

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

**Individuazione e valutazione
dei contaminanti ambientali provenienti
da impianti di discarica per rifiuti solidi urbani
e assimilabili e per rifiuti pericolosi**

Fabrizio Falleni (a), Tiziana Forte (a), Loredana Musmeci (a),
Augusta Piccardi (a), Edoardo Stacul (a),
Claudio Campobasso (b), Dario Terribili (b)

(a) Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma
(b) Servizio Geologico Nazionale, Roma

ISSN 1123-3117

Rapporti ISTISAN
02/22

Istituto Superiore di Sanità

Individuazione e valutazione dei contaminanti ambientali provenienti da impianti di discarica per rifiuti solidi urbani e assimilabili e per rifiuti pericolosi

Fabrizio Falleni, Tiziana Forte, Loredana Musmeci, Augusta Piccardi, Edoardo Stacul, Claudio Campobasso, Dario Terribili
2002, ii, 87 p. Rapporti ISTISAN 02/22

Oggetto del presente rapporto è la valutazione delle qualità delle acque profonde in prossimità di impianti di discarica per rifiuti solidi urbani e per rifiuti pericolosi. Vengono approfondite conoscenze nazionali con l'inserimento dello studio inerente le Regioni Campania, Puglia e Lombardia. Inoltre alla luce delle prescrizioni contenute sia nelle normative nazionali sia in quelle internazionali, si ritiene che per l'applicazione di una corretta politica ambientale comunitaria si debbano perseguire obiettivi di salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente. Ciò è possibile mediante un'accorta e razionale utilizzazione delle risorse naturali attraverso il controllo e il monitoraggio degli impianti di smaltimento rifiuti e dei comparti ambientali interessati (acqua, aria, bioaerosol e suolo).

Parole chiave: Discarica, Rifiuti urbani, Rifiuti pericolosi

Istituto Superiore di Sanità

Individuation and assessment of environmental pollutants from landfills for municipal and assimilable wastes and hazardous wastes.

Fabrizio Falleni, Tiziana Forte, Loredana Musmeci, Augusta Piccardi, Edoardo Stacul, Claudio Campobasso, Dario Terribili
2002, ii, 87 p. Rapporti ISTISAN 02/22

The evaluation of deep ground water quality near dump sites for municipal and hazardous wastes is the objective of this report. Italian national knowledge has been examined in studies concerning Campania, Puglia and Lombardia Regions. To apply a correct European Community environmental policy, in light of national and international law, objectives must be pursued to protect, defend and improve the environmental quality. This is possible through a careful and rational use of natural resources, controlling and monitoring waste disposal sites and related environmental sectors (water, air, bioaerosol and ground).

Key words: Landfills, Hazardous waste, Municipal waste

Per informazioni su questo documento scrivere a: forte@iss.it

Si ringrazia la ASL CE/1 e la ASL CE/15 di Caserta, la USL LE/3 di Lecce e la Società Ecolombardia 18 srl per la preziosa collaborazione.

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: www.iss.it/publicazioni.

INDICE

Introduzione	1
Discarica Ecolombardia18	3
Inquadramento urbanistico territoriale	3
Inquadramento geologico e idrogeologico	4
Commento dei dati relativi alle acque di falda e di percolazione	5
Conclusioni	8
Discarica Uttaro	9
Inquadramento urbanistico territoriale	9
Inquadramento geologico e idrogeologico	9
Inquadramento geologico.....	9
Inquadramento idrogeologico.....	10
Commento dei dati relativi alle acque di falda e di percolazione	11
Conclusioni	12
Discarica Sogeri	13
Inquadramento urbanistico territoriale	13
Inquadramento geologico e idrogeologico	13
Inquadramento geologico.....	13
Inquadramento idrogeologico.....	14
Commento ai dati relativi alle acque di falda e di percolazione	15
Conclusioni	17
Discarica Nardò	18
Inquadramento urbanistico territoriale	18
Inquadramento geologico e idrogeologico	18
Inquadramento geologico.....	18
Inquadramento idrogeologico.....	19
Commento ai dati relativi alle acque di falda e di percolazione	19
Conclusioni	21
Discarica Ugento	22
Inquadramento urbanistico territoriale	22
Inquadramento geologico e idrogeologico	22
Inquadramento geologico.....	22
Inquadramento idrogeologico.....	23
Commento ai dati relativi alle acque di falda e di percolazione	24
Conclusioni	25
Considerazioni finali	26
Bibliografia	28

Appendice A	
Discarica Ecolombardia18.....	29
Appendice A	
Discarica Uttaro	49
Appendice A	
Discarica Sogeri	59
Appendice A	
Discarica Nardò	69
Appendice C	
Discarica Ugento.....	79

INTRODUZIONE

Il presente studio sulla valutazione della qualità delle acque profonde in prossimità di impianti di discarica per rifiuti solidi urbani e per rifiuti pericolosi rappresenta un prosieguo del documento pubblicato nel 1999 nella serie *Rapporti ISTISAN* (1).

In questo secondo rapporto, la ricerca si è estesa alla Regione Campania, alla Regione Puglia e alla Regione Lombardia.

Ulteriori approfondimenti in tale settore potranno essere propedeutici al recepimento, nell'ordinamento nazionale, della Direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti (2).

Infatti in tale direttiva sono contenute le procedure di controllo e sorveglianza nelle fasi operative e post-operative di una discarica ed è proprio su tali procedure che si dovrà basare il piano di monitoraggio igienico-sanitario per impianti di discarica.

Le procedure minime per il controllo e la gestione dei rifiuti nel loro insieme, devono accertare che:

- i rifiuti siano stati ammessi allo smaltimento in conformità ai criteri stabiliti per la categoria di discarica in questione;
- i processi di stabilizzazione all'interno della discarica procedano come desiderato;
- i sistemi di protezione ambientale funzionino pienamente come previsto;
- le condizioni di autorizzazione della discarica siano rispettate.

Quanto stabilito nella direttiva sopra citata è necessario affinché l'interramento dei rifiuti, analogamente a qualsiasi altro trattamento degli stessi, venga controllato e gestito in modo adeguato per prevenire e ridurre il più possibile i potenziali effetti negativi sull'ambiente nonché contenere e minimizzare i rischi sulla salute umana.

A tale scopo, quindi, la direttiva su menzionata indica chiaramente i requisiti a cui le discariche devono conformarsi per quanto riguarda l'ubicazione, lo sviluppo, la gestione, il controllo, la messa fuori esercizio e le misure di prevenzione e protezione da adottare contro qualsiasi danno all'ambiente.

Infatti l'applicazione e il rispetto dei requisiti tecnico-scientifici previsti nella Direttiva 1999/31/CE sono necessari in una prospettiva sia a breve che a lungo termine, in particolare al fine di tutelare il comparto suolo da una possibile infiltrazione dovuta al percolato e il comparto acque sotterranee e superficiali da un possibile inquinamento.

La corretta modalità di gestione dell'impianto di discarica prevede anche un controllo del comparto aria sia mediante il recupero del biogas (teso a non aumentare l'effetto serra) sia mediante una attività di monitoraggio del bioaerosol al fine di controllare l'emissione in aria di batteri, funghi, polveri ed endotossine.

In questo rapporto vengono riportati i dati relativi ad una campagna di monitoraggio di acque profonde condotta, per un periodo complessivo che va dal 1993 al 1999, su discariche per Rifiuti Solidi Urbani (RSU) (1^a Categoria), e precisamente: nella Regione Campania (Provincia di Caserta) la discarica Uttaro e la discarica Sogeri dal 1995 al 1999; e nella Regione Puglia (Provincia di Lecce) la discarica Nardó (1993-1995) e la discarica Ugento (1993-1996).

Inoltre è stata effettuata dal 1984 al 1998 un'azione di monitoraggio su una discarica per rifiuti pericolosi di origine industriale (discarica di 2^a Categoria – Tipo B) e precisamente la discarica Ecolombardia¹⁸ nella Regione Lombardia (Provincia di Pavia).

I monitoraggi sono stati effettuati dalle autorità preposte al controllo (nelle 2 discariche site nella Provincia di Caserta), oppure dal gestore dell'impianto (nelle altre 3 discariche considerate).

Vengono presentati, sia in forma tabellare che in forma di grafico, i valori dei parametri relativi alle acque di alcuni pozzi spia situati a monte, all'interno e a valle della discarica stessa, oppure unicamente a monte e a valle, ritenuti maggiormente significativi per rappresentare la reale situazione di eventuale contaminazione della risorsa idrica, a causa di potenziali rilasci di inquinanti dal corpo della discarica.

Il periodo del monitoraggio è variabile per ogni discarica, arrivando anche a circa 10 anni per la discarica Ecolombardia18.

I parametri considerati per le acque profonde sono quelli riportati nel DL.vo n. 152/1999 (3) e nel DL.vo n. 31/2001 (4), entrambi relativi alla tutela della qualità delle acque destinate al consumo umano. Mentre per le acque di percolazione sono quelli ritenuti, in base ai dati di letteratura, maggiormente significativi e rappresentativi per caratterizzare il percolato stesso, anche ai fini di una sua classificazione.

La finalità del presente studio è quella di individuare:

- 1) l'impatto sulla qualità delle acque profonde dell'attività di discarica di RSU e Rifiuti Solidi Assimilabili (RSA) e di rifiuti pericolosi di origine industriale, sia in presenza o meno dei presidi tecnologici (strato impermeabile e manto di polietilene ad alta densità), previsti dalla normativa vigente;
- 2) i contaminanti da potere considerare come "caratteristici" della specifica tipologia di impianto di discarica, e quindi considerarli quali "traccianti".

Ogni discarica considerata viene brevemente descritta dal punto di vista ambientale, geologico e idrogeologico, al fine di giustificare le scelte impiantistiche e le risultanze dei monitoraggi effettuati.

L'ordine di presentazione delle discariche è stato dettato sia da criteri di tipo geografico che di rischio, partendo dalla discarica Ecolombardia18 ubicata nel Nord Italia, a maggiore impatto ambientale, quindi quelle di Uttaro, Sogeri, Nardò e Ugento.

DISCARICA ECOLOMBARDIA18

Inquadramento urbanistico territoriale

Il sito della discarica Ecolombardia18, attualmente in attività, è posto all'estremità occidentale del territorio comunale di Cervesina, a ridosso del confine con il Comune di Voghera e a poche centinaia di metri dal territorio comunale di Corana, nella provincia di Pavia: dista, in linea d'aria, circa 3 km da Cervesina.

L'abitato più prossimo all'impianto è quello di S. Gaudenzio posto ad una distanza minima di 650 m; Torre Menapace e Oriolo distano invece rispettivamente 1.250 m e 1.450 m dall'impianto.

Il sito in esame, posto a pochi chilometri dai tracciati autostradali A7 (Milano – Genova) e A21 (Torino – Piacenza), risulta accessibile dalle strade comunali Cervesina – S. Gaudenzio (Via Arcipretura) e Cervesina – Torre Menapace, che si ricollegano alle strade provinciali n. 12 (Pancarana – Cervesina – Corana) e n. 23 (Cervesina – Voghera).

L'area di discarica è situata in due ex cave di argilla, con una volumetria complessiva di circa 1.200.000 m³. L'attività di discarica è iniziata nel 1988 e attualmente è parzialmente esaurita (primi 4 lotti) e un ultimo lotto è in attività. I lotti esauriti sono stati già ripristinati tramite posa di uno spessore di 80 cm di materiali argillo-limosi e di 20 cm di terreno vegetale.

In termini sintetici, le linee progettuali di costruzione della discarica sono state:

- suddivisione dell'area di discarica in 5 distinti lotti di intervento, onde consentire altrettante fasi temporali di sua realizzazione, conduzione e recupero;
- approntamento del fondo di ciascun lotto mediante il riporto di materiali limosi-argillosi (fattore di permeabilità K pari a 10^{-6} cm/s) sul fondo delle fosse di cava (spessore complessivo 3,5 m) e, per i lotti corrispondenti al piano-campagna naturale, tramite l'escavazione fino alla quota prevista (minimo 71 m slm);
- creazione di argini provvisori dei lotti caratterizzata da parametri esterni con pendenza pari ad $\frac{1}{2}$ e ampiezza (in sommità) di 2,5 m;
- creazione di un argine secondario all'interno di ciascun lotto, che risulta così suddiviso in due sublotti funzionali;
- riporto, sul fondo di ciascun lotto, di uno strato di sabbia dello spessore pari a 10 cm, all'interno del quale è stato posizionato il sistema drenante di sottotelo;
- realizzazione di un doppio pozzo di cemento armato nel punto più depresso di ciascun lotto, di recapito del sistema drenante di sottotelo;
- stesura del telo impermeabilizzante in HDPE (High Density Polyethylene, polietilene ad alta densità) (spessore 2,5 mm) sulle pareti e sul fondo dei lotti, sugli argini divisorii e sull'argine secondario;
- stesura, sul fondo delle fosse, di 30 cm di materiali sabbiosi a protezione del telo impermeabile, ma avente anche funzioni drenanti; all'interno di tale strato è stato posizionato il sistema drenante di fondo (tubi in calcestruzzo, diametro 200 mm) del percolato;
- realizzazione, in corrispondenza dei punti più depressi dei singoli lotti, di un doppio pozzo in cemento armato al quale è stato collegato il sistema drenante di fondo;
- approntamento della vasca di raccolta del percolato (capacità circa 6.500 m³).

Attualmente la discarica è in attività.

Inquadramento geologico e idrogeologico

L'area in studio è parte di un vasto ripiano (superficie principale della pianura a sud del fiume Po), la cui genesi è legata alle ultime fasi di deposizione fluviale, che hanno condotto alla formazione della Pianura Padana.

L'ossatura principale della successione alluvionale che costituisce tale ripiano è stata infatti deposta dal fiume Po (e dai suoi affluenti appenninici) sostanzialmente nel tardo Pleistocene (Fluviale recente della letteratura geologica).

Nelle zone in esame, essa è stata interessata da reiterate successive esondazioni dai corsi d'acqua, che hanno comportato la deposizione di una coltre limoso-argillosa superficiale (limi di stanca) oggi oggetto, in svariati punti, di attività estrattiva (cave di argilla).

Detto ripiano, nel settore in esame, risulta delimitato, verso Nord, dall'ampia fascia di meandreggiamento del fiume Po, costituita dalle alluvioni recenti e attuali, corrispondenti a depositi prevalentemente sabbiosi con ridotta copertura limoso-argillosa.

Più in particolare, la porzione di pianura di specifico interesse, compresa tra le località di Cervesina – Corana – Torre Menapace – Oriolo, è caratterizzata da una successione alluvionale costituita, partendo dalla superficie, da orizzonti limoso-argillosi, fino a profondità variabili tra valori minimi pari a 5 m e massimi pari a 12 m, e, al di sotto di questi, da materiali più grossolani (ghiaie e sabbie), così come raffigurato nelle colonnine litostratigrafiche riportate nelle pagine seguenti.

Il settore della pianura preso in considerazione risulta solcato da corsi d'acqua che, provenienti dal margine appenninico, confluiscono nel Po (che ovviamente costituisce l'asse drenante della intera rete idrica), seguendo una direzione circa Nord-Sud.

Tra questi corsi d'acqua il più prossimo alla futura discarica è il torrente Staffora (posto a circa 2 km verso Est), il cui albero risulta alquanto infossato rispetto al piano campagna circostante.

Un certo rilievo assumono anche, nell'area in esame, la Roggia dei Molini, la Roggia di S. Gaudenzio, la Roggina di Corana (avente un caratteristico andamento arcuato, in quanto segue il tracciato di una antica ansa meandrica del fiume Po), che confluiscono tutte nel torrente Staffora.

È inoltre presente in zona una serie di canali irrigui o di scolo.

Per quel che concerne le caratteristiche idrogeologiche nell'ambito in studio, la successione litostratigrafica precedentemente descritta, comporta la presenza di una falda acquifera confinata negli orizzonti più grossolani e permeabili, sigillata dai livelli limoso-argillosi impermeabili soprastanti. Il tetto dell'acquifero si trova ad una profondità media di 9 m dal piano campagna (ad una quota media di 64,3 m slm).

In funzione degli assetti geometrici dell'orizzonte acquifero, si può assistere alla formazione di una falda in pressione come in effetti avviene nella zona considerata.

L'indagine idrogeologica svolta in zona ha comportato la misurazione del livello piezometrico raggiunto dalla falda in numerosi pozzi, su una superficie di 2 km di raggio attorno all'area di discarica.

L'andamento delle isopiezometriche nella zona considerata è abbastanza regolare e ha un flusso diretto da Sud a Nord-Est.

In corrispondenza del fondo delle fosse la falda risulta pertanto ancora sigillata (e protetta), nei punti meno favorevoli, da un franco di materiale limoso-argilloso dello spessore di almeno 1 m.

Per quanto riguarda la situazione litostratigrafica di dettaglio essa rispecchia quella più generale del settore della pianura a Sud del fiume Po, di cui è parte l'area di intervento.

Anche nell'ambito in studio si è riscontrata la presenza, al di sotto della coltre superficiale di alterazione (suolo agrario) e di locali riporti, di una successione argilloso-limosa costituita da prevalenti argille limose, talora intercalate da livelli o lenti più marcatamente limose, più frequenti verso la base della successione, ove si riscontra generalmente la presenza di orizzonti di limi sabbiosi e di sabbie a matrice limosa più o meno abbondante.

Tali orizzonti costituiscono il termine di passaggio verso i sottostanti depositi più marcatamente grossolani e permeabili, costituiti da sabbie miste a ghiaietto e/o ciottoli e da ghiaie a matrice sabbiosa, talora passante a limoso-sabbiosa.

Questi ultimi depositi ospitano la falda acquifera. Dall'analisi delle stratigrafie dei sondaggi e dei pozzi spia, si osserva come nella zona in esame la potenza della successione argilloso-limosa sia mediamente di circa 9 m, variando da un minimo pari a 5,5 m ad un massimo di 13 m.

Il passaggio agli strati sabbioso-ghiaiosi, costituenti l'acquifero, è posto in media ad una quota assoluta di 64,3 m slm, passando da una quota massima (più superficiale) di 67,4 m slm ad una minima di 61,2 m.

Commento dei dati relativi alle acque di falda e di percolazione

Il monitoraggio delle acque di falda è iniziato nel 1984, in quanto in prossimità dell'area di discarica era attiva un'altra discarica per rifiuti speciali, in località Cascina Sattera.

Si riportano i dati in Appendice A (Tabelle A1-A5; Figure A1-A15) relativi ai seguenti parametri:

- conducibilità elettrica;
- anioni e cationi:
 - cloruri;
 - nitrati;
 - solfati;
- macroelementi:
 - potassio;
 - magnesio;
- microinquinanti inorganici:
 - alluminio;
 - cadmio;
 - cromo totale;
 - rame;
 - ferro;
 - manganese;
 - nichel;
 - piombo;
 - zinco.

Ai fini della presente valutazione sono state utilizzate le risultanze analitiche relative a 3 pozzi spia, appositamente aperti, e precisamente:

- pozzo 1: a monte dell'area di discarica;
- pozzo 4: all'interno dell'area di discarica;
- pozzo 8: a valle dell'area di discarica.

Di seguito si riportano le valutazioni effettuate per ciascun parametro ricercato delle acque dei tre pozzi spia di cui sopra:

– *conducibilità elettrica*

Non si notano incrementi del parametro in oggetto nelle acque del pozzo a valle, così come nelle acque ispezionate nel pozzo interno dell'area di discarica. Per esattezza i lievi incrementi nel valore di conducibilità elettrica evidenziati sono relativi a tutti i 3 pozzi esaminati, infatti nel corso del tempo si riscontra un arricchimento in sali minerali delle acque dei 3 pozzi stessi.

– *cloruri*

La situazione è analoga alla precedente: si riscontra una concentrazione più bassa a valle che non a monte o all'interno dell'area di discarica.

– *nitrati*

In generale è possibile affermare che nelle acque del pozzo a valle si riscontra una concentrazione di nitrati o dello stesso ordine di grandezza o inferiore di quella riscontrata nelle acque dei pozzi a monte e all'interno dell'area di discarica.

– *solfati*

Le analisi hanno evidenziato una concentrazione di solfati maggiore negli anni 1984-1989 nelle acque del pozzo spia situato a monte dell'area di discarica. A partire dal 1995, tuttavia, sono state esaminate anche le acque del pozzo a valle e hanno evidenziato una concentrazione di solfati inferiore a quella delle acque a monte e interne alla discarica.

– *potassio*

Il potassio ha un andamento assolutamente confrontabile nelle acque dei 3 pozzi ispezionati.

– *magnesio*

A parte un anomalo picco in una determinazione analitica relativa al pozzo a monte, le concentrazioni di magnesio sono assolutamente confrontabili nei 3 pozzi ispezionati.

– *alluminio*

L'alluminio ha un andamento assolutamente confrontabile nelle acque dei 3 pozzi ispezionati.

– *cadmio*

Le acque dei pozzi spia situati a monte e all'interno dell'area di discarica mettono in luce un andamento delle concentrazioni di cadmio assolutamente confrontabile, mentre per le acque del pozzo a valle si riscontrano due dati anomali in due campionamenti del 1996 e del 1997. Tali anomalie potrebbero essere ascrivibili a fattori analitici e/o di tecnica di prelievo, oppure a fenomeni di dilavamento superficiale e successiva percolazione nel suolo e nelle acque profonde.

– *cromo*

Per questo parametro in alcuni campionamenti degli anni 1995 e 1996 si sono riscontrati picchi anomali di concentrazione nelle acque del pozzo a valle, di qualche

ordine di grandezza superiori a quelle rinvenute a monte e all'interno dell'area di discarica. Tale situazione potrebbe essere ascrivibile o a fenomeni di immissione del contaminante nel pozzo in questione (sversamenti abusivi, perdite di serbatoi, ecc.) o a fenomeni di dilavamento superficiali con conseguente percolazione nel suolo. Si evidenzia, infatti, che il cromo, ma in particolare il cromo VI, è dotato di elevata mobilità ambientale.

– *rame*

Si riscontra un andamento della concentrazione analogo a quello degli altri parametri: concentrazioni confrontabili nelle acque dei pozzi a monte e all'interno dell'area di discarica, decremento della concentrazione nelle acque del pozzo situato a valle.

– *ferro*

Anche per il ferro si evidenziano andamenti delle concentrazioni analoghi a quelli degli altri parametri, a parte qualche picco di concentrazione nei campionamenti effettuati dal 1984 al 1986 nelle acque del pozzo spia situato all'interno dell'area di discarica. Anche in questo caso si potrebbe ipotizzare un fenomeno di dilavamento superficiale del corpo della discarica a causa di forti eventi piovosi con successiva percolazione degli elementi più solubili nel suolo e, quindi, nelle acque.

– *manganese*

Per tale parametro si nota un netto decremento della concentrazione nelle acque del pozzo spia situato a valle dell'area di discarica.

– *nicel*

In generale si può affermare che le concentrazioni di nichel nei 3 pozzi spia esaminati sono pressoché analoghe. Le piccole differenze evidenziate (dell'ordine di qualche µg) potrebbero essere ascrivibili a fattori analitici.

– *piombo*

Anche per tale parametro si evidenzia un andamento delle concentrazioni analogo a quello degli altri parametri esaminati.

– *zinco*

I dati relativi allo zinco evidenziano alcune anomalie per quanto riguarda la concentrazione dello stesso nelle acque dei due pozzi spia situati all'interno e a valle dell'area di discarica. Si notano, infatti, alcuni isolati picchi di concentrazione, ascrivibili potenzialmente, come detto a proposito del cadmio, cromo e ferro, a fenomeni di dilavamento superficiale o a fattori analitici.

Il monitoraggio delle acque di percolazione, di cui si riportano le risultanze analitiche (Tabella A2) fino al 1998, è iniziato nel 1987 e ha riguardato i seguenti parametri:

- COD (Chemical Oxygen Demand, richiesta chimica di ossigeno);
- BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand, richiesta biochimica di ossigeno a cinque giorni);
- anioni e composti dell'azoto
 - nitrati;
 - nitriti;
 - ammoniaca;
 - cloruri;

- microinquinanti inorganici:
 - alluminio;
 - cadmio;
 - cromo totale;
 - rame;
 - ferro;
 - mercurio;
 - manganese;
 - nichel;
 - piombo;
 - zinco.

Tali parametri non sono stati sempre ricercati in tutti i campionamenti effettuati nel periodo 1987-1998 nei due pozzi esistenti nell'area di discarica e relativi al lotto 2 (pozzo 1) e lotto 3 (pozzo 4).

In generale si può affermare che il rapporto COD/BOD₅ depone per un buon grado di mineralizzazione dei rifiuti, ancorché i rifiuti a matrice organica costituiscano una bassa percentuale dei rifiuti in ingresso alla discarica, come è dimostrato dal fatto che entrambi i parametri COD e BOD₅ in valore assoluto sono piuttosto bassi. Un parametro presente in elevate concentrazioni nel percolato è il Cl, che però è stato ricercato solo a partire dal 1996.

Per quanto riguarda i microinquinanti inorganici essi non evidenziano particolari situazioni di rischio dovuto ad elevata concentrazione degli stessi; a parte un picco di concentrazione per il cromo totale in alcuni campionamenti effettuati nel 1995 e 1996. Negli stessi anni si è notato un incremento di tale parametro nelle acque del pozzo a valle dell'area di discarica. Ciò potrebbe, quindi, avvalorare l'ipotesi di una contaminazione, ancorché momentanea, delle acque profonde a causa di una dispersione di percolato.

In ogni caso tutti i parametri considerati sono presenti nelle acque di percolazione in concentrazione ritenuta "normale", in base ai dati di letteratura, per un percolato proveniente da una discarica di rifiuti pericolosi costituita prevalentemente da: ceneri di inceneritore; fanghi industriali; scorie di processi metallurgici; ecc.

Conclusioni

In generale è d'uopo osservare che – ancorché per alcuni parametri, in qualche prelievo delle acque profonde, si notino picchi di concentrazioni o nelle acque del pozzo a monte, o all'interno o a valle – le concentrazioni rinvenute rientrano sempre nei range di concentrazione ritenuti ottimali in base ai criteri definiti nel DPR n. 236/1988 relativo alle acque destinate al consumo umano (5), così come modificato dal DL.vo n. 31/2001 e successive modificazioni (DL.vo 27/2002) (6).

Per quanto concerne la presenza di picchi di concentrazione per alcuni microinquinanti inorganici (Cd, Cr, Fe, Zn) nelle acque profonde del pozzo spia situato a valle dell'invaso di discarica, si sono ipotizzati più fenomeni di eventuale dilavamento superficiale a causa di eventi piovosi abbondanti e successiva percolazione nelle acque profonde, oppure perdite di percolato nella fase di carico e scarico dello stesso, piuttosto che perdite a causa di non tenuta del sistema di isolamento della discarica, in quanto in quest'ultimo caso si sarebbe dovuto evidenziare una costanza nel fenomeno e soprattutto si doveva osservare un incremento della concentrazione a valle per tutti i parametri considerati. In particolare si sarebbero dovuti osservare incrementi delle concentrazioni nelle acque a valle almeno anche di cloruri, conducibilità elettrica, piombo e rame.

DISCARICA UTTARO

Inquadramento urbanistico territoriale

La discarica ha sede in località Uttaro, nel comune di Caserta. L'area, che ricade a Sud della città, si trova al limite del territorio comunale, al confine con i comuni di S. Nicola la Strada, S. Marco Evangelista e Maddaloni. È attiva dagli anni 80 ed è stata definitivamente chiusa nel 1997. La discarica è sempre stata dotata dei presidi tecnologici previsti dalla normativa di settore.

Il sito si trova in un'area che in passato è stata sede di una intensa attività estrattiva, che ha visto l'apertura di numerose cave di tufo; queste venivano sfruttate a cielo aperto e con fronti subverticali. Attualmente ad Est della discarica permangono, variamente utilizzati, i relitti dell'attività estrattiva; a Nord-Ovest e Ovest si sono sviluppati insediamenti industriali e a Sud è presente un'altra discarica di RSU denominata "Migliori Carolina".

Le aree limitrofe non interessate dagli insediamenti industriali o dall'attività estrattiva, hanno attualmente un uso agricolo o sono in stato di abbandono.

Inquadramento geologico e idrogeologico

Inquadramento geologico

L'area in cui è ubicata la discarica è sita nel comune di Caserta in località Uttaro, in una zona a morfologia piatta e uniforme con quota media attestata sui 54 m s.l.m.

Il territorio in esame si sviluppa nella "Piana Campana" ed è delimitato a Nord-Nord Est dai massicci del Monte Tifato e Monte S. Michele e a Sud-Sud Ovest dai canali Regi – Lagni.

La piana campana, da un punto di vista strutturale, rappresenta un graben delimitatosi durante il Pliocene superiore e successivamente ribassato (Foglio n. 172 "Caserta" scala 1:100.000, 1966). Tale graben è stato riempito per circa 3.000 metri, come accertato da sondaggi profondi eseguiti per ricerche di idrocarburi, da depositi quaternari prevalentemente piroclastici, e da depositi alluvionali con frequenti episodi marini e palustri (6)

Lungo il bordo orientale della piana sono presenti massicci carbonatici che fanno parte di una successione stratigrafica continua di età compresa tra il Trias superiore e il Cretacico superiore. In particolare i termini più antichi si rinvengono solo nelle propaggini occidentali dei rilievi dove affiorano in massima parte dolomie e calcari dolomitici, calcari avana e grigi di età compresa tra il Trias Superiore e il Malm Superiore. I rimanenti rilievi sono invece costituiti interamente da calcari cretacei.

Lungo il bordo occidentale delle dorsali carbonatiche si sviluppano una serie di faglie dirette che hanno prodotto l'approfondimento progressivo verso Ovest di zolle carbonatiche. Su queste zolle l'instaurarsi di un dominio marino determinò nel Pliocene una lunga fase di sedimentazione marina compensata da una parallela progressiva subsidenza.

Con l'esaurirsi della fase distensiva e subsidente, nel Pleistocene si sviluppò una intensa attività vulcanica di natura prevalentemente esplosiva (Vesuvio, Campi Flegrei e Roccamonfina) che portò alla deposizione di enormi quantità di materiali piroclastici con il passaggio dal dominio marino ad uno fluvio lacustre e quindi a quello subaereo.

Il principale litotipo affiorante nella Piana Campana è costituito essenzialmente da un prodotto piroclastico denominato ignimbrite campana (Pleistocene). Quest'ultima si presenta sia in facies di tufo giallo che in facies di tufo grigio talora con fessurazioni prismatico-colonnari.

Il grado di cementazione di questo materiale è elevato nella parte alta, dove sono presenti pomici e scorie nere anche di grosse dimensioni, e più ridotto in profondità ove il litotipo assume le caratteristiche di una sabbia compatta. Verso Sud, in prossimità dei Regi Lagni l'ignimbrite campana passa a depositi alluvionali dell'Olocene, costituiti da sabbie e limi inglobanti lenti di ciottoli fluviali e di lapilli, oltre che pomici rimaneggiate.

Inquadramento idrogeologico

L'area casertana rientra nell'unità idrogeologica della Piana del Volturno – Regi Lagni. Questa, nell'area di interesse, posta a Sud del Volturno, è delimitata dai rilievi carbonatici del Monte Tifata i quali, allungati in direzione Nord Ovest-Sud Est distano circa 3 km dal sito in esame.

Dal punto di vista strutturale detta unità occupa una porzione del graben della Piana Campana che, ribassato nella sua parte centrale, è stato colmato da una potente pila di sedimenti di varia natura, il cui spessore diminuisce mano a mano che ci si avvicina ai massicci carbonatici.

La giacitura lentiforme di questi depositi, che presentano caratteristiche litologiche e granulometriche differenti, favorisce l'instaurarsi di una circolazione idrica per falde sovrapposte, a volte in pressione, che si localizzano nei livelli con granulometria più grossolana.

La falda idrica viene alimentata, oltre che dagli apporti meteorici, soprattutto lateralmente dalla falda di base dei massicci carsici del Monte Tifata.

La circolazione idrica sotterranea ha luogo principalmente nei depositi di origine piroclastica posti al di sotto del tufo grigio campano; la direzione di deflusso principale della falda è orientata globalmente verso Sud Ovest con un gradiente piezometrico compreso tra $2,7$ e $5,4 \times 10^{-3}$.

La quota assoluta del livello della stessa falda è compresa tra 25 e 30 m circa s.l.m.; l'escursione piezometrica stagionale è mediamente compresa tra 2 e 3 m, con i massimi riscontrabili nei mesi di marzo e aprile.

L'andamento delle curve isopiezometriche permette di individuare le principali direttrici di deflusso della falda, che risultano essere orientate lungo la direzione Nord Est-Sud Ovest. Questi sedimenti si presentano in alternanze di livelli di diversa natura litologica e granulometrica con andamento spesso lenticolare; tale configurazione fa sì che nella zona esistano falde sovrapposte localizzate nei livelli più sabbiosi.

Nell'area della discarica affiorano i depositi della fase ignimbritica del sistema vulcanico di Roccamonfina e in subordine depositi limosi e argillosi. I depositi vulcanici sono costituiti da ignimbrite trachitica e trachifonolitica con fessurazione prismatica colonnare.

La falda più superficiale, alimentata dalle acque meteoriche, risulta poco consistente per la presenza, in affioramento, dei materiali limosi e argillosi. La falda più profonda risulta al contrario più produttiva e, a volte, in pressione.

Le caratteristiche idrogeologiche di dettaglio della discarica Ettaro, che occupa l'area di una ex cava a fossa con profondità variabile da 20 a 30 m dal piano campagna, sono state studiate attraverso l'utilizzo di dati reperiti mediante l'esecuzione di sondaggi meccanici spinti sino ad oltre 50 m di profondità dal piano campagna.

La stratigrafia tipo emersa dalle terebrazioni è rappresentata da alternanze di banchi piroclastici e livelli lavici con spessori variabili dai 2 ai 15 m.

