

CAPITOLO 5

EFFETTI IGIENICO-SANITARI DELLA GESTIONE DEI RIFIUTI

Premessa

Da alcuni decenni, nei Paesi industrializzati, le politiche sanitarie centrali e locali si vanno indirizzando con sempre maggior forza sul controllo dei determinanti non sanitari di salute.

In questo contesto, la promozione della qualità dell'ambiente e il perseguimento di un corretto rapporto tra l'uomo e il suo habitat appaiono obiettivi di fondamentale importanza: la società può infatti trarre dall'ambiente le risorse necessarie al suo sviluppo oppure, al contrario, scontare gli effetti negativi del deterioramento ambientale determinato dalle stesse attività antropiche. La qualità dell'ambiente, dunque, dipende in tutto e per tutto dai modelli di vita e di produzione in essere sul territorio e quindi essa è direttamente influenzata dalle scelte di governo del sistema.

Nel nostro Paese le politiche ambientali e sanitarie, già da molto tempo, hanno tenuto in grande considerazione i problemi connessi alla produzione ed allo smaltimento dei rifiuti. In particolare, la più recente produzione legislativa – tenuto conto dell'e-

strema complessità delle questioni (comuni peraltro a tutti i Paesi a più elevato sviluppo economico) e delle difficoltà attuali ad intensificare esattamente il rischio attribuibile alla esposizione professionale ovvero alla dispersione nei comparti ambientali (acqua, aria, suolo) di agenti chimico-fisici o biologici – sembra proporre linee di intervento adeguate sia alla tutela dell'ecosistema sia alla salvaguardia, diretta o indiretta, della salute dell'uomo.

Certamente ancora molto c'è da fare per ridurre la quantità di rifiuti da avviare a smaltimento (attraverso la raccolta differenziata, il recupero, la trasformazione), per incrementare la sicurezza dei processi (di raccolta, trasporto, stoccaggio, trattamento e smaltimento finale) e per combattere l'abusivismo e l'illegalità; tuttavia la strada imboccata, sia per la società civile sia per il mondo produttivo, appare l'unica praticabile se si vuole davvero che l'ambiente ritorni ad essere una risorsa e non – come è stato e talvolta ancora è – un problema per la salute dell'uomo.

Dott. Fabrizio Oleari

5.1. LE FONTI DI INQUINAMENTO DA DISCARICHE, INCENERIMENTO, TRATTAMENTO

Nelle varie fasi della gestione dei rifiuti possono verificarsi fenomeni di rilascio ambientale di sostanze chimiche sia in aria, che in suolo, che nell'acqua, oltre che di contaminazione microbiologica.

Di seguito vengono analizzati i potenziali rilasci di sostanze chimiche nei vari comparti ambientali da impianti di discarica, da impianti di incenerimento e da impianti di trattamento.

5.1.1 Smaltimento in discarica

La discarica controllata è un metodo di smaltimento dei rifiuti nel terreno basata sul loro interrimento effettuato in modo razionale al fine di evitare ogni rischio di perturbazione e di inquinamento per l'ambiente e l'insorgere di pericoli e inconvenienti per la salute pubblica; consente, inoltre, la migliore utilizzazione della superficie a disposizione. [1]

Malgrado il progressivo affermarsi di nuove tecnologie (incenerimento, compostaggio), la discarica è attualmente il sistema più diffuso di smaltimento dei rifiuti, sia perché i costi sono ancora oggi competitivi con quelli degli altri sistemi, sia perché l'esercizio è molto più semplice; la vigente normativa però limita l'impiego di tale forma di smaltimento.

Inoltre la discarica è necessaria anche quando esistono impianti di incenerimento o di compostaggio, non solo per consentire una idonea eliminazione delle scorie e degli scarti prodotti da questi ultimi, ma anche come soluzione di riserva o di soccorso.

La discarica pur costituendo il metodo più semplice e antico di smaltimento dei rifiuti, è stata sempre malvista dagli abitanti residenti nei suoi pressi, perché è stata causa di inconvenienti ambientali ed igienici (cattivi odori, proliferazione di mosche e topi, incendi). D'altra parte, tenere il più lontano possibile la discarica dall'abitato, vuol dire aumentare notevolmente l'impatto ambientale e le spese della fase di trasporto senza eliminare completamente i pericoli di ordine igienico.

Tuttavia la discarica controllata, se ben condotta, non presenta particolari inconvenienti, purché sia ubicata in un idoneo sito e sia dotata di tutti quegli accorgimenti atti ad evitare i possibili pericoli di inquinamento che un rifiuto può provocare in via diretta ed indiretta. Infatti le discariche, al fine di limitare al massimo il potenziale "impatto" sulla qualità delle acque sotterranee, debbono essere dotate di "presidi tecnologici", quali ad esempio: idoneo sottofondo e pareti impermeabili costituiti da argille naturali dotate di bassissima permeabilità, oppure sottofondo e pareti rivestiti di manti impermeabili sintetici (Polietilene ad Alta Densità) anch'essi dotati di bassissima permeabilità ed elevata resistenza; sistemi di captazione del percolato e del biogas.

Di seguito si riporta a titolo esemplificativo la qualità delle acque sotterranee captate a monte ed a valle rispetto alle linee di deflusso delle acque sotterranee, di alcuni impianti di discarica per rifiuti urbani (RU) ed assimilati e per rifiuti pericolosi. In particolare vengono riportati gli andamenti del tri-

cloroetilene e tetracloroetilene nelle acque sotterranee presso una discarica per RU e assimilati (figure 5.1.1 e 5.1.2), in quanto tali parametri sono di sicura origine antropica e possono essere ritenuti dei traccianti di contaminazione rispetto allo smaltimento in discarica di RU.

