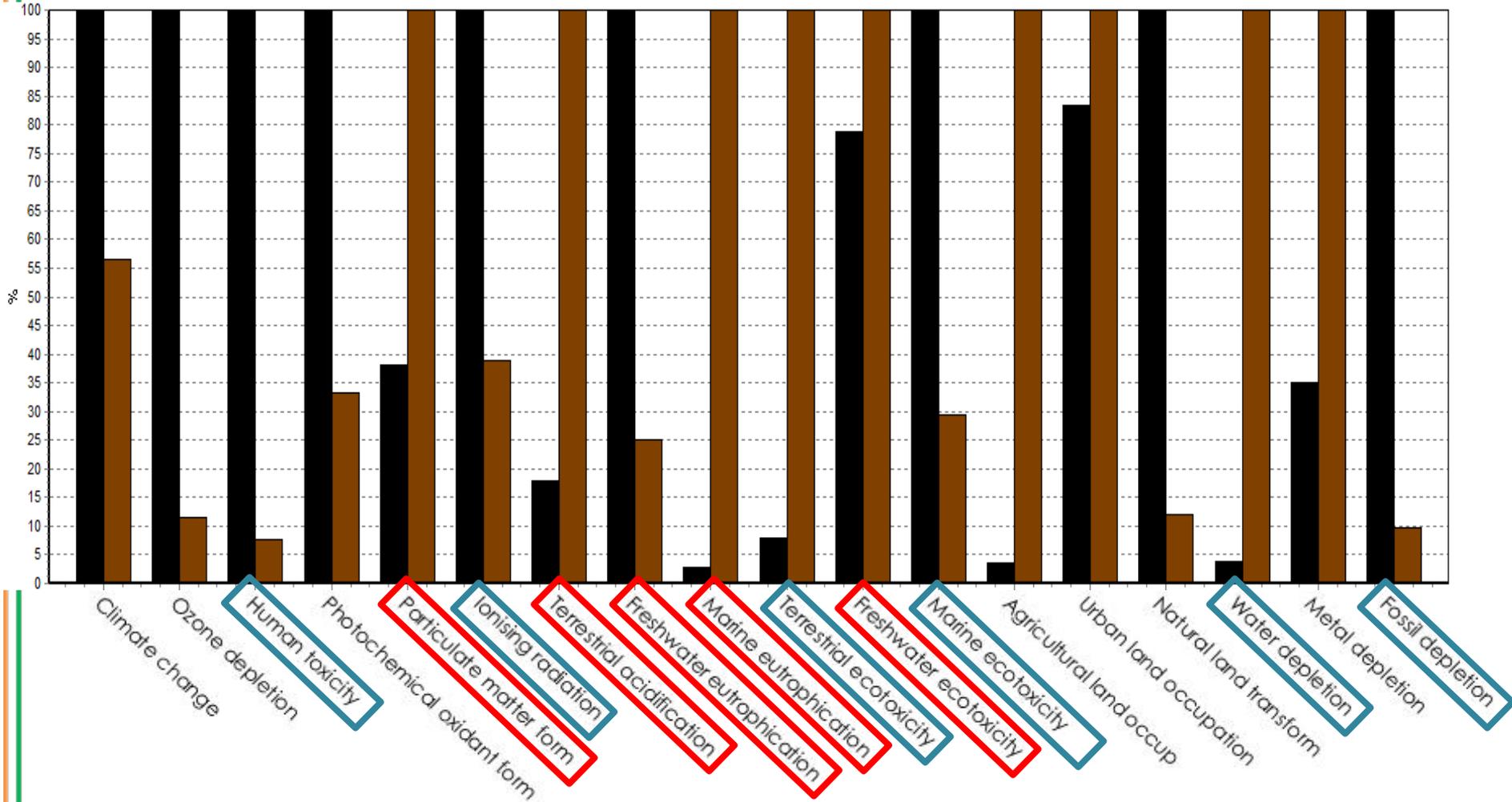
Boccasile, 2010, dati ARPA



Misura degli impatti derivanti dalle  
attività agricole:

Approccio LCA: abbiamo confrontato  
l'impatto della produzione di energia da  
mix energetico con l'impatto della  
attività agricola ...e poi abbiamo inserito  
il biogas.

