

LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LE DISCARICHE DI RIFIUTI

LE RICHIESTE DI DEROGA AI CRITERI DI AMMISSIBILITÀ DEI RIFIUTI IN DISCARICA DEVONO ESSERE SUPPORTATE DALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO. L'ESPERIENZA DI ARPA EMILIA-ROMAGNA NELLA SCELTA DI APPROCCI E MODELLI DA UTILIZZARE.

Il Dm 27 settembre 2010 definisce le procedure da seguire in ogni fase dello smaltimento dei rifiuti in discarica e le relative responsabilità del produttore e smaltitore quali soggetti coinvolti e in particolare prevede l'obbligo del produttore ad accertare l'ammissibilità dei rifiuti in discarica attraverso la loro caratterizzazione di base.

I rifiuti infatti possono essere accettati in discarica esclusivamente se risultano conformi ai criteri di ammissibilità della corrispondente categoria di discarica. Lo stesso decreto prevede tuttavia la possibilità, in taluni casi, di poter smaltire rifiuti con caratteristiche in deroga ai criteri suddetti, caratteristiche che devono essere stabilite caso per caso, dall'autorità competente in sede di rilascio dell'autorizzazione tenendo conto delle caratteristiche dei rifiuti, dell'idoneità del sito e della valutazione del rischio ambientale associato alle emissioni di biogas e percolato della discarica. Alcune indicazioni sulle modalità di predisposizione della valutazione del rischio sono contenute nella circolare del ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (Mattm) n. 14963 del 30 giugno 2009; in particolare la circolare prevede che il calcolo del rischio possa essere limitato in una prima fase alla sola valutazione dei possibili impatti sulle matrici ambientali soggette a potenziale contaminazione (acque superficiali e sotterranee, qualità dell'aria); qualora dalle simulazioni effettuate nell'analisi emergano rischi non accettabili in una delle componenti ambientali, la circolare prevede che venga calcolato anche il rischio sanitario per un recettore umano presente sul sito di discarica o in prossimità dello stesso.

Il processo di valutazione del rischio ambientale può essere schematizzato in tre fasi successive: la prima fase prevede la definizione del "modello concettuale" del sito attraverso la ricostruzione dei caratteri delle tre componenti principali (sorgente, via di contaminazione, bersaglio) secondo lo schema riportato in *figura 1*.

La fase successiva comprende la valutazione dell'esposizione, ovvero la determinazione delle concentrazioni delle specie inquinanti presenti nel percolato e nel biogas e in una fase successiva, cosiddetta di "caratterizzazione del rischio", si procede alla simulazione dei fenomeni di migrazione del percolato attraverso la base della discarica o del biogas e alla conseguente determinazione delle concentrazioni degli inquinanti in falda o in atmosfera rispettivamente; da tali simulazioni si ottiene una stima dell'impatto della discarica sulle matrici ambientali, tramite la determinazione delle concentrazioni degli inquinanti in un punto generalmente esterno all'ammasso di rifiuti, ma comunque posizionato al confine del sito di discarica normalmente denominato Punto di conformità (Poc).

Approccio probabilistico e approccio deterministico

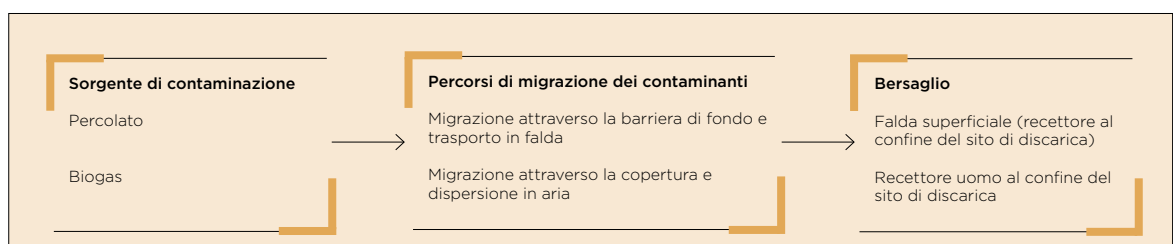
L'esperienza e la cultura in materia di valutazioni di rischio ambientale e sanitario sono ampiamente consolidate in campo ambientale e non solo; la situazione è tuttavia decisamente diversa quando ci si riferisce al settore delle discariche, dove la conoscenza ed esperienza sono molto più arretrate.