La falda idrica, riscontrata ad una profondità media di circa 34 m, risulta in pressione per la presenza, a tetto dell'acquifero, di un orizzonte piroclastico notevolmente cementato a permeabilità molto bassa. Il grado di permeabilità dei terreni che insistono in località Uttaro, valutato mediante l'esecuzione di prove di assorbimento d'acqua in foro, è risultato variabile tra 9×10^{-6} m/s e $3,3 \times 10^{-6}$ m/s.

Commento dei dati relativi alle acque di falda e di percolazione

Il monitoraggio delle acque di falda è relativo al triennio 1995-1997. Si riportano i dati in Appendice B (Tabella B1; Figure B1-B11) relativi ai seguenti parametri:

- conducibilità elettrica;
- anioni:
 - cloruri;
 - nitrati;
 - solfati;
 - fosfati;
- ferro;
- parametri microbiologici (carica batterica totale su Agar 22 °C e 37 °C; coliformi totali; coliformi fecali; streptococchi fecali).

Ai fini della presente valutazione sono state utilizzate le risultanze analitiche relative a 3 pozzi spia, appositamente aperti, e precisamente:

- pozzo 2: a monte dell'area di discarica;
- pozzo 4: a valle dell'area di discarica;
- pozzo 5: a valle dell'area di discarica.

Di seguito si riportano le valutazioni effettuate per ciascun parametro ricercato nelle acque dei 3 pozzi spia di cui sopra:

- *conducibilità elettrica*

In generale si riscontra una concentrazione più elevata nelle acque del pozzo spia situato a monte della discarica rispetto ai due situati a valle della stessa.

- *cloruri*

Anche per i cloruri si evidenzia una situazione analoga a quella del parametro precedente: maggiore concentrazione nelle acque del pozzo spia situato a monte, rispetto a quelli situati a valle.

- *nitrati*

Mentre nei pozzi denominati con il 2 (monte) e il 4 (valle) si riscontra una concentrazione di nitrati paragonabile, nel pozzo 5 (valle) si nota un incremento di concentrazione rispetto alle acque a monte dell'area di discarica.

- *solfati*

Per i solfati si ha un netto incremento (circa il doppio) della concentrazione nelle acque dei due pozzi a valle dell'area di discarica.

– *fosfati e ferro*

Tali parametri esibiscono un andamento caratterizzato in generale da una maggiore concentrazione nelle acque del pozzo a monte rispetto a quelli a valle.

– *parametri microbiologici*

Per tutti i parametri microbiologici considerati si ha una maggiore concentrazione nelle acque del pozzo a monte rispetto a quello dei pozzi a valle dell'area di discarica. Gli streptococchi fecali risultano assenti.

Per quanto riguarda il monitoraggio delle acque di percolazione, quest'ultimo non è stato effettuato nel periodo esaminato.

Conclusioni

A valle dell'area di discarica si nota un certo incremento nelle concentrazioni di nitrati e solfati, tuttavia queste ultime, così come tutti gli altri parametri considerati, rientrano nei range ritenuti ottimali in base ai criteri stabiliti nel DPR n. 236/1988 relativo alle acque destinate al consumo umano, così come modificato dal DL.vo n. 31/2001 e successive modificazioni.

DISCARICA SOGERI

Inquadramento urbanistico territoriale

La discarica Sogeri ha sede in località Bortolotto nel Comune di Castelvoturno (CE). Si tratta di un'area pianeggiante posta ad una quota di circa 2 m s.l.m., è interessata dalla presenza di numerosi canali di bonifica che, avendo direzioni pressappoco ortogonali tra loro, si intersecano circondando l'area della discarica.

La discarica Sogeri è chiusa dal 1995 e aveva iniziato ad operare alla fine degli anni 80 senza i presidi tecnologici previsti dalla normativa. Il suo adeguamento alla normativa è stato effettuato nel 1994. Attualmente è in atto il ripristino ambientale definitivo.

Inquadramento geologico e idrogeologico

Inquadramento geologico

L'area in cui è ubicata la discarica Sogeri è sita nella Piana Campana, in destra orografica del fiume Volturno, nell'area di bonifica del Volturno – Regi Lagni.

In particolare la zona è delimitata a Nord Ovest dall'apparato vulcanico di Roccamonfina e dal Monte Massico, a Sud Est dai Campi Flegrei e dal Somma Vesuvio, a Nord Est dai Massicci carbonatici di Piganataro e di Monte Tifato e a Sud Ovest dal mar Tirreno.

La Piana Campana, da un punto di vista strutturale, rappresenta un graben delimitatosi durante il Pliocene superiore e successivamente ribassato (Carta Geologica d'Italia – Foglio n. 172 Caserta scala 1:100.000).

Tale graben è stato colmato per circa 3.000 metri, da depositi alluvionali con frequenti episodi marini e palustri e da depositi quaternari prevalentemente piroclastici, come accertato da sondaggi profondi eseguiti per ricerche di idrocarburi.

I sedimenti alluvionali si presentano in successioni di livelli di diversa natura litologica e granulometrica con alternanze di limi sabbiosi e argille limose in prevalenza e con andamento spesso lenticolare.

Per quel che riguarda i rilievi carbonatici che bordano il lato orientale della Piana Campana, essi fanno parte di una successione stratigrafica continua di età compresa tra il Trias superiore e il Cretacico superiore. In particolare i termini più antichi si rinvengono solo nelle propaggini occidentali dei rilievi dove affiorano in massima parte dolomie e calcari dolomitici, calcari avana e grigi di età compresa tra il Trias Superiore e il Malm Superiore. I rimanenti rilievi sono invece costituiti interamente da calcari cretacei.

Lungo il bordo occidentale delle dorsali carbonatiche si sviluppano una serie di faglie dirette che hanno prodotto l'approfondimento progressivo verso Ovest di zolle carbonatiche su cui si è venuto ad instaurare un dominio prevalentemente marino che ha determinato nel Pliocene una lunga fase di sedimentazione compensata da una parallela progressiva subsidenza.

Con l'esaurirsi della fase distensiva e subsidente, nel Pleistocene si è sviluppata una intensa attività vulcanica di natura prevalentemente esplosiva (Vesuvio, Campi Flegrei e Roccamonfina) che ha portato alla deposizione di enormi quantità di materiali piroclastici con il passaggio dal dominio marino ad uno fluvio lacustre e quindi a quello subaereo.

I prodotti piroclastici che afferiscono alle attività vulcaniche degli apparati vulcanici sopra citati sono caratterizzati prevalentemente da ceneri, pozzolane, lapilli e ignimbriti e in subordine da colate laviche.

Tra i prodotti vulcanici maggiormente presenti in affioramento nella Piana Campana, si individua l'ignimbrite campana (Pleistocene) che si presenta sia in facies di tufo giallo che in facies di tufo grigio talora con fessurazioni prismatico colonnari.

Il grado di cementazione di questo materiale è elevato nella parte alta, dove sono presenti pomici e scorie nere anche di grosse dimensioni, e più ridotto in profondità ove il litotipo assume le caratteristiche di una sabbia compatta. Verso Sud, in prossimità dei Regi Lagni l'ignimbrite campana passa a depositi alluvionali dell'Olocene, costituiti da sabbie e limi inglobanti lenti di ciottoli fluviali e di lapilli, oltre che pomici rimaneggiate e livelli di torba.

Per quel che riguarda l'osservazione di dettaglio dei terreni circostanti e sottostanti l'impianto di smaltimento RSU, è stato possibile accertare mediante lo studio della bibliografia esistente e dall'analisi delle stratigrafie di sondaggi realizzati in prossimità della discarica, la presenza di depositi di facies lacustre palustre costituiti da alternanze di argille, limi, sabbie e livelli torbosi.

Inquadramento idrogeologico

I sedimenti di origine sedimentaria e piroclastica presenti con notevoli spessori nella Piana Campana, sono costituiti da alternanze di livelli di diversa natura litologica e granulometrica, con andamento spesso lenticolare.

Tale configurazione ha favorito l'instaurarsi di una circolazione idrica per falde sovrapposte localizzate prevalentemente nei livelli più sabbiosi.

La falda più superficiale, alimentata dalle acque meteoriche, risulta poco consistente per la presenza in affioramento di materiali limosi e argillosi.

La falda più profonda risulta al contrario più produttiva, a volte in pressione e caratterizzata da una salinità generalmente alta.

Dall'osservazione delle curve isopiezometriche (6), risulta che la falda profonda riceve alimentazione dai rilievi del gruppo vulcanico di Roccamonfina e dai rilievi del gruppo carbonatico di Pignataro Maggiore e di Francolise – Sparanise.

In generale nell'area della Piana Regi Lagni – Volturno, le falde, contenute principalmente negli strati sabbiosi, presentano una direzione di flusso Est-Ovest con valori di massima escursione della superficie piezometrica nei mesi di marzo e aprile e valori di minima nei mesi di ottobre e novembre.

Al fine di valutare con maggior dettaglio l'assetto idrogeologico della zona interessata dall'impianto di discarica, sono stati utilizzati dati di campagne geofisiche realizzate mediante l'utilizzo di metodologie geoelettriche, e dati reperiti da sondaggi geognostici di diverse profondità eseguiti nell'area.

Questi dati hanno mostrato la presenza di un primo livello di argille e limi dello spessore di circa 5 m al di sotto del quale si sviluppa un livello torboso dello spessore di circa 1 m passante verso il basso ad un banco sabbioso di oltre 5 m di spessore che poggia su argille, argille limose e sabbie intercalate, intercettate sino ad oltre i 40 m di profondità.

La falda idrica più superficiale, in prossimità della discarica, risulta in pressione in quanto è stata individuata nel livello torboso e nel sottostante banco sabbioso tamponato al tetto dalle argille e dai limi affioranti.

Questi ultimi litotipi, sono risultati infatti praticamente impermeabili a seguito di analisi di laboratorio effettuate su campioni indisturbati e a seguito di prove *in situ* che hanno fornito un valore di coefficiente di permeabilità K compreso tra 10^{-8} e 10^{-10} m/s.

Una seconda falda, anch'essa in pressione, è stata individuata a circa 10-15 m di profondità dal piano campagna in un livello sabbioso limoso inglobato tra due orizzonti argilloso-limosi anch'essi praticamente impermeabili.

Commento ai dati relativi alle acque di falda e di percolazione

Il monitoraggio delle acque di falda riguarda il periodo 1995-1998. Si riportano i dati in Appendice C (Tabelle C1-C3, Figure C1-C10) relativi ai seguenti parametri:

- conducibilità elettrica;
- anioni:
 - cloruri;
 - solfati;
 - fosfati;
- ferro;
- parametri microbiologici (carica batterica totale su Agar 22 °C; Agar 37 °C; coliformi totali; coliformi fecali; streptococchi fecali).

Prima del 1995 non veniva effettuato alcun monitoraggio della discarica. Nel 1995, a seguito delle ordinanze di Protezione Civile relative allo stato di emergenza verificatosi nel settore dello smaltimento dei rifiuti nella Regione Campania, sono state organizzate le azioni di monitoraggio, con apposita apertura di pozzi spia. Per la discarica in oggetto sono stati posizionati 3 pozzi spia, e precisamente:

- pozzo 1: a valle dell'area di discarica;
- pozzo 2: a valle dell'area di discarica;
- pozzo 4: a monte dell'area di discarica.

Di seguito si riportano le valutazioni effettuate per ciascun parametro ricercato nelle acque dei 3 pozzi spia di cui sopra:

- *conducibilità elettrica*

Dei due pozzi spia situati a valle dell'area di discarica si riscontrano valori di conducibilità elettrica maggiori rispetto a quelli individuati nelle acque del pozzo spia a monte dell'area di discarica unicamente nel pozzo denominato con il N. 2. Tale incremento è di circa 1000 volte rispetto al valore di conducibilità elettrica rinvenuto nel pozzo a monte.

- *cloruri*

Anche per il parametro cloruri si evidenzia un andamento della concentrazione simile a quello della conducibilità elettrica. Precisamente si nota un netto incremento della concentrazione di cloruri (circa 400 ppm) in uno dei due pozzi situati a valle dell'area di discarica, e cioè nel pozzo denominato con il 2.

- *solfati*

L'andamento nel tempo della concentrazione di tale parametro è simile a quello dei due precedenti. Si evidenzia un incremento nelle concentrazioni di solfati di un

ordine di grandezza in uno dei due pozzi spia situati a valle dell'area di discarica (pozzo 2).

– *fosfati*

Per il parametro fosfati è possibile affermare che esso ha un andamento delle concentrazioni praticamente identico nei due pozzi denominati con il 4 (monte) e con il 2 (valle), mentre nel pozzo spia denominato con l'1 (valle) si ha una concentrazione di fosfati inferiore a quella riscontrata negli altri due pozzi spia.

– *ferro*

Anche per il ferro si evidenzia una situazione analoga a quella del parametro fosfati: concentrazione assolutamente simile nelle acque dei due pozzi denominati con il 4 (monte) e con il 2 (valle), concentrazione mediamente inferiore nelle acque del pozzo 1 (valle).

– *parametri microbiologici*

Per i parametri microbiologici si riscontra una situazione diversa da quella dei parametri chimici e chimico-fisici. Infatti per tutti i 5 parametri microbiologici considerati si nota, in generale, una concentrazione maggiore nelle acque del pozzo spia 4 (monte) rispetto a pozzi situati a valle dell'invaso di discarica.

Il monitoraggio delle acque di percolazione riguarda il periodo 1995-1998. Si riportano i dati (Tabella C2) relativi ai seguenti parametri:

- COD;
- anioni e cationi:
 - solfati;
 - cloruri;
 - ammoniaca;
 - nitriti;
 - nitrati;
- microinquinanti inorganici:
 - cadmio;
 - cromo III;
 - cromo VI;
 - manganese;
 - ferro;
 - nichel;
 - piombo;
 - mercurio;
 - fosforo;
- benzene;
- cloroformio;
- toluolo;
- xilolo.

Non è possibile effettuare alcuna valutazione sul grado di maturazione dei rifiuti in discarica, in quanto non è stato misurato il parametro BOD₅, bensì solo il COD. Quest'ultimo parametro tuttavia esibisce un valore abbastanza basso per una discarica di rifiuti a matrice organica.

Si riscontrano valori elevati di cloruri, ammoniaca e solfati tuttavia rientranti nei range ritenuti “normali”, in base ai dati di letteratura, per un percolato di discarica di RSU. Tali valori giustificano la presenza degli stessi parametri in concentrazione più elevata nelle acque del pozzo a valle dell’area di discarica. Tutti gli altri parametri, organici e inorganici, non evidenziano concentrazioni significative nelle acque di percolazione, tali da destare preoccupazioni di ordine igienico-sanitario.

Conclusioni

La discarica Sogeri è una discarica che ha operato a partire dalla fine degli anni ‘80. In un primo periodo gli invasi di tale discarica non erano dotati dei presidi tecnologici previsti dalla normativa di settore. Un adeguamento tecnologico è poi stato previsto, ma solo a partire dal 1994 (data dell’entrata in vigore dell’Ordinanza di Protezione Civile per l’emergenza rifiuti nella Regione Campania) è stata completamente adeguata ai requisiti tecnici previsti dalla legge. Infatti fu prescritto di stendere manti sintetici di protezione sopra il vecchio ammasso di rifiuti, prevedere un corretto deflusso delle acque meteoriche; raccogliere il percolato e il biogas.

La discarica Sogeri fino al 1994 aveva accettato prevalentemente oltre agli RSU provenienti da alcune aree della provincia di Caserta, anche ingenti quantitativi di rifiuti assimilabili agli urbani, quali ad esempio pneumatici usati e sfridi di lavorazione in carta e plastica. Tale caratteristica probabilmente giustifica il fatto che mentre per alcuni parametri chimici e chimico-fisici si nota un netto incremento delle concentrazioni nelle acque del pozzo a valle, per i parametri microbiologici non si riscontra un andamento simile, in quanto il rifiuto in ingresso non aveva un elevato grado di putrescibilità.

Concludendo si può affermare che in generale si riscontra nell’area un certo inquinamento dovuto a percolazione nelle acque profonde di alcune sostanze, che potrebbero avere come fonte di immissione il vecchio impianto di discarica non dotato dei presidi tecnologici.

DISCARICA NARDÒ

Inquadramento urbanistico territoriale

La discarica è ubicata a circa 1 km dall'abitato e insiste all'interno di una vasta cava a fossa, sede di pregresse attività di cava. Attualmente è esaurita. La discarica ha una volumetria, totale, di circa 300.000 m³ e sono stati conferiti circa 300 tonnellate/giorno di RSU.

È costituita da due lotti entrambi impermeabilizzati con teli in HDPE da 2 mm di spessore. La sistemazione finale è stata eseguita con un telo in HDPE da 0,5 mm di spessore, sul quale è stato posto uno strato di terreno di circa 50 cm.

La discarica è altresì provvista di sistemi di drenaggio, captazione del percolato e del biogas. Il percolato è stato raccolto e in genere riciclato all'interno del corpo della discarica, l'esubero veniva avviato a smaltimento.

Inquadramento geologico e idrogeologico

Inquadramento geologico

L'area interessata dalla discarica controllata per RSU insiste a circa 1 km di distanza dall'abitato di Nardò su terreni a morfologia sub-pianeggiante caratterizzati geologicamente da calcareniti di età plio-pleistocenica aventi uno spessore di circa 20 m.

Questi litotipi, che affiorano estesamente all'intorno dell'impianto in questione, sono sovrastanti ad una potente formazione carbonatica mesozoica (calcari dolomitici di Melissano – Creta Superiore) che costituisce l'ossatura della Penisola Salentina.

A Nord della discarica, in prossimità del comune di Nardò, la formazione calcarenitica viene sostituita in affioramento da ampi espandimenti di sabbie calcaree pleistoceniche.

La successione litostratigrafica tipo presente nella zona comprende pertanto dall'alto verso il basso:

- sabbie calcaree pleistoceniche;
- calcareniti del Salento plio-pleistoceniche;
- calcari dolomitici di Melissano – Creta Superiore.

Le calcareniti plio-pleistoceniche che si presentano con aspetto tufaceo, sono costituite prevalentemente da frammenti di macro e micro fossili con alghe calcaree, e subordinatamente, da clasti calcarei quarzosi e grumi di terre residuali. Si tratta pertanto di biocalcareniti di colore variabile dal bianco sporco al giallastro, poco e irregolarmente cementate, porose, con tracce di bio turbazioni.

I granuli presenti nel litotipo, che hanno un diametro medio di 0,5 mm e meno frequentemente di 3-4 mm, costituiscono circa l'85% del totale della roccia. Il restante 15% circa si distribuisce equamente tra pori intergranulari e cemento calcitico con matrice micritica.

Il litotipo, nel suo complesso, risulta scarsamente coerente e friabile.

Il basamento carbonatico mesozoico, che si individua nell'area della discarica a circa 20 m di profondità dal piano campagna, è caratterizzato da calcari con intercalazioni di calcari dolomitici e dolomie riferibili alla formazione dei calcari di Melissano.

La formazione si presenta nettamente stratificata in strati e banchi con spessori variabili. I livelli calcarei e i livelli calcareo dolomitici, di colore generalmente biancastri o avana, sub-

cristallini, di natura bioclastica e /o detritica, sono intensamente fratturati e microfessurati e sede talvolta di fenomeni carsici.

Inquadramento idrogeologico

La zona in esame è caratterizzata in affioramento da rocce di natura calcarenitica la cui permeabilità è generalmente discreta e comunque tale da non favorire uno scorrimento superficiale delle acque meteoriche.

Conseguentemente nell'area risulta mancante una significativa rete idrografica di superficie.

L'assenza di quest'ultima non penalizza tuttavia la circolazione idrica nel sottosuolo, che risulta infatti cospicua.

La situazione litostratigrafica presente *in situ* rappresentata da un banco calcarenitico dello spessore di circa 20 m passante verso il basso ad una potente formazione carbonatica mesozoica, ha favorito la costituzione di una imponente falda idrica sotterranea contenuta nelle rocce calcaree cretacee.

Questa falda profonda è alimentata dal drenaggio verso il basso delle acque meteoriche lungo l'intenso reticolo di fratturazioni presente nel corpo litoide e in particolar modo all'interno di quelle porzioni di roccia fortemente interessate dai fenomeni carsici.

La falda profonda, che può essere denominata falda carsica, ha come livello di base l'orizzonte marino e ha nel suo complesso, su scala sub-regionale, una forma lenticolare, con spessori massimi nella parte centrale della penisola.

Il livello della falda, che è di 0 m in prossimità della costa, sale verso l'interno in maniera blanda, con cadenti piezometriche molto modeste, generalmente inferiori al 2%.

Questa situazione idrogeologica riscontrata per l'area vasta circostante la discarica di Nardò, è sostanzialmente simile a quella presente all'intorno dell'impianto stesso. Localmente infatti, il livello piezometrico riscontrato per la falda profonda, attestata a circa 60 m di profondità dal piano campagna, si dispone a pochi metri sul livello del mare, a quote non superiori a 2 m ed è inclinato verso il mare Ionio con valori di cadente piezometrica compresi tra 0,3 e 0,7%. Il flusso delle acque avviene principalmente da Est verso Ovest.

Commento ai dati relativi alle acque di falda e di percolazione

Il monitoraggio delle acque di falda riguarda il periodo 1992-1995. Si riportano i dati in Appendice D (Tabelle D1 e D2; Figure D1-D13) relativi ai seguenti parametri:

- conducibilità elettrica;
- anioni:
 - cloruri;
 - nitrati;
 - solfati;
 - fosfati;
- microinquinanti inorganici:
 - ferro;
 - manganese;
 - magnesio;

- parametri microbiologici (carica batterica totale su Agar a 22 °C e 37 °C; coliformi totali; coliformi fecali; streptococchi fecali).

Ai fini della presente valutazione sono state utilizzate le risultanze analitiche relative a 3 pozzi spia, appositamente aperti e precisamente:

- pozzo 1: a monte dell'area di discarica;
- pozzo 2: a valle dell'area di discarica;
- pozzo 3: a valle dell'area di discarica.

Di seguito si riportano le valutazioni effettuate per ciascun parametro ricercato nelle acque dei 3 pozzi spia di cui sopra:

- *conducibilità elettrica*

Nelle acque dei pozzi situati a valle dell'area di discarica si nota un netto decremento nei valori di conducibilità elettrica rispetto a quelli riscontrati a monte della discarica stessa. Nelle acque del pozzo a monte i valori di conducibilità elettrica eccedono i valori ritenuti ottimali per le acque potabili in base al DPR n. 236/1988 così come modificato dal DL.vo n. 152/1999.

- *cloruri, nitrati, solfati e magnesio*

Anche per tali parametri si evidenzia un andamento simile a quello della conducibilità elettrica, tuttavia tutti i valori rientrano nel range ottimale per le acque potabili.

- *ferro, fosfati e manganese*

Per tali parametri non si sono riscontrate concentrazioni significative nelle acque sia dei pozzi a monte e sia nelle acque dei pozzi a valle della discarica.

- *parametri microbiologici*

L'unico parametro per il quale si è riscontrata una certa presenza nelle acque profonde campionate è la carica batterica totale su Agar a 37 °C e i valori di essa sono confrontabili, senza significative differenze, nelle acque dei 3 pozzi spia.

Il monitoraggio delle acque di percolazione, di cui si riportano le risultanze analitiche relative al periodo 1992-1994, ha riguardato i seguenti parametri (Tabella D3):

- COD;
- BOD₅;
- microinquinanti inorganici:
 - cromo VI;
 - cromo totale;
 - mercurio;
 - piombo;
 - rame;
 - nichel;
 - zinco;
- fenoli;
- tensioattivi.

Il rapporto COD/BOD₅ depone per un buon grado di mineralizzazione dei rifiuti. I valori in assoluto di tali due parametri rientrano nei range ritenuti normali per un percolato proveniente da una discarica di rifiuti solidi urbani.

Per quanto riguarda i microinquinanti inorganici per nessuno dei parametri ricercati si riscontrano concentrazioni particolarmente significative.

I fenoli e i tensioattivi, presenti nel percolato in quantità apprezzabile, esibiscono valori ritenuti “normali” in base ai dati di letteratura.

Conclusioni

In generale si può affermare che la discarica Nardò ha un bassissimo, se non nullo, impatto sulla qualità delle acque profonde.

DISCARICA UGENTO

Inquadramento urbanistico territoriale

L'impianto è stato realizzato in una preesistente cava di materiale calcareo in un'area situata lungo la direttrice Ugento – Gemini. Tale area dista circa 6 km da Ugento in direzione Sud e risulta inserita in un contesto territoriale caratterizzato da attività agricole. Non sono presenti nelle vicinanze della discarica insediamenti abitativi rilevanti.

L'impianto ricade nel bacino di utenza ASL LE/3, e vi sono state conferite circa 200 t/g di RSU.

L'area occupata dalla discarica è approssimativamente pari a 9,5 ha dei quali circa 8 sono relativi alla cava. Quest'ultima presentava, prima dei lavori di adeguamento che in larga parte l'hanno interessata, pareti sub-verticali con una profondità media di circa 8 m dal piano campagna.

La falda risulta presente ad una profondità dal piano campagna di circa 10 m. Il progetto dell'impianto di discarica prevede la costituzione di due lotti il primo dei quali copre una superficie di circa 3,3 ha.

Il percolato, pur idoneamente raccolto sul fondo impermeabilizzato della discarica, viene ricircolato all'interno dell'ammasso dei rifiuti.

La discarica è stata chiusa all'inizio del 1995 e attualmente sono stati avviati i lavori per la captazione del biogas e per la sistemazione finale dell'area.

Inquadramento geologico e idrogeologico

Inquadramento geologico

La zona, in cui ricade l'impianto di discarica, è caratterizzata geologicamente da terreni calcarenitici di età plio-pleistocenica affioranti su un'area che dall'abitato di Gemini, a Nord Ovest della discarica, si estende in direzione Sud Est. Tale area è delimitata ad Est e ad Ovest da affioramenti di calcari di età mesozoica.

Strutturalmente i depositi calcarenitici occupano un settore morfologicamente ribassato ad opera dei movimenti tettonici, poggiando in trasgressione sui sottostanti calcari cretacei che costituiscono il substrato roccioso tipico di questa parte della regione salentina (calcari di Melissano).

Sulla base dei dati geologici disponibili, è stato possibile ricostruire la serie stratigrafica tipo presente nell'area. Quest'ultima è costituita, dal basso verso l'alto, da:

- calcari di Melissano (Cretaceo);
- calcareniti del Salento (Plio-Pleistocene).

I calcari cretacei di Melissano che affiorano estesamente nelle vicinanze dell'impianto di discarica mentre in corrispondenza dello stesso si rinvenivano nel sottosuolo ad una profondità di circa 30 m dal piano campagna, sono litologicamente costituiti da calcari bianchi o avana, compatti e tenaci, in strati e banchi talora fossiliferi, con alternanze di livelli calcareo dolomitici di colore avana e grigi.

La stratificazione risulta ben definita e nel suo insieme la formazione presenta un intenso reticolo di microfessurazioni e fratturazioni che conferiscono al materiale una generale alta

permeabilità secondaria. Sono presenti anche sviluppati fenomeni carsici, in particolar modo lungo orizzonti stratigrafici preferenziali, che localmente condizionano i flussi della circolazione idrica profonda.

Le calcareniti del Salento, di età plio-pleisocenica, si presentano in trasgressione sulla formazione calcarea mesozoica, affiorando estesamente nell'area circostante la discarica.

Queste calcareniti si presentano a grana medio fine e medio grossolana di colore giallastro, fossilifere e di aspetto massiccio.

La formazione stratificazione è pressoché assente o localmente marcata da livelli macrofossiliferi. Lo spessore complessivo risulta di circa 320 m.

Nel complesso la formazione calcarenitica è costituita da due membri che possono essere indicati come membro inferiore e membro superiore, separati da depositi di argille grigio-azzurre. Livelli di sedimenti più o meno argillosi sono comunque presenti anche nei due membri più prettamente calcarenitici.

Da sondaggi effettuati nelle calcareniti superiori, sono stati infatti individuati banchi di argille limoso-sabbiose intercalate ai terreni calcarenitici. La stratigrafia tipo delle calcareniti superiori, evidenziata dai sondaggi, può essere sinteticamente rappresentata, a partire dal piano campagna verso il basso, da:

- calcareniti irregolarmente cementate;
- sabbie limoso-argillose con concrezioni calcarenitiche;
- argille limoso-sabbiose;
- sabbie concrezionate.

Inquadramento idrogeologico

Per quel che riguarda l'idrogeologia, i terreni calcarenitici presentano una discreta permeabilità tale da non permettere un cospicuo scorrimento superficiale delle acque meteoriche. L'idrologia superficiale è infatti estremamente limitata, mentre la natura carbonatica dei litotipi presenti favorisce, per fessurazione e carsismo, un intenso drenaggio di acque nel corpo roccioso.

Le indagini sulla falda acquifera, basata anche sui dati di numerosi pozzi scavati nelle aree circostanti la discarica, hanno individuato una falda profonda contenuta nelle rocce carbonatiche mesozoiche e alimentata dalle zone di affioramento dei calcari cretacei, e una modesta falda superficiale presente nei terreni calcarenitici e alimentata nelle zone di affioramento delle calcareniti salentine, sostenuta da un substrato argilloso impermeabile.

La falda profonda è denominata anche carsica in quanto si rinviene nei calcari cretacei generalmente molto permeabili per fessurazione e carsismo. Questi litotipi si alimentano prevalentemente con acque di origine meteorica la cui penetrazione nel sottosuolo avviene lungo vie preferenziali costituite dalle numerose serie di fratture presenti nei materiali.

La falda carsica, così costituita, poggia praticamente, in virtù della sua minore densità, sull'acqua marina di invasione continentale, acquisendo su scala sub-regionale (Penisola Salentina) una complessiva forma lenticolare con spessori massimi nella parte centrale della penisola stessa.

Al di sotto del sito in esame, la piezometrica della falda profonda si attesta ad una quota di circa 1-2 m slm e quindi a circa 100 m di profondità dal piano campagna. Le linee di deflusso principali di questa falda sono dirette prevalentemente da Nord verso sud in direzione del mar Ionio.

La falda superficiale contenuta nei terreni calcarenitici è sostenuta dal livello delle argille azzurre che separa i due membri calcareniti superiori – calcareniti inferiori. Questi sedimenti pelitici di natura prevalentemente argillosa marnosa risultano infatti praticamente impermeabili.

Il coefficiente di permeabilità K, valutato in laboratorio, è infatti di 6.8×10^{-6} cm/s. Sondaggi effettuati in zona hanno individuato uno spessore di queste argille di circa 3 metri.

La falda superficiale ha una portata modesta; lo spessore dei terreni costituenti l'acquifero nell'area della discarica è di circa 1 m.

Al di sotto del settore più depresso del piano di cava, il banco argilloso è presente a 3 m di profondità.

La superficie piezometrica, nello stesso settore, si attesta a circa 2 m di profondità dal piano cava.

Le linee di deflusso principale di questa ridotta falda acquifera superficiale, sono dirette da Nord-Nord Ovest verso Sud-Sud Est.

Commento ai dati relativi alle acque di falda e di percolazione

Il monitoraggio delle acque di falda riguarda il periodo 1993-1996. Si riportano i dati in Appendice E (Tabelle E1-E3; Figure E1-E9) relativi ai seguenti parametri:

- conducibilità elettrica;
- anioni:
 - cloruri;
 - nitrati;
 - solfati;
 - fosfati;
- microinquinanti inorganici:
 - ferro;
 - magnesio;
- parametri microbiologici (carica batterica totale su Agar 37 °C; coliformi totali).

Ai fini della presente valutazione sono state utilizzate le risultanze analitiche relative a 3 pozzi spia, appositamente aperti e precisamente:

- pozzo 4: a monte dell'area di discarica;
- pozzo 1: a valle dell'area di discarica;
- pozzo 2: a valle dell'area di discarica.

Di seguito si riportano le valutazioni effettuate per ciascun parametro ricercato nelle acque dei 3 pozzi spia di cui sopra:

- *conducibilità elettrica*

Nelle acque del pozzo situato a monte dell'area di discarica si nota un valore più elevato di conducibilità elettrica rispetto a quello riscontrato nelle acque dei pozzi a valle della discarica.

Peraltro il valore di tale parametro riscontrato nelle acque a monte eccede i criteri di qualità per le acque destinate al consumo umano fissate nel DPR n. 236/1988 così come modificato dal DL.vo n. 152/1999.
- *cloruri*

Si riscontra un andamento del tutto simile a quello della conducibilità elettrica.

- *nitriti*
Si evidenzia un lieve incremento di concentrazione nelle acque dei pozzi a valle, sempre rientrante tuttavia, nei criteri di qualità fissati per le acque destinate al consumo umano.
- *solfati*
Per tale parametro si ha di nuovo un andamento caratterizzato da maggiori concentrazioni nelle acque del pozzo a monte rispetto a quelle dei pozzi a valle dell'area di discarica. Tutti i valori rientrano nei criteri di qualità per le acque potabili.
- *ferro e fosfati*
In generale si ha una assenza di tali parametri nelle acque ispezionate di tutti i 3 pozzi spia.
- *magnesio*
Si ha il caratteristico andamento: maggiori valori di concentrazione nelle acque del pozzo a monte rispetto a quelli a valle dell'invaso di discarica.
- *parametri microbiologici*
Per il parametro carica batterica totale su Agar 37 °C si nota un anomalo andamento caratterizzato da una presenza unicamente nelle acque di uno dei due pozzi spia situati a valle della discarica (pozzo 1); mentre per il parametro coliformi totali si nota un lieve incremento nelle acque dell'altro pozzo spia situato a valle della discarica.

