



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

Luca Ferrari* – Paolo Neri** – Riccardo Melloni*** – Paolo Pozzi****

Analisi LCA dei possibili scenari di smaltimento delle materie plastiche

- * Laureato in Ingegneria Gestionale presso l'Università di Parma
- ** ENEA – Bologna
- *** Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Obiettivo dello studio

Lo studio ha come obiettivo la

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

dei possibili scenari di smaltimento delle materie plastiche:

Riciclo

Incenerimento

Discarica

focalizzando lo studio su due polimeri:

Polipropilene (PP)

Polistirolo espanso (EPS)

Metodologia utilizzata:

**Analisi del Ciclo di Vita
(Life Cycle Assessment – LCA)**

I problemi

- La plastica subisce un degrado delle sue proprietà, sia durante l'utilizzo, sia durante il riciclo. Il polimero riciclato, dunque, ha caratteristiche inferiori a quello vergine.
- Esistono tantissime plastiche diverse, per cui, se non si conosce la storia di ogni frammento di plastica che viene riciclata, il prodotto che ne esce è un'incognita.
- Colla, carta e polimeri incompatibili, anche in piccole quantità, riducono drasticamente le proprietà del polimero riciclato.
- La plastica ha lo stesso potere calorifico di benzina e metano. L'incenerimento per produrre energia può dunque rappresentare un'alternativa interessante al riciclo.

La domanda

È conveniente riciclare la
plastica?

Il danno totale

- Il danno totale è uguale a:

**DANNO
CAUSATO
DALLE
OPERAZIONI DI
SMALTIMENTO**

—

**DANNO EVITATO DALLA
PRODUZIONE DI
ENERGIA ELETTRICA DA
RIFIUTI O DALLA
PRODUZIONE DI
POLIMERO
SECONDARIO**

Struttura del lavoro (1)

RICICLO PP

Dati raccolti presso aziende

Riciclo con semplice macinazione

ANALISI

Dati raccolti presso aziende

Riciclo con estrusione

INCENERIMENTO PP

Dati raccolti presso inceneritore di Brescia

Inceneritore per RSU

Adattamento del processo e calcolo delle emissioni sulla base della composizione chimica del rifiuto plastico

ANALISI

DISCARICA PP

Banche dati specializzate

ANALISI

CONFRONTO TRA I RISULTATI

Struttura del lavoro (2)

RICICLO PP

Dati
raccolti
presso
aziende

Processo di
riciclo del
PP con
semplice
macinazione

ANALISI

RICICLO EPS

Dati
raccolti
presso
aziende

Processo di
riciclo del
polistirolo
espanso

ANALISI

IMPATTO DELLO
SMALTIMENTO IN UNA
PROVINCIA NELL'ARCO
DI UN ANNO

I metodi utilizzati

Sono stati usati tre metodi di valutazione:

- Eco-indicator 99 (olandese)
- EPS 2000 (svedese)
- EDIP 96 (danese)

Modifiche a Eco-indicator 99

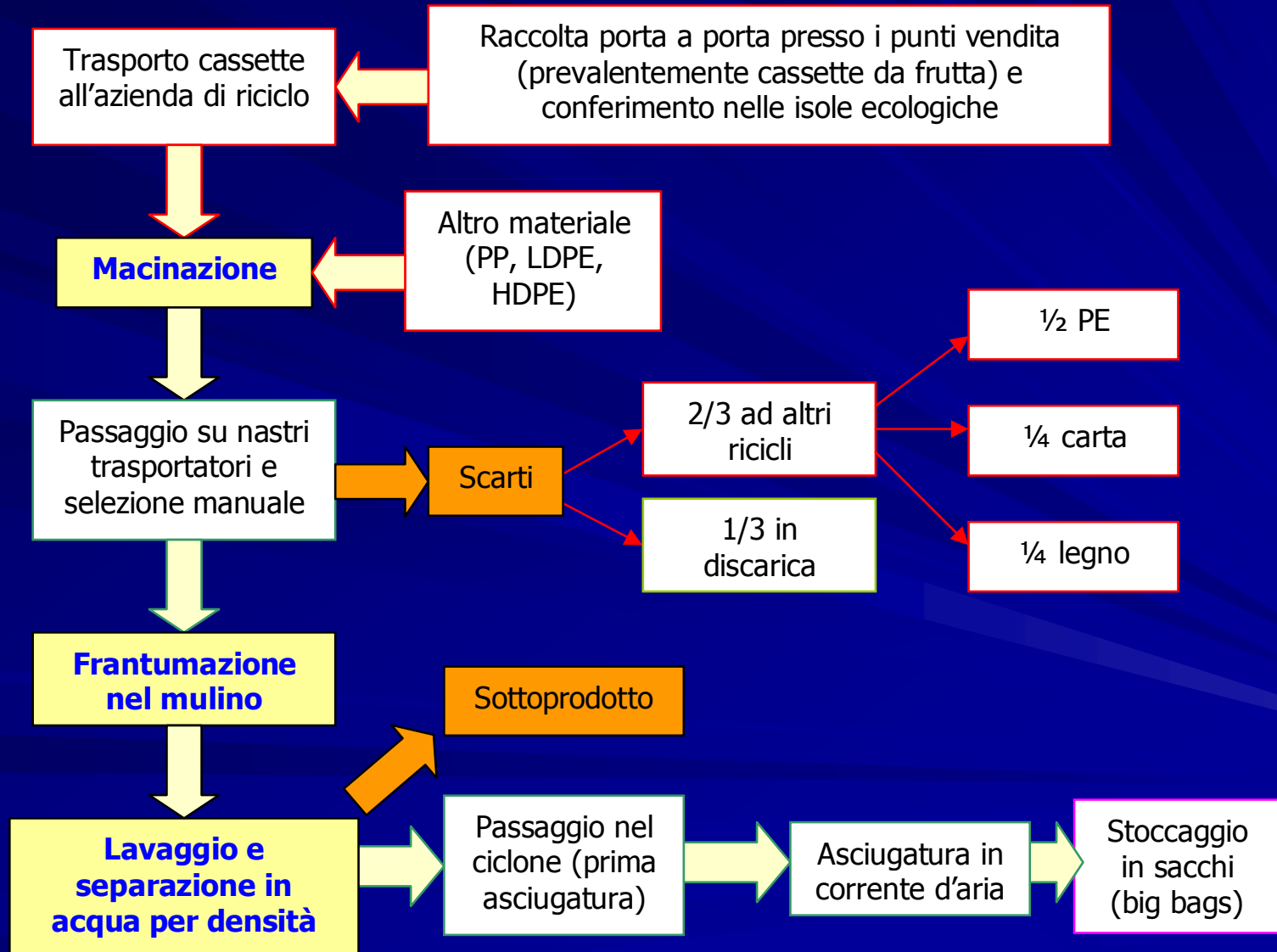
- In fase di valutazione, è stato assunto lo stesso fattore di valutazione per le tre categorie di danno, pari a 3,333.
- Sono state aggiunte due categorie di danno, che in fase di valutazione hanno peso uguale a zero:
 - **Costi**: utilizza l'emissione non materiale costo in euro aggiunta appositamente, con fattore di caratterizzazione uguale a 1 e fattore di normalizzazione pari all'inverso dello stipendio medio annuo del cittadino europeo, stimato in 15500 €.
 - **Energia**: le risorse considerate sono le stesse della categoria omonima in Eco-indicator 95. I fattori di caratterizzazione dei combustibili sono pari ai poteri calorifici inferiori, mentre l'energia prodotta con metodi diversi dai combustibili fossili (come l'energia idroelettrica) è misurata direttamente in MJ, e ha fattore di caratterizzazione pari a 1.
- È stata aggiunta l'acqua di falda nella categoria **Minerals**, in base ad un calcolo sul surplus di energia necessario per estrarre l'acqua ad una profondità di 160 m quando il suo consumo sarà cinque volte quello del 1990, soddisfatto mediante l'estrazione a 100 m di profondità, moltiplicato per 0,4855 (48,55% è la percentuale di acqua di falda sull'acqua usata in Italia nel 2001, secondo l'ISTAT).

Modifiche a EPS 2000

In EPS 2000 sono stati aggiunti:

- i costi, procedendo come in Eco-indicator 99;
- alcuni tipi di land use, che nel metodo originale erano assenti, calcolando il fattore di caratterizzazione in base al rapporto tra il fattore di caratterizzazione in Eco-indicator 99 di questi land use e di alcuni tipi di land use presenti in entrambi i metodi;
- le voci *CO2 (fossil)* e *CO2 (non fossil)* in alcune categorie dove compariva solo la voce generica *CO2*.

Il riciclo del PP con semplice macinazione

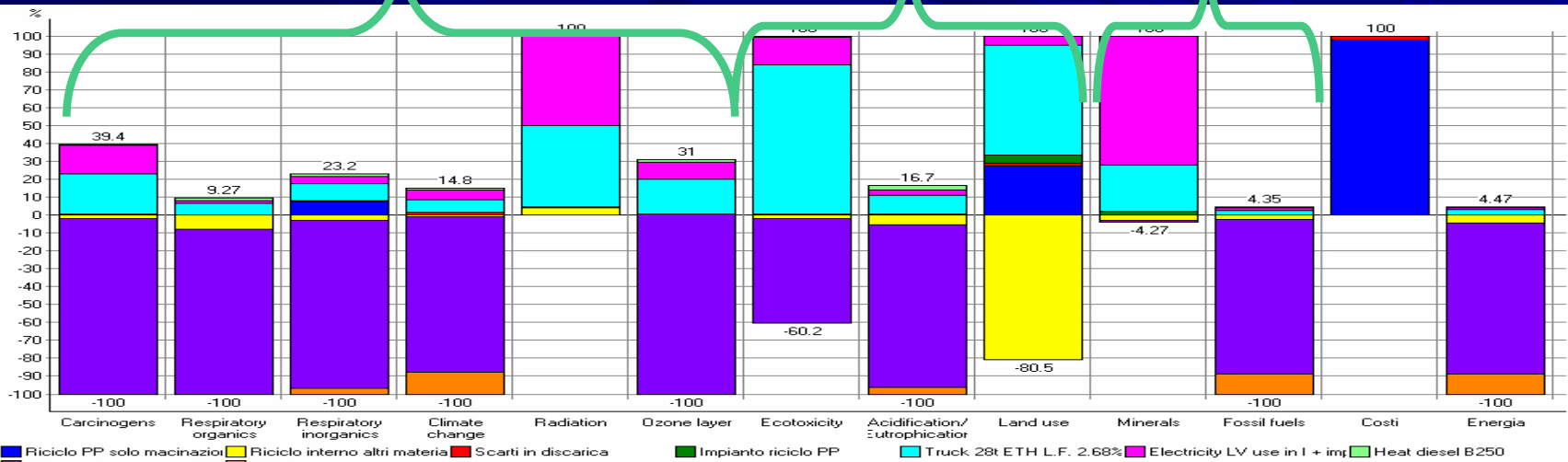


Eco-indicator 99: caratterizzazione

SALUTE UMANA

QUALITÀ ECOSISTEMA

RISORSE



Analyzing 1 kg waste treatment 'Riciclo PP solo macinazione'; Method: Eco-indicator 99 (E)CWEF / Europe EI 99 E/EN / characterisation

SALUTE UMANA

-1,44 E-06 DALY

Causa principale: PP vergine evitato (NO_x e SO_x evitati).

Categoria principale: **Respiratory Inorganics** (-75%).

Il danno causato dal trasporto incide per il 12%.

QUALITÀ ECOSISTEMA

-4,08 E-02 PDF*m²yr

Causa quasi esclusiva (-97%): NO_x.

