

# L'IMPATTO AMBIENTALE DEL TRATTAMENTO DEI RIFIUTI SPECIALI SANITARI CONFERITI NELL'INCENERITORE DI PONTE MALNOME



**Federico Zonarelli  
Paolo Neri  
Giovanni Scarano**

# Oggetto dello studio

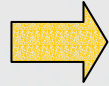
**Analisi del ciclo di vita dello smaltimento, tramite termodistruzione presso l'inceneritore AMA S.p.A di Roma nell'anno 2002, dei rifiuti speciali sanitari, con conseguente recupero energetico e trattamento di fine vita dei residui generati dal processo (scorie, polveri, ceneri, acque di processo).**

# Fasi dello studio

- 1) **Panoramica sulla produzione e il trattamento di rifiuti speciali e sanitari in Italia**
- 2) **Normativa di riferimento**
- 3) **Caratteristiche dell'impianto di incenerimento studiato**
- 4) **Metodi e strumenti d'analisi**
- 5) **Analisi d'impatto ambientale e interpretazione dei risultati**
- 6) **Analisi di sensibilità e confronti**

## Riferimenti normativi

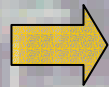
**Classificazione  
e la gestione di  
rifiuti ed  
imballaggi**



### **“DECRETO RONCHI”**

**Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 "Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio”**

**Gestione e  
smaltimento dei  
rifiuti sanitari**



### **DPR 15 luglio 2003, n. 254**

**“Regolamento recante disciplina della gestione dei rifiuti sanitari a norma dell'articolo 24 della legge 31 luglio 2002, n. 179”**

# Classificazione rifiuti sanitari secondo DPR 15 luglio 2003, n. 254

- ✓ rifiuti sanitari non pericolosi
- ✓ rifiuti sanitari assimilati ai rifiuti urbani
- ✓ rifiuti sanitari pericolosi non a rischio infettivo
- ✓ rifiuti sanitari che richiedono particolari modalità di smaltimento
- ✓ **rifiuti sanitari pericolosi a rischio infettivo (obbligo d'incenerimento)**



CER 18.01.03

CER 18.02.02



Inceneritore AMA

# Tipologia e quantità di rifiuti conferiti all'inceneritore AMA nel 2002

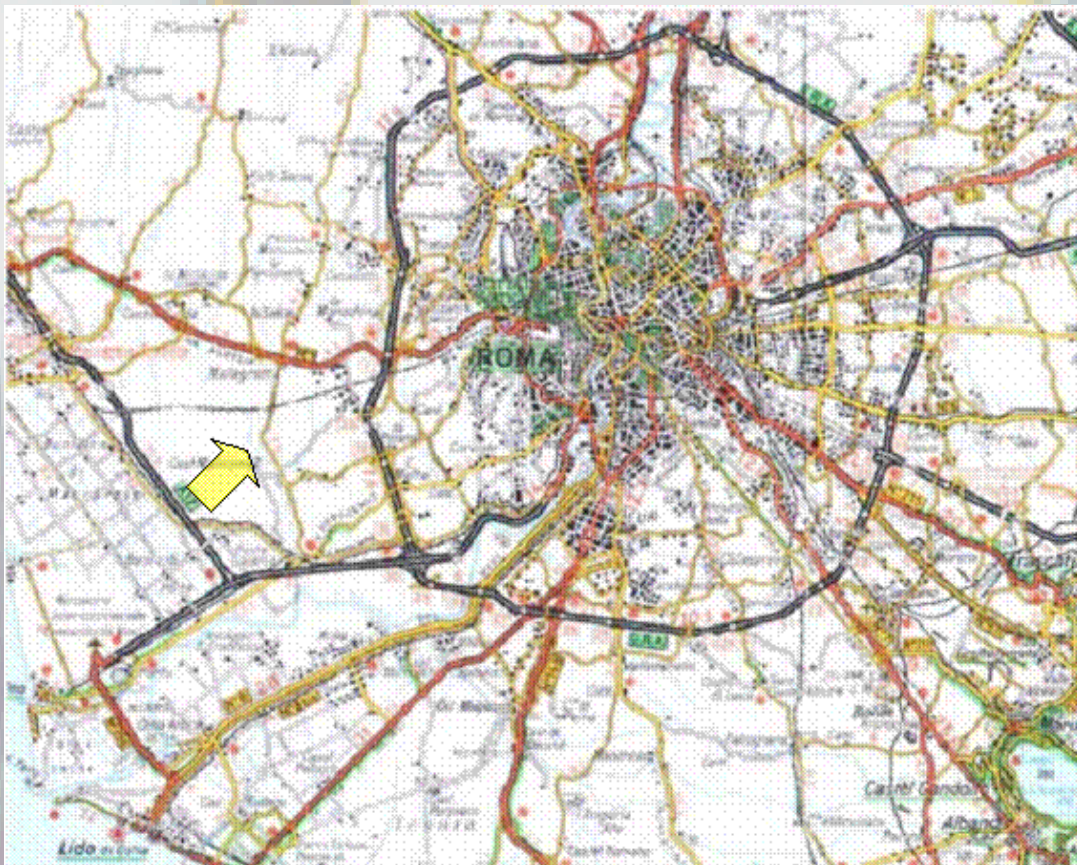
'18': rif. dal sett.  
sanitario e  
veterinario

'01': rif. dei reparti  
di maternità e  
diagnosi,  
trattamento  
prevenzione  
malattie negli  
esseri umani

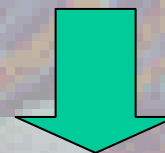
'03': rif. che  
devono essere  
raccolti e smaltiti  
applicando  
precauzioni  
particolari per  
evitare infezioni

CER	kg conferiti 2002	kg smaltiti in altri impianti	inceneriti 2002 (kg)	% del totale (inceneriti)
02,02,02	19965	0	19965	0,1427534
07,05,99	364	0	364	0,0026027
18,01,01	87	0	87	0,0006221
18,01,02	7992	0	7992	0,0571442
<b>18,01,03*</b>	<b>14082579</b>	<b>639810</b>	<b>13442769</b>	<b>96,118224</b>
18,01,09	15011	0	15011	0,1073314
18,02,02*	188372	0	188372	1,3468938
18,02,03	78205	0	78205	0,5591799
20,01,01	41325	0	41325	0,2954812
20,01,02	11505	0	11505	0,0822628
20,01,10	143180	0	143180	1,0237628
20,01,39	33285	0	33285	0,2379938
20,03,01	3601	0	3601	0,0257478
<b>TOTALE</b>	<b>14625471</b>	<b>639810</b>	<b>13985661</b>	<b>100</b>

# L'inceneritore AMA S.p.A.



Situato all'interno dello stabilimento AMA di Ponte Malnome, nella parte sud-ovest della città di Roma. Il sito confina direttamente con un deposito di idrocarburi dell'AGIP e con la raffineria FINA. Nei pressi si trova inoltre la discarica di Malagrotta. Il nucleo abitativo più vicino si trova a circa 800 m di distanza.



Zona sottoposta ad una forte pressione d'impatto ambientale derivante d'attività antropiche.

# Rifiuti sanitari in Italia nel 2001

## Produzione rifiuti speciali – CER 18/TOT

CODICE CER	2000 (t)		2001 (t)	
	speciali pericolosi	speciali non pericolosi	speciali pericolosi	speciali non pericolosi
18	125726	16414	121121	22242
Tot. 1-20	3895882	7873775	4268893	85767448



## Rapporto posti letto disponibili – rifiuti prodotti (Lazio-Italia)

REGIONE	Totale posti letto (1000 ab)	CER 18 (in t)	popolazione 2001	posti letto totali	fattore di utilizzazione 75%	kg/anno per letto	kg/g per letto
Lazio	5,9	13615	5117075	30190,7	22643,06	601,288	1,64736
ITALIA	5	121120	56993742	283617	212712,8	569,406	1,56



# Rifiuti speciali inceneriti in Italia nel 2001

<b>RIFIUTI SPECIALI INCENERITI (t)</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>var. %00-01</b>
Rifiuti speciali trattati in impianti dedicati (esclusi sanitari)	431092	498398	16
<b>Rifiuti sanitari trattati in impianti per rifiuti speciali</b>	<b>56577</b>	<b>71691</b>	<b>27</b>
Rifiuti speciali totali trattati in impianti dedicati	487669	570089	17
Rifiuti speciali trattati in impianti per RSU (esclusi sanitari)	200942	259585	29
<b>Rifiuti sanitari trattati in impianti per RSU</b>	<b>56622</b>	<b>39160</b>	<b>-31</b>
Rifiuti speciali totali trattati in impianti per RSU	257564	298745	16
Totale rifiuti speciali avviati a termodistruzione (escl. san.)	632034	757983	20
Totale rifiuti speciali sanitari avviati a termodistruzione	113199	110851	-2
Totale	745233	868834	17

✓ Esistono solo n°3 impianti dedicati d'incenerimento in Italia (operanti per conto terzi e di grandi dimensioni)

✓ Crescita trattamento rifiuti sanitari in impianti dedicati

## Quantità di rifiuti conferiti all'inceneritore di Ponte Malnome anni 1998 - 2003

anno	1998	1999	var. 98/99 %	2000	var. 99/00 %	2001	var. 00/01 %	2002	var. 01/02%	2003	var. 02/03%
<b>rifiuti conferiti (tonnellate)</b>	9791	10863	<b>10,944</b>	11670	<b>7,4338</b>	13472	<b>15,441</b>	14629	<b>8,5882</b>	15781	<b>7,8714</b>