Il monitoraggio delle acque di percolazione di cui si riportano i dati relativi al biennio 1993-1995, riguarda i seguenti parametri (Tabella E2):

- COD;
- microinquinanti inorganici:
 - cromo VI;
 - cromo totale;
 - piombo;
 - rame;
 - nichel;
 - zinco;
- fenoli.

Non è possibile valutare il grado di maturazione dei rifiuti abbancati in quanto non è stato ricercato il parametro BOD₅. I valori di COD, tuttavia, evidenziano che nel corso del 1994 e soprattutto del 1995 i rifiuti hanno subito un forte processo di stabilizzazione, che ha coinciso, ovviamente, con la chiusura della discarica.

Per quanto riguarda i microinquinanti inorganici il cromo totale e cromo VI e il piombo risultano praticamente assenti, mentre si riscontrano tracce di rame e nichel.

I fenoli, tipici costituenti di un percolato di discarica di rifiuti solidi urbani, sono presenti nel percolato in concentrazione ritenuta "normale" in base ai dati di letteratura.

Conclusioni

In generale si può affermare che la discarica Ugento ha un bassissimo impatto sulla qualità delle acque profonde.

CONSIDERAZIONI FINALI

Per interpretare e valutare al meglio i risultati dei monitoraggi ambientali, è bene tenere presenti le normative nazionali e internazionali di seguito elencate. Esse, infatti, contengono anche gli obiettivi di qualità ambientale raggiungibili attraverso il rispetto dei valori limite stabiliti per ogni comparto ambientale considerato.

La prima normativa da prendere in considerazione è quella inerente al testo unico sulle acque ovvero il DL.vo n. 152 dell'11 maggio 1999 e successive modifiche e integrazioni che ha come obiettivo:

- prevenzione e riduzione dell'inquinamento, nonché risanamento dei corpi idrici inquinati;
- miglioramento dello stato delle acque e adeguata protezione di quelle destinate all'utilizzazione durevole e sostenibile delle risorse idriche, in primo luogo di quelle potabili;
- individuazione di misure atte a prevenire e ridurre l'inquinamento nelle zone vulnerabili e nelle aree sensibili, per conservare, risparmiare, riutilizzare e riciclare le risorse idriche.

In seconda battuta è bene considerare anche il DL.vo n. 31 del 2 febbraio 2001 inerente all'attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano. Tale decreto disciplina la qualità delle acque destinate a consumo umano al fine di proteggere la salute umana dagli effetti negativi derivanti dalla contaminazione delle acque stesse.

Infatti in tale DL.vo all'art. 4 si sottolinea la necessità che le acque destinate al consumo umano non contengano "microrganismi e parassiti, né altre sostanze, in quantità e concentrazioni tali da rappresentare un potenziale pericolo per la salute umana". Pertanto l'applicazione delle disposizioni del Decreto deve avere: "l'effetto di non consentire un deterioramento del livello esistente della qualità delle acque destinate al consumo umano tale da avere ripercussioni sulla tutela della salute umana, né l'aumento dell'inquinamento delle acque destinate alla produzione di acqua potabile".

Infine per quel che riguarda la normativa internazionale, è bene prendere in considerazione la Direttiva 2000/60/CE (7) del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro "per l'azione comunitaria in materia di acque".

Tale politica ambientale comunitaria si esplica nel perseguire gli obiettivi di salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali, che deve essere fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, anzitutto alla fonte, dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio "chi inquina paga".

In tal senso l'applicazione dei principi, da parte degli stati membri, contenuti nella direttiva 2000/60/CE dovrà contribuire alla graduale riduzione delle emissioni di sostanze pericolose nelle acque.

Per cui alla luce delle prescrizioni contenute nelle normative su menzionate, è bene ribadire quanto già sottolineato nel *Rapporto ISTISAN* del 1999 (1), tenendo, però, in considerazione quanto di nuovo è stato disposto nelle stesse e quanto è possibile riscontrare nella bibliografia internazionale e di settore. In particolare si può affermare che:

- Gli impianti di scarica dotati di idonei sistemi di protezione ambientale (fondo e pareti con strati di argilla e/o polietilene ad alta densità) e gestiti correttamente (captazione e smaltimento del percolato e del biogas, copertura quotidiana con

materiale inerte, ecc.), esibiscono un bassissimo impatto sulla qualità delle acque profonde.

- È necessario valutare correttamente il reale impatto dell'attività di discarica sulle acque profonde mediante un opportuno monitoraggio delle acque profonde stesse, prima dell'inizio dell'attività di discarica. Ciò permetterebbe di avere un "bianco" di riferimento a cui paragonare le successive risultanze analitiche. Tale monitoraggio deve comprendere sia il controllo dei parametri chimico-fisici che di quelli microbiologici.
- Tra i parametri da considerare prioritariamente nei monitoraggi delle acque profonde in prossimità di una discarica sia di rifiuti urbani, che di rifiuti speciali e pericolosi, vi debbono essere compresi quelli di origine xenobiotica e quelli più strettamente correlabili all'attività di discarica stessa. Tra tali parametri vi sono almeno i seguenti ritenuti prioritari da un punto di vista igienico-sanitario anche alla luce di quanto previsto dalla Direttiva 1999/31/CE e cioè: metalli pesanti (Cd, Cr_{tot} e Cr_{VI}, Cu, Hg, Pb, Ni, Zn), idrocarburi disciolti, composti alifatici alogenati, fenolo, esteri dell'acido italico, As, cianuri, fluoruri, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), TOC (Total Organic Carbon, carbonio organico totale) e per le discariche di rifiuti urbani possibile effettuare anche la ricerca del CVM (Cloruro di Vinile Monomero), considerato tipico tracciante di contaminazione da smaltimento di rifiuti urbani. Per quanto attiene la ricerca del CVM si osserva che esso si rileva in tutti i comparti ambientali in prossimità di discariche per rifiuti solidi urbani. Infatti è stato dimostrato che il CVM può generarsi nell'ammasso dei rifiuti per dealogenazione riduttiva di composti clorurati a maggior numero di cloro. Per quanto attiene, invece, la scelta dei parametri microbiologici da ritenersi prioritari in un monitoraggio di acque profonde, possiamo prendere in considerazione: la carica batterica a 37 °C, la carica batterica a 22 °C, i coliformi totali, i coliformi fecali, gli streptococchi fecali, l'*Escherichia coli*, le spore di clostridi solfito-riduttori e la *Salmonella*.
- Per quanto attiene invece la qualità delle acque di percolazione, si sottolinea la necessità di indagare i seguenti parametri: COD, BOD₅, metalli pesanti (Cd_{tot}, Cr_{tot} e Cr_{VI}, Cu, Hg, Pb, Ni, Zn), idrocarburi disciolti, composti alifatici alogenati, fenolo, esteri dell'acido italico, As, cianuri, fluoruri, IPA, TOC e del CVM.
- Riguardo invece i parametri microbiologici da monitorare nel percolato è opportuno prenderne in considerazione i seguenti: carica batterica a 37 °C, la carica batterica a 22 °C, i coliformi totali, i coliformi fecali, gli streptococchi fecali, l'*Escherichia coli*, le Spore di clostridi solfito riduttore, la *Salmonella* e saggi biologici. Infatti, mentre la ricerca degli agenti patogeni è indispensabile per un approccio più cautelativo a livello igienico-sanitario, l'effettuazione dei saggi biologici si ritiene opportuna ai fini dello smaltimento del percolato e in funzione dell'efficienza di trattamento dell'impianto di accettazione dello stesso. Si evidenzia infine l'opportunità che i campionamenti del percolato non debbano interrompersi quando cessa l'attività dello smaltimento dei rifiuti nell'impianto di discarica in quanto il monitoraggio delle acque di percolazione fornisce elementi utili per la valutazione delle principali fasi degradative tipiche di un ammasso di rifiuti, nonché indicazioni circa i contaminanti ambientali da ricercare nelle acque profonde.

BIBLIOGRAFIA

1. Bellino M, Falleni F, Forte T, Musmeci L. Valutazione della qualità delle acque profonde in prossimità di impianti di discarica per rifiuti solidi urbani e per rifiuti pericolosi. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 1999. (Rapporti ISTISAN 99/20).
2. Comunità Europea. Direttiva 1999/31/CE del 26 aprile 1999, n. 31 relativa alle discariche di rifiuti. *Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee* n.182, 16 luglio 1999.
3. Italia. Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. Testo aggiornato del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, recante: “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”, a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258. *Gazzetta Ufficiale – Serie Generale* n. 246, 20 ottobre 2000.
4. Italia. Decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31. Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano. *Gazzetta Ufficiale – Serie Generale* n. 52, 3 marzo 2001.
5. Italia. Decreto del Presidente della Repubblica 1988, n. 236. Attuazione della Direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell’art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183. *Gazzetta Ufficiale – Serie Generale* n. 152, 30 giugno 1988.
6. Celino P. Idrogeologia dei massicci carbonati delle pianure quaternarie e delle aree vulcaniche dell’Italia Centro-Meridionale (Marche e Lazio meridionale Abruzzo Molise e Campania). *Quaderni Cassa Mezzogiorno* 1983; 4(2): 1-225.
7. Italia. Decreto legislativo 2 febbraio 2002, n. 27. Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano. *Gazzetta Ufficiale – Serie Generale* n. 58, 9 marzo 2002.
8. Comunità Europea. Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000, n. 60 che istituisce un quadro per l’azione comunitaria in materia di acque. *Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee* n. 327, 22 dicembre 2000.

APPENDICE A
Discarica Ecolombardia18

Tabella A1. Acque di falda. Parametri chimico-fisici (conducibilità, azoto nitrico, cloruri) della discarica Ecolombardia18: pozzi spia 1 (monte), 4 (interno) e 8 (valle)

Data	Conducibilità elettrica (µS/cm)			Cloruri (mg/l)			Nitrati (mg/l)		
	1	4	8	1	4	8	1	4	8
12/12/84	-	-	-	-	15	-	-	0,1	-
02/01/85	-	-	-	-	15	-	-	1,6	-
10/06/85	-	-	-	-	31	-	-	20	-
06/12/85	-	790	-	-	30	-	-	24	-
08/04/86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/05/86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/06/86	1020	805	-	38	32	-	48	25	-
01/10/86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/12/86	890	750	-	30	33	-	7	27	-
04/03/87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/05/87	825	815	-	34	26	-	3	34	-
18/06/87	975	830	-	35	33	-	42	35	-
13/10/87	1015	-	-	23	-	-	50	-	-
27/11/87	950	800	-	42	37	-	48	34	-
15/01/88	985	956	-	28	60	-	48	31	-
17/03/88	1039	-	-	38	-	-	42	-	-
13/05/88	1118	-	-	-	-	-	50	-	-
30/05/88	990	-	-	39	-	-	48	-	-
22/06/88	1085	-	-	39	-	-	57	-	-
29/09/88	942	-	-	-	-	-	55	-	-
25/10/88	1040	-	-	43	-	-	36	-	-
15/12/88	960	-	-	35	-	-	55	-	-
18/01/89	1000	-	-	37	-	-	58	-	-
15/02/89	950	-	-	-	-	-	52	-	-
21/03/89	1020	-	-	42	-	-	33	-	-
03/05/89	1031	-	-	27	-	-	62	-	-
31/05/89	1030	-	-	35	-	-	35	-	-
03/07/89	805	-	-	41	-	-	51	-	-
28/09/89	1005	-	-	23	-	-	45	-	-
24/10/89	1035	-	-	31	-	-	32	-	-
14/12/89	915	-	-	39	-	-	50	-	-
25/01/90	1040	-	-	43	-	-	51	-	-
27/02/90	974	-	-	25	-	-	58	-	-
28/03/90	1050	-	-	40	-	-	55	-	-
09/05/90	1046	1025	-	25	22	-	53	47	-
07/06/90	915	915	-	47	46	-	52	45	-
27/07/90	1035	1010	-	46	48	-	52	15	-
06/11/90	950	930	-	36	35	-	58	1	-
30/01/91	1040	1080	-	52	60	-	39	30	-
28/02/91	1286	966	-	50	33	-	70	44	-
21/05/91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/06/91	1030	1110	-	35	50	-	65	44	-
25/09/91	-	-	-	-	-	-	-	-	-

segue

continua

Data	Conducibilità elettrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			Cloruri (mg/l)			Nitrati (mg/l)		
	1	4	8	1	4	8	1	4	8
26/02/92	1120	1200	-	53	66	-	60	42	-
23/09/92	1095	1060	-	42	49	-	75	65	-
17/11/92	960	965	-	45	52	-	62	55	-
17/02/93	1033	989	-	30	31	-	67	56	-
30/04/93	1045	1040	-	39	45	-	62	50	-
28/06/93	1046	995	-	30	36	-	70	58	-
03/08/93	1070	1030	-	30	36	-	55	40	-
09/09/93	1060	1050	-	42	51	-	70	27	-
29/11/93	1140	1070	-	43	40	-	62	56	-
31/01/94	1114	1116	-	46	65	-	65	43	-
26/05/94	1075	1030	-	42	48	-	66	58	-
29/06/94	1060	1030	-	23	36	-	74	6,3	-
07/09/94	1090	1040	-	37	37	-	72	64	-
05/10/94	1074	993	-	34	45	-	50	27	-
26/10/94	1030	1010	-	38	54	-	63	58	-
07/12/94	1210	1195	-	52	61	-	71	56	-
23/02/95	1220	1150	-	60	54	-	59	54	-
30/03/95	1125	1025	960	59	-	38	55	55	45
16/05/95	1080	1075	-	53	60	-	58	44	-
15/06/95	1091	1049	950	38	48	35	55	50	40
13/07/95	1090	990	-	42	41	-	44	59	-
10/10/95	1050	-	945	43	-	34	60	-	45
23/11/95	1110	1000	-	51	45	-	56	60	-
22/02/96	1140	1010	-	49	41	-	43	57	-
26/02/96	1140	1005	945	54	40	35	51	54	48
08/05/96	1095	1031	1028	42	36	43	53	56	41
29/05/96	1080	1030	-	46	38	-	54	59	-
25/07/96	1230	1140	-	81	73	-	81	87	-
11/09/96	1105	1070	990	43	40	38	54	61	47
29/10/96	1069	1025	1031	33	30	42	54	61	45
28/11/96	1080	1065	-	47	36	-	56	62	-
10/02/97	1160	1030	970	65	45	42	51	52	43
05/03/97	1195	-	-	42	-	-	46	-	-
29/04/97	1144	1051	1044	52	38	42	47	49	29
28/05/97	1460	980	-	122	38	-	25	47	-
16/07/97	1230	1105	-	55	47	-	45	53	-
15/09/97	1025	-	940	42	-	40	51	-	42
15/10/97	1068	-	1040	36	-	45	48	-	39
26/11/97	1125	-	-	37	-	-	52	-	-
11/02/98	1080	-	955	46	-	45	56	-	44
10/09/98	1105	1060	1040	85	51	0	49	48	0
27/10/98	1100	-	-	40	-	-	56	-	-

**Tabella A2. Acque di falda. Parametri chimico-fisici (solfati, potassio, magnesio)
della discarica Ecolombardia18: pozzi spia 1 (monte), 4 (interno) e 8 (valle)**

Data	Solfati (mg/l)			Potassio (mg/l)			Magnesio (mg/l)		
	1	4	8	1	4	8	1	4	8
12/12/84	-	126	-	-	-	-	-	-	-
02/01/85	-	115	-	-	-	-	-	-	-
10/06/85	-	250	-	-	-	-	-	37	-
06/12/85	-	250	-	-	-	-	-	39	-
08/04/86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/05/86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/06/86	250	250	-	-	-	-	40	39	-
01/10/86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/12/86	100	150	-	-	-	-	-	-	-
04/03/87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/05/87	0	-	-	-	-	-	-	-	-
18/06/87	-	250	-	-	-	-	41	39	-
13/10/87	110	-	-	-	-	-	-	-	-
27/11/87	250	250	-	-	-	-	44	39	-
15/01/88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/03/88	-	-	-	4,3	-	-	-	-	-
13/05/88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/05/88	250	-	-	-	-	-	49	-	-
22/06/88	133	-	-	2,1	-	-	58	-	-
29/09/88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/10/88	105	-	-	2,7	-	-	46	-	-
15/12/88	250	-	-	-	-	-	46	-	-
18/01/89	100	-	-	2,8	-	-	51	-	-
15/02/89	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/89	120	-	-	4,3	-	-	54	-	-
03/05/89	158	-	-	-	-	-	-	-	-
31/05/89	135	-	-	2,7	-	-	54	-	-
03/07/89	250	-	-	-	-	-	52	-	-
28/09/89	100	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/89	140	-	-	3,3	-	-	55	-	-
14/12/89	250	-	-	-	-	-	49	-	-
25/01/90	125	-	-	2,9	-	-	48	-	-
27/02/90	60	-	-	-	-	-	-	-	-
28/03/90	130	-	-	3,3	-	-	50	-	-
09/05/90	120	121	-	-	-	-	-	-	-
07/06/90	250	250	-	-	-	-	44	44	-
27/07/90	128	132	-	2,9	5,8	-	48	48	-
06/11/90	110	137	-	-	-	-	46	45	-
30/01/91	142	129	-	4,3	4	-	50	54	-
28/02/91	161	125	-	-	-	-	-	-	-
21/05/91	-	-	-	-	-	-	44	44	-
28/06/91	143	142	-	4,2	3,6	-	48	51	-
25/09/91	-	-	-	-	-	-	41	44	-

segue

continua

Data	Solfati (mg/l)			Potassio (mg/l)			Magnesio (mg/l)		
	1	4	8	1	4	8	1	4	8
26/02/92	135	148	-	5,4	4,7	-	54	56	-
23/09/92	120	123	-	4,8	4,2	-	56	52	-
17/11/92	110	156	-	-	-	-	49	52	-
17/02/93	136	133	-	6,2	4,8	-	-	-	-
30/04/93	110	120	-	2,1	2,1	-	148	48	-
28/06/93	127	134	-	4,6	4,3	-	-	-	-
03/08/93	115	110	-	3,3	3,5	-	53	49	-
09/09/93	134	148	-	-	-	-	52	53	-
29/11/93	125	130	-	3,5	3,1	-	55	51	-
31/01/94	156	124	-	5,4	4,6	-	-	-	-
26/05/94	127	130	-	-	-	-	50	48	-
29/06/94	129	146	-	3,9	3,3	-	45	44	-
07/09/94	130	130	-	3,1	2,9	-	52	50	-
05/10/94	141	123	-	4,1	3,9	-	-	-	-
26/10/94	131	126	-	6,0	5,5	-	48	46	-
07/12/94	154	136	-	5,5	5,4	-	54	53	-
23/02/95	170	123	-	4,6	5,6	-	52	44	-
30/03/95	144	131	116	-	-	-	45	39	-
16/05/95	135	117	-	4,4	4,4	-	49	50	-
15/06/95	118	114	111	4,3	4,2	4,0	-	-	-
13/07/95	139	128	-	5,2	3,8	-	52	47	-
10/10/95	131	-	118	-	-	-	50	-	44
23/11/95	136	140	-	6,4	4,2	-	50	46	-
22/02/96	141	138	-	3,5	6,8	-	51	46	-
26/02/96	153	125	125	-	-	-	53	51	49
08/05/96	142	132	140	6,7	6,2	6	-	-	-
29/05/96	130	125	-	3,7	4,5	-	46	46	-
25/07/96	190	185	-	4,8	4,1	-	48	46	-
11/09/96	133	131	126	-	-	-	49	48	45
29/10/96	113	113	126	4,5	4,2	4,3	-	-	-
28/11/96	153	144	-	6,6	5,1	-	46	47	-
10/02/97	178	120	119	-	-	-	54	51	48
05/03/97	128	-	-	7,5	-	-	53	-	-
29/04/97	143	121	95	6,4	5,7	5,4	-	-	-
28/05/97	188	100	-	6,8	3,9	-	57	48	-
16/07/97	150	130	-	7,5	4,8	-	58	57	-
15/09/97	130	-	118	-	-	-	52	-	49
15/10/97	121	-	134	4,1	-	3,9	-	-	-
26/11/97	120	-	-	4,1	-	-	55	-	-
11/02/98	159	-	126	-	-	-	51	-	46
10/09/98	128	120	-	-	-	-	46	51	-
27/10/98	150	-	-	3,9	-	-	48	-	-

**Tabella A3. Acque di falda. Parametri chimico-fisici (alluminio, cadmio, cromo)
della discarica Ecolombardia18: pozzi spia 1 (monte), 4 (interno) e 8 (valle)**

Data	Alluminio (mg/l)			Cadmio (mg/l)			Cromo (mg/l)		
	1	4	8	1	4	8	1	4	8
12/12/84	-	0,03	-	-	10	-	-	-	-
02/01/85	-	0,06	-	-	10	-	-	-	-
10/06/85	-	-	-	-	10	-	-	10	-
06/12/85	-	-	-	-	1	-	-	50	-
08/04/86	-	-	-	20	10	-	-	-	-
20/05/86	-	-	-	10	-	-	-	-	-
04/06/86	0,10	0,10	-	1	1	-	1	1	-
01/10/86	-	-	-	10	-	-	-	-	-
03/12/86	-	-	-	10	10	-	10	10	-
04/03/87	-	-	-	10	10	-	-	-	-
28/05/87	-	-	-	1	1	-	-	-	-
18/06/87	-	-	-	20	20	-	10	1	-
13/10/87	-	-	-	10	-	-	-	-	-
27/11/87	0,50	0,50	-	10	10	-	100	100	-
15/01/88	-	-	-	10	10	-	-	-	-
17/03/88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/05/88	0,04	-	-	10	-	-	-	-	-
30/05/88	-	-	-	50	-	-	50	-	-
22/06/88	-	-	-	1	-	-	1	-	-
29/09/88	-	-	-	10	-	-	-	-	-
25/10/88	-	-	-	1	-	-	1	-	-
15/12/88	0,05	-	-	1	-	-	10	-	-
18/01/89	-	-	-	1	-	-	2	-	-
15/02/89	-	-	-	10	-	-	-	-	-
21/03/89	-	-	-	1	-	-	1	-	-
03/05/89	-	-	-	10	-	-	-	-	-
31/05/89	-	-	-	1	-	-	10	-	-
03/07/89	0,04	-	-	1	-	-	10	-	-
28/09/89	-	-	-	10	-	-	-	-	-
24/10/89	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/89	0,01	-	-	5	-	-	-	-	-
25/01/90	-	-	-	1	-	-	5	-	-
27/02/90	-	-	-	-	-	-	1	-	-
28/03/90	-	-	-	1	-	-	5	-	-
09/05/90	-	-	-	1	15	-	2	15	-
07/06/90	0,01	0,01	-	1	1	-	3	1	-
27/07/90	-	-	-	0,1	0,1	-	5	5	-
06/11/90	0,01	0,01	-	1	1	-	2	1	-
30/01/91	-	-	-	1	1	-	5	5	-
28/02/91	-	-	-	5	5	-	10	10	-
21/05/91	0,02	0,01	-	1	1	-	3	1	-
28/06/91	-	-	-	1	1	-	20	10	-
25/09/91	0,00	0,02	-	1	10	-	4	1	-

segue

continua

Data	Alluminio (mg/l)			Cadmio (mg/l)			Cromo (mg/l)		
	1	4	8	1	4	8	1	4	8
26/02/92	-	-	-	0,1	1	-	3	1	-
23/09/92	-	-	-	1	1	-	1	1	-
17/11/92	0,01	0,01	-	1	1	-	3	2	-
17/02/93	-	-	-	0,5	0,5	-	5	5	-
30/04/93	-	-	-	1	2	-	8	10	-
28/06/93	-	-	-	0,5	0,5	-	5	5	-
03/08/93	-	-	-	1	1	-	-	-	-
09/09/93	0,02	-	-	1	1	-	5	5	-
29/11/93	-	-	-	1	1	-	10	10	-
31/01/94	-	-	-	0,5	-	-	50	5	-
26/05/94	0,02	0,02	-	1	1	-	5	5	-
29/06/94	-	-	-	5	5	-	10	10	-
07/09/94	-	-	-	5	5	-	6	5	-
05/10/94	-	-	-	0,5	-	-	50	5	-
26/10/94	-	-	-	5	5	-	5	5	-
07/12/94	-	-	-	5	5	-	5	5	-
23/02/95	-	-	-	20	10	-	20	20	-
30/03/95	0,02	0,02	0,02	1	1	1	5	5	50
16/05/95	-	-	-	20	20	-	20	20	-
15/06/95	-	-	-	0,5	0,5	0,5	5	5	5000
13/07/95	-	-	-	-	1	-	20	20	-
10/10/95	0,02	-	0,02	1	-	1	5	-	1100
23/11/95	-	-	-	1	1	-	20	20	-
22/02/96	-	-	-	1	1	-	4	1	-
26/02/96	0,02	0,02	0,02	1	1	1	5	5	200
08/05/96	-	-	-	0,5	0,5	0,5	5	5	5
29/05/96	-	-	-	1	1	-	3	2	-
25/07/96	-	-	-	1	0,2	-	4	2	-
11/09/96	0,02	-	0,02	1	1	1	5	5	400
29/10/96	-	-	-	0,5	0,5	0,5	5	5	5
28/11/96	-	-	-	1	1	-	4	1	-
10/02/97	0,02	0,02	0,02	1	1	10	5	5	50
05/03/97	-	-	-	1	-	-	6	-	-
29/04/97	-	-	0,01	0,5	0,5	0,5	5	5	5
28/05/97	-	-	-	1	1	-	4	5	-
16/07/97	-	-	-	1	1	-	5	2	-
15/09/97	0,02	-	0,02	1	-	5	5	-	50
15/10/97	-	-	-	0,5	-	0,5	5	-	5
26/11/97	-	-	-	0,1	-	-	8	-	-
11/02/98	0,02	-	0,02	1	-	1	5	-	50
10/09/98	0,02	0,02	0,02	1	1	1	5	5	50
27/10/98	-	-	-	1	-	-	3	-	-

**Tabella A4. Acque di falda. Parametri chimico-fisici (rame, ferro, manganese)
della discarica Ecolombardia18: pozzi spia 1 (monte), 4 (interno) e 8 (valle)**

Data	Rame (mg/l)			Ferro (mg/l)			Manganese (mg/l)		
	1	4	8	1	4	8	1	4	8
12/12/84	-	10	-	-	5000	-	-	100	-
02/01/85	-	100	-	-	5400	-	-	-	-
10/06/85	-	-	-	-	560	-	-	150	-
06/12/85	-	20	-	-	1500	-	-	300	-
08/04/86	30	30	-	260	150	-	-	-	-
20/05/86	30	-	-	100	-	-	-	-	-
04/06/86	50	50	-	200	-	-	200	190	-
01/10/86	30	-	-	200	-	-	-	-	-
03/12/86	50	50	-	100	100	-	10	10	-
04/03/87	30	30	-	100	70	-	350	300	-
28/05/87	30	30	-	400	220	-	600	230	-
18/06/87	100	100	-	300	200	-	300	200	-
13/10/87	30	-	-	-	-	-	50	-	-
27/11/87	50	50	-	500	500	-	270	250	-
15/01/88	30	30	-	100	40	-	270	170	-
17/03/88	30	-	-	130	-	-	740	-	-
13/05/88	30	-	-	60	-	-	730	-	-
30/05/88	20	-	-	100	-	-	340	-	-
22/06/88	-	-	-	40	-	-	20	-	-
29/09/88	30	-	-	100	-	-	160	-	-
25/10/88	-	-	-	100	-	-	930	-	-
15/12/88	50	-	-	100	-	-	150	-	-
18/01/89	-	-	-	65	-	-	480	-	-
15/02/89	30	-	-	150	-	-	180	-	-
21/03/89	-	-	-	50	-	-	170	-	-
03/05/89	30	-	-	50	-	-	80	-	-
31/05/89	-	-	-	60	-	-	170	-	-
03/07/89	1	-	-	30	-	-	200	-	-
28/09/89	30	-	-	70	-	-	40	-	-
24/10/89	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/89	10	-	-	100	-	-	-	-	-
25/01/90	-	-	-	60	-	-	120	-	-
27/02/90	2	-	-	96	-	-	50	-	-
28/03/90	-	-	-	60	-	-	80	-	-
09/05/90	25	6	-	30	40	-	60	220	-
07/06/90	12	2	-	40	20	-	30	210	-
27/07/90	-	-	-	30	60	-	28	160	-
06/11/90	2	1	-	20	10	-	40	190	-
30/01/91	-	-	-	200	150	-	5	80	-
28/02/91	5	5	-	50	40	-	40	200	-
21/05/91	2	2	-	50	-	-	10	190	-
28/06/91	-	-	-	10	20	-	5	90	-
25/09/91	2	10	-	50	50	-	10	30	-

segue

continua

Data	Rame (mg/l)			Ferro (mg/l)			Manganese (mg/l)		
	1	4	8	1	4	8	1	4	8
26/02/92	-	-	-	6	60	-	2	6	-
23/09/92	-	-	-	30	80	-	6	1	-
17/11/92	1	1	-	50	50	-	140	200	-
17/02/93	5	-	-	-	40	-	40	170	-
30/04/93	-	-	-	50	40	-	200	30	-
28/06/93	5	5	-	350	100	-	20	150	-
03/08/93	-	-	-	30	20	-	20	100	-
09/09/93	5	14	-	50	50	-	10	220	-
29/11/93	-	-	-	150	60	-	200	150	-
31/01/94	50	5	-	40	40	-	19	20	-
26/05/94	5	5	-	50	50	-	10	140	-
29/06/94	10	10	-	10	10	-	30	150	-
07/09/94	7	5	-	80	10	-	10	290	-
05/10/94	50	20	-	800	40	-	20	150	-
26/10/94	5	5	-	40	30	-	10	20	-
07/12/94	5	5	-	30	40	-	10	10	-
23/02/95	20	20	-	60	20	-	50	20	-
30/03/95	5	5	-	50	190	10	250	150	5
16/05/95	20	20	-	70	20	-	30	40	-
15/06/95	5	5	5	160	200	300	146	70	10
13/07/95	20	20	-	20	10	-	30	200	-
10/10/95	5	-	-	50	-	10	60	-	5
23/11/95	20	20	-	20	20	-	20	140	-
22/02/96	1	6	-	40	30	-	530	130	-
26/02/96	5	5	-	50	50	10	550	170	5
08/05/96	5	5	5	40	40	50	100	80	20
29/05/96	1	1	-	38	7	-	89	87	-
25/07/96	1	1	-	24	23	-	137	148	-
11/09/96	5	5	-	50	50	10	130	110	5
29/10/96	5	5	5	40	40	40	130	140	20
28/11/96	1	1	-	64	10	-	17	100	-
10/02/97	5	5	-	50	50	10	770	150	5
05/03/97	1	-	-	27	-	-	450	-	-
29/04/97	5	5	5	120	110	120	400	170	20
28/05/97	2	3	-	35	95	-	550	150	-
16/07/97	4	3	-	95	309	-	119	101	-
15/09/97	5	-	0	220	-	10	10	-	5
15/10/97	5	-	5	40	-	40	180	-	20
26/11/97	3	-	-	43	-	-	194	-	-
11/02/98	5	-	0	50	-	10	390	-	5
10/09/98	5	5	-	50	50	10	140	170	5
27/10/98	1	-	-	10	-	-	170	-	-

**Tabella A5. Acque di falda. Parametri chimico-fisici (nicel, piombo, zinco)
della discarica Ecolombardia18: pozzi spia 1 (monte), 4 (interno) e 8 (valle)**

