

**IL MODELLO INPUT-OUTPUT APPLICATO ALLE
STRATEGIE DI PRODUZIONE E CONSUMO
SOSTENIBILI:
UN CASO STUDIO IN ITALIA**

Dott. Sonia Longo

Obiettivi

- ✓ Definire un modello matematico per esaminare le interrelazioni tra economia, energia e ambiente.
- ✓ Stimare gli impatti energetico - ambientali connessi ai consumi delle famiglie italiane nel periodo 1999-2006.
- ✓ Identificare le attività di produzione e consumo responsabili dei maggiori impatti.
- ✓ Identificare le *driving forces* che ne influenzano le variazioni nel tempo.
- ✓ Valutare i reali benefici energetico - ambientali derivanti dalle detrazioni fiscali del 55% applicate in Italia per la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente tenendo conto del fenomeno dell'effetto rebound.

Il modello input-output

$$X = (I - A)^{-1}Y$$

$$a_{ij} = X_{ij} / X_j$$

Tavole risorse e impieghi - ISTAT 1999-2006

Prezzi di un anno base (1999)

$$v_{i,t(t)} = p_t * q_t$$

$$v_{i,t(t-1)} = p_{t-1} * q_t$$

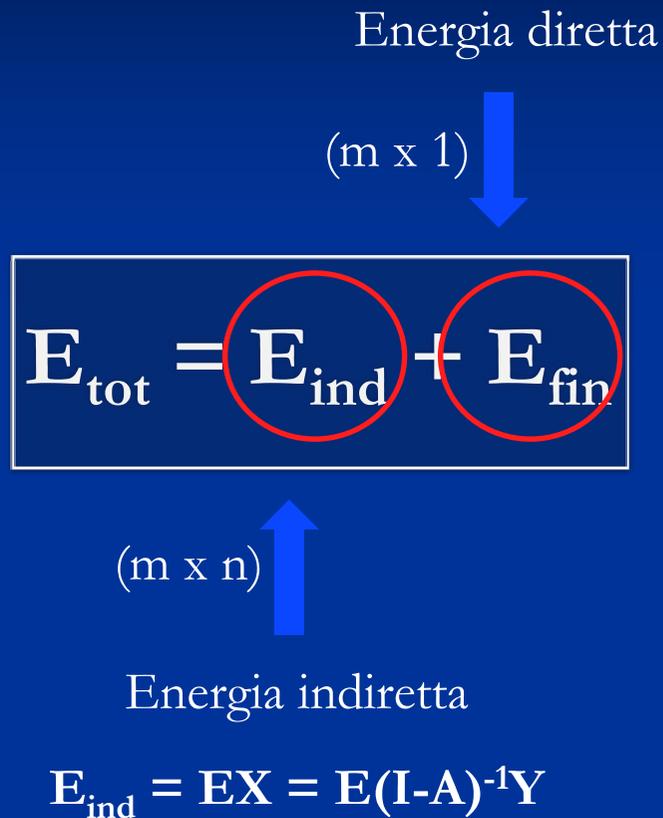
$$I_{t,t-1} = \frac{v_{i,t(t-1)}}{v_{i,t(t)}} = \frac{(p_{t-1} * q_t)}{(p_t * q_t)} = \frac{p_{t-1}}{p_t}$$

$$I_{t+1,t} = \frac{v_{i,t}}{v_{i,t+1}} = \frac{(p_t * q_{t+1})}{(p_{t+1} * q_{t+1})} = \frac{p_t}{p_{t+1}}$$