Figura 5.1.1. - Andamento del Tricloroetilene nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI.

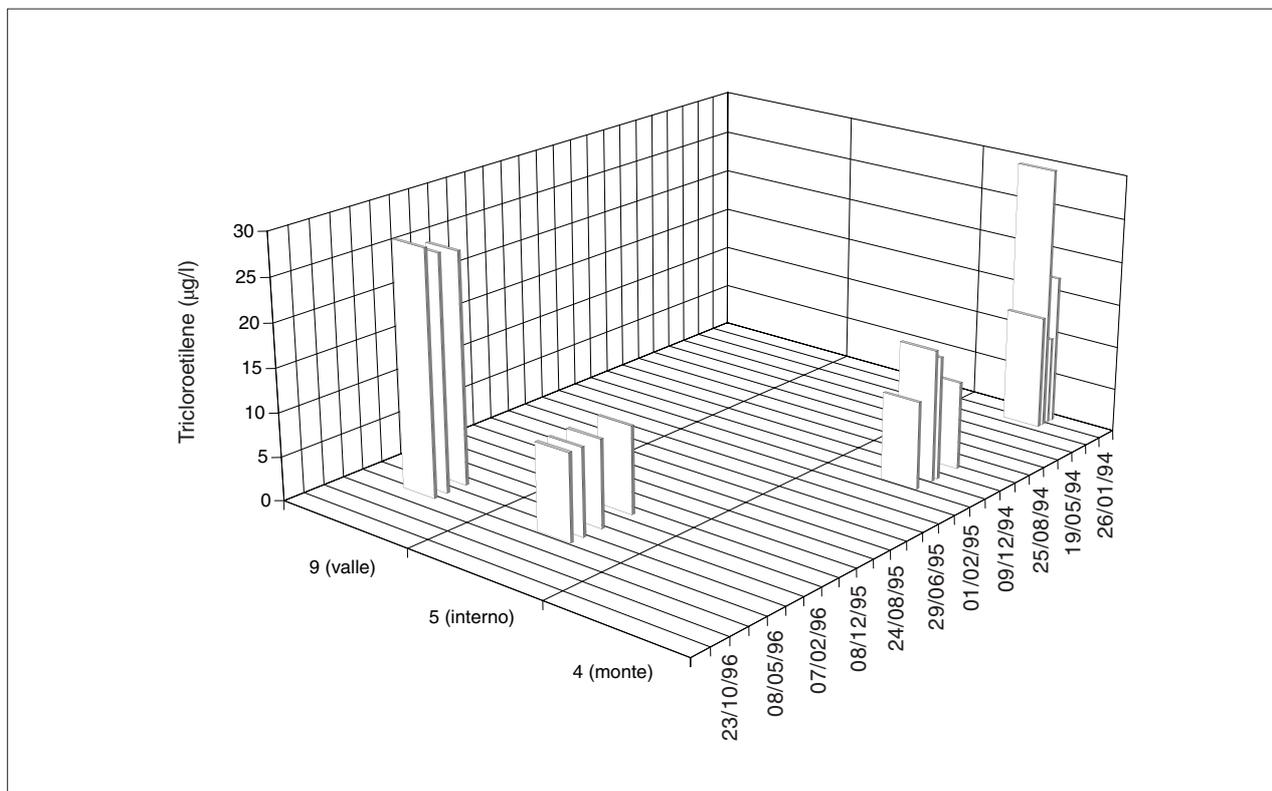
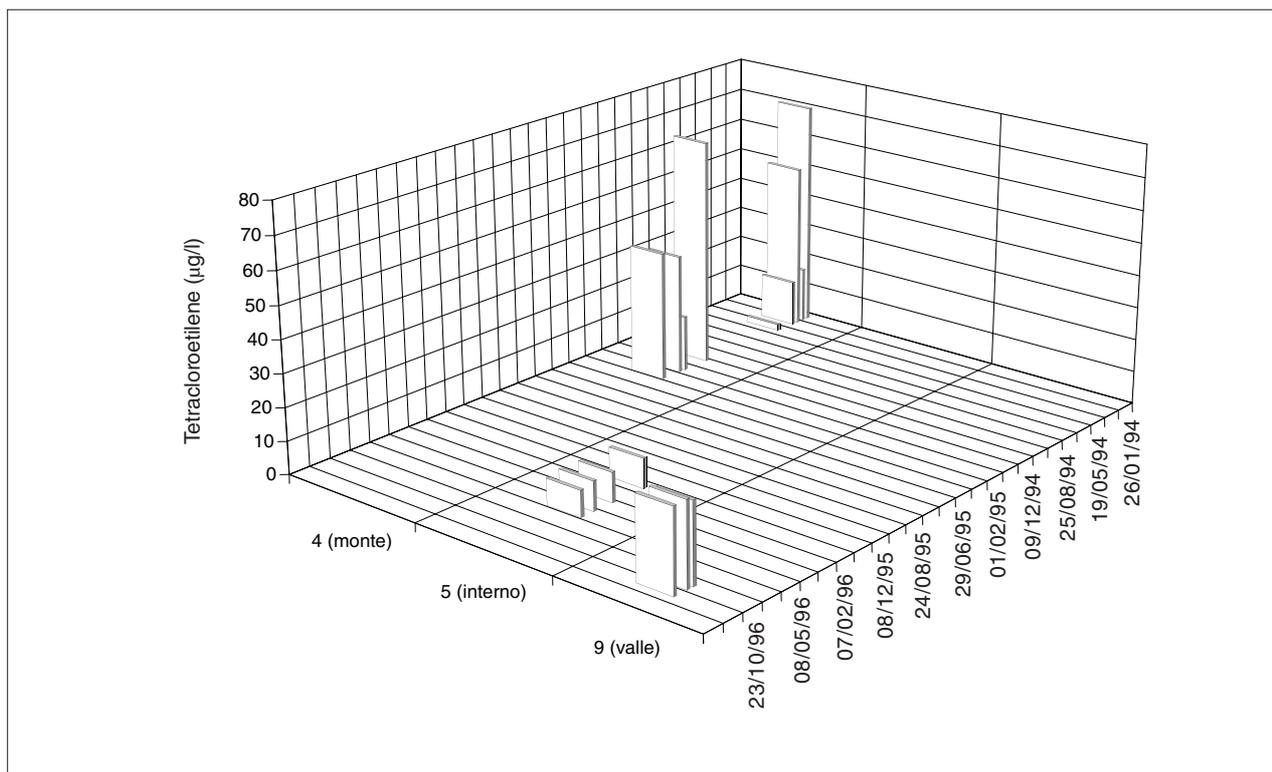


