

**PER UNA GESTIONE SOSTENIBILE DEI RIFIUTI
TECNOLOGIE A CONFRONTO**



LCA

strumento per pianificazione e gestione RSU:
esperienza applicata alla Provincia di Ferrara

R Raffaelli – E.Venturini

9 Luglio 2007 - Bologna

Politica integrata di prodotto (IPP)

Basata su 4 principi (VI programma d'Azione per l'Ambiente - UE 2002 - 2010)

- *Life Cycle Thinking - per valutare le misure di riduzione dell'inquinamento va dato valore all'intero ciclo di vita - culla/tomba*
- *Flessibilità delle misure (collaborare con il mercato - adottare lo strumento che serve)*
- *Totale coinvolgimento stakeholder/ impatto totale: considerare tutti gli attori - concetto responsabilità estesa*
- *Non c'è traguardo, ma miglioramento*

Riferimento
Comunicazione Commissione CE
Giugno 2003

*IPP persegue l'obiettivo di ridurre l'impatto
ambientale del consumo*

*Il realizzare performance ambientali può
costituire un fattore che dà alle imprese
ed ai loro prodotti competitività, per un
mercato che favorisce prodotti
compatibili ambientalmente*

*Facciamo un passo indietro
per fare un passo avanti*

verso



*Settimo programma comunitario
di Azione in materia di ambiente
della UE*

... verso VII Programma

*1. Strategia di Lisbona (2000) - UE
Rinnovamento Sociale ed Economico*

*2. Strategia di Gothenburg (2001) -
UE Sviluppo Sostenibile*

Il consumo (C) e la Produzione (P) Sostenibile (S) sono l'essenza dello sviluppo sostenibile, raccordando le tre dimensioni economica/sociale/ambientale.

Nel 2003, la UE ha identificato l'SCP come una delle priorità a 10 anni

*Dalla necessità di superare la mera verifica di
compatibilità del metodo di produzione, pervenendo al
complesso sistema di*

attività - attori - risorse

sull' intero ciclo di vita di un prodotto

nasce

LIFE CYCLE THINKING (Filosofia del Ciclo di Vita)

LIFE CYCLE THINKING (Filosofia del Ciclo di Vita)

E' il filo conduttore che lega la definizione delle Strategie e della Gestione di chiunque (imprese produttrici & distributrici, consumatori, soggetti pubblici etc.) contribuisca alle varie fasi del Ciclo di Vita del Prodotto

CICLO DI VITA

pre-produzione
produzione
distribuzione
consumo ed
uso
dismissione



ATTORI

Produttori/Designers
Distributori
Consumatori/Cittadini
Istituzioni
Smaltitori
Associazioni
Enti di Certificazione

integrati con

Life Cycle Costing (LCC) *strumento di contabilità direzionale*

Life Cycle Assessment (LCA) *strumento di gestione ambientale*

LIFE CYCLE ASSESSMENT

Processo **oggettivo** di valutazione dei carichi ambientali connessi con un prodotto, attraverso l'identificazione e la quantificazione dell'energia e dei materiali utilizzati, dei rifiuti rilasciati nell'ambiente, al fine di quantificare l'impatto, valutare e realizzare le opportunità di miglioramento ambientale.

(congresso Society of Environmental Toxicology and Chemistry - 1993)

LCA norme di riferimento

- ✍ UNI EN ISO 14040 : 2006 "Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento"
- ✍ UNI EN ISO 14044 : 2006 "Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida"

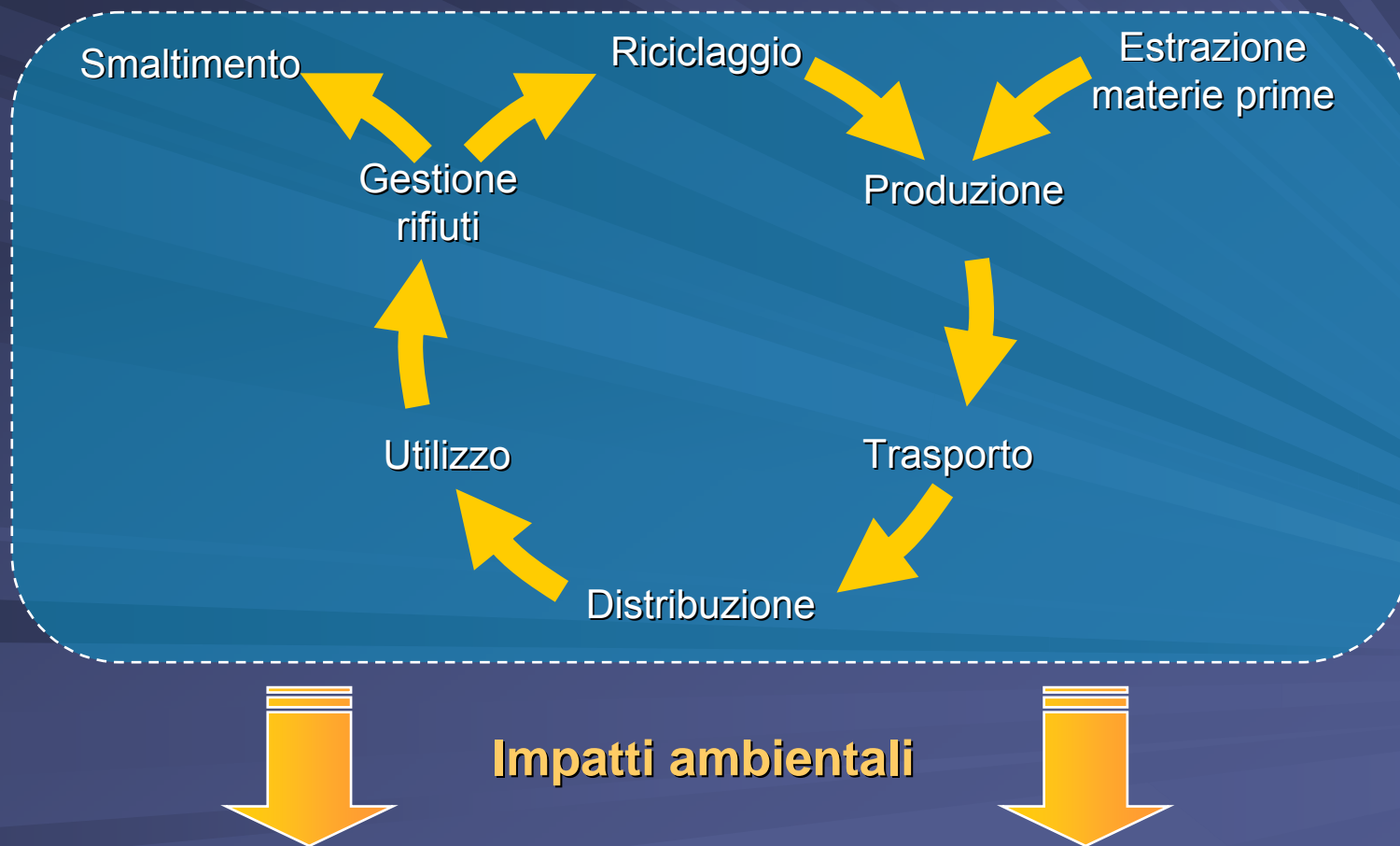
LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)