# CARATTERIZZAZIONE (UNITA' FZ: prod.1 kWh elettrico - metodo: ReCiPe Midpoint (H) V1.06/Europe ReCiPe H)

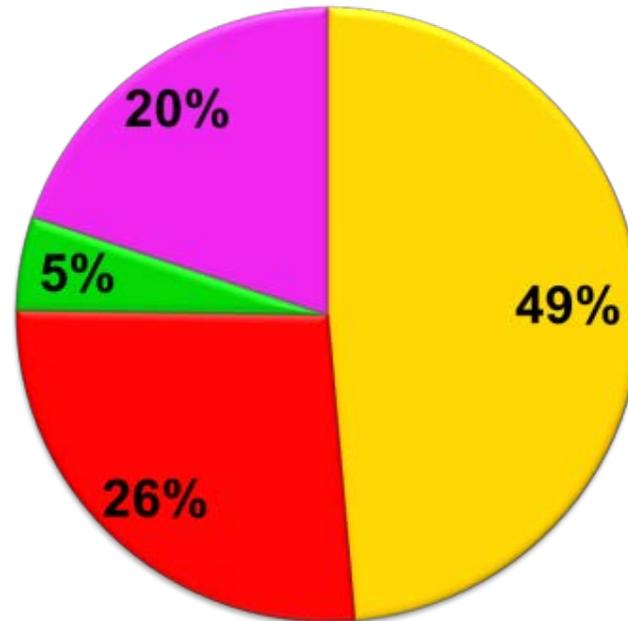


azoto

coltivazioni

## Alimentazione media megadigestore

**LOMBARDIA:  
282 MW**



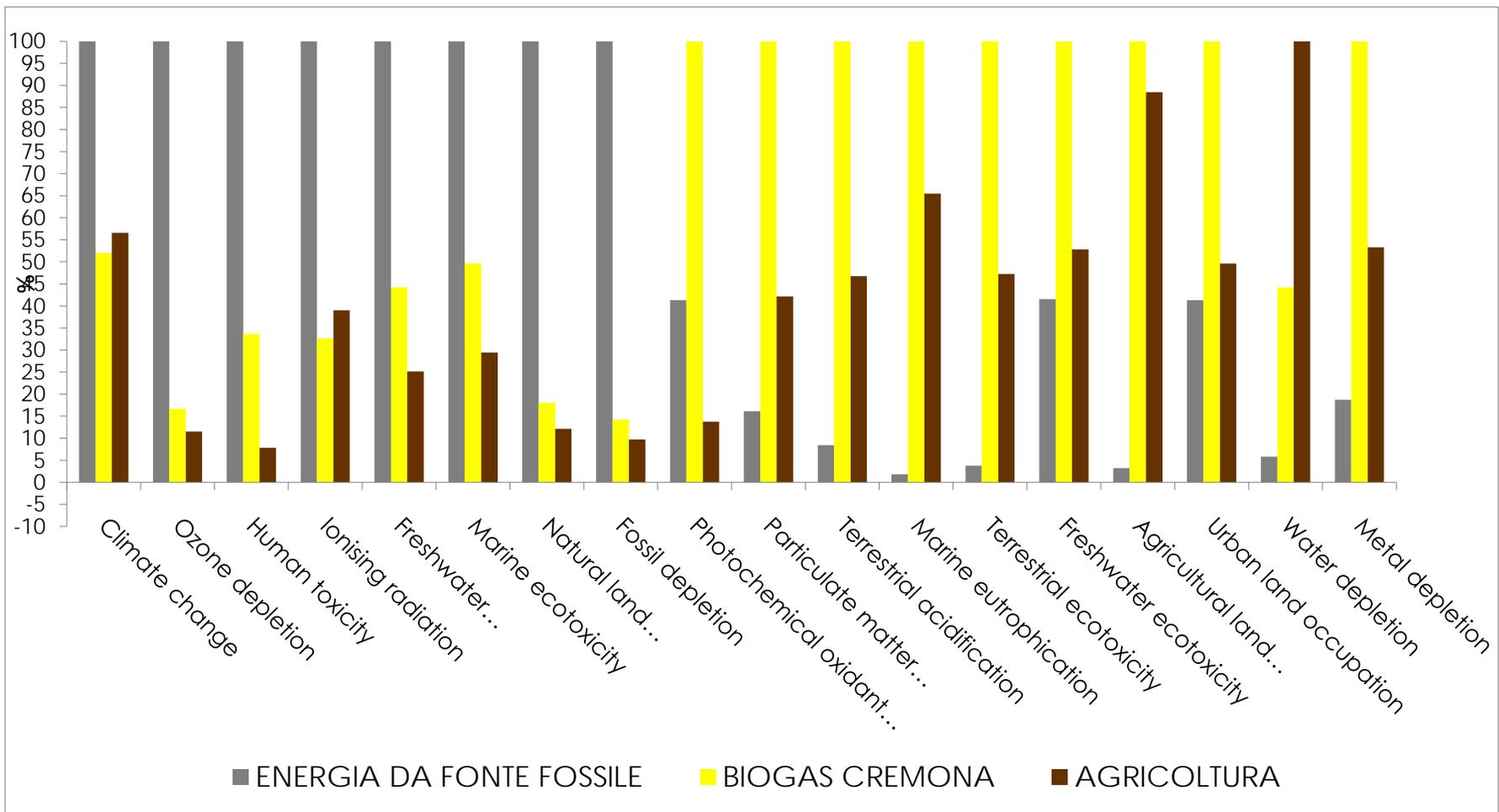
■ Effluenti Zootecnici

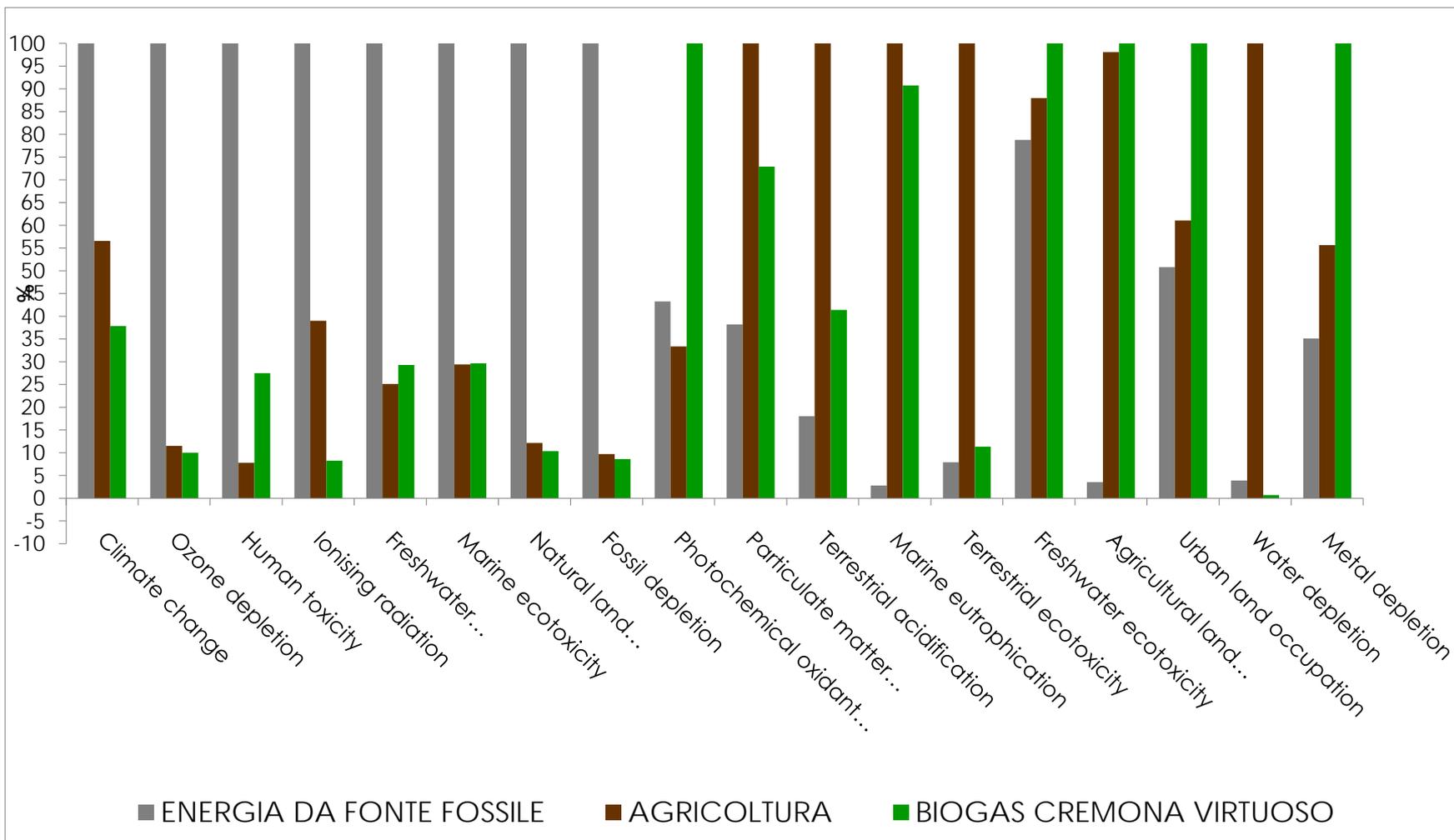
■ Cereali Estivi/Mais

■ Cereali A. Vernini/Triticale

■ Sottoprodotti

Adani et al. (2013) LA DIGESTIONE ANAEROBICA NEL CONTESTO AGRICOLO LOMBARDO ISBN 978-88-908987-0-9, pp.188.