Figura 5.1.2. - Andamento del Tetracloroetilene nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI.



Mentre per la discarica di rifiuti pericolosi vengono riportati gli andamenti nelle acque sotterranee cap-

tate in prossimità dell'impianto, di alcuni microinquinanti metallici (figure 5.1.3, 5.1.4, 5.1.5, 5.1.6).

Figura 5.1.3. - Andamento del Cadmio nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

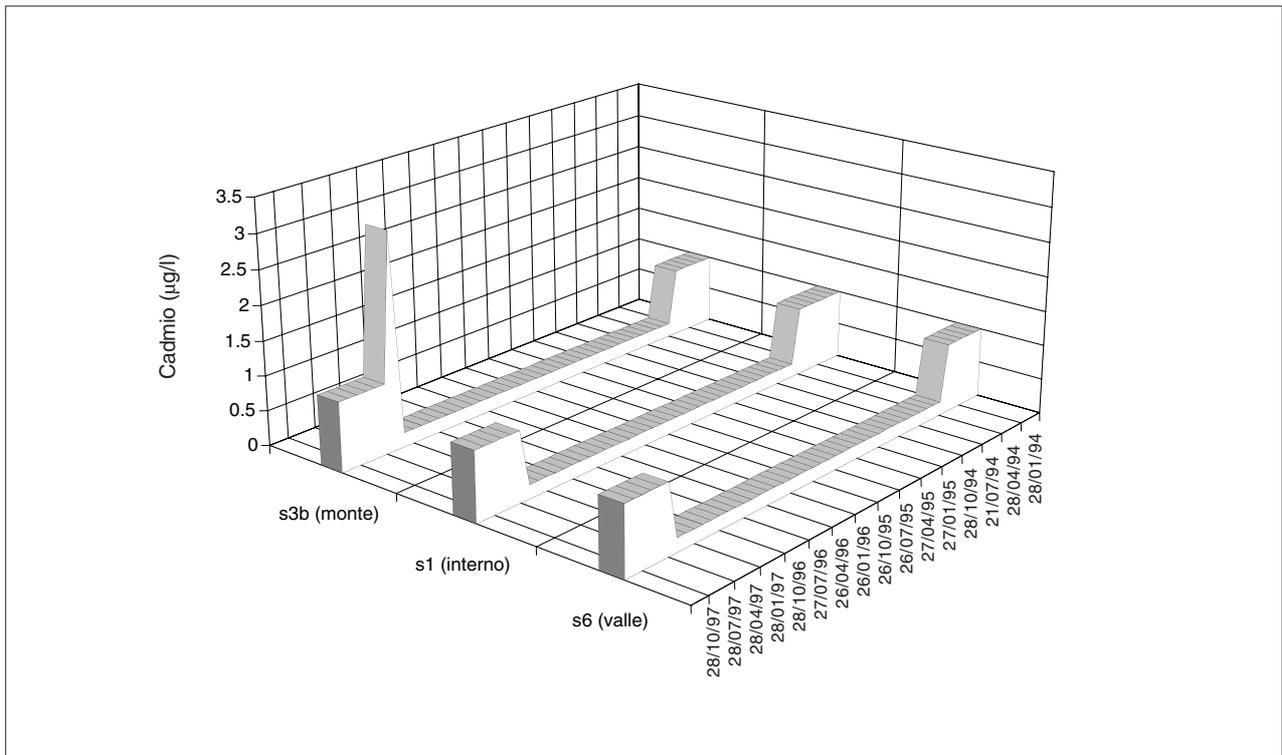


Figura 5.1.4. - Andamento del Cromo nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

