



# SOSTENIBILITÀ NELLA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI

LA DIRETTIVA EUROPEA 2008/98/EC INTRODUCE, IN TEMA DI RIFIUTI, IL CONCETTO DI **GESTIONE INTEGRATA**. LA GERARCHIA COSÌ INTRODOTTA PREVEDE LA REGOLA DELLE “4R”: **RIDUZIONE, RIUSO, RICICLO, RECUPERO**. TALE GESTIONE, A FIANCO DELLA NECESSITÀ DI DARE SOLUZIONE AL PROBLEMA DELLA CORRETTA DESTINAZIONE DEL RIFIUTO, DEVE ESSERE TUTTAVIA CONDOTTA IN MANIERA **SOSTENIBILE**, SIA DAL **PUNTO DI VISTA AMBIENTALE**, DEGLI IMPATTI SECONDARI, SIA DAL **PUNTO DI VISTA ECONOMICO**. IN QUESTO BREVE ARTICOLO IL CONCETTO DI SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE VIENE AFFRONTATO SU DIVERSE **SCALE TERRITORIALI** (LOCALE E GLOBALE) FACENDO RIFERIMENTO A **SPECIFICI CASI STUDIO** DI INTERESSE NAZIONALE



## Che cos'è la gestione integrata del rifiuto

La Direttiva Quadro sui Rifiuti 2008/98/EC [1] impone agli Stati membri una soglia minima di recupero dei rifiuti del 50% mediante raccolta differenziata, orientando in tal senso verso meccanismi di produzione sempre più indirizzati alla gestione virtuosa dei beni di consumo ed al recupero di materia. La norma in particolare stabilisce un quadro giuridico per il trattamento dei rifiuti, inclusa la definizione di materia seconda e sottoprodotto, stabilendo regole più semplici per il loro riutilizzo. Nella Direttiva viene esplicitata a livello europeo una gerarchia nelle azioni che devono essere messe in opera nella gestione dei rifiuti; tale gerarchia può essere tradotta in maniera semplificata nella regola delle “quattro R” in ordine di scelta preferenziale (Fig. 1):

- Riduzione dei rifiuti prodotti;
- Riutilizzo dei rifiuti (ad es. apparecchi elettronici ancora funzionanti o che possono essere riparati);
- Riciclo con la conversione di rifiuti in prodotti utili;
- Recupero di materia e di energia (ad es. termovalorizzazione con produzione di energia).

In Italia la Direttiva 2008/92/EC è stata recepita con il D.Lgs. 205/2010 [2].

Il primo intervento che viene suggerito è quindi un intervento non sulla gestione ma sulla produzione dei rifiuti. Una volta che il rifiuto è stato prodotto occorrerà destinarlo nel modo migliore: il primo intervento sulla gestione è il riuso/riciclo, ove si colloca la raccolta differenziata. Tale strumento è propedeutico alla corretta gestione del rifiuto, costituendo di fatto la prima fase dell'intero processo. Parlando di raccolta differenziata occorre evidenziare che esistono in tale ambito filiere consolidate (frazione organica, vetro, carta, metallo, legno, plastica); come strumento, per ciò che riguarda la modalità di conduzione, è possibile una raccolta in strada (i cittadini devono conferire i loro rifiuti in contenitori presenti sul suolo pubblico) o una raccolta porta a porta (in questo caso non sono i cittadini a portare i rifiuti nei cassonetti ma sono gli incaricati del servizio che passano a domicilio a ritirarli).