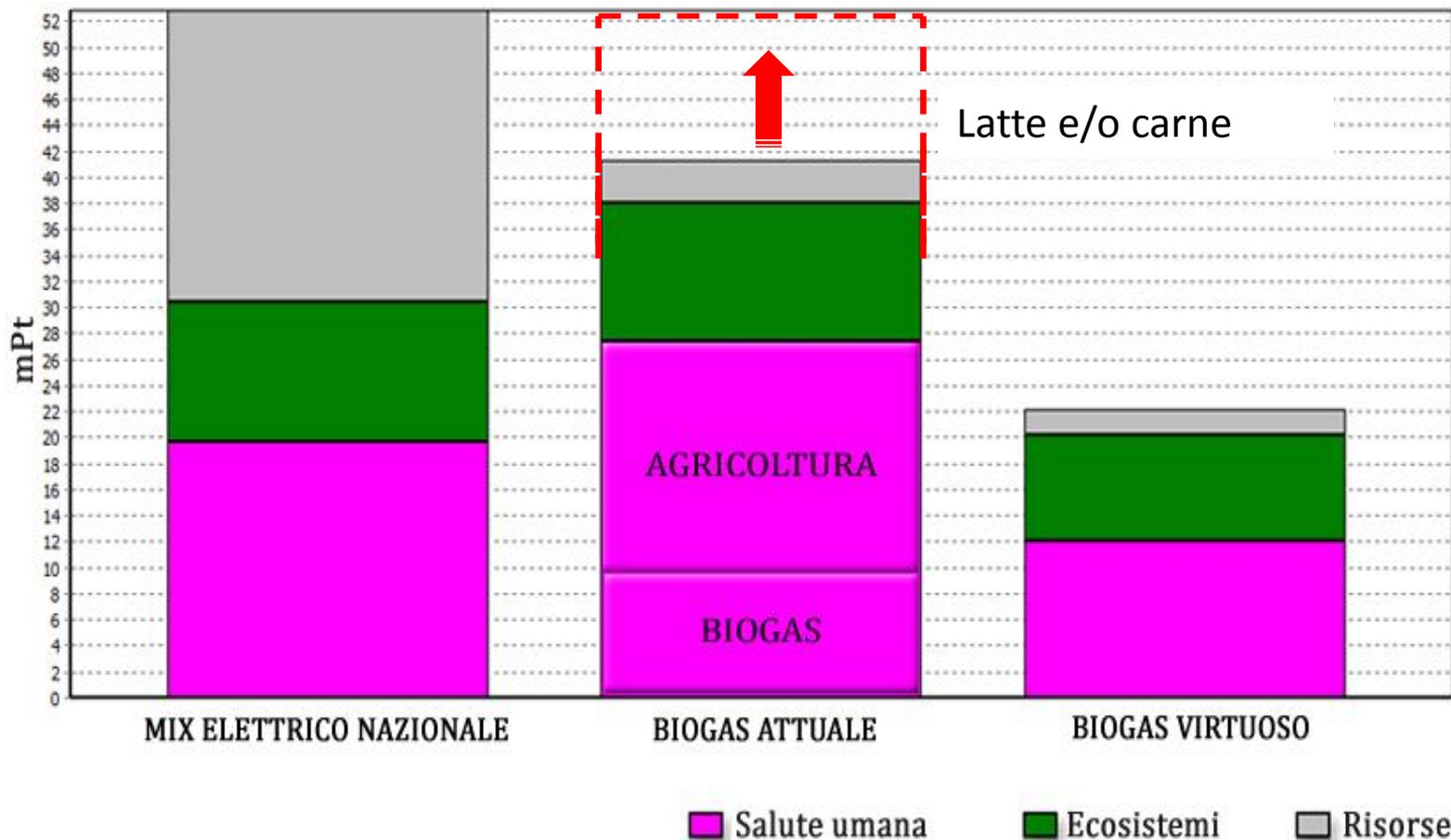


118 indicatori specifici  
(midpoint)

- Climate change
- Ozone depletion
- Human toxicity
- Ionising radiation
- Photochemical oxidant formation
- Particulate matter formation
- Climate change
- Terrestrial ecotoxicity
- Terrestrial acidification
- Agricultural land occupation
- Urban land occupation
- Natural land transformation
- Marine ecotoxicity
- Marine eutrophication
- Freshwater eutrophication
- Freshwater ecotoxicity
- Water depletion
- Metal depletion
- Fossil depletion