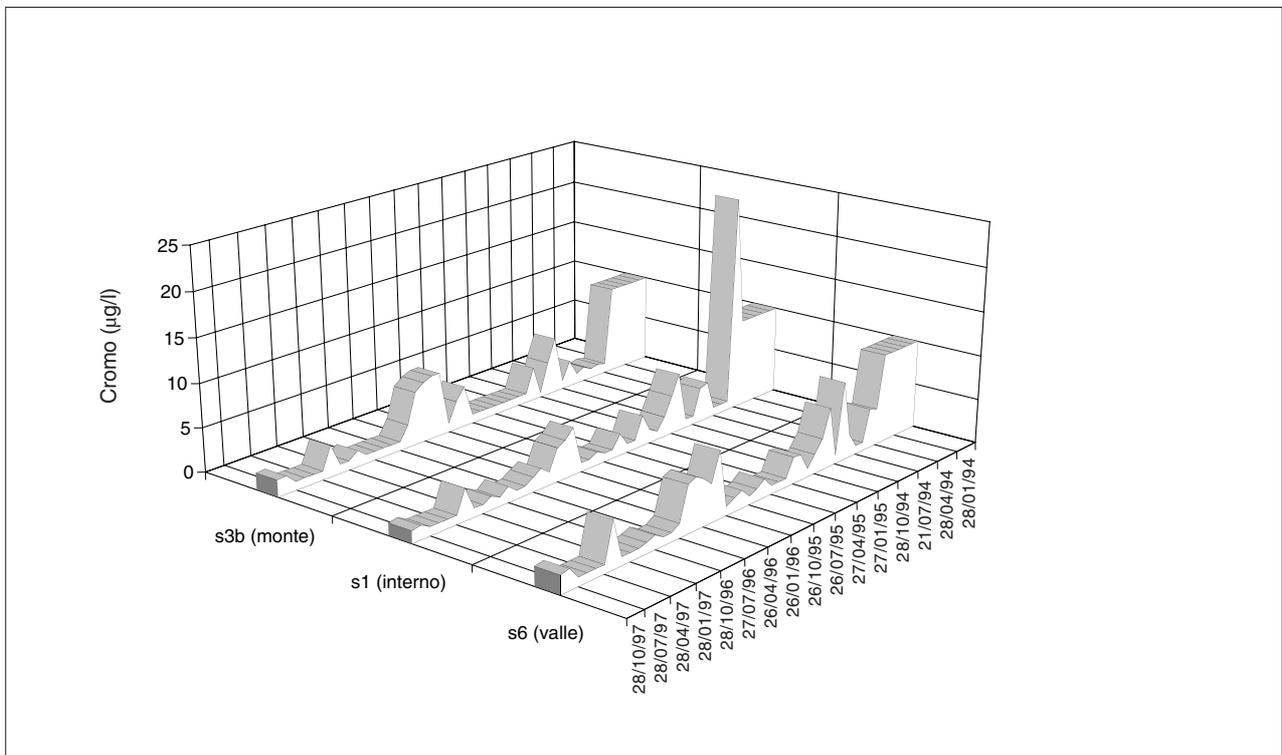


Figura 5.1.5. - Andamento del Piombo nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

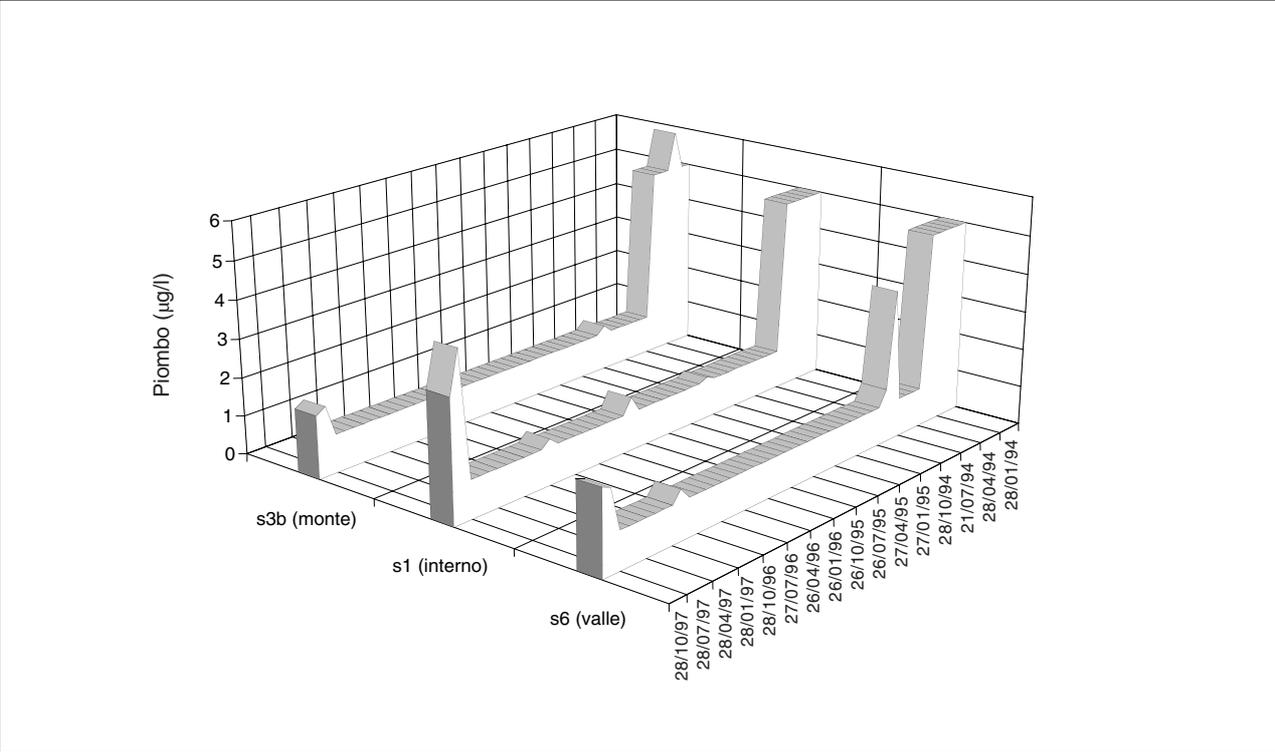
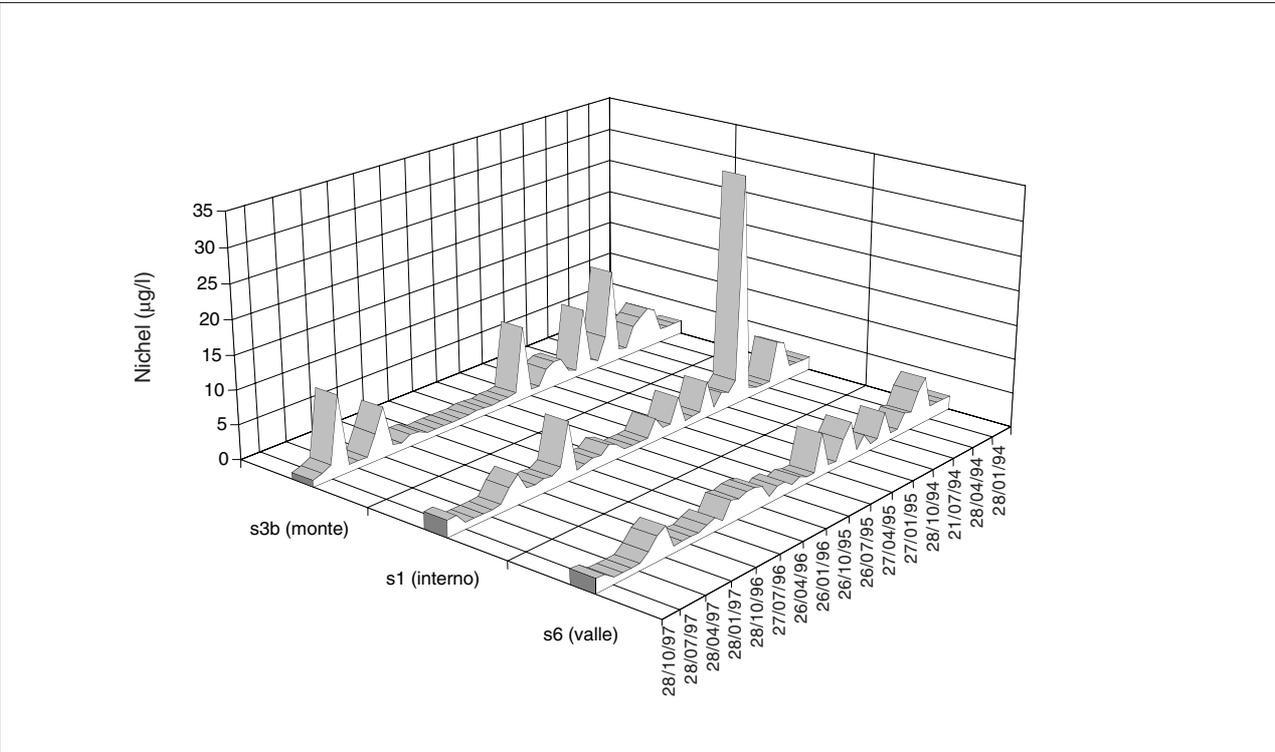