# **Obiettivi dello studio**

**Calcolo dell'impatto ambientale che genera il trattamento di fine vita dei rifiuti speciali sanitari pericolosi a rischio infettivo, che rappresentano la maggior parte dei rifiuti conferiti all'inceneritore studiato.**

## **Metodi e strumenti d'analisi**

**Life Cycle Assessment -LCA-**

**Eco-Indicator 99, EPS 2000 e EDIP 96**

**Software SimaPro 5.0**

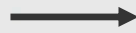
# Fase 1: Definizione degli obiettivi e confini del sistema

## OBIETTIVO



La valutazione del danno ambientale e del costo economico del ciclo di vita di 1 kg di rifiuti ospedalieri

## FUNZIONI DEL SISTEMA



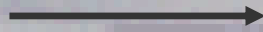
Treatmento di fine vita di rifiuti ospedalieri (incenerimento) e recupero energetico (termovalorizzazione)

## UNITA' FUNZIONALE



1 kg di rifiuti trattati

## SISTEMA OGGETTO DELLO STUDIO



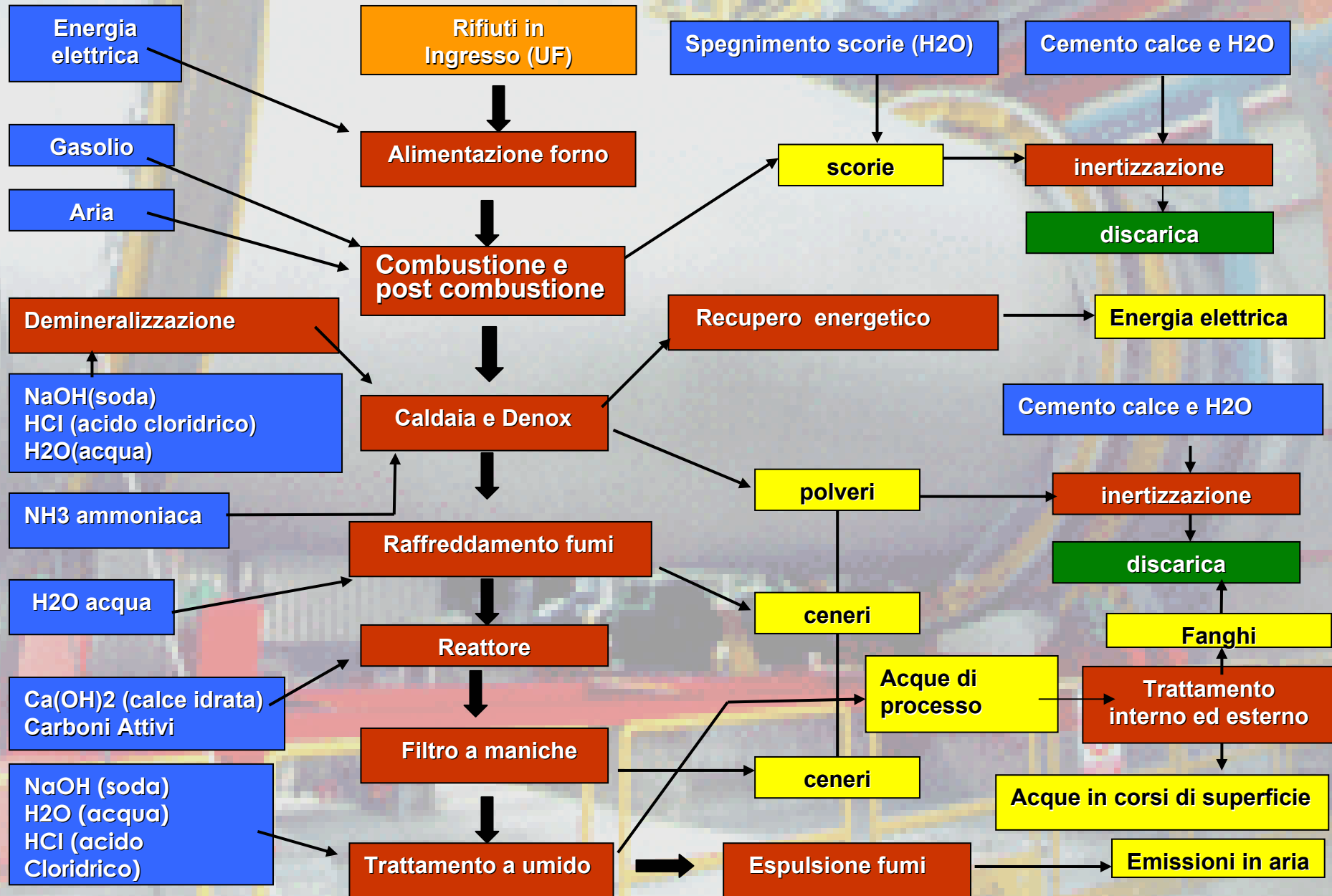
Processo di incenerimento dei rifiuti conferiti all'inceneritore situato all'interno dello stabilimento AMA di Ponte Malnome

## CONFINI DEL SISTEMA

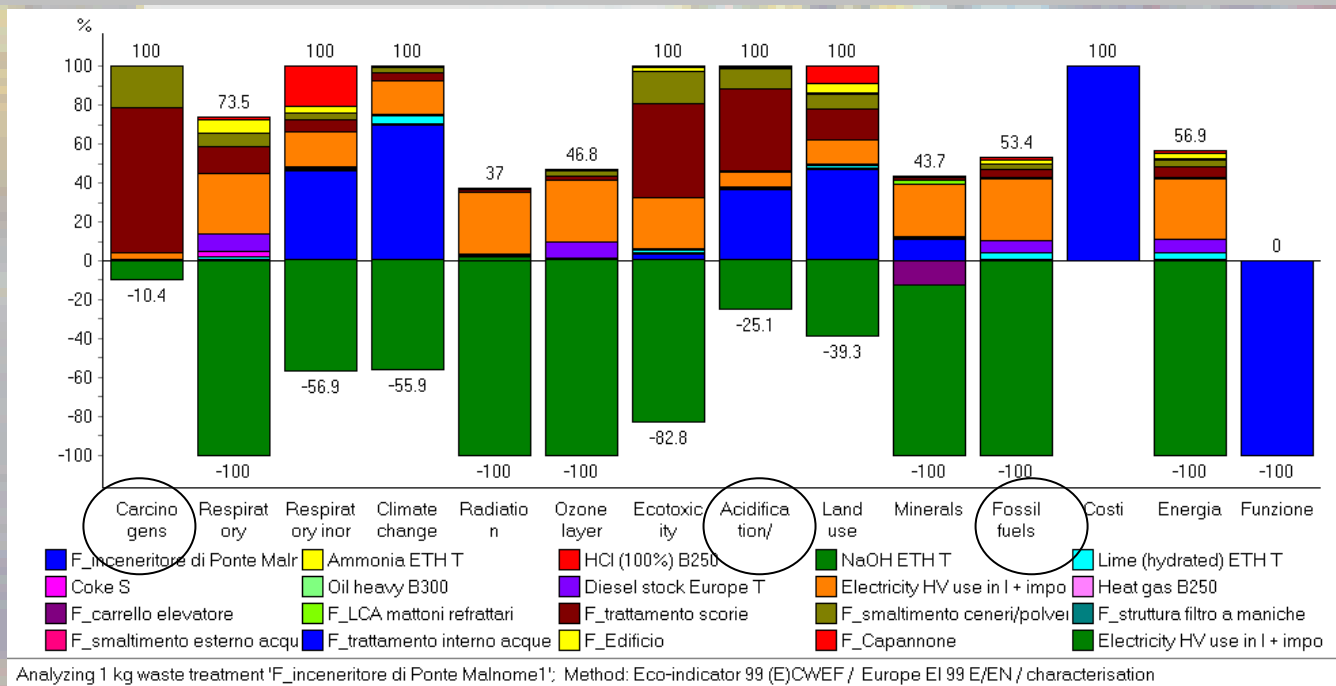


Vanno dal conferimento dei rifiuti nell'inceneritore fino al trattamento dei residui del processo (scorie pesanti, ceneri, polveri, acque di processo), comprese le emissioni in aria e il recupero energetico