Data	Nichel (mg/l)			Piombo (mg/l)			Zinco (mg/l)		
	1	4	8	1	4	8	1	4	8
12/12/84	-	60	-	-	100	-	-	20	-
02/01/85	-	60	-	-	100	-	-	160	-
10/06/85	-	-	-	-	50	-	-	30	-
06/12/85	-	50	-	-	9	-	-	40	-
08/04/86	18	60	-	29	200	-	250	10	-
20/05/86	60	-	-	20	-	-	20	-	-
04/06/86	50	50	-	130	10	-	50	20	-
01/10/86	60	-	-	100	-	-	10	-	-
03/12/86	10	10	-	10	10	-	100	100	-
04/03/87	60	60	-	100	100	-	10	10	-
28/05/87	10	12	-	2	2	-	40	40	-
18/06/87	100	100	-	200	200	-	100	100	-
13/10/87	60	-	-	200	-	-	10	-	-
27/11/87	500	500	-	100	100	-	250	250	-
15/01/88	60	60	-	200	200	-	10	10	-
17/03/88	60	-	-	200	-	-	20	-	-
13/05/88	60	-	-	200	-	-	10	-	-
30/05/88	100	-	-	20	-	-	100	-	-
22/06/88	-	-	-	50	-	-	-	-	-
29/09/88	60	-	-	50	-	-	10	-	-
25/10/88	-	-	-	16	-	-	-	-	-
15/12/88	50	-	-	10	-	-	50	-	-
18/01/89	-	-	-	10	-	-	-	-	-
15/02/89	60	-	-	10	-	-	10	-	-
21/03/89	-	-	-	10	-	-	-	-	-
03/05/89	60	-	-	200	-	-	30	-	-
31/05/89	-	-	-	50	-	-	-	-	-
03/07/89	14	-	-	2	-	-	10	-	-
28/09/89	100	-	-	10	-	-	10	-	-
24/10/89	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/89	50	-	-	10	-	-	500	-	-
25/01/90	-	-	-	10	-	-	-	-	-
27/02/90	2	-	-	1	-	-	10	-	-
28/03/90	-	-	-	15	-	-	-	-	-
09/05/90	37	1	-	4	7	-	30	80	-
07/06/90	4	6	-	6	2	-	10	60	-
27/07/90	-	-	-	1	1	-	-	-	-
06/11/90	3	9	-	1	1	-	30	20	-
30/01/91	-	-	-	1	1	-	-	-	-
28/02/91	10	10	-	1	1	-	10	10	-
21/05/91	4	3	-	3	1	-	50	50	-
28/06/91	-	-	-	1	10	-	-	-	-
25/09/91	1	20	-	1	10	-	50	50	-

segue

continua

Data	Nichel (mg/l)			Piombo (mg/l)			Zinco (mg/l)		
	1	4	8	1	4	8	1	4	8
26/02/92	-	-	-	1	6	-	-	-	-
23/09/92	-	-	-	1	1	-	-	-	-
17/11/92	4	5	-	5	5	-	50	50	-
17/02/93	10	10	-	5	5	-	10	40	-
30/04/93	-	-	-	5	5	-	-	-	-
28/06/93	10	10	-	5	5	-	10	30	-
03/08/93	-	-	-	2	1	-	-	-	-
09/09/93	5	120	-	5	5	-	50	1800	-
29/11/93	-	-	-	20	1	-	-	-	-
31/01/94	10	10	-	5	5	-	10	140	-
26/05/94	5	5	-	13	5	-	50	50	-
29/06/94	10	10	-	10	10	-	10	10	-
07/09/94	5	5	-	10	10	-	5	5	-
05/10/94	10	10	-	5	5	-	10	10	-
26/10/94	5	5	-	10	10	-	5	10	-
07/12/94	5	5	-	10	10	-	40	40	-
23/02/95	20	20	-	20	20	-	20	40	-
30/03/95	8	5	50	5	20	-	50	50	-
16/05/95	20	20	-	20	20	-	20	20	-
15/06/95	10	10	10	5	5	5	10	300	940
13/07/95	20	20	-	20	20	-	20	20	-
10/10/95	5	-	50	5	-	-	50	-	-
23/11/95	20	20	-	20	20	-	80	20	-
22/02/96	8	8	-	3	80	-	20	20	-
26/02/96	11	5	50	5	5	-	50	50	-
08/05/96	10	10	10	5	5	5	10	20	2500
29/05/96	4	3	-	1	2	-	10	10	-
25/07/96	4	3	-	3	4	-	10	10	-
11/09/96	5	5	50	5	5	-	50	50	-
29/10/96	10	10	10	5	5	5	20	10	140
28/11/96	4	20	-	1	2	-	10	10	-
10/02/97	1	5	5	5	5	-	50	50	-
05/03/97	17	-	-	1	-	-	10	-	-
29/04/97	10	10	10	5	5	5	12	10	126
28/05/97	2	2	-	3	5	-	13	20	-
16/07/97	6	5	-	8	7	-	10	10	-
15/09/97	5	-	5	5	-	-	5	-	-
15/10/97	10	-	10	5	-	5	10	-	10
26/11/97	38	-	-	4	-	-	10	-	-
11/02/98	6	-	50	5	-	-	50	-	-
10/09/98	5	5	50	5	5	-	50	50	-
27/10/98	6	-	-	1	-	-	5	-	-

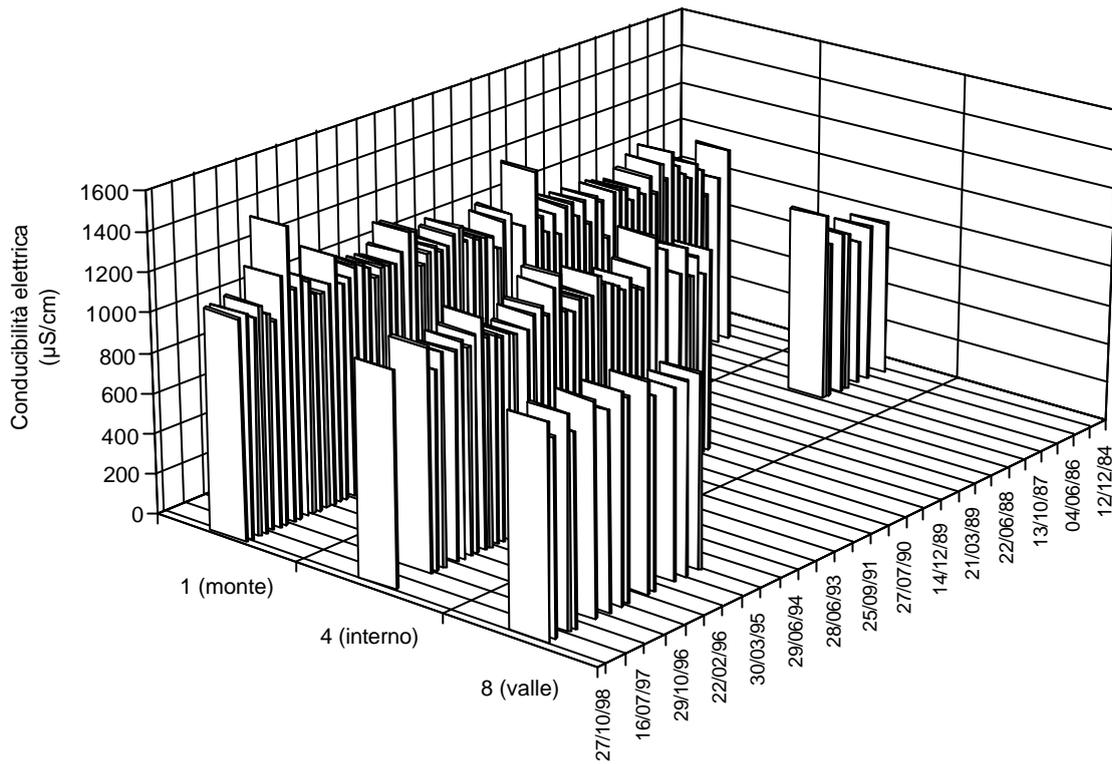


Figura A1. Andamento della conducibilità elettrica nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

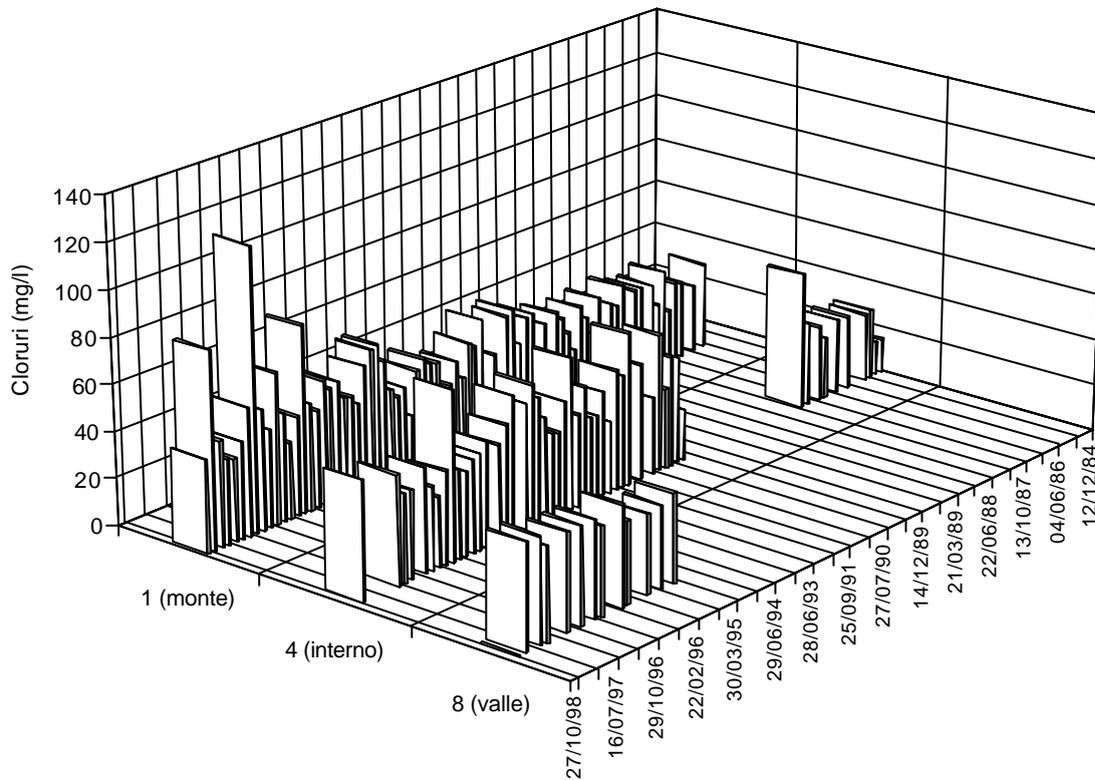


Figura A2. Andamento dei cloruri nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

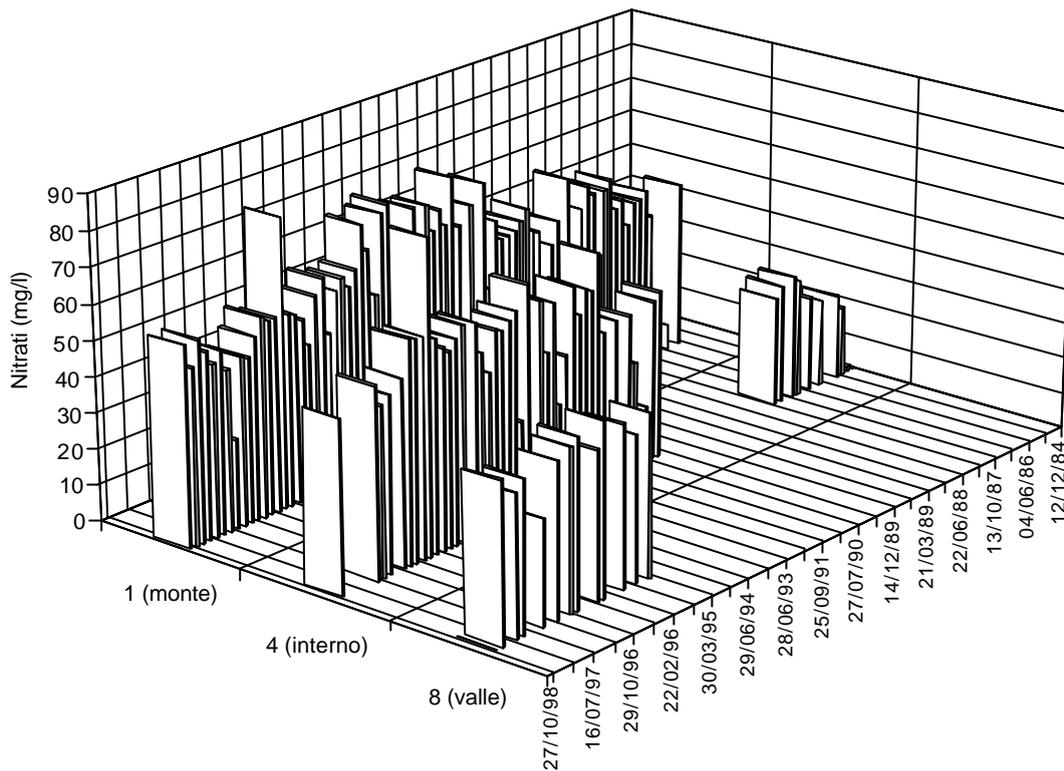


Figura A3. Andamento dei nitrati nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

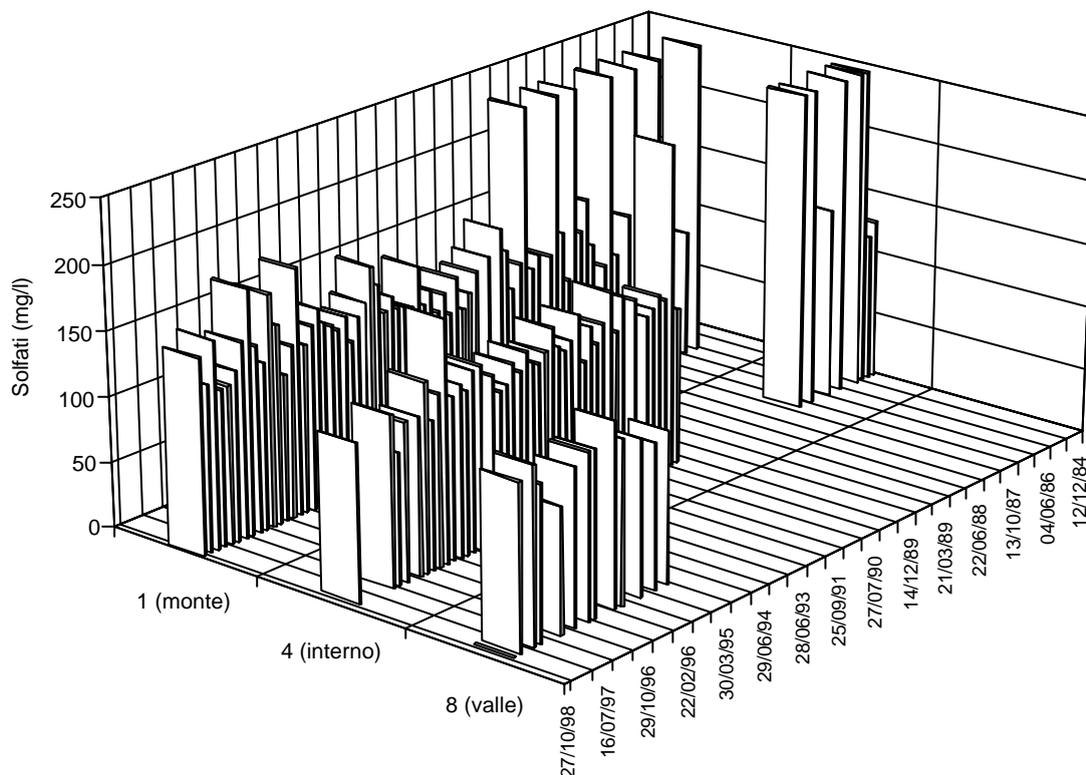


Figura A4. Andamento dei solfati nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

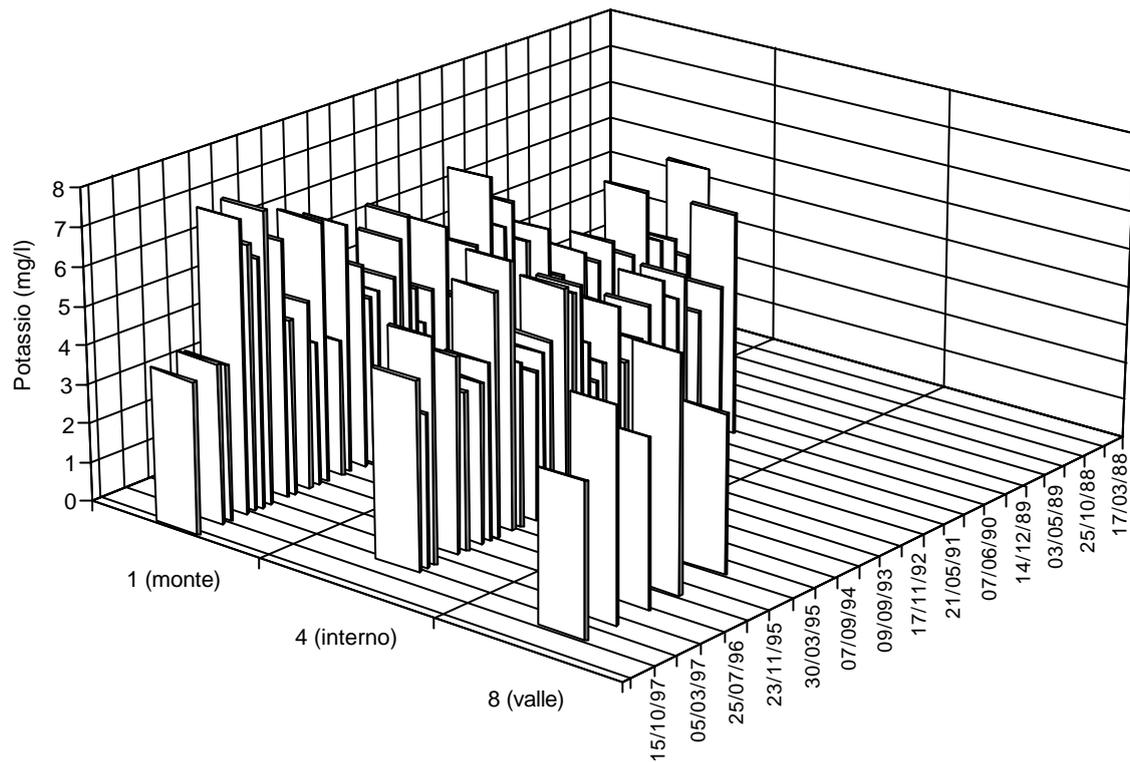


Figura A5. Andamento del potassio nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

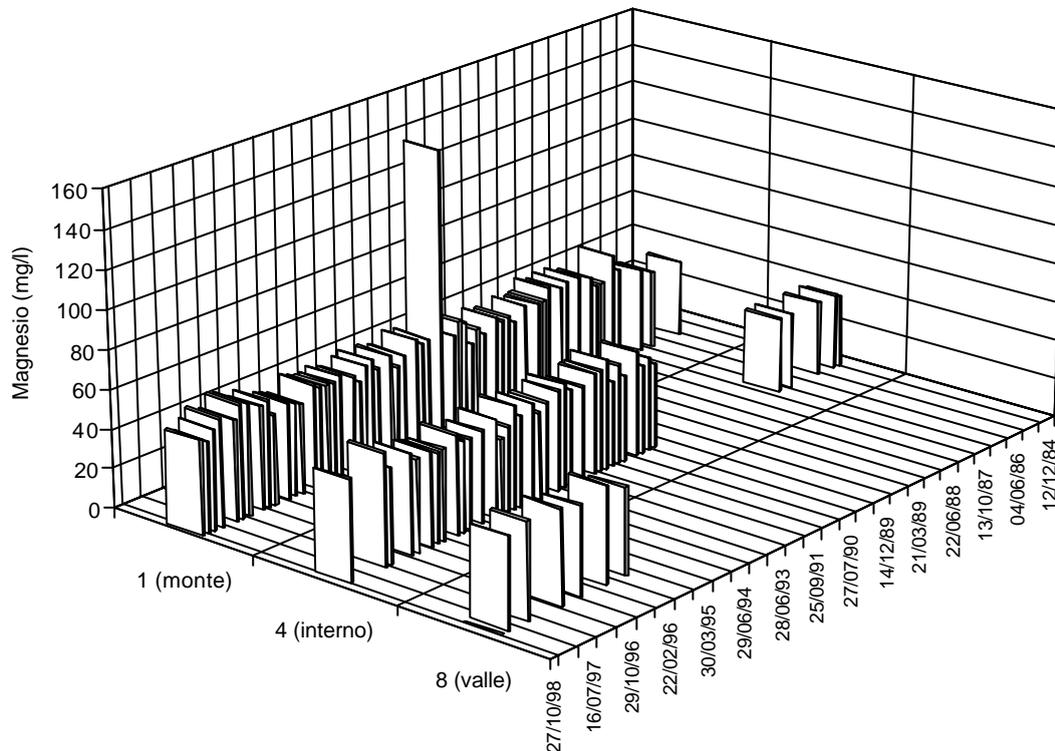


Figura A6 Andamento del magnesio nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

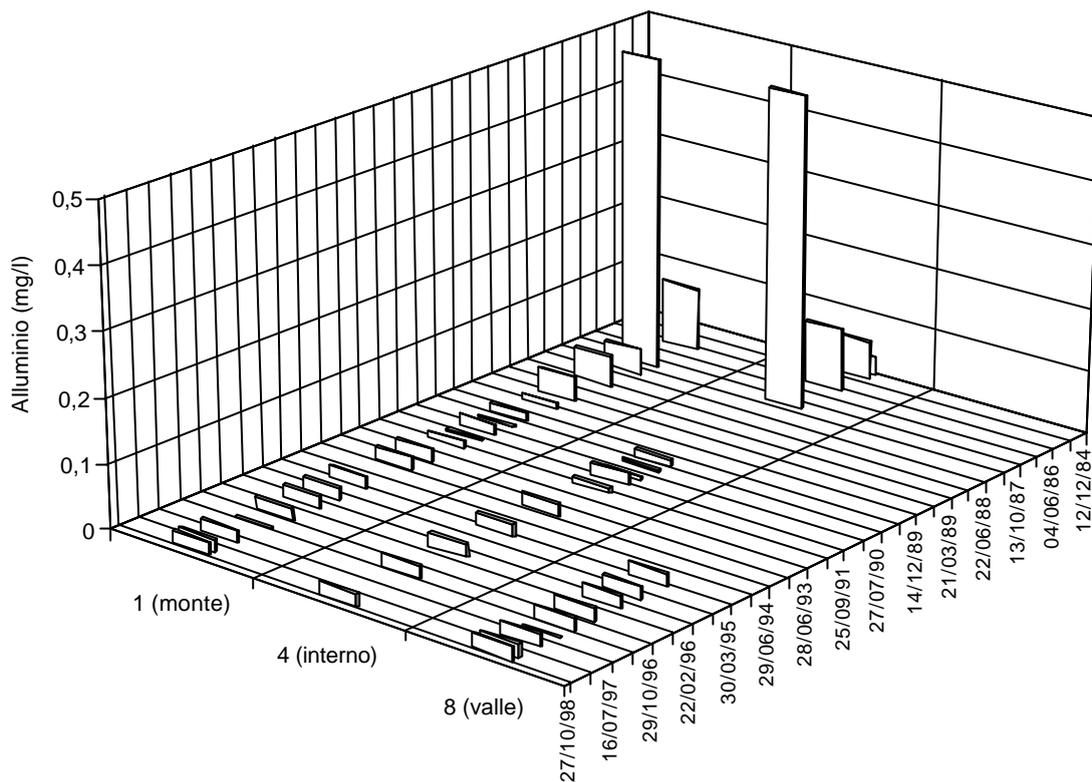


Figura A7. Andamento dell'alluminio nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

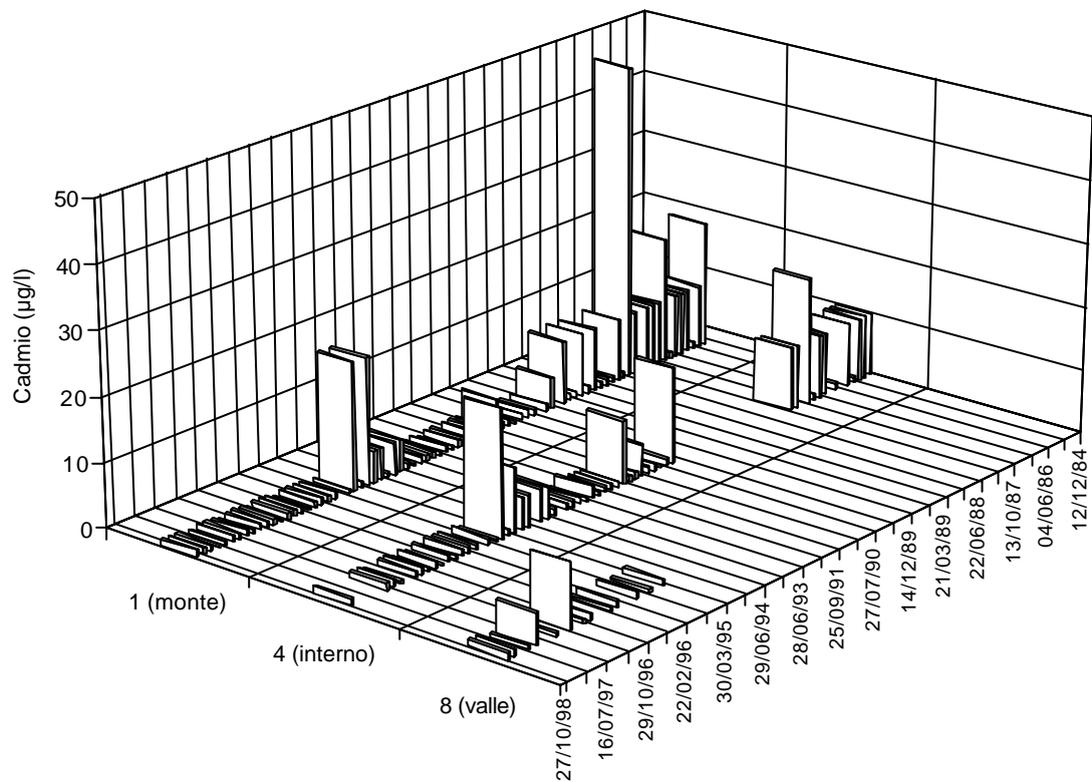


Figura A8. Andamento del cadmio nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

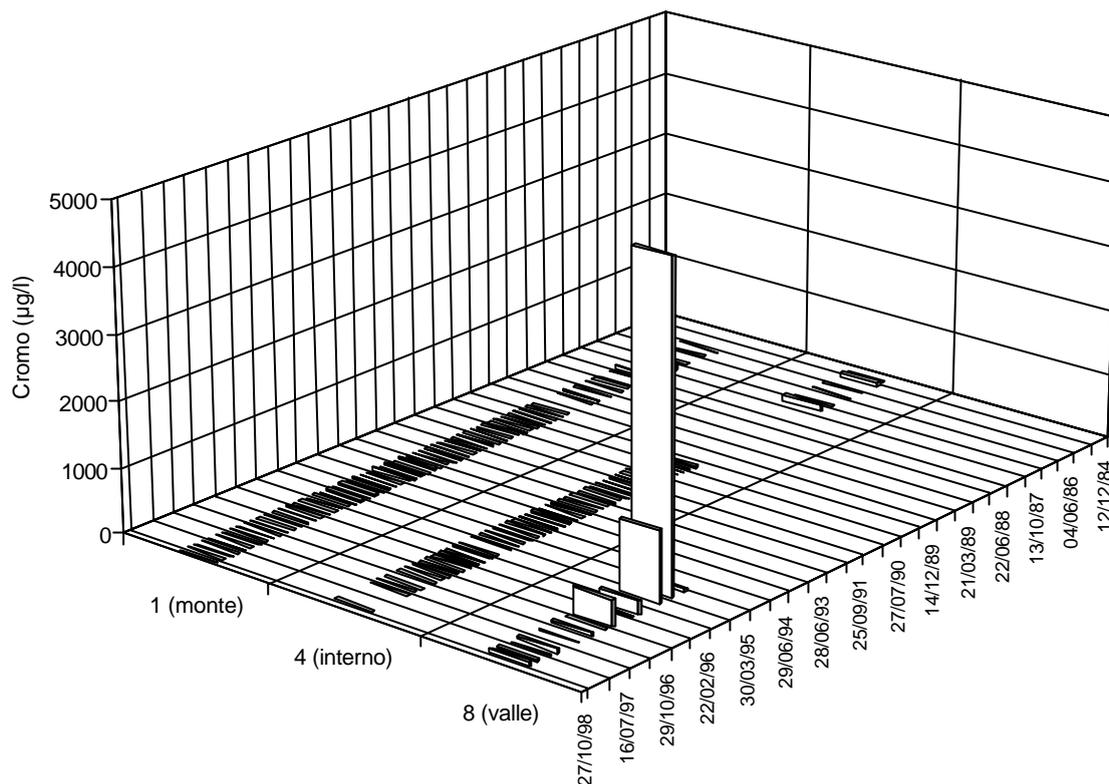


Figura A9. Andamento del cromo nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

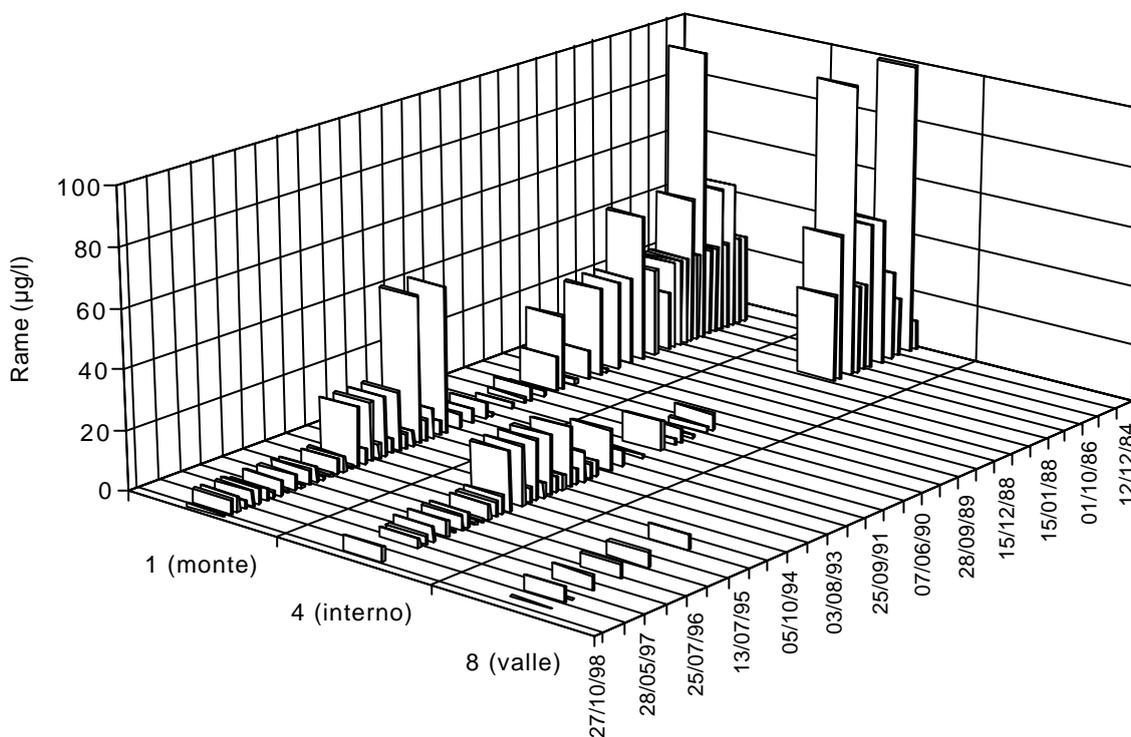


Figura A10. Andamento del rame nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

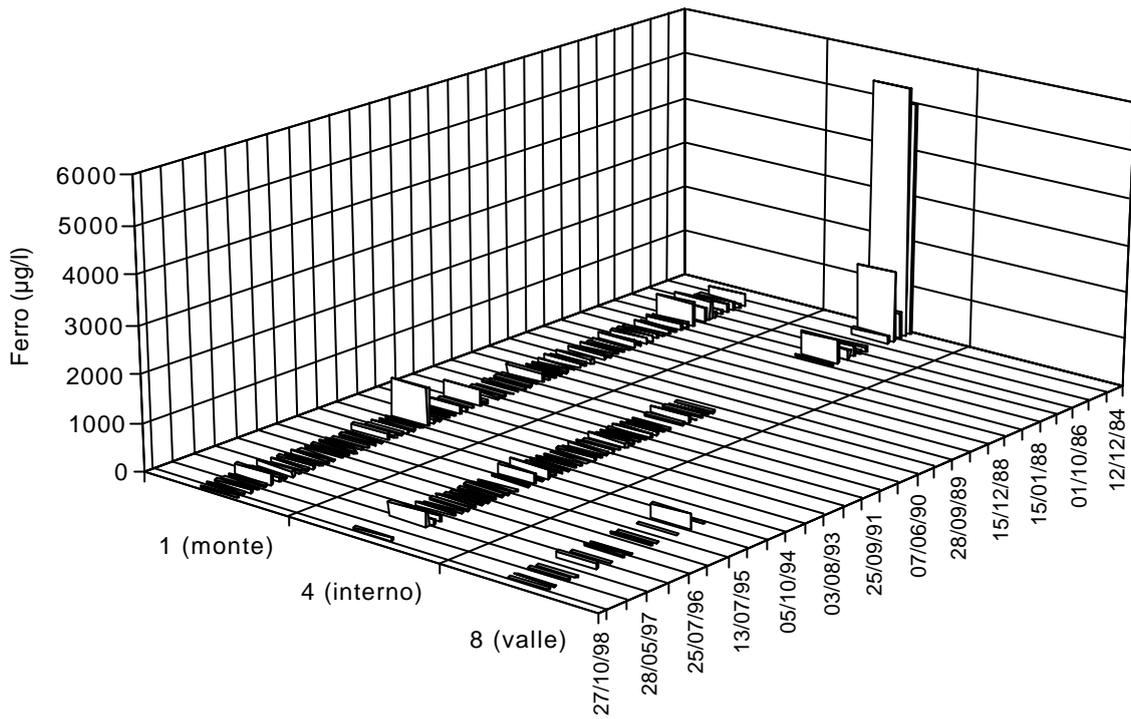


Figura A11. Andamento del ferro nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

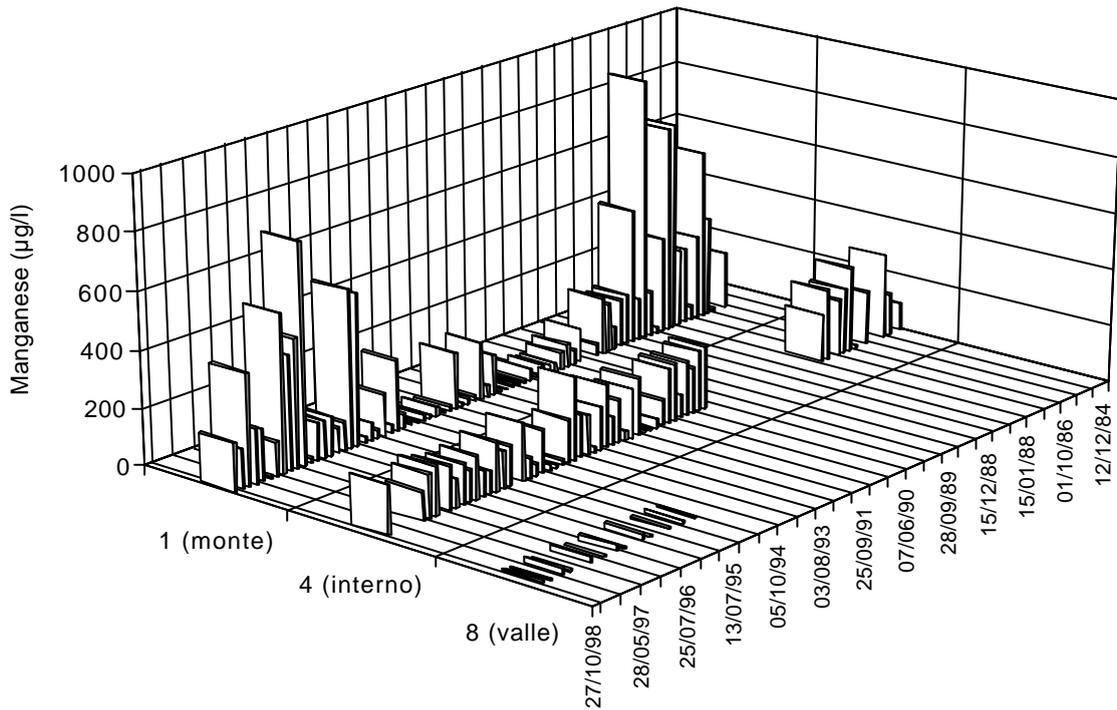


Figura A12. Andamento del manganese nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