Tavole input-output

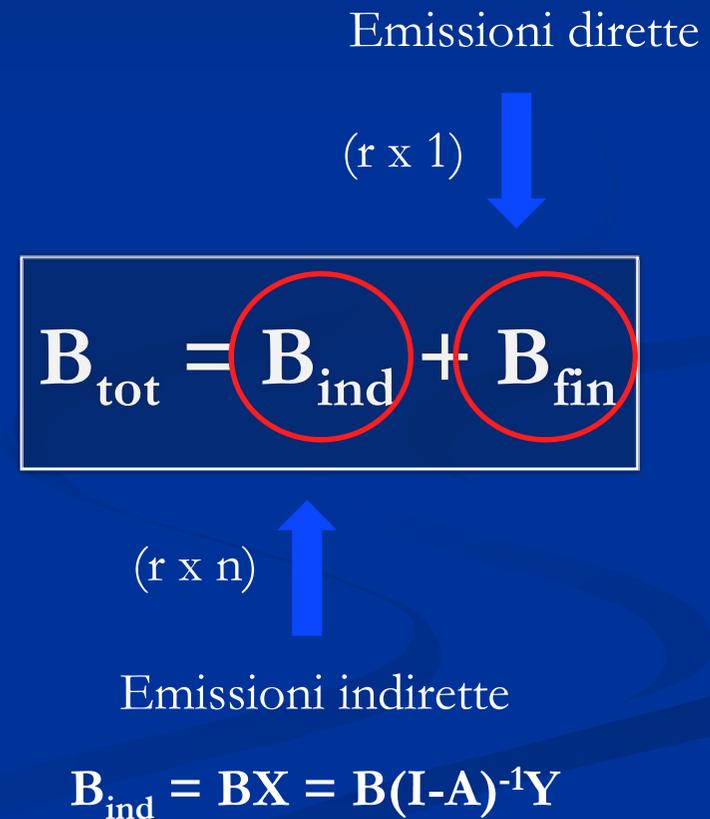
$$v_{i,t+1(t-1)} = v_{i,t+1(t+1)} * I_{t+1,t} * I_{t,t-1} = p_{t+1} * q_{t+1} * \frac{p_t}{p_{t+1}} * \frac{p_{t-1}}{p_t} = p_{t-1} * q_{t+1}$$

Analisi energetica ed ambientale



Aggregazione dei dati

Scenario 1



Analisi energetica ed ambientale

Scenario 2

$$\text{Emissioni dirette } C_{\text{fin}} = CE_{\text{fin}}$$

(r x 1)

$$C_{\text{tot}} = C_{\text{ind}} + C_{\text{fin}}$$

(r x m)

Emissioni indirette

$$C_{\text{ind}} = CE_{\text{ind}}$$

$$H = G(B_{\text{ind}} + B_{\text{fin}})$$

Scenario 3

$$\text{Emissioni dirette } C_{\text{fin}} = CE_{\text{fin}}$$

(r x 1)

$$C_{\text{LCA tot}} = C_{\text{LCA ind}} + C_{\text{fin}}$$

(r x m)