Il riciclo di carta e legno presenti nei rifiuti incide per il -30%, perché si evita il territorio occupato per la crescita degli alberi.

Il trasporto incide per il 70%, il PP vergine evitato per il -156%.

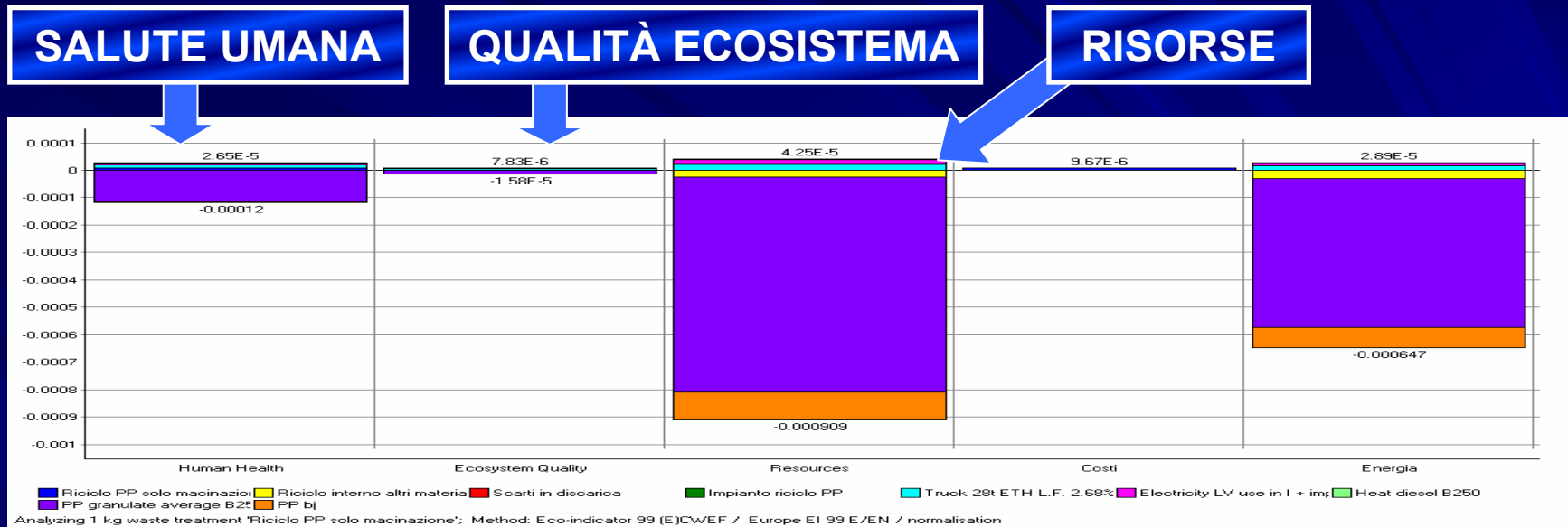
RISORSE

-5,16 MJ Surplus

Causa principale: petrolio risparmiato (-70%).

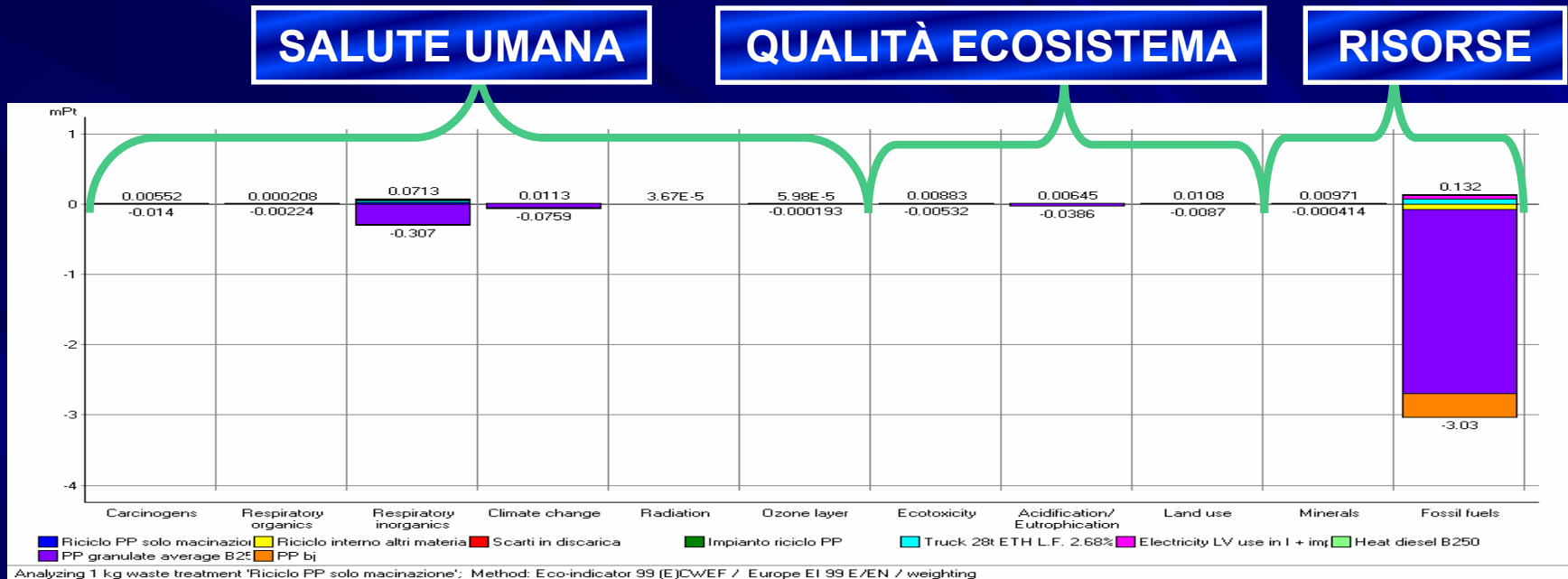
Il PP vergine evitato incide per il -102%, il trasporto incide per il 2%.

Eco-indicator 99: normalizzazione



SALUTE UMANA	Danno evitato alla popolazione europea: -9,32 E-05 volte quello subito dal singolo cittadino europeo a causa delle attività umane in Europa in un anno.
QUALITÀ ECOSIST.	Danno evitato, riferito all'intera popolazione europea: -7,96 E-06 volte quello prodotto sulle specie europee dalle attività umane in Europa in un anno, riferito al singolo cittadino europeo.
RISORSE	Danno evitato sulle risorse mondiali: -8,67 E-04 volte quello prodotto sulle risorse mondiali in un anno dalle attività umane in Europa, riferito al singolo cittadino europeo.
COSTI	Costo di lavorazione pari a 9,67 E-06 volte lo stipendio medio annuo europeo.
ENERGIA	Consumo pari a -6,18 E-04 volte il consumo annuo di un cittadino europeo.

Eco-indicator 99: valutazione



Danno totale evitato: -3,23 E-03 Pt

- Causato principalmente dal prodotto evitato (-104%) e dal trasporto (4%).
- Causato soprattutto dal **consumo di risorse**, e in particolare, di combustibili fossili (-90%). Il danno alla **salute umana** incide per il -9%, quello alla **qualità dell'ecosistema** incide per il -1%.
- Il consumo evitato di petrolio e di gas naturale sono le voci che incidono maggiormente sul punteggio finale totale: rispettivamente, -64% e -25%.

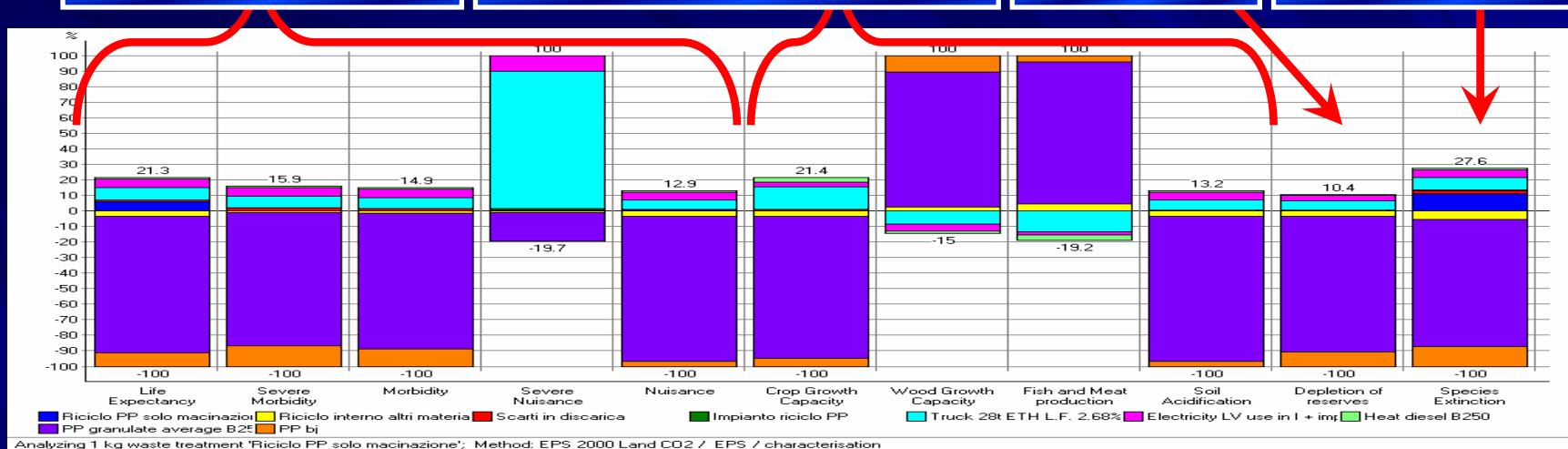
EPS 2000: caratterizzazione

SALUTE UMANA

CAP. PROD. ECOSIST.

RISORSE

BIODIVERSITÀ



SALUTE UMANA

In **Life Expectancy** il danno evitato è dovuto per il -70% alla CO₂ non emessa grazie al prodotto evitato, che prevale in tutte le categorie, tranne in **Severe Nuisance** dove prevale il trasporto.

QUALITÀ ECOSISTEMA

Le categorie relative all'acqua hanno danno pari a zero. Danni per **Capacità crescita legno** (CO₂ non emessa) e **Produzione pesce e carne** (NO_x non emessi).