# Fase 2: Analisi d'inventario -diagramma di flusso del processo-

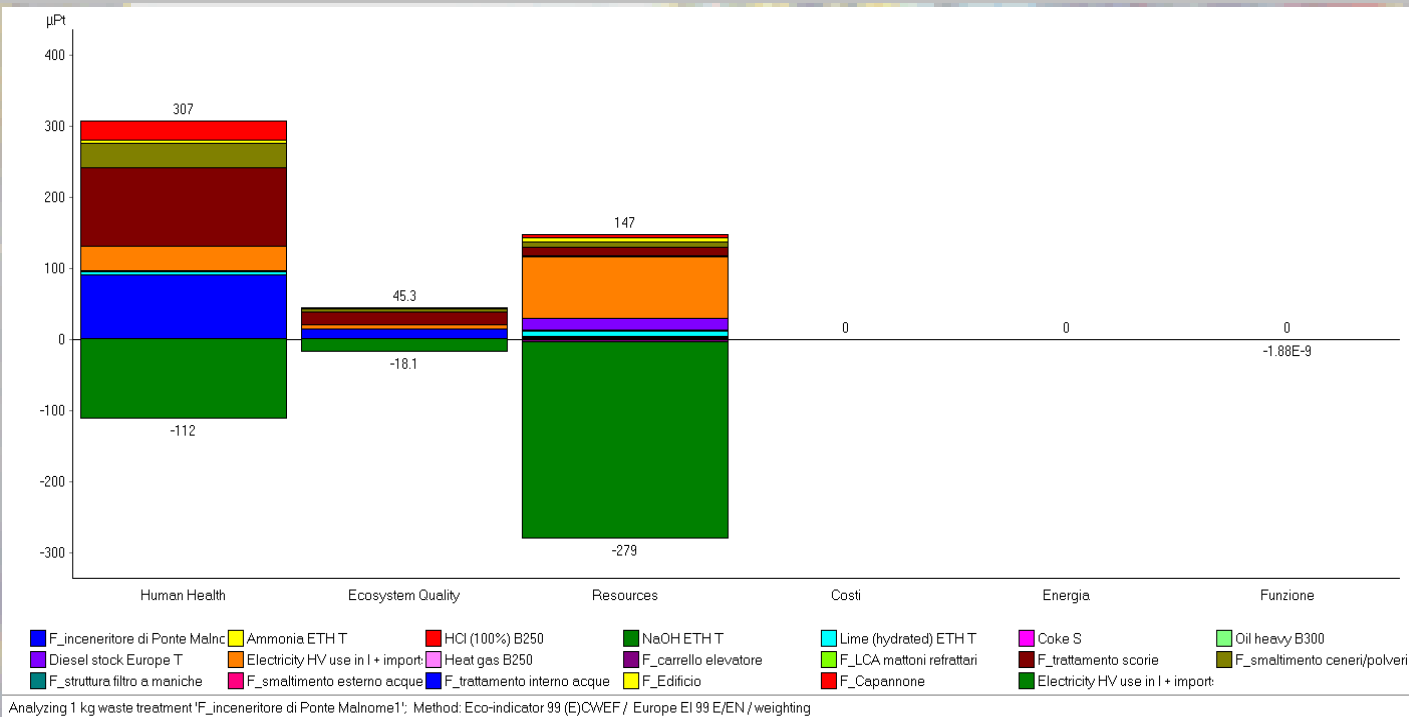


# -Caratterizzazione Eco-indicator99



Categorie di danno	Valore danno	Sostanza e % sul tot.	Processo
Human Health	9,06E-7 DALY	<u>Cd</u> in acqua (64,76%)	Treatment of slag
Ecosystem Quality	0.0419 PDFm <sup>2</sup> yr	<u>Phosphate</u> in acqua (45,69%)	Treatment of slag
Resources	-0.235 MJ Surplus	<u>crude oil</u> ETH (-70,35%)	Electricity HV use in I+imports avoided
Energia	-2.56 MJ		
Costo	0,00358 €		

# -Valutazione Eco-indicator99-



Categorie di danno	Pt	% sul tot.	Processo
Danno totale	9.09E-5 Pt		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #8B4513; margin-right: 5px;"></div> <span>Tattamento scorie (153.7%)</span> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #008000; margin-right: 5px;"></div> <span>Elettricit� evitata (-445.1%)</span> </div>
Human Health	0,000195 Pt	215%	
Ecosystem Quality	2,72E-5 Pt	29.92%	
Resources	-0,000132 Pt	-144.9 %	

# Calcolo dei costi esterni con Eco-Indicator 99

**DALY**: valore del reddito medio del cittadino europeo (UE15 anno 2002) media ponderata redditi uomini-donne 1 DALY=33600€

**PDF\*m2yr**: spesa annua per il ripristino della specie del nibbio nel Parco di Frasassi nel 2002 (57550 €), + tasso di inflazione del 2,5% annuo = 61'975 €. Si considera un reinserimento in almeno 10 zone in Europa: 619'750 €.

**PAF**: incremento di specie a rischio, pari all'1% del numero tot. di specie europee.

Le specie esistenti sul territorio europeo sono 215'000. →  $215000 * 1\% = 2'150$

$$\rightarrow 2150 * 619'750\text{€} = 1'332'462'500\text{€}$$

Superficie europea =  $2,16 * E12 \text{ m}^2$

Costo esterno relativo all'incremento di specie a rischio:

→  $1'332'462'500\text{€} * (\text{valore PDF*m2yr}) * 10 / (2,16 * E12) * 1 = 0.0062\text{€}$  (dove 10 è il fattore di conversione tra PDF e PAF)

**MJ surplus**: media ponderata prezzi domestici energia elettrica

$$\rightarrow 1\text{MJ surplus} = ,0432 \text{ €}$$

# Calcolo dei costi esterni Eco-Indicator 99-EPS 2000

PROCESSO	DANNO			COSTO ESTERNO ECO-INDICATOR 99
LCA INCENERITORE PONTE MALNOME	HH	DALY	9.06E-7	0.0305€
	EQ	PDF*m2yr	0.0419	0.00026€
	RES	MJ Surplus	-0.235	-0.01€

**Totale= 0.021€**

## EPS 2000

Il danno totale del processo è pari al valore in ELU (€ dell'anno 2000) = -0.259€

Attualizzazione e riferimento all'Europa (anziché al mondo intero)=

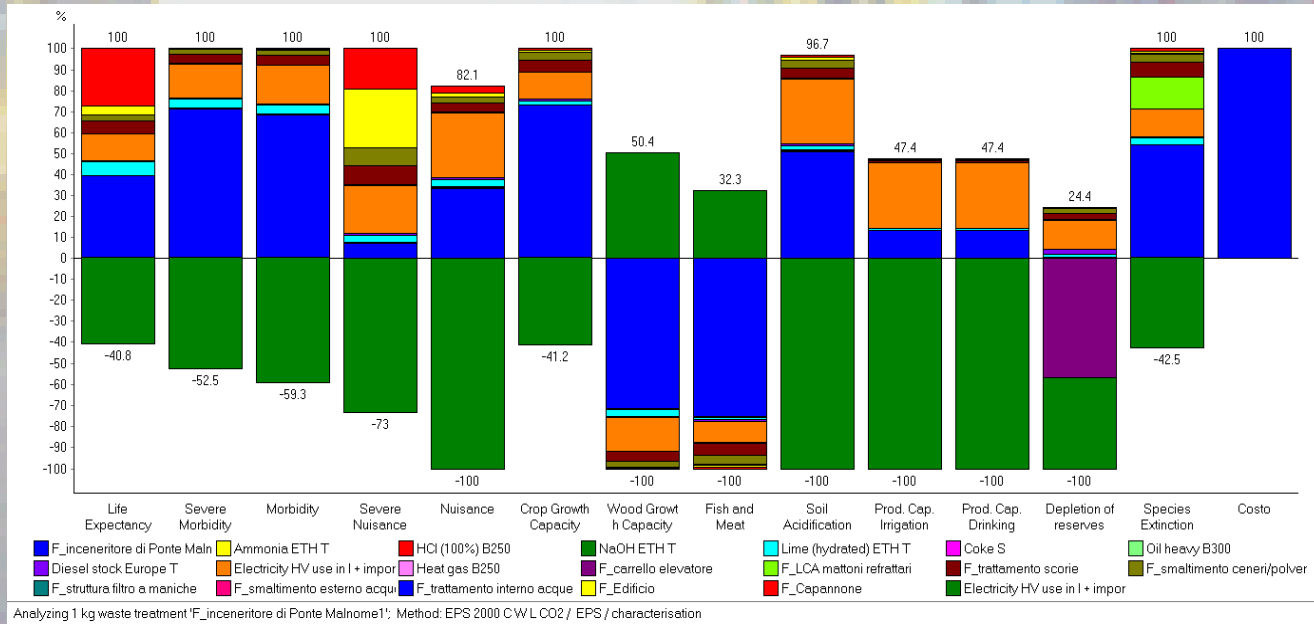
$$= \text{tasso inflazione} * (\text{danno/popolazione mondiale}) * \text{popolazione UE15} = \\ = -0.017€$$

