

# Ambiente e salute

art. 32: Stati Generali della salute in Sicilia

O P E R A



RESEARCH CENTER

**Ettore Capri**

Palazzo dei Normanni - Palermo

7 giugno 2011



UNIVERSITÀ  
CATTOLICA  
del Sacro Cuore

# I contaminanti di aria, acqua e suolo

## Vecchi contaminanti

PCB

Diossina

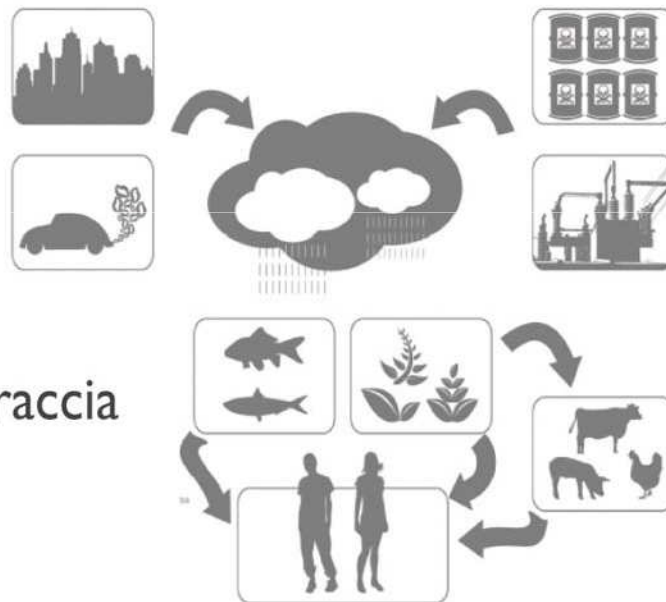
Aldrin

DDT

Dieldrin

Pesticidi

Elementi in traccia



## Nuovi contaminanti

PBDE

BFR

PFOS/A

PBB

## Contaminanti sconosciuti

Sottoprodotti  
di trasformazione persistenti  
Emissione di sostanze  
non autorizzate

O P E R A



RESEARCH CENTER

# Domande frequenti

**D:** “La contaminazione ambientale è un problema di sicurezza sanitaria?”

Perché è oggi così importante?

**R:** “Le ragioni economiche portano ad un’aumento del commercio globale e della produzione industriale.”



OPERA

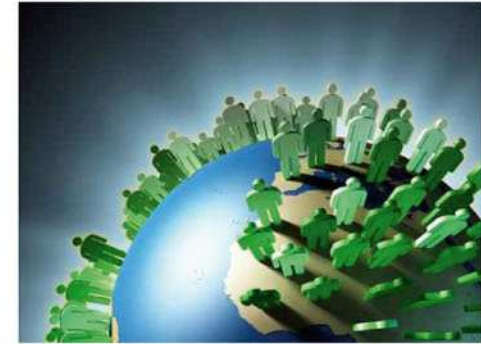


RESEARCH CENTER

# Forme di neocolonialismo?...

## Crescita globale della domanda

- La popolazione mondiale cresce
- Aumenta il potere d'acquisto pro-capite



O P E R A



RESEARCH CENTER

# Forme di neocolonialismo?...

## Crescita globale della domanda

- La popolazione mondiale cresce
- Aumenta il potere d'acquisto pro-capite



## Limitata crescita dell'offerta alimentare

- Crescita limitata dell'agricoltura
- Diminuzione della produttività agricola



OPERA



RESEARCH CENTER

# Forme di neocolonialismo?...

## Crescita globale della domanda

- La popolazione mondiale cresce
- Aumenta il potere d'acquisto pro-capite



## Limitata crescita dell'offerta alimentare

- Crescita limitata dell'agricoltura
- Diminuzione della produttività agricola



## Perdita di beni e servizi ecosistemici

OPERA



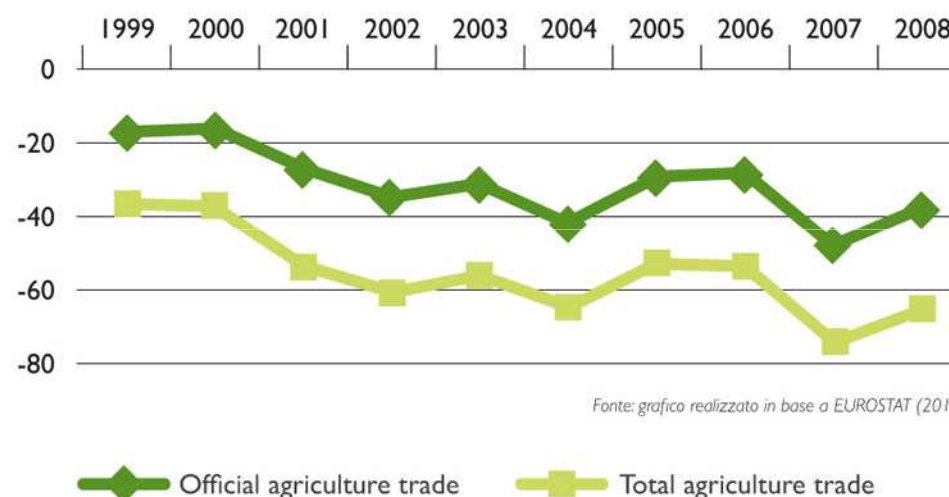
RESEARCH CENTER

# Europa: il più importante importatore del mondo

## 1999-2008

- EU import nel 2008  
45.5 miliardi di dollari
  - quantità esportata si riduce di 3 milioni di tonnellate
  - quantità importata aumenta di 25 milioni di tonnellate

Net trade quantities, EU-27,  
1999-2008 (in million tons)



OPERA



RESEARCH CENTER

# Il commercio virtuale di suolo

## 2007/08

- Importazione: 34.9 mill. ha.  
Territorio della Germania: 35.7 mill. ha.

## Evoluzione dal 1999-2000 al 2007-2008

- Esportazione: **diminuisce** di 14 mill. ha.
- Importazione: **aumenta** a 49 mill. ha.  
Import aumenta di 10 mill. ha.  
Territorio del Portogallo: 9.3 mill. ha