Figura 5.1.6. - Andamento del Nichel nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla



Sempre a titolo esemplificativo si riportano alcune indagini condotte negli U.S.A. in merito alla ricerca di composti organoalogenati, ed in particolare di Cloruro di Vinile Monomero

(C.V.M.), sia nelle acque sotterranee, sia nell'atmosfera "outdoor ed indoor", sia nei pori interstiziali del suolo, in prossimità di impianti di discarica per RU.

Tabella 5.1.1 - Dati da campionamento on-site di gas interstiziali del suolo, discarica di Port Washington

COMPOSTO	INTERVALLO DI CONCENTRAZIONE (ppb)
Cloruro di vinile	4-20.500
1,1- Dicloro etene	15-3.160
1,2-Dicloroetano	1-355
Trans-1,2-Dicloroetene	5-1.470
2-Butanone	5-283
Cloruro di metile	2-5.770

Tabella 5.1.2 - Dati da campionamento on-site di acque sotterranee, discarica di Port Washington

COMPOSTO	INTERVALLO DI CONCENTRAZIONE (ppb)
Cloruro di vinile	19-41
Cloruro di metilene	1.7-117
1,1-Dicloroetene	0.6-12
1,1-Dicloroetano	0.8-130
1,2-Dicloroetano	2.1
Trans-1,2-Dicloroetene	2-260
Cloroformio	0.1-0.6
Cloroetano	3-33
1,1,2,2-Tetracloroetano	0-4
1,1,1-Tricloroetano	0.2-109
1,1,2-Tricloroetano	0.5
Tricloroetene	8-28
Tetracloroetene	1-69
Tetracloruro di carbonio	4
Clorobenzene	1.3-10
Toluene	0.1-0.9
Benzene	2-6
Xileni (totali)	0.1-0.8

Tabella 5.1.3 - Dati da campionamento off-site di acque sotterranee, discarica di Port Washington

COMPOSTO	INTERVALLO DI CONCENTRAZIONE (ppb)
Cloruro di vinile	1-16
Cloruro di metilene	0.8-32
1,1-Dicloroetene	1-10
1,1-Dicloroetano	2-76
Trans-1,2-Dicloroetene	1-80

Tabella 5.1.4 - Dati da campionamento on-site di percolato, discarica di Port Washington

COMPOSTO	INTERVALLO DI CONCENTRAZIONE (ppb)
Cloruro di vinile	6-12
1,1-Dicloroetano	6-12
Trans-1,2-Dicloroetene	8.5-14
Cloroetano	22
1,1,1-Tricloroetano	4
Tetracloroetene	8
Clorobenzene	18-19
Etilbenzene	26-60
Toluene	48-71
Benzene	8-13
Xileni (totali)	160-210

Tabella 5.1.5 - Dati da campionamento dell'area indoor in abitazioni limitrofe la discarica di Port Washington

LUOGO DI PRELIEVO	CONCENTRAZIONE DEL CLORURO DI VINILE (ppm)
Cucina	non determinato
Seminterrato	0.01
Bagno	0.03
Bagno con doccia	0.06

Le valutazioni per discariche di rifiuti di tipo industriale sono molto più difficili da effettuare, dipendendo dall'input e cioè dalle tipologie di rifiuti smaltite.