## COSTO ECONOMICO ESTERNO PER IL TRATTAMENTO RIFIUTI ANNO 2002

Eco-Indicator 99 = 293775 €      EPS 2000 = -237818 €

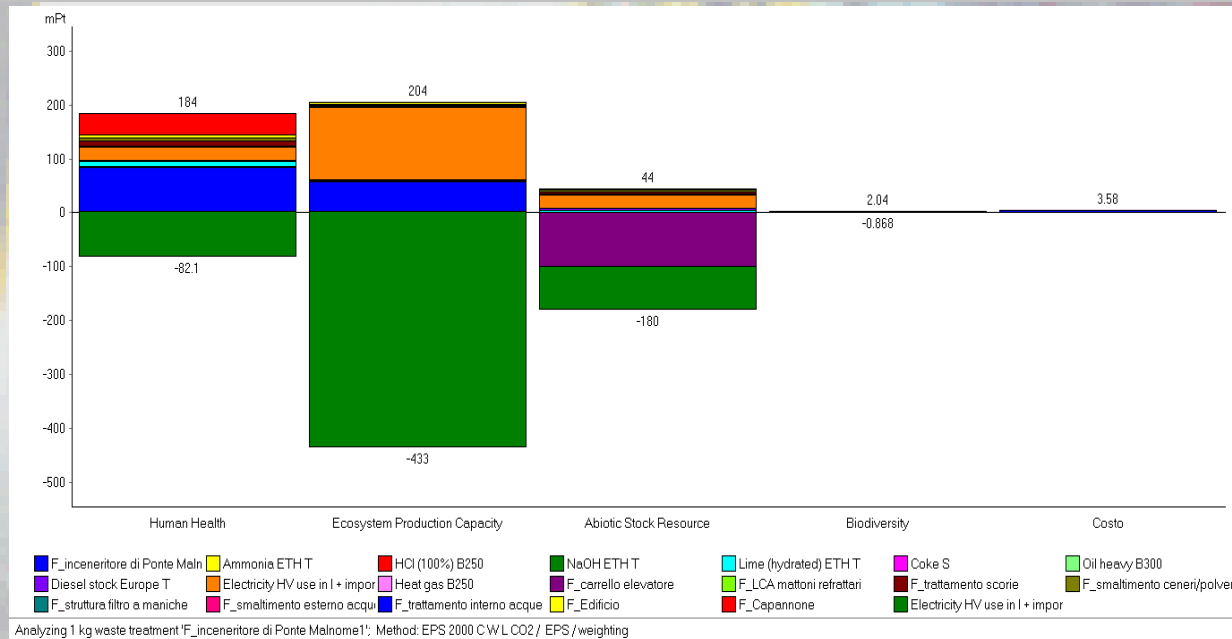


# -Caratterizzazione EPS 2000-



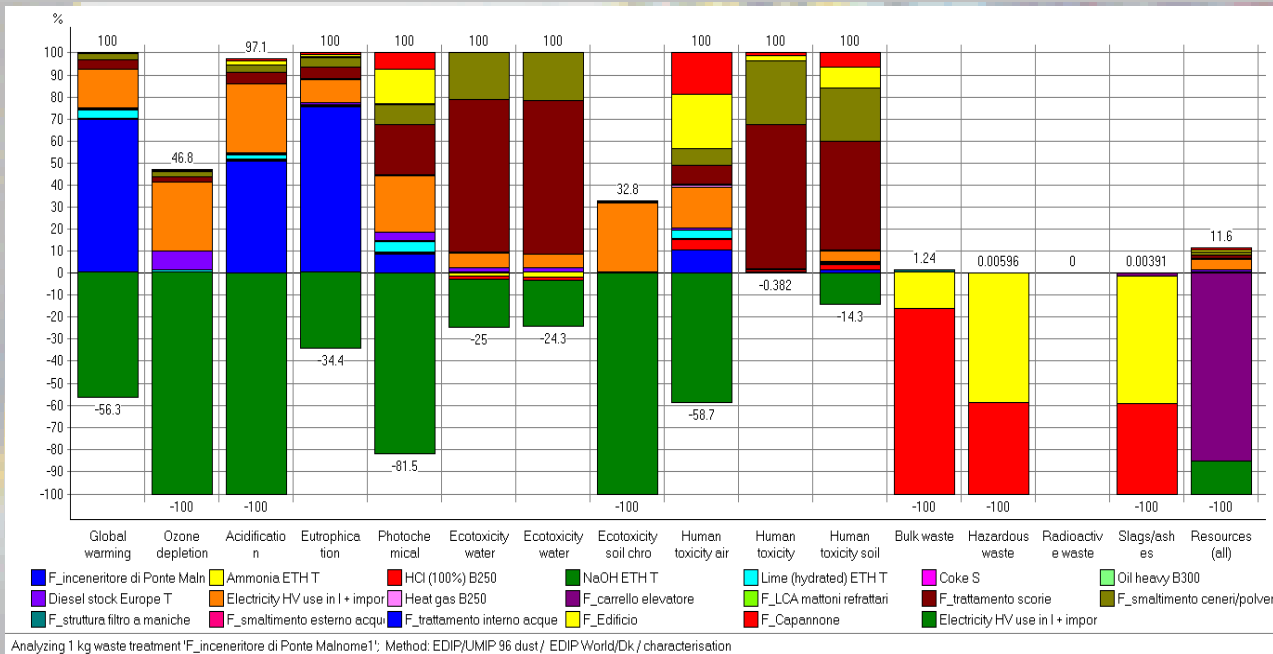
Categorie di danno	Categoria d'impatto e Valore danno	Sostanza e % sul tot.	Processo
Human Health	<u>Life Expectancy</u> 9.82E-7 Person Yr	<u>dust (SPM)</u> 58.65%	capannoni di stoccaggio 78.35%
Ecosystem Production Capacity	Crop Growth Capacity 0.00192 kg	<u>NOx</u> 105.6% Emissioni in aria del camino	Emissioni in aria del camino 91.92%
Abiotic Stock Resources	Depletion of Reserves -0.136 ELU	73.72% <u>Lead (in ore)</u>	carrello elevatore -101.7%
Biodiversity	Species extinction 1.07E-14 NEX	52.91% <u>CO2 in aria</u>	Emissioni in aria del camino 153.9%

## -Valutazione EPS 2000-



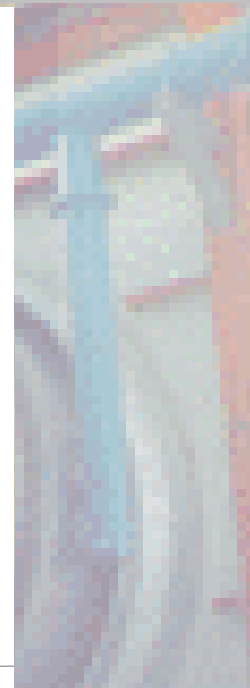
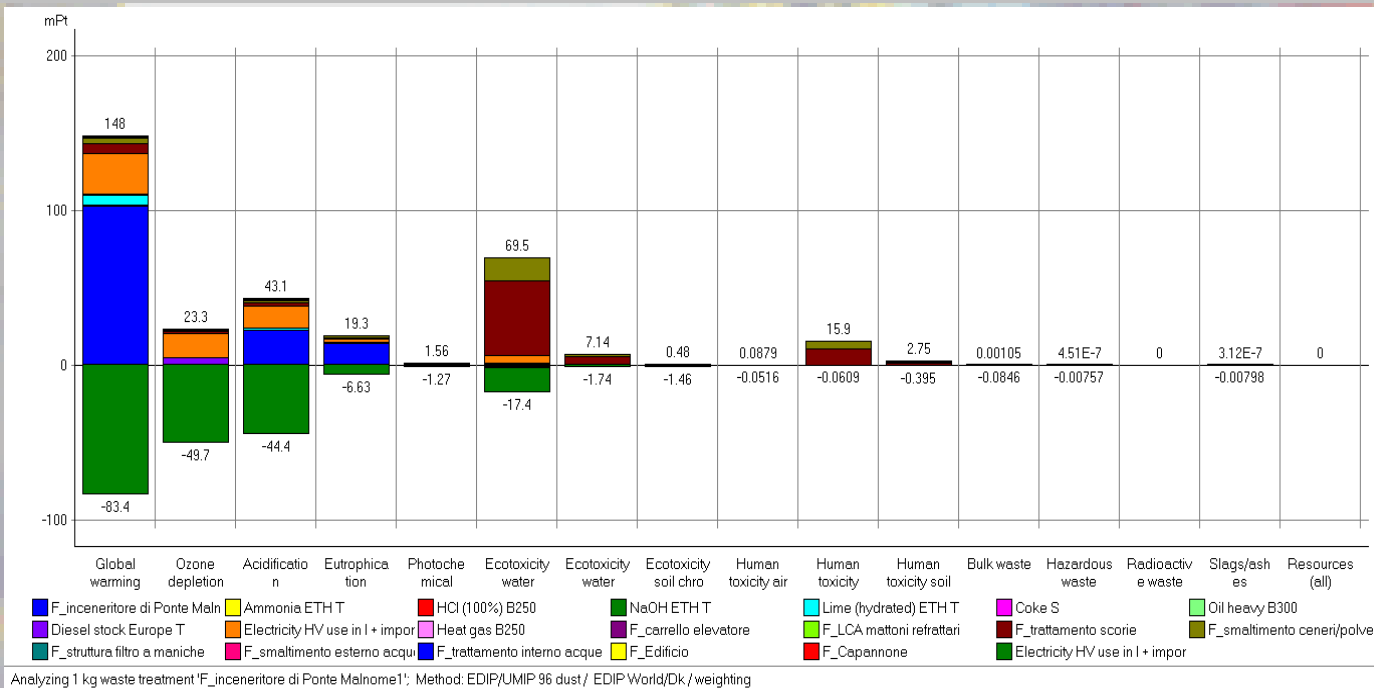
Categorie di danno	Pt	% sul tot.	Processo
<b>Danno totale</b>	<b>-0.259 Pt</b>		<b>-229.5% Elettricità evitata</b> <b>71.92% Elettricità consumata</b> <b>56.05% Emissioni in aria</b>
<b>Human Health</b>	<b>0.102 Pt</b>	<b>39.3%</b>	
<b>Ecosystem Production Capacity</b>	<b>-0.229 Pt</b>	<b>-88.54%</b>	
<b>Abiotic Stock Resources</b>	<b>-0.136 Pt</b>	<b>-52.6%</b>	
<b>Biodiversity</b>	<b>0.00117 Pt</b>	<b>0.4535%</b>	