Per affrontare il problema, di frequente vengono "riciclati" approcci e modelli impiegati per l'analisi di rischio dei siti contaminati, dimenticando che le due tematiche da valutare (siti contaminati e discariche), presentano delle differenze significative che debbono essere necessariamente tenute in considerazione. Più precisamente:

- nei siti contaminati, il calcolo del rischio viene effettuato considerando le sorgenti secondarie di contaminazione ovvero suolo/sottosuolo contaminato in quanto le sorgenti primarie (contaminante in fase separata) vengono obbligatoriamente rimosse con la bonifica, mentre nel caso delle discariche si caratterizza la sorgente primaria riconducibile al rifiuto ammassato
- nei siti contaminati la sorgente di contaminazione (suolo, sottosuolo, acque sotterranee) è, nella maggior parte dei casi, relativamente ben individuata nello spazio e sono altrettanto ben individuate le vie di migrazione nelle matrici ambientali. In una discarica dotata di presidi ambientali (pacchetti impermeabilizzanti, diaframmi ecc.), la contaminazione nel sottosuolo e nelle acque sotterranee per fuoriuscita di percolato può avvenire, nel tempo, in vari punti della discarica e con diverse modalità
- le discariche sono "oggetti" che vengono presidiati e monitorati per un periodo ridotto rispetto all'arco temporale nel quale il sito impatterà le matrici ambientali con inquinanti le cui caratteristiche qualitative variano nel tempo. A differenza dei siti contaminati, dove la variabile tempo non viene considerata, per una sito di discarica diventa invece significativamente importante considerare l'evoluzione temporale del fenomeno di contaminazione.

FIG. 1
MODELLO DEL SITO

Modello concettuale del sito attraverso la ricostruzione dei caratteri delle tre componenti principali.



Nei siti contaminati, la valutazione viene nella maggior parte dei casi supportata da un modello di calcolo di tipo deterministico e raramente di tipo probabilistico. L'approccio deterministico prevede l'utilizzo di stime puntuali, ovvero nel modello viene identificato un set univoco di valori per i parametri, secondo il principio del caso peggiore (*worst-case*), e per ogni cella del dominio di calcolo è ricavato un unico valore di rischio.

L'approccio probabilistico, invece, prevede che venga generato un certo numero di valori casuali per i parametri in input più incerti, in funzione delle loro distribuzioni di probabilità e per ognuno di essi è calcolato un valore di rischio.

L'approccio deterministico, tuttavia, come peraltro affermato dal manuale Apat/Ispira del giugno 2005 (rev. 0) è estremamente e, a nostro parere eccessivamente, conservativo se applicato a un sito di discarica.

Per valutare in modo più verosimile il comportamento di una struttura complessa come una discarica, dotata di presidi ambientali costituiti da un mix di materiali artificiali/naturali le cui performance variano nel tempo, particolare attenzione va posta nei confronti del fattore tempo. Nelle diverse fasi di vita di un impianto di discarica controllato variano, infatti, le caratteristiche geometriche, operative e quali-quantitative delle emissioni e, di conseguenza, varieranno i potenziali impatti generati sull'ambiente e sull'uomo. Tale variabilità temporale, ma anche spaziale in riferimento all'eterogeneità che caratterizza l'ammasso dei rifiuti, comporta la necessità di utilizzare, di volta in volta, i parametri rappresentativi della fase che si

TAB. 1
APPROCCIO
PROBABILISTICO VS
DETERMINISTICO

Confronto tra i diversi aspetti dell'approccio probabilistico e di quello deterministico.

| Aspetti | Probabilistico | Deterministico |
|--|--|---|
| Dati di input | Distribuzione statistica dei dati: i dati possono anche essere rilevati nel tempo | Valore singolo (worst case) |
| Variabile tempo | Considerata | Non considerata |
| Posizionamento del Punto di conformità (POC) | Sul confine del sito di discarica con distanza dalla sorgente di contaminazione stabilita con l'approccio probabilistico (non è detto che coincida con la minore distanza possibile) | Sul confine del sito di discarica imponendo la condizione di minore distanza possibile dalla sorgente di contaminazione |
| Equazioni di dispersione del contaminante nel saturo | Equazioni numeriche tridimensionali | Equazioni numeriche monodimensionali |
| Dati di output | Probabilità di accadimento di un evento in relazione alla variabile tempo | Singolo valore in uscita |