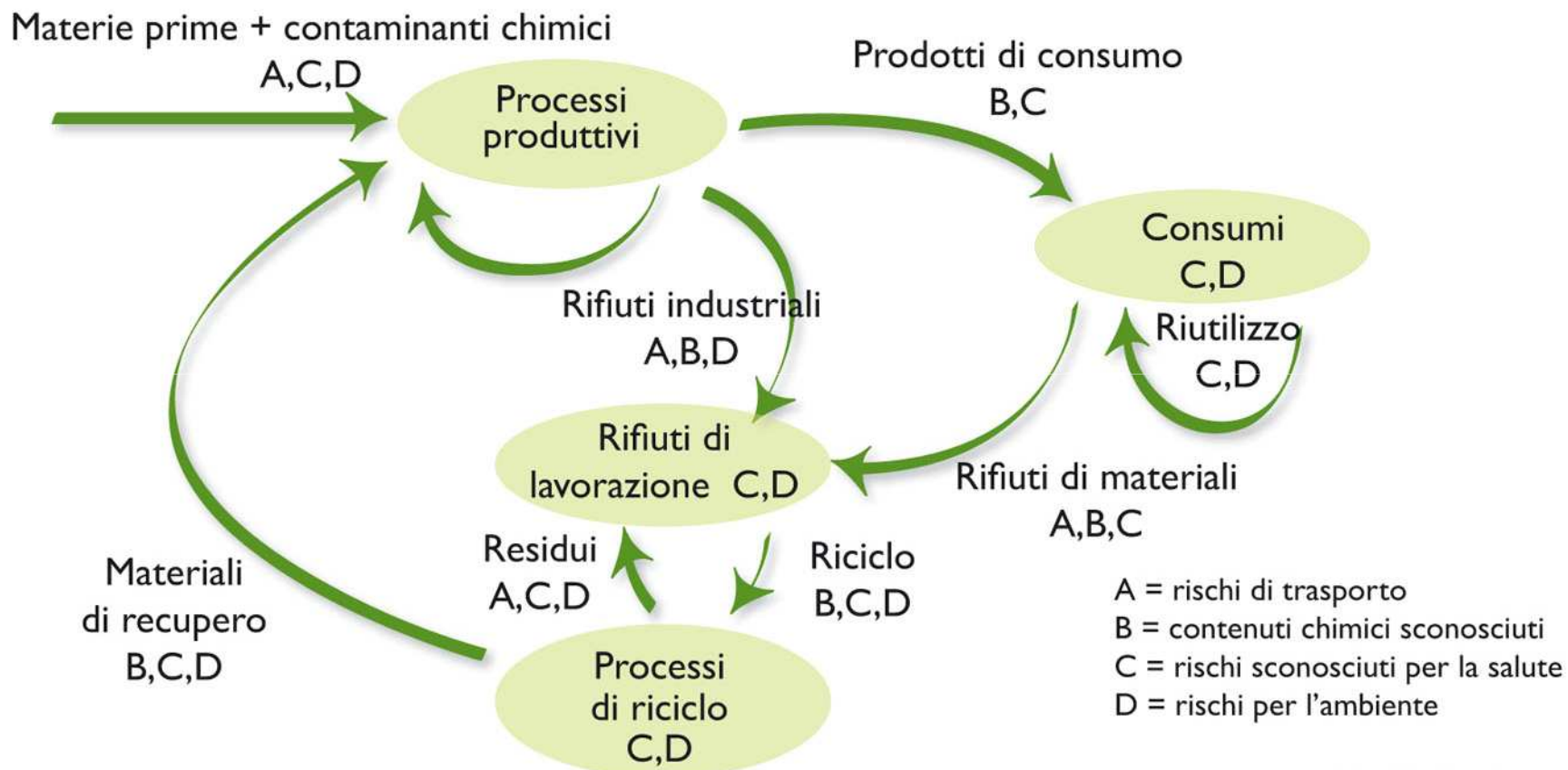
OPERA



RESEARCH CENTER



# Flussi di un'economia circolare in una scala globale

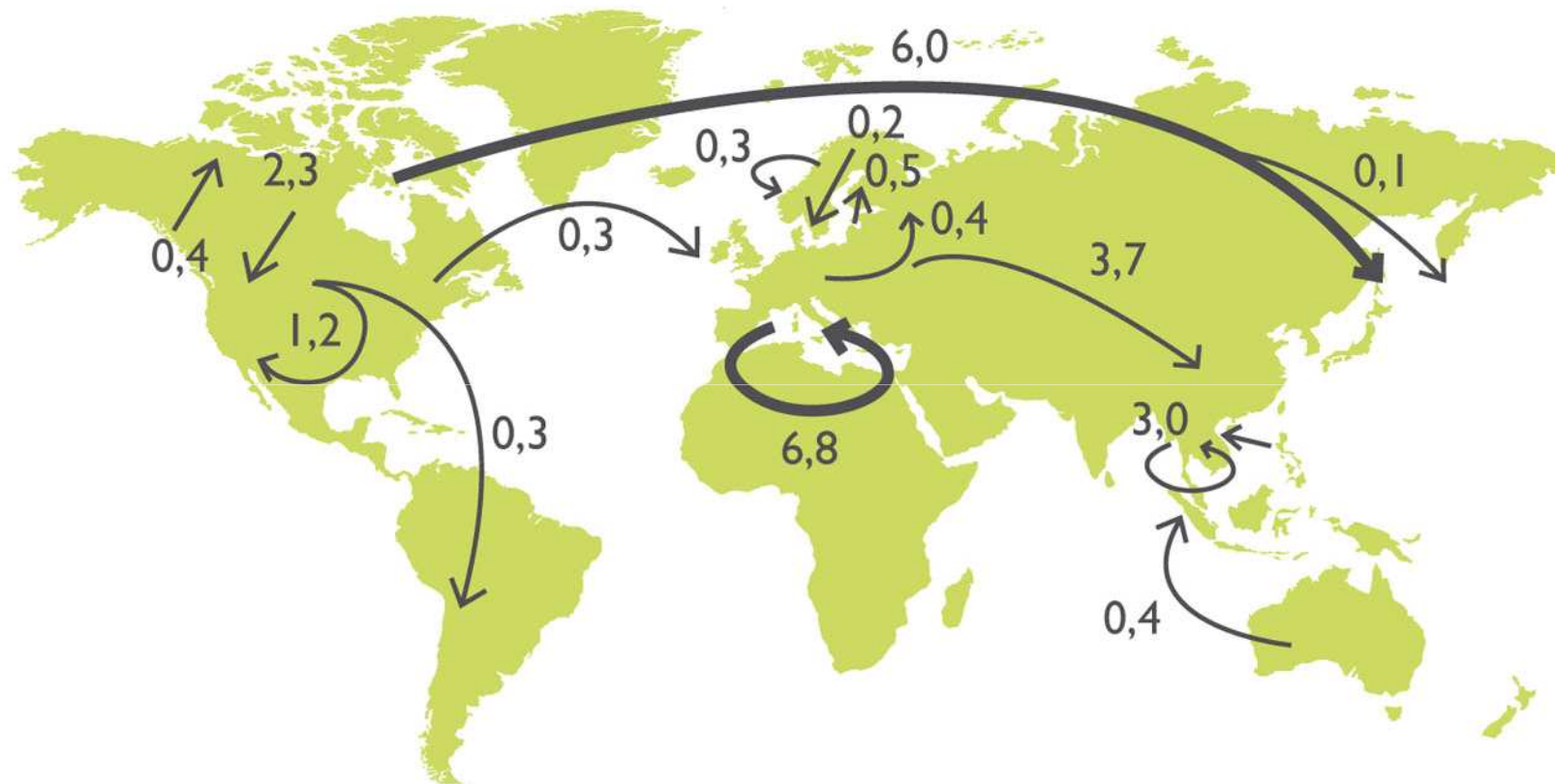


OPERA



RESEARCH CENTER

# Carta riciclata: i flussi commerciali più importanti nel 2002



TOTALE: 26 milioni di tonn.