(rif. to Norme Serie ISO 14040)

- * identificare le opportunità di miglioramento ambientale (ciclo di vita di prodotto)*
- * individuare indicatori significativi di prestazione ambientale*
- * guidare progettazione di nuovi prodotti/processi con minimizzazione dell'impatto ambientale*
- * fornire una base scientifica alla comunicazione esterna (informazione ai consumatori)*

L'Analisi del Ciclo di Vita

L'Analisi del Ciclo di Vita o più semplicemente **LCA** (Life Cycle Assessment), consiste nella valutazione degli aspetti ambientali significativi legati al comportamento delle attività, dei prodotti e dei servizi, attraverso tutte le fasi della loro esistenza, dalla “culla alla tomba”.



Fasi di un'analisi LCA

Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione

Analisi d'inventario

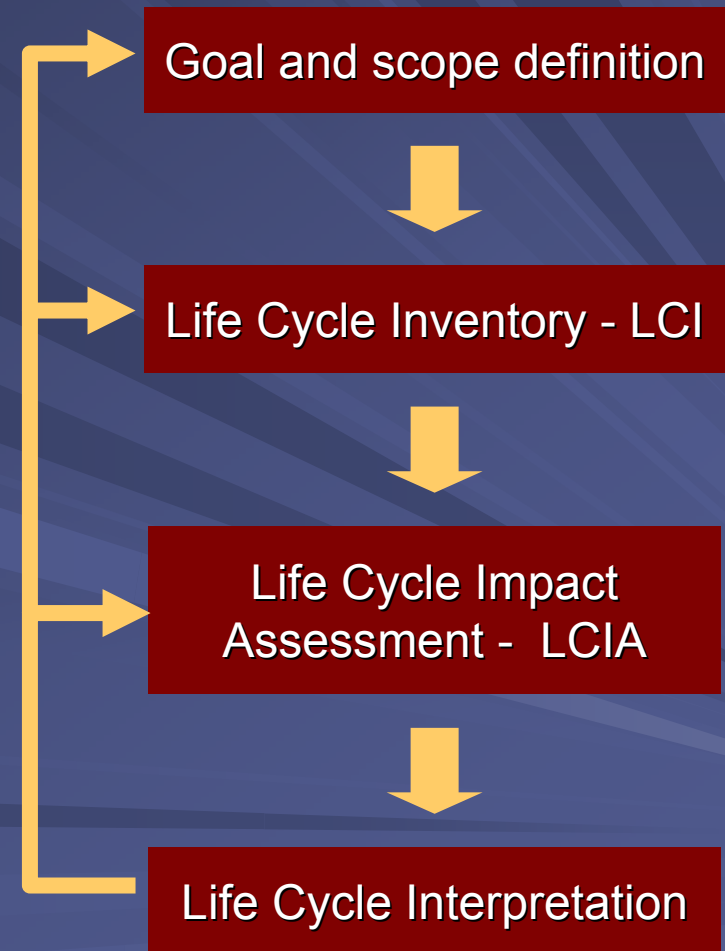
Compilazione di un bilancio di ingressi ed uscite rilevanti del sistema

Valutazione degli impatti

Impatti ambientali potenziali, diretti ed indiretti, associati a input e output

Interpretazione dei risultati

Analisi delle fasi precedenti e definizione delle linee di intervento



Obiettivo e campo di applicazione

Confini del sistema

Input

Output



Analisi d'inventario

Raccolta dati

Dati di input

Materiali

Energia

Altro (trasporti)

Dati di output

Emissioni atmosferiche

Emissioni idriche

Rifiuti solidi

Correlazione all'unità funzionale

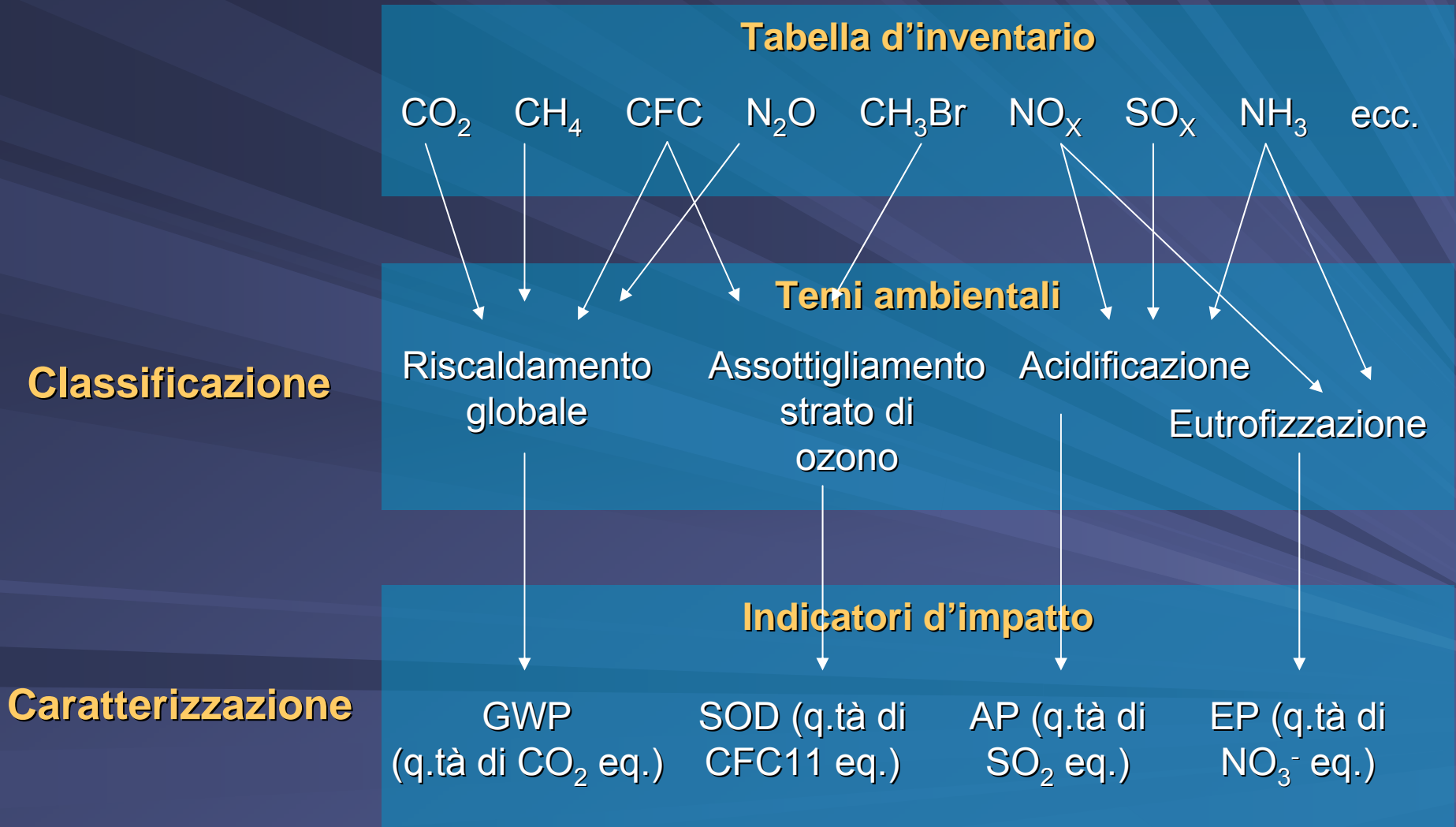
Dati normalizzati rispetto all'unità funzionale

