

Emissioni locali

Martina Pini e Paolo Neri

Progetto di studio per il calcolo delle emissioni locali

Premessa. La Pubblica Amministrazione deve **prevedere** il danno che le attività umane possono produrre sui cittadini e sui lavoratori. Per tali studi deve servirsi di strutture scientifiche **indipendenti**. Lo strumento che permette la previsione del danno è l'**LCA**. Finora lo strumento è stato utilizzato principalmente con l'ipotesi di una diffusione delle **emissioni a livello continentale**. Ma fin dal suo inizio sono stati approntati strumenti di calcolo che calcolano anche le **emissioni locali e regionali** (EUSES per il calcolo delle concentrazioni) e i danni che esse producono (Externè). Questo è il motivo per cui il gruppo di lavoro LCA del DISMI ha cominciato a costruire delle procedure approssimate ricavate dal Metodo Eco-indicator 99 per determinare le emissioni locali e indoor e i loro effetti sull'uomo e sull'ambiente.

Azioni effettuate e da sviluppare

- Calcolo approssimato delle **emissioni locali e indoor in aria in molti processi**
- Calcolo approssimato delle **emissioni locali in acqua e nel suolo (iniziato)**
- **Uso del codice EUSES** per il calcolo della ripartizione locale delle emissioni in aria, in acqua e nel suolo **(iniziato)**
- Collegamento con gli autori di Eco-indicator 99 per ottenere informazioni e proporre le nostre soluzioni **(iniziato)**

Emissioni locali in aria: calcolo approssimato



- Calcolo con il codice Plume della diffusione delle emissioni in aria e della **concentrazione locale** Cloc dovuta alla ricaduta del pennacchio.
- Calcolo del **Fate Factor**:
$$FF_{loc} = C_{loc} / (E_{mis} / A_{emit})$$

Emis = emissione totale in 1 anno della sostanza
Aemit = area emittente definita come l'area locale
- Calcolo della **densità abitativa** di Aemit: Densloc
- Eco-Indicator 99 calcola il damage assessment per la diffusione continentale:
$$DA_{cont} = FF * U_{risk} * Dens_{ab} * DALY$$

Ipotesi:

U_{risk} non cambia passando dalla condizione continentale a quella locale

Il **fate factor** della diffusione aria-aria, aria-acqua e acqua-cibo sono uguali a quello aria-aria

Calcolo approssimato del damage assessment in Carcinogens, Non-carcinogens, Respiratory inorganics, Respiratory organics:

$$DA_{loc} = DA_{cont} / FF * FF_{loc} / Dens_{ab} * Dens_{loc}$$

Emissioni indoor in aria

Calcolo del Fate Factor indoor:

$$FFind = Cind / (Emis / Aemitind)$$

dove:

Emis = emissione totale in 1 anno della sostanza (valore stimato: per esempio l'1% delle emissioni totali)

Aemitind = area emittente definita come l'area del capannone (25m²)

Cind = concentrazione dell'emissione nel capannone: $Emis / Vcap$

Dove $Vcap$ = Volume del capannone

Densind = densità abitativa del capannone [nlav/m²]