sta studiando. Quindi, per i vari parametri in gioco, occorre disporre di una *data set* statisticamente significativo al fine di poter adottare delle distribuzioni di probabilità. I set di dati di input al modello devono essere rappresentati con i valori che ne descrivono la distribuzione permettendo così di tenere in giusta considerazione la variabilità spazio-temporale dei dati stessi. L'utilizzo di valori singoli non permette infatti di rappresentare in modo coerente la complessità dei fenomeni da valutare e obbliga a utilizzare valori e parametri molto conservativi e poco probabili; a nostro parere è presumibilmente più significativo utilizzare un approccio che permetta di valutare i fenomeni che avvengono nel tempo, sfruttando tutta la conoscenza acquisita nella definizione del modello concettuale.

Infatti, l'approccio probabilistico presenta

in output dei risultati che tengono conto delle incertezze legate al comportamento e alla natura del sistema discarica nel tempo. L'approccio probabilistico presenta tuttavia una significativa limitazione nell'applicazione a nuovi impianti di discarica o a impianti di cui non si dispone un set storico di dati e si deve pertanto fare riferimento a dati di letteratura, quali quelli contenuti nelle Appendici 2 e 4 del Manuale Apat, scarsamente rappresentativi della realtà italiana. Si riporta in *tabella 1* il confronto tra l'approccio probabilistico e quello deterministico.

I software per la valutazione del rischio

A seconda dell'approccio con cui si affronta la valutazione del rischio associato a una discarica, sono disponibili in commercio diversi modelli di calcolo; tutte le valutazioni di rischio presentate dai gestori sono state improntate a un approccio di tipo deterministico, mentre Arpa Emilia-Romagna, Sezione provinciale di Bologna, ha orientato la propria scelta verso un approccio di tipo probabilistico. L'utilizzo come supporto alla valutazione di un modello con un approccio sostanzialmente diverso da quello utilizzato dal proponente ha creato la necessità di acquisire, su supporto informatico, una notevole mole di dati che il proponente non aveva fornito nella documentazione progettuale. La successiva elaborazione di tali dati (tipo di distribuzione e parametri e calcolo dei valori rappresentativi dei set di dati) e l'implementazione del modello numerico ha inoltre permesso di poter confrontare i diversi output dei modelli e di valutare con maggior dettaglio i valori utilizzati come input dal progettista. Il modello probabilistico utilizzato è Landsim, sviluppato dalla britannica

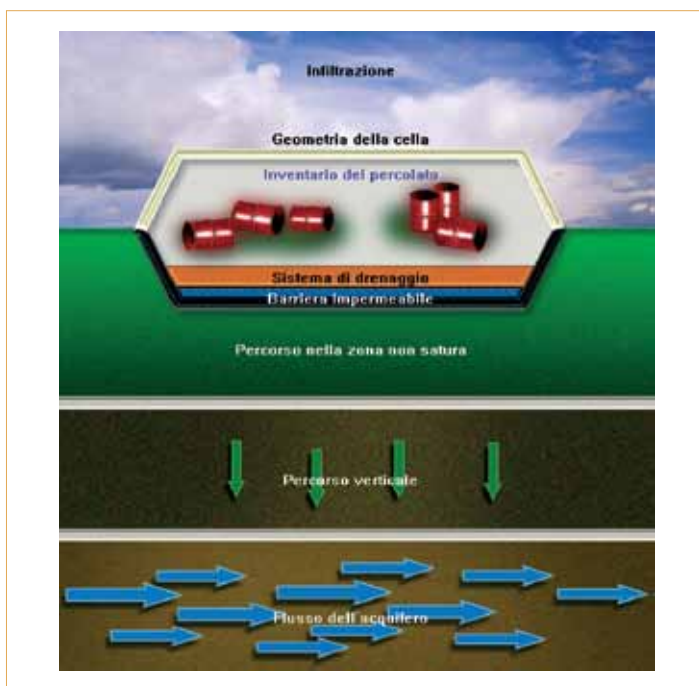


FIG. 2
SIMULAZIONE
CON MODELLO
PROBABILISTICO

Componenti della simulazione con software Landsim.