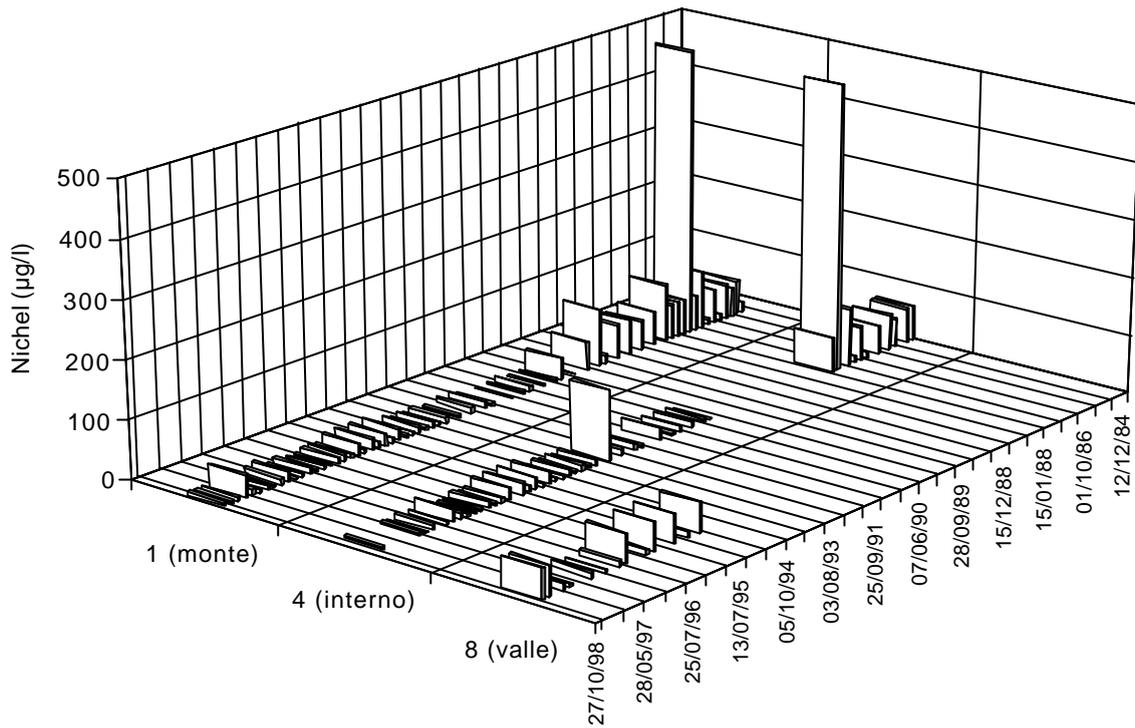


Figura A13. Andamento del nichel nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

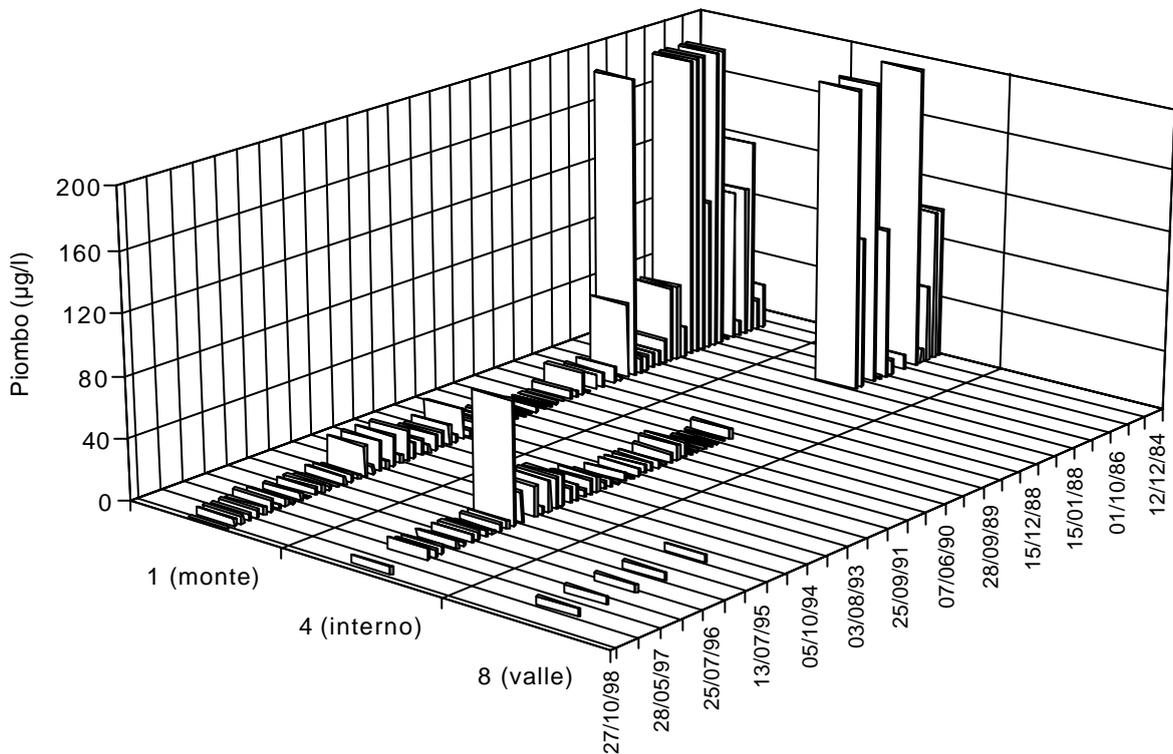


Figura A14. Andamento del piombo nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

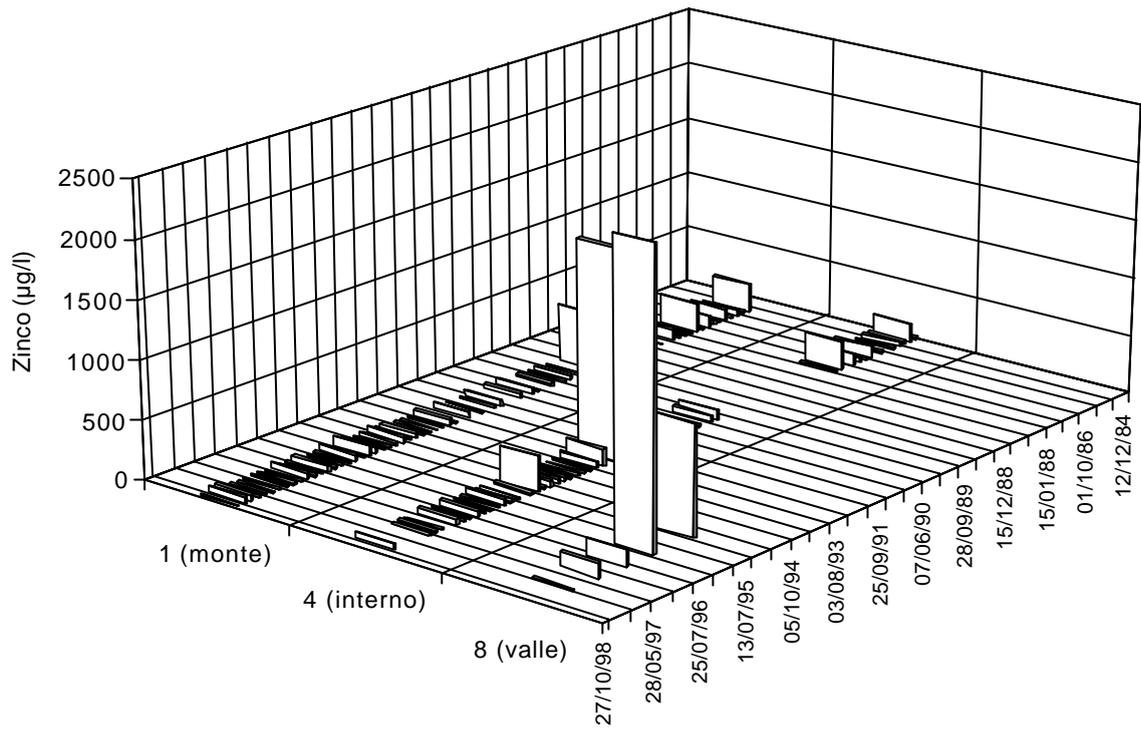


Figura A15. Andamento dello zinco nei pozzi spia 1, 4 e 8 della discarica Ecolombardia18

APPENDICE B
Discarica Uttaro

Tabella B1. Acque di falda. Parametri chimico-fisici della discarica Uttaro: pozzi spia 2 (monte), 4 (valle) e 5 (valle)

Data	Conducibilità elettrica (µS/cm)			Cloruri (mg/l)			Nitrati (mg/l)		
	2	4	5	2	4	5	2	4	5
27/09/95	1180	780	-	78	36	-	7,5	17	-
16/10/95	1370	870	700	72	42	39	11	23	68
25/10/95	1380	860	700	72	37	34	11	20	61
22/11/95	1530	870	760	104	32	36	6	20	62
13/12/95	1530	900	740	168	38	34	60	17	58
08/01/96	1490	850	750	80	43	35	24	21	63
29/01/96	1390	820	710	154	41	36	54	20	59
02/02/96	1410	790	730	96	38	37	44	18	56
28/02/96	1470	810	700	97	38	38	33	15	60
05/03/96	1520	800	720	144	40	34	43	22	70
26/03/96	1450	780	690	191	29	32	5,9	21	64
29/03/96	1450	830	720	127	41	34	32	21	67
03/04/96	1480	850	750	136	35	35	23	19	69
30/04/96	1510	880	-	141	45	-	29	18	-
03/05/96	1380	790	760	125	39	38	41	24	60
30/05/96	1500	-	-	140	-	-	37	-	-
19/09/96	1620	810	750	212	26	39	4,0	22	68
17/04/97	1920	860	770	-	-	-	-	-	-
07/11/97	2200	920	730	-	-	-	-	-	-

Data	Solfati (µS/cm)			Ferro (mg/l)			Fosfati (mg/l)		
	2	4	5	2	4	5	2	4	5
27/09/95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/10/95	44	71	96	0,6	0,1	0	0,2	-	0,1
25/10/95	37	63	62	0,7	0,1	0	0,2	0,1	0,1
22/11/95	34	63	86	0,6	0,3	0,1	0,1	0	0,1
13/12/95	36	64	86	0,6	0,5	0,1	0,2	0	0,1
08/01/96	45	66	87	0,6	0,3	0	0,2	0	0,1
29/01/96	37	66	88	0,6	0,4	0,1	0,2	0	0,1
02/02/96	36	69	89	0,5	0,5	0,2	0,1	0	0,1
28/02/96	42	68	90	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
05/03/96	-	64	91	0,2	0,4	0	0	0,2	0,2
26/03/96	34	66	63	0,5	0,1	0	0,1	0	0,1
29/03/96	44	65	95	0,7	0,2	0,1	0,1	0	0,1
03/04/96	39	70	94	0,6	0,3	0,2	0,1	0	0,2
30/04/96	41	73	-	0,6	0,3	-	0,1	0,3	-
03/05/96	42	65	90	0,5	0,4	0,1	0,2	0	0,1
30/05/96	42	-	-	0,6	-	-	0,2	-	-
19/09/96	30	63	93	1	-	0	0,2	0	0
17/04/97	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/11/97	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella B2. Acque di falda. Parametri microbiologici della discarica Uttaro: pozzi spia: 2 (monte), 4 (valle) e 5 (valle)

Data	Agar 36 °C (UFC/ml)			Agar 22 °C (UFC/ml)			Coliformi totali (MPN/100ml)			Coliformi fecali (MPN/100ml)			Streptococchi fecali (MPN/100ml)		
	2	4	5	2	4	5	2	4	5	2	4	5	2	4	5
26/04/95	15	8	45	35	22	108	3	0	9	2	0	6	6	0	6
29/05/95	10	-	54	20	-	170	3	-	13	0	-	13	0	-	0
14/06/95	-	-	40	-	-	150	-	-	2	-	-	2	-	-	0
28/06/95	0	0	15	0	0	80	3	0	6	3	0	2	0	0	0
13/09/95	-	18	-	-	36	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-
18/09/95	30	18	95	54	36	120	11	0	300	11	0	70	0	0	14
27/09/95	-	5	5	-	12	10	-	2	49	-	0	49	-	0	0
16/10/95	7	3	15	24	14	40	11	0	23	5	0	11	0	0	3
25/10/95	14	30	25	30	60	57	2	0	10	2	0	10	0	0	0
08/11/95	10	10	200	18	15	500	27	0	34	22	0	22	2	0	14
22/11/95	35	12	200	70	35	350	9	2	3	4	0	3	0	0	0
13/12/95	70	10	55	120	35	110	16	0	2	4	0	4	0	0	0
27/12/95	15	0	49	50	0	130	8	0	8	8	0	8	0	0	8
24/01/96	15	25	120	35	60	250	9	11	17	9	11	17	0	0	0
25/01/96	-	-	30	-	-	70	-	-	22	-	-	22	-	-	0
26/03/96	0	0	12	0	0	26	0	0	2	0	0	2	0	0	0
02/02/97	24	7	60	70	50	250	15	8	15	9	10	8	0	0	0
16/02/97	65	10	25	80	40	150	10	10	220	5	7	20	0	0	0
29/02/97	45	15	30	90	30	120	17	15	50	7	9	50	0	0	0
02/03/97	35	-	-	90	-	-	10	-	-	3	-	-	0	-	-
27/03/97	40	12	50	100	25	300	21	10	30	9	11	8	0	0	0
03/04/97	50	11	70	58	40	220	18	7	40	11	12	12	0	0	0
17/04/97	90	110	70	140	250	120	0	0	9	0	0	6	0	0	3
02/05/97	60	23	150	75	45	170	16	9	60	20	10	15	0	0	0
07/11/97	8	10	80	22	25	140	0	0	3	0	0	0	0	0	0
15/05/98	-	8	-	-	14	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-
27/11/98	-	8	7	-	48	16	-	0	0	-	0	0	-	0	0
29/05/99	-	10	-	-	15	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-
04/06/99	2	40	-	6	70	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-
14/06/99	-	28	-	-	40	-	-	130	-	-	130	-	-	0	-

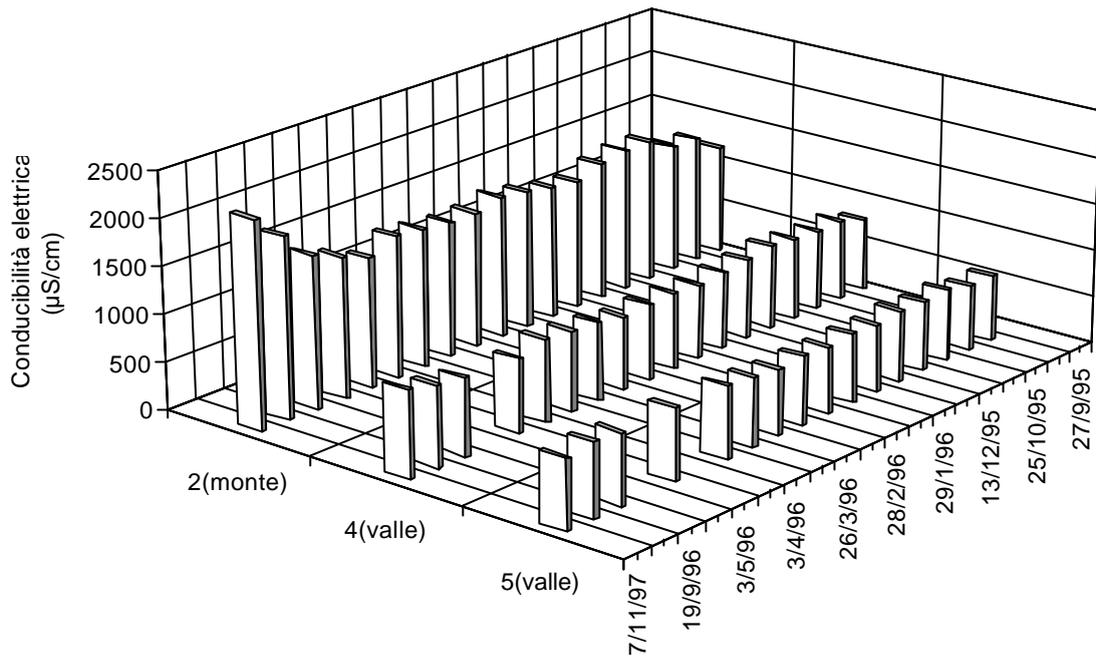


Figura B1. Andamento della conducibilità elettrica nei pozzi spia 2, 4 e 5 della discarica Uttaro

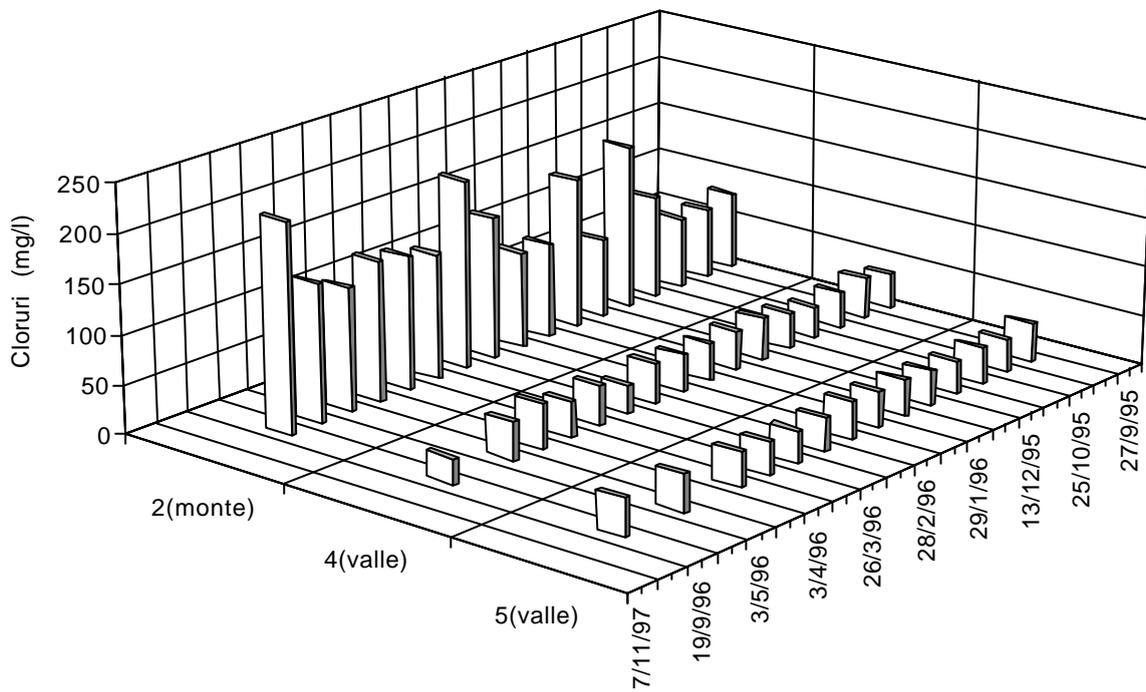


Figura B2. Andamento dei cloruri nei pozzi spia 2, 4 e 5 della discarica Uttaro

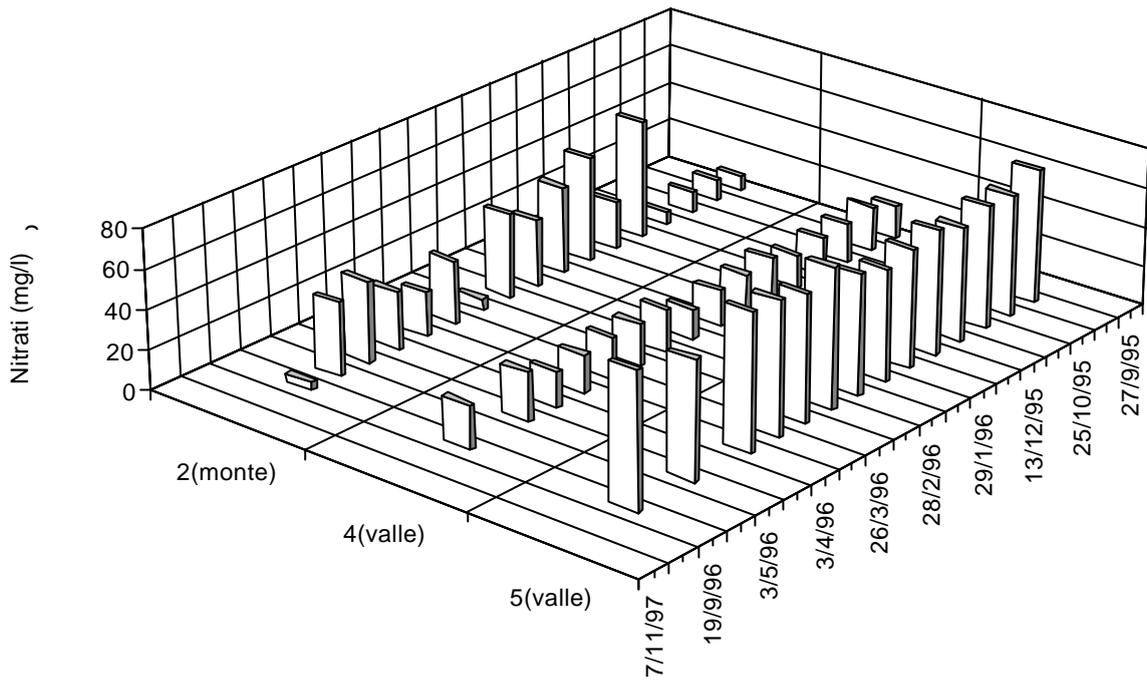


Figura B3. Andamento dei nitrati nei pozzi spia 2, 4 e 5 della discarica Uttaro

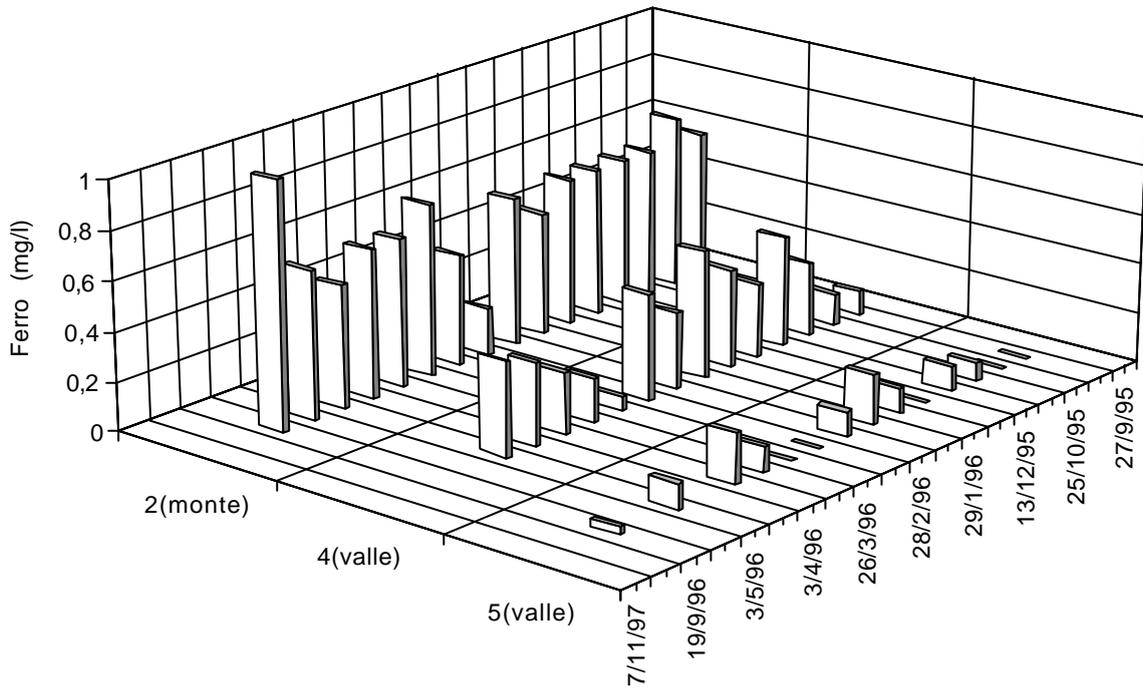


Figura B4. Andamento del ferro nei pozzi spia 2, 4 e 5 della discarica Uttaro

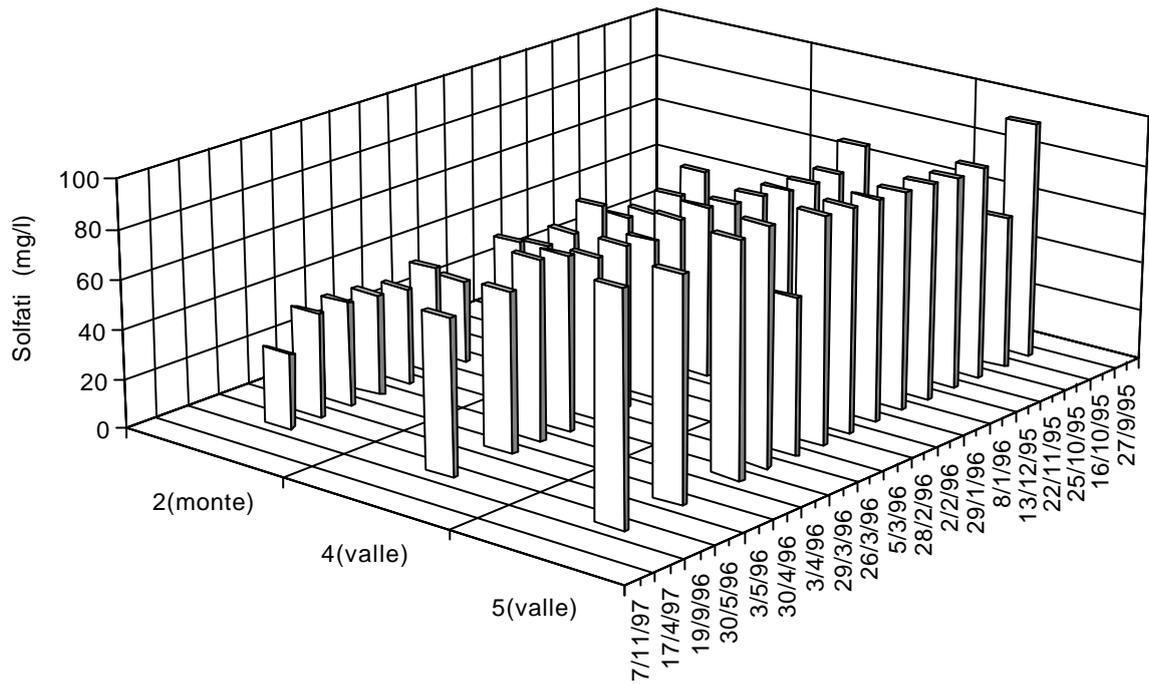


Figura B5. Andamento dei solfati nei pozzi spia 2, 4 e 5 della discarica Uttaro

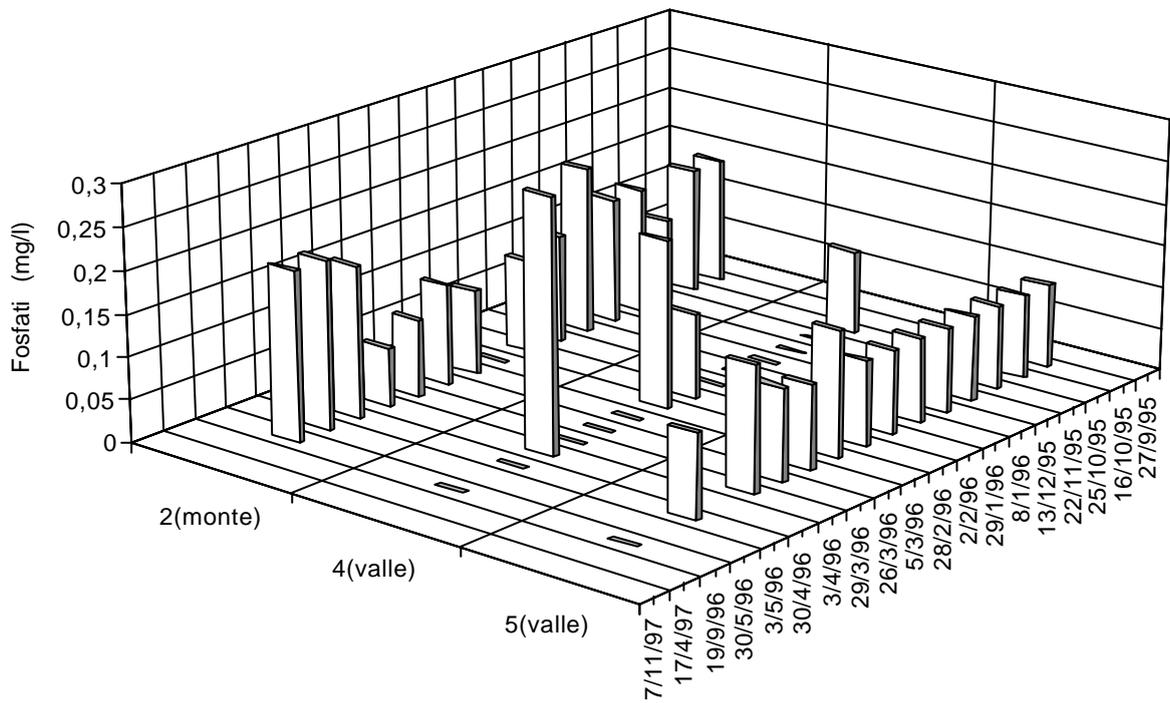


Figura B6. Andamento dei fosfati nei pozzi spia 2, 4 e 5 della discarica Uttaro

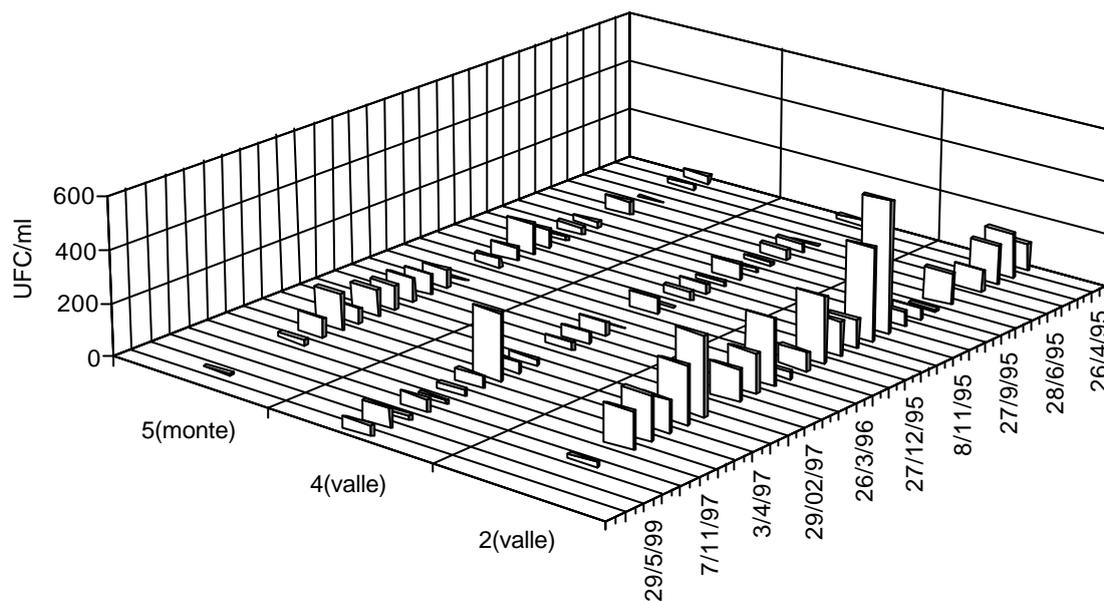


Figura B7. Andamento della carica batterica totale su Agar 22 °C nei pozzi spia 2, 4 e 5 della Discarica Uttaro