Calcolo del damage assessment

$$DAind = DAcont / FF * FFind / Densab * Densind$$

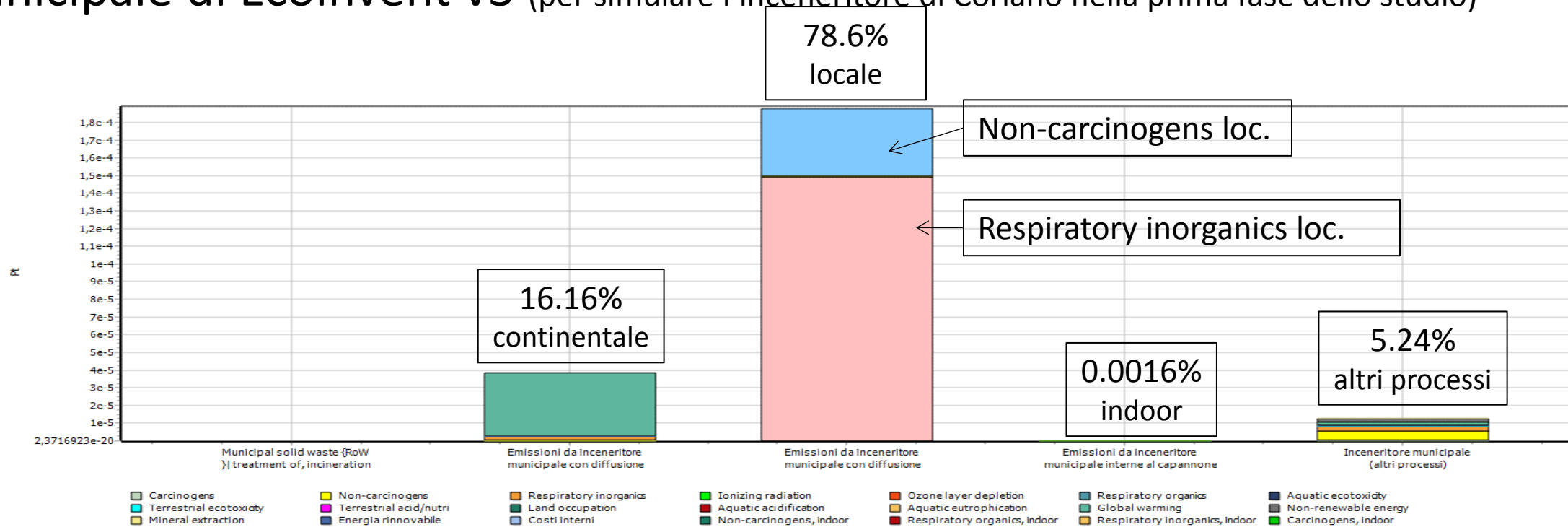
Applicazioni del calcolo approssimato con l'ipotesi di tre diverse percentuali di emissioni: continentali, locali e indoor



- Fine vita dei RAEE
- Inceneritore di banca-dati per simulare quello di Coriano
- Inceneritore di Coriano (da fare).
- Estrazione dell'oro da una miniera in Colombia.
- Trattamento chimico fisico delle acque reflue industriali.
- Produzione di piastrelle (Life Gresmalt).

Emissioni locali, indoor e continentali applicate all'inceneritore

municipale di Ecoinvent v3 (per simulare l'inceneritore di Coriano nella prima fase dello studio)



Ipotesi: **70% delle emis. al camino = emis. con diffusione cont.;**
30% delle emis. al camino = emis.con diffusione locale;
0.01% delle emissioni totali = emissioni nel capannone

Danno totale= 0,239 mPt

78.59% a **Human health, local**

4.287E-10% a **Human health, indoor**

15.905% a **Climate change**

Il danno locale dovuto alle emissioni locali in aria



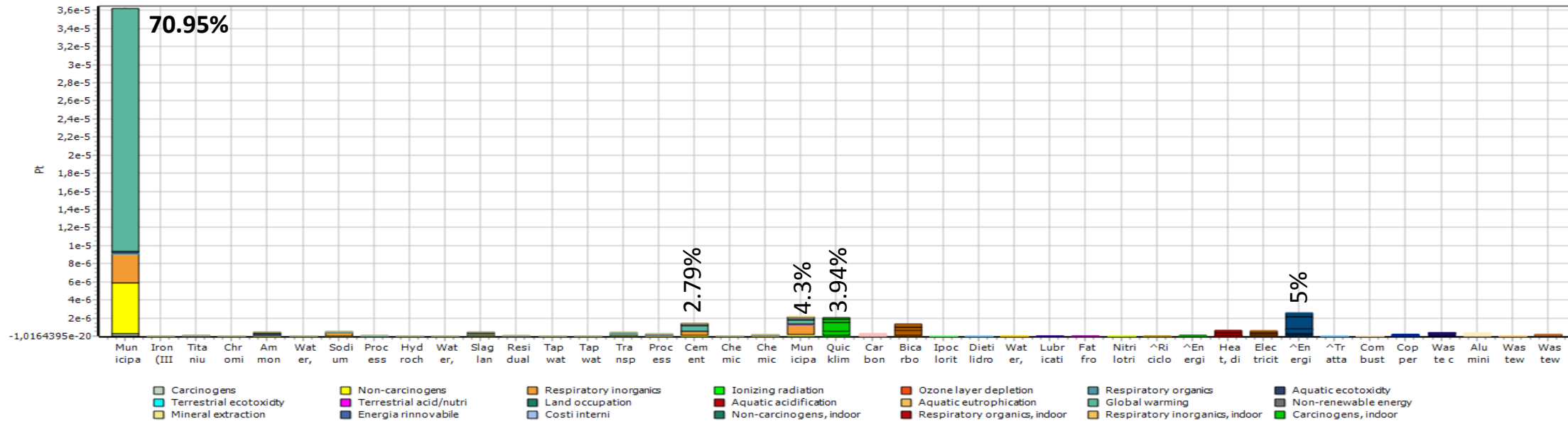
- Il numero di persone interessate dalle emissioni locali è:
 $1000\text{pers}/\text{km}^2 * 400\text{km}^2 = 400000$ persone.
- Rifiuto conferito all'anno: $1\text{E}8\text{kg}/\text{anno}$
- Il danno subito da tali persone vale:
 $1.3323\text{E}-6 \text{ DALY}/\text{kg} * 1\text{E}8\text{kg}/\text{anno} = 133.23 \text{ DALY}/\text{anno}$.
- Il danno subito da una singola persona all'anno vale:
 $133.23\text{DALY}/\text{anno} / 400000\text{pers} = 3.33075\text{E}-4\text{DALY}/\text{pers}/\text{anno} * 365\text{g}/\text{anno} =$
0.12157giorni/pers/anno