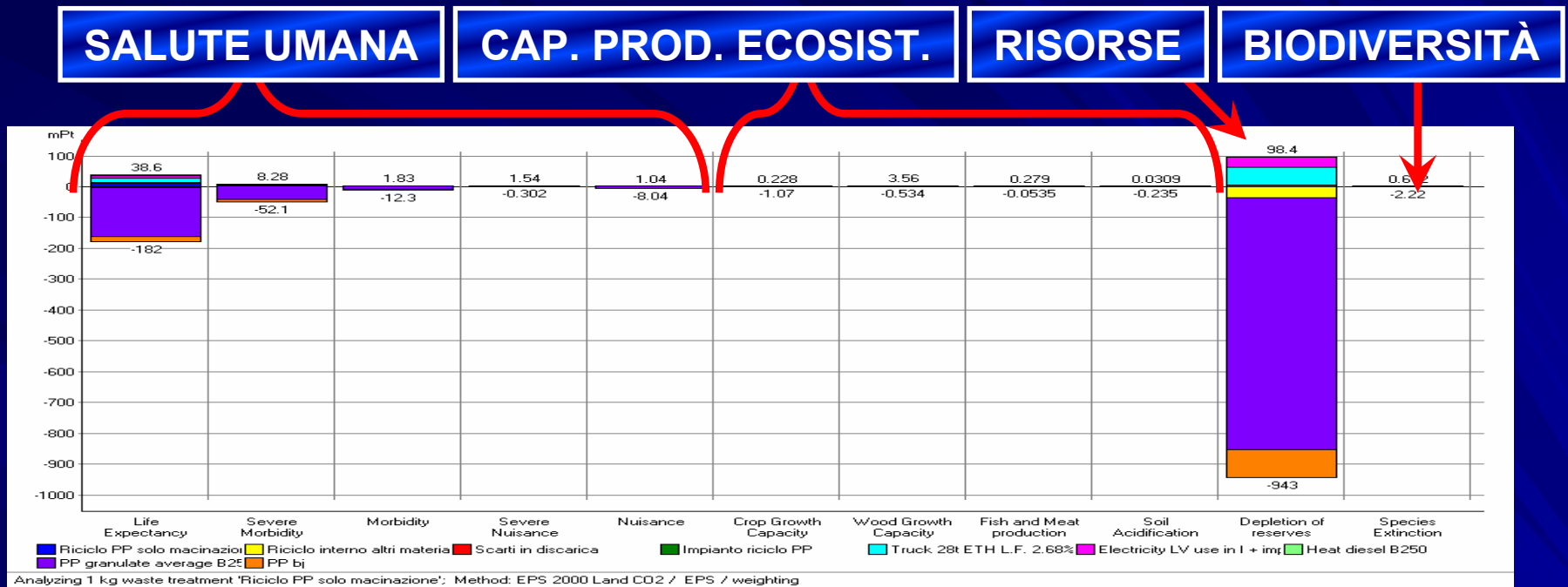
RISORSE ABIOTICHE
-0,844 ELU

Cause : risparmio di petrolio (-65%) e gas naturale (-45%).
Danno del 3% dovuto al rame, utilizzato nei muletti.

BIODIVERSITÀ
-1,46 E-14 NEX

Causa principale: CO₂ evitata (-120%).
Cause di danno: SO_x evitati (17%), land use impianto (14%).

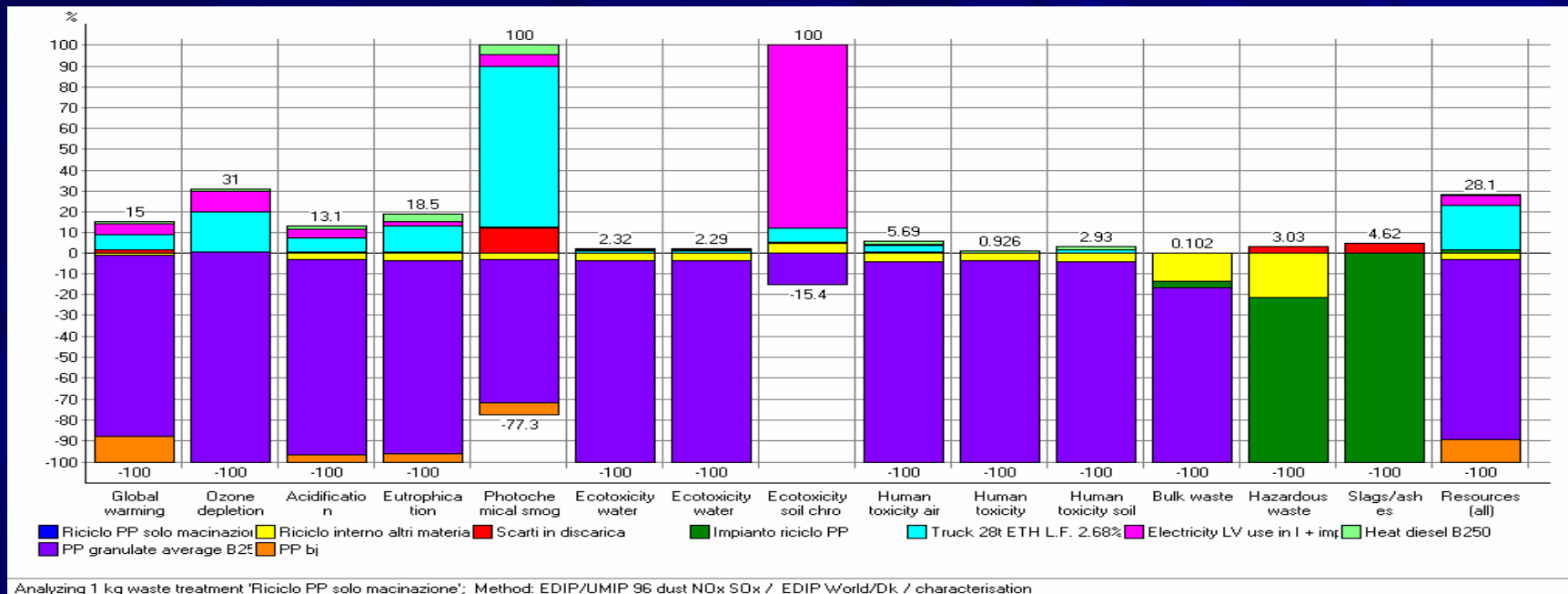
EPS 2000: valutazione



Danno totale evitato: -1,05 Pt

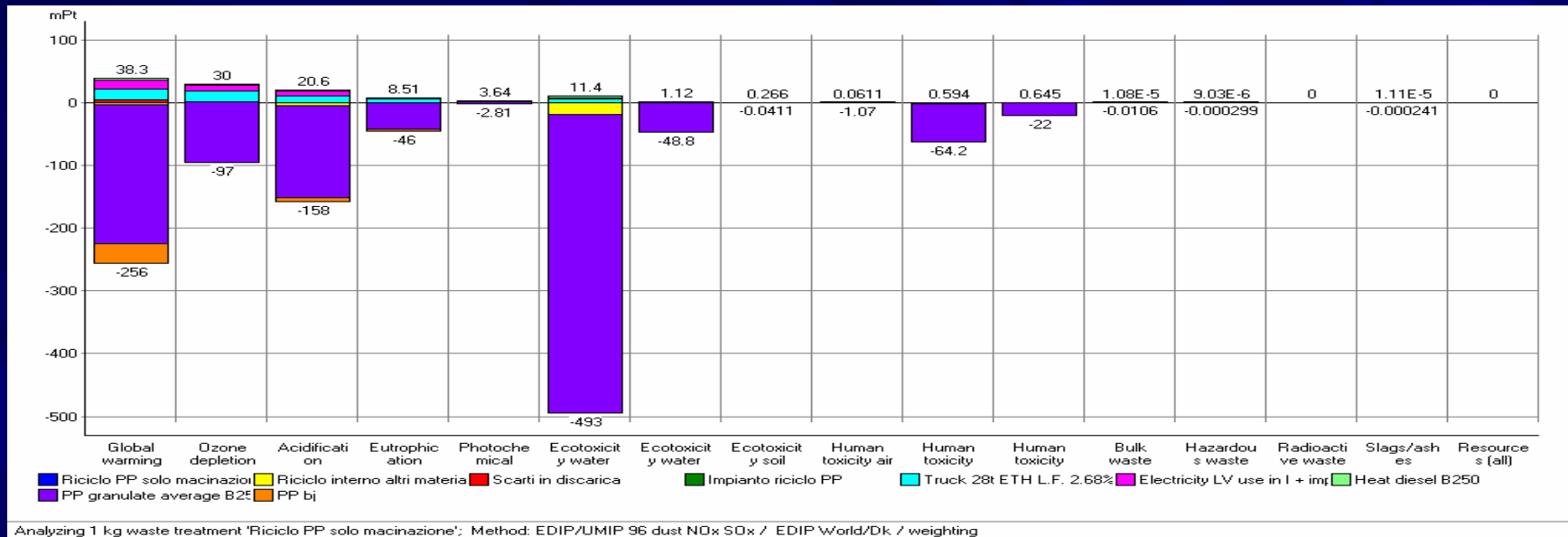
- Causato principalmente dal prodotto evitato (-107%) e dal trasporto (8%).
- Causato soprattutto dal **consumo di risorse** (-80%). Il danno alla **salute umana** incide per il -20%, le altre due categorie incidono meno dell'1%.
- Le voci che incidono maggiormente sul punteggio finale totale sono il consumo evitato di petrolio (-65%) e di gas naturale (-25%) e l'emissione evitata di CO₂ (-15%).

EDIP 96: caratterizzazione



RISCALDAM. GLOBO	-1,46 E+03 g CO ₂	Causa principale (-96%): CO ₂ non emessa.
RIDUZIONE STRATO DI OZONO	-5,88 E+03 g CFC11	Causa principale (-103%): HALON-1301 non emesso nell'aria.
ACIDIFICAZIONE	-13,1 g SO ₂	Causa principale (-63%): SO _x non emessi.
EUTROFIZZAZIONE	-9,3 g NO ₃	Causa principale (-101%): NO _x non emessi.
ECOTOSSICITÀ CRONICA DELL'ACQUA	-1,01 E+04 m ³	Causa principale (-99%): emissione evitata di ioni metallici in acqua.

EDIP 96: valutazione



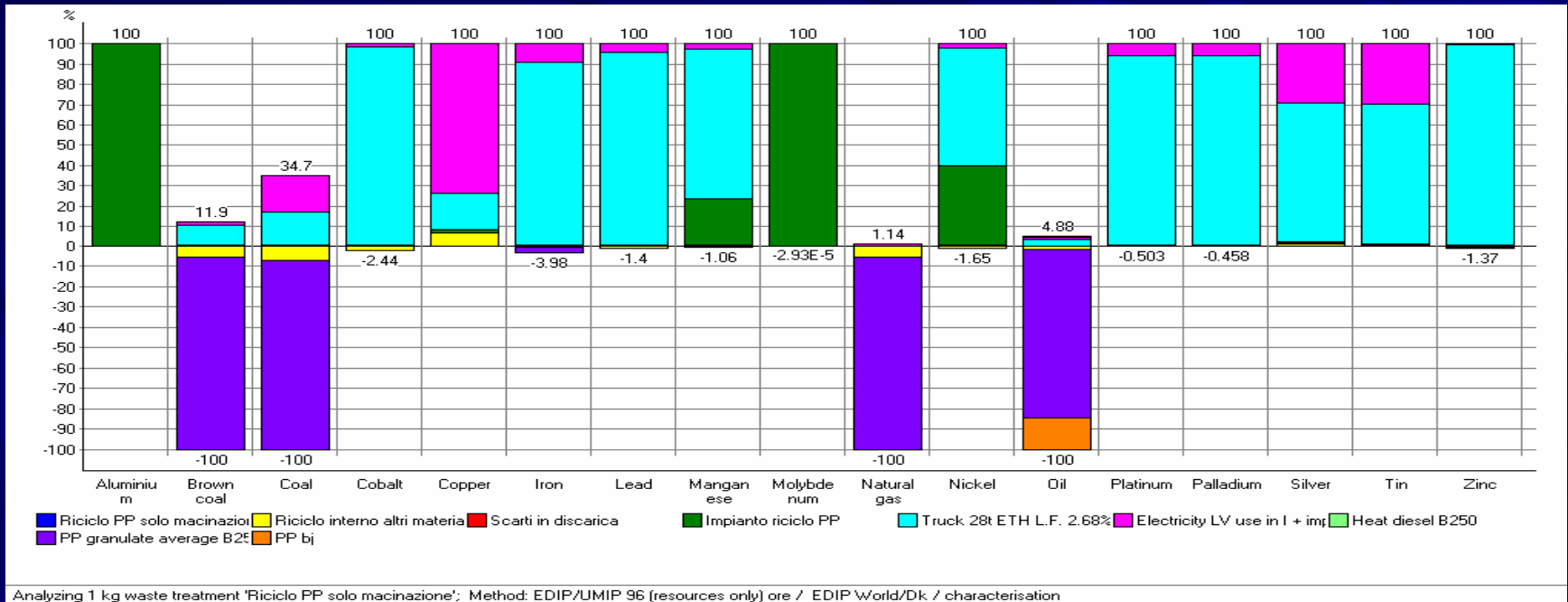
Danno totale evitato: -1,07 Pt

■ Causato principalmente da: prodotto evitato (-107%), riciclo altri materiali presenti nei rifiuti (-3,5%), trasporto (6%), elettricità (3%).