Fonte: Manuale Landsim, Golder Associates

Golder Associates per conto dell'Agenzia ambientale britannica, che ha consentito di stimare l'andamento temporale delle produzioni di percolato e della frazione dello stesso che si ipotizza attraversi le barriere di fondo, fino a stimare la concentrazione delle specie in esso presenti, al ricettore. Tale modello utilizza la tecnica di simulazione "Monte Carlo": la selezione dei parametri da utilizzare nei calcoli del modello avviene in maniera casuale in un range predefinito di possibili valori di input (funzioni di densità di probabilità). Laddove non si disponga di un sufficiente numero di dati, si ricorre a valori singoli. Il software si sviluppa per moduli.

Caso di studio relativo a una discarica di rifiuti speciali

Una discarica autorizzata in regime Aia/Ippc allo smaltimento di rifiuti non pericolosi e destinata a ricevere anche rifiuti pericolosi, in ambito di autorizzazione a un progetto di ampliamento in sopraelevazione, ha inoltrato per alcuni parametri richiesta di deroga ai valori limite di concentrazione nell'eluato stabiliti dai criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica nella tabella 5a del Dm 27 settembre 2010.

Con l'approccio probabilistico mediante l'ausilio del software Lansim è stata esaminata la valutazione del rischio per la sorgente percolato e il ricettore falda superficiale al confine del sito di discarica, escludendo la componente biogas in quanto dall'analisi dei dati storici delle emissioni dalla discarica è emersa la scarsa rilevanza delle emissioni di biogas imputabile alla natura principalmente inorganica dei rifiuti conferiti.

Nel modello di calcolo della diffusione del percolato all'esterno della discarica sono stati inseriti valori singoli e, laddove disponibili, distribuzioni statistiche dei dati sito-specifici, ricavati dai monitoraggi eseguiti negli anni sulla discarica stessa. Nello svolgimento di tale analisi si è tenuto conto delle indicazioni fornite dal Manuale Ispra e sono stati adoperati dati di input cautelativi. In particolare:

- i valori delle concentrazioni nel percolato sono stati assunti pari ai valori massimi richiesti con la deroga e misurati nei rifiuti in ingresso
- nella simulazione è stato considerato il coefficiente di ritardo dei contaminanti metalli all'attraversamento del solo strato di argilla del pacchetto di impermeabilizzazione del fondo della discarica
- in condizioni estremamente conservative, è stato ipotizzato che la volumetria della

TAB. 2
TEMPO DI
RAGGIUNGIMENTO
DEL VALORE LIMITE

Tempo di raggiungimento (anni) del valore limite degli inquinanti negli acquiferi.

| Parametro | Valore limite (mg/L) | Tempo di raggiungimento del valore limite (anni) |
|-----------------------|----------------------|--|
| Arsenico (As) | 0,01 | 539 |
| Bario (Ba) | 0,1 | 220 |
| Cromo totale (Cr tot) | 0,05 | 655 |
| Rame (Cu) | 1 | 1.300 |
| Molibdeno (Mo) | 0,05 | 80 |
| Nichel (Ni) | 0,02 | 287 |
| Piombo (Pb) | 0,01 | 490 |
| Antimonio (Sb) | 0,005 | 100 |
| Selenio (Se) | 0,01 | 1020 |
| Zinco (Zn) | 3 | mai |
| Cloruri | 200 | 236 |
| Fluoruri | 1,5 | 125 |
| Solfati | 250 | 225 |
| DOC | 11,3 | 78 |

discarica sia completamente occupata da rifiuti speciali aventi caratteristiche chimico-fisiche pari a quelle oggetto della richiesta di deroga.

Tra le varie tipologie di risultati prodotti dal software, sono stati analizzati in particolare, gli andamenti delle concentrazioni dei contaminanti al Punto di conformità (Poc) posto a 15 m dal corpo di discarica e al confine del sito.

Nella *tabella 2* si riportano i risultati della simulazione, in termini di tempo di raggiungimento nell'acquifero, al Poc, dei valori limite, assumendo come riferimento i valori riportati al Titolo V del Dlgs 152/06, tab. 2, All.5, per la qualità delle acque sotterranee a eccezione dei parametri bario e cloruri, per i quali si è fatto riferimento ai valori di qualità per le acque destinate al consumo umano, previsti dal medesimo decreto; per il parametro molibdeno, in assenza di riferimenti nella normativa italiana, è stato assunto il valore limite di 0,05 mg/l, previsto dalla normativa tedesca, mentre il valore limite del parametro Carbonio organico disciolto (DOC) è stato assunto sulla base del valore di 30 mg/l previsto per il parametro COD dalla normativa come valore di qualità nelle acque destinate al consumo umano stabilito per il parametro COD, in virtù della sussistenza di una correlazione lineare tra i due parametri, determinata sperimentalmente sui rifiuti in ingresso nella discarica in esame.