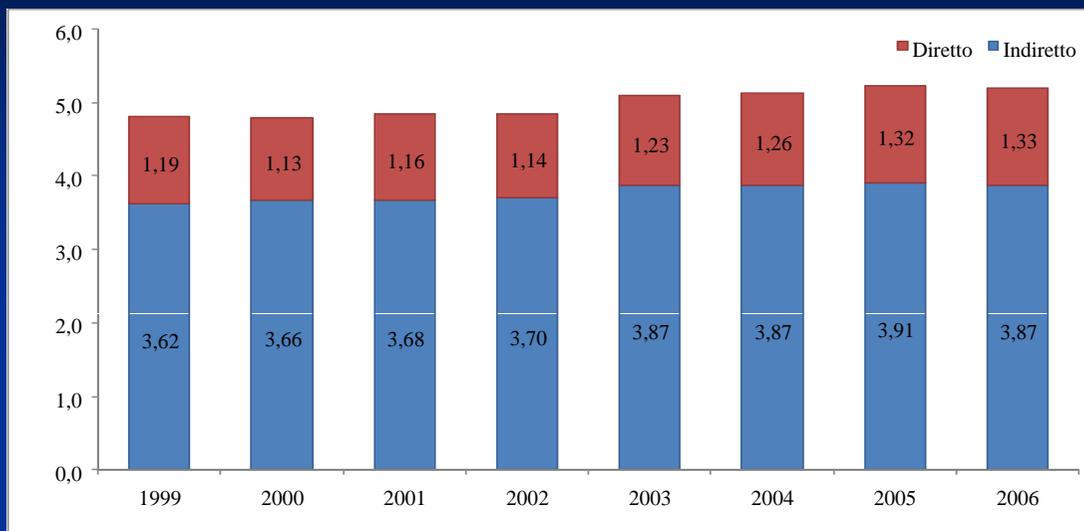
Emissioni indirette

$$C_{\text{LCA ind}} = C_{\text{LCA}} E_{\text{ind tot}}$$

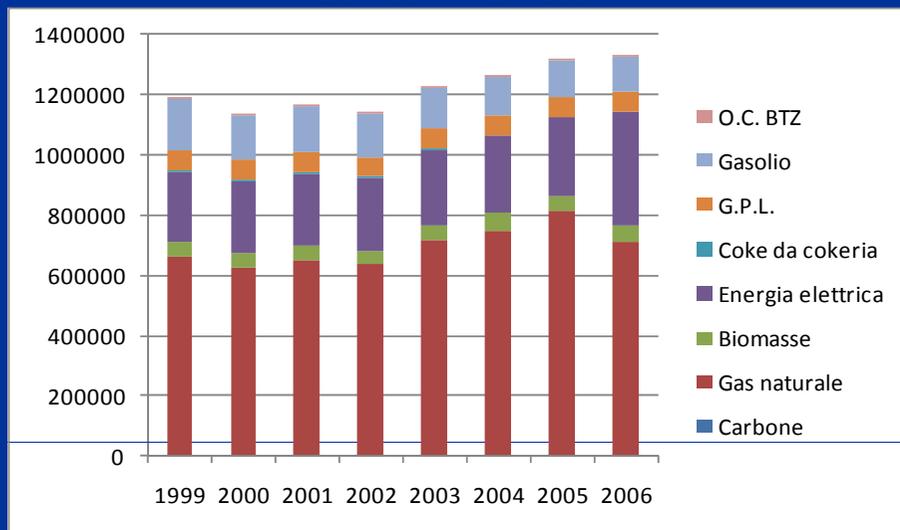
$$H = G(C_{\text{LCA}} + C_{\text{fin}})$$