■ Causato soprattutto da: **Ecotossicità cronica dell'acqua** (-45%), **Riscaldamento del globo** (20%), **Acidificazione** (-13%), **Riduzione dell'ozono** (6%), **Eutrofizzazione** (-3,5%).

■ Dovuto all'emissione evitata *in acqua* di ioni metallici (-53%) e *in aria* di CO₂ (-20%), NO_x (-8%), SO_x (-8%), HALON-1301 (-6,5%) e metalli (-5%).

EDIP 96 (resources): caratterizzazione



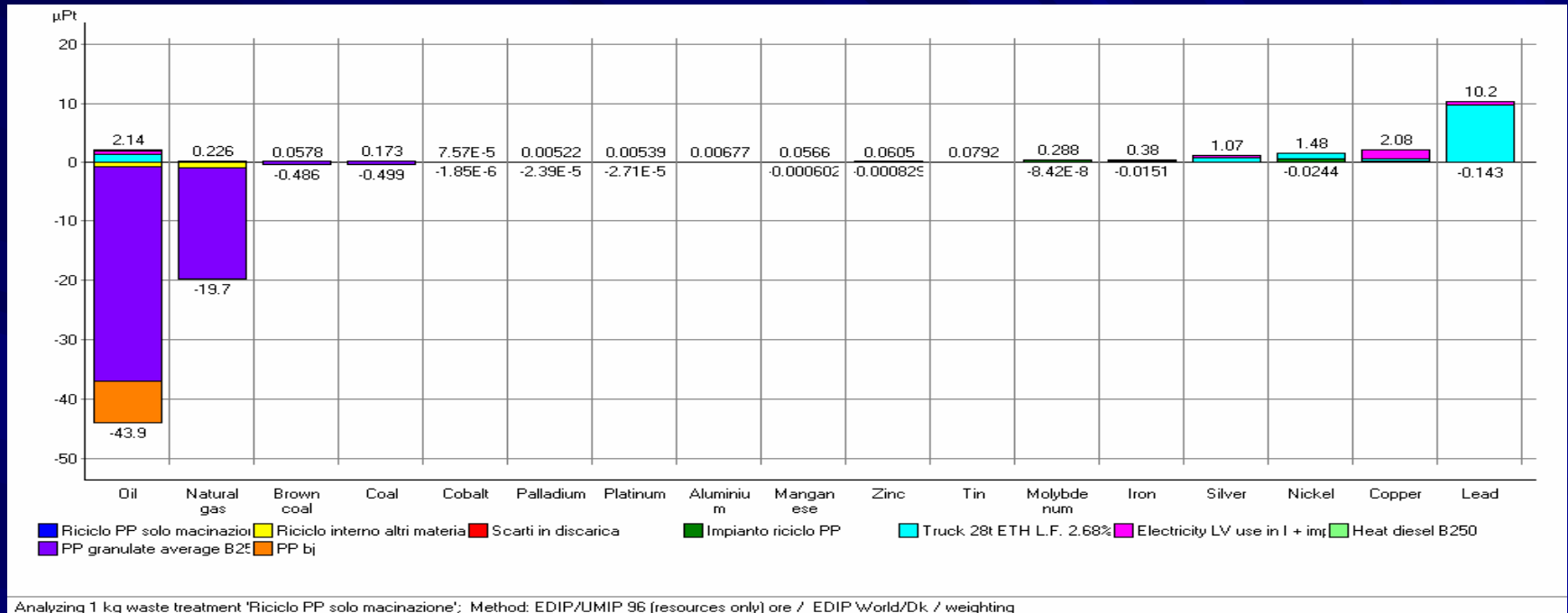
Risorse maggiormente evitate in peso:

- **Petrolio:** -1,07 kg (a causa del prodotto evitato).
- **Gas naturale:** -3,78 kg (a causa del prodotto evitato).

Risorse maggiormente consumate, in peso:

- **Ferro:** 4,3 g (a causa del trasporto, per la costruzione dei veicoli).

EDIP 96 (resources): valutazione



Danno evitato totale: -4,65 E-05 Pt.

■ Cause principali: risparmio di **petrolio** (-90%) e **gas naturale** (-42%) e consumo di **piombo** (22%).

■ Processi che contribuiscono maggiormente: prodotto evitato (-135%) e trasporto (30%).

Riciclo PP (macinaz.): risultati

Eco-indicator 99	Human Health	-9%	NO _x SO _x
	Ecosyst. Qual.	-1%	NO _x
	Resources	-90%	petrolio
EPS 2000	Human Health	-20%	CO ₂
	Ecosyst. Pr. Cap.	< 1%	
	Abiot. St. Resource	-80%	petrolio gas naturale
	Biodiversity	< -1%	CO ₂
EDIP 96			Ioni metallici in acqua CO ₂
EDIP 96 (res.)			Petrolio, gas naturale (-) Piombo (+)

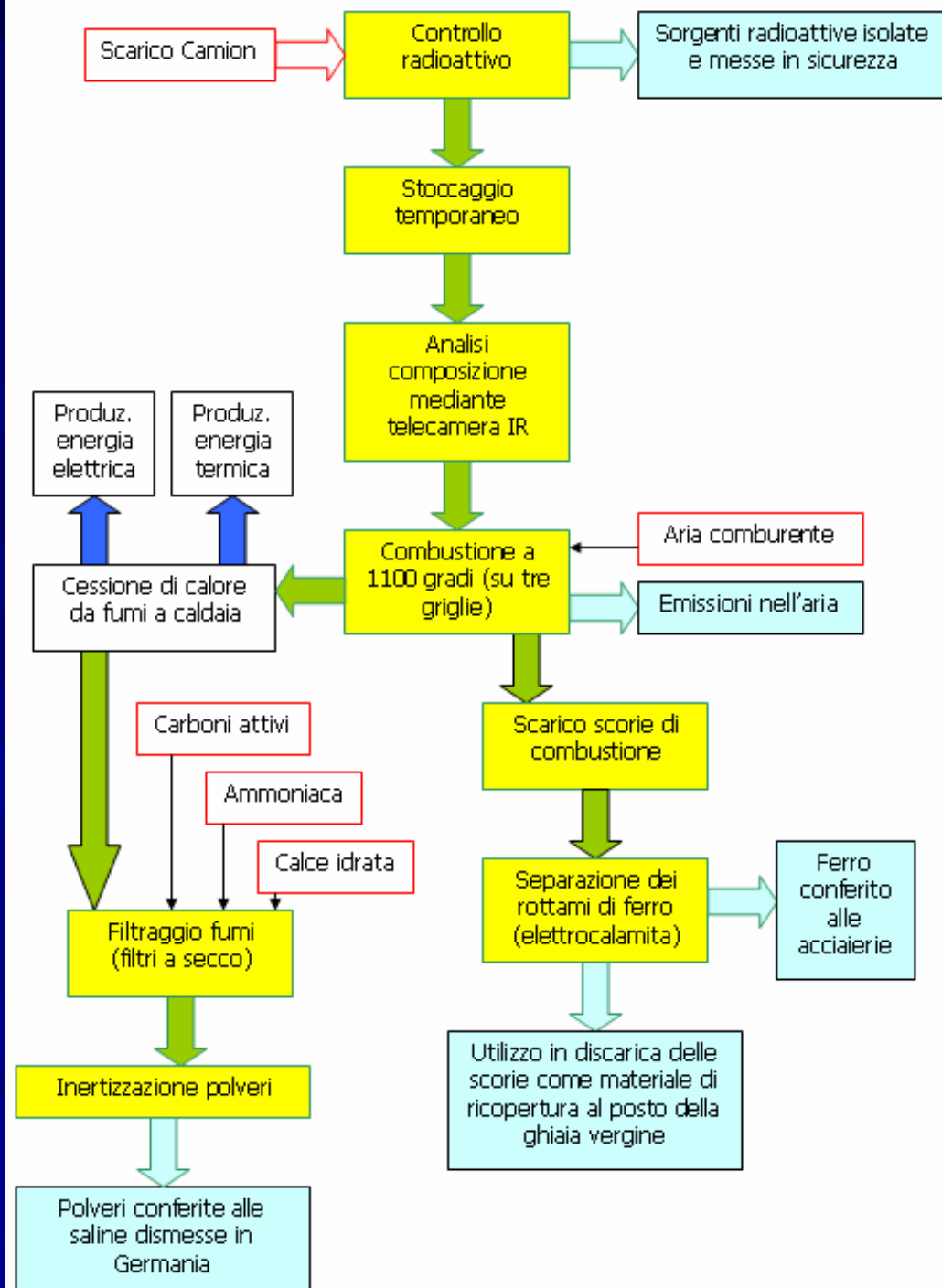
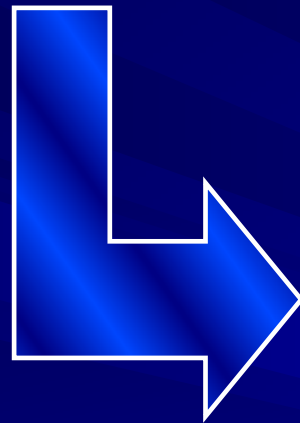
Il processo di incenerimento

- Lo studio è partito da un caso reale: l'impianto di Brescia.
- I dati sui consumi di materie e sulle emissioni sono stati forniti direttamente dall'azienda che gestisce l'impianto.
- Per le emissioni di CO₂, non misurate, si è utilizzata una banca dati specializzata.
- Per la costruzione e il fine vita dell'impianto si è fatto riferimento ad uno studio LCA sull'inceneritore *Silla 2* di Milano, svolto in ENEA (migliore di quello della banca datiecoinvent, il quale non considera l'emissione di polveri dovuta alla fabbricazione del cemento, che invece ha un peso determinante).