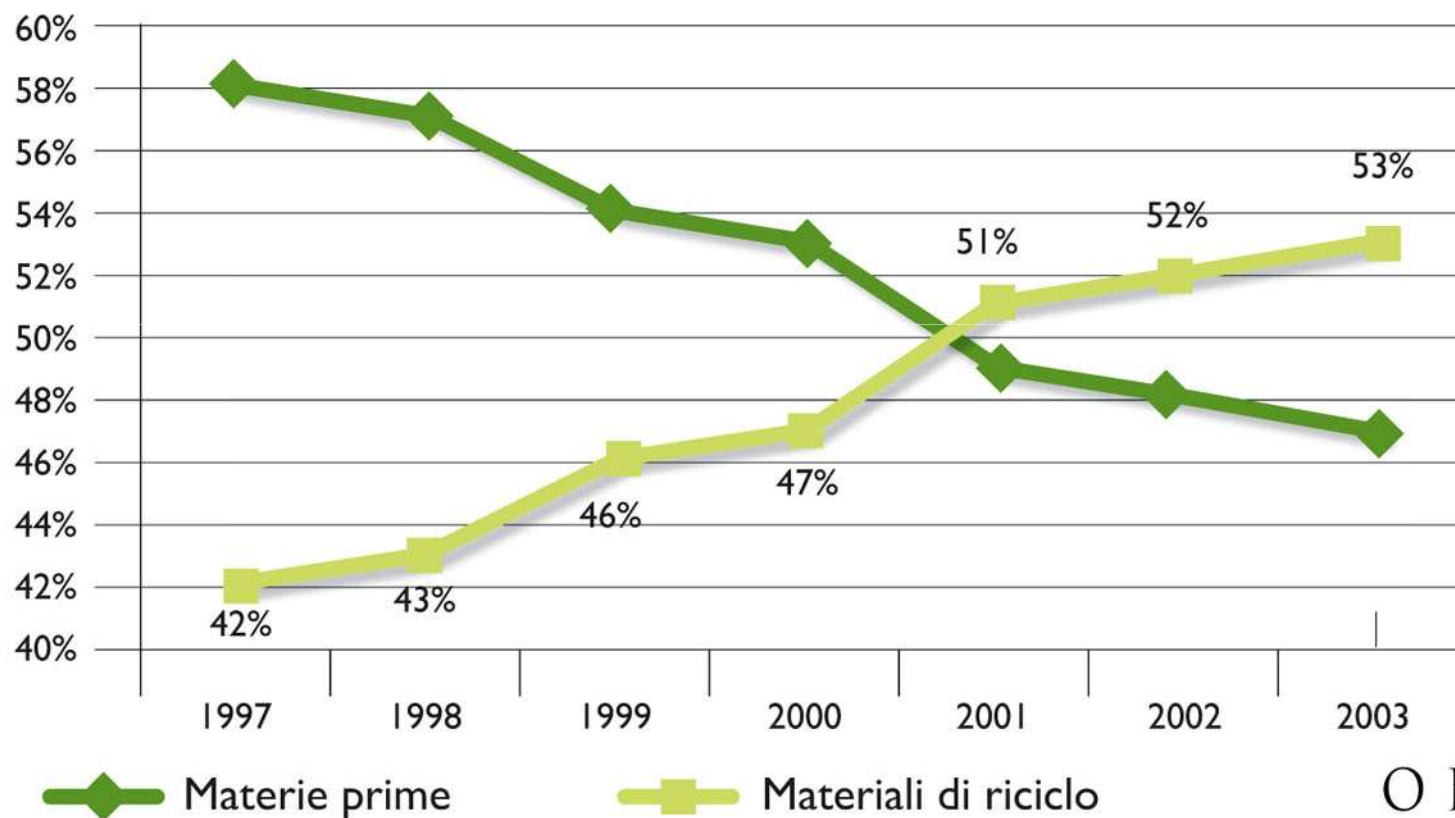
OPERA



RESEARCH CENTER

# L'importanza del recupero nel settore plastica

Percentuale di plastica riciclata rispetto al totale utilizzato

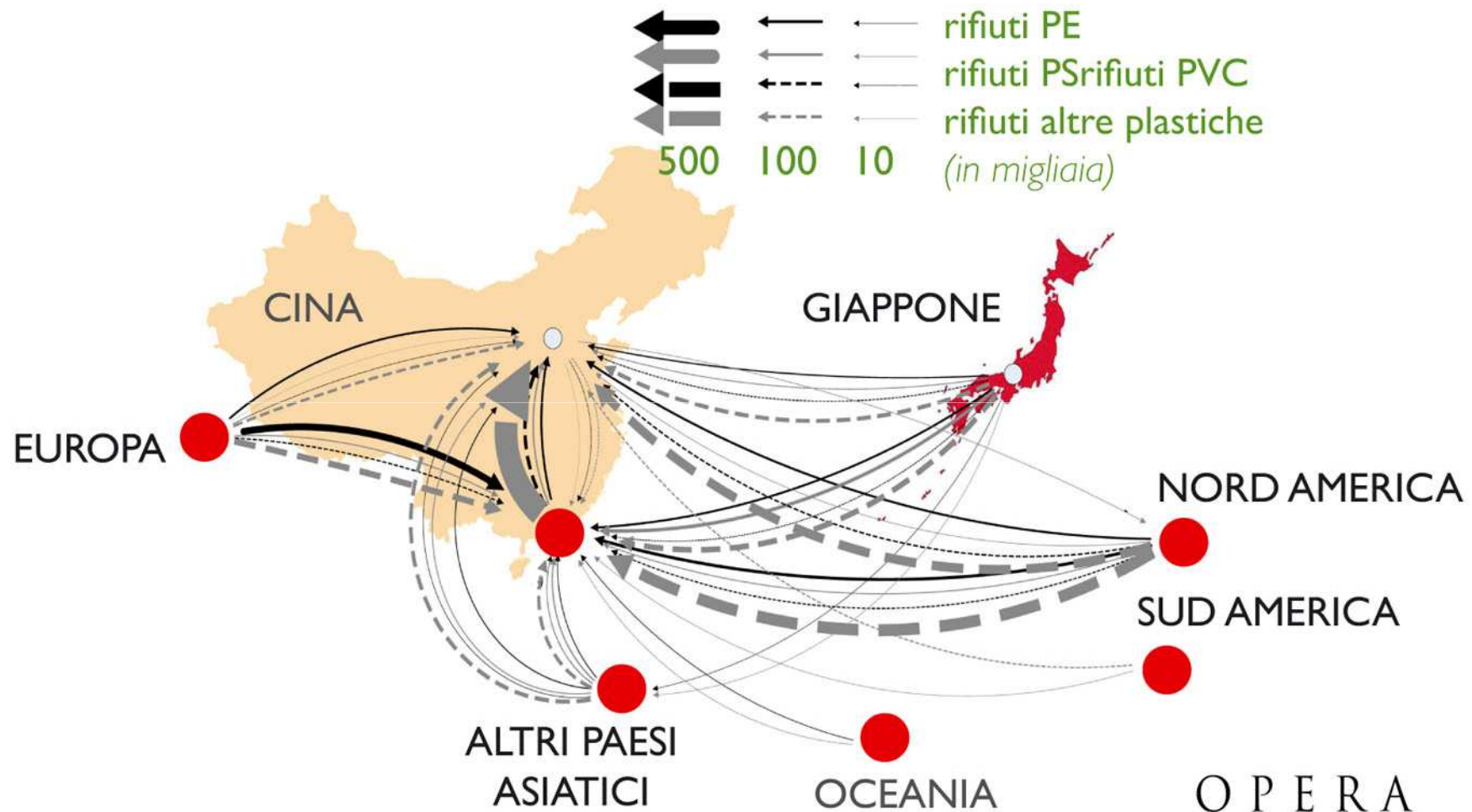


OPERA



RESEARCH CENTER

# Tante plastiche = enorme uso di additivi



OPERA



RESEARCH CENTER

# Altre motivazioni

- Risorsa acqua sempre più scarsa e costosa

O P E R A



RESEARCH CENTER

# Altre motivazioni

- Risorsa acqua sempre più scarsa e costosa
- Maggiore richiesta di protezione ambientale da parte della popolazione

O P E R A



RESEARCH CENTER

# Altre motivazioni

- Risorsa acqua sempre più scarsa e costosa
- Maggiore richiesta di protezione ambientale da parte della popolazione
- Sviluppo della bioeconomia

O P E R A



RESEARCH CENTER

# Altre motivazioni

- Risorsa acqua sempre più scarsa e costosa
- Maggiore richiesta di protezione ambientale da parte della popolazione
- Sviluppo della bioeconomia
- Aumento dei costi dell'energia

O P E R A



RESEARCH CENTER



# Altre motivazioni

- Risorsa acqua sempre più scarsa e costosa
- Maggiore richiesta di protezione ambientale da parte della popolazione
- Sviluppo della bioeconomia
- Aumento dei costi dell'energia
- Cambiamenti climatici