Le emissioni provenienti da una discarica, tuttavia, possono interessare anche il comparto aria (Elsasser et. al., 1992).

Tali emissioni sono state prese in considerazione in uno studio condotto nell'ambito del progetto CORINAIR - COORDination - INFORMATION - AIR (Bonscarem, 1989), promosso dalla Comunità Europea in attuazione della decisione del Consiglio del 27 giugno 1985, che aveva il fine di raccogliere ed organizzare un'informazione consistente sulle emissioni di inquinanti in atmosfera nell'aria comunitaria, ed attualmente in corso di aggiornamento. Precisamente l'obiettivo era quello di costituire tra i Paesi membri un inventario delle emissioni in aria, relativo al 1989, dei tre principali inquinanti atmosferici: ossidi di zolfo, ossidi di azoto e composti organici volatili (COV).

Le emissioni globali stimate per l'anno 1985 a livello italiano, sono rispettivamente (Boccola et. al., 1989):

- 2090 migliaia di tonnellate di SO_x;
- 1574 migliaia di tonnellate di NO_x;
- 2945 migliaia di tonnellate di COV.

La stima delle emissioni è stata condotta suddividendo le attività antropiche in 8 gruppi: combustione eccetto industria; raffinerie di petrolio; combustione nell'industria; processi di produzione; evaporazione di solventi; trasporti; natura; attività miscelanee.

Tra le attività miscelanee vengono compresi l'interramento dei rifiuti e lo spargimento dei fanghi, oltre alle miniere di combustibili solidi e gli impianti per la distribuzione del gas. Tali attività contribuiscono solo per le emissioni di COV quale il metano.

Nell'attività di interrimento dei rifiuti è stata considerata solo la quantità di RU, in quanto i rifiuti contribuiscono alle emissioni di COV nell'aria in modo non significativo. La quantità di RU scaricata in discariche, sia controllate che non controllate, è stata stimata ad oltre il 70% dei rifiuti prodotti. I dati relativi alle quantità di rifiuti ottenuti sono stati moltiplicati per un fattore 5, in quanto l'emissione di COV, costituiti quasi esclusivamente da metano, dura circa 5 anni.

Per quanto riguarda l'attività di spargimento di fanghi, le emissioni non sono state calcolate, considerando che tale attività non è a tutt'oggi rilevante in Italia.

È stato stimato che per l'interramento dei rifiuti il fattore di emissione di COV sia di 7000 g/tonnellata di RU, che comporta una emissione complessiva di COV pari a 424,3 migliaia di tonnellate. Quindi il 14,4% del totale dei COV emessi nelle varie attività considerate, proviene dall'interramento dei RU.

5.1.2 Smaltimento in impianti di incenerimento

Per lo smaltimento dei RU in impianti di incenerimento, gli inquinanti più comunemente emessi in atmosfera sono: ossidi di carbonio, di azoto e di zolfo; idrocarburi policiclici aromatici (IPA); acido cloridrico (HCl); idrocarburi alifatici e aromatici a basso peso molecolare.

Un altro problema di emissioni in atmosfera potenzialmente connesse con l'incenerimento dei RU è quello delle policlorodibenzodiossine e policlorodibenzo-furani (PCDD e PCDF).

A partire da metà degli anni '70, anche in seguito all'incidente verificatosi all'Icmesa di Seveso, si è acceso un vivace dibattito sui rischi sanitari dalla contaminazione ambientale da PCDD e PCDF.

I dati ad oggi disponibili smentiscono la generale percezione in base alla quale si ritiene che la contaminazione da diossine sia un problema localizzato e che pertanto possa essere sufficiente tenere sotto controllo solo alcune specifiche fonti, quali gli inceneritori di rifiuti urbani, per ridurre l'esposizione umana a livelli accettabili. Al contrario, i PCDD/F risultano essere inequivocabilmente inquinanti ubiquitari e le fonti che li producono sono molto più numerose e diffuse di quanto fino ad oggi si pensasse (Valerio, 1992).

Si può formulare uno scenario di carattere generale: l'aria urbana risulta contaminata da PCDD/F a causa di specifici processi di combustione in grado di produrre questi composti, tra i quali anche gli inceneritori di rifiuti, ma questi ultimi non sono le sole cause di emissione di tali sostanze.

Come si può osservare dalla tabella 5.1.6, in cui vengono riportati i fattori di emissione relativi alla combustione di RU per inquinante in funzione delle tecnologie (vecchie e nuove) utilizzate, l'emissione di PCDD e PCDF (genericamente richiamate nella tabella come Diossine) è strettamente correlabile al tipo di tecnologia adottata per gli impianti di abbattimento (per nuove tecnologie si intende il doppio sistema di abbattimento, sia per i gas che per le polveri; per vecchia tecnologia si intende un unico sistema di abbattimento costituito essenzialmente da cicloni o camera di calma).