I rifiuti solidi urbani inceneriti

- Nessun pretrattamento
- Composizione:
 - Carta e cartone 35%
 - Materiale organico, tessili, legno 33%
 - Materie plastiche 22%
 - Inerti, metallo, vetro, ecc. 10%
- Potere calorifico: tra 7,5 e 10 MJ/kg

Il processo di incenerimento dei RSU

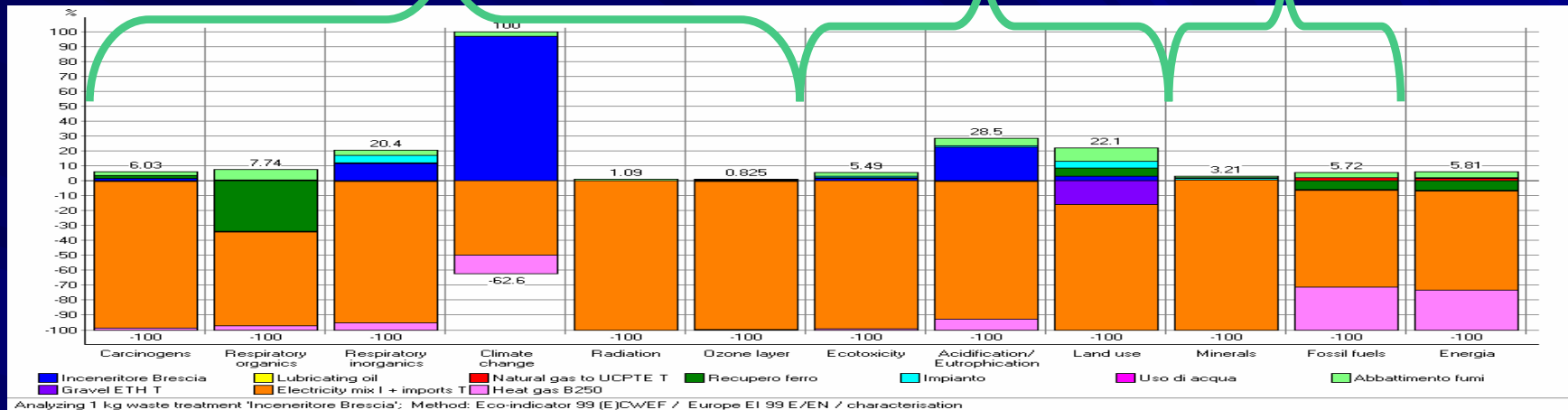


Eco-indicator 99: caratterizzazione

SALUTE UMANA

QUALITÀ ECOSISTEMA

RISORSE



SALUTE UMANA

-2,15 E-07 DALY

Causa principale: energia elettrica evitata (NO_x e SO_x evitati).

Categoria principale: Respiratory Inorganics (-110%).

La CO₂ (245% da combustione rifiuti, -120% elettricità evitata, -30% calore evitato) produce un danno del 35%.

QUALITÀ ECOSISTEMA

-2,04 E-02 PDF*m²yr

Cause: emissione di Ni in aria evitata grazie all'elettricità (-40%), NO_x (-18%), land use (-15%).

Contributi principali: elettricità evitata (-113%), emissioni (12%) e smaltimento polveri (6%).

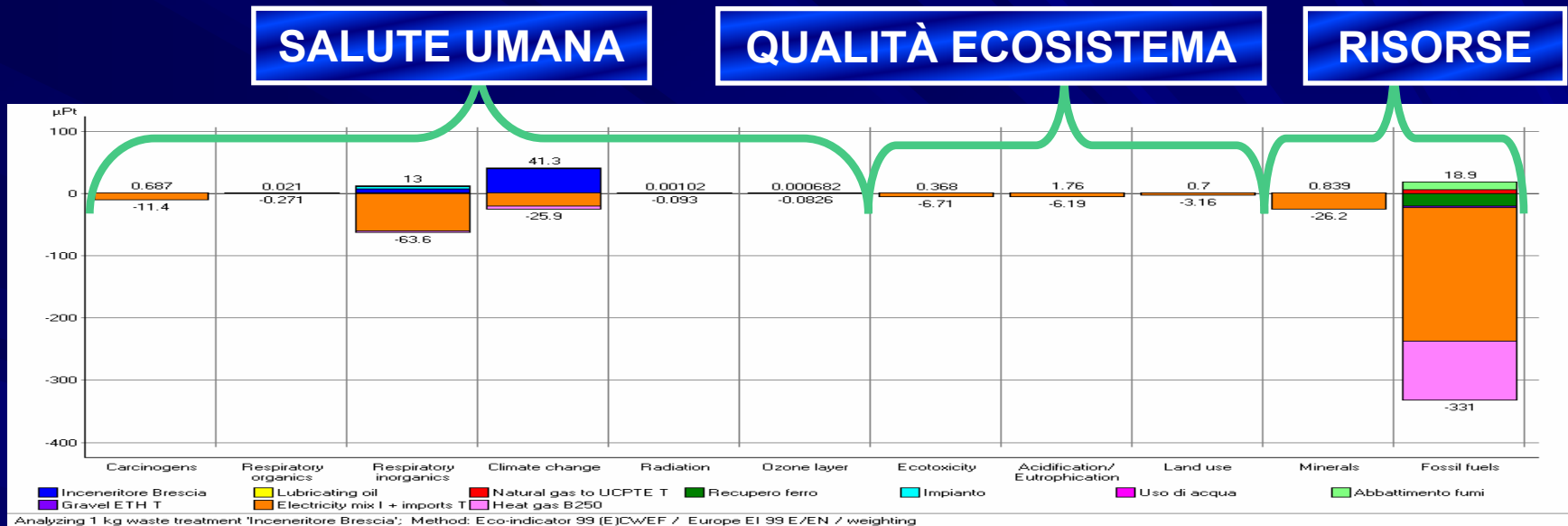
RISORSE

-0,603 MJ Surplus

Cause: petrolio risparmiato (-44%), gas naturale risparmiato (-35%), carbone risparmiato (-14%).

Contributi principali: elettricità evitata (-71%), calore evitato (-28%) e recupero ferro (-6%).

Eco-indicator 99: valutazione



Danno totale evitato: -3,97 E-04 Pt

- Processi che evitano un danno: energia elettrica prodotta (-87%), calore prodotto (-26%) e ferro recuperato (-5,5%).
- Processi dannosi: combustione rifiuti (12,5%) e abbattimento fumi (4%).
- Prevalde il risparmio di risorse (-85%). Il danno evitato sulla **salute umana** incide per il -12%, quello sulla **qualità dell'ecosistema** incide per il -3%.
- La categoria di impatto **combustibili fossili** incide da sola per il -79%, soprattutto a causa del risparmio di petrolio (-37%) e gas naturale (-30%).

Incenerimento RSU: risultati

Eco-indicator 99 -3,97 E-04 Pt	Human Health	-12%	NO _x , SO _x (-) CO ₂ (+)
	Ecosyst. Qual.	-3%	Ni (in aria) NO _x , land use
	Resources	-85%	petrolio gas naturale
EPS 2000 -7,5 E-02 Pt	Human Health	33%	CO ₂ (+) SO _x (-)
	Ecosyst. Pr. Cap.	< -1%	
	Abiot. St. Resource	-133%	gas naturale petrolio
	Biodiversity	< 1%	CO ₂ SO _x
EDIP 96	-4,7 E-2 Pt	HALON-1301 SO _x	
EDIP 96 (res.)	-6,9 E-6 Pt	Petrolio, gas naturale (-) Piombo (+)	

L'incenerimento del PP...

- Gli elementi determinanti per l'impatto ambientale di un inceneritore sono:
 - composizione chimica dei rifiuti
 - efficienza del sistema di abbattimento delle emissioni inquinanti
 - quantità di energia prodotta, dipendente da:
 - potere calorifico dei rifiuti
 - % di potere calorifico convertito in energia utile.

... partendo dall' inceneritore per RSU

- La banca dati ANPA del 2000 contiene i processi di incenerimento di molti materiali, tra cui il PP, classificati in base alla tecnologia di abbattimento fumi.
 - I processi comprendono sia le emissioni (calcolate in base alla composizione chimica del rifiuto), sia la quantità di agenti riducenti necessaria.
- I dati per il PP sono stati calcolati in questo modo:
 - si è calcolato il rapporto tra i dati del processo oggetto di studio e della banca dati, relativamente agli RSU, per tutte le emissioni e i consumi di agenti riducenti;
 - si è moltiplicato questo rapporto per il valore riportato dalla banca dati relativamente al PP.

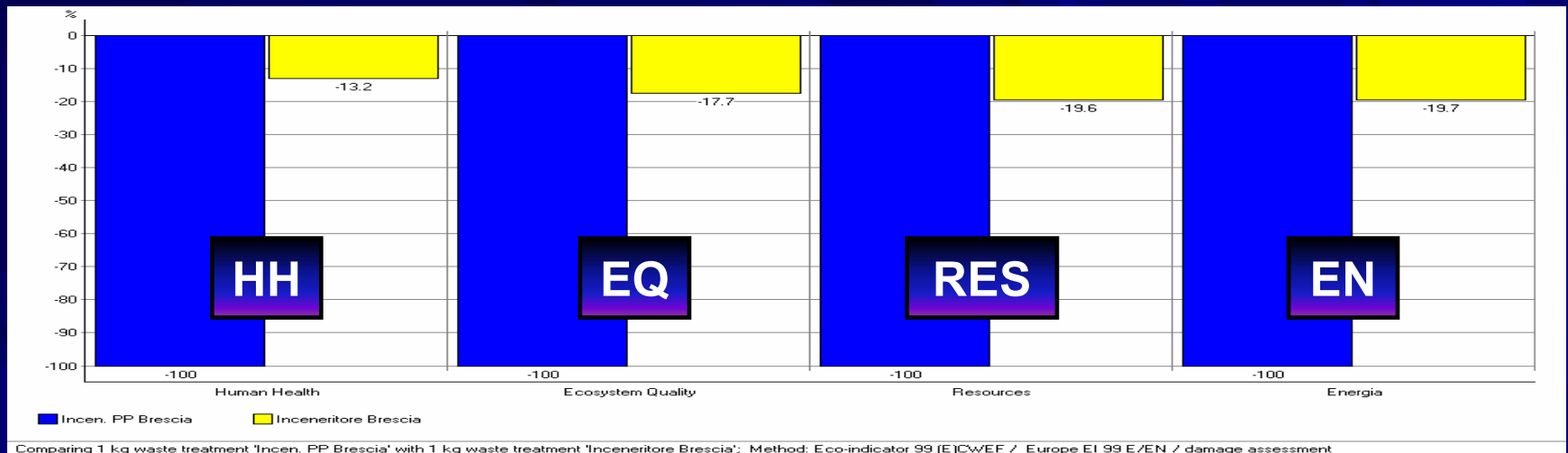
Calcolo delle energie

- Per il calcolo delle energie evitate si è proceduto in questo modo:
 - Si è calcolato il rapporto tra il potere calorifico del PP (11000 kcal/kg) e quello medio dei RSU (2100 kcal/kg).
 - Si sono moltiplicate per questo numero le quantità di energia prodotte con RSU.

Altre osservazioni

- Con questo tipo di impianto, progettato per bruciare rifiuti con potere calorifico massimo pari a 3000-3500 kcal/kg, non è possibile bruciare solo PP (11000 kcal/kg).
 - La soluzione è quella di miscelare la plastica con i RSU, non superando il potere calorifico massimo.
- Il processo di recupero del ferro è stato eliminato in quanto il rifiuto è costituito da PP e non più da rifiuti misti.