A valle del flusso di rifiuto raccolto mediante raccolta differenziata (e conseguentemente destinato a valorizzazione) esiste tuttavia un flusso importante di rifiuto raccolto in modo

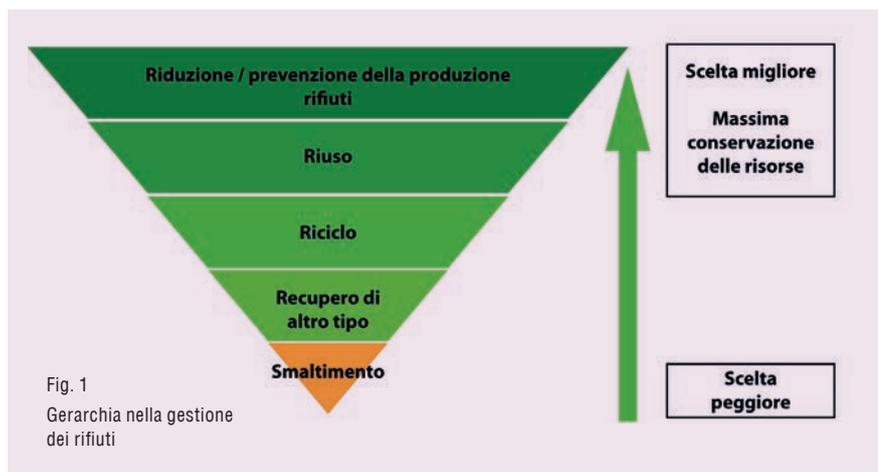


Fig. 1  
Gerarchia nella gestione dei rifiuti

indifferenziato, cui devono necessariamente aggiungersi i rigetti dalla filiera di valorizzazione del differenziato; tale flusso deve trovare idonee prospettive di smaltimento. Esso, che rispetto alla produzione lorda del rifiuto è comunque una percentuale cospicua, ha ovviamente una composizione che risulta privata delle frazioni meglio valorizzabili; appare costituito fondamentalmente da una frazione combustibile, una frazione organica umida e una frazione minerale sostanzialmente inerte.

Vista tale composizione, e considerato che il secondo intervento sulla gestione è costituito dal recupero (Fig. 1), considerando peraltro l'interesse per la produzione di energia di tipo termico e termoelettrico da fonti non fossili, si propone una prospettiva di valorizzazione energetica di questa frazione.

A questo fine una prima scelta che appare oggi molto dibattuta è quella tra la valorizzazione energetica del flusso così come sopra individuato, o invece la proposizione di sistemi di separazione meccanica a valle della raccolta, sistemi che appaiono finalizzati sostanzialmente ad individuare tre frazioni, una combustibile, una frazione umida (per la quale, con ipotesi di stabilizzazione biologica anaerobica si proporrebbero pure prospettive di valorizzazione energetica indiretta) ed infine una frazione minerale, per la quale non paiono percorribili strade diverse rispetto all'immissione in discarica (Fig. 2).

Tra le due alternative sopra riportate, la prima è certamente quella oggi più diffusa, sia in Italia sia nella parte più tecnologicamente attrezzata dell'Europa, per motivi di semplicità,

di convenienza economica, di liberazione dalle problematiche di flussi secondari al di fuori di quello delle ceneri; sulla seconda si appuntano oggi attenzioni ed ipotesi di sviluppo sempre più importanti, in quanto ritenuta più ambientalmente compatibile, meno impattante sul territorio in termini di infrastrutture necessarie, più orientata nel senso di sviluppo di sinergie con altre strutture impiantistiche già presenti sul territorio.

Analizzando quanto sopra descritto emerge che un sistema di gestione integrato e sostenibile del rifiuto deve essere:

1. efficiente: il programmatore ed il realizzatore del sistema di gestione integrata del rifiuto si devono preoccupare di realizzare un sistema idoneo per il corretto smaltimento;

2. economicamente sostenibile, tenendo conto del riversamento dei costi operativi sulla tariffa di smaltimento;
3. non deve creare problemi secondari sul territorio, e deve indirizzarsi verso una ottimale utilizzazione delle risorse.