L'utilizzo di un modello probabilistico a supporto della valutazione del rischio ambientale associata alla presenza di un sito di discarica ha permesso di modellare e acquisire consapevolezza sui fenomeni che

avvengono nel tempo in un impianto dotato di presidi con performance ambientali con una durata necessariamente finita.

Si ritiene che la creazione di un archivio che consenta di sistematizzare i dati e i file di output ottenuti da più valutazioni del rischio, consentirebbe una migliore gestione della conoscenza nella materia in oggetto, valorizzando, peraltro, le esperienze precedenti e accorciando i tempi necessari alle valutazioni successive.

A oggi non ci sono certezze circa l'arco temporale da considerare per esprimere un giudizio sull'accettabilità delle emissioni in acque sotterranee e aria, originate dalla discarica, ma il modello ha comunque reso possibile comporre un quadro temporale sulle potenziali criticità a carico dell'ambiente esterno.

L'esperienza finora condotta ha dimostrato come l'utilizzo di modelli probabilistici a supporto della valutazione del rischio consenta di disporre di uno strumento di gestione delle decisioni ambientali, sostenibili e trasparenti, che, peraltro, tiene conto della situazione sito-specifica dei diversi siti di discarica esaminati.

Manuela Aloisi, Roberto Riberti, Giovanna Biagi

Sezione provinciale di Bologna
Arpa Emilia-Romagna

Si ringrazia Andrea Forni (Sgm Ingegneria) per la consulenza nell'utilizzo del software Lansim.

ANALISI DI RISCHIO PER LE DISCARICHE

I RISULTATI DI UNA SPERIMENTAZIONE PER LA DEROGA AL DOC

Nella valutazione del rischio relativa all'ammissibilità dei rifiuti in discarica, si pone la questione di come valutare il rischio per quei parametri per i quali non sono disponibili limiti normativi di riferimento e di conseguenza non è possibile procedere alla verifica diretta della conformità della richiesta di deroga in relazione agli effetti generati sull'ambiente circostante. Nella Provincia di Bologna questa problematica si è presentata, in particolare per il parametro DOC (carbonio organico disciolto) per il quale è stata richiesta la deroga ai limiti di accettabilità del Dm 27 settembre 2010 nella totalità delle istanze presentate dalle diverse categorie di discariche presenti sul territorio provinciale. Tale tematica è stata affrontata in Veneto attraverso l'istituzione di un tavolo tecnico tra Regione, Province e Arpav; quest'ultima ha predisposto e coordinato l'esecuzione di una campagna di sperimentazione volta alla realizzazione di un database

"statisticamente significativo" di valori di concentrazione di alcuni parametri, tra cui il DOC contenuto negli eluati dei rifiuti speciali in ingresso in alcuni impianti di discarica di diversa categoria presenti sul territorio regionale. I risultati di tale campagna di sperimentazione sono riportati nel documento "Indagine analitica sulle problematiche relative alle autorizzazioni delle sottocategorie di discariche per rifiuti non pericolosi con deroga ai limiti di accettabilità previsti dalla norma (art. 7, Dm 03/08/2005) di cui alla Dgr Veneto n. 1838/07". Quale parametro significativo correlato al DOC, è stato preso in esame il parametro COD (domanda chimica di ossigeno), atteso un certo grado di correlabilità tra i due i parametri e stante anche il carattere aspecifico del DOC, che non risulta riconducibile a nessuna sostanza specifica; per il COD la normativa riporta un valore di concentrazione di riferimento nelle acque sotterranee (30 mg/l). Lo studio ha evidenziato come il

valore del parametro DOC - sebbene estremamente variabile, sia tra le diverse tipologie di rifiuto che all'interno delle singole tipologie Cer - sia correlato al parametro COD tramite una relazione lineare del tipo: $COD = DOC * 2,76$