Consumi energetici

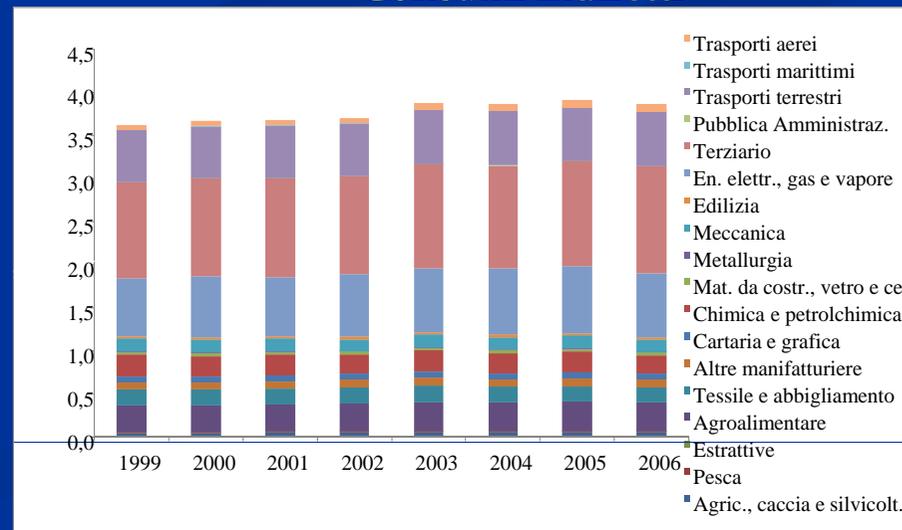
Consumi
totali



Consumi diretti

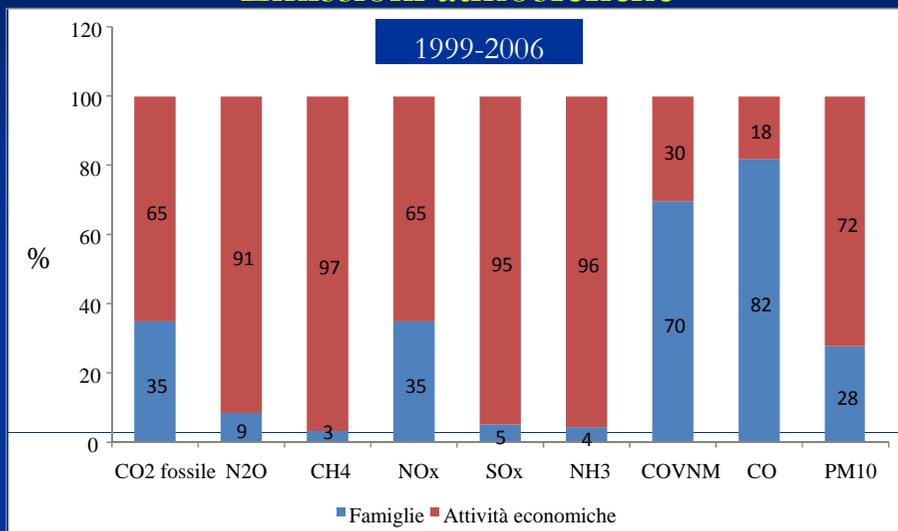


Consumi indiretti

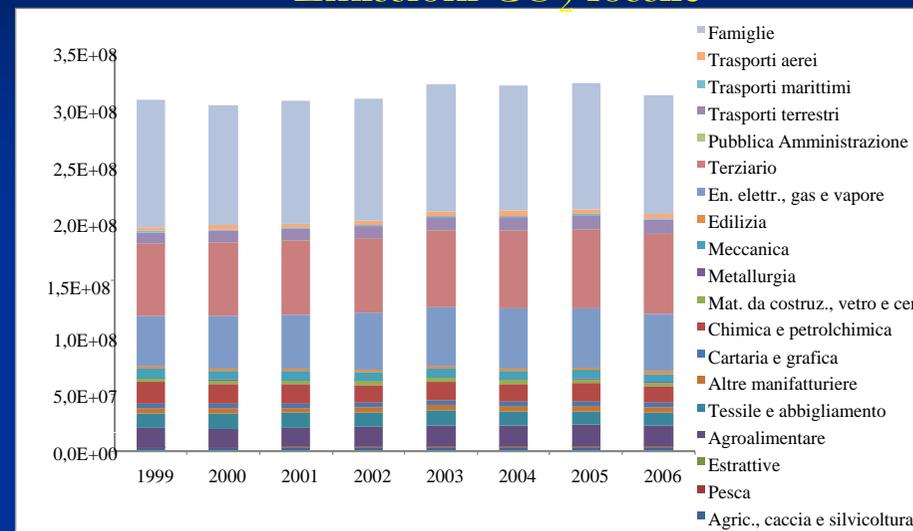


Emissioni atmosferiche ed impatti ambientali

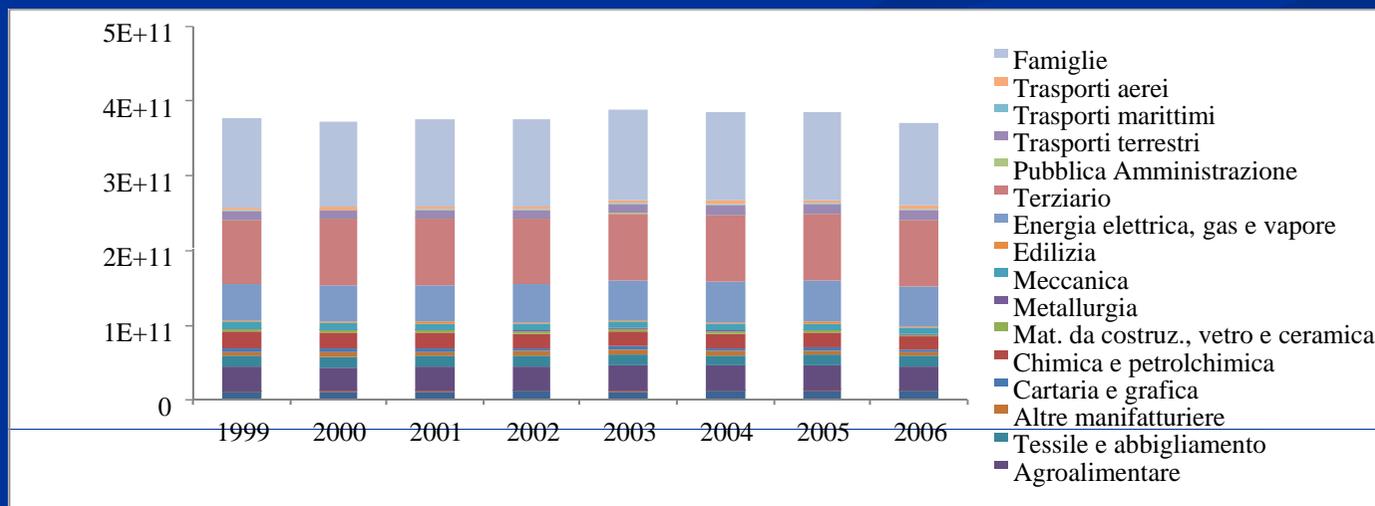
Emissioni atmosferiche



Emissioni CO₂ fossile



Effetto serra



Impatti ambientali

GWP [kg CO _{2eq}]	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Scenario 1	3,78E+11	3,72E+11	3,75E+11	3,75E+11	3,88E+11	3,85E+11	3,86E+11	3,71E+11
Scenario 2	2,77E+11	2,79E+11	2,81E+11	2,83E+11	2,98E+11	3,00E+11	3,05E+11	2,98E+11
Scenario 3	4,20E+11	4,22E+11	4,26E+11	4,29E+11	4,48E+11	4,51E+11	4,57E+11	4,34E+11
POCP [kg C ₂ H _{4eq}]	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Scenario 1	1,70E+08	1,47E+08	1,44E+08	1,29E+08	1,24E+08	1,17E+08	1,04E+08	9,63E+07
Scenario 2	4,90E+07	4,85E+07	5,00E+07	4,93E+07	5,03E+07	5,12E+07	5,14E+07	5,06E+07