### Sostenibilità dei sistemi di gestione del rifiuto

Alla luce di quanto detto sopra, la sostenibilità di un sistema di gestione dei rifiuti deve essere analizzata su scale territoriali diverse: su scala globale, tenendo conto degli aspetti generali di influenza sull'ambiente e di gestione delle risorse, e su scala locale, con riferimento alla modificazione locale dell'ambiente. Su scala globale, come si dirà meglio in seguito, i principali problemi sono legati all'emissione di gas climalteranti (la CO<sub>2</sub> in particolare), su scala locale all'emissione di macroinquinanti specifici (quali in particolare polveri, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>).

### Sostenibilità su scala globale

L'aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera è una delle principali cause dell'aumento della temperatura sul pianeta, con i conseguenti effetti sui cambiamenti climatici. Per queste ragioni è cresciuto lo sforzo tecnico-scientifico, avvertito anche a livello politico, per controllare l'accumulo di CO<sub>2</sub> atmosferica.

In questo senso, il Protocollo di Kyoto (sottoscritto nel 1997 ed entrato in vigore nel 2005) è un accordo internazionale per contrastare

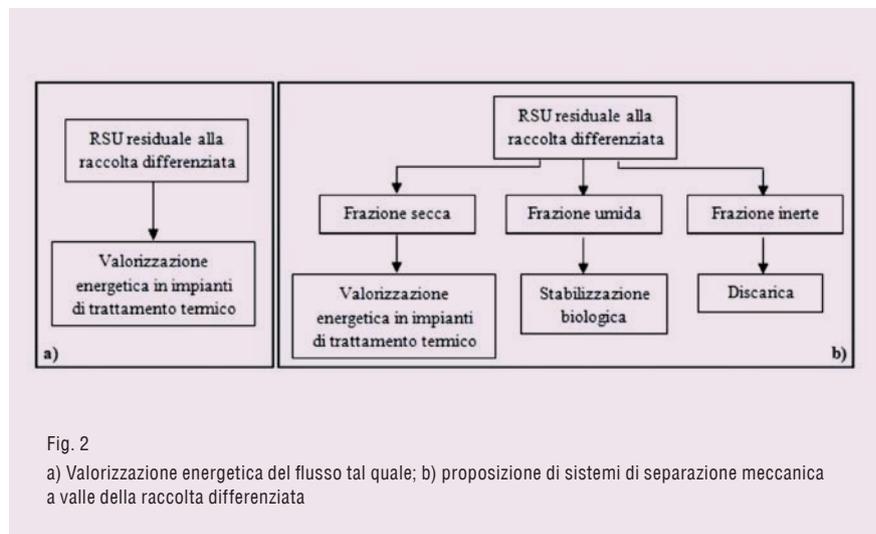


Fig. 2  
a) Valorizzazione energetica del flusso tal quale; b) proposizione di sistemi di separazione meccanica a valle della raccolta differenziata



il riscaldamento climatico: impegna i Paesi sottoscrittori ad una riduzione quantitativa delle proprie emissioni di gas ad effetto serra rispetto ai propri livelli di emissione del 1990 (*baseline*), in percentuale diversa da Stato a Stato.

Si sente inoltre spesso parlare della strategia europea "20-20-20", il pacchetto clima-energia studiato per conseguire alcuni obiettivi che l'Unione Europea riteneva fondamentali e prioritari: nella prima proposta che la Commissione Europea presentò al Parlamento e al Consiglio nel gennaio del 2008 i punti cardine erano la riduzione del 20% delle emissioni di gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990, la diminuzione del consumo di energia del 20% rispetto ai livelli previsti per il 2020 grazie ad una migliore efficienza energetica e il raggiungimento del 20% di quota di energia ricavata da fonti rinnovabili sul consumo totale.

Una gestione corretta dei rifiuti, sia attraverso la valorizzazione di frazioni recuperabili e conseguentemente il migliore sfruttamento delle risorse, sia attraverso una produzione energetica da fonte non fossile destinata ad essere proficuamente impiegata con prospettive di cogenerazione, può essere uno degli strumenti per l'attuazione dei programmi di cui sopra.