## -Caratterizzazione EDIP 96-



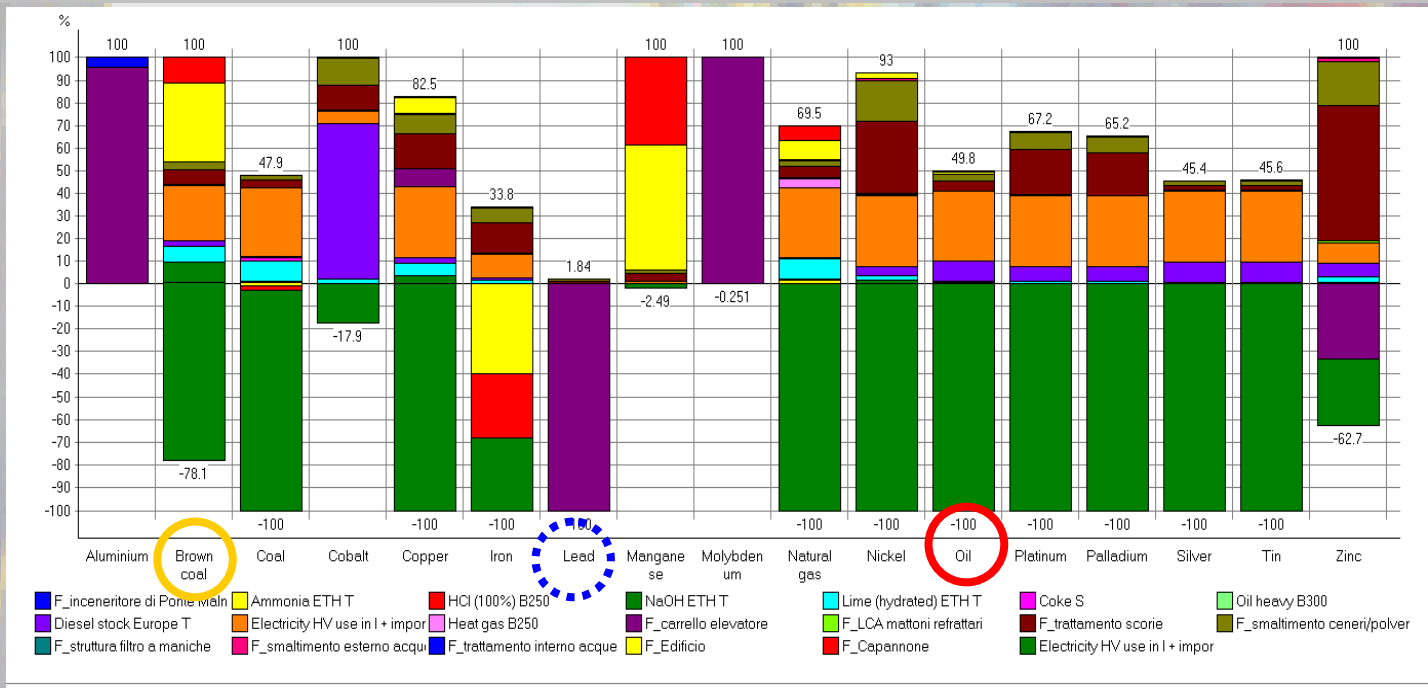
Categorie di danno	Valore danno	Sostanza e % sul tot.	Processo
Global warming	433 gCO2	<u>CO<sub>2</sub></u> 103.4%	Emissioni in aria del camino (159%)
Ozone Depletion	-0.000233 gCFC11,	-97.14% a HALON 1301	-185.8% nella produzione evitata di energia elettrica
Ecotoxicity water acute	113 m <sup>3</sup>	<u>87.57% a Cd in acqua</u>	77.89% trattamento scorie
Slag/Ashes	-0.00254 kg,	<u>-100% a slag</u>	-98.14% nei processi capannone ed edificio

# -Valutazione EDIP 96-



Categorie di danno	Pt	% sul tot.	Processo
<b>Danno totale</b>	<b>0.125 Pt</b>		<b>112.8% processo principale 61.15% trattamento delle scorie 23.16% smaltimento delle ceneri e delle polveri.</b>
<b>Global warming</b>	<b>0.0648 Pt</b>	<b>51.97%</b>	
<b>Ecotoxicity water chronic</b>	<b>0.0521 Pt</b>	<b>41.79%</b>	
<b>Ozone depletion</b>	<b>-0.0265 Pt</b>	<b>-21.25%</b>	

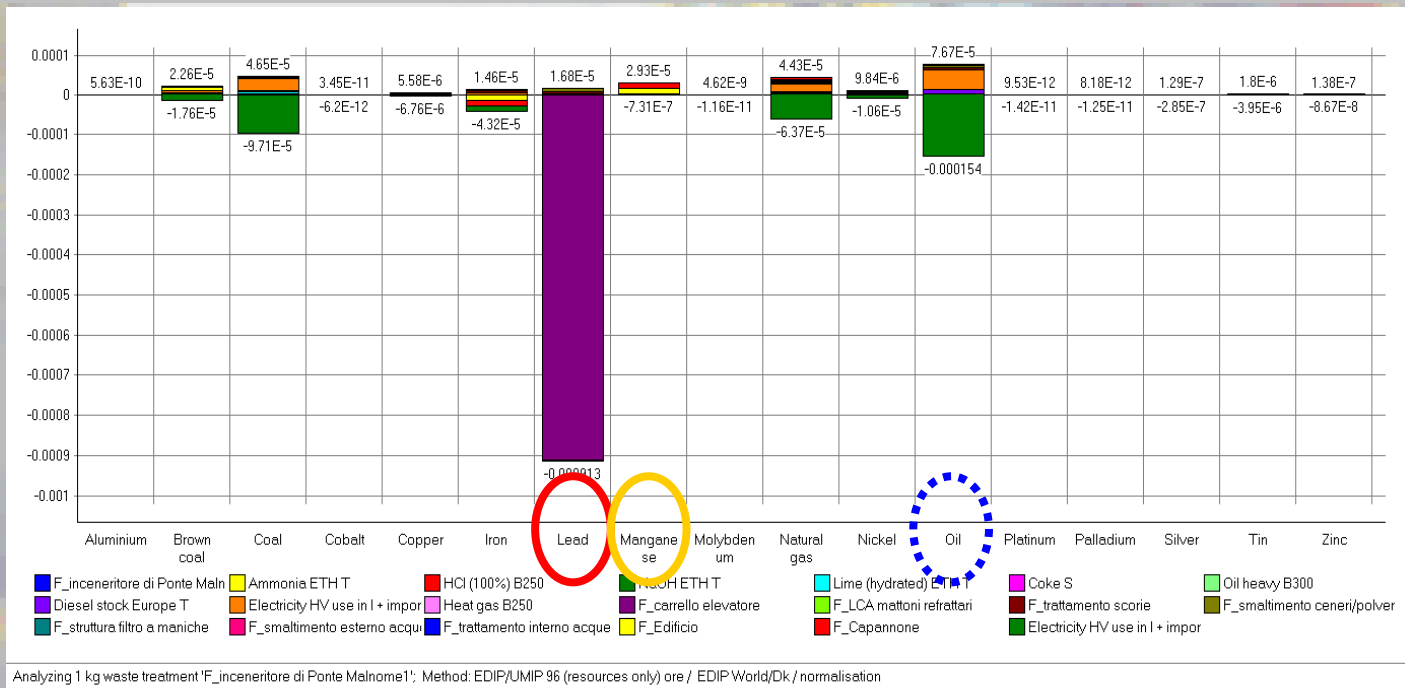
# -Caratterizzazione EDIP 96 (resources only)-



Analyzing 1 kg waste treatment 'F\_inceneritore di Ponte Malnome1'; Method: EDIP/UMIP 96 (resources only) ore / EDIPWorld/Dk / characterisation

Categoria d'impatto (risorsa)	Quantità	Processo
<b><u>Risorsa più consumata</u></b> brown coal	0.00124kg	157% edificio 109.6% energia elettrica consumata -349.7% energia elettrica prodotta
<b><u>Risorsa consumo evitato</u></b> oil	-0.0458kg	-197.7% energia elettrica prodotta
<b>Consumo evitato di Lead</b>	-0.000574 kg	-100% carrello elevatore