Elaborazione dati

Tabella d'inventario

Emissioni di sostanze impattanti (es. CO₂, NO_x, ecc.)

Valutazione degli impatti (esempio)



Valutazione degli impatti

Esempio di Caratterizzazione

Tabella d'inventario: Riscaldamento globale			
Sostanze	CO₂	CH₄	GWP
Quantità in tonn.	10	2	-
Fattore di caratterizzazione	1	25	-
Quantità in tonn. di CO₂ eq.	10	50	60

Interpretazione dei risultati

Traduzione ed interpretazione dei risultati:

i risultati vanno interpretati in modo da essere facilmente fruibili, anche con rappresentazioni grafiche.

Verifica dell'ottenimento degli obiettivi dello studio, della qualità dei dati e dei limiti del sistema:

Si deve verificare se la qualità dei risultati e dei dati è conforme con gli obiettivi dello studio. Un'analisi di sensitività ci può permettere di verificare l'influenza dei dati sui risultati.

Paragone delle possibili opzioni:

Si possono paragonare i risultati ottenuti, con quelli relativi alla situazione peggiore e quella migliore.

Un sistema integrato per la gestione dei rifiuti

- La corretta soluzione di tale problema deve essere quindi affrontata tramite analisi su scale appropriate che tengano conto del fatto che alcune tipologie impiantistiche possono risultare sovra –territoriali
- La valutazione di tali scenari deve però essere realizzata in maniera congiunta tramite l'analisi delle condizioni tecnico – economiche e la previsione degli effetti ambientali

Un sistema integrato per la gestione dei rifiuti

Tale sistema dovrebbe quindi contenere:

- un modello di ottimizzazione del sistema di raccolta;
- un modello tecnico – economico per la ripartizione dei flussi di rifiuto in ottemperanza alla normativa vigente;
- un modello per l'analisi dell'impatto ambientale del sistema mediante LCA

Un sistema integrato per la gestione dei rifiuti



Un sistema integrato per la gestione dei rifiuti

- Il modello tecnico-economico permette l'analisi del sistema di gestione dei rifiuti solidi tramite una procedura che parte da scenari ipotetici o reali e porta ad una minimizzazione dei costi di gestione del sistema trattamento-smaltimento considerando i costi del trattamento, dello smaltimento e dei trasporti dalle sorgenti al ricettore finale
- Fissato l'ipotetico scenario di studio il risultato della simulazione permette di determinare la condizione ottimale che è quella per cui si ha la minimizzazione dei costi del sistema di trasporto e di trattamento del rifiuto

Un sistema integrato per la gestione dei rifiuti

La definizione degli scenari avviene tramite l'utilizzo di

- ❖ *variabili di produzione*: numero di abitanti e produzione, percentuale di raccolta differenziata, dislocazione delle stazioni di trasferimento e quantitativi gestiti dalle singole stazioni;
- ❖ *variabili impiantistiche*: capacità di trattamento degli impianti di incenerimento e di compostaggio, loro dislocazione, costi di trattamento e smaltimento, rendimenti del recupero energetico e percentuali di scarto dei trattamenti;
- ❖ *variabili di sistema*: costi di investimento, costi di raccolta e di trattamenti dei prodotti della raccolta differenziata, ricadute occupazionali

Un sistema integrato per la gestione dei rifiuti

L'LCA quantifica gli impatti sull'ambiente del ciclo di vita di un prodotto / servizio.

In particolare quantifica anche i “risparmi ambientali” dovuti alla produzione “evitata” di materiali ed energia grazie al riciclo o alla termovalorizzazione del prodotto considerato

Un sistema integrato per la gestione dei rifiuti

- Il bilancio ambientale e l'analisi degli impatti sono generalmente riuniti sotto la denominazione *Life Cycle Inventory (LCI)*.
Si rendono necessari per allocare il consumo energetico ed i rilasci nell'ambiente dei singoli flussi del rifiuto al fine di analizzare le implicazioni ambientali nella gestione delle singole componenti del ciclo di vita per un confronto tra diverse alternative
- L'applicazione dei concetti e degli strumenti della LCA ai sistemi di gestione dei rifiuti aiuta gli operatori ad individuare strategie integrate atte a ridurre sia i costi sostenuti dalle amministrazioni sia gli impatti ambientali sulle comunità locali o sul contesto

Un sistema integrato per la gestione dei rifiuti

analisi degli impatti (LCIA):

caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle conseguenze ambientali e loro valutazione;

può essere suddivisa in tre distinte sottofasi

✓ *classificazione*, nella quale si opera una aggregazione quantitativa di diverse conseguenze ambientali in alcune categorie di impatto, utilizzando specifici indicatori

✓ *valutazione*, in cui si effettua una comparazione delle varie alternative determinando indici finali dei diversi impatti

✓ elaborazione *inventario (o bilancio) ambientale*, in cui si identificano e quantificano i consumi di risorse, di energia ed i rilasci nell'ambiente

L'esperienza applicata

*Completamento di un sistema esperto
per la Gestione dei Rifiuti mediante
Software di analisi ambientale
(codice di calcolo SWFO-LCA)*

Committente : Provincia di Ferrara

Partner :


- ❖ *ARPA Emilia Romagna SGI : SQE -Direzione Generale*
- ❖ *Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Strade*

Premessa

la Provincia di Ferrara, in collaborazione con l'Università "La Sapienza" di Roma, ha realizzato un modello tecnico – economico di valutazione dei flussi e dei costi di gestione dei rifiuti urbani nell'ambito della definizione del

Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti (L.R. 3/99 e successive modifiche ed integrazioni).