Scenario 3	9,70E+07	9,55E+07	9,73E+07	9,60E+07	9,76E+07	9,75E+07	9,72E+07	9,17E+07
AP [kg SO _{2eq}]	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Scenario 1	1,71E+09	1,53E+09	1,49E+09	1,40E+09	1,33E+09	1,23E+09	1,14E+09	1,09E+09
Scenario 2	8,53E+08	8,60E+08	8,95E+08	8,99E+08	9,03E+08	9,27E+08	9,20E+08	9,07E+08
Scenario 3	1,38E+09	1,38E+09	1,42E+09	1,42E+09	1,44E+09	1,46E+09	1,45E+09	1,45E+09
EP [kg PO ₄ ³⁻ _{eq}]	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Scenario 1	2,52E+08	2,40E+08	2,39E+08	2,28E+08	2,28E+08	2,14E+08	2,08E+08	2,00E+08
Scenario 2	4,20E+07	4,26E+07	4,39E+07	4,45E+07	4,61E+08	4,72E+08	4,72E+08	4,67E+08
Scenario 3	9,29E+07	9,37E+07	9,58E+07	9,65E+07	1,00E+08	1,02E+08	1,02E+08	1,00E+08

Scenario 1: dati NAMEA; Scenario 2: fattori di emissione; Scenario 3: LCA.

Analisi di decomposizione

Tecnica che studia la variazione di un indicatore in un determinato intervallo di tempo, decomponendola nella variazione dei determinanti dell'indicatore esaminato.