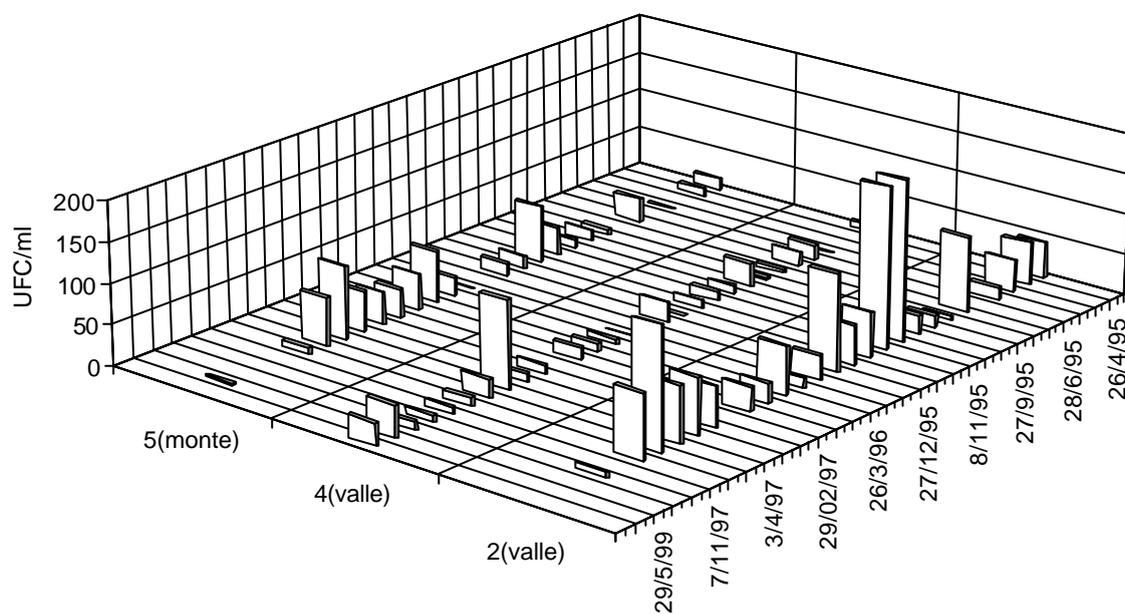


Figura B8. Andamento della carica batterica totale su Agar 36 °C nei pozzi spia 2, 4 e 5 della discarica Uttaro

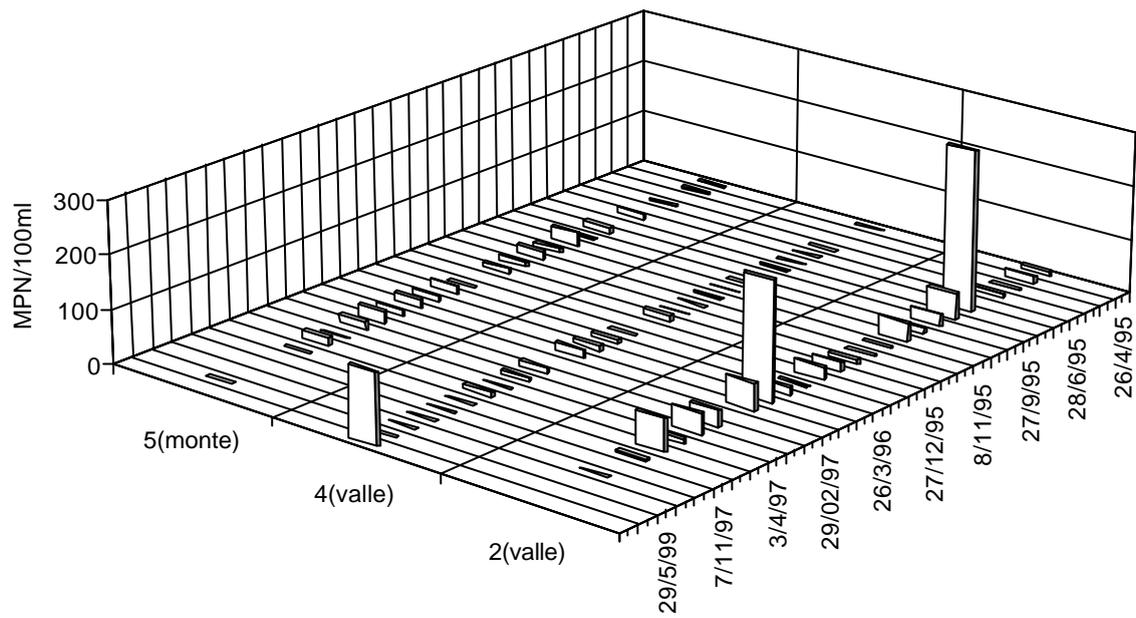


Figura B9. Andamento dei coliformi totali nei pozzi spia 2, 4 e 5 della discarica Uttaro

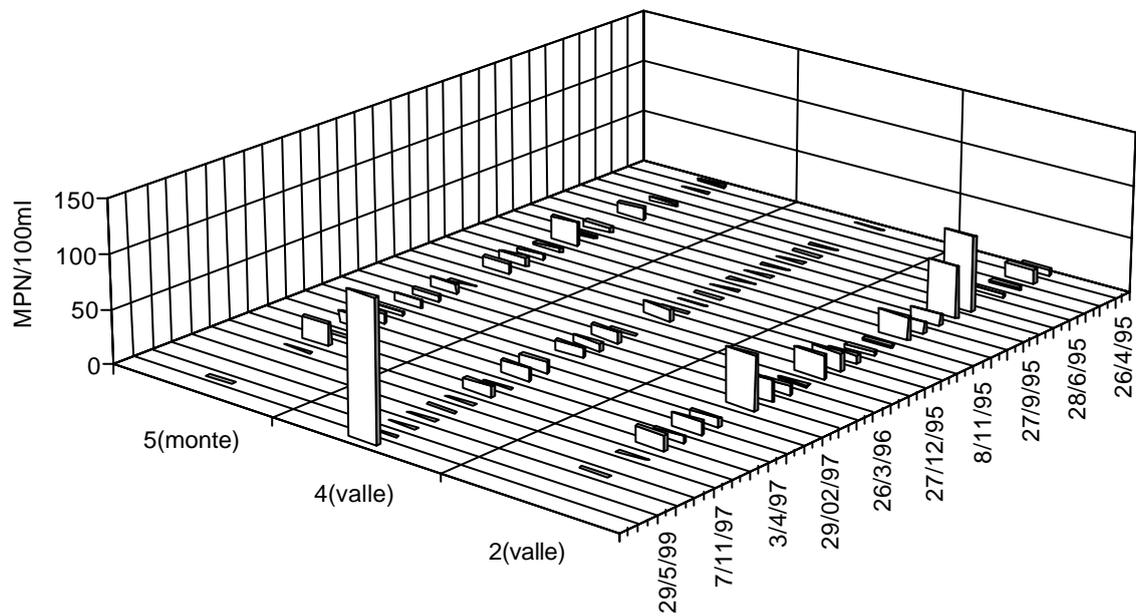


Figura B10. Andamento dei coliformi fecali nei pozzi spia 2, 4 e 5 della discarica Uttaro

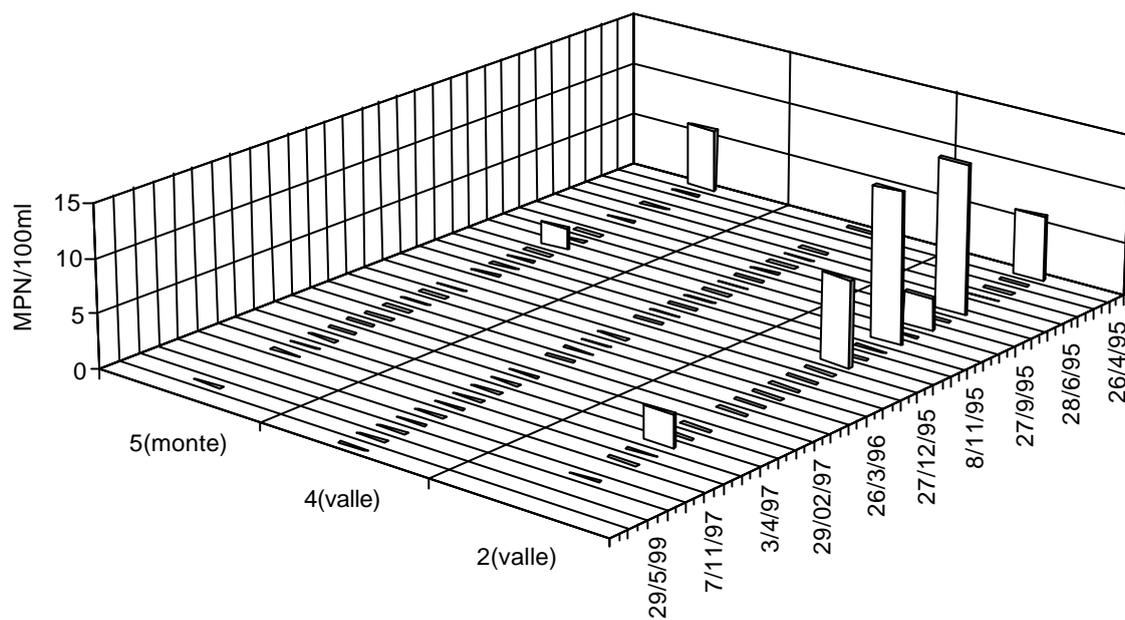


Figura B11. Andamento degli streptococchi fecali nei pozzi spia 2, 4 e 5 della discarica Uttaro

APPENDICE C
Discarica Sogeri

Tabella C1. Acque di falda. Parametri chimico-fisici della discarica Sogeri: pozzi spia 1 (valle), 2 (valle) e 4 (monte)

Data	Conducibilità elettrica ($\mu\text{S/cm}$)			Cloruri (mg/l)			Solfati (mg/l)			Ferro (mg/l)			Fosfati (mg/l)		
	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
15/03/95	1750	2870	1850	127	510	141	1,3	25	1,5	0,92	1,5	1,1	4,2	4,5	4,2
14/05/97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/05/97	1250	2750	1750	102	600	150	1,3	24	1,3	0,65	1,3	0,9	0,9	4,3	4,5
15/06/97	-	-	1790	-	-	125	-	-	1,7	-	-	1,3	-	-	5,2
30/06/97	1300	2620	1770	95	480	145	1,4	21	2,2	0,73	1,5	1,5	2,3	3,9	4,8
15/07/97	1350	2900	1810	130	490	129	1,1	21	1,9	0,52	1,7	0,8	1,5	3,3	3,9
30/07/97	1700	2920	1830	135	520	133	1,3	19	1,5	0,63	1,9	0,9	3,7	3,5	3,2
15/08/97	1650	2710	1720	85	475	155	1,7	21	1,2	0,81	1,4	1,2	2,2	4,9	4,7
30/08/97	1520	2650	1835	110	460	139	1,6	21	1,9	0,59	1,5	1,9	1,9	5,3	3,5
15/09/97	1350	2950	1840	87	550	149	1,2	23	1,4	0,71	1,4	1,7	0,9	3,6	4,9
30/09/97	1420	2930	1850	117	505	121	1,9	19	2,3	0,95	1,3	1,4	1,4	2,9	5,1
15/10/97	1390	2790	1900	112	525	118	2,1	25	1,8	0,43	1,4	1,2	1,7	4,2	5,5
30/10/97	1550	-	-	99	-	-	2,2	-	-	0,62	-	-	2,5	-	-

**Tabella C2. Acque di percolazione. Parametri chimico-fisici della discarica Sogeri:
pozzi spia 1 (valle), 2 (valle)**

Data	pH		COD (mg/l)		Cd (mg/l)		Cr _{VI} (mg/l)		Cr _{TOT} (mg/l)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
31/03/95	-	8,0	-	3322	-	0,04	-	0	-	1,4
18/04/95	8,3	-	3255	-	0	-	0	-	0,3	-
21/08/95	-	8,0	-	986	-	0	-	0	-	0,2
23/10/95	-	8,1	-	3200	-	0	-	0	-	0,2
15/02/96	7,9	-	1020	-	0,03	-	0	-	0,2	-
10/03/96	-	8,0	-	1500	-	0	-	0	-	0,2
21/07/96	-	7,9	-	1578	-	0	-	0	-	0,3
02/10/96	8,3	-	2020	-	0	-	0	-	0,1	-
11/12/96	-	8,1	-	1998	-	0,02	-	0	-	0,1
05/01/97	8,0	-	1125	-	0,01	-	0	-	0,2	-
15/02/97	-	8,0	-	3100	-	0	-	0	-	0,2
28/04/97	7,8	-	2980	-	0	-	0	-	0,2	-
12/07/97	-	8,2	-	1380	-	0,03	-	0	-	0,9
09/08/97	-	8,2	-	1800	-	0,01	-	0	-	0,1
22/11/97	8,0	-	1820	-	0,01	-	0	-	0,1	-
01/01/98	8,1	-	2005	-	0	-	0	-	0,1	-
23/02/98	-	8,0	-	1600	-	0	-	0	-	0,1
08/05/98	-	8,3	-	1755	-	0	-	0	-	0,1
04/06/98	8,3	-	1740	-	0	-	0	-	0,2	-
16/10/98	-	8,1	-	1900	-	0,01	-	0	-	0,2
12/12/98	8,0	-	1980	-	0,01	-	0	-	0,2	-
15/08/99	-	7,9	-	2090	-	0,01	-	0	-	0,1

Data	Hg (mg/l)		Pb (mg/l)		Cu (mg/l)		Ni (mg/l)		Zn (mg/l)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
31/03/95	-	0	-	NRA	-	-	-	0,38	-	0,5
18/04/95	0	-	NRA	-	0,14	-	0,10	-	0,5	-
21/08/95	-	0	-	NRA	-	0,11	-	0,08	-	0,3
23/10/95	-	0	-	NRA	-	0,08	-	0,06	-	0,4
15/02/96	0	-	NRA	-	0,15	-	0,07	-	0,2	-
10/03/96	-	0	-	NRA	-	0,10	-	0,06	-	0,2
21/07/96	-	0	-	NRA	-	0,10	-	0,06	-	0,3
02/10/96	0	-	NRA	-	0,15	-	0,06	-	0,45	-
11/12/96	-	0	-	NRA	-	0,11	-	0,06	-	0,3
05/01/97	0	-	NRA	-	0,12	-	0,05	-	0,3	-
15/02/97	-	0	-	NRA	-	0,06	-	0,06	-	0,3
28/04/97	0	-	NRA	-	0,03	-	0,06	-	0,4	-
12/07/97	-	0	-	NRA	-	0,09	-	0,05	-	0,2
09/08/97	-	0	-	NRA	-	0,16	-	0,05	-	0,4
22/11/97	0	-	NRA	-	0,15	-	0,06	-	0,5	-
01/01/98	0	-	NRA	-	0,18	-	0,06	-	0,2	-
23/02/98	-	0	-	NRA	-	0,11	-	0,07	-	0,2
08/05/98	-	0	-	NRA	-	0,12	-	0,05	-	0,3
04/06/98	0	-	NRA	-	0,12	-	0,06	-	0,2	-
16/10/98	-	0	-	NRA	-	0,15	-	0,05	-	0,3
12/12/98	0	-	NRA	-	0,11	-	0,06	-	0,2	-
15/08/99	-	0	-	NRA	-	0,08	-	0,05	-	0,3

NRA: non rilevabile analiticamente

Tabella C3. Acque di falda. Parametri microbiologici della discarica Sogeri: pozzi spia 1 (valle), 2 (valle) e 4 (monte)

Data	Agar 22 °C (UFC/ml)			Agar 36 °C (UFC/ml)			Coliformi totali (MPN/100ml)			Coliformi fecali (MPN/100ml)			Streptococchi Fecali (MPN/100ml)		
	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
15/03/95	15	35	40	10	20	25	3	3	3	0	0	3	12	0	0
30/03/95	15	35	40	10	20	25	3	3	3	0	0	3	12	0	0
03/04/95	15	35	40	10	20	25	3	3	3	0	0	3	12	0	0
30/04/95	-	100	250	-	50	140	-	5	135	-	2	135	-	9	44
04/05/95	20	35	40	10	20	25	2	3	5	0	1	5	10	8	20
28/05/95	15	40	40	10	20	100	2	3	4	0	1	4	8	5	25
03/06/95	15	35	50	20	30	40	1	4	3	0	0	3	7	3	19
21/06/95	35	200	180	10	90	70	33	1720	175	33	90	79	0	348	918
22/10/96	15	35	40	10	30	25	1	4	100	0	2	100	15	0	15
14/05/97	-	100	200	-	50	110	-	5	130	-	2	130	-	9	23
20/11/97	30	40	150	10	30	35	2	3	90	0	2	90	13	10	22
25/10/98	30	90	40	30	20	25	1	5	5	0	3	5	11	7	19
03/12/98	20	90	40	10	40	30	2	5	5	0	1	9	9	6	16
20/12/98	20	40	50	10	40	90	0	3	3	0	1	4	7	5	22

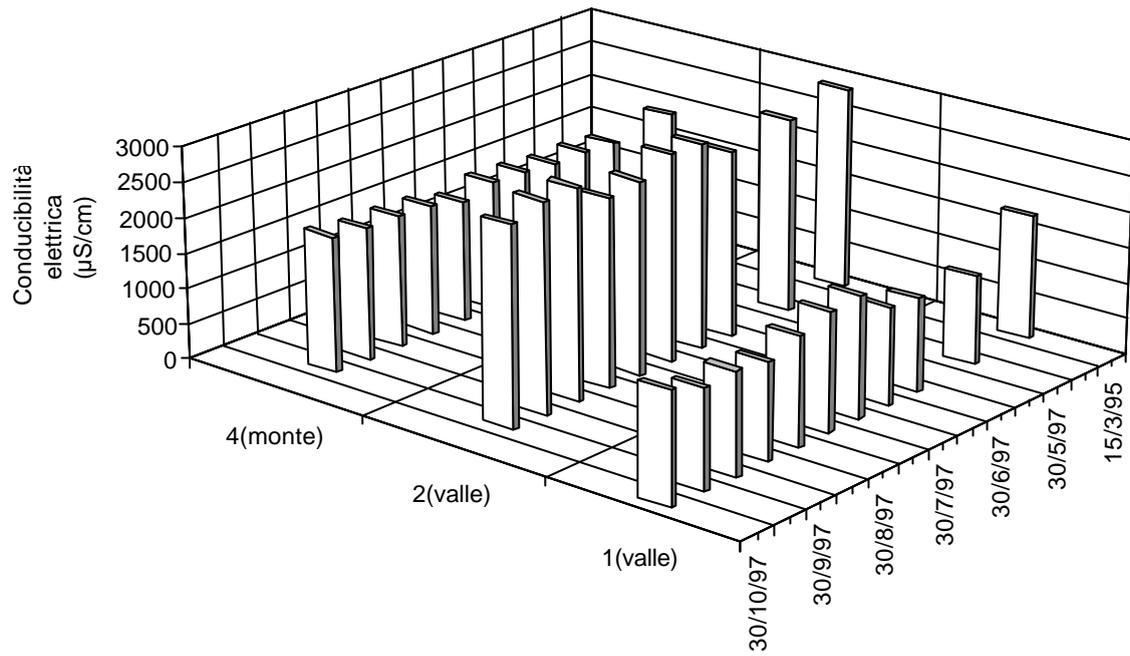


Figura C1. Andamento della conducibilità elettrica nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Sogeri

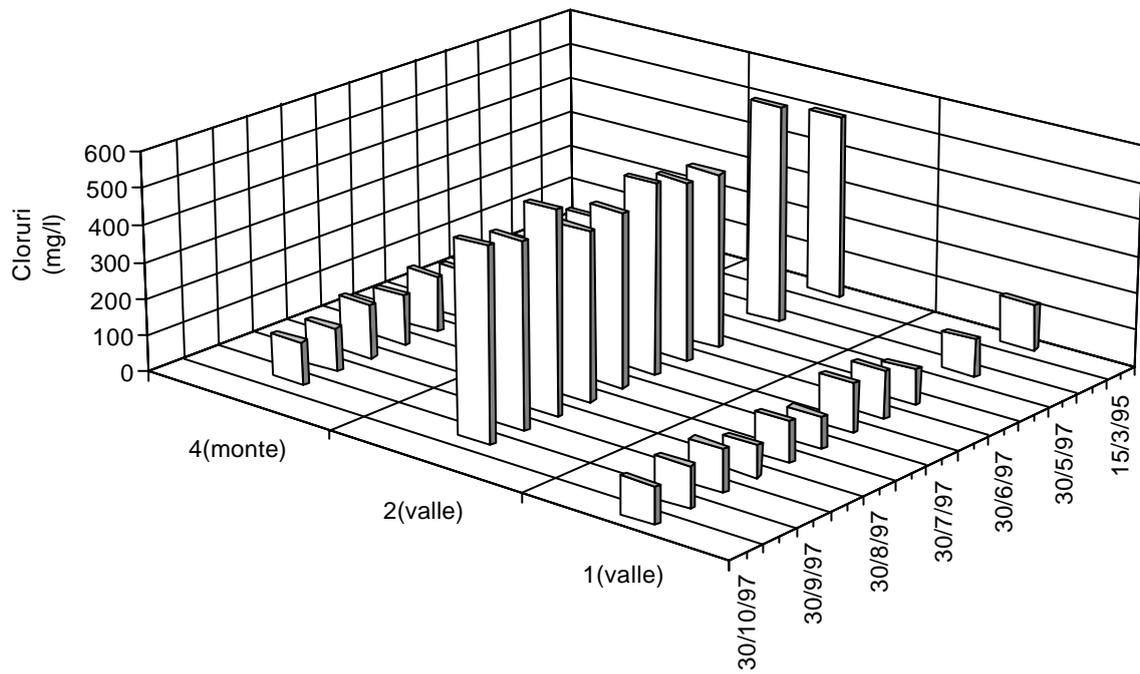


Figura C2. Andamento dei cloruri nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Sogeri

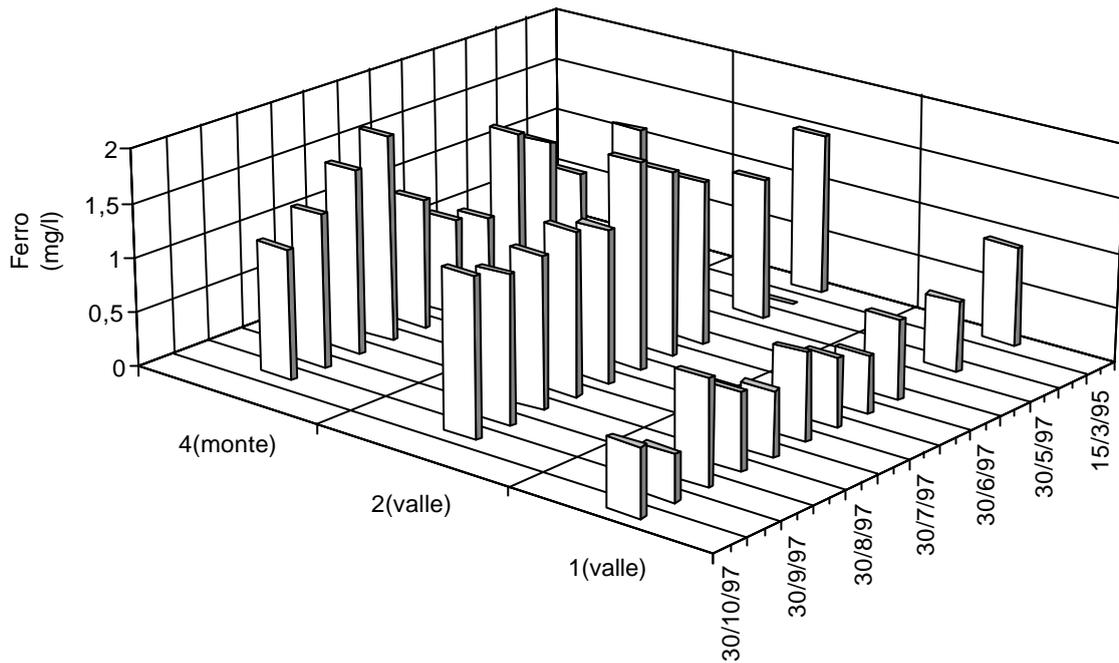


Figura C5. Andamento del ferro nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Sogeri

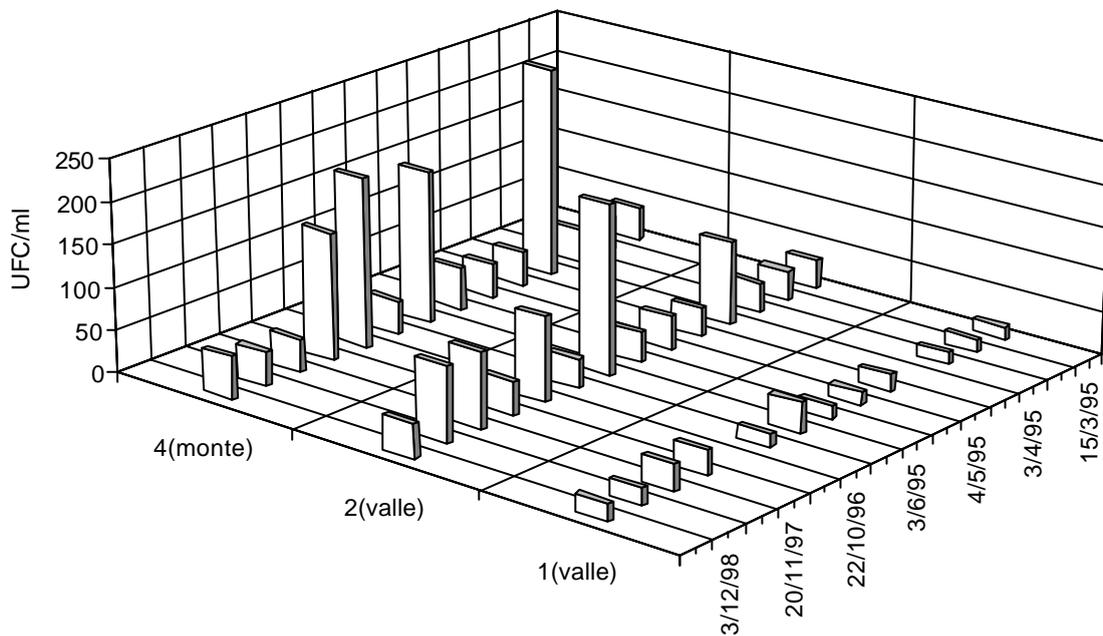


Figura C6. Andamento della carica batterica totale su Agar 22 °C nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Sogeri

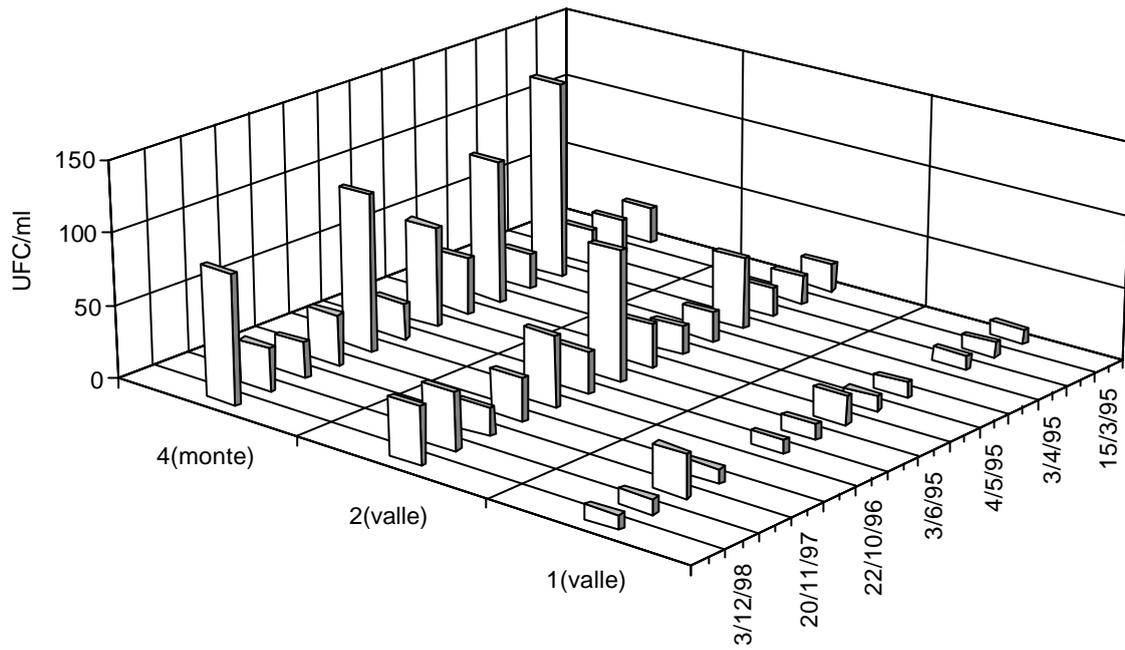


Figura C7. Andamento della carica batterica totale su Agar 36 °C nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Sogeri

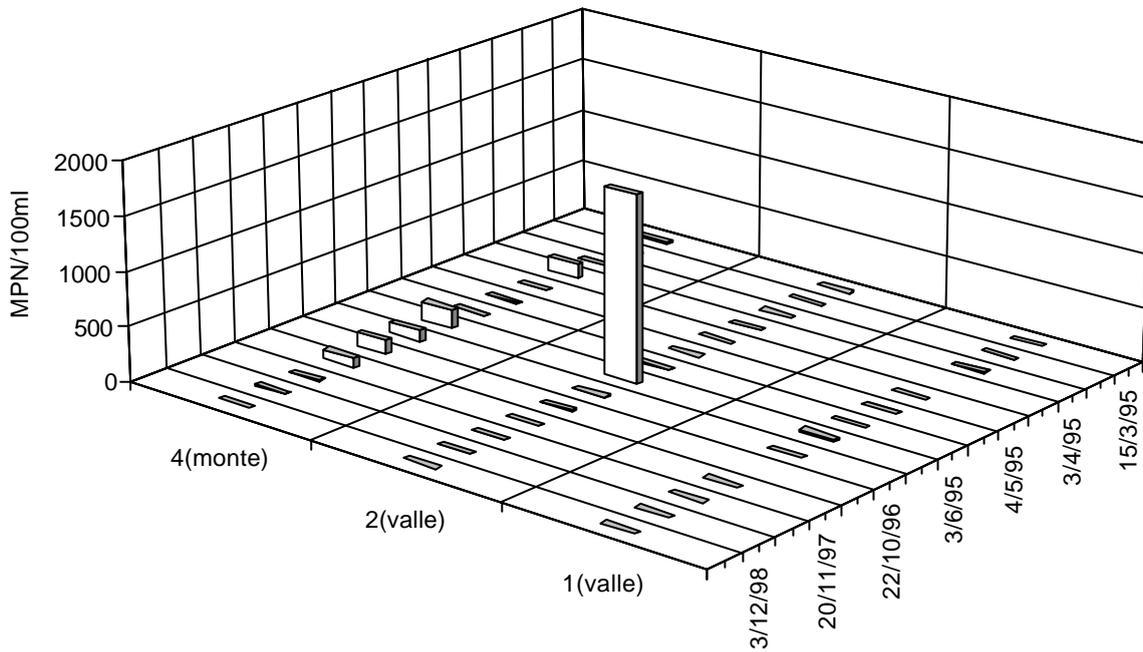


Figura C8. Andamento dei coliformi totali nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Sogeri

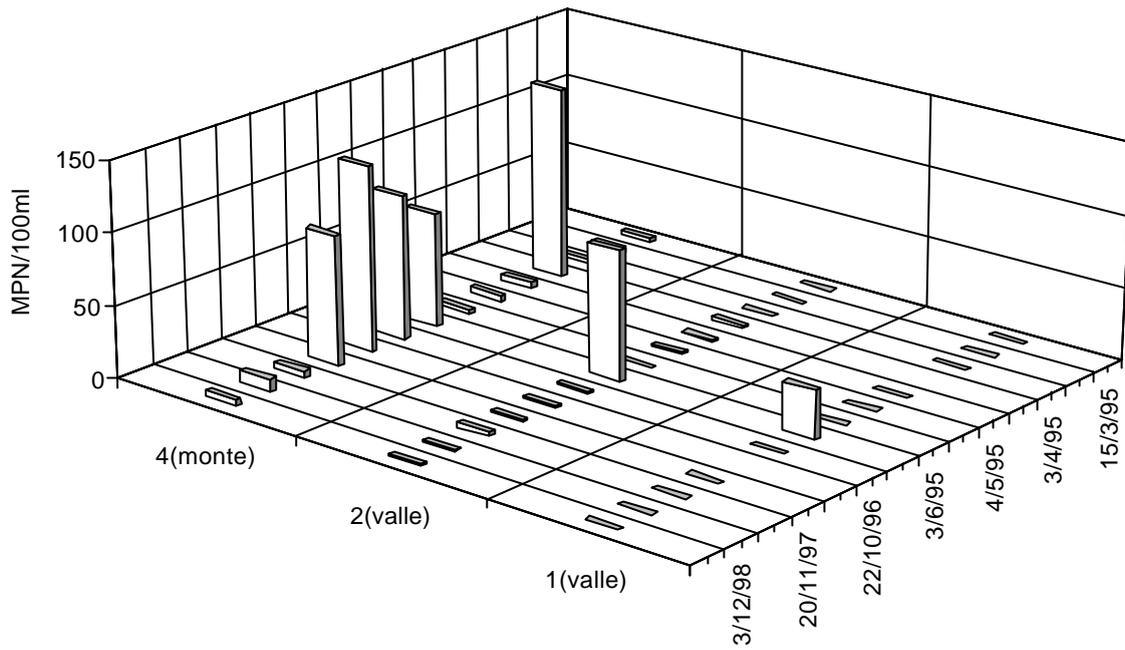


Figura C9. Andamento dei coliformi fecali nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Sogeri