Obiettivo



Implementare il modello tecnico-economico con l'introduzione di Strumenti di Politica Ambientale utilizzando la tecnica del Life Cycle Assessment (LCA)

Dotare l'Amministrazione di procedure di controllo e di verifica dei rendimenti energetici/ambientali dei processi connessi alla gestione dei rifiuti

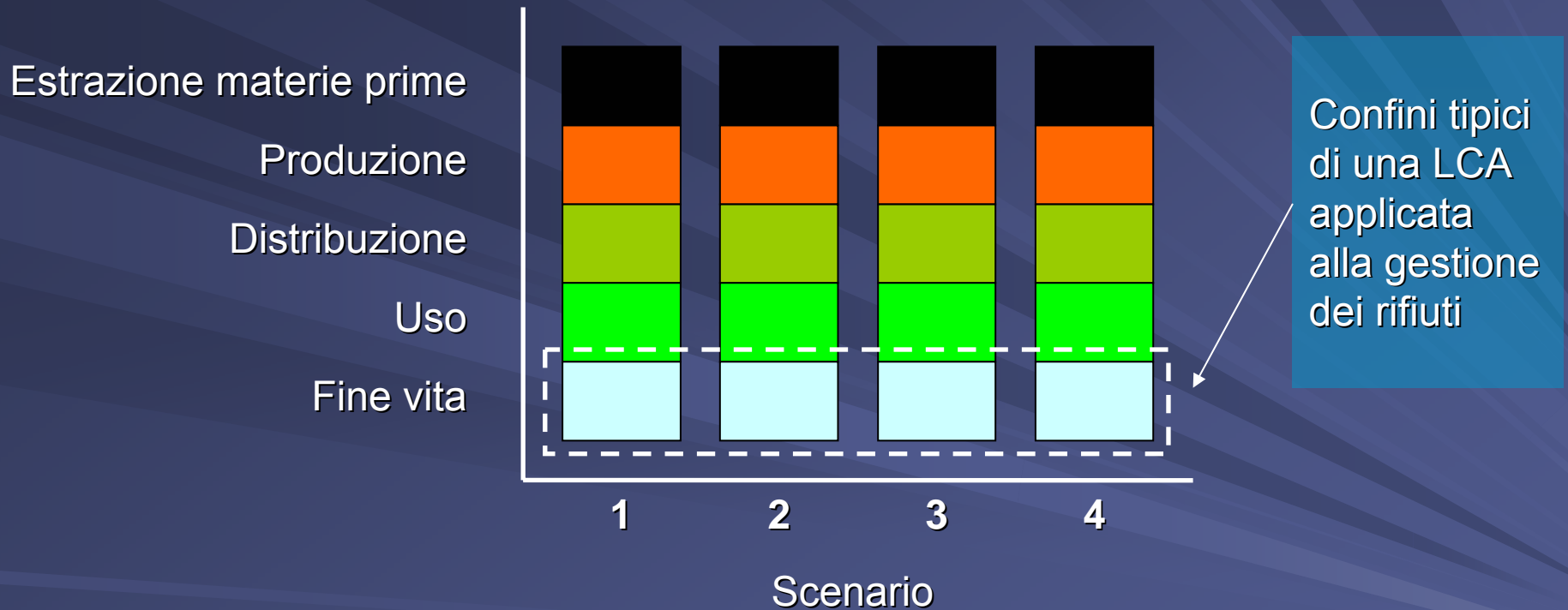
La Gestione Integrata dei Rifiuti

- richiede di realizzare un sistema che tenga conto dei rifiuti prodotti, dei metodi di raccolta e trattamento, dei benefici ambientali, dell'ottimizzazione economica e dell'accettabilità sociale*
- implica l'utilizzo di diversi metodi di trattamento perché nessuno da solo può gestire in modo efficiente tutti i materiali presenti nei rifiuti*
- un sistema autonomo, i cui **input** sono costituiti dagli scarti delle attività umane e produttive e i cui **output** sono le emissioni finali nell'ambiente (solide, liquide e gassose) e i nuovi prodotti utili (materiali riciclati, energia, compost)*

Vantaggi della metodologia LCA applicata a sistemi di gestione integrata dei rifiuti

- consente di **comparare** diverse opzioni tecnologiche, valutare scenari differenti di gestione dei rifiuti ;
- costituisce un utile **strumento di supporto** anche per la Pubblica Amministrazione in fase di redazione e aggiornamento dei piani territoriali di gestione dei rifiuti e costituisce un valido strumento in fase di programmazione, valutazione e riduzione degli impatti ambientali.

LCA di un Sistema Integrato di Gestione dei Rifiuti



Obiettivo: Confronto di scenari diversi

Scenario 1 – Trattamenti a freddo

Utilizzo dell'attuale impianto di incenerimento e trattamento meccanico-biologico del rifiuto residuo. Frazione secca generata durante il trattamento meccanico-biologico smaltita in discarica.

Scenario 2 – Sistema integrato (raccolta differenziata e recupero energetico della frazione combustibile)

Aumento della capacità dell'impianto di incenerimento e trattamento meccanico-biologico con incenerimento della frazione secca.