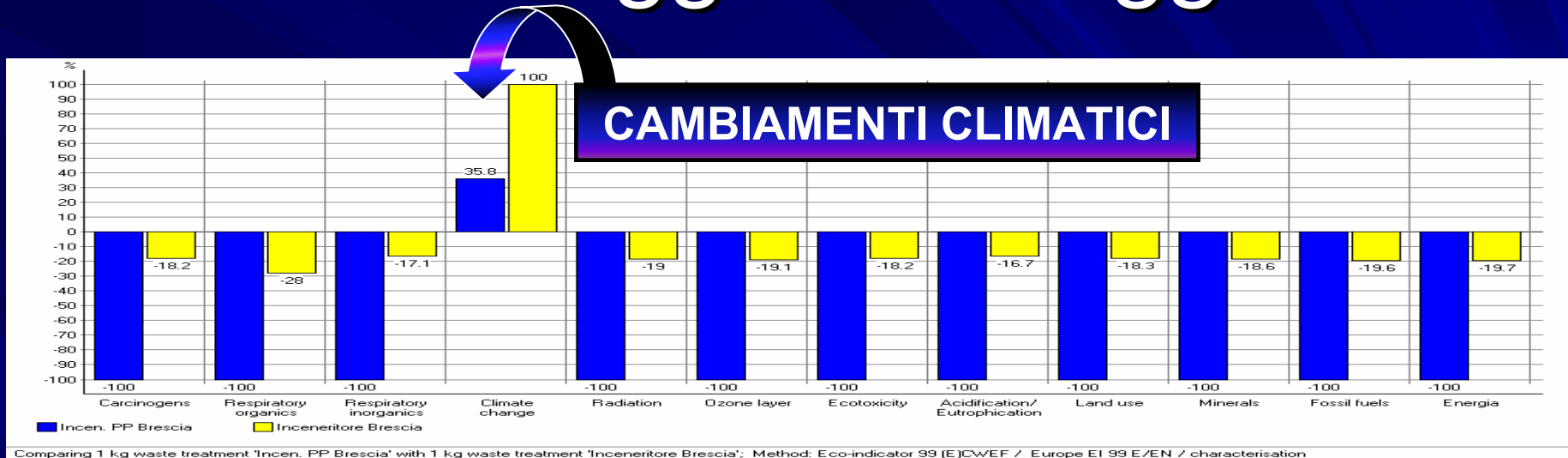
RSU e PP a confronto: caratterizzazione



■ Il rapporto fra i danni evitati per ogni singola categoria è molto vicino a quello tra i poteri calorifici dei rifiuti, tranne per la salute umana, dove il vantaggio aumenta di molto (si riduce la componente dannosa dovuta alle emissioni di RSU, in quanto il PP ha minori emissioni).

- Rapporto tra i poteri calorifici: 5,2
- Rapporto tra i danni:
 - HH 7,6
 - EQ 5,6
 - RES 5,1
 - EN 5,1

Motivo del maggior vantaggio in HH



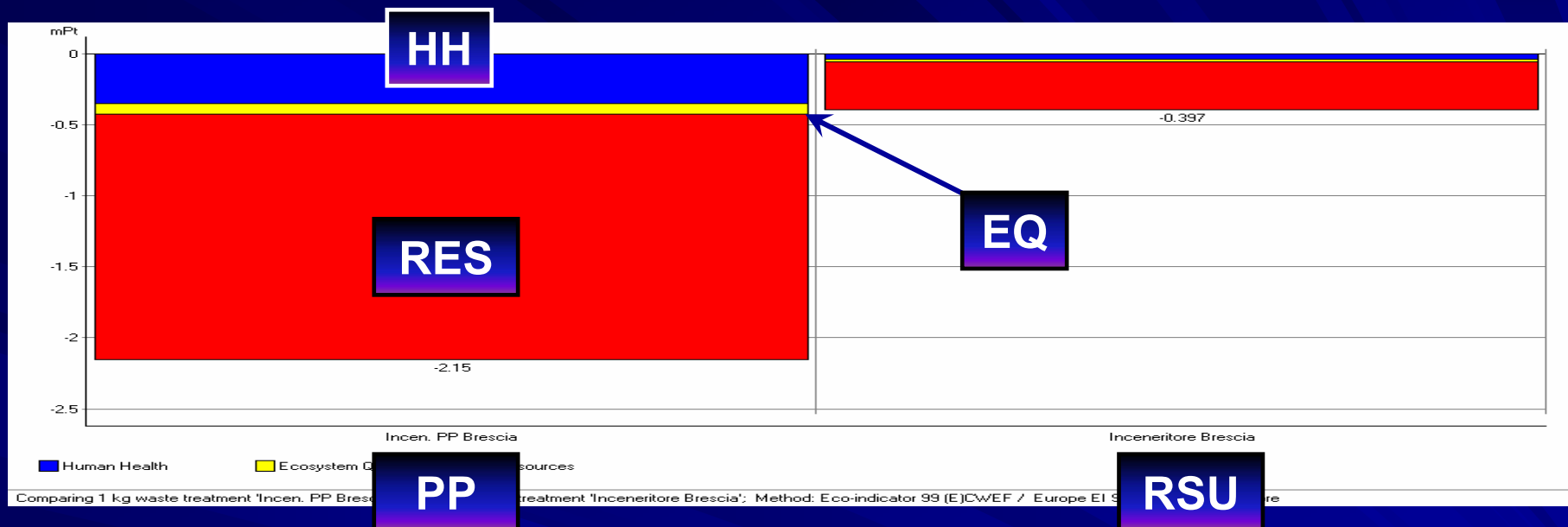
EMISSIONI DI CO2		Incen. PP	Incen. RSU
TOTALE	g	227	362
Combustione rifiuti	g	3060	885
Calore prodotto	g	-568	-108
Elettricità prodotta	g	-2288	-437
Altri processi	g	23	22

EMISSIONI DI METANO		Incen. PP	Incen. RSU
TOTALE	g CO2 eq	97	18
Calore prodotto	g CO2 eq	-34	-6
Elettricità prodotta	g CO2 eq	-64	-12
Altri processi	g CO2 eq	1	0

(1 g di metano equivale a 20,95 g di CO2)

■ Il PP, pur producendo più CO₂ degli RSU nella combustione, permette di evitare emissioni notevoli di CO₂ e metano grazie alle energie evitate.

RSU e PP a confronto: valutazione

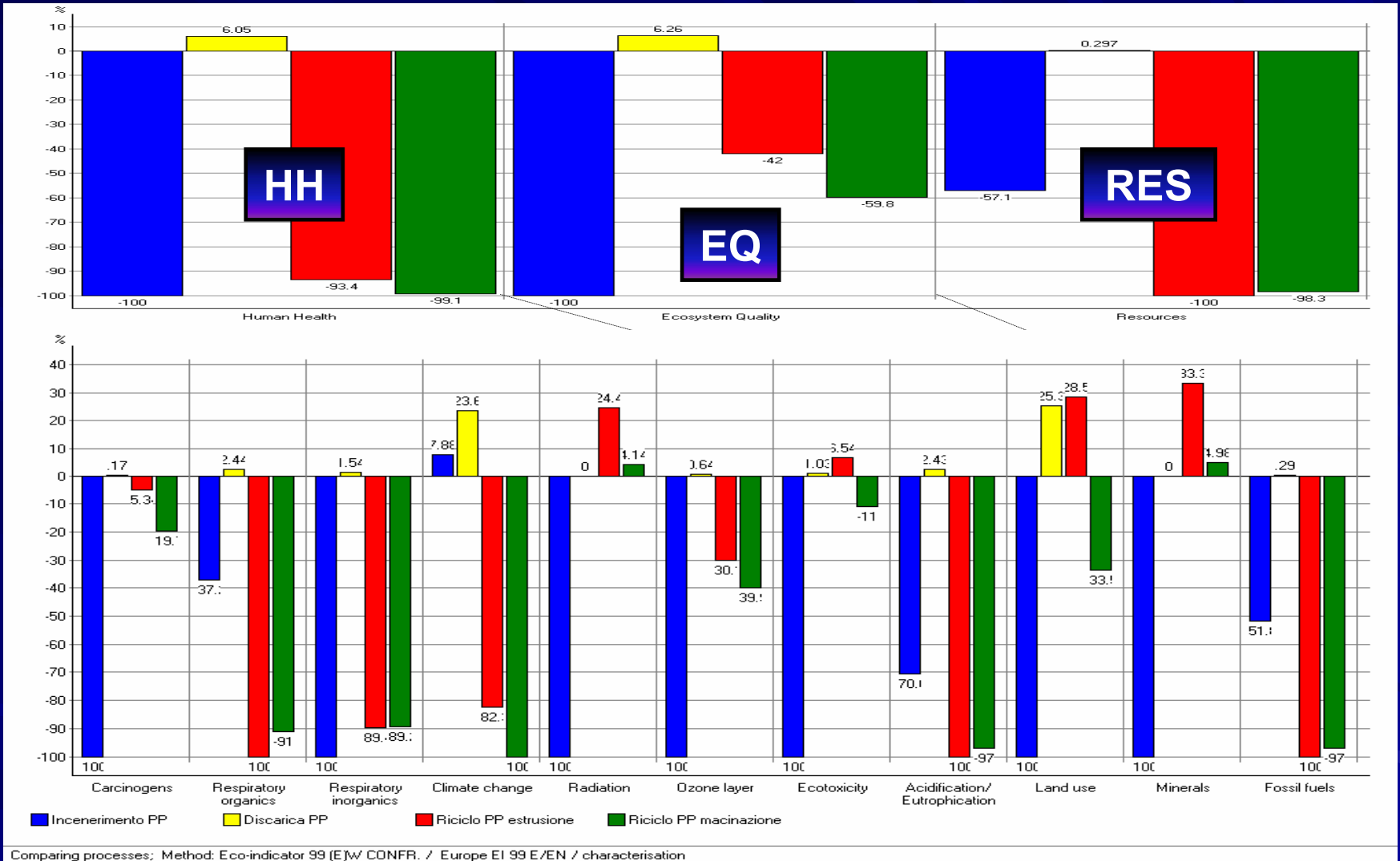


- Il danno evitato incenerendo il PP è 5,4 volte superiore a quello che si ha incenerendo la stessa quantità in peso di RSU (rapporto poteri calorifici = 5,2).
- Con gli altri metodi:
 - EPS 2000: il rapporto vale 8,25 a causa del maggior peso che ha il danno alla salute dovuto alle emissioni (la **salute umana** presenta addirittura un danno per gli RSU, e non un danno evitato);
 - EDIP 96: il rapporto vale
 - 10,9 per le emissioni: il punteggio si discosta dai precedenti perché il peso preponderante era assunto dalle risorse che qui non vengono valutate
 - 6,2 per le risorse: il valore maggiore rispetto al rapporto tra i poteri calorifici è dovuto anche alla mancanza del recupero del ferro nell'incenerimento del PP

La soluzione migliore per smaltire le materie plastiche

- Il confronto è stato effettuato, per il PP, tra la discarica, l'incenerimento e due modalità di riciclo.
- Raccolta e trasporto dei rifiuti all'impianto di smaltimento non sono considerati: la valutazione vuole essere generale, dunque è indipendente dalla collocazione degli impianti nel territorio.