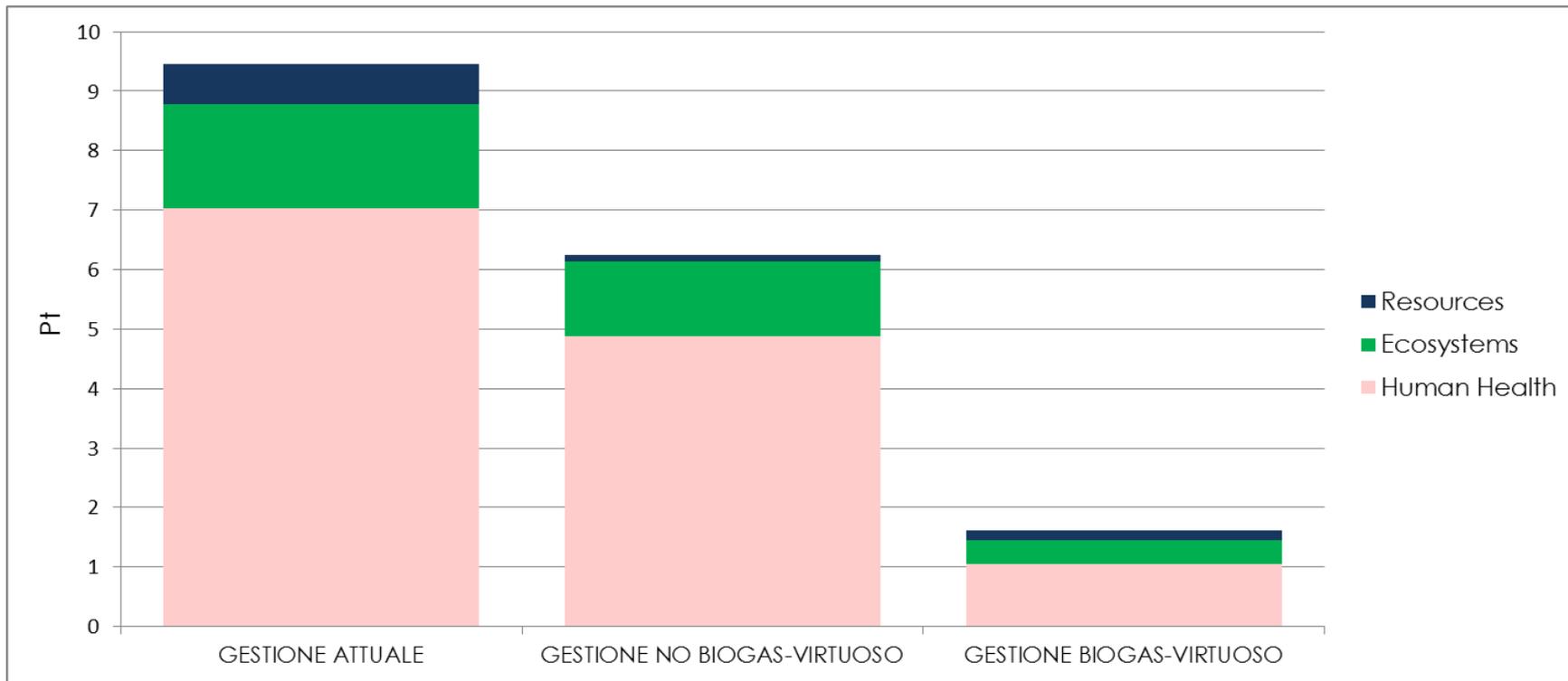
vengono aggregati, attraverso un "set di pesatura", in 3 indicatori endpoint





**Figura 4.1.4. Valutazione dell'impatto – provincia di Cremona: nello scenario attuale viene esplicitata la quota parte del agricoltura e quella del processo di digestione anaerobica e valorizzazione del biogas**

UNITÀ FZ: 1kWh elettrico; metodo: ReCiPe Endpoint (H) V1.06/Europe ReCiPe H/A; mPt: millipoints;

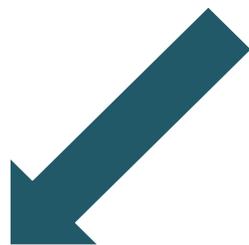


No copertura  
No interrimento

No copertura  
interrimento

Copertura  
Interrimento  
= biogas

La DIGESTIONE ANAEROBICA è un processo che, in ambiente controllato, trasforma i reflui zootecnici in