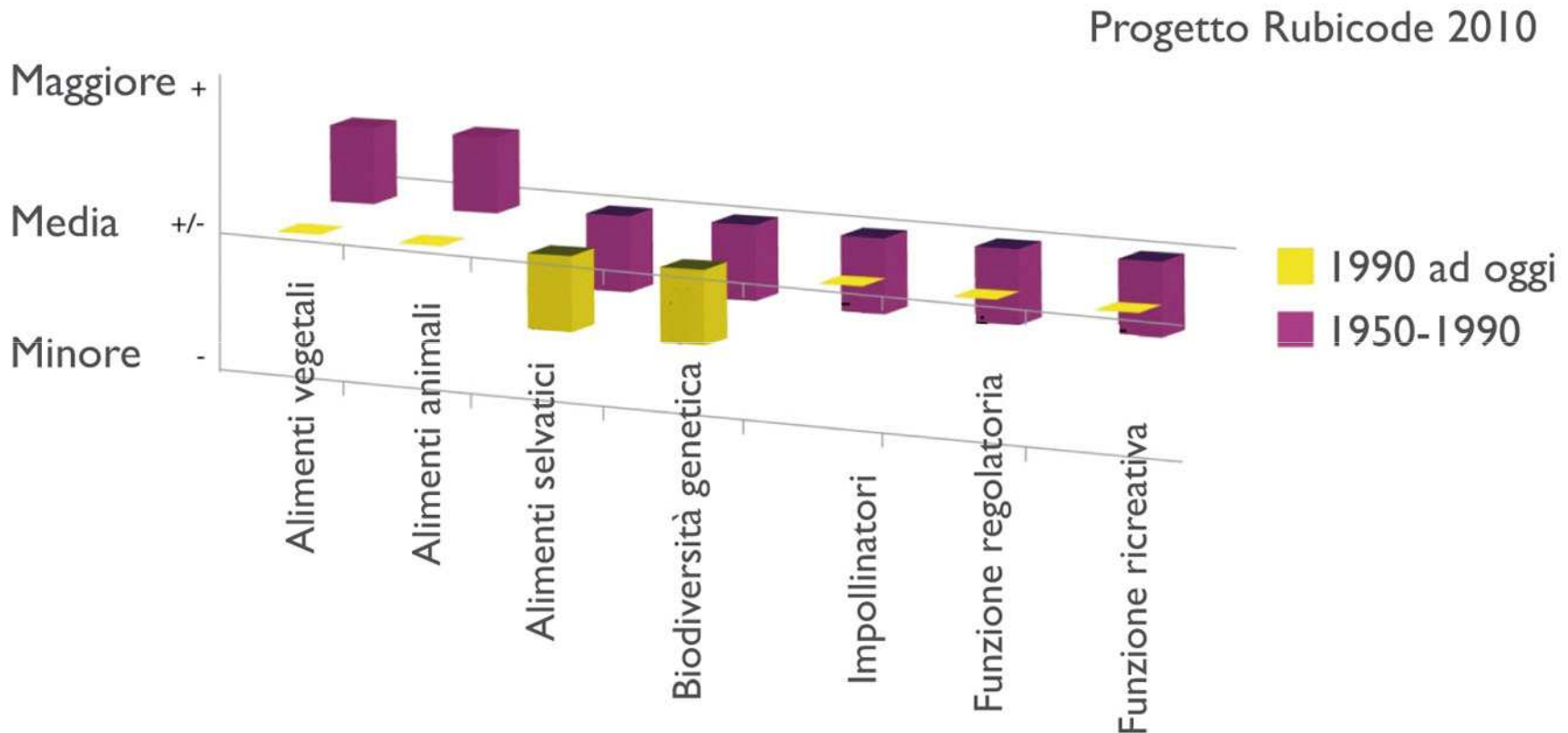
O P E R A



RESEARCH CENTER

# Perdita dei servizi ecosistemici

## Evoluzione storica dei servizi ecosistemici



“Media” rappresenta il valore medio in Europa

OPERA



RESEARCH CENTER

# Miscele di contaminanti persistenti



Sostanze resistenti alla degradazione ambientale  
(chimica, biologica, fotolitica)



Trasporti di lunga distanza  
Accumulo nei tessuti – anche umani  
Biomagnificazione lungo la catena alimentare

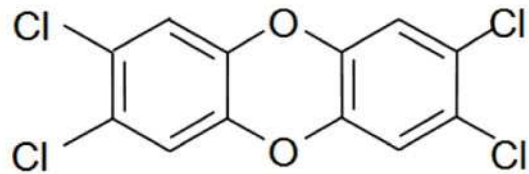
O P E R A



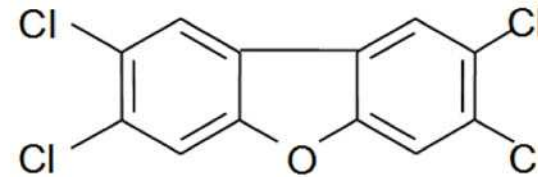
RESEARCH CENTER

# Diossine clorurate e PCB

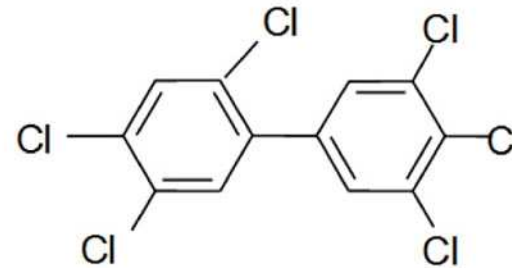
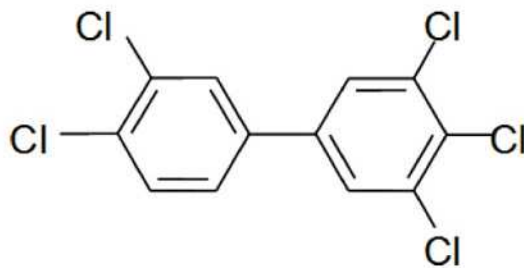
Polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins



Polychlorinated dibenzofurans



Polychlorinated biphenyls



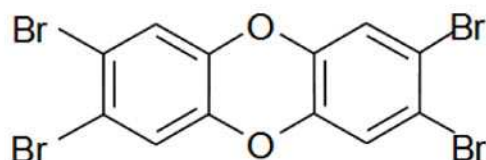
OPERA



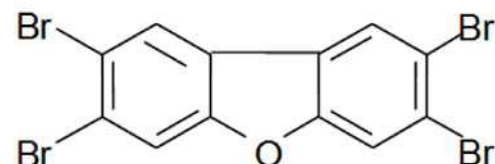
RESEARCH CENTER

# Dioxine bromurate, PBB, PBDE

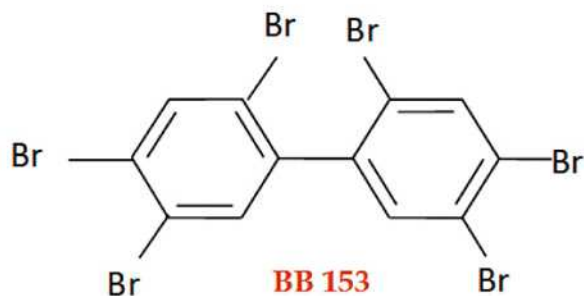
Polybrominated dibenzo-*p*-dioxins (PBDD)



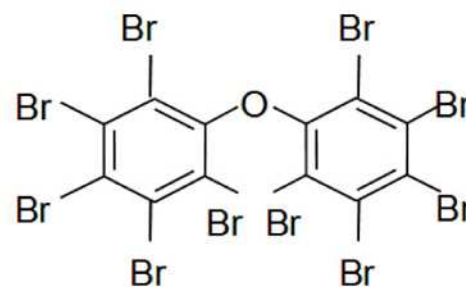
Polybrominated dibenzofurans (PBDF)



Polybrominated biphenyls (PBBs)



Polybrominated biphenyls ethers (PBDE)



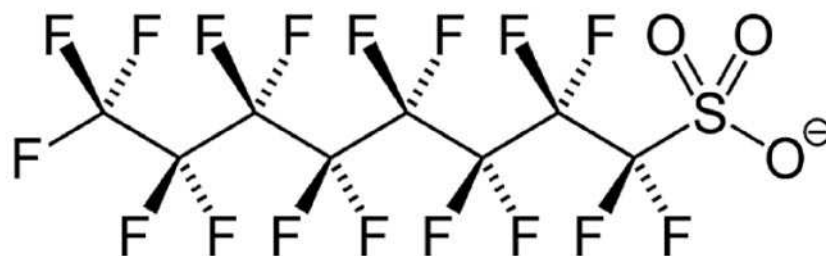
OPERA



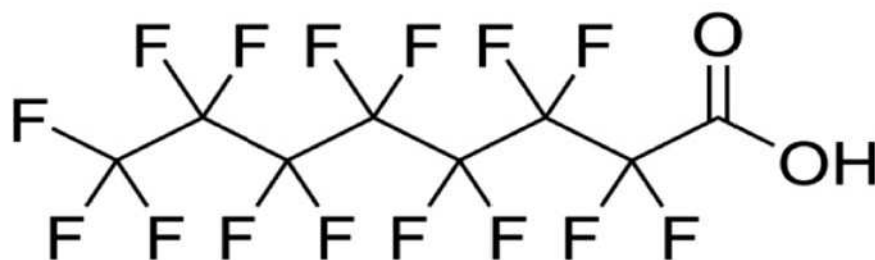
RESEARCH CENTER

# Perluorurati e non perfluorinati

Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS)



Perfluorooctanoic acid (PFOA)



OPERA



RESEARCH CENTER

# Sorgenti di contaminazione

## Diossina



Sottoprodotti dell' incenerimento di rifiuti

Processi di combustione industriale

## PCBs



Combustione di materiali contenenti PCBs

## BRFs PBDE;PBBs



Usati come ritardanti di fiamma in materiali edili, materials, elettronici, tappezzeria, motori, aeroplani, plastiche, materiali tessili

## PBDD/F

## PFAS



Ingredienti ed additivi impregnanti per materiali tessili, carta, teflon, gore-tex. Componenti schiume (AFFF), e prodotti antincendio.