Inceneritore rifiuti municipali di Coriano (RN) con valori delle emissioni da autocontrolli al camino

Analisi dei risultati con dispersione continentale



Danno totale= 0.05104 mPt



62.221% a **Climate change**

28,8% a **Human health**

6.55% a **Resources**

2.44% a **Ecosystem quality**

Misure locali delle emissioni: sviluppi futuri

- In un'area di 8km di diametro sono state effettuate **misure di emissioni in aria, acqua e suolo**.
- I risultati presentano molte **incertezze** di interpretazione: solo per alcune sostanze (metalli pesanti e diossina) sembra possa esserci l'intervento dell'inceneritore.
- Se si confermasse tale intervento, il gruppo di studio LCA del DISMI è interessato **all'utilizzo di tali misure** per trovare eventuali corrispondenze tra esse e le **emissioni locali ipotizzate** (convalida del metodo approssimato). Soprattutto per quanto riguarda la **percentuale** delle emissioni che hanno una diffusione **locale** e quelle che hanno una diffusione **continentale**.

Emissioni locali dall'aria nell'acqua e nel suolo



- **Eco-indicator 99** calcola i danni in **Ecotoxicity** per una emissione in aria:

$P_{af} \cdot m^2 \text{ (air)} = HU \text{ (air, water)} * dPAF/dHU * \text{Areasize water (m}^2\text{)} (=3\%A_{cont})$

$+HU \text{ (air, nat.soil)} * dPAF/dHU * \text{Areasize nat.soil (m}^2\text{)} (=60\%A_{cont})$

$+HU \text{ (air, agr.soil)} * dPAF/dHU * \text{Areasize agr.soil (m}^2\text{)} (=27\%A_{cont})$

$+HU \text{ (air, ind.soil)} * dPAF/dHU * \text{Areasize ind.soil (m}^2\text{)} (=10\%A_{cont})$

Dove A_{cont} = area dell'Europa e HU = Hazard unit

- Si definisce una nuova **Unità di mondo** di **area Aloc** (per esempio $10000m^2$) con percentuali delle aree uguali a quelle dell'Unità continentale.
- Si calcolano con il **primo livello del metodo Mackay** le **concentrazioni C_i** delle emissioni ripartite in aria, acqua, solidi sospesi, sedimenti, suolo e biomassa acquatica.
- Si calcola $HU = E/A_{loc} * FF/NEC = C_i/NEC$ per l'acqua e per il suolo
dove: $FF_i = C_i / (E/A_{loc})$ è il fate factor, $E=1kg/yr$, NEC = media geometrica dei No effect concentration
- Si assume $dPAF/dHU = 24\%$ (valore medio Europeo)
- Ipotesi: **si assume $HU \text{ (air, nat.soil)} = HU \text{ (air, agr.soil)} = HU \text{ (air, ind.soil)} = HU_{locsuolo}$**