Caratterizzazione con Eco-ind. 99

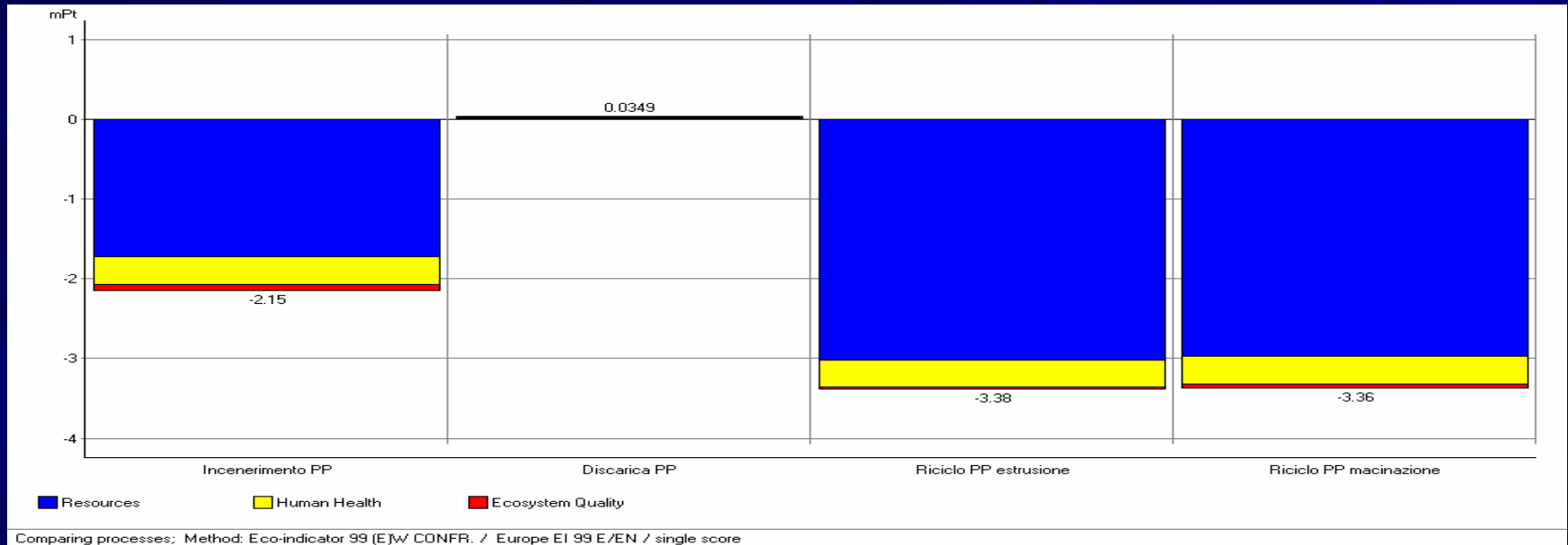


Comparing processes; Method: Eco-indicator 99 (E)W CDNFR. / Europe EI 99 E/EN / characterisation

Incenerim. – Discarica – Riciclo estr. – Riciclo macin.



Valutazione con Eco-ind. 99

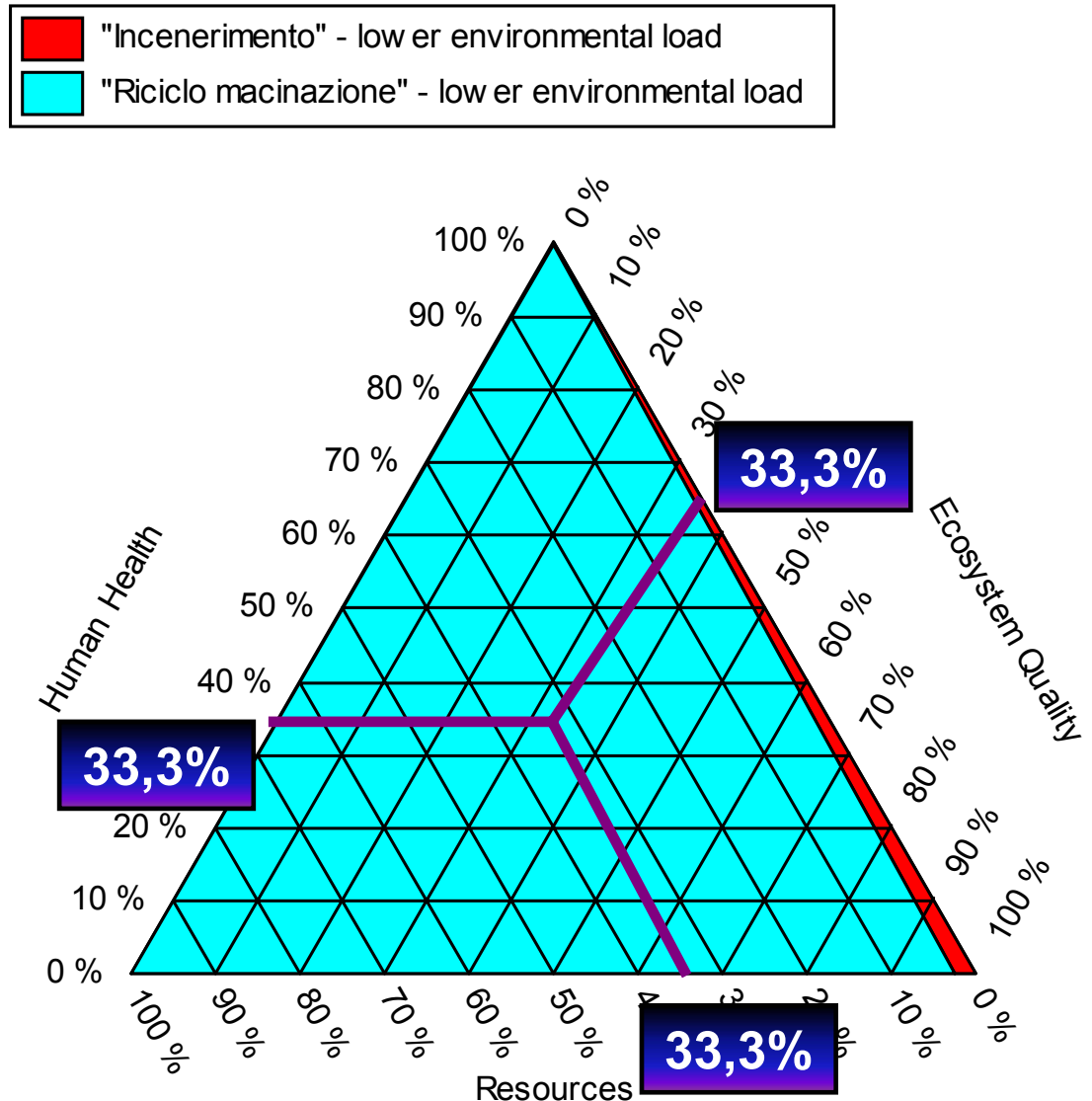


Risorse – Salute umana – Qualità ecosistema

- Il danno evitato dal riciclo è 1,6 volte quello dell'incenerimento, grazie soprattutto al maggior risparmio di risorse.
- La discarica non è nemmeno confrontabile.

Il triangolo

- La zona in cui conviene l'incenerimento è ridottissima (conviene solo se le risorse contano meno del 3%).
- Il risultato dunque non dipende dal weighting set



Risultati con gli altri metodi

■ Con EPS 2000:

- Il danno evitato dal riciclo è 1,8 volte quello dell'incenerimento, grazie soprattutto al maggior risparmio di risorse e, secondariamente, al minor danno sull'aspettativa di vita.

■ Con EDIP 96:

- L'analisi relativa alle emissioni mostra che:
 - Il danno evitato dal riciclo è 2,3 volte quello dell'incenerimento, soprattutto per il maggior danno evitato sull'ecotossicità cronica dell'acqua e sul riscaldamento del globo.
 - L'incenerimento comporta danni evitati maggiori in altre categorie, ma di entità minore.
- L'analisi relativa ai consumi di risorse mostra che:
 - Il danno evitato dal riciclo macinaz. è 1,4 volte quello dell'incenerimento, soprattutto per la maggior quantità di petrolio risparmiato.
 - Il danno evitato dal riciclo estrus. invece è 1,1 volte quello dell'incenerimento, a causa del consumo di rame, piombo e argento per l'elettricità (in particolare, per le infrastrutture elettriche, come i cavi, i trasformatori...).

La domanda

È conveniente riciclare la plastica?

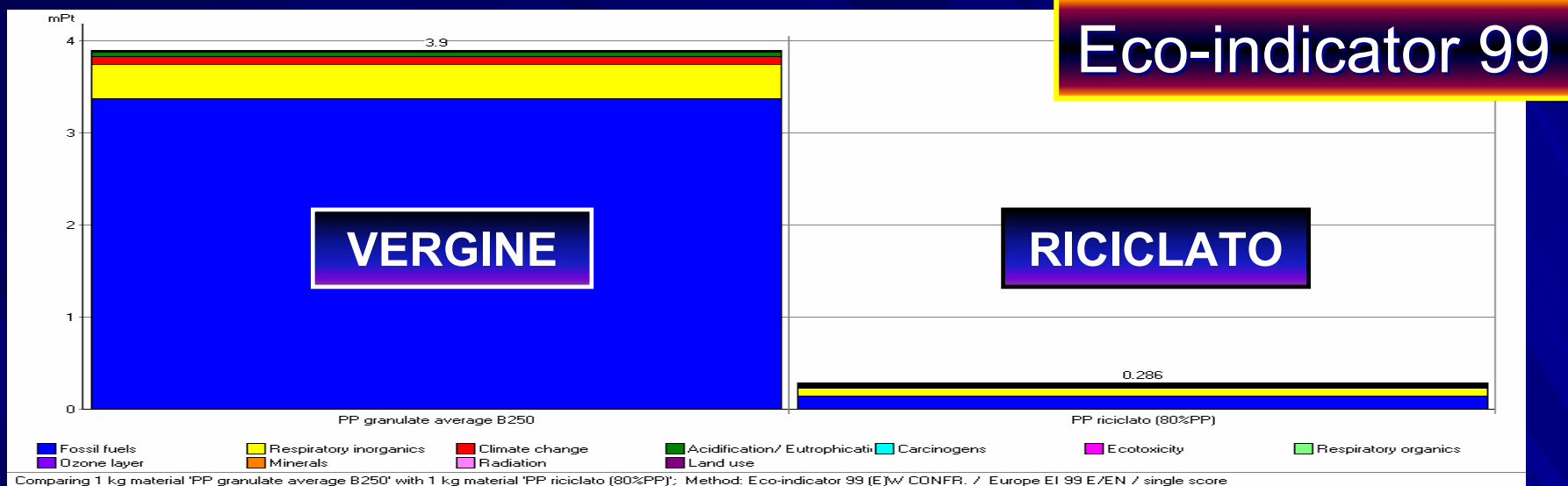
La risposta

Il metodo dell'analisi del ciclo di vita, utilizzando i metodi Eco-indicator 99, EPS 2000 e EDIP 96, indica che il riciclo è il sistema di smaltimento più conveniente dal punto di vista ambientale per le materie plastiche raccolte separando i polimeri

I rifiuti diventano materia prima

- Riciclo = produzione di polimero riciclato senza utilizzare risorse primarie.
- Incenerimento = produzione di energia senza il consumo di combustibili fossili.

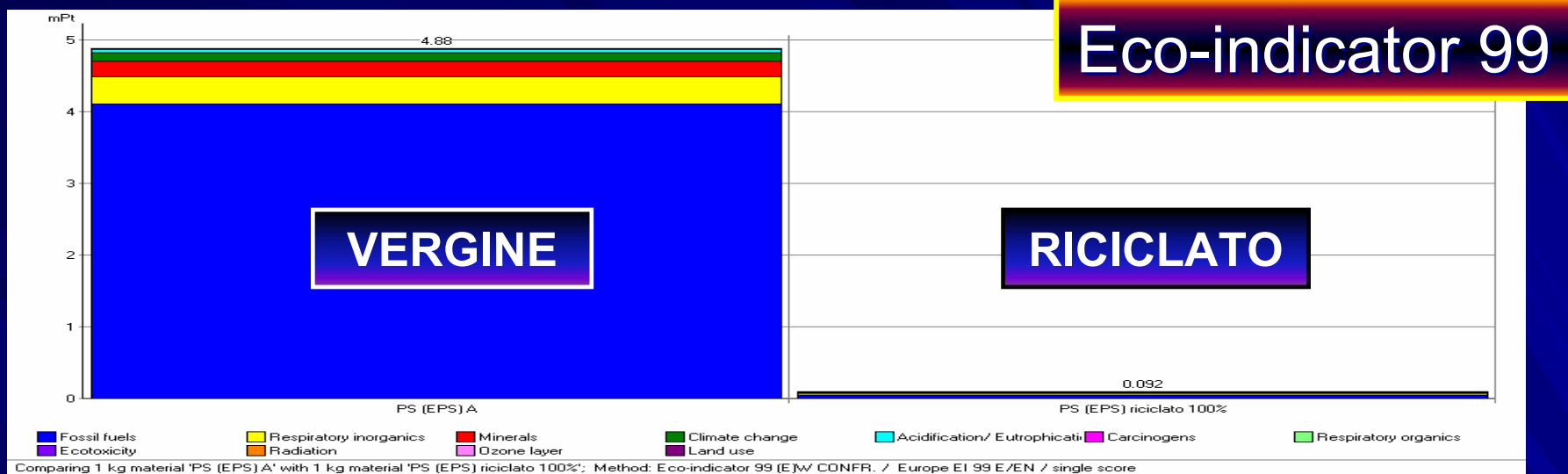
Il vantaggio del PP riciclato



Comb. fossili – Resp. inorg. – Camb. climatici

- Con Eco-indicator 99 il danno del polimero vergine è **13,5** volte quello del riciclato.
- Con EPS 2000 questo rapporto vale **8**.
- Con EDIP 96 vale **11** per le emissioni e **3,5** per le risorse (forte peso del piombo dovuto al trasporto dei rifiuti).