Tabella 5.1.6 - Fattori di emissione dalla combustione di rifiuti urbani (inquinante emesso/tonnellata di rifiuto bruciato) (1)

	Unità	FATTORE DI EMISSIONE	
		Vecchia tecnologia	Nuova tecnologia
Particolato	kg/t	0,3 - 0,6	0,03 - 0,2
HCl	Kg/t	3 - 5	0,06 - 0,3
SO ₂	Kg/t	1 - 5	0,06 - 0,3
NO _x (NO ₂)	Kg/t	0,3 - 2,5	0,03 - 0,4
HF	g/t	5 - 30	0,1 - 2
Cd	g/t	1 - 2	0,004 - 0,3
Hg	g/t	1 - 3	0,03 - 0,2
Ni	g/t	1 - 2	0,002 - 0,2
As	g/t	1 - 2	0,002 - 0,2
Pb	g/t	50 - 200	0,01 - 5
Cr	g/t	1 - 6	0,1 - 1
IPA (2)	g/t	0,6 - 1,5	0,01 - 0,04
Diossine (3)	mg/t	60 - 600	0,01 - 0,06

(1) Ricavato da concentrazione nei fumi riferiti ad una combustione che produce 6.000 m³ di fumo secco in condizioni normali per tonnellata di rifiuto bruciato.

(2) Idrocarburi Policiclici Aromatici.

(3) Espresse come tossicità equivalente.

Fonte: elaborazione ISS

Per le nuove tecnologie si ottengono fattori di emissione relativi alle diossine estremamente bassi. L'incenerimento di rifiuti sanitari, essendo questi ultimi a base prevalentemente organica, comporta fattori di emissione del tutto simili a quelli dei RU, mentre per l'incenerimento di rifiuti industriali le emissioni sono, ovviamente, correlate al tipo di rifiuto incenerito. Va, tuttavia, osservato che, per alcuni impianti con tecnologia di abbattimento delle emissioni più complessa, in funzione attualmente in Italia, le emissioni risultano sensibilmente inferiori a quelle già imposte dalle norme italiane in materia.

Un altro problema molto dibattuto a livello della comunità scientifica nazionale ed internazionale, è quello connesso sempre all'emissione di diossine nel caso vengano inceneriti rifiuti con presenza di plastiche a base di polivinilcloruro (PVC). Sono stati effettuati vari studi in Italia, in Europa e negli Stati Uniti per verificare se si ha emissione di diossine quando il PVC viene bruciato nell'incenerimento dei RU.

Nell'incenerimento dei RU si ha sempre produzione di acido cloridrico, data la presenza di tanti prodotti contenenti cloro, a cominciare con gli alimenti salati. Anche il PVC presente nei RU per lo 0,7-1% del totale, produce nell'incenerimento acido cloridrico, ma intervenendo opportunamente con efficienti impianti di lavaggio, come imposto anche dalla legge, le emissioni di acido cloridrico da tali impianti possono essere facilmente contenute entro i limiti stabiliti dalla legge.

Tra gli inquinanti emessi da un inceneritore di RU, tuttavia, quelli che destano maggiore preoccupazione, dato il fattore di emissione e soprattutto la loro tossicità, sono il Pb, Cd, Hg e gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). Da un rapporto dell'OMS sull'emissione di metalli pesanti ed IPA dagli inceneritori di RU risulta che gli inceneritori tradizionali di RU possono avere un impatto significativo sulla qualità dell'aria, così come sulla velocità di deposizione di Cd e Pb sul suolo. Viene stimato che il Cd abbia una velocità di deposizione al suolo di 0,5-2 µg/m² al giorno, il Pb di 40 µg/m² al giorno, l'Hg di <1-1 µg/m² al giorno (Damiani, 1992).

Allo stato attuale le direttive dell'Unione europea in materia sono state recepite nell'ordinamento normativo nazionale con il D.M. 503/1997 e D.M.

124/2000, che prevedono i valori limite di emissione in atmosfera riportati nella tabella 5.1.7 (si rimanda ai decreti per ogni dettaglio).

Tabella 5.1.7 - Valori limite di emissioni in atmosfera

Inquinanti mg/m ³	D.M. 124/2000 - Rifiuti pericolosi				D.M. 503/97 - Rifiuti non pericolosi		
	24h	½ h	1 h	8 h	24 h	1 h	1 h
CO	50	100			50	100	
PT	10	30			10	30	
COT	10	20			10	20	
HCl	10	60			20	40	
HF	1	4			1	4	
SO _x	50	200			100	200	
NO _x	200	400			200	400	
Cd e Tl			0,05			0,05	
Hg			0,05			0,05	
Sb, As, Pb, Cr, Co,			0,5			0,5	
Cu, Mn, Ni, V, Sn,							
Eq PCDD/F (ng/m ³)				0,1			0,1
IPA				0,01			0,01

5.1.3 Trattamento

Per quanto riguarda il trattamento dei rifiuti, le fonti di inquinamento sono strettamente connesse al tipo di rifiuto trattato ed alle tecnologie utilizzate. Pertanto è impossibile allo stato attuale poter effettuare una completa disamina di tale aspetto, anche in considerazione degli scarsi studi effettuati sia a livello nazionale che internazionale.