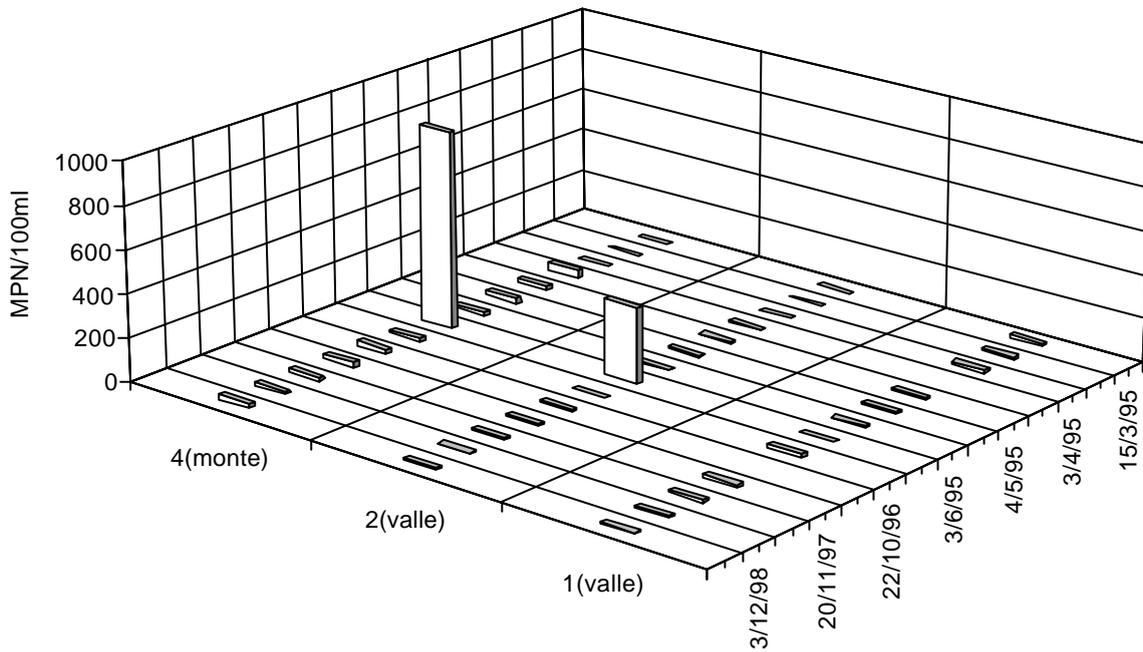


Figura C10. Andamento degli streptococchi fecali nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Sogeri

APPENDICE D
Discarica Nardò

Tabella D1. Acque di falda. Parametri chimico-fisici della discarica Nardò: pozzi spia 1 (valle), 2 (valle) e 3 (monte)

Data	Conducibilità elettrica (µS/cm)			Cloruri (mg/l)			Nitrati (mg/l)			Solfati (mg/l)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
22/09/92	1780	-	-	320	-	-	8,3	-	-	69	-	-
22/10/92	-	420	-	-	36	-	-	5,3	-	-	7,9	-
23/11/92	1310	434	310	270	38	20	21	5,4	11	62	6,5	5,9
08/02/93	1200	-	980	214	-	220	26	-	15	38	-	35
15/04/93	1240	-	880	212	-	152	20	-	18	30	-	42
18/05/93	-	790	-	-	114	-	-	0	-	-	32	-
23/06/93	-	-	908	-	-	148	-	-	17	-	-	35
26/06/93	1660	-	-	310	-	-	26	-	-	67	-	-
10/09/93	1628	1147	993	310	220	165	33	2,2	23	69	43	30
06/12/93	967	1080	802	143	180	140	33	12	-	60	40	35
05/01/94	1300	650	-	310	95	-	55	29	-	60	22	-
04/02/94	1056	780	950	225	98	165	32	2,5	22	55	28	30
22/04/94	1625	880	1089	340	140	200	34	29	24	81	42	51
28/06/94	586	386	878	128	70	152	17	16	18	32	21	40
25/08/94	3213	9653	2050	604	267	358	13	18	15	56	31	35
27/10/94	1470	943	995	280	125	149	14	17	14	36	26	30
22/12/94	650	597	703	72	72	132	18	33	15	25	19	15
05/01/95	1300	650	1620	310	95	330	55	29	60	60	22	62
17/02/95	2600	1300	1620	620	190	330	55	29	30	121	43	62
27/02/95	1930	1930	1440	332	332	212	0	0	0	0	0	0
28/04/95	1428	754	-	280	118	-	43	29	-	69	25	-
23/06/95	1655	855	835	315	122	138	54	37	20	75	28	30

Data	Fosfati (mg/l)			Ferro (mg/l)			Manganese (mg/l)			Magnesio (mg/l)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
22/09/92	0	-	-	0	-	-	0	-	-	17	-	-
22/10/92	-	0	-	-	0,10	-	-	0,14	-	-	21	-
23/11/92	0	0	0	0	0,15	0,13	0	0	0	77	21	23
08/02/93	0	-	0	0	-	0	0	-	0	97	-	30
15/04/93	0	-	0	0	-	0	-	-	-	47	-	27
18/05/93	-	0	-	-	0,09	-	-	0	-	-	21	-
23/06/93	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	15
26/06/93	0	-	-	0,01	-	-	0	-	-	38	-	-
10/09/93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	40	31
06/12/93	0	0	0	0	0,06	0,06	0	0,03	0,03	19	40	13
05/01/94	0	0	-	0	0	-	0	0	-	48	16	-
04/02/94	0	0	0	0,01	0,01	0,06	0,03	0,03	0,03	20	21	24
22/04/94	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	43	20	25
28/06/94	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0	10	1	18
25/08/94	0	0	0	0,01	0,03	0	0	0	0	34	34	17
27/10/94	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	29	34	17
22/12/94	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	8,6	13	18
05/01/95	0	0	0	0,06	0	0,06	0	0	0,03	48	16	67
17/02/95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	31	67
27/02/95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28/04/95	0,4	0	-	0	0	-	0	0	-	36	18	-
23/06/95	0,2	0	0	0,06	0	0	0	0	0,03	20	18	30

Tabella D2. Acque di falda. Parametri microbiologici della discarica Nardò: pozzi spia 1 (valle), 2 (valle) e 3 (monte)

Data	Agar 22 °C (UFC/ml)			Agar 36 °C (UFC/ml)			Coliformi totali (MPN/100ml)			Coliformi fecali (MPN/100ml)			Streptococchi fecali (MPN/100ml)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
22/09/92	20	-	-	85	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
22/10/92	0	-	-	0	-	-	0	-	-	16	-	-	0	-	-
23/11/92	-	-	-	21	0	110	0	6	0	0	0	0	0	0	0
08/02/93	-	-	-	10	-	20	0	-	0	0	-	0	0	-	0
15/04/93	-	-	-	11	-	15	0	-	0	0	-	0	0	-	0
18/05/93	-	-	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-
23/06/93	-	-	-	23	-	80	0	-	0	0	-	0	0	-	0
10/09/93	-	-	-	5	200	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06/12/93	-	-	-	15	250	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04/02/94	-	-	-	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22/04/94	-	-	-	250	0	0	70	500	0	0	0	0	0	0	0
28/06/94	-	-	-	0	130	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25/08/94	0	0	0	55	158	40	4	0	4	0	0	0	6	0	0
27/10/94	-	-	-	150	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0
22/12/94	-	-	-	50	250	150	0	10	0	0	0	0	0	0	0
05/01/95	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17/02/95	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28/04/95	-	-	-	100	250	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-
23/06/95	-	-	-	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

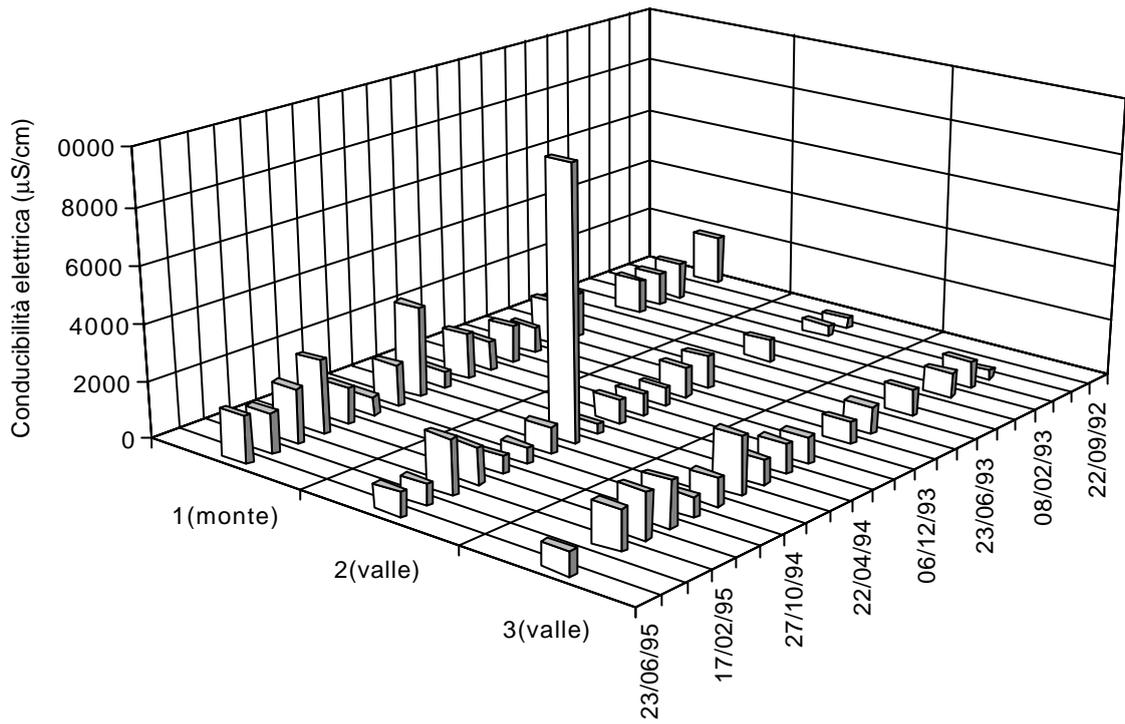


Figura D1. Andamento della conducibilità elettrica nei pozzi spia 1, 2 e 3 della discarica Nardò

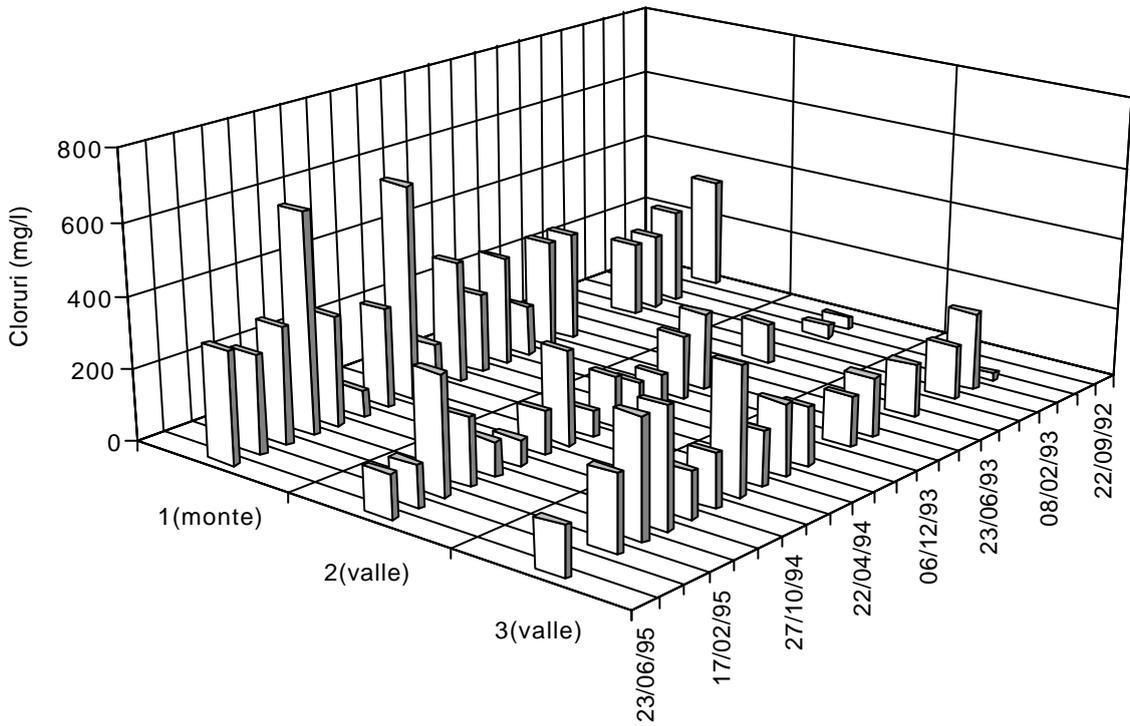


Figura D2. Andamento dei cloruri nei pozzi spia 1, 2 e 3 della discarica Nardò

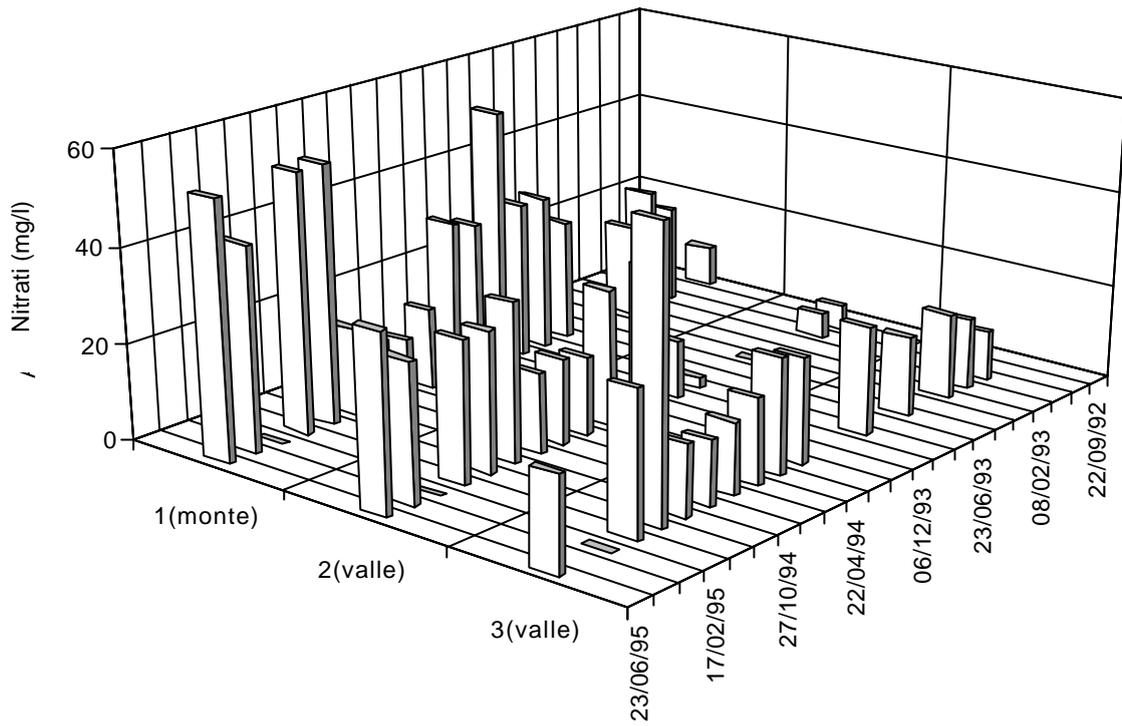


Figura D3. Andamento dei nitrati nei pozzi spia 1, 2 e 3 della discarica Nardò

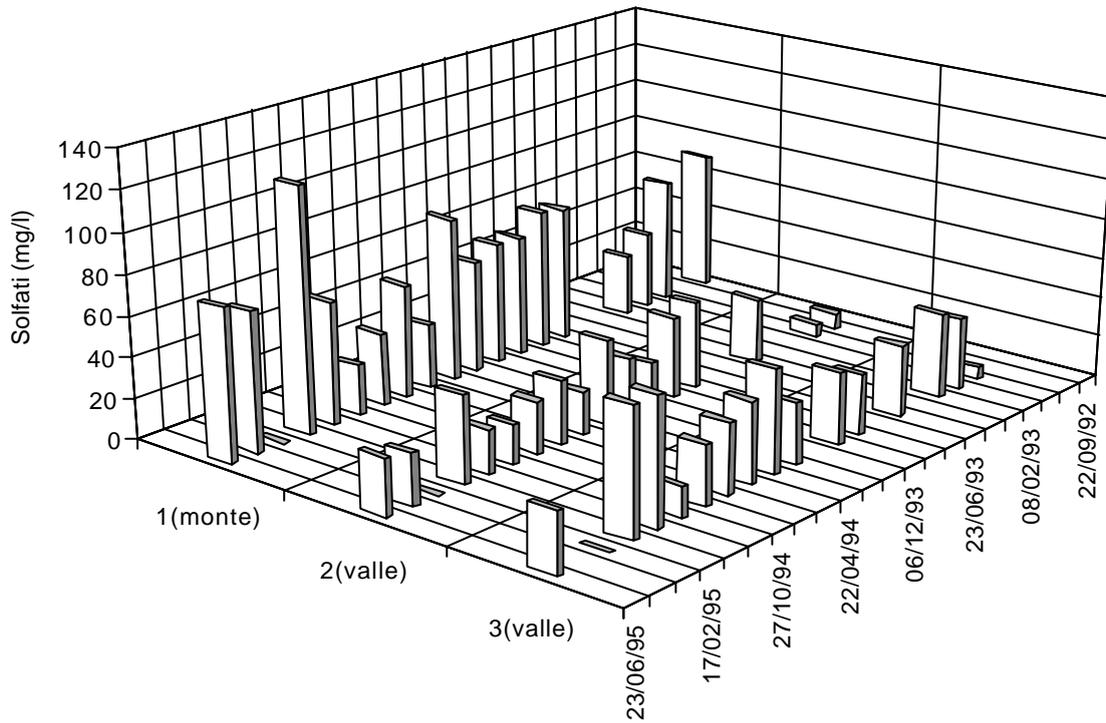


Figura D4. Andamento dei solfati nei pozzi spia 1, 2 e 3 della discarica Nardò

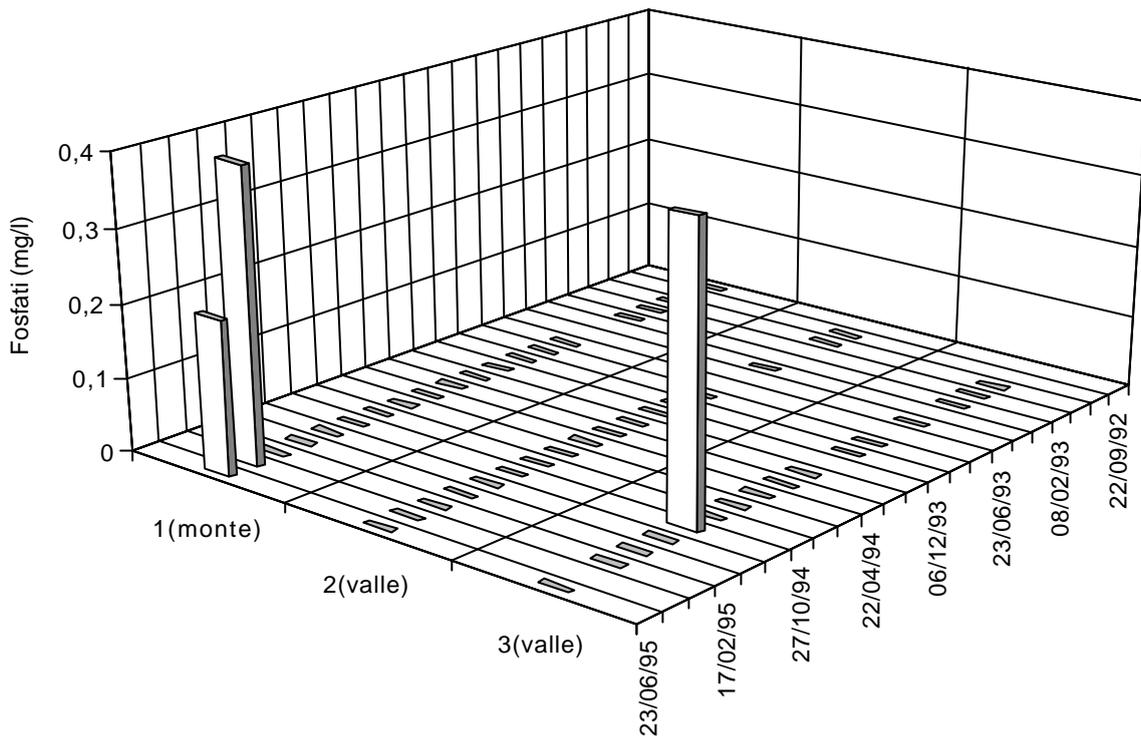


Figura D5. Andamento dei fosfati nei pozzi spia 1, 2 e 3 della discarica Nardò

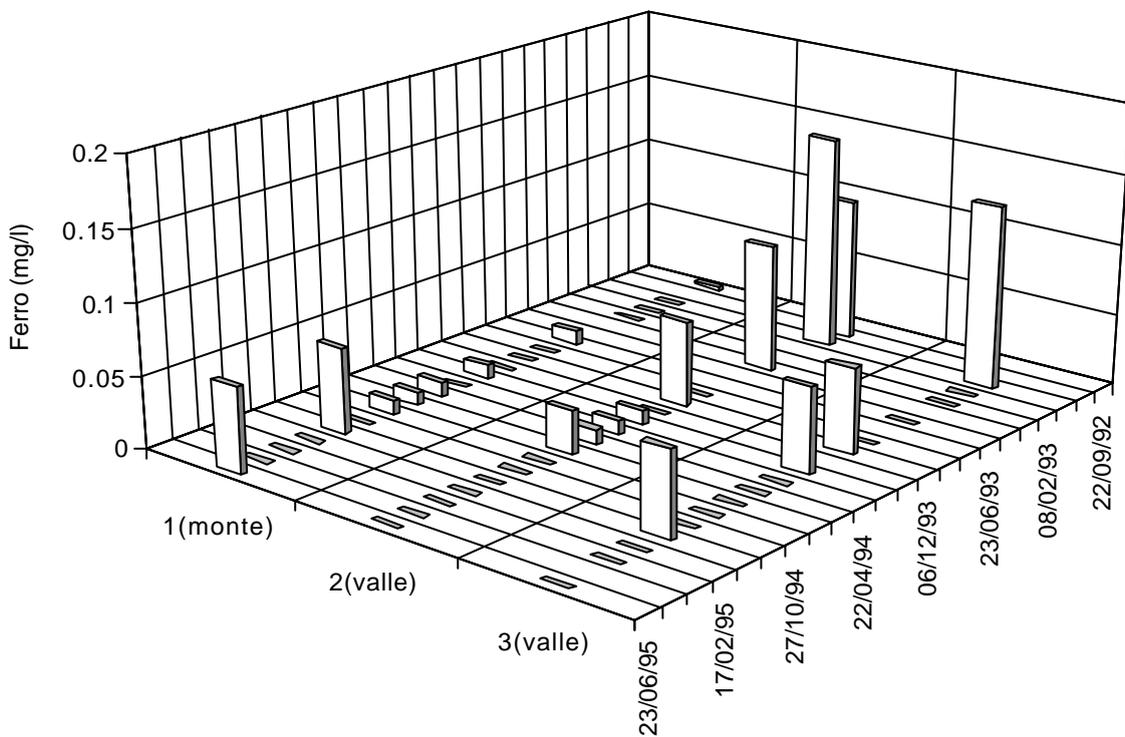


Figura D6. Andamento del ferro nei pozzi spia 1, 2 e 3 della discarica Nardò

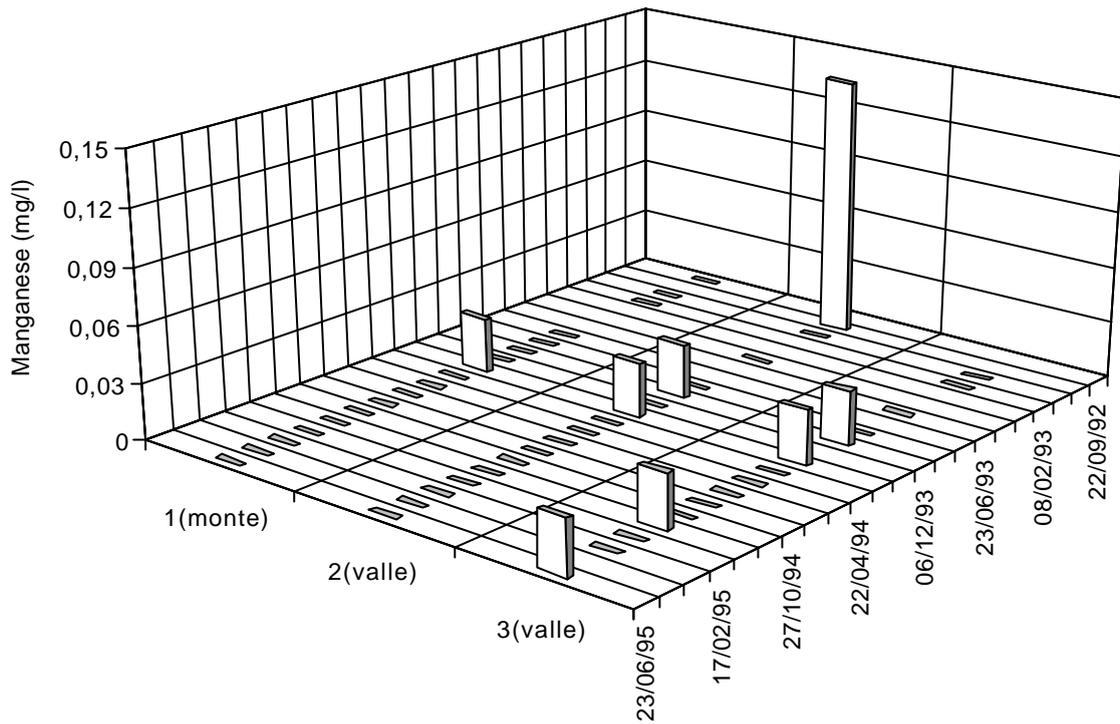


Figura D7. Andamento del manganese nei pozzi spia 1, 2 e 3 della discarica Nardò

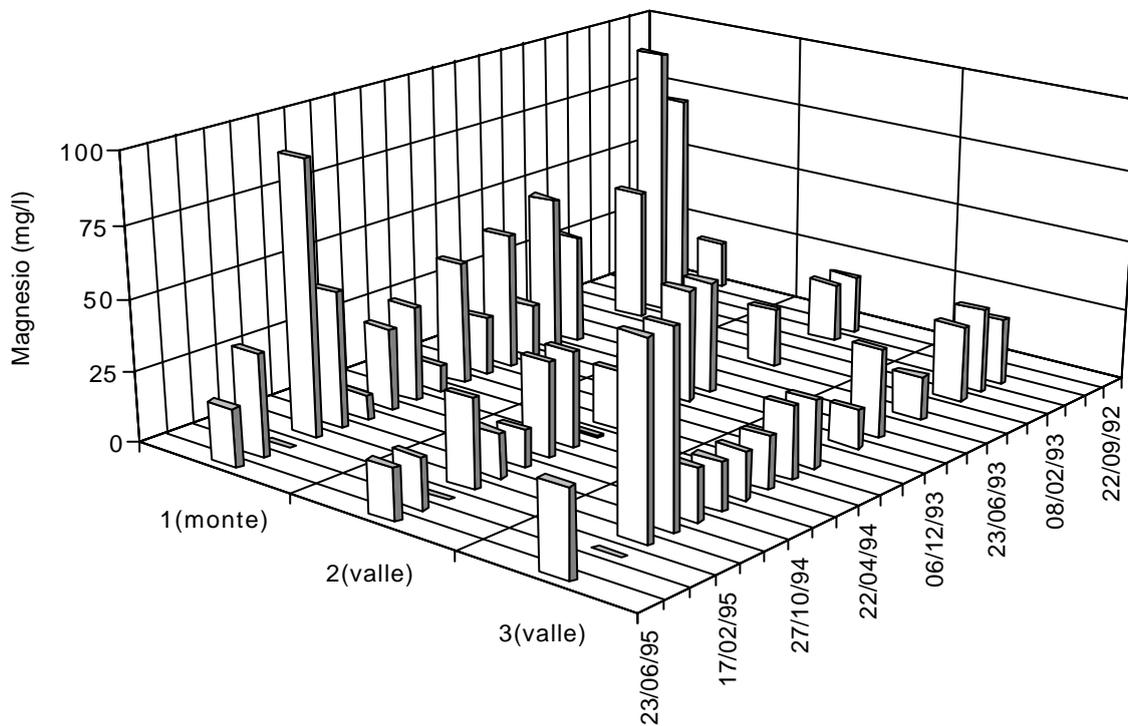


Figura D8. Andamento del magnesio nei pozzi spia 1, 2 e 3 della discarica Nardò

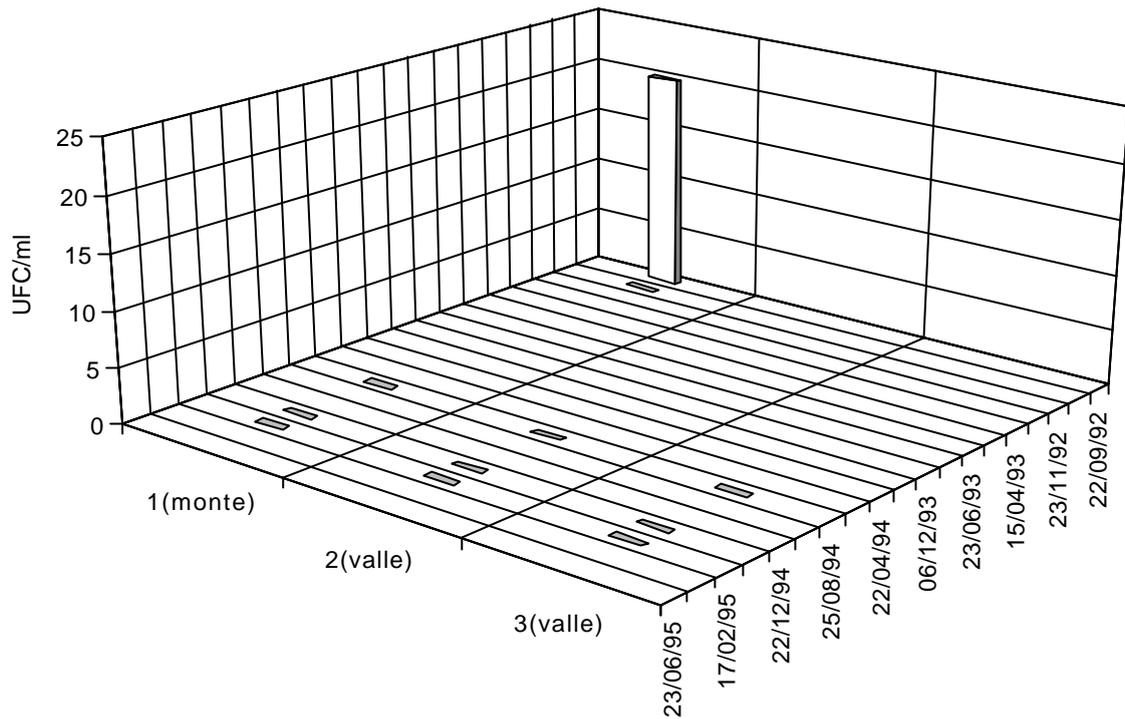


Figura D9. Andamento della carica batterica totale su Agar 22 °C nei pozzi spia 1, 2 e 3 della discarica Nardò

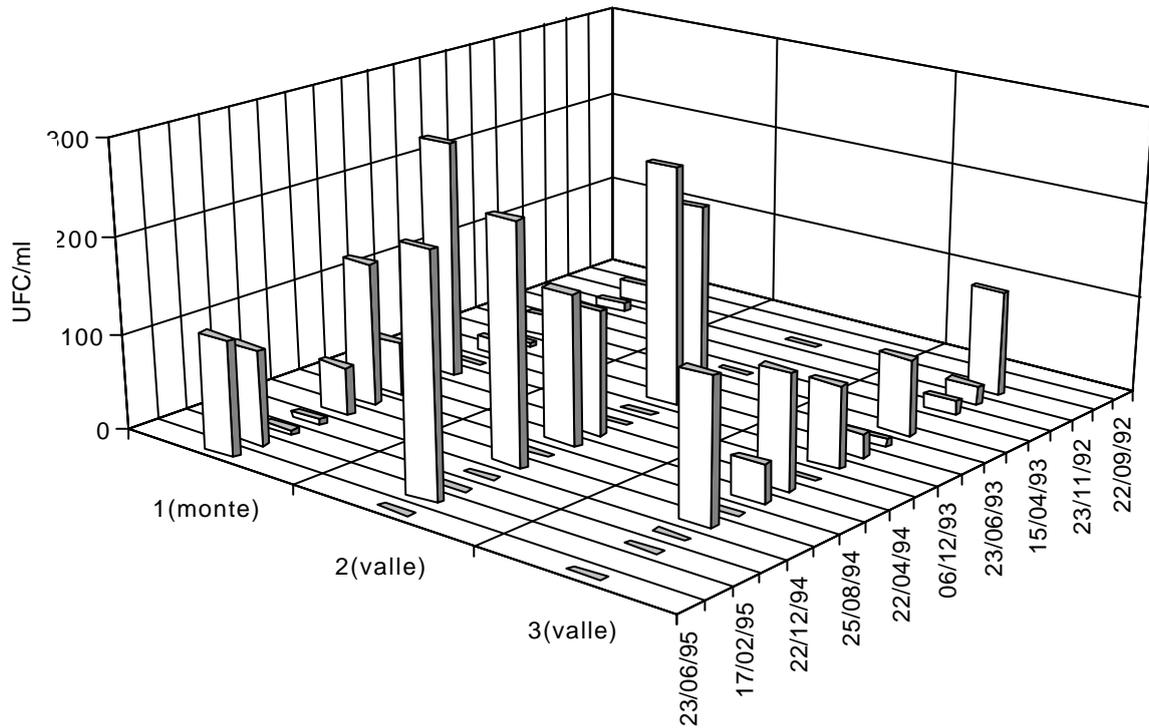


Figura D10. Andamento della carica batterica totale su Agar 36 °C nei pozzi spia 1, 2 e 3 della discarica Nardò