Consumo energia indiretta

$$E_{\text{ind}} = E^T(I-A)^{-1}Y$$

Emissioni atmosferiche indirette

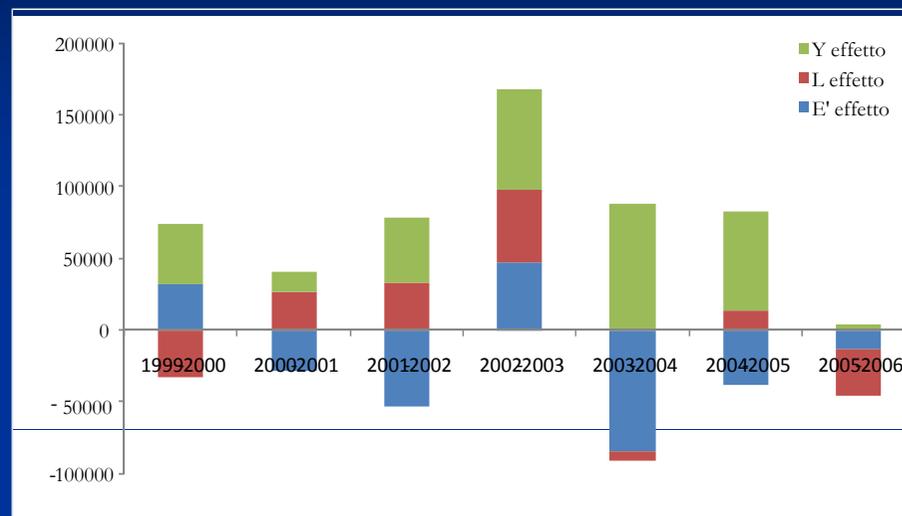
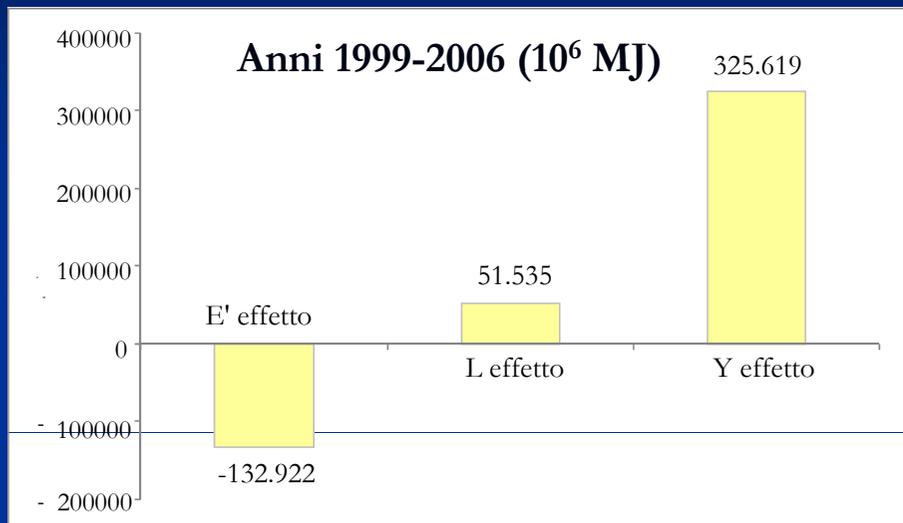
$$B_{\text{ind}} = B^T(I-A)^{-1}Y$$

I principali determinanti analizzati sono:

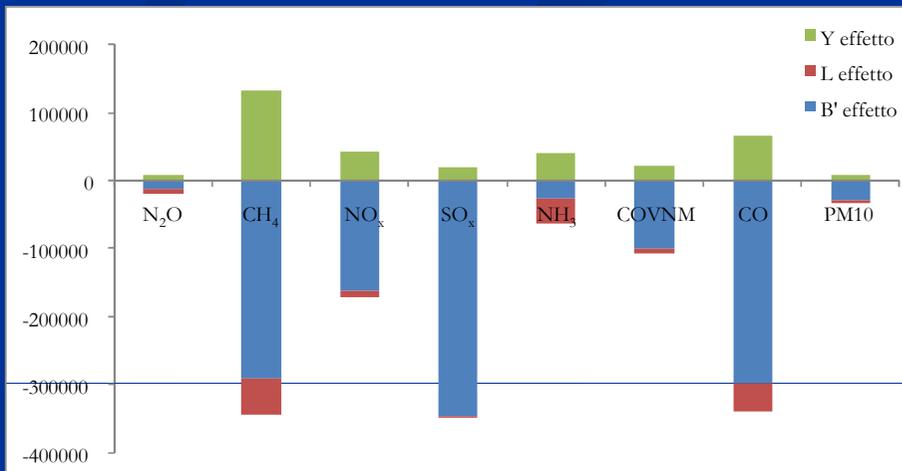
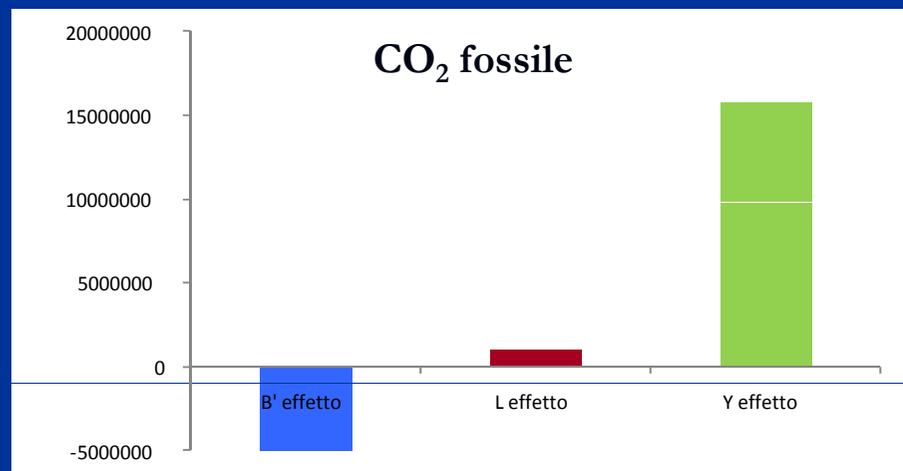
- effetto Leontief (L), dei cambiamenti nei coefficienti della matrice inversa di Leontief;
- effetto intensità, valuta l'incidenza del cambiamento nel livello di uso di un indicatore per unità di output in un determinato settore;
- effetto della domanda finale (Y) che stima il cambiamento dell'indicatore attribuibile alla variazione della domanda finale per i prodotti di ogni settore.

Analisi di decomposizione

Consumi energetici



Emissioni atmosferiche



Le agevolazioni fiscali del 55%

Primo anno	Energia Diretta	Energia Indiretta
Carbone	0	149,21
Lignite	0	0,09
Gas naturale	-231,9	403,83
Biomasse	0	7,38
En elettrica	0	304,25
Coke da cokeria	0	246,91
Gas di cokeria	0	1,42
Gas di officina	0	0,00
Gas di altoforno	0	3,88
G.P.L.	0	11,36
Gas residui di raffinazione	0	14,49
Distillati leggeri	0	0,15
Benzine	0	49,82
Carbo-turbo	0	10,54
Petrolio	0	0,03
Gasolio	0	107,77
O.C. ATZ	0	14,89
O.C. BTZ	0	39,03
Coke di petrolio	0	20,37
Prod. Petr.i non energetici	0	1,83
		1387,25