## PFOS/A

O P E R A



RESEARCH CENTER

# Effetti sanitari

## Diossina

Effetti sulla riproduzione e lo sviluppo;  
Effetti sul sistema immunitario;  
Effetti sulla tiroide e sui livelli degli ormoni

Difficoltà di distinguere gli effetti diossino- da non diossino- simili sia negli studi epidemiologici che tossicologici

## PCBs

Effetti diretti sul sistema nervoso  
Meccanismi di sequestro del calcio intracellulare  
Perturbazione dell'apoptosi  
Effetti sul sistema endocrino  
Ormoni sessuali  
Ormoni della tiroide

## PBDE; PBBs

Alterazioni:

- del comportamento motorio,
- del sistema colinergico
- dell'omeostasi del calcio
- dei livelli degli ormoni tiroidei
- del metabolismo degli ormoni steroidei

Difficile distinguere gli effetti PBDE da quelli dei PBDF

## PFOS/A

Fegato: principale organo bersaglio della tossicità  
Cancerogeno negli studi con gli animali (tumori nel fegato, cell di Leydig e nel pancreas)  
Immunotossicità  
Effetti sullo sviluppo, aumento della mortalità, ritardo nella maturazione sessuale

O P E R A



RESEARCH CENTER



# Livelli di contaminazione nell'ambiente

	<b>Aria</b>	<b>Suolo</b>	<b>Alimenti</b>
<b>PCDD/Fs (Diossina)</b>	fg-pg TEQ/m <sup>3</sup> Milano: 0,22 pg TEQ/m <sup>3</sup> (Fattore et al., 2003)	0,5-1 ng TEQ/kg Seveso: 30 ng TEQ/kg dw (Fattore et al., 2003)	pg TEQ/g <b>Frutta/verdura:</b> 0,03 pg TEQ/g <b>Pesce:</b> 0,5 pg TEQ/g (Gallani et al., 2004)
<b>PCB-DL</b> <b>PCB-NDL</b>	0,005 pg/m <sup>3</sup> 0,26 ng $\Sigma$ 6PCB/m <sup>3</sup>	0,05-0,5 ng TEQ/kg dr 0,5-5 mg $\Sigma$ 6PCB/kg dr	<b>Frutta/verdura:</b> 0,004 pg TEQ/g ww <b>Pesce:</b> 1,3-2,6 pg TEQ/g ww <b>Frutta/verdura:</b> 0,004 pg /g ww <b>Pesce:</b> 4-7 ng $\Sigma$ 6PCB /g ww (Carubelli et al., 2007)
<b>PBDE</b>	13 pg BDE-209/m <sup>3</sup> (Wilford et al., 2008)	0,07-12 $\Sigma$ PBDE mg/kg dw (Hassanin et al., 2004)	<b>Frutta/verdura:</b> 6-8 pg /g ww <b>Pesce:</b> 339 pg/g ww (Bocio et al., 2003)
<b>PFOS/A</b>	1,3-4,2 pg/m <sup>3</sup> 2,7-11 pg/m <sup>3</sup> (Kim and Kannan, 2007)	<b>Acque:</b> 2,3 ng/L 2,7 ng/L (Loos et al., 2007)	<b>Pesce:</b> 15 ng/g ww <b>Pesce:</b> 0,85 ng/g ww (Dellatte et al., 2006)

OPERA



RESEARCH CENTER

# Livelli di contaminazione nell'uomo

	Latte materno	Sangue
PCDD/Fs (Diossina)	9-15 TEQ pg/g fat (Abballe et al., 2008)	8-11 pgTEQ/g fat (De Felip et al. 2008)
PCB-DL PCB-NDL	11-19 TEQ pg/g fat (Abballe et al., 2008) 50-219 ng $\Sigma$ 6PCB/g fat (Polder et al., 2008)	15-21 pgTEQ/g base lipidica 240-470 ng $\Sigma$ 6PCB/g fat (De Felip et al., 2008)
PBDE	76,3 $\pm$ 308 ng $\Sigma$ PBDE/g fat (Johnson-Restrepo, 2007)	0,3-3,65 ng $\Sigma$ PBDE/g fat
PFOS/A	0,01-0,4 ng/mL 0,05-0,61 ng/mL (Fromme et al, in press)	6,4-107 ng/mL (Fei et al., 2007) <1-41,5 ng/mL (Fei et al., 2007)
p,p'-DDE	34-278 ng/g fat (Polder et al, 2008)	10-220 ca ng/g fat

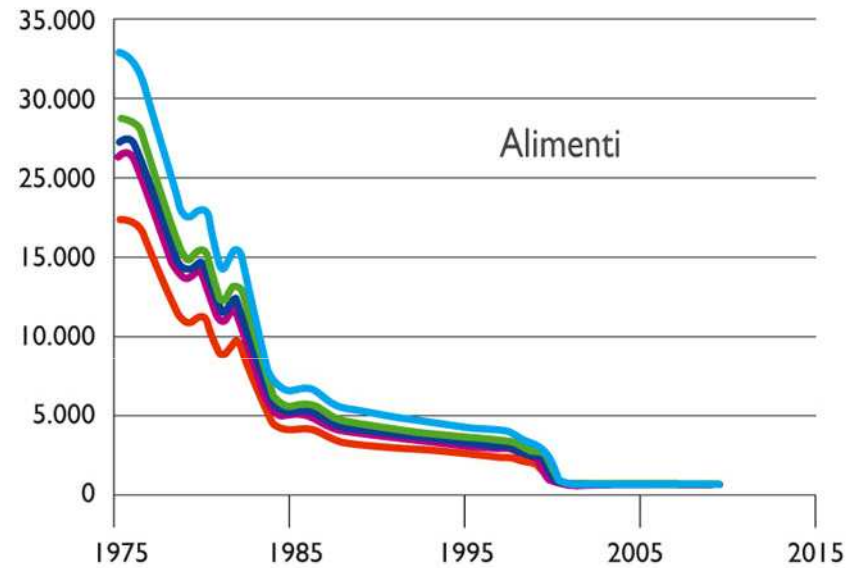
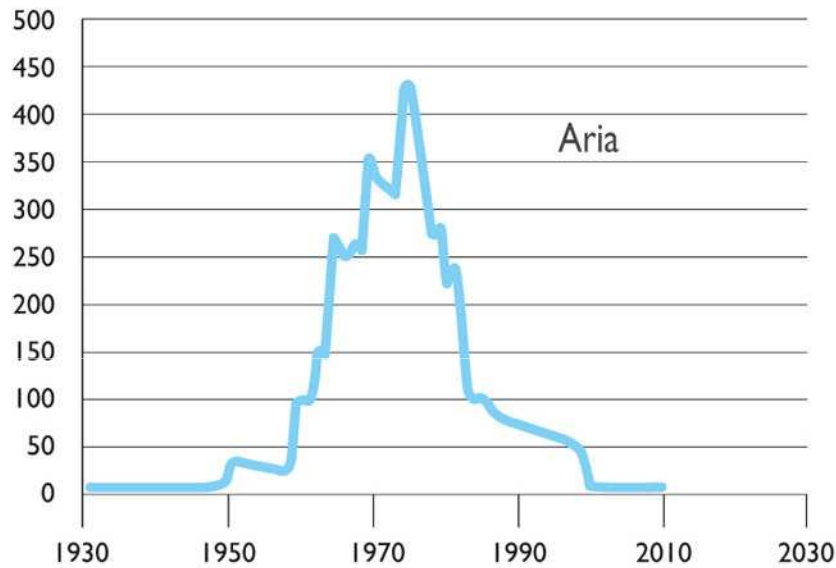
OPERA