L'esperienza di Arpa Bologna

Sulla scia della sperimentazione condotta in Veneto, a fronte di una richiesta di deroga alla concentrazione massima ammissibile del DOC inoltrata da una discarica autorizzata in regime di Aia/lppc al conferimento di rifiuti speciali non pericolosi e destinata a ricevere anche rifiuti pericolosi, si è ritenuto necessario realizzare un'indagine sperimentale volta da un lato a confermare la correlazione tra COD e DOC già emersa nello studio Arpav e dall'altro a individuare il fattore di correlazione esistente tra i parametri DOC e COD sito specifico per il bacino di utenza della discarica in questione. La sperimentazione è stata condotta sulle tipologie di rifiuti autorizzati che sono conferite in maggiore quantità nel sito di discarica. Il protocollo prevedeva l'esecuzione da parte del gestore della discarica dell'analisi del DOC e COD su tutti i Cer inseriti nell'indagine e all'interno dello stesso Cer su campioni provenienti da produttori diversi, in maniera da ottenere dei risultati il più possibile rappresentativi della situazione reale. Per la validazione dei risultati analitici ottenuti dalla sperimentazione, Arpa ha eseguito un'indagine analitica su una parte dei campioni prelevati (circa il 20%). I parametri DOC e COD sono stati analizzati sui campioni dei rifiuti prelevati, sottoponendo l'eluato a filtrazione a 0,45 µm e analisi strumentale basata sul principio della combustione analitica, come indicato nella normativa Uni En 1484: 1999. Si riportano in *tabella 1* i risultati analitici della campagna di sperimentazione.

Validazione dati

La validazione dei dati è stata sviluppata attraverso:
- il calcolo della variabilità puntuale percentuale con la seguente formula:

$$D (var\%) = \frac{(Conc.Discarica - Conc.Arpa)}{0,5 * (Conc.Discarica + Conc.Arpa)} * 100$$

dove Conc.Discarica e Conc.Arpa sono rispettivamente le concentrazioni su

| CODICE CER | ANALISI ARPA | | ANALISI DISCARICA | |
|------------|--------------|------|-------------------|------|
| | DOC | COD | DOC | COD |
| 19 03 04* | 244 | 430 | 160 | 495 |
| 19 03 06* | 294 | 597 | 695.8 | 1775 |
| 06 05 03 | 8 | 8 | 11 | 16 |
| 19 03 06* | 36.3 | 94.5 | 88.1 | 214 |
| 08 01 12 | 506 | 2007 | 686 | 1685 |
| 19 08 14 | 598 | 1210 | 240 | 745 |
| 19 08 14 | 578 | 1190 | 514 | 1580 |
| 19 08 13* | 107 | 146 | 256 | 625 |
| 12 01 18* | 127 | 136 | 38 | 110 |
| 19 01 12 | 26.8 | 69 | 30.2 | 71 |
| 19 01 12 | 133 | 162 | 78.5 | 206 |
| 19 03 04* | 960 | 2430 | 1635.5 | 4120 |
| 19 01 12 | 45.5 | 105 | 28 | 70 |
| 19 01 12 | 34.3 | 82 | 24 | 72 |
| 19 08 11* | 138 | 224 | 30 | 86 |
| 19 08 14 | 164 | 795 | 791.1 | 3380 |
| 19 08 14 | 493 | 1295 | 518 | 1150 |
| 19 01 12 | 38.2 | 86 | 30.2 | 85 |
| 19 03 04* | 19.5 | 39 | 24.3 | 70 |
| 19 03 04* | 140 | 273 | 57 | 222 |

TAB. 1
RISULTATI ANALITICI

Risultati della campagna di sperimentazione (analisi da parte di Arpa e del gestore della discarica). I valori sono espressi in mg/l.

ANALISI DI RISCHIO PER LE DISCARICHE

aliquote diverse dello stesso campione, rilevate rispettivamente dai laboratori della discarica e di Arpa
 - il calcolo della variabilità media percentuale, relativo a entrambi i parametri è ottenuta dalla media aritmetica dei singoli valori di variabilità puntuale percentuale.
 I valori ottenuti dalla procedura di validazione evidenziano una discreta concordanza dei valori prodotti dai due laboratori, con una leggera sottostima per il DOC e accettabile sovrastima del COD da parte del laboratorio della discarica rispetto ad Arpa.