Scenario 3 – Incenerimento

Aumento della capacità di incenerimento per trattare tutto il rifiuto tal quale

Anno di riferimento 2006 a regime

Costante dei tre scenari:

percentuale raccolta differenziata (RD) 40 %

All'interno dello scenario 1 considerate due ipotesi:

Ipotesi 1: adeguamento tecnologico

Ipotesi 2: nessuna modifica

Gestione dei Rifiuti Urbani nella Provincia di Ferrara

Cassonetti



Stazioni "trasferenza"



Impianti



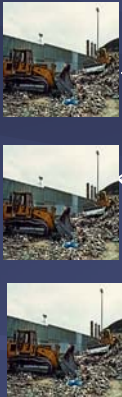
LCA - Fasi della metodologia (ISO 14040)



LCA - Obiettivo e campo di applicazione

Confini del sistema

Stazioni
"trasferenza"



Impianti



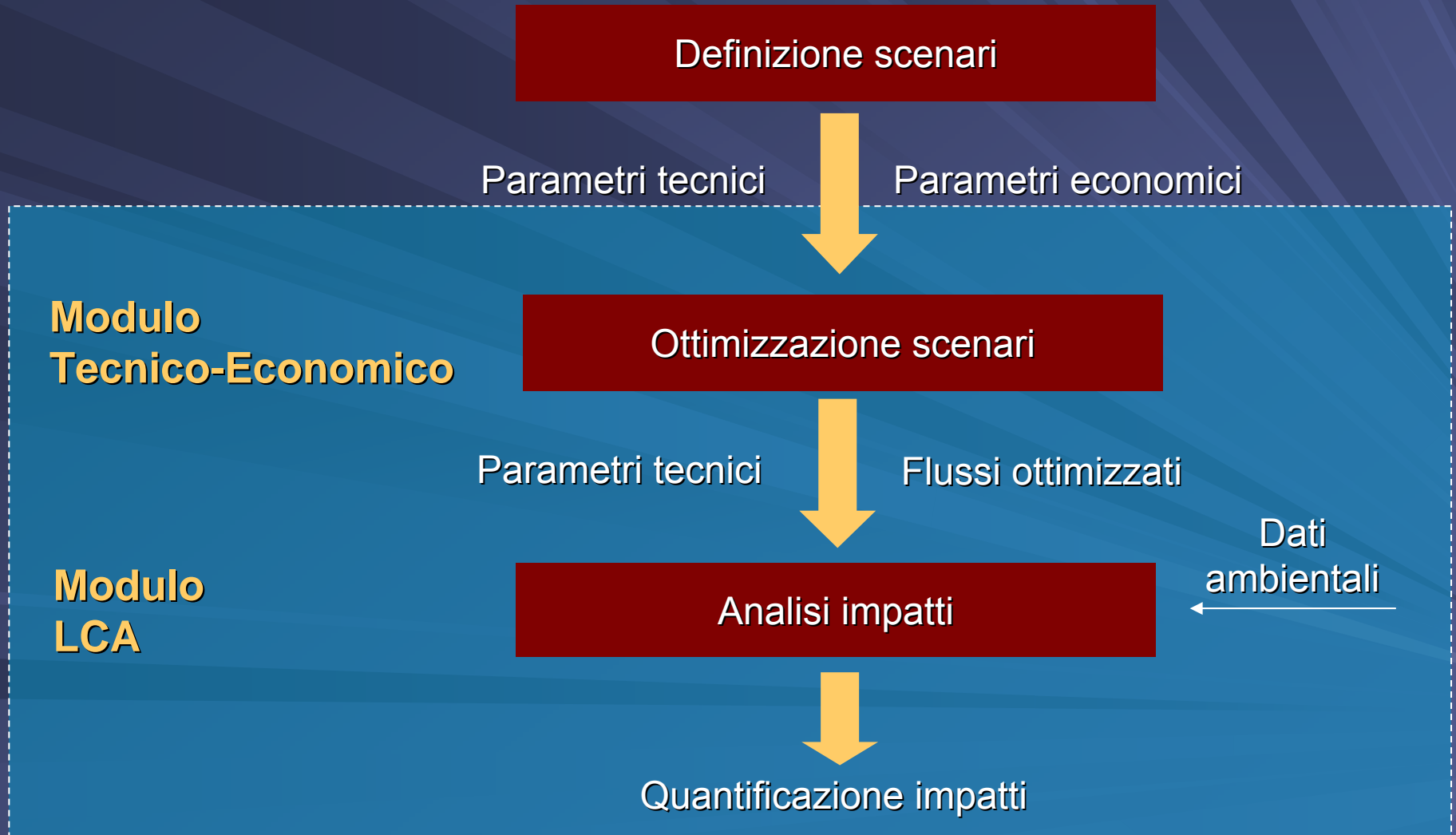
Unità funzionale:

Gestione dei rifiuti urbani
prodotti annualmente

Obiettivo:

Confronto di diversi
scenari impiantistici

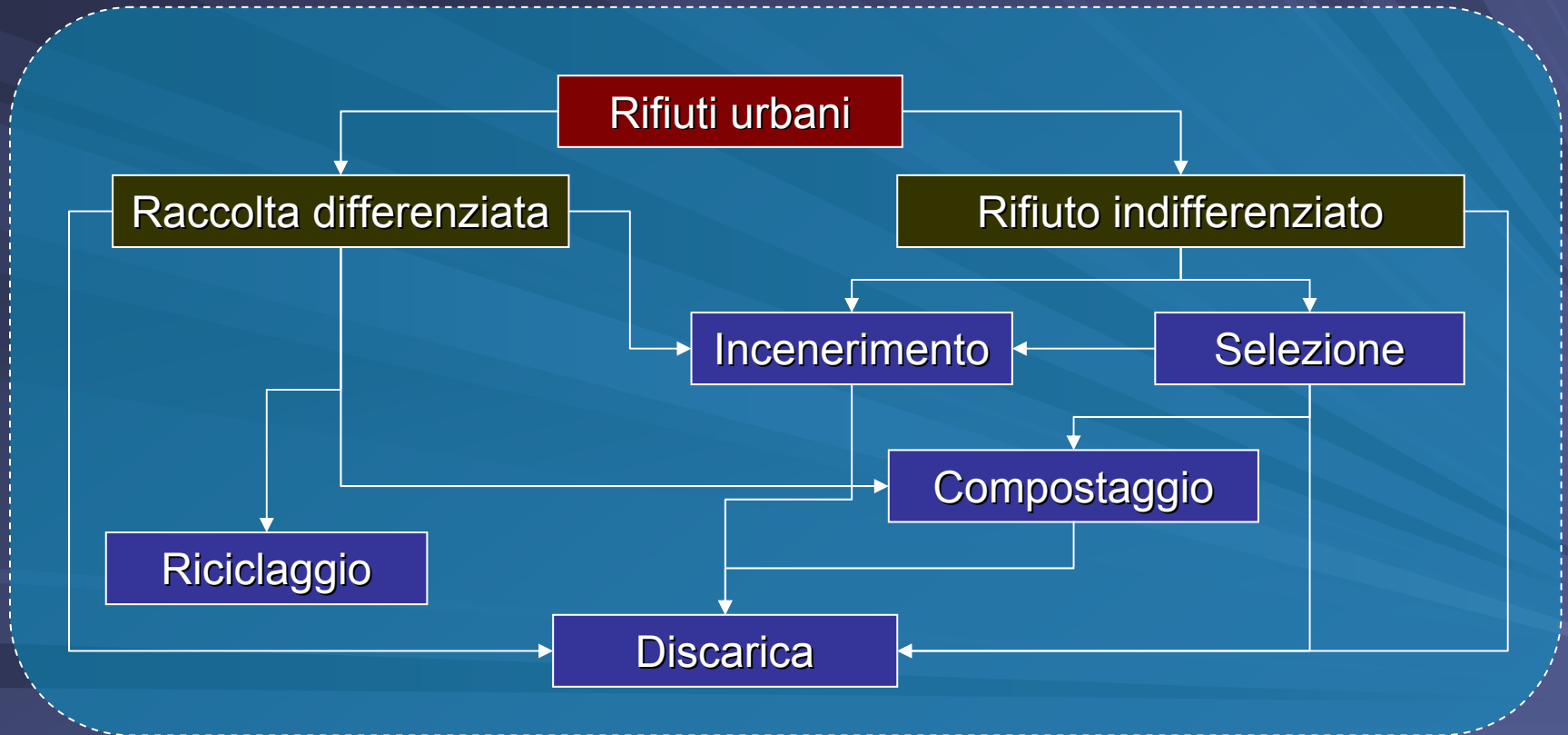
Funzionamento del software SWFO_LCA



LCA - Obiettivo e campo di applicazione

Diagramma di flusso del sistema

↓
Rifiuti urbani
Energia elettrica



↓
Rifiuti solidi
Energia elettrica



Emissioni idriche
Emissioni atmosferiche

LCA - Fasi della metodologia (ISO 14040)



LCA - Analisi d'inventario

Compostaggio

FORSU+Verde

**Frazione umida
selezionata**



**Compost di qualità
o
FOS**

**o
FOS**

**Emissioni in
atmosfera**

Percolato

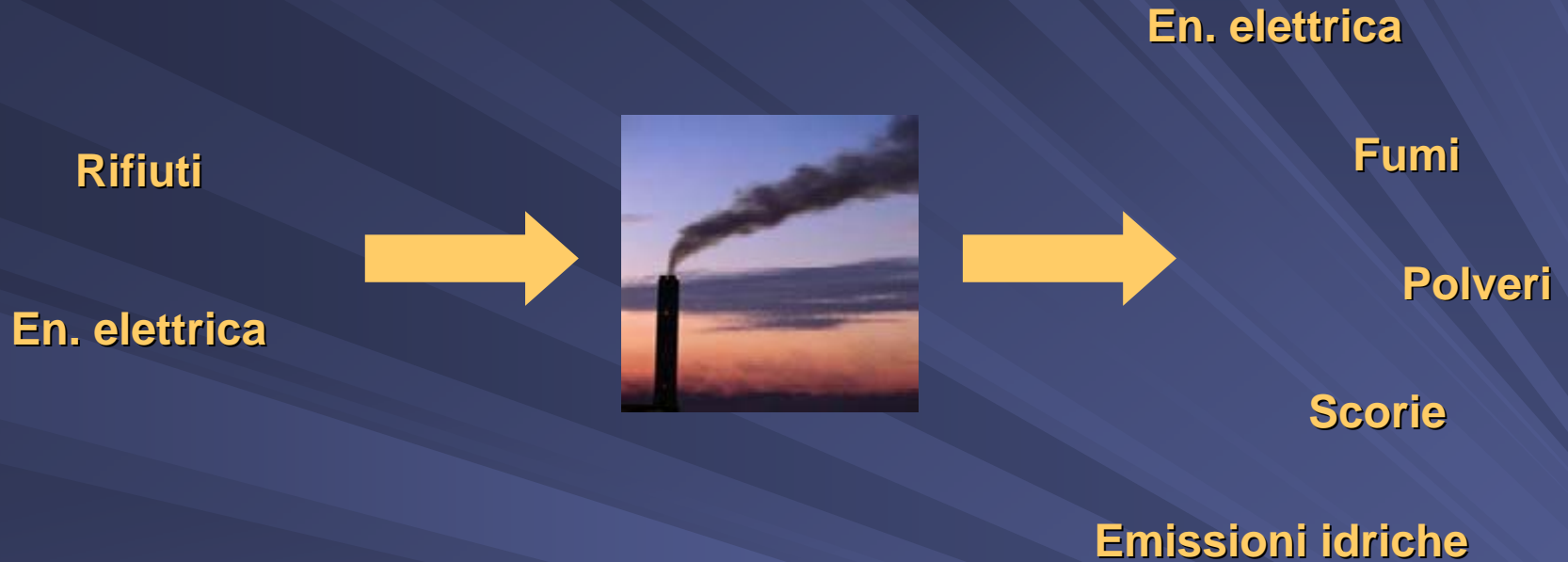
Scarti

En. elettrica

- Quantità di FORSU+Verde o Frazione umida selezionata in ingresso
- Percentuale in massa di Compost di qualità o di FOS prodotta rispetto ai rifiuti in ingresso
- Percentuale in massa degli scarti eventualmente prodotti dal processo
- Fattori di emissione espressi come frazioni di massa rispetto alla massa entrante
- Quantità di energia elettrica consumata in funzione della quantità di rifiuto trattato

LCA - Analisi d'inventario

Incenerimento



- Quantità di rifiuti (t.q., FS, rifiuti da RD) in ingresso
- Nm³/t di fumi emessi e percentuali sulla massa entrante di emissioni idriche, polveri e scorie eventualmente prodotti dal processo
- Fattori di emissione delle sostanze contenute in fumi, polveri, emissioni idriche e scorie
- Quantità di energia elettrica consumata in funzione della quantità di rifiuto trattato
- Rendimento elettrico impianti e potere calorifico delle diverse tipologie di rifiuto

LCA - Analisi d'inventario

Discarica

Rifiuti
En. elettrica



**Emissioni
diffuse in
atmosfera**

**Emissioni
convogliate in
atmosfera**

Percolato

- Quantità di rifiuti (t.q., FS, FOS, da RD, scarti da altre unità di processo) in ingresso
- Per ogni tipologia di rifiuto: Nm³/t di biogas prodotto, rapporto volumi dei fumi di combust./biogas, percentuali di CO₂ e CH₄ contenute nel biogas e nei fumi di combust.
- Percentuale di rendimento del sistema di captazione del biogas
- Concentrazioni delle sostanze contenute nel biogas e nei fumi di combustione
- Quantità di energia elettrica consumata in funzione della quantità di rifiuto trattato