Il vantaggio dell'EPS riciclato



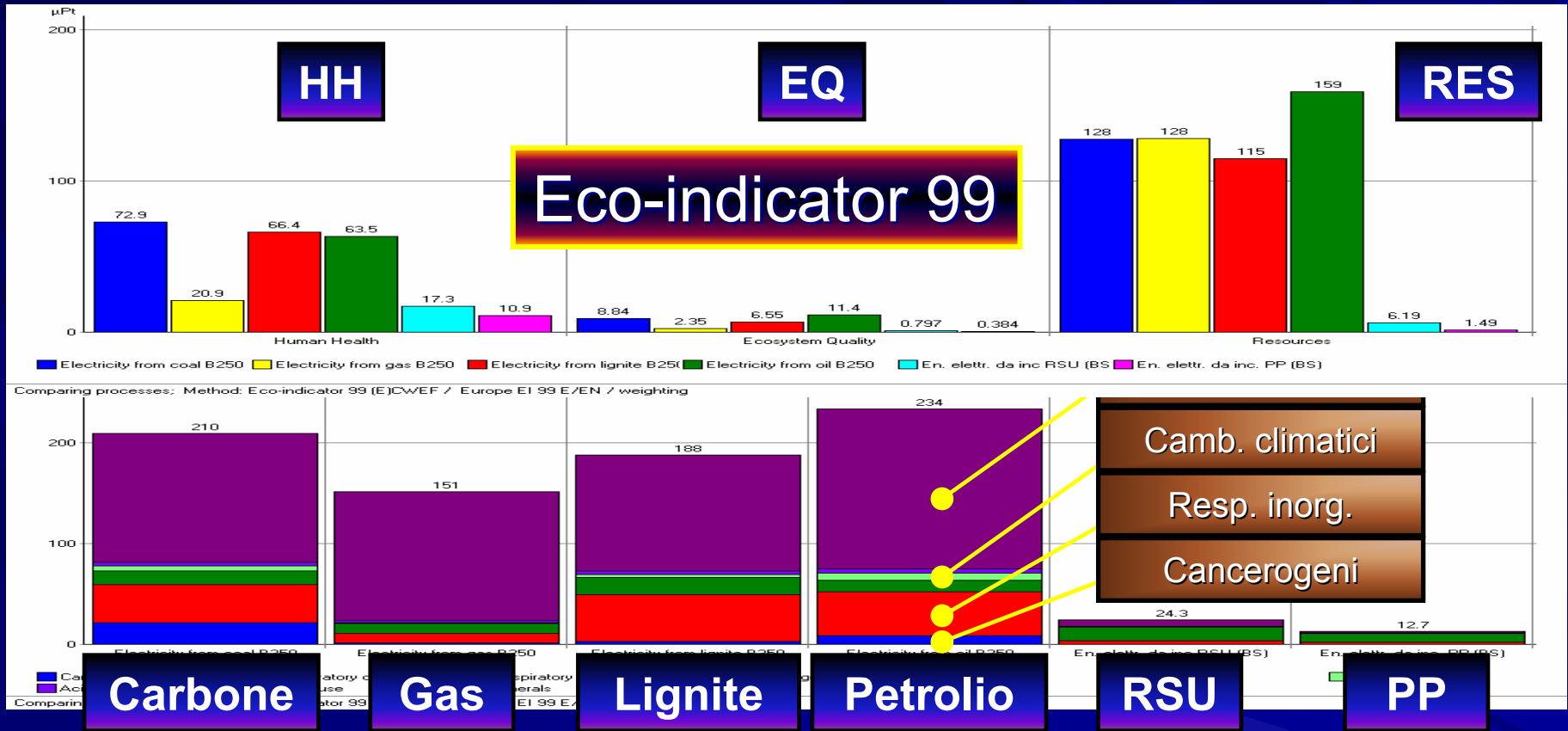
Comb. fossili – Resp. inorg. – Minerali

- Con Eco-indicator 99 il danno del polimero vergine è **53** volte quello del riciclato.
- Con EPS 2000 questo rapporto vale **38**.
- Con EDIP 96 vale **32** per le emissioni e **13** per le risorse (minore a causa del peso del piombo dovuto al trasporto dei rifiuti).

Problemi dell'EPS riciclato

- Il suo utilizzo è vincolato all'edilizia (usato come inerte per alleggerire i massetti o per gli isolamenti termoacustici).
- Il processo di riciclo prevede la macinazione. Si hanno quindi delle palline dalle quali non si può riottenere un imballaggio.
- L'alternativa "intelligente" per il polistirolo (non solo quello espanso) è il riciclo chimico.

Confronto tra energie elettriche



- Secondo Eco-indicator, oltre al grande risparmio di risorse, i rifiuti danno anche un vantaggio nella salute umana.
- Occorre tener presente che l'inceneritore considerato utilizza la migliore tecnologia, mentre le energie elettriche considerate provengono dalla media degli impianti esistenti in Europa.

I costi esterni

- I costi esterni sono la monetarizzazione dei danni ambientali.
- Sono stati calcolati a partire dai risultati di:
 - Eco-indicator 99:
 - Un DALY vale come un anno di stipendio (15.500 €)
 - Il valore del PDF*m²yr è calcolato a partire dalla spesa per ripopolare il nibbio nel Parco di Frasassi
 - Il valore del MJ surplus è il costo di 1 MJ elettrico, pari a 0,033 €
 - EPS 2000:
 - Il danno è pari al valore in ELU (€ dell'anno 2000), attualizzato e riferito all'Europa anziché al mondo intero.

Significato del costo esterno

- Se fosse riconosciuto il principio “chi inquina paga”, ogni prodotto o servizio dovrebbe essere caricato anche del suo costo esterno.
- In realtà non è così: è la comunità intera (locale, nazionale o mondiale) che si fa carico dei problemi e dei relativi oneri.
- Spesso nessuno se ne fa carico.

Gli eco-incentivi

- Co.Re.Pla. paga 21,5 centesimi per ogni kg di plastica raccolta in modo differenziato che rispetta determinati standard di qualità, in modo da rendere non antieconomico il riciclo.
- Il costo esterno evitato calcolato con Eco-indicator del processo di riciclo di 1 kg di PP è di circa 20 centesimi.
- Se invece di incentivare il riciclo si caricasse il polimero vergine dei suoi costi esterni, non cambierebbero i rapporti competitivi tra i due tipi di polimeri, ma il sistema nel suo complesso sarebbe più equo, secondo il principio “chi inquina paga”.

I costi esterni dei processi analizzati

PROCESSO	E-ind. 99	EPS 2000
Riciclo PP semplice macinazione	-0,195 €	-0,077 €
Riciclo PP con estrusione	-0,199 €	-0,072 €
Riciclo PS (EPS)	-0,289 €	-0,159 €
Riciclo PP (1 anno prov. RE)	11007 €	8089 €
Riciclo PS (EPS) (1 anno pr. RE)	252 €	55 €
Produzione PP riciclato macinato	0,017 €	0,012 €
Produzione PP riciclato granulato	0,035 €	0,027 €
Produzione PS (EPS) riciclato	0,005 €	0,004 €
Incenerimento RSU	-0,024 €	-0,009 €
Incenerimento PP	-0,127 €	-0,046 €

Conclusioni – 1

- La forma più conveniente di smaltimento per le materie plastiche raccolte in modo differenziato è il riciclo.
 - L'energia evitata domina nel processo di incenerimento.
 - Il PP è il polimero col più alto potere calorifico, quindi, se non conviene l'incenerimento per il PP, non conviene nemmeno per gli altri polimeri.

Conclusioni – 2

- Il danno dovuto alle operazioni di riciclo è inferiore di uno o due ordini di grandezza rispetto a quello dovuto alla produzione del polimero vergine (cioè al prodotto evitato)
- L'utilizzo di polimero riciclato è dunque molto vantaggioso, in termini ambientali, rispetto al vergine, soprattutto a causa del risparmio di risorse, e in particolare di combustibili fossili.
- L'impatto delle operazioni di riciclo è dovuto principalmente a:
 - Trasporto
 - Energia elettrica

Conclusioni – 3

- Danno dovuto al trasporto: spesso l'impianto di riciclo è molto distante dal punto di produzione dei rifiuti (fuori provincia o fuori regione).
- Una distribuzione più razionale degli impianti (che comporta in molti casi un aumento del loro numero) consentirebbe di ridurre di molto l'impatto (senza contare la raccolta, nel caso del polistirolo di RE il trasporto incide per il 70%; nel caso del PP di RE incide per il 55%).
- Aumentare il numero degli impianti può portare a diseconomie: il problema si risolve spingendo maggiormente la raccolta differenziata.

Conclusioni – 4

- Il danno (evitato) dell'incenerimento, nel suo complesso, dipende dall'energia elettrica prodotta.
- Se dunque un paese produce energia a basso impatto ambientale, il danno evitato dall'incenerimento sarà minore e potrà arrivare ad assumere segno positivo.
- L'Italia è uno dei paesi con il più alto impatto ambientale per kWh in rete, nonostante le importazioni di energia nucleare contribuiscano ad abbassarlo.
- L'impatto ambientale della produzione di energia elettrica può essere notevolmente ridotto cambiando tecnologie, mentre quello di produzione di polimero vergine no.
- In un'ottica di ottimismo globale conviene dunque
 - ridurre l'impatto ambientale della produzione di energia utilizzando le tecnologie meno impattanti;
 - ridurre l'impatto dovuto alla produzione di polimeri riciclando i rifiuti plastici.

Conclusioni – 5

- In Italia ci sono pochi impianti inceneritori.
- La maggior parte dei RSU va in discarica, a volte dopo un pretrattamento, a volte direttamente.
- I RSU hanno un'unica alternativa all'incenerimento: la discarica.
- I polimeri ne hanno una in più: il riciclo.
- Data la scarsità di inceneritori, allo stato attuale conviene “dare la precedenza” ai RSU, destinando tutto quel che si può al riciclo (o ad altre forme quando possibili).

Conclusioni – 6

- Un inceneritore dotato di tecnologia all'avanguardia permette, oltre al noto risparmio di risorse, di produrre meno danni alla salute rispetto all'impianto medio a gas, petrolio e carbone. Questo vale sia per gli RSU sia per il PP.
- Una centrale elettrica di questo tipo ha ovviamente un altro vantaggio: risolve il problema di come smaltire quei rifiuti.

THE
END