Consumo di energia
1155,35*10⁶ MJ

Secondo anno	Energia Diretta	Energia Indiretta
Carbone	0	-48,14
Lignite	0	0,00
Gas naturale	-772,99	-136,51
Biomasse	0	-5,22
En elettrica	0	-9,99
Coke da cokeria	0	-0,20
Gas di cokeria	0	-1,57
Gas di officina	0	0,00
Gas di altoforno	0	-3,90
G.P.L.	0	-0,17
Gas residui di raffinazione	0	-2,32
Distillati leggeri	0	-0,04
Benzine	0	-0,83
Carbo-turbo	0	-0,19
Petrolio	0	0,00
Gasolio	0	-2,81
O.C. ATZ	0	-11,49
O.C. BTZ	0	-19,22
Coke di petrolio	0	-1,24
Prod. Petr. non energetici	0	-0,03
		-243,87

Risparmio di energia
1016,35*10⁶ MJ

Effetto rebound indiretto

Effetto che un costo più basso di prodotti e servizi ha sul comportamento del consumatore, che può utilizzare un reddito aggiuntivo

$$RE = E_{\text{consumata}}/E_{\text{risparmiata}}$$

Distribuzione % media del reddito tra le voci di spesa

Stima della propensione marginale al consumo c

$$C = \hat{C} + c(Y-T)$$



$$c = 0,67$$

Agricoltura, caccia e silvicoltura	1,28
Pesca ed altri prodotti ittici	0,23
Estrattive	0,003
Agroalimentare	8,07
Tessile e abbigliamento	5,59
Altre manifatturiere	2,26
Cartaria e grafica	1,55
Chimica e petrolchimica	3,51
Mat. da costruzione, vetro e ceramica	0,25
Metallurgia	0,20
Meccanica	4,95
Edilizia	0,91
Energia elettrica, gas e vapore	2,09
Terziario	64,51
Trasporti terrestri	3,87
Trasporti marittimi	0,16
Trasporti aerei	0,55

Effetto rebound indiretto

Una specifica politica determina un risparmio di x euro, di cui solo il 67% viene destinato al consumo (x')

Ipotesi 1: il denaro risparmiato è ripeso per tutte le voci di consumo



$$x_i' = x' * \frac{p_i}{100}$$

Ipotesi 2: il denaro risparmiato è ripeso per alcune voci di consumo



$$x_i' = x' * \frac{p_i}{100} * \sum_{k=0}^{\infty} r^k$$

Caso A: $p_i \geq b_1$ (>50%)

Caso B: $b_2 < p_i < b_1$ (5% < p_i < 50%)

Caso C: $p_i < b_2$ (<5%)

Serie geometrica di ragione

$$r = 1 - \sum_{i=1}^n p_i$$

$$\sum_{k=0}^{\infty} r^k$$



$$\frac{1}{(1-r)}$$

$$1,2\% < RE < 67\%$$

Conclusioni

- ✓ Definizione di un modello matematico applicabile al contesto italiano, ottenuto combinando l'analisi input-output con estensione energetica e ambientale e la metodologia LCA. Il modello consente di valutare gli impatti energetico - ambientali connessi al “ciclo di vita” di un'economia;
- ✓ Elaborazione di un modello ad hoc per l'analisi del *rebound effect* indiretto, la cui stima è di fondamentale importanza per la determinazione degli effettivi vantaggi connessi all'applicazione di specifiche politiche di sostenibilità.
- ✓ I risultati dello studio possono offrire significativi elementi per esaminare le relazioni tra crescita economica, consumi energetici ed impatti ambientali e per identificare le “aree prioritarie” su cui le future politiche dovranno essere indirizzate per la promozione di modelli di produzione e consumo sostenibili.
- ✓ Il modello potrebbe essere utilizzato dai *decision makers* come riferimento per la pianificazione delle politiche ambientali mirate alla riduzione degli impatti energetico - ambientali, sia a livello nazionale che locale.

Sviluppi futuri

- ✓ Allocazione degli impatti energetici ed ambientali per tipologia di famiglia (numero di componenti, occupazione del capofamiglia, geografia, ecc.).
- ✓ Valutazione degli impatti/benefici connessi alle politiche regionali.

Grazie per l'attenzione

Sonia Longo e-mail: sonialongo@dream.unipa.it

Dipartimento dell'Energia
Università degli studi di Palermo,
Viale delle Scienze, 90128 Palermo, Italy