RESEARCH CENTER

# Esposizione nel tempo a diossine e PCBs

Esempio PCB - 153 nell'aria e negli alimenti



- Grassi
- Uova
- Pesce
- Carne
- Latte

Brevik et al., 2004, 2007, 2010

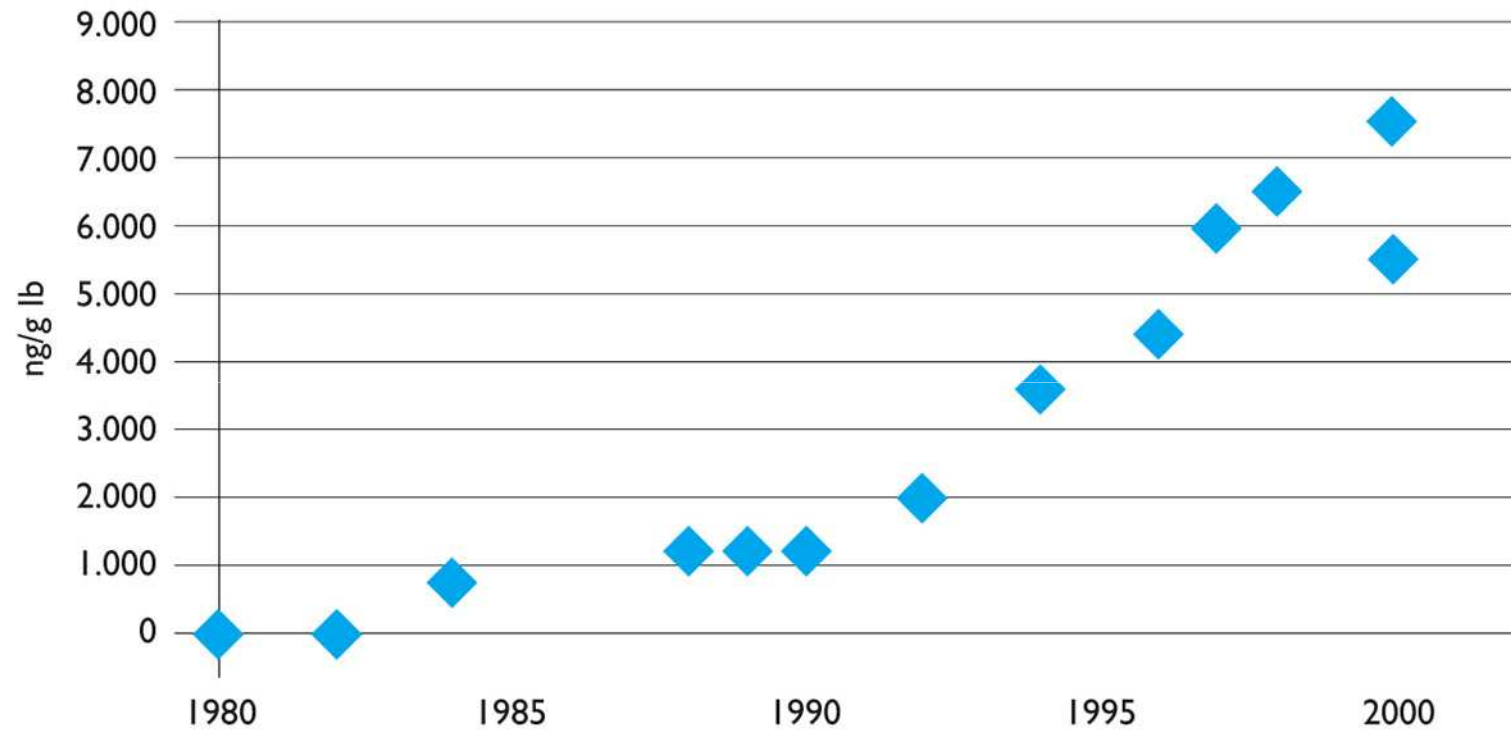
OPERA



RESEARCH CENTER

# Esposizione nel tempo a PBDE

Esempio: PBDE nelle uova di gabbiano



Da Hites, Environ. Sci & Technol 2004 modificato

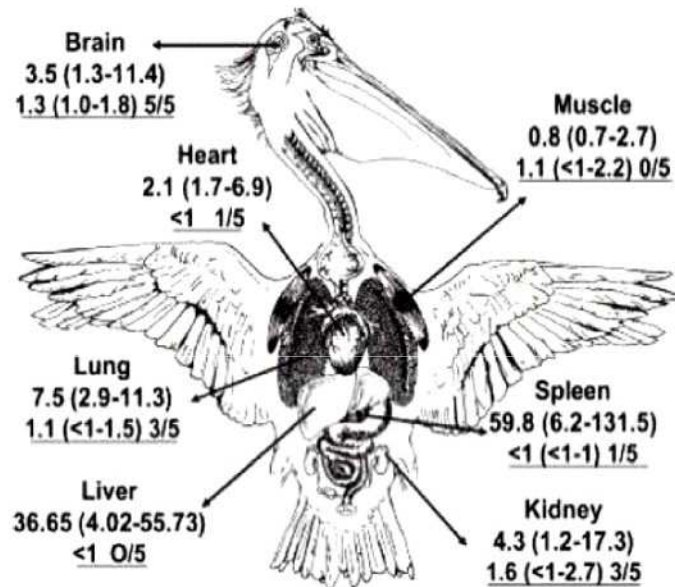
OPERA



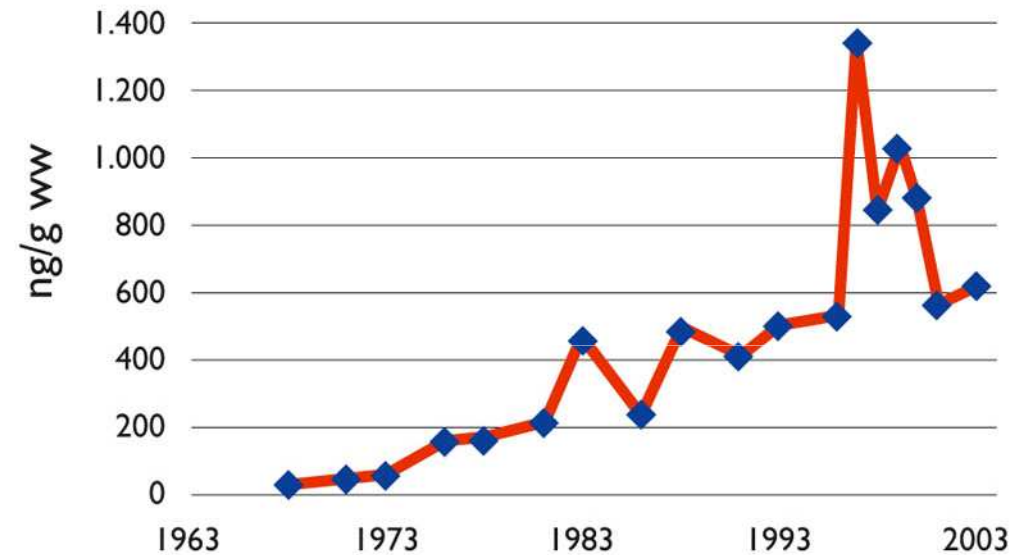
RESEARCH CENTER

# Esposizione nel tempo a PFOS/A

Esempio: PBDE nelle uova di pellicano



Da Oliver-Verbel et al., 2005



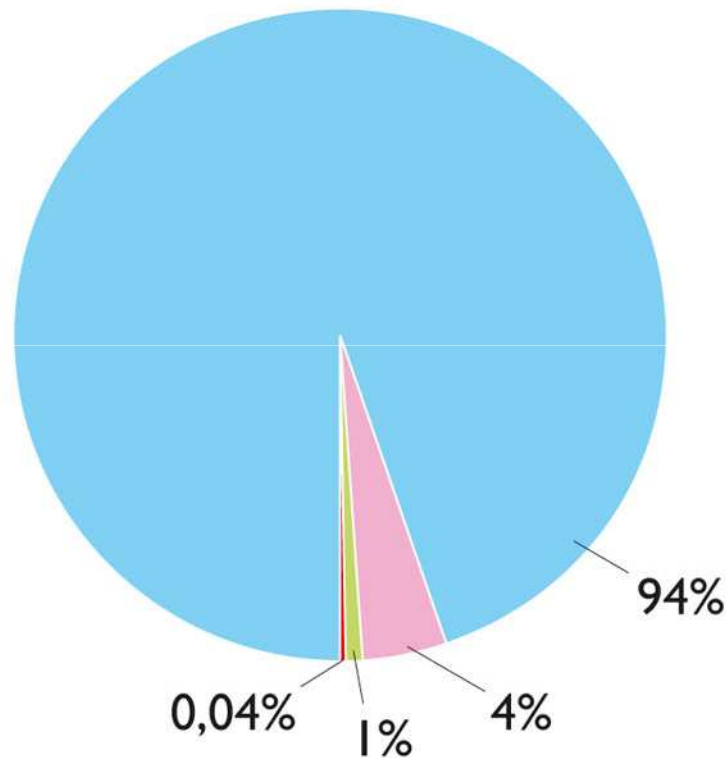
Holmström et al., Environ Sci. Technol. 2005 modificato

OPERA



# Contributo all'esposizione totale da POP

Esempio: le diossine e PCBs



- Inalazione
- Ingestione di suolo contaminato
- Esposizione dermale a suolo contaminato
- Ingestione di acqua e alimenti contaminati
- Ingestione di latte umano

- ingestione di suolo
- contatto dermale
- inalazione
- ingestione alimentare

OPERA



RESEARCH CENTER

# Metodi per stimare l'esposizione umana ai POPs

- Analisi del paniere alimentare (concentrazione x dati di consumo)
- Analisi delle porzioni multiple
- PBPK modeling (dosimetria inversa)