LCA - Analisi d'inventario

Riciclaggio



**Emissioni in
atmosfera (solo gas-
serra)**

- Quantità di rifiuti riciclati
- Tipologie di rifiuti riciclati
- Fattori di emissione delle sostanze contenute negli scarichi atmosferici legati al riciclaggio dei diversi rifiuti

(= emissioni processo di riciclaggio – emissioni legate alla produzione dei materiali da materie prime vergini)

LCA - Analisi d'inventario

Energia



**Emissioni in
atmosfera**

Emissioni idriche

- Quantità di en. Elettrica consumata da tutte le unità di processo
- Quantità di en. Elettrica generata
- Fattori di emissione in funzione del MJ di energia consumata, delle sostanze contenute negli scarichi idrici e atmosferici legati alla produzione di energia elettrica

LCA - Analisi d'inventario

Trasporti



**Emissioni in
atmosfera**

- Quantità di rifiuti trasportati
- Chilometraggi (da stazioni di trasferimento a impianti, trasporto sovvalli, trasporto RD)
- Tipologia di mezzo di trasporto
- Fattori di emissione delle sostanze contenute nei gas di scarico dei mezzi

LCA - Valutazione degli impatti

Tabella d'inventario

Temi ambientali

Riscaldamento
globale

Assottigliamento
fascia di Ozono

Acidificazione

Eutrofizzazione

Smog
fotochimico

Indicatori d'impatto

GWP
(CO₂ eq.)

SOD
(CFC11 eq.)

AP
(SO₂ eq.)

EP
(NO₃⁻ eq.)

PO
(C₂H₂ eq.)

LCA – Confronto scenari

	Scenari 2006 a regime		
	1	2	3
T.q. in Discarica	0%	0%	0%
Incenerimento T.q.	18%	33%	60%
Meccanico-biologico	42%	27%	0%
Frazione Secca incenerita	0%	11%	100%
Raccolta Differenziata	40%	40%	40%
Frazione Secca in discarica	17%	0%	0%

NB. range indicativi . La somma è > 100% perché frazioni di rifiuto subiscono più trattamenti

Scenario 1: non prevede un aumento della capacità di incenerimento rispetto alla situazione attuale

Ipotesi 1: inceneritore adeguato tecnologicamente

Ipotesi 2: si utilizza l'attuale inceneritore

Scenari 2 e 3 : prevedono potenziamento attuale impianto con 2 nuove linee

LCA – Confronto scenari

Scenario 1

alta percentuale di RD, tutto il rifiuto residuo destinato al trattamento meccanico-biologico . Si caratterizza per l'utilizzo di discariche controllate per lo smaltimento della frazione secca generata dal trattamento meccanico-biologico. Ipotesi 1/2

Scenario 2

alta percentuale di RD, trattamento meccanico-biologico del rifiuto residuo . Si caratterizza per il recupero energetico derivante dall'incenerimento della Frazione secca

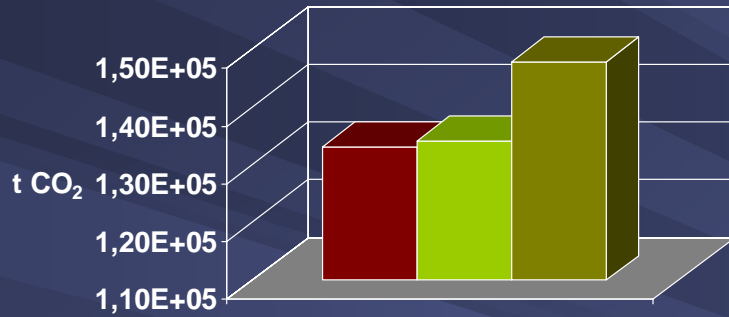
Scenario 3

alta percentuale di RD. Si caratterizza per lo sviluppo del trattamento termico dell'intera massa di rifiuto residuo