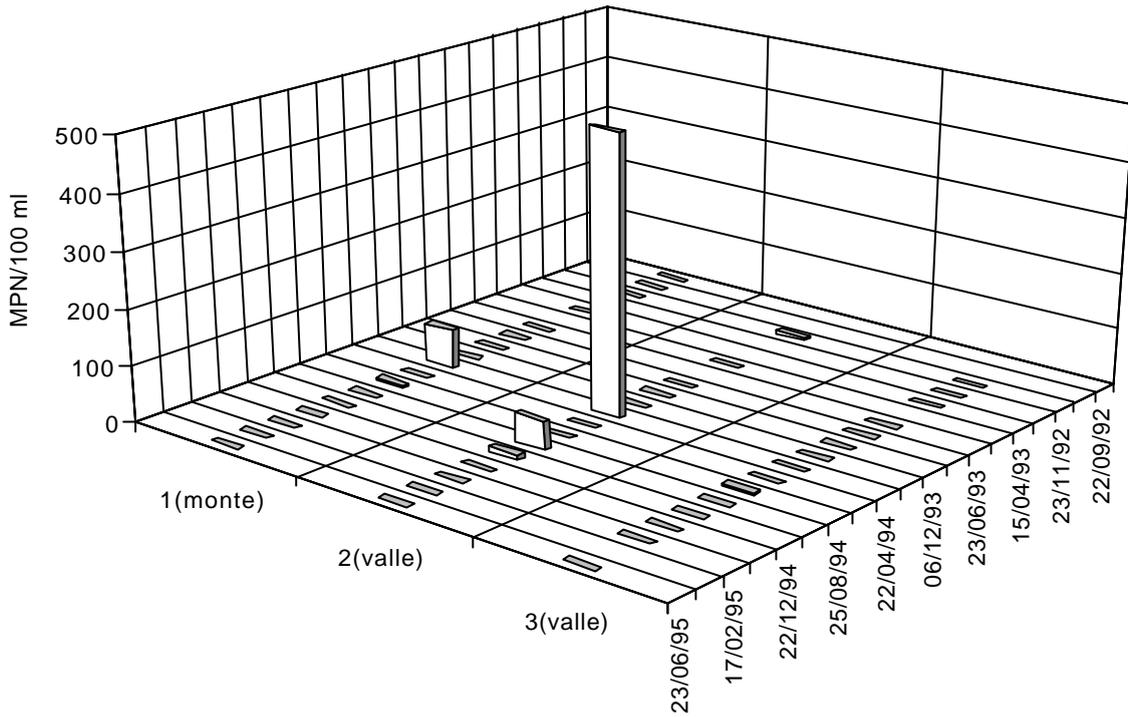


Figura D11. Andamento dei coliformi totali nei pozzi spia 1, 2 e 3 della discarica Nardò

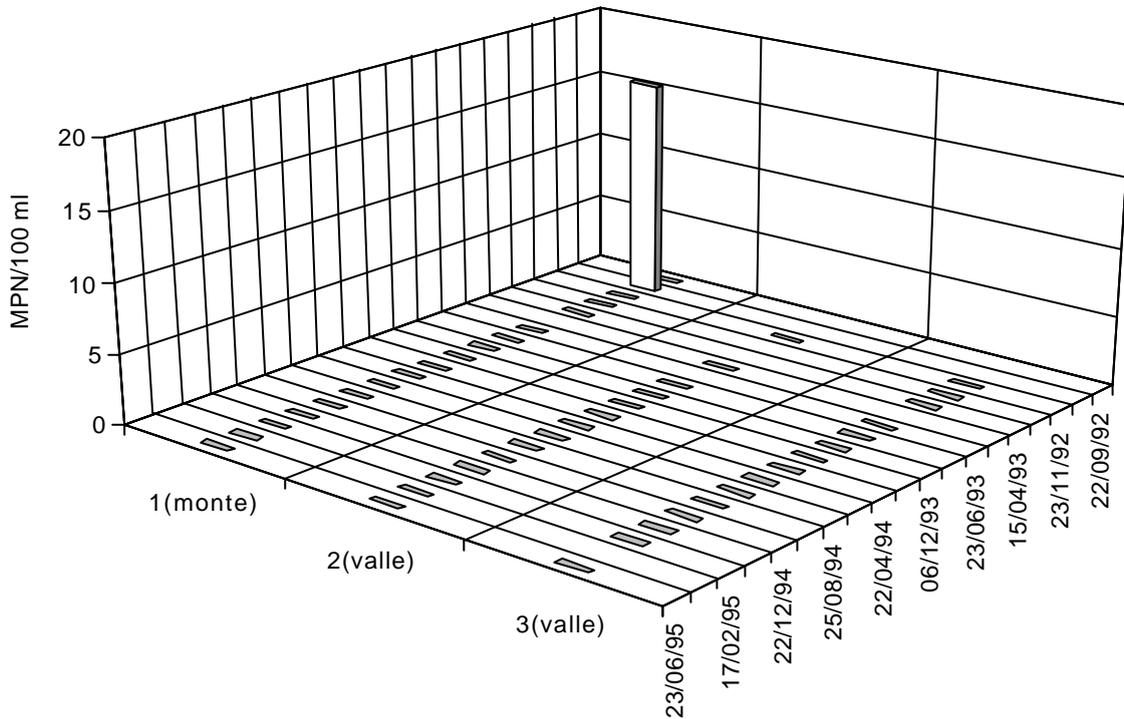


Figura D12. Andamento dei coliformi fecali nei pozzi spia 1, 2 e 3 della discarica Nardò

APPENDICE E
Discarica Ugento

Tabella E1. Acque di falda. Parametri chimico-fisici (conducibilità, cloruri, azoto nitrico, solfati) della discarica Ugento: pozzi spia 4 (monte), 1 (valle) e 2 (valle)

Data	Conducibilità elettrica (µS/cm)			Cloruri (mg/l)			Nitrati (mg/l)			Solfati (mg/l)		
	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2
07/09/93	242	1148	265	18	155	30	13	13	6,2	8,0	31	8,0
08/11/93	2725	960	280	800	144	28	6,6	11	4,8	136	72	32
08/02/94	2340	850	187	580	104	18	7,6	-	8,4	123	14	12
28/04/94	2590	1017	195	680	140	18	0	5,7	0,0	129	70	12
28/06/94	2800	980	120	650	135	10	0	5,8	0,0	145	68	7,0
29/08/94	2750	1146	445	800	160	32	0	9,2	0,0	103	72	15
07/11/94	2000	874	329	640	128	29	0	16	4,9	15	12	42
27/12/94	2030	821	313	600	112	26	0	22	16	36	45	19
07/03/95	1995	996	331	585	156	24	0	15	10	8,6	48	21
15/04/95	2016	925	321	621	152	15	11	6,2	7,3	85	27	24
30/05/95	2320	1050	405	715	134	29	9,2	5,9	9,3	92	53	16
26/06/95	2726	981	323	710	116	27	12	11	12	82	44	29
25/07/95	2102	857	415	672	126	18	8,2	20	15	44	39	25
30/08/95	2518	1023	227	599	156	22	6,9	14	7,3	73	51	34
27/11/95	2104	959	379	623	138	25	7,8	18	11	108	65	29

Tabella E2. Acque di falda. Parametri chimico-fisici (ferro, fosfati, manganese) della discarica Ugento: pozzi spia 4 (monte), 1 (valle) e 2 (valle)

Data	Ferro (mg/l)			Fosfati (mg/l)			Magnesio (mg/l)		
	4	1	2	4	1	2	4	1	2
07/09/93	0	0	0	0	0	0	25	34	18
08/11/93	0	0	0	0	0	0	91	25	11
08/02/94	0	0	0	0	0	0	94	32	2,4
28/04/94	0	0	0	0	0	0	72	33	4,3
28/06/94	0	0	0	0	0	0	72	33	4,3
29/08/94	0	0	0	0	0	0	216	58	3,8
07/11/94	0	0	0	0	0	0	77	40	4,3
27/12/94	0,2	0	0	0,9	1,2	0	77	40	12
07/03/95	0,1	0	0	1,0	1,3	0	65	49	1,4
15/04/95	0	0,1	0,1	0	0	0	28	31	7,2
30/05/95	0	0	0	0	0	0	35	26	15
26/06/95	0	0	0	0	0	0	84	35	8,8
25/07/95	0	0	0	0,8	0	0	35	27	9,2
30/08/95	0,1	0	0	0	0	0	50	52	13
27/11/95	0	0	0	0,7	1,3	0,7	75	46	10

Tabella E3. Acque di falda. Parametri microbiologici della discarica Ugento: pozzi spia 4 (monte), 1 (valle) e 2 (valle)

Data	Agar 22 °C (UFC/ml)			Agar 36 °C (UFC/ml)			Coliformi totali (MPN/100ml)			Coliformi fecali (MPN/100ml)			Streptococchi fecali (MPN/100ml)		
	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2
07/09/93	0	0	0	0	80	0	30	0	64	0	0	0	0	0	0
08/11/93	0	0	0	0	10	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0
08/02/94	0	0	0	0	290	0	45	50	150	0	0	0	0	0	0
28/04/94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28/06/94	0	0	0	0	100	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0
29/08/94	0	0	0	0	50	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0
07/11/94	0	0	0	0	80	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0
27/12/94	0	0	0	0	45	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
07/03/95	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15/04/95	0	0	0	0	250	0	30	0	90	0	0	0	0	0	0
30/05/95	0	0	0	0	90	0	90	0	120	0	0	0	0	0	0
26/06/95	0	0	0	0	150	0	50	0	90	0	0	0	0	0	0
25/07/95	0	0	0	0	130	0	60	50	70	0	0	0	0	0	0
30/08/95	0	0	0	0	250	0	95	0	95	0	0	0	0	0	0
27/11/96	0	0	0	0	75	0	80	50	40	0	0	0	0	0	0

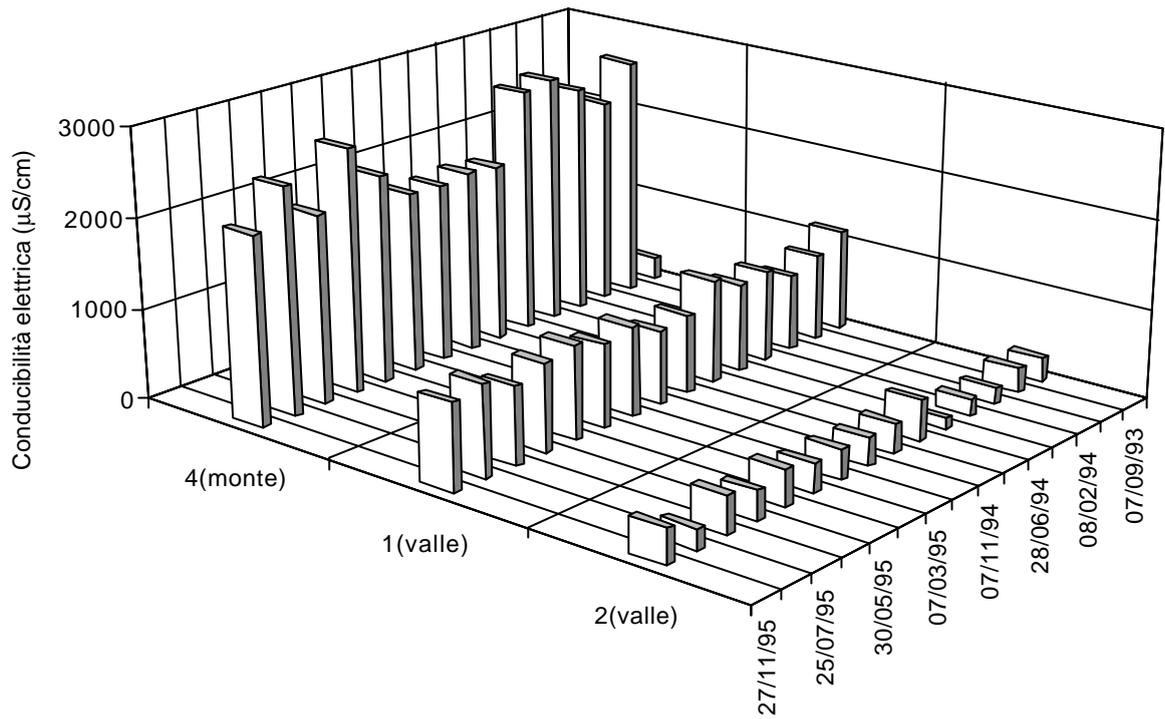


Figura E1. Andamento della conducibilità elettrica nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Ugento

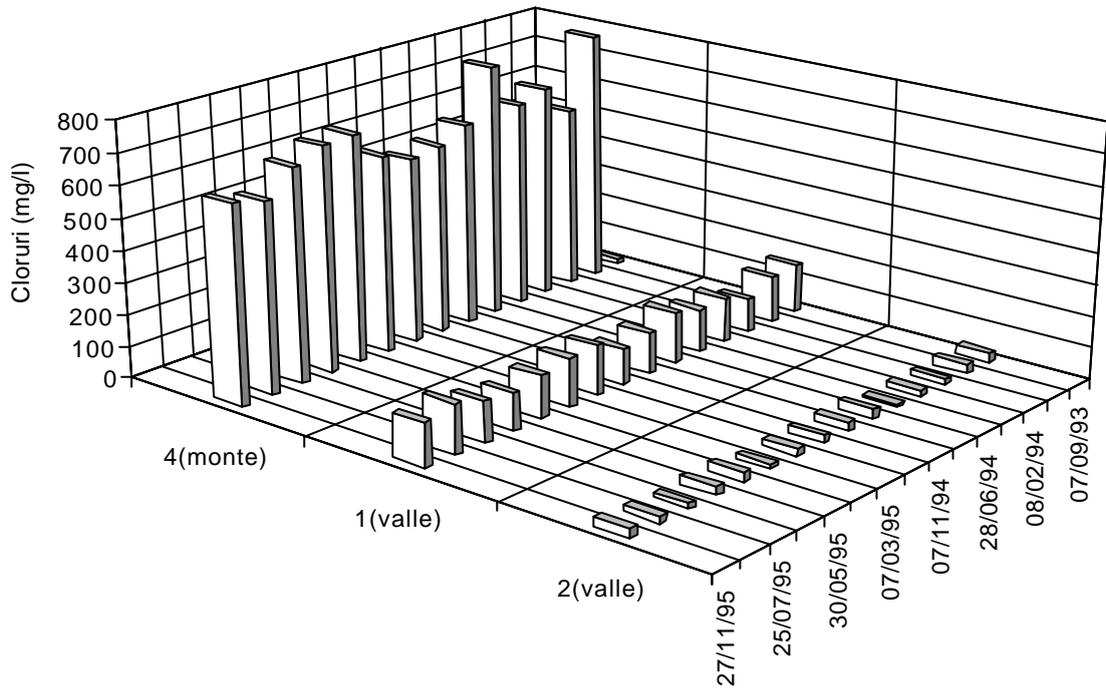


Figura E2. Andamento dei cloruri nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Ugento

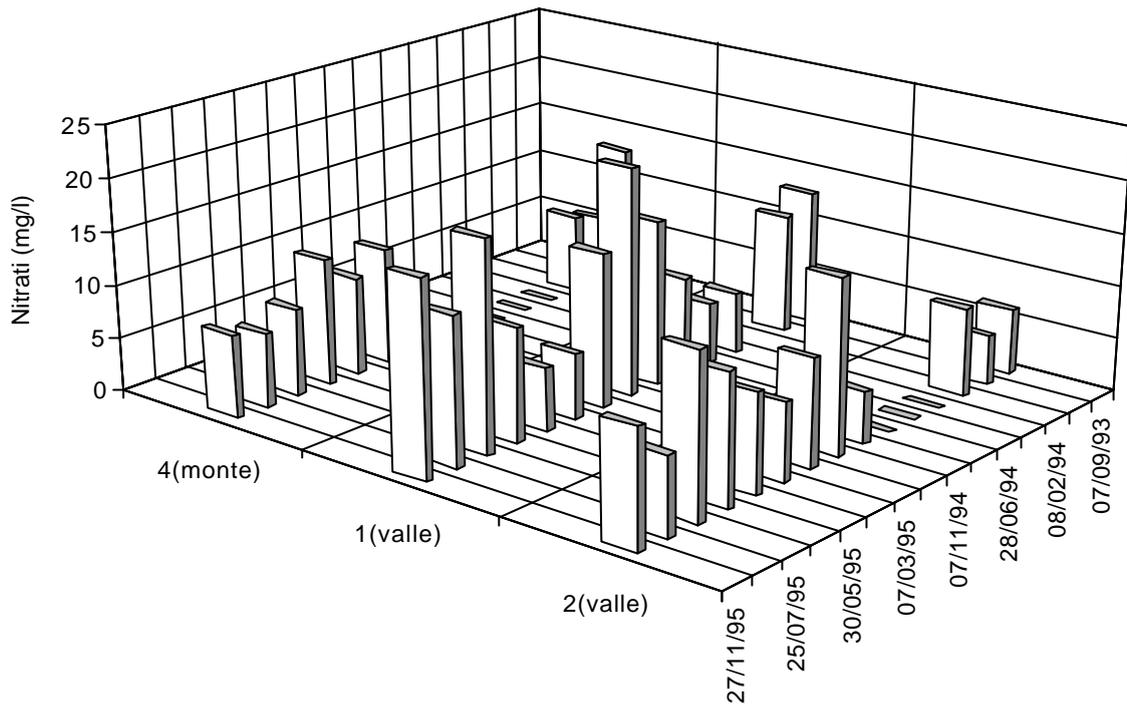


Figura E3. Andamento dei nitrati nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Ugento

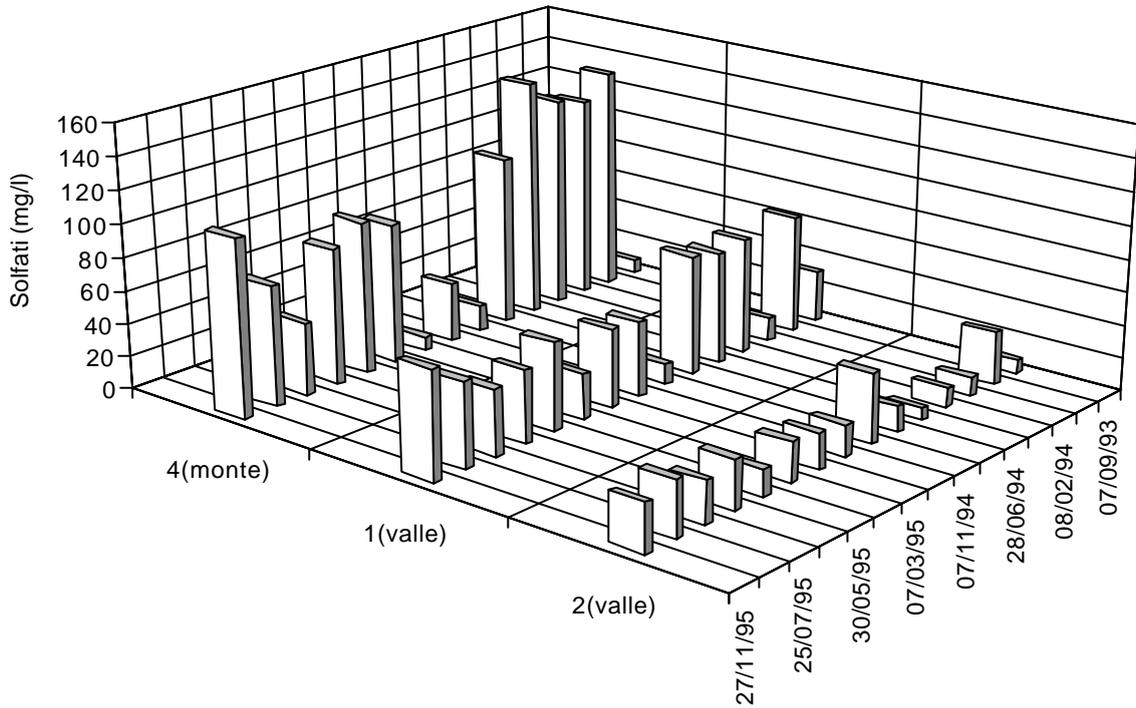


Figura E4. Andamento dei solfati nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Ugento

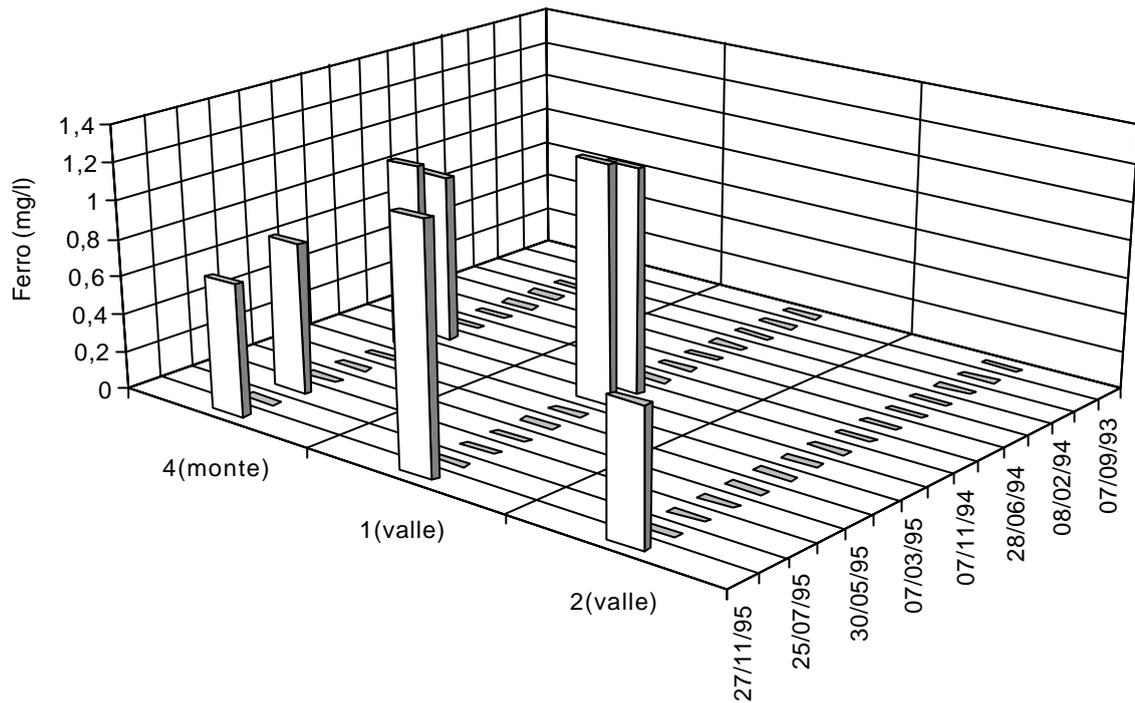


Figura E5. Andamento del ferro nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Ugento

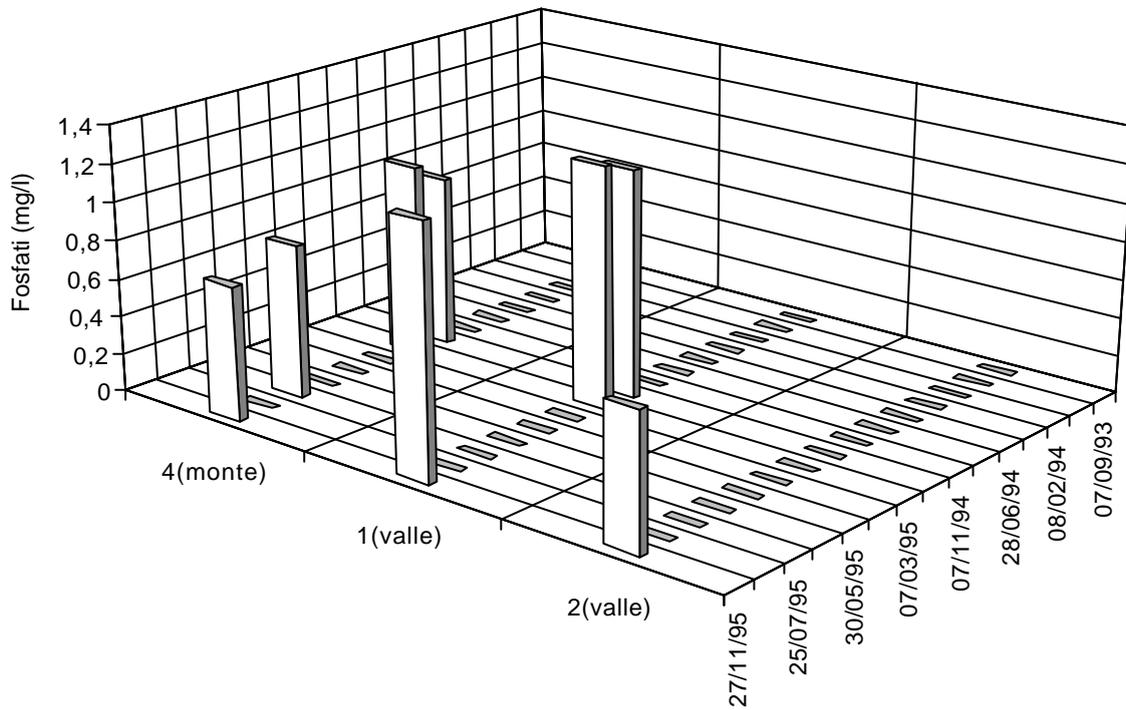


Figura E6. Andamento dei fosfati nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Ugento

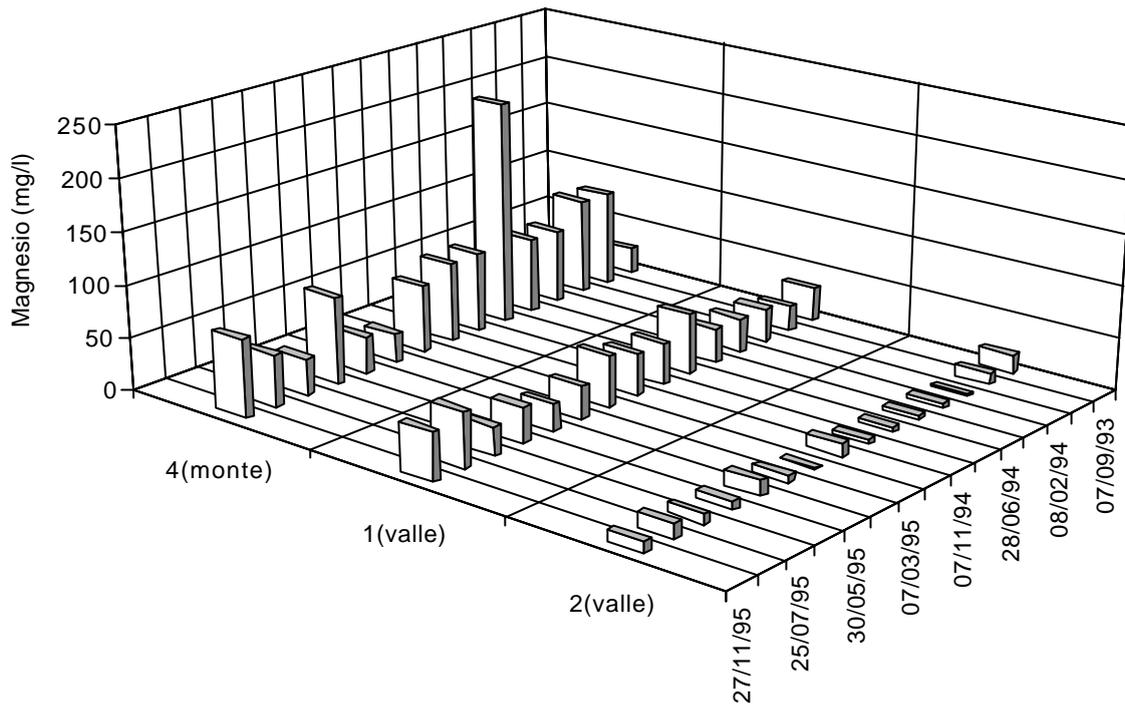


Figura E7. Andamento del magnesio nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Ugento

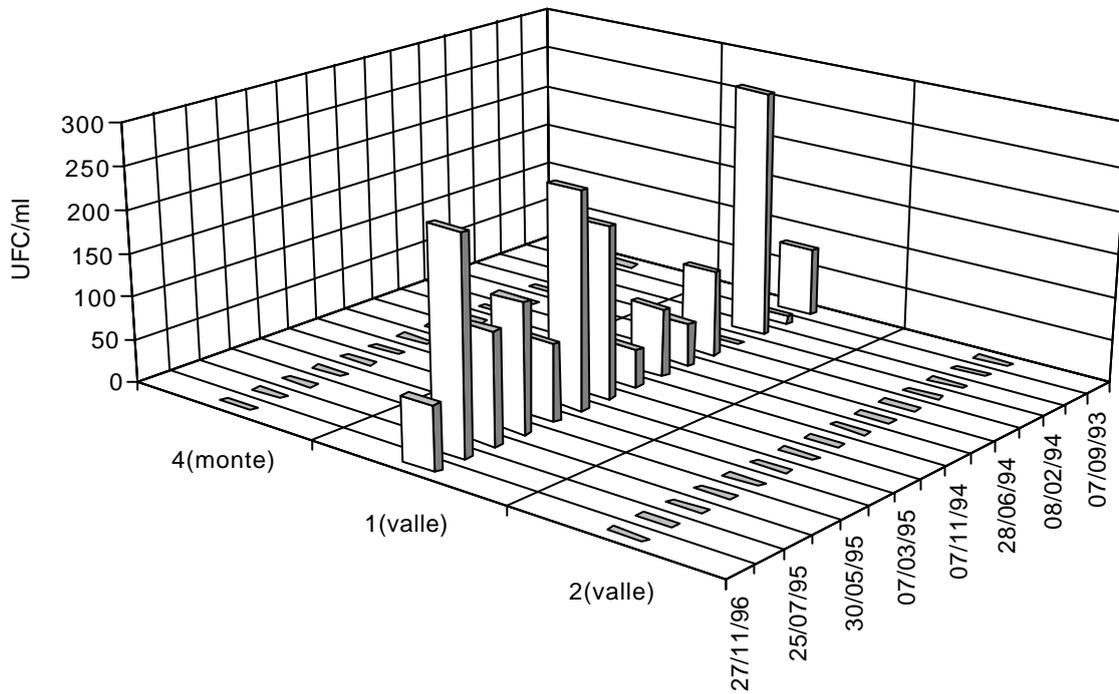


Figura E8. Andamento della carica batterica totale su Agar 36 °C nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Ugento

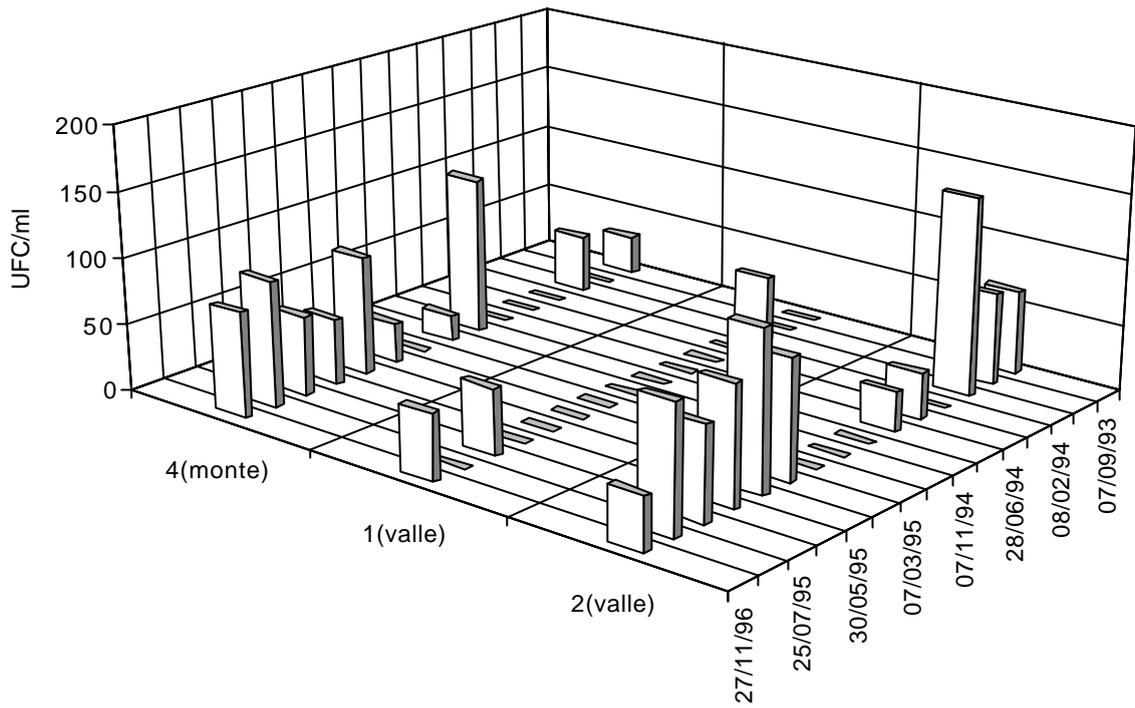


Figura E9. Andamento dei coliformi totali nei pozzi spia 1, 2 e 4 della discarica Ugento

*Presidente dell'Istituto Superiore di Sanità
e Direttore responsabile: Enrico Garaci*

*Coordinamento redazionale:
Paola De Castro e Sandra Salinetti*

*Stampato dal Servizio per le Attività Editoriali
dell'Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena, 299 - 00161 ROMA*

*La riproduzione parziale o totale dei Rapporti e Congressi ISTISAN
deve essere preventivamente autorizzata.*

Reg. Stampa - Tribunale di Roma n. 131/88 del 1° marzo 1988

Roma, settembre 2002 (n. 3) 3° Suppl.

*La responsabilità dei dati scientifici e tecnici
pubblicati nei Rapporti e Congressi ISTISAN è dei singoli autori*