Può invece risultare interessante l'esame delle fonti di contaminazione provenienti da un impianto di compostaggio. Ciò in quanto, data la strategia italiana ed anche comunitaria in materia di gestione dei rifiuti, che prevede un grande incentivo del trattamento dei rifiuti urbani (RU) e assimilabili (frazione organica biodegradabile) al fine di produrre compost utilizzabile in agricoltura o per ripristini ambientali, si prevede un numero di impianti sempre maggiori sul territorio nazionale. Tali impianti in genere sono localizzati in prossimità dei bacini di produzione dei RU e di utilizzazione del prodotto compost ottenuto, pertanto è importante ai fini della valutazione dei potenziali rischi igienico sanitari, a cui sono esposti sia gli addetti, ma anche la popolazione, conoscere le fonti di rischio associabili a detti impianti. Tra queste ultime merita di essere citata prioritariamente l'emissione di bioaerosol. A tal proposito è stato condotto dall'I.S.S. uno specifico studio presso un impianto di compostaggio situato nell'Italia centrale.

Nello studio è stato analizzato il bioaerosol emesso presso un impianto di trattamento di rifiuti urbani, allo scopo di conoscere i livelli di esposizione ai micror-

ganismi, con particolare riguardo a quelli che possono essere potenzialmente infettivi od allergeni.

5.1.4 Risultati e discussione

Nella tabella 5.1.8 vengono riportati i risultati relativi ai campionamenti di bioaerosol, effettuati nella camera di selezione e nella tabella 5.1.9 vengono riportati i risultati relativi ai campionamenti di bioaerosol, effettuati nella camera di compostaggio. Nella tabella 5.1.10 vengono riportati i valori di temperatura ed umidità relativa, registrati durante i campionamenti nella camera di selezione ed in quella di compostaggio.

Dalla tabella 5.1.8 si può osservare una Carica Batterica Totale sia a 22°C che a 37°C ed una Carica Micotica piuttosto elevate.

In quasi tutti i campionamenti è stata riscontrata una concentrazione abbastanza elevata di microrganismi indicatori di contaminazione fecale (Coliformi Fecali e soprattutto Streptococchi Fecali), mentre in nessun campione è stata rilevata la presenza di *Escherichia coli*.

Per quanto riguarda la concentrazione di Stafilococchi si può osservare che essa si mantiene piuttosto costante in quasi tutti i campionamenti eseguiti; in due soltanto è stata riscontrata la presenza di colonie di Stafilococchi con alone, le quali, sottoposte alle successive prove di identificazione, sono risultate non essere colonie di *Staphylococcus aureus*.

Riguardo le concentrazioni dei microrganismi appartenenti ai generi *Pseudomonas*, *Vibrio* ed *Aeromonas*, si può osservare che la loro presenza

si mantiene costante, ordine di grandezza 10², in quasi tutti i campionamenti; in alcuni prelievi *Aeromonas spp* risulta addirittura assente (in circa il 40% dei campioni). Sul genere *Vibrio* è stata eseguita l'enumerazione in base alla diversa pigmentazione delle colonie, gialle e verdi, per poter già operare, all'interno del genere, uno screening iniziale tra specie opportuniste, specie patogene e potenzialmente tali.

Confrontando la tabella 5.1.8 con la tabella 5.1.9, si può mettere in evidenza che le concentrazioni ottenute per i vari parametri microbiologici, ricercati nella camera di selezione ed in quella di compostaggio, sono del tutto confrontabili, addirittura nella maggior parte delle volte i valori riscontrati nell'impianto di compostaggio sono di un ordine di grandezza inferiore.

Un discorso a parte deve essere fatto per quanto riguarda il parametro fungino Muffe, dato che il suo livello si mantiene superiore nella camera di com-

postaggio rispetto a quella di selezione; in questo caso la proliferazione è favorita anche dalle condizioni ottimali di umidità che si hanno in un ambiente in cui viene prodotto compost.

Tale lavoro sembra mettere in evidenza una qualità dei due ambienti di lavoro presi in esame confrontabile con gli altri studi effettuati in ambito internazionale [6,8]. Infatti sulla base dei dati ottenuti è stato possibile constatare che i valori di Carica Batterica Totale e di Miceti Totali rientrano nelle medie di esposizione ai bioaerosol riscontrate in analoghe indagini. In conclusione, non è possibile al momento utilizzare i dati ottenuti per fornire delle specifiche indicazioni sul rischio effettivo a cui i lavoratori sono esposti, in quanto, fino ad oggi, non esiste alcun limite fissato riguardo l'esposizione ai bioaerosol, per poter eventualmente intervenire con le necessarie misure correttive.

Tabella 5.1.8 - Concentrazione totale, espressa come UFC/m³, dei microrganismi rilevati nella camera di selezione

Parametri	Camera di selezione Campionamenti							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
CBT 22°C	4,4x10 ⁴	5,1x10 ³	1,8x10 ³	6,9x10 ⁴	2,7x10 ⁵	8x10 ³	1,4x10 ⁵	1,5x10 ⁵
CBT 37°C	7,1x10 ³	8,1x10 ³	3x10 ³	2,2x10 ⁴	3x10 ⁵	1,8x10 ⁴	2,7x10 ⁵	1,1x10 ⁵
CT	2x10 ²	1x10 ²	0	0	1x10 ²	1,2x10 ³	1,8x10 ³	1,4x10 ³
CF	2x10 ²	1x10 ²	0	0	1x10 ²	4x10 ²	2x10 ²	1,8x10 ²
<i>E. coli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
SF	2x10 ²	6x10 ²	1x10 ²	3x10 ²	7x10 ²	4x10 ²	1,8x10 ²	2,1x10 ³
Staph.al-	1,8x10 ³	4,4x10 ³	5x10 ³	1,5x10 ³	1,3x10 ³	8,4x10 ³	4x10 ³	5,5x10 ²
Staph. al+	0	0	0	0	1x10 ²	0	1x10