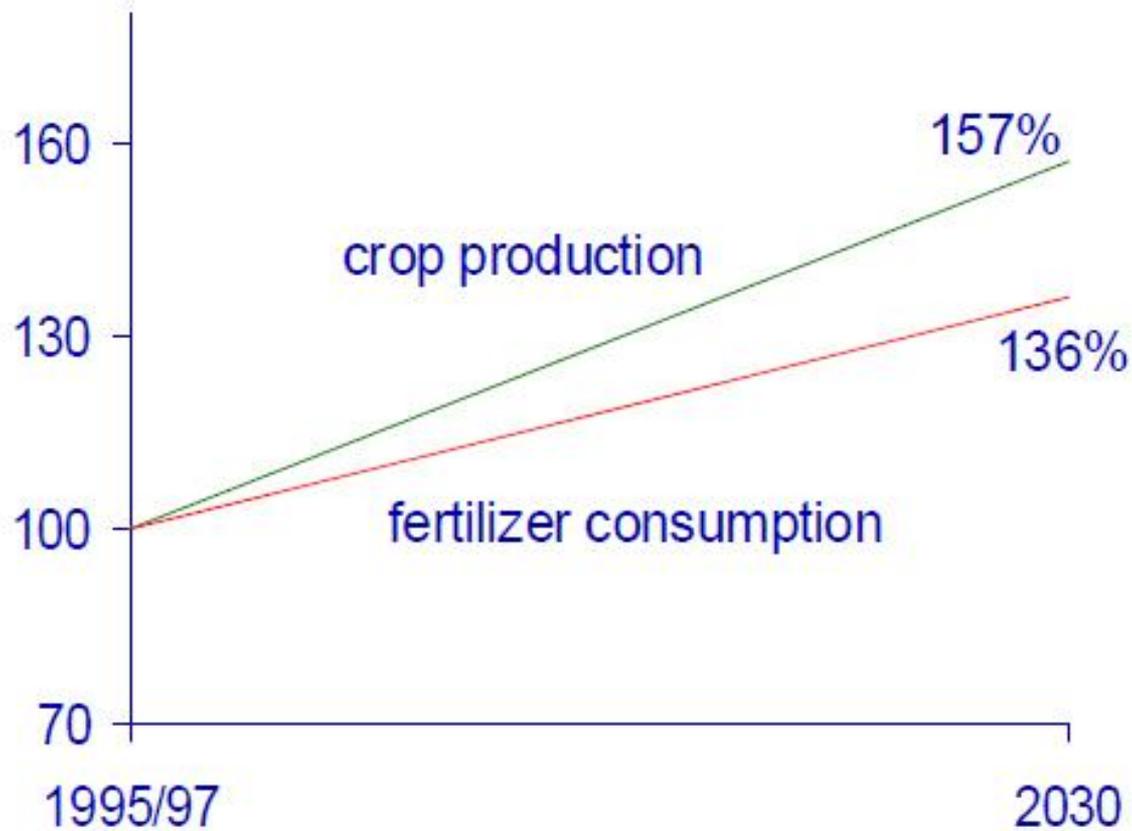


**BIOCOMBUSTIBILE**



**FERTILIZZANTI<sup>®</sup>**  
**RINNOVABILI**

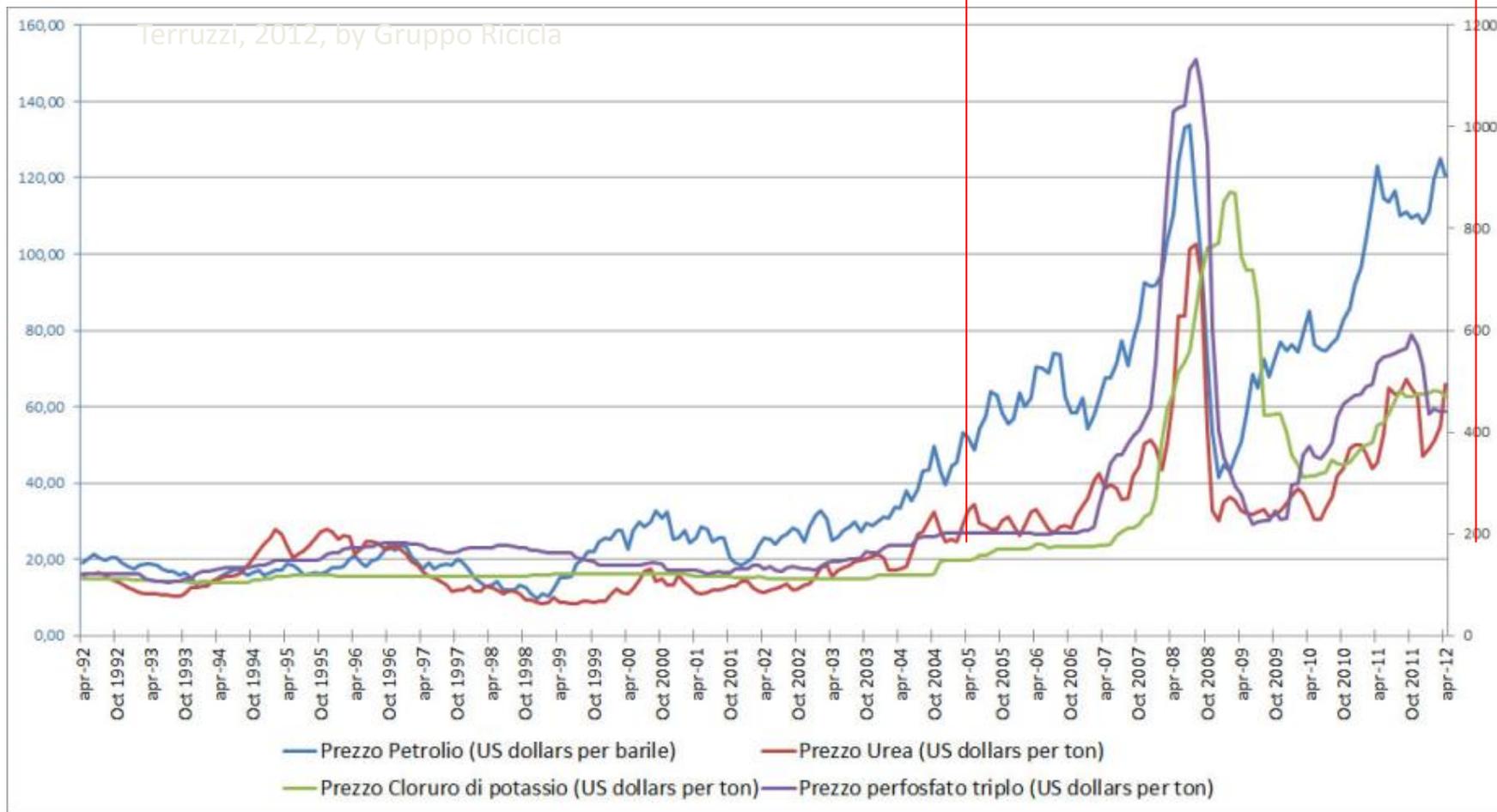
relative increase



Forecast for world crop production and fertilizer consumption (FAO, 2000)

# Prezzo fertilizzanti vs. prezzo petrolio

X 3-4



Source: World Bank

Digestato = risorsa

# GESTIONE DEL DIGESTATO : DISTRIBUZIONE IN COPERTURA

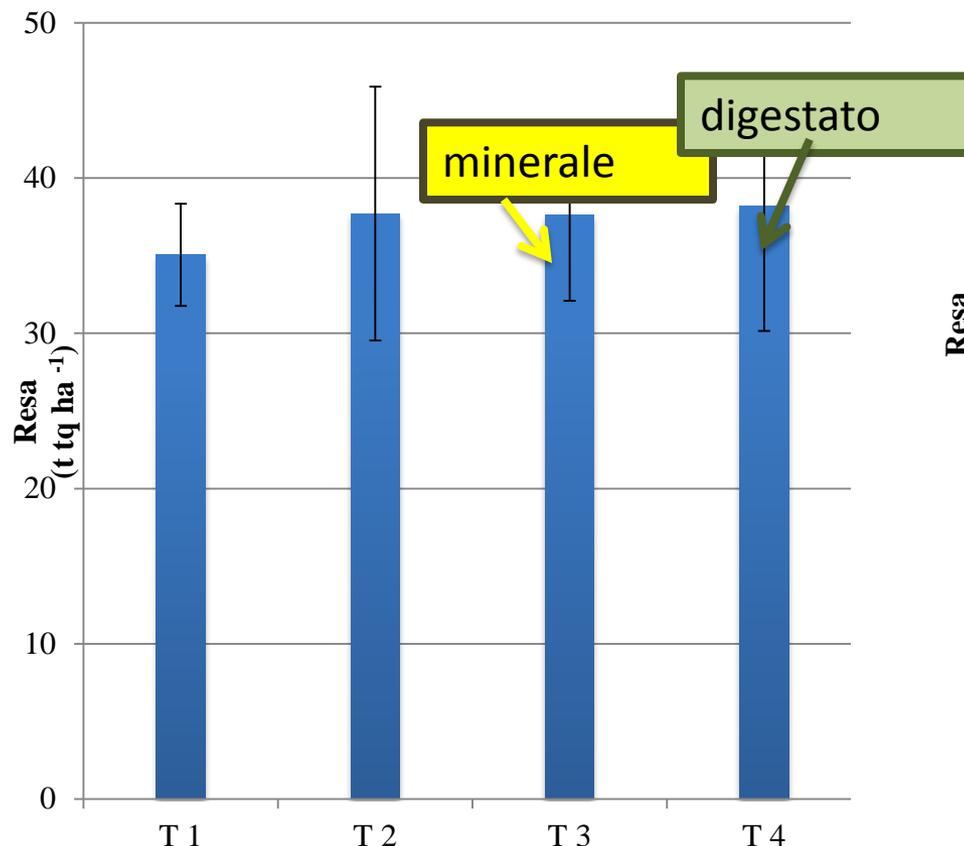
Progetto PILOTA SATA  
Regione Lombardia