# -Normalizzazione EDIP 96 (resources only)-

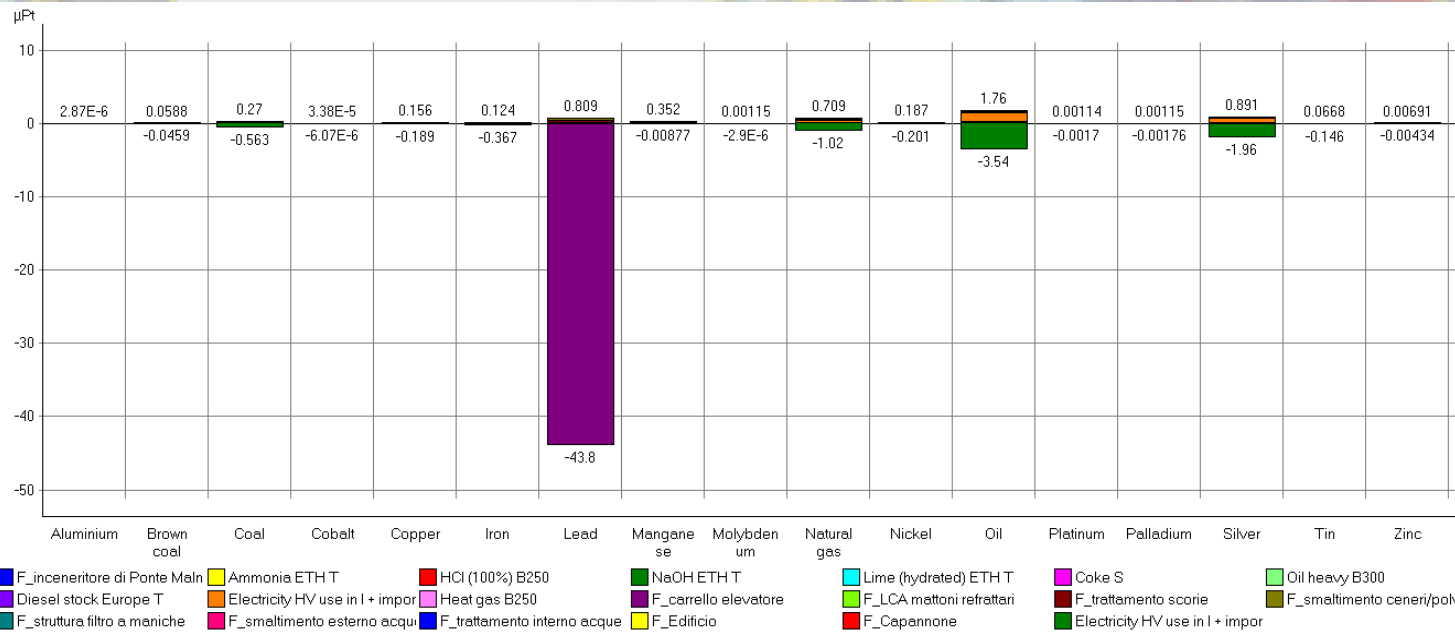


Categoria d'impatto (risorsa)	Quantità	Consumo per persona -1990-
<b><u>Risorsa più consumata</u></b> manganese	2.85E-5 kg	
<b><u>Risorsa consumo evitato</u></b> lead	-0.000896 kg	1/1.5625=0.64kg
Consumo evitato di oil	-7.74E-5 kg	1/0.00169=591.716kg

Valore normalizzazione =

Valore caratterizzazione \* (1/Consumo risorsa per persona nel 1990)

# -Valutazione EDIP 96 (resources only)-



Analyzing 1 kg waste treatment 'F\_inceneritore di Ponte Malnome1': Method: EDIP/UMIP 96 (resources only) ore / EDIP/World/Dk / weighting

Categoria d'impatto (risorsa)	Quantità	Disponibilità presunta (per persona)	Fattore di valutazione
<b>Totale</b>	<b>-4.65E-5 Pt</b>	<b>25726.783 kg</b>	
Consumo evitato <u>lead</u>	-4.30E-5 Pt (92.4% tot.)	13.333 kg	0.048
Consumo evitato di <u>oil</u>	-1.78E-6 Pt (3.83% tot.)	25726.783 kg	0.023

**Valore valutazione = Valore Normalizzazione \* Fattore valutazione**

**Fattore valutazione = Consumo risorsa per persona nel 1990 / Disponibilità presunta odierna**

# Conclusioni analisi process "inceneritore Ponte Malnome"

Metodo utilizzato	Eco-indicator 99	EPS 2000	EDIP 96
Eco-punti ottenuti	9.09E-5	-0.259	0.125

Causa principale: emissione di Cd in acqua (trattamento scorie)

Causa principale: risparmio di acqua potabile in Ecosystem production capacity (energia elettrica prodotta)

## Punteggi finali non confrontabili ma:

- Salute umana categoria maggiormente danneggiata (Eco-Indicator 99: 61.4% del totale; EPS 2000: 42% del totale)
- Recupero energetico processo fondamentale per compensare il danno (in EPS 2000 genera un danno evitato)

## Processi maggiormente impattanti:

- trattamento scorie
- emissioni in aria



# L'inceneritore senza recupero energetico: confronto tra processi

Metodi utilizzati per il confronto: \* Eco-Indicator 99 \* EPS 2000

## Motivazioni confronto:

1. Introduzione recente del recupero energetico
2. Diversità soggetti che beneficiano del recupero energetico e subiscono il danno dell'incenerimento e trattamento residui
3. Danno evitato produzione energia è funzione del mix produttivo

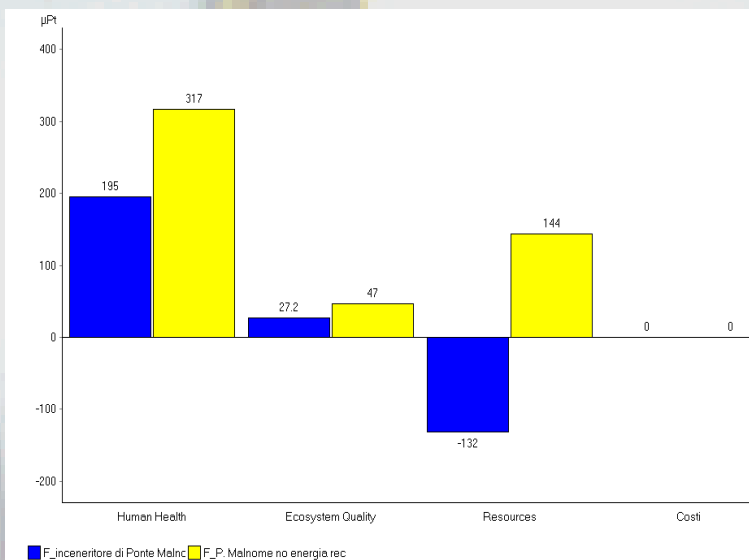
Products	Amount
Electricity mix I + imports	100 %
<b>Electricity/heat</b>	
Electricity mix F	6,41 %
Electricity mix A	0,7 %
Electricity mix CH	7,1 %
Electricity mix Ex-Ju	0,61 %
Electricity oil I	41,68 %
Electricity gas power plant in I	16 %
Electricity coal power plant in I	8,8 %
Electricity hydropower in I	17,4 %

**66.5% del totale da FENR  
(soprattutto combustibili  
fossili)**

[ Dati Gestore Rete Trasmissione Nazionale  
anno 2003 :

70% fabbisogno nazionale da FERN ]

# Il confronto secondo Eco-Indicator 99: valutazione



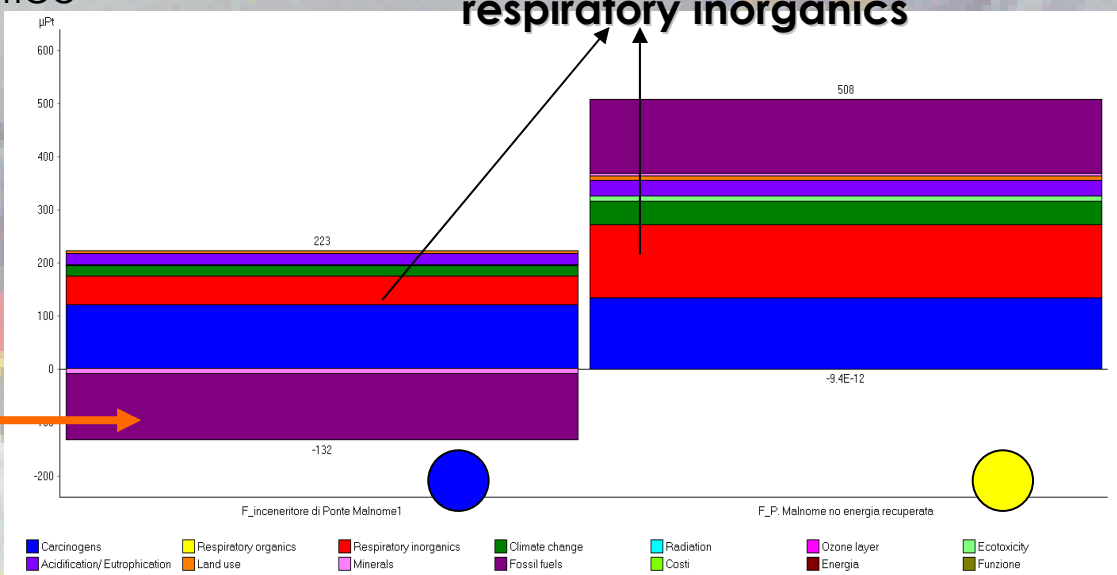
Categorie di danno	Inceneritore con recupero energ.	Inceneritore senza recupero energetico
Danno totale	0.0000909 Pt	0.000508 Pt
Human Health	0.000195 Pt	0.000317 Pt
Ecosystem Quality	0,00002719 Pt	0,00005347 Pt
Resources <i>Fossil Fuels</i>	-0,000132 Pt - 0.000122 Pt	0,00014342 Pt 0.000138 Pt