Al fine della valutazione di merito sulla sostenibilità della gestione dei rifiuti, alcuni strumenti utilizzabili per tener conto di quanto sopra descritto sono l'analisi del ciclo di vita (LCA - Life Cycle Assessment) e lo strumento del bilancio della CO<sub>2</sub>.

Con riferimento alla gestione dei rifiuti urbani residui dell'area torinese a valle della raccolta differenziata, è stato effettuato uno studio voluto da ATO-R Torinese e realizzato in collaborazione con il Politecnico di Torino [3], al fine di individuare modalità di gestione sostenibili per tale frazione di rifiuto, utilizzando in particolare lo strumento del bilancio della CO<sub>2</sub>. Obiettivo dello studio era quello di pervenire all'individuazione della corretta modalità di gestione della frazione di rifiuto eccedente la capacità autorizzata per il termovalorizzatore presente nell'area torinese (capacità 420.000 t/a). Sono stati ipotizzati quattro diversi scenari di gestione (descritti in Tab. 1), tenendo conto del fatto che in tutti si è presupposta la presenza del termovalorizzatore (420.000 t/a); sono state avanzate ipotesi tecnologiche diffe-

**Tab. 1**  
Caratterizzazione dei 4 scenari

Descrizione scenario	
Scenario A	540.000 t/anno (470.000 + 70.000 di sovvalli) a incenerimento (due termovalorizzatori)
Scenario B	420.000 t/anno a incenerimento diretto e 120.000 a gassificazione
Scenario C	540.000 t/anno (470.000 + 70.000 di sovvalli) a incenerimento (un termovalorizzatore)
Scenario D	470.000 t/anno RUR a TMB e successivo incenerimento della frazione secca separata e di 70.000 t/anno di sovvalli; digestione anaerobica della frazione umida separata

renti per la gestione della quota di rifiuto residua (70.000 t/a), tenendo conto anche della necessità di dare destinazione al flusso di sovvalli derivanti dalla gestione del rifiuto raccolto in maniera differenziata.

Come precedentemente riportato, lo strumento utilizzato al fine di definire la modalità di gestione più sostenibile da un punto di vista globale è stato il bilancio della CO<sub>2</sub>. In Tab. 2 compaiono i risultati ottenuti (nello scenario D si è tenuto conto di diverse tecnologie per il trattamento biologico anaerobico della frazione umida separata).

Il risultato di Tab. 2 costituisce un'utile indicazione per l'ente programmatore della gestione del rifiuto per valutare la virtuosità di differenti scenari realizzativi dal punto di vista dell'effetto sia sulla produzione sostenibile di

energia, sia di limitazione nella generazione di gas climalteranti.

#### Sostenibilità su scala locale

Dal punto di vista della sostenibilità su scala locale della installazione di nuovi impianti tecnologici per il trattamento di rifiuti, ed in particolare di inceneritori, si hanno diversi strumenti a disposizione. In particolare:

- bilancio ambientale: tale bilancio, che fa riferimento alla variazione di flussi emissivi di inquinanti in atmosfera, è ottenuto sottraendo al flusso inquinante generato da una nuova installazione il flusso inquinante che può essere evitato (tale flusso è dovuto fondamentalmente alle emissioni evitate grazie alla corretta utilizzazione dell'energia termica prodotta);

**Tab. 2**  
Caratterizzazione dei 4 scenari

	SCEN. A	SCEN. B	SCEN. C	SCEN. D			
				ArrowBio	OVS	Valorga	BTA
Tot Energia prodotta [MWh]	1.087.619	1.062.779	1.087.619	966.543	1.092.159	927.570	878.852
Tot CO <sub>2</sub> prodotta [t]	841.812	841.812	841.812	853.522	866.408	850.501	846.725
CO <sub>2</sub> per unità di rifiuto trattata [t CO <sub>2</sub> / t nif.]	1,56	1,56	1,56	1,58	1,60	1,58	1,57
CO <sub>2</sub> per unità di energia prodotta [t CO <sub>2</sub> / MWh]	0,77	0,79	0,77	0,88	0,79	0,92	0,96
Tot CO <sub>2</sub> evitata [t]	365.673	357.321	365.673	338.773	375.504	322.762	302.749
CO <sub>2</sub> per unità di rifiuto trattata* [t CO <sub>2</sub> / t nif.]	0,88	0,90	0,88	0,95	0,91	0,98	1,01
CO <sub>2</sub> per unità di energia prodotta* [t CO <sub>2</sub> / MWh]	0,44	0,46	0,44	0,53	0,45	0,57	0,62