Progetto - NERØ  
Regione Lombardia



# AZZERAMENTO DELLA FERTILIZZAZIONE MINERALE

Progetto - NERØ Regione Lombardia



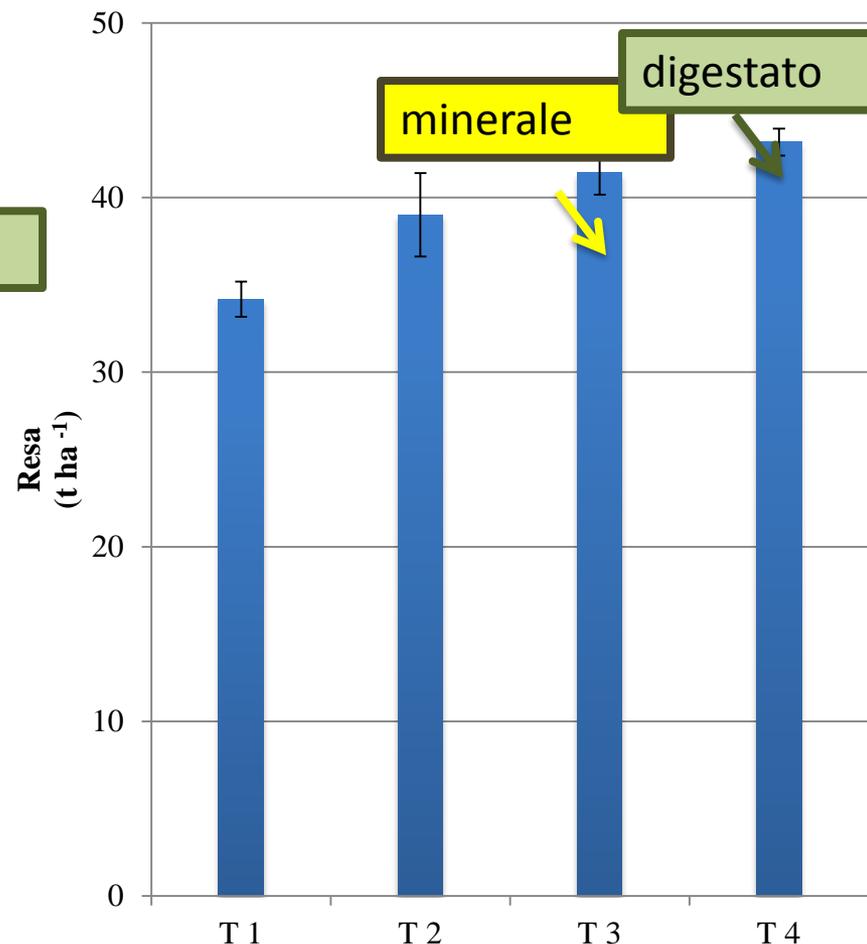
**Grafico 1-a:** resa trinciato di mais tq nelle diverse tesi

T1 = bianco - bianco

T2 = digestato tq superficiale - digestato tq iniettato

T3 = urea - urea

T4= digestato tq iniettato - separato liquido iniettato



**Grafico 1-b:** resa trinciato di mais tq nelle diverse tesi

T1 = bianco - concimazione localizzata

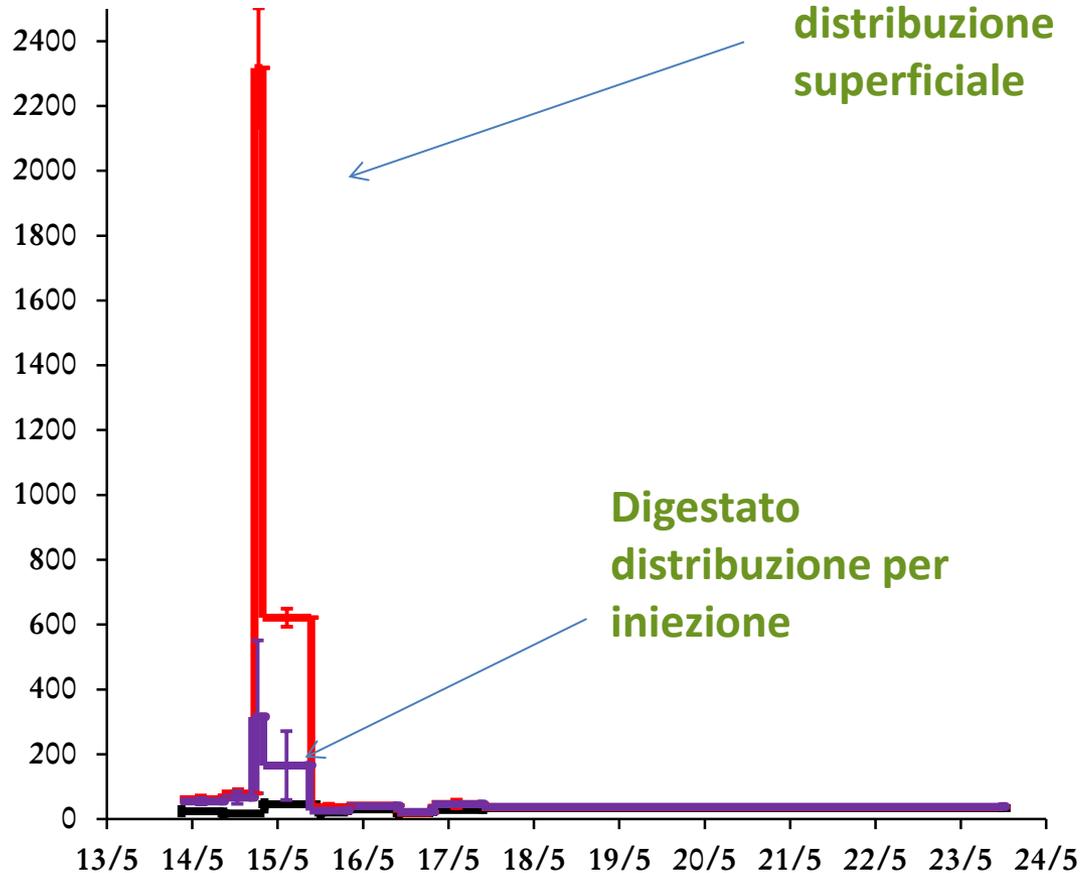
T2 = digestato tq superficiale - concimazione localizzata

T3 = urea - concimazione localizzata

T4= digestato tq interrato - concimazione localizzata

# GESTIONE DEL DIGESTATO : INIEZIONE

EMISSIONI DI AMMONIACA



Digestato  
distribuzione  
superficiale

Digestato  
distribuzione per  
iniezione

Carozzi, Riva, Acutis , Tambone, Adani , 2012  
Progetto - NERØ  
Regione Lombardia