Comparing 1 kg waste treatment 'F\_inceneritore di Ponte Malnome1' with 1 kg waste treatment 'F\_P\_Malnome no energia recuperata'. Method: Eco-indicator 99 (E)CWF / Europe EI 99 E/EN / weighting

- Processo con recupero energetico
- Processo senza recupero energetico

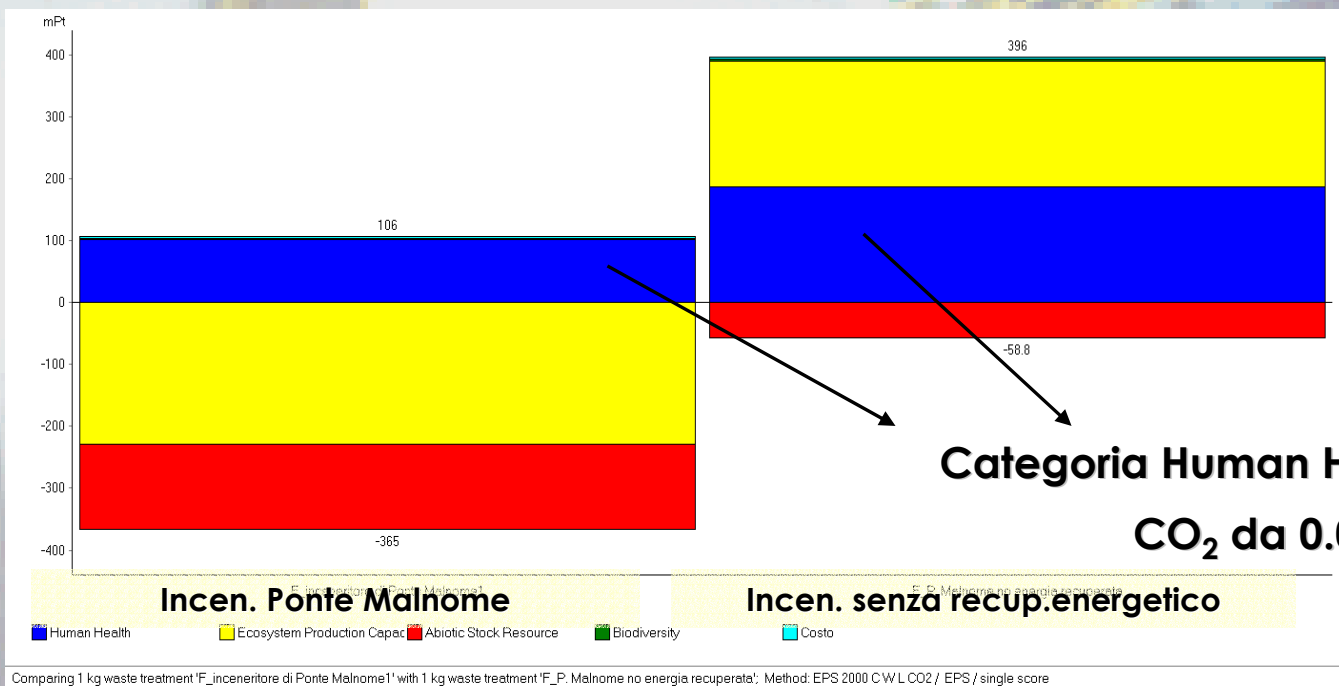
**Risparmio combustibili fossili grazie al recupero energetico**

## Crescita danni salute umana per respiratory inorganics



Comparing 1 kg waste treatment 'F\_inceneritore di Ponte Malnome1' with 1 kg waste treatment 'F\_P\_Malnome no energia recuperata'. Method: Eco-indicator 99 (E)CWF / Europe EI 99 E/EN / single score

# Il confronto secondo EPS 2000: valutazione

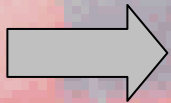


**Categoria Human Health: emissioni in aria di CO<sub>2</sub> da 0.049 Pt a 0.109 Pt**

Categorie di danno	Inceneritore con recupero energetico	Inceneritore senza recupero energetico
<b>Danno totale</b>	<b>-0.259 Pt</b>	<b>0.337 Pt</b>
Human Health	0.102 Pt	0.187 Pt
<b>Ecosystem Production Capacity (Production capacity drinking water)</b>	<b>-0.229 Pt (-0.208 Pt)</b>	<b>0.203 Pt (0.186 Pt)</b>
Abiotic Stock Resources	-0.136 Pt	-0.0588 Pt
Biodiversity	0.00117 Pt	0.00207 Pt

# L'inceneritore senza recupero energetico: conclusioni

- ✓ In **Eco-indicator 99** la mancata produzione di energia fa crescere di quasi 6 volte il danno totale (da **0.0000909 Pt** a **0.000508 Pt**)
- ✓ In **EPS 2000** da una disponibilità a pagare negativa (**0.259€**) si passa ad una positiva (**0.334 €**)
- ✓ In **EPS 2000** la differenza tra gli ELU finali dei due processi a confronto, in valore assoluto **0.596 ELU/€**, rappresenta il valore economico, inteso come diminuzione dei costi esterni, dell'energia prodotta dalla combustione di rifiuti invece di che dall'utilizzo di fonti fossili



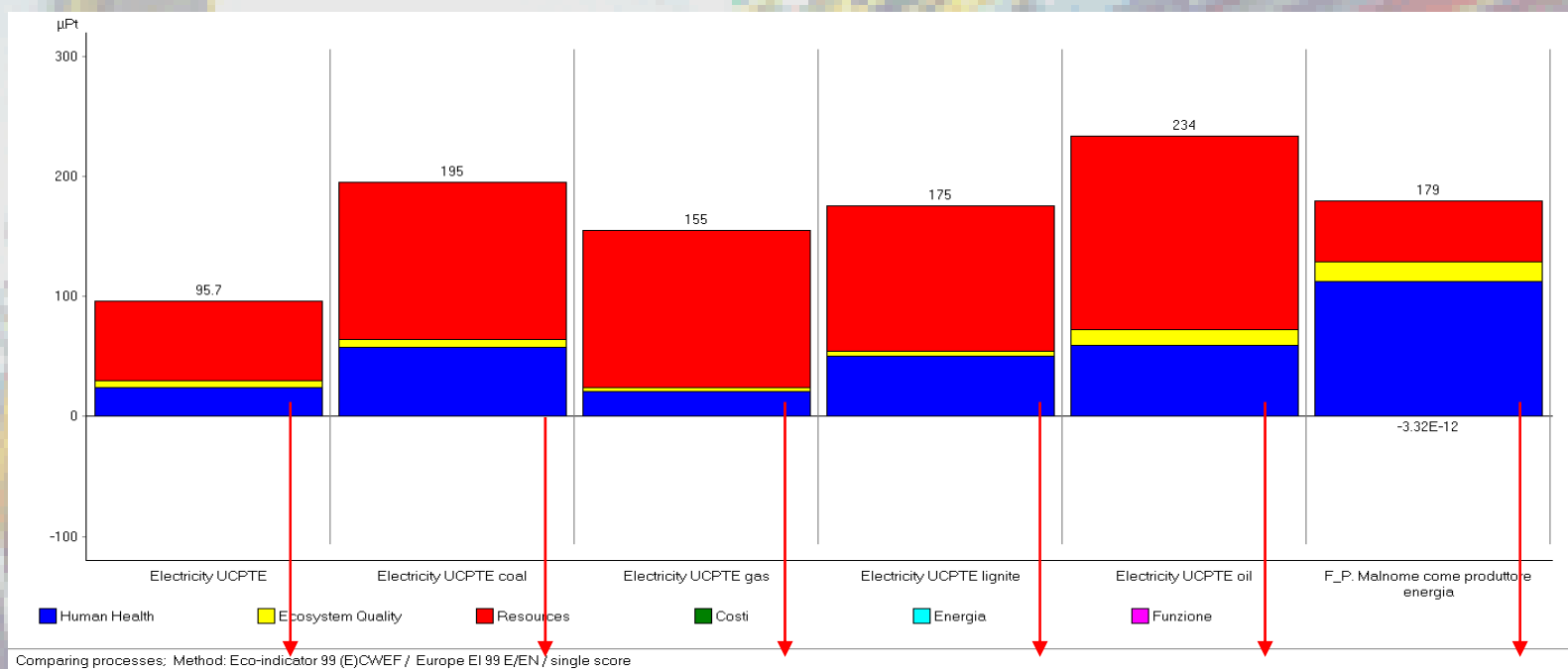
**Il recupero energetico permette l'autosufficienza energetica per lo stabilimento: risparmio annuo circa 1 milione di Euro**