Calcolo coefficienti di regressione lineare

La scelta della funzione lineare come modello di previsione è stata adottata in quanto si ritiene che l'approssimazione lineare estragga un'informazione rilevante sulla tendenza del fenomeno.
 Le assunzioni alla base del modello di regressione lineare (normalità, indipendenza e uguale varianza) sono state verificate con l'analisi dei residui, mentre la stima dei coefficienti di regressione è stata effettuata con il metodo dei minimi quadrati.
 Dall'elaborazione dei dati ottenuti nella sperimentazione, è stata ricavata la relazione tra le due variabili, COD e DOC illustrata in figura 1.
 Risulta, pertanto, confermata l'esistenza di una relazione tra i due parametri, che può essere rappresentata da un modello lineare. Il valore della pendenza della retta è simile a quello già desunto dalla sperimentazione condotta da Arpa Veneto ovvero:
 $COD = DOC * 2,65$

Il grafico di figura 2 rappresenta la distribuzione dei residui standardizzati, che per il 92% cade nell'intervallo -1, +1, per il 96% nell'intervallo -2, +2 e per il 98% nell'intervallo -3, +3. Questi valori permettono di confermare con una buona approssimazione, la normalità della distribuzione del set di dati trattato. Anche l'ipotesi di omoschedasticità (uguale varianza al crescere dei valori stimati di DOC) è discretamente confermata.
 Si segnala la presenza di due valori anomali che si è deciso di non eliminare durante l'elaborazione dei dati (perché discretamente simmetrici) anche se ovviamente influiscono sulla qualità del modello.
 L'influenza dei valori anomali sulla distribuzione è rappresentata in figura 3. Il grafico di normalità permette di verificare che la maggior parte dei dati provenienti dal set di dati analizzato proviene da una distribuzione approssimabile a una normale.

Conclusioni

La sperimentazione eseguita ha permesso da un lato di riconfermare la relazione lineare tra i parametri COD/DOC, già verificata nella sperimentazione effettuata sul sistema discariche in Veneto e dall'altro di ricavare il modello per la previsione (mediante regressione lineare) "sito specifico" della discarica in questione, successivamente utilizzato sia da parte del gestore nella stesura della valutazione del rischio presentata a supporto della richiesta di deroga alle

concentrazioni massime ammissibili, sia da Arpa per le valutazioni a supporto dell'Autorità competente in sede di rilascio della modifica sostanziale all'autorizzazione ambientale integrata.

Manuela Aloisi, Roberto Riberti, Giovanna Biagi, Cristina Barbieri

Sezione provinciale di Bologna
 Arpa Emilia-Romagna

FIG. 1
 COD VS DOC

Relazione tra le variabili COD e DOC in base ai dati ottenuti nella sperimentazione.

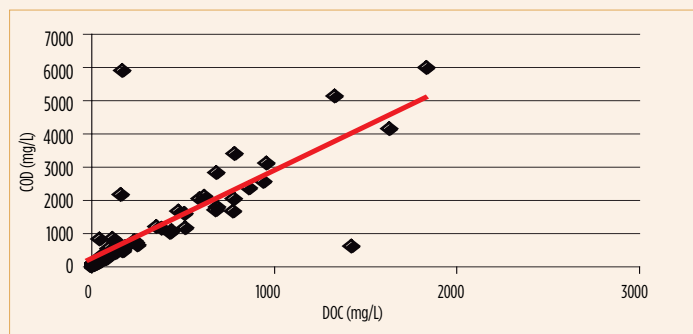


FIG. 2
 RESIDUI STANDARDIZZATI

Distribuzione dei residui standardizzati in base al valore DOC stimato.

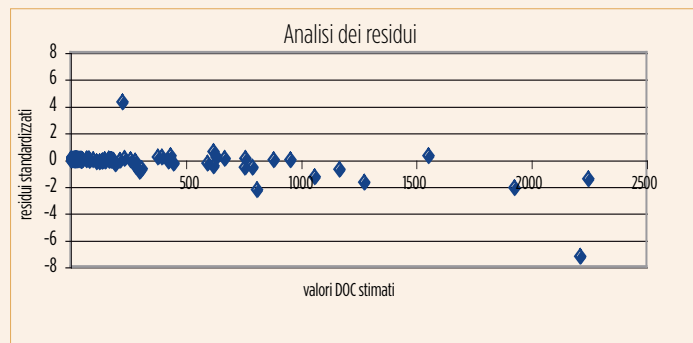


FIG. 3
 RESIDUI STANDARDIZZATI

Influenza dei valori anomali sulla distribuzione.