\*Il calcolo tiene conto della CO<sub>2</sub> evitata per via della produzione di energia elettrica e termica

- esternalità: traducendo il bilancio ambientale soprarrichiamato in bilancio di esternalità apportate ed evitate, risulta possibile con tale strumento individuare il costo sociale di una nuova installazione, giungendo a definire il costo che graverà sulla società in conseguenza della soluzione gestionale individuata;
- modelli di dispersione degli inquinanti: con quest'ultimo strumento, adottando uno strumento predittivo modellistico, è possibile prevedere quale sarà la variazione della qualità dell'aria in conseguenza del fatto che venga messo in esercizio un nuovo impianto tecnologico, con il suo carico di inquinanti apportati e le possibilità di sostituzione di altre forme di produzione energetica; tale strumento può essere utilizzato anche in fase predittiva, al fine di individuare la corretta ubicazione per nuovi impianti di gestione del rifiuto.

Nel seguito si riporta un esempio tratto da uno studio condotto al Politecnico di Torino [4] relativo al confronto, dal punto di vista della compatibilità ambientale, tra due differenti assetti energetici (assetto solo elettrico ed assetto cogenerativo) per l'impianto di incenerimento di Torino. L'impianto di incenerimento di Torino è autorizzato a trattare 421.000 t/a di RSU residuali alla raccolta differenziata con un pci = 11 MJ/kg. L'impianto è costituito da tre linee gemelle, ciascuna delle quali costituita da una camera di combustione con griglia mobile raffreddata ad aria, una linea di depurazione

fumi costituita da un elettrofiltro per l'abbattimento delle polveri, scrubber a secco con iniezione di bicarbonato di sodio e carbone attivo per l'abbattimento dei gas acidi e delle eventuali sostanze organiche, filtro a maniche per l'abbattimento delle polveri residue e generate, sistema SCR (Selective Catalytic Removal) per l'abbattimento degli ossidi di azoto; una sezione di recupero energetico dotata di turbina a vapore. Attualmente l'impianto funziona in assetto solo elettrico, mancando la rete di distribuzione del calore, ma è predisposto per passare in assetto cogenerativo.

Il confronto tra i due differenti scenari di recupero energetico è stato effettuato utilizzando gli strumenti sopra descritti. I risultati ottenuti sono riportati in Fig. 3 e in Fig. 4 (implementazione dei modelli di dispersione degli inquinanti, in particolare in questo caso di un modello gaussiano: AERMOD).

Analizzando i risultati ottenuti è possibile individuare un vantaggio per lo scenario cogenerativo: il risultato era abbastanza prevedibile, in questo caso infatti il flusso emissivo emesso dall'impianto di incenerimento è bilanciato, almeno in parte, da quello eliminato grazie allo spegnimento di un certo qual numero di caldaie (in seguito al recupero termico e alla successiva cessione del calore mediante rete di teleriscaldamento).

Come si vede, risulta possibile in questo caso definire le condizioni ed i criteri per la valutazione della sostenibilità locale dell'impianto previsto dal punto di vista della qualità dell'aria.