## L'inceneritore come produttore di energia elettrica: confronto con centrali da combustibili fossili

Metodi utilizzati per il confronto: \* Eco-Indicator 99 \*EPS 2000

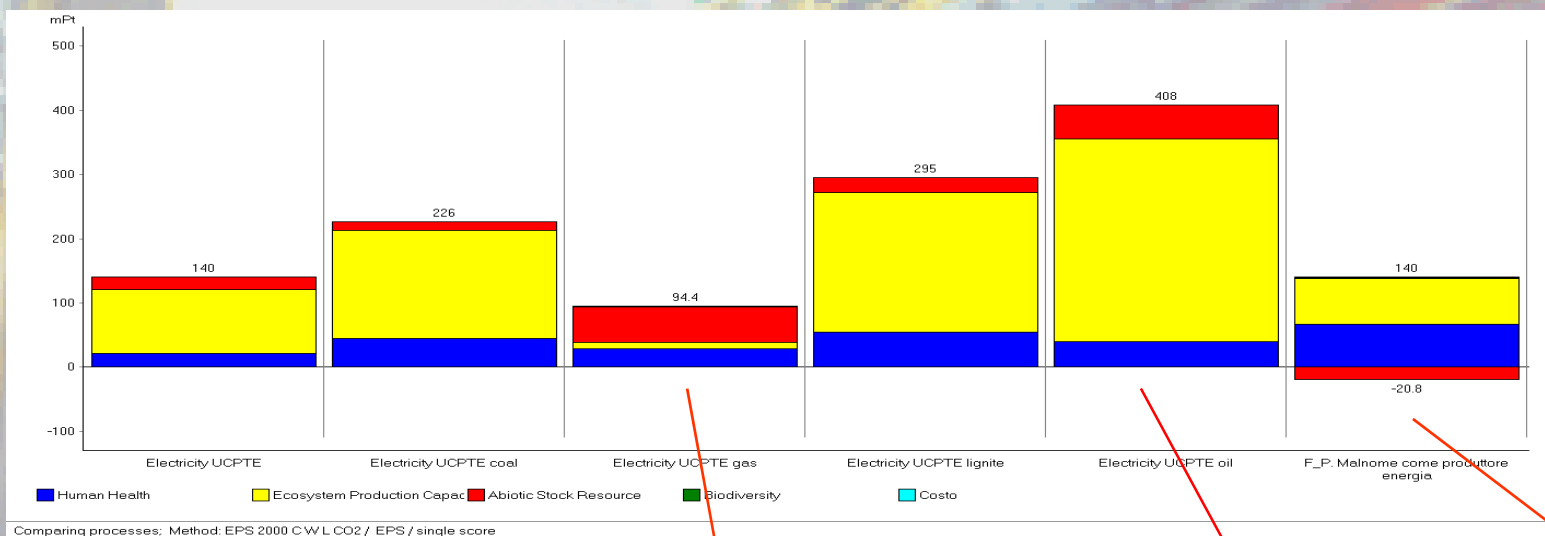
- L'unità funzionale è stata sostituita, inserendo la quantità di energia generata (al netto del consumo per il ciclo termico e delle perdite di trasformazione e trasporto), ed eliminando il prodotto evitato => U.F. 1 Mj elettrico
  
- Per il confronto sono stati prelevati dalla banca dati i processi relativi alla produzione di elettricità in Europa da :
  - carbone (electricity UCPTC coal),
  - gas naturale (electricity UCPTC gas),
  - lignite (electricity UCPTC lignite),
  - petrolio (electricity UCPTC oil)
  
- mix delle fonti energetiche utilizzate in Europa, comprendente anche l'energia nucleare ed idroelettrica (electricity UCPTC)

# Il confronto secondo Eco-Indicator 99: valutazione



Categorie di danno	Electricity UCPTe	Electricity UCPTe coal	Electricity UCPTe Gas	Electricity UCPTe lignite	Electricity UCPTe oil	inceneritore
Danno totale	<b>0.0000957 Pt</b>	<b>0.000195 Pt</b>	<b>0.000155 Pt</b>	<b>0.000175 Pt</b>	<b>0.000234 Pt</b>	<b>0.000179 Pt</b>
Human Health	2.38E-5 Pt	5.78E-5 Pt	2.08E-5 Pt	4.99E-5 Pt	5.92E-5 Pt	<b>1.12E-4 Pt</b>
Ecosystem Quality	5.92E-06 Pt	6.45E-06 Pt	2.93E-06 Pt	4.49E-06 Pt	1.29E-06 Pt	1.66E-05 Pt
Resources	6.59E-5 Pt	1.30E-4 Pt	1.31E-4 Pt	1.21E-4 Pt	1.62E-4 Pt	<b>5.1E-5 Pt</b>

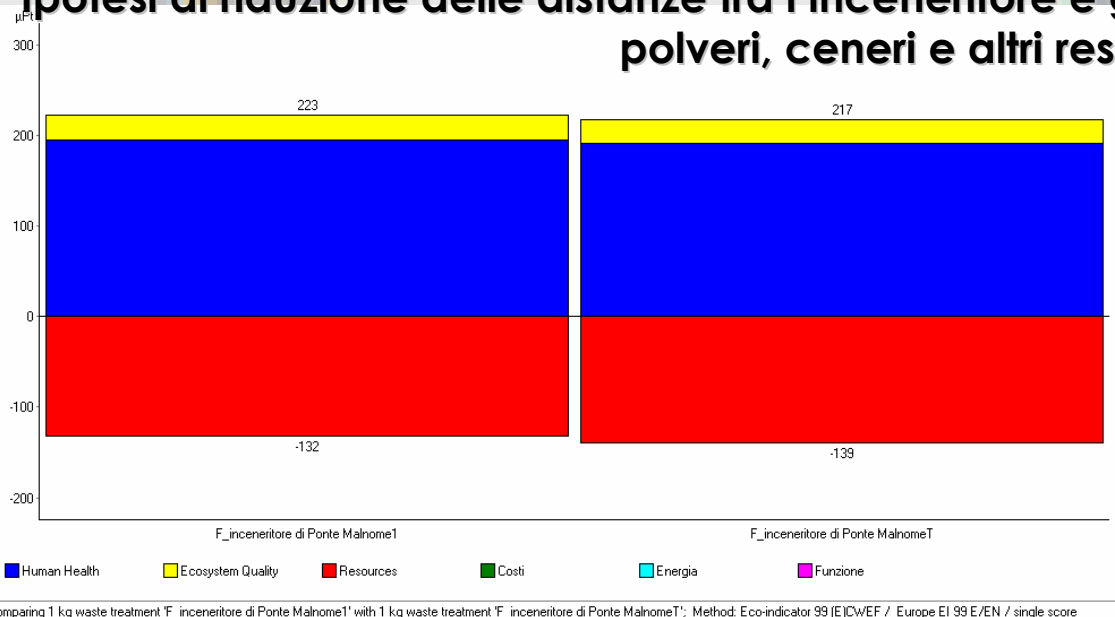
# Il confronto secondo EPS 2000: valutazione



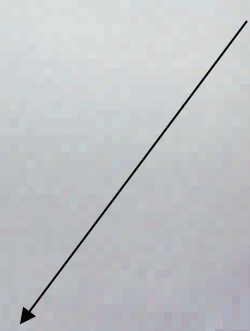
Categorie di danno	Electricity UCPTe	Electricity UCPTe coal	Electricity UCPTe Gas	Electricity UCPTe lignite	Electricity UCPTe oil	inceneritore
Danno totale	<b>0,14 Pt</b>	<b>0.226 Pt</b>	<b>0.0944Pt</b>	<b>0.295Pt</b>	<b>0.408 Pt</b>	<b>0.119Pt</b>
Human Health	0,0208 Pt	0,0446 Pt	0,0277 Pt	0.0545 Pt	0,0398 Pt	0,0661 Pt
Ecosystem Production Capacity	9,98-02 Pt	0,16789 Pt	1,06-02 Pt	2,17-01 Pt	3,15-01 Pt	0,071822 Pt
Abiotic Stock Resources	0,0195 Pt	0,0134 Pt	0,0566 Pt	0,0226 Pt	0,0524 Pt	<b>-0,0208 Pt</b>
Biodiversity	0,000377 Pt	0,000441 Pt	0,000378 Pt	0,000507 Pt	0,000423 Pt	0,000732 Pt

# Sensibilità alla riduzione delle distanze dei trasporti: Eco-Indicator 99 -valutazione-

Ipotesi di riduzione delle distanze tra l'inceneritore e gli impianti di trattamento scorie, polveri, ceneri e altri residui



Riduzione del danno totale : 13.75%



Comparing 1 kg waste treatment 'F\_inceneritore di Ponte Malnome1' with 1 kg waste treatment 'F\_inceneritore di Ponte MalnomeT'; Method: Eco-indicator 99 (E)C/WEF / Europe EI 99 E/EN / single score

Categorie di danno	Processo con trasporti effettivi	Processo con ipotesi trasporti ridotti
Danno totale	<b>9.09E-5 Pt</b>	<b>7.84E-5 Pt</b>
Human Health	0.000195 Pt	0.000192 Pt
Ecosystem Quality	2.72E-5 Pt Pt	2.57E-5 Pt
Resources	-0,000132 Pt	-0,000132 Pt



# Considerazioni finali

- ✓ **Produzione di energia come processo fondamentale (es. confronto tra recupero energetico e senza recupero)**
- ✓ **Processo migliorabile (es. riduzione trasporti e gestione scorie)**
- ✓ **Termovalorizzazione rifiuti per contribuire ad un minor utilizzo di FENR (es. confronto tra centrali elettriche)**
- ✓ **Categoria su cui pesa maggiormente il danno: salute umana**
- ✓ **Valutazione della performance del trattamento non ha termini di paragone (mancanza di studi analoghi)**

A large, horizontal, cylindrical industrial storage tank is the central focus of the image. It is situated in a factory or industrial facility. The tank is surrounded by yellow safety railings. In the background, there are various industrial structures, including pipes and walkways. The overall scene is brightly lit, suggesting an indoor or well-lit outdoor environment.

**...grazie!**