La curva dei PAF in funzione di Ci/NEC

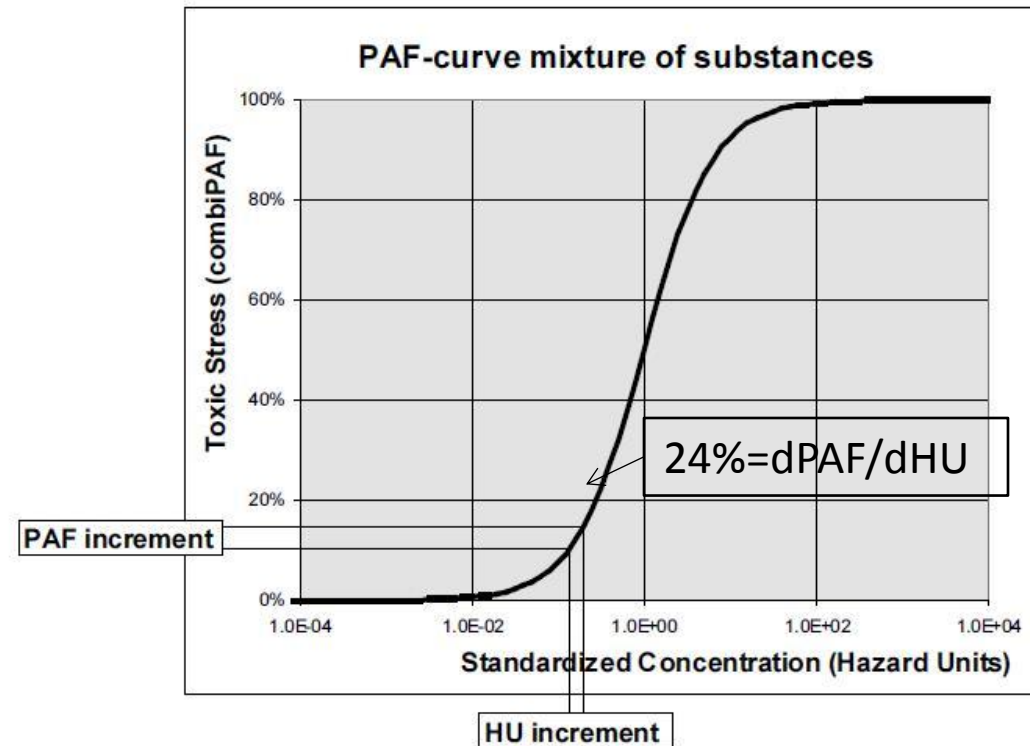


Figure 5.1. Damage to Ecosystem Quality is indicated by the Potentially Affected Fraction (PAF) of species. The dose-response relationship of the ambient mixture of substances follows a logistic curve. Concentrations of single substances are standardised to Hazard Unit (HU), representing the background mixture of substances.

Fonte: Goedkoop, M., & Spriensma, R. (2001). *The Eco-indicator 99 A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment - Methodology Annex*.

Calcolo approssimato dei PAF locali



$$\begin{aligned} \text{PAFm2(air)loc} &= \text{HUloc (air, water)} * \text{dPAF/dHU} * \text{Areasize water (m}^2\text{)} (=3\%\text{Aloc}) \\ &+ \text{HUlocsuolo (air, nat.soil)} * \text{dPAF/dHU} * \text{Areasize nat.soil (m}^2\text{)} (=60\%\text{Aloc}) \\ &+ \text{HUlocsuolo (air, nat.soil)} * \text{dPAF/dHU} * \text{Areasize agr.soil (m}^2\text{)} (=27\%\text{Aloc}) \\ &+ \text{HUlocsuolo (air, nat.soil)} * \text{dPAF/dHU} * \text{Areasize ind.soil (m}^2\text{)} (=10\%\text{Aloc}) \end{aligned}$$

EUSES: European Union System for the Evaluation of substances

EUSES considera:

- Le diverse **modalità** con le quali le emissioni in aria, acqua e suolo vengono prodotte dalle attività umane.
- La **concentrazione delle emissioni in acqua e suolo a livello locale, regionale e continentale** sono calcolate usando i **tre modelli del MacKay** e quindi considerando una Unità di mondo divisa in 8 comparti.
- Le **concentrazioni delle emissioni in aria** a livello locale sono calcolate mediante un codice gaussiano di diffusione in aria.
- La concentrazione della sostanza nel comparto viene **confrontata** con una concentrazione al di sotto della quale non esistono danni per l'uomo e per l'ecosistema. Il codice quindi fa un calcolo di **risk assessment**.
- Per i nostri obiettivi sembra che la sua utilità sia quella del calcolo della **concentrazione locale nei diversi comparti**.
- Per il calcolo del **danno sulla salute dell'uomo** ci sembra quindi necessario usare il metodo usato da Eco-indicator 99. Noi abbiamo già usato i dati messi a disposizione da tale metodo. Ma le sostanze inquinanti sono aumentate di numero ed è stata introdotta la categoria Non-carcinogens. Per questo sarebbero necessari i **dati usati per IMPACT 2002+ e ReCiPe (Fate factor, Unità di rischio, calcolo dei DALY)**.
- Per il calcolo del **danno sull'ecosistema** abbiamo incominciato da poco ad affrontare il problema ma siamo convinti che il metodo di Eco-indicator 99 sia sempre valido.