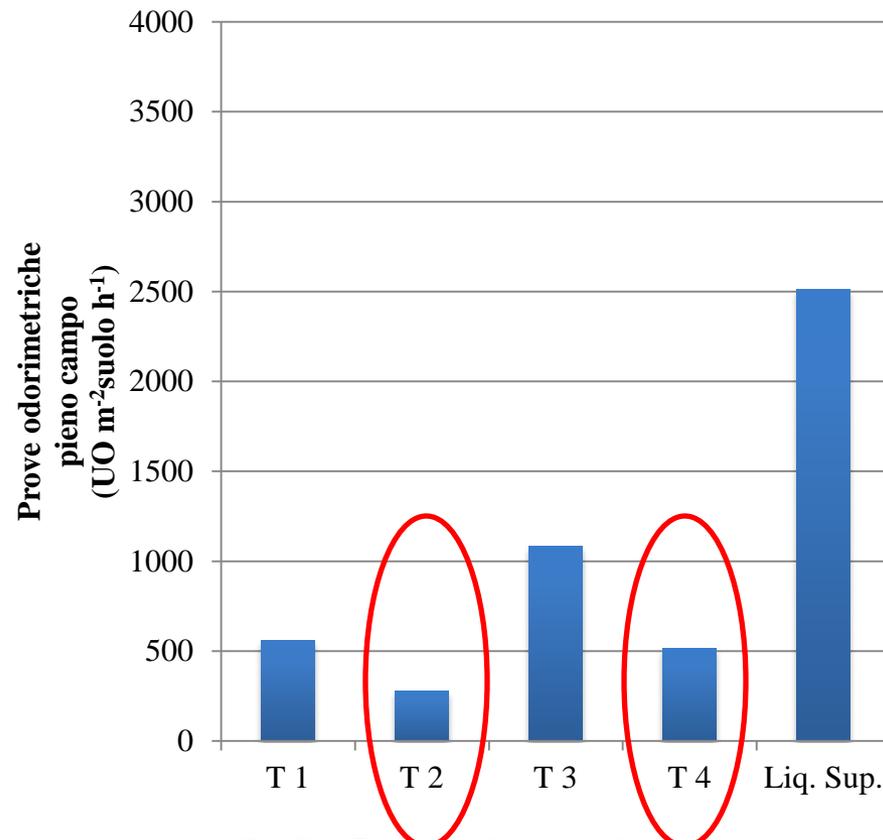
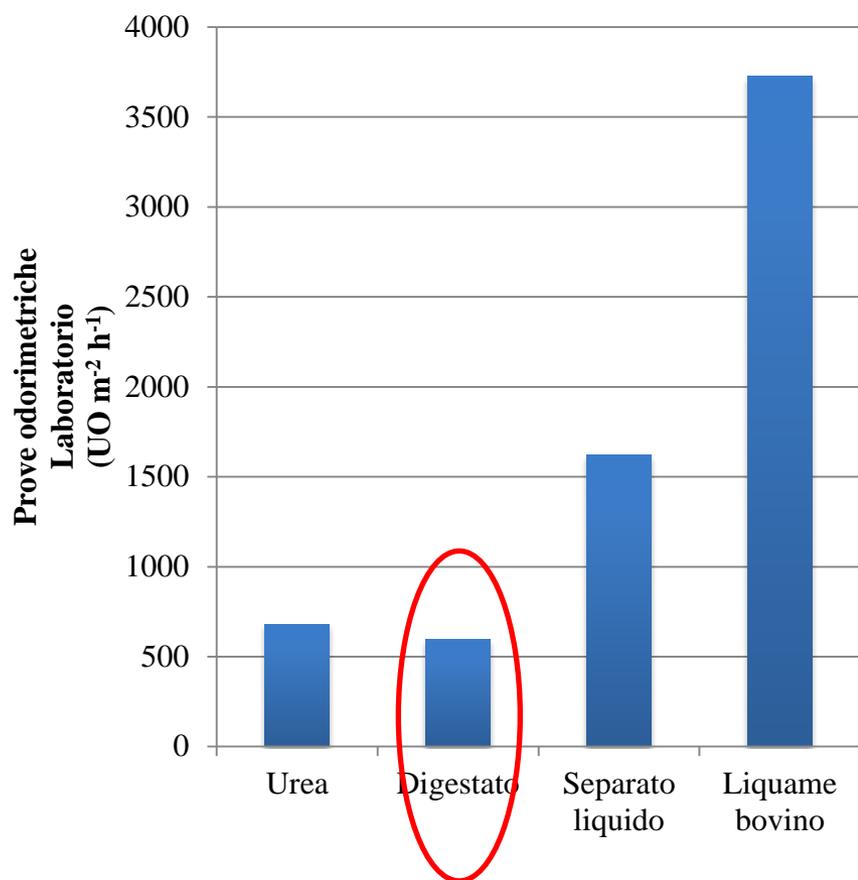
# Misure odorimetriche

Progetto - NERØ regione Lombardia



Milzano (BS)

Copertura



**Grafico 5:** prove odorimetriche in campo

T1 = bianco

T2 = Digestato tq iniettato

T3 = urea

T4 = separato DA liquido iniettato



**Sistema integrato di gestione dei reflui zootecnici per la produzione di energia rinnovabile (digestione anaerobica con produzione di biogas, da cui elettricità e calore in cogenerazione) e produzione di fertilizzanti rinnovabili.**

AZIENDA AGRICOLA BIZZONI F.lli S.s. – SOCIETA' AGRICOLA

GRUPPO RICICLA – DISAA dell'Università degli Studi di Milano



# SOSTITUIRE L' AZOTO DI SINTESI: PERCORSI....

il Gruppo Ricicla dell'Università degli Studi di Milano e Regione Lombardia hanno proposto **dei criteri tecnici per sostituire completamente l'azoto di sintesi con l'azoto contenuto nel digestato** .

La proposta tecnica si basa sul fatto che il digestato con un alto tenore di azoto ammoniacale ( $N-NH_4/N_{tot} > 0.7$ ) è **assimilabile (medesima efficienza) ad un fertilizzante azotato tipo urea o solfato ammonico**.

Se gestito correttamente: i.e. vasche **di stoccaggio coperte** ed utilizzo per iniezione o interramento immediato.

# DECRETO SVILUPPO (DL 83, 22 GIUGNO 2012)

Decreto Sviluppo (dl 83, 22 giugno 2012) cita testualmente: “è considerato sottoprodotto il digestato ottenuto in impianti aziendali o interaziendali dalla digestione anaerobica,

Decreto Sviluppo (dl 83, 22 giugno 2012)

.....sono definite le caratteristiche e le modalità di impiego del digestato equiparabile, per quanto attiene agli effetti fertilizzanti e all'efficienza di uso, ai concimi di origine chimica”.