OPERA



RESEARCH CENTER

# Dosi giornaliere stimate e tollerabili

	<b>Dose giornaliera stimata</b>	<b>Dose giornaliera tollerabile</b>
PCDD/Fs	0,96 pg TEQ/kg BW-giorno	2 pg TEQ/kgBW-giorno
DL-PCB	1,30 pg TEQ/kg BW-giorno	2 pg TEQ/kgBW-giorno
NDL-PCB	12 ng/kg BW-giorno	No TDI
PBDE	1,4-1,2 ng/kg BW-giorno	1-7 ug/kgBW-day
PFOS*	0,6-4,4 ng/kgBW- giorno ( <i>Fromme et al., 2007</i> ) 30-200 ng/kgBW-giorno 60 ng/kgBW-giorno ( <i>EFSA, 2008</i> )	150 ng/kgBW-giorno
PFOA*	1,1-11,6 ng/kgBW- giorno ( <i>Fromme et al., 2007</i> ) 3-100 ng/kgBW- giorno 2 ng/kgBW-giorno ( <i>EFSA, 2008</i> )	1,5 ug/kgBW-day

\* pochi studi con variabilità notevole

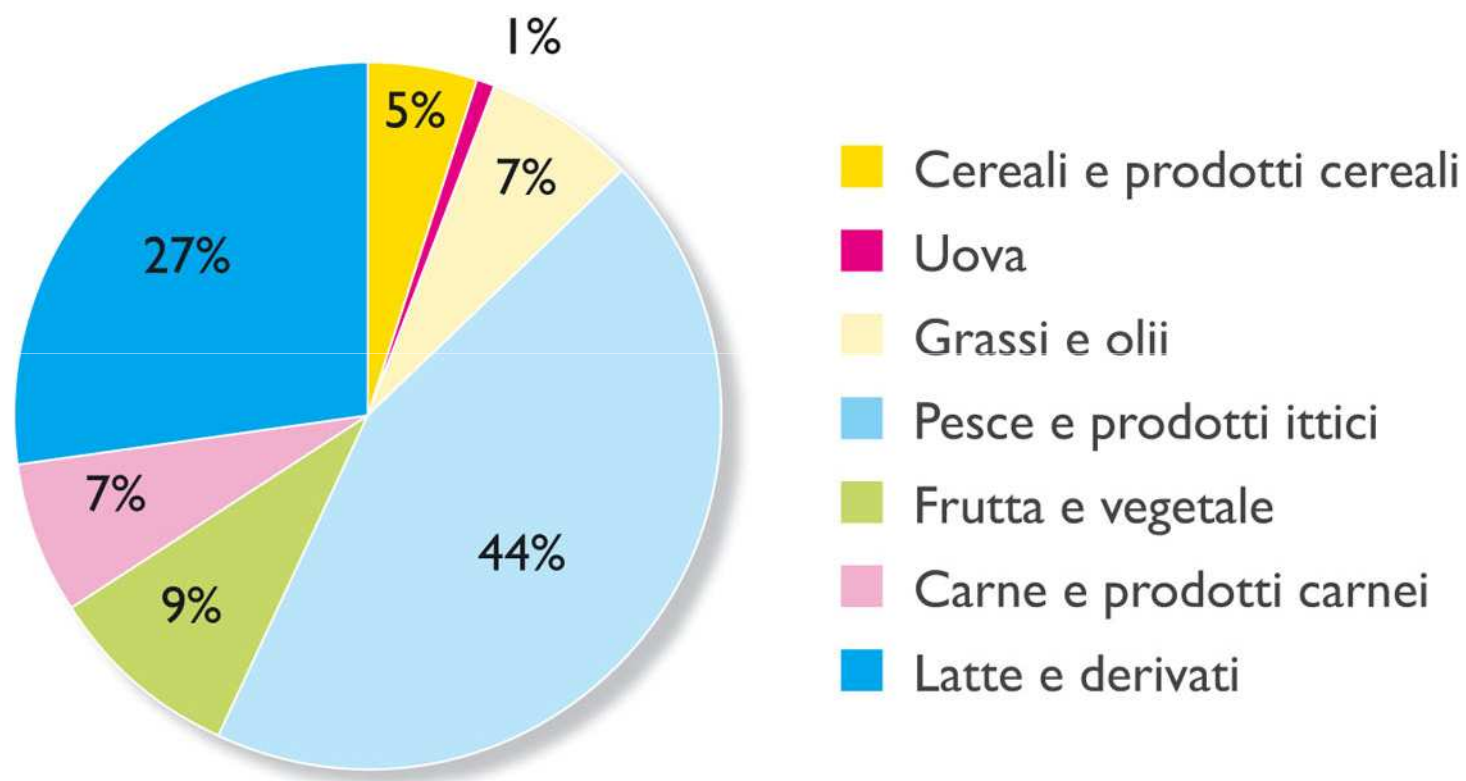
OPERA



RESEARCH CENTER



# Contributo di diversi alimenti all'esposizione della popolazione italiana a diossina



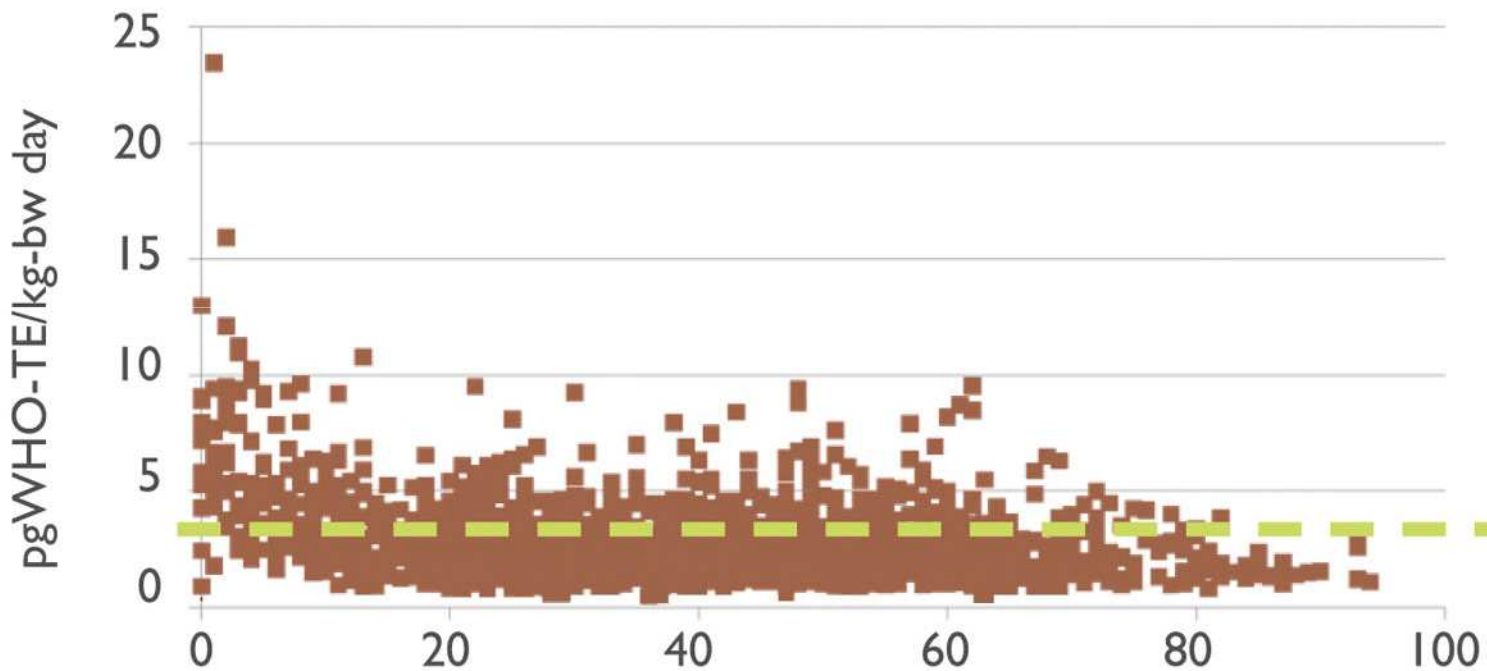
OPERA



RESEARCH CENTER

# Dose giornaliera di esposizione a composti diossinici

Stima per la popolazione italiana



**Alti percentili 2-3 volte il valore medio**

*Fattore et al., 2006*

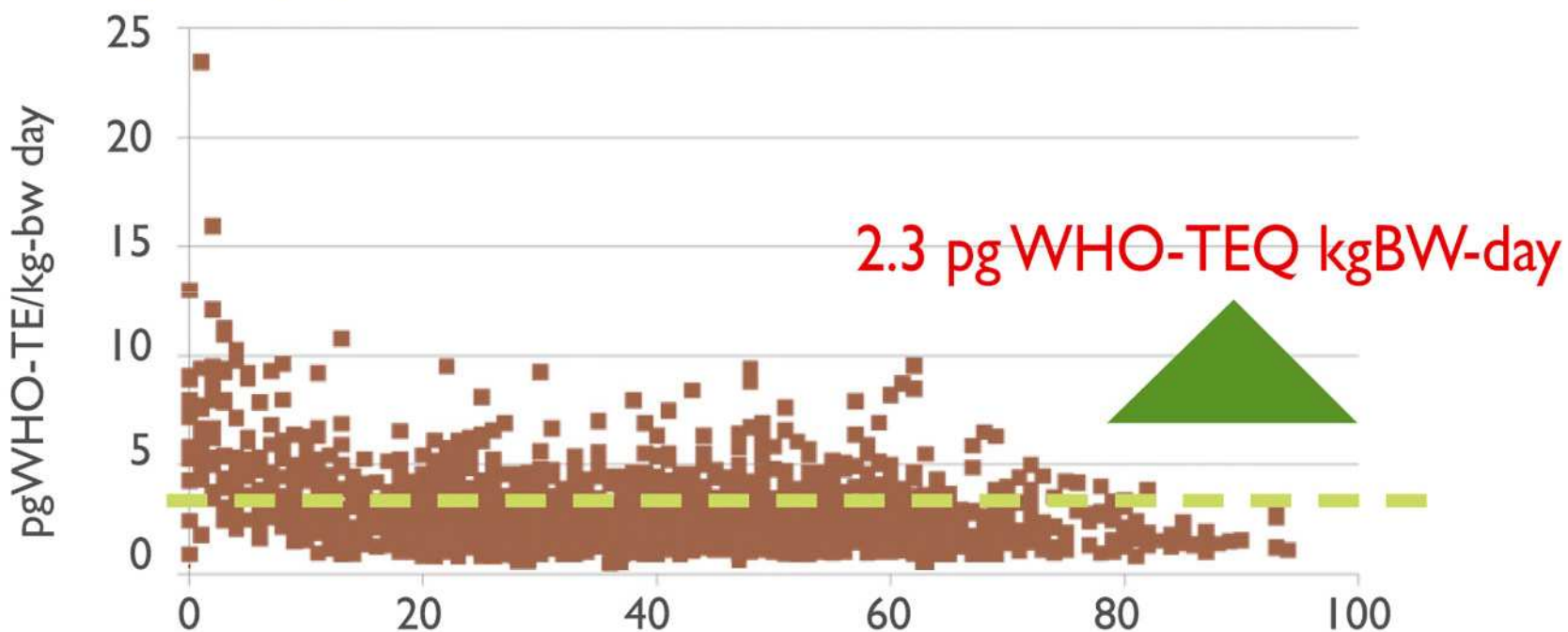
OPERA



RESEARCH CENTER

# Dose giornaliera di esposizione a composti diossinici

Stima per la popolazione italiana



Alti percentili 2-3 volte il valore medio

Fattore et al., 2006

OPERA



RESEARCH CENTER

# Applicazione di modelli farmacocinetici a ricostruire l'esposizione umana a POPs

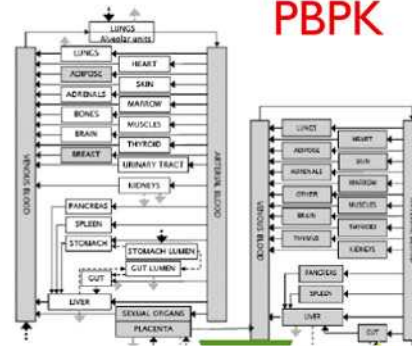
ESPOSIZIONE



Dosimetria diretta

Dosimetria indiretta

PBPK



Biomarker  
(capelli, latte, sangue...)

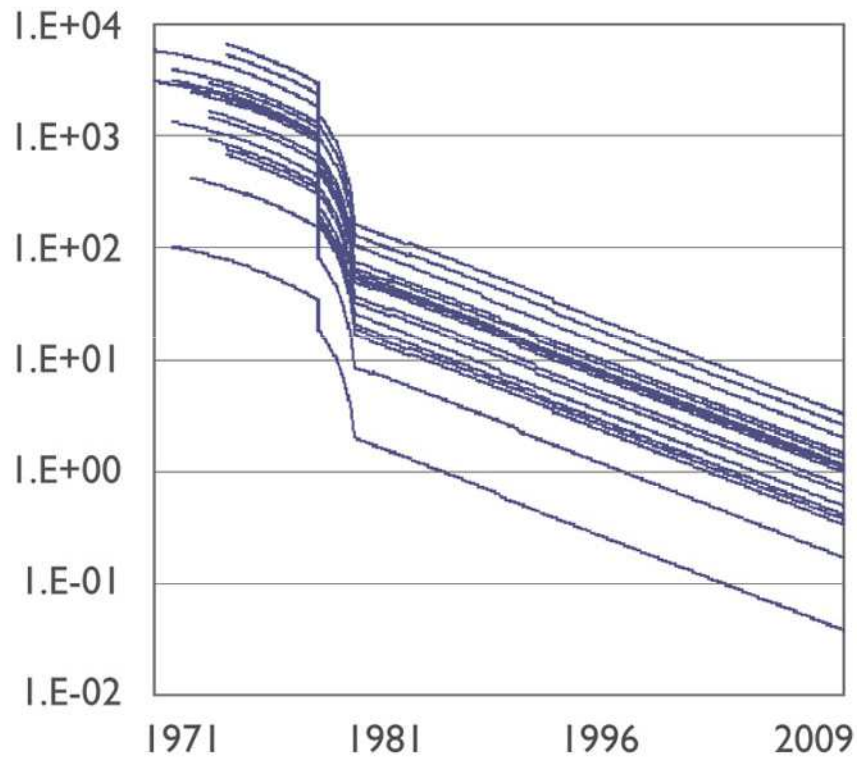


OPERA



RESEARCH CENTER

# Ricostruzione della dose di PCB-153 basata sulla misura del latte materno



- I modelli PBPK sono uno strumento utile per la stima dell'esposizioni passate e future a contaminanti persistenti