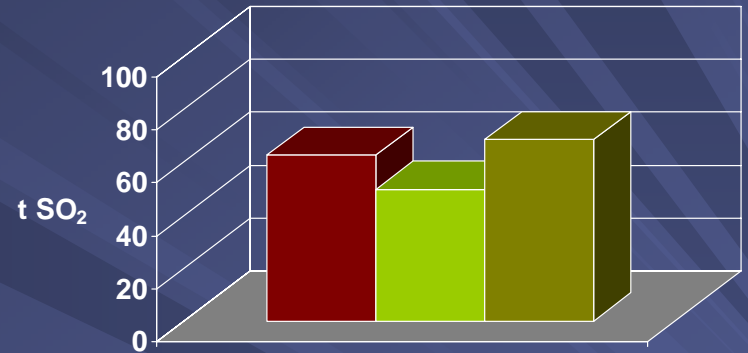
LCIA - Confronto scenari

Ipotesi 1

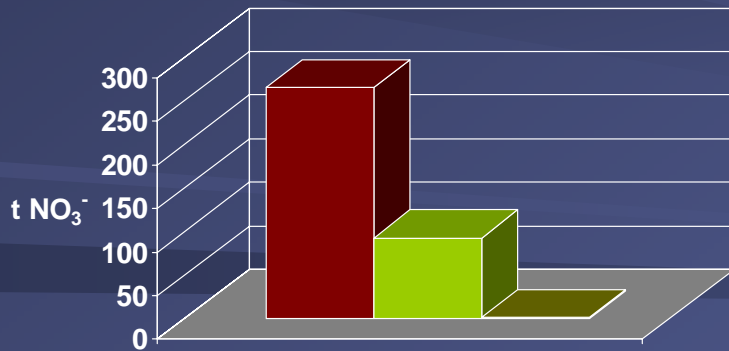
Riscaldamento globale



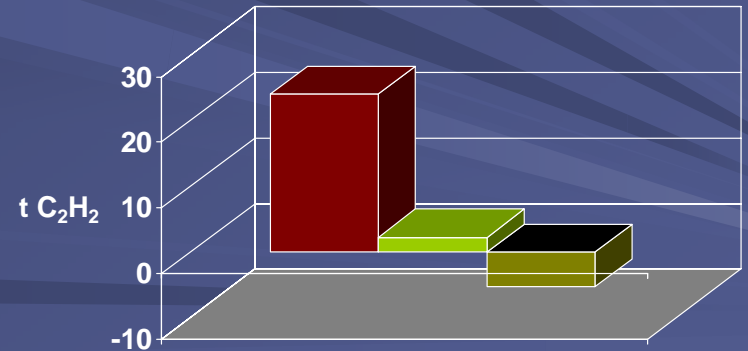
Acidificazione



Eutrofizzazione



Smog fotochimico

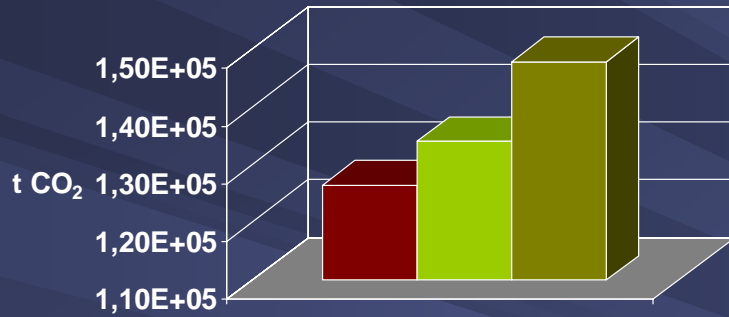


■ Scenario 1
 ■ Scenario 2
 ■ Scenario 3

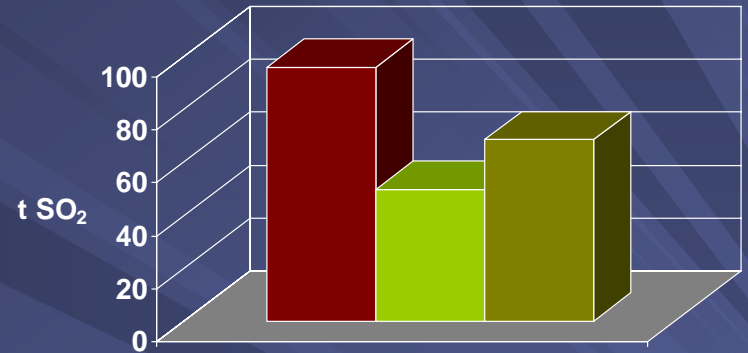
LCIA - Confronto scenari

Ipotesi 2

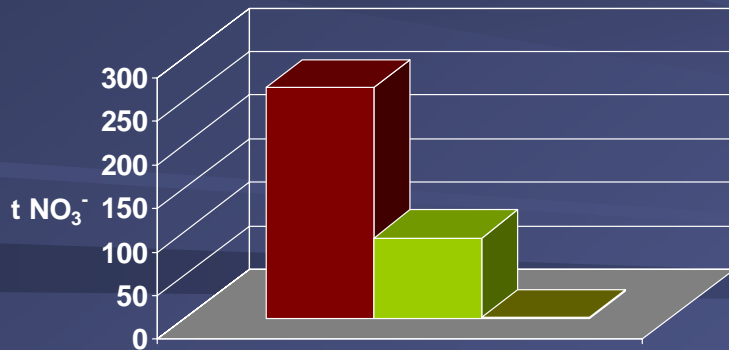
Riscaldamento globale



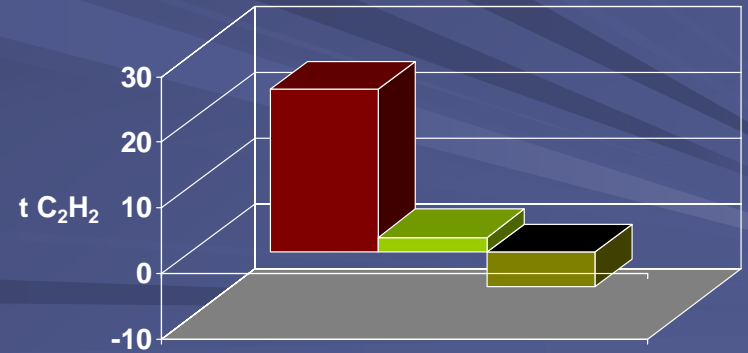
Acidificazione



Eutrofizzazione



Smog fotochimico



■ Scenario 1 ■ Scenario 2 ■ Scenario 3

Risultati

Le prestazioni peggiori per quanto riguarda tutte le categorie d'impatto (ad eccezione dell'impatto riscaldamento globale) sono quelle del **primo scenario**, in quanto la soluzione impiantistica adottata risulta :

- la meno complessa,
- con le minori percentuali di recupero energetico e di rifiuto trattato prima dello smaltimento in discarica ,
- con un maggior numero di emissioni incontrollate nell'ambiente.

Conclusione

- L'elaborato è stato consegnato e presentato in data 5 giugno 2003 all'Assessore all'Ambiente della Provincia di Ferrara e al suo staff .
- In data 19 giugno 2003 è stata fatta una presentazione pubblica (cittadini, associazioni ambientaliste, gestori etc.), congiuntamente Provincia Ferrara/ARPA.
- Presentazione al Consiglio provinciale (fine giugno 2003) quale allegato tecnico al Piano provinciale di Gestione dei Rifiuti.

In prospettiva

l'Energia Sostenibile e la Sostenibilità delle scelte energetiche

La normativa europea ha negli ultimi anni iniziato ad affrontare il tema

ENERGIA

DIR CE 77/2001 Promozione dell'energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità (D.L.vo n. 387/2003)

DIR CE 91/2002Rendimento energetico nell'edilizia (D.L.vo 192/2005)

DIR CE 87/2003Istituzione di un sistema per lo scambio di quote di emissioni del gas a effetto serra nella Comunità

DIR CE 32/2006 Efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici

In via generale l'interesse è verso le

PRESTAZIONI ENERGETICHE

*Risultando gli aspetti ambientali pressocché
completamente trascurati*

Tutti gli aspetti di analisi e di tecniche applicate che ci conducono per i vari percorsi alla gestione ambientale (certificata o meno) contengono nella definizione e nei principi applicati il valore Energia traguardato come criterio, come indicatore, come tecnologia, come obiettivo

Un'ulteriore applicazione della LCA da parte della Pubblica Amministrazione è il supporto alla politica ambientale, in tema di ENERGIA, in particolare per:

- incentivare l'innovazione e l'ottimizzazione dei sistemi di energia rinnovabile e stimolare la loro adozione*
- fissare in ordine di importanza le misure energetiche e quindi aumentare la loro eco-efficienza nel Piano Energetico*



I riferimenti

**Arpa Direzione Sistemi di Gestione Integrati: Sicurezza
Qualità
Ecomanagement**

Direttore: Raffaella Raffaelli

e-mail: rraffaelli@arpa.emr.it

**Maria Grazia Marchesiello – Resp.le Area Sistemi di Gestione di Prodotto
e-mail: mgmarchesiello@arpa.emr.it**

**Emanuela Venturini – Resp.le U.O. Nodo reg.le EMAS/SGA – Ecolabel/SGP
e-mail: eventurini@arpa.emr.it**

Sito web: www.arpa.emr.it

www.arpa.emr.it/sostenibilita