### Conclusioni

La progettazione di un sistema di gestione integrata del rifiuto deve da un lato tener conto di quanto riportato nella Direttiva Europea (2008/98/EC), dall'altro lato deve essere sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico. In particolare, dal punto di vista ambientale, debbono essere rispettati sia vincoli rispetto alla correttezza delle soluzioni ipotizzate con riferimento alla gestione delle risorse, dell'energia e del contenimento del cambiamento climatico, sia vincoli di non peggioramento della qualità ambientale locale (specie con riferimento alla qualità dell'aria).

Nella prospettiva citata in termini di sostenibilità ambientale, nel presente lavoro sono stati esaminati casi studio specifici dell'area torinese, aventi un significato di interesse certamente generale, riportando indicazioni di indirizzo nel senso della verifica della sostenibilità e della definizione degli scenari più virtuosi. Tale indicazione, da accompagnarsi a criteri di efficienza operativa nella realizzazione di un sistema idoneo per la corretta destinazione del rifiuto, ed a criteri di economicità per evitare eccessivi gravami sulla tariffa di smaltimento da trasferire al cittadino utente del servizio, porta all'individuazione delle modalità realizzative idonee perché un sistema di gestione del rifiuto possa ritenersi effettivamente sostenibile, sia nella progettazione sia nell'esercizio.

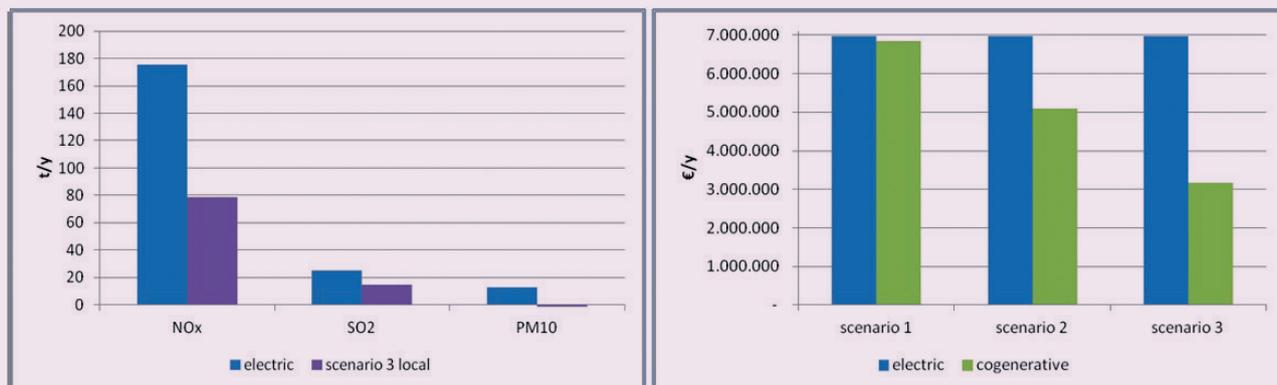


Fig. 3  
a) Risultato del bilancio ambientale; b) risultato del bilancio delle esternalità