- Può essere applicata per i contaminanti caratterizzati da un aumento o una diminuzione di concentrazione ambientale

O P E R A



RESEARCH CENTER

# Conclusioni

- Nuovi modelli di sviluppo sostenibile urbano, agricolo, globale

OPERA



RESEARCH CENTER

# Conclusioni

- Nuovi modelli di sviluppo sostenibile urbano, agricolo, globale
- Integrare conoscenze ambientali con conoscenze mediche

O P E R A



RESEARCH CENTER

# Conclusioni

- Nuovi modelli di sviluppo sostenibile urbano, agricolo, globale
- Integrare conoscenze ambientali con conoscenze mediche
- Integrare strumenti ecotossicologici con strumenti medici

O P E R A



RESEARCH CENTER



# Conclusioni

- Nuovi modelli di sviluppo sostenibile urbano, agricolo, globale
- Integrare conoscenze ambientali con conoscenze mediche
- Integrare strumenti ecotossicologici con strumenti medici
- Sviluppo di tecniche in silico, in vitro e di biomonitoraggio

O P E R A



RESEARCH CENTER

# Conclusioni

- Nuovi modelli di sviluppo sostenibile urbano, agricolo, globale
- Integrare conoscenze ambientali con conoscenze mediche
- Integrare strumenti ecotossicologici con strumenti medici
- Sviluppo di tecniche in silico, in vitro e di biomonitoraggio
- Creare basi di dati territoriali disponibili per i ricercatori e per i decisori

O P E R A



RESEARCH CENTER

# Conclusioni

- Nuovi modelli di sviluppo sostenibile urbano, agricolo, globale
- Integrare conoscenze ambientali con conoscenze mediche
- Integrare strumenti ecotossicologici con strumenti medici
- Sviluppo di tecniche in silico, in vitro e di biomonitoraggio
- Creare basi di dati territoriali disponibili per i ricercatori e per i decisori
- Sensibilizzare, formare, educare

O P E R A



RESEARCH CENTER

Grazie per la  
vostra attenzione!

ettore.capri@unicatt.it

O P E R A



RESEARCH CENTER