Proposta **Gruppo Ricicla** e Regione Lombardia:

Frazione liquida = fertilizzante se:

<b>Digestione efficiente + separazioni efficienti</b>	<b>N-NH<sub>4</sub> &gt; 70-80%</b>
<b>Efficienza di utilizzo alla coltura</b>	<b>90%</b>

Digestione efficiente secondo parametri:

- Stabilità biologica
- Aspetti igienico-sanitari
- Titolo N<sub>tot</sub>
- Titolo N- NH<sub>4</sub>

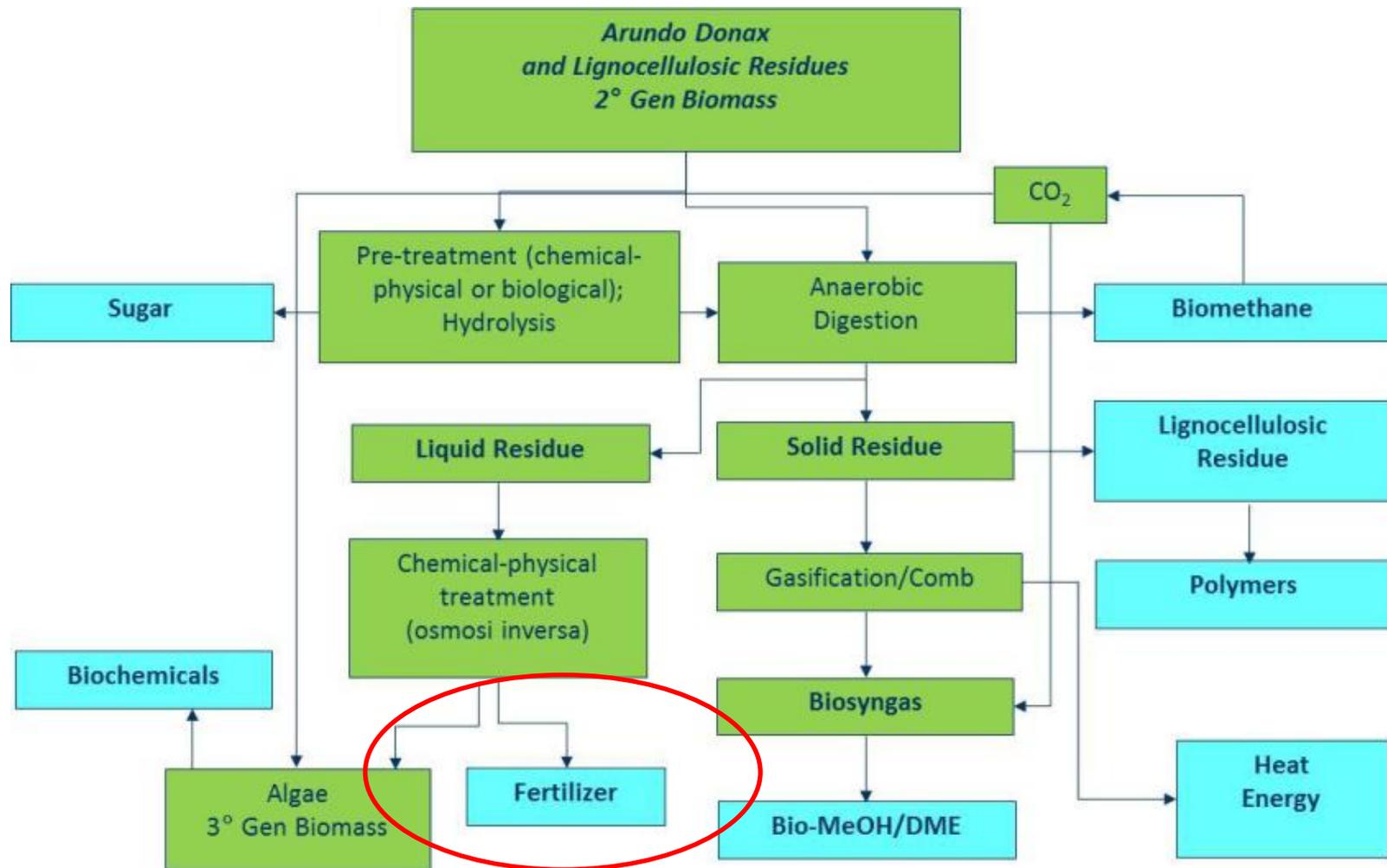
Efficienza di utilizzo

- **dose N a bilancio coltura**
- copertura vasche di stoccaggio
- distribuzione con iniezione, interrimento immediato o fertirrigazione localizzata

Il futuro ??????

...bioraffineria

# Regione Lombardia –CARILPLO BIOREFILL - project ID 42611813



Picture II Integrated bio-refinery chart (green) with the products obtainable (light blue)







# Insieme per una bio-economia di eccellenza

**SMART**  
**Chemistry**  
**Agriculture**  
**INDUSTRY**  
**Value**  
**Bioenergy**  
**innovation**

**Biomass**  
**NETWORKING**  
**TECHNOLOGY**  
**Research**  
**GREEN**  
**ECONOMY**

## Lombardia driver per l'innovazione

La partecipazione all'Associazione offre opportunità di crescita per le imprese, l'accesso a iniziative di informazione e sensibilizzazione, permette di meglio rappresentare gli interessi del settore nella definizione di politiche di supporto e di avere visibilità a livello nazionale ed europeo. Tutte le imprese (agricole, forestali, industriali, di servizi), le Università, le associazioni e gli enti pubblici e privati che hanno interesse per questi temi, possono iscriversi. Tutte le informazioni sono disponibili su [www.chimicaverdelombardia.it](http://www.chimicaverdelombardia.it)

## La catena del valore

Lo sviluppo della Bioeconomia è un passaggio obbligato per affrontare le grandi sfide planetarie: mutamenti climatici, scarsità di risorse, tutela dell'ambiente, multifunzionalità dell'agricoltura, salute, miglioramento delle condizioni di vita della popolazione, nuove opportunità di crescita e occupazione, rafforzamento della competitività delle imprese.

Per maggiori informazioni

[www.chimicaverdelombardia.it](http://www.chimicaverdelombardia.it) | [segreteria@chimicaverdelombardia.it](mailto:segreteria@chimicaverdelombardia.it)

**Fabrizio Adani**  
*Full Professor*



**Fulvia Tambone**  
*Researcher*



**Barbara Scaglia**  
*Biologist*



**Andrea Schievano**  
*Environmental Engineer*



**Giuliana D Imporzano**  
*Agronomist*



**Valentina Orzi**  
*Agronomist*



**Silvia Salati**  
*Environmental Scientist*

**Claudio Ledda**  
*Biotechnologist*



# GRUPPO RICICLA



**Ester Manzini**  
*Agronomist*

**Tommy Pepè Sciarria**  
*Biologist*



**Arjana Doda**  
*Pharmacist*



**Samuele Lonati**  
*Agronomist*



**Laura Terruzzi**  
*Natural scientist*



**Carlo Riva**  
*Agronomist*



**Michele Pognani**  
*Agronomist*



**Luca Corno**  
*Agronomist*