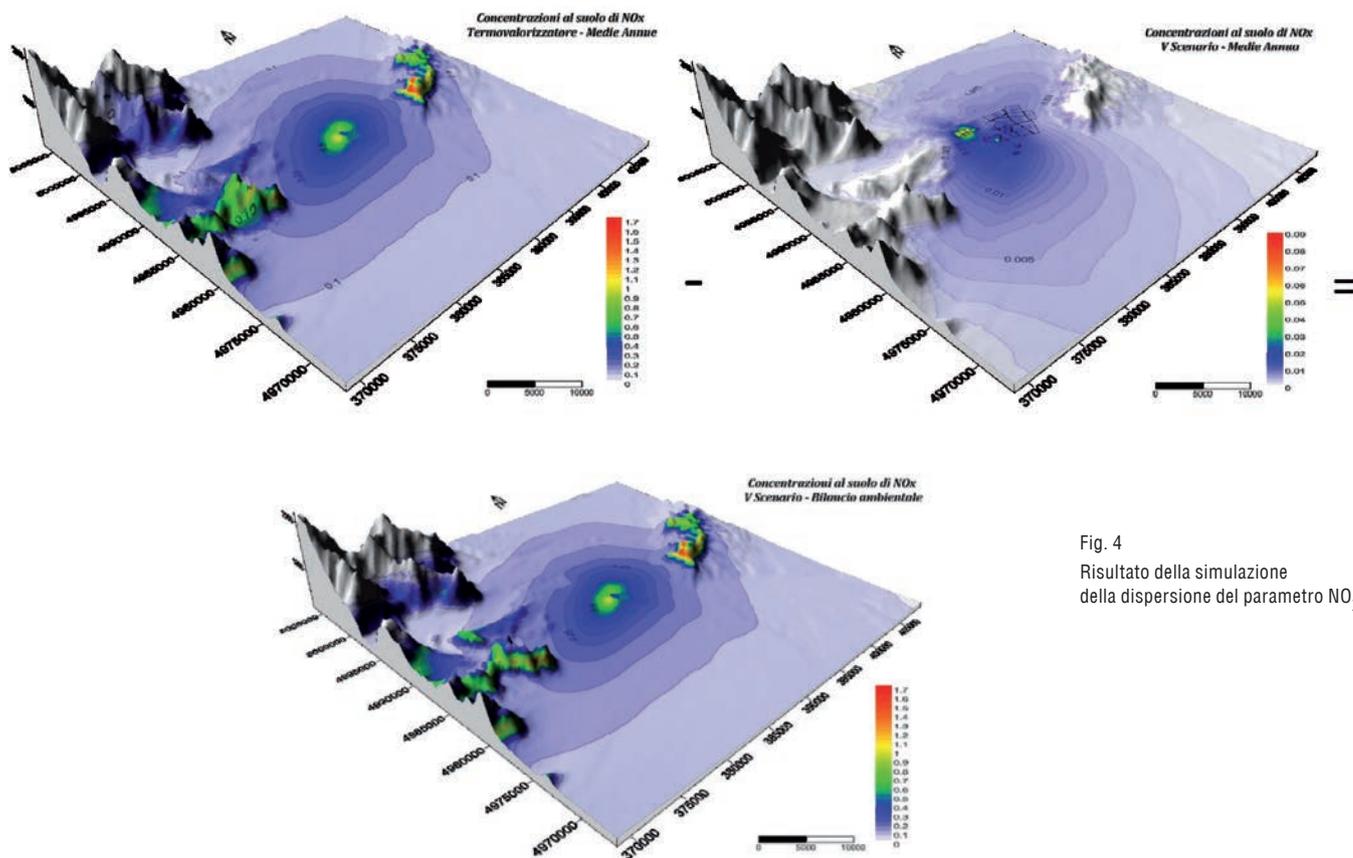


Fig. 4  
Risultato della simulazione  
della dispersione del parametro NO<sub>x</sub>

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Waste Framework Directive, or Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste.
- [2] D.Lgs 205/2010 in materia di rifiuti, entrato in vigore il 25 dicembre 2010 (pubblicato nel S.O. n. 269/L della G.U. 10 dicembre 2010)
- [3] V. Tedesco *et al.*, *Ingegneria Sanitaria Ambientale*, 2010, settembre, Quaderno 53.
- [4] D. Panepinto, G. Genon, *Waste Management & Research*, 2014, 37(2), 670.

## Sustainability in the Municipal Solid Waste (MSW) Management

The European Directive 2008/98/EC introduces, from the point of view of the wastes, the concept of integrated management. The introduced hierarchy foresees the rule of the "4R": reduction, reuse, recycle and revenue. This management must lead to a correct destination of the waste, but at same time it must be conducted in a sustainable manner, both from the environmental and from the economic point of view. In this brief paper the concept of environmental sustainability, on different scale (local and globale) has been analyzed with reference to specific case studies of national interest.

GIUSEPPE GENON - DEBORAH PANEPINTO

DIATI - POLITECNICO DI TORINO

GIUSEPPE.GENON@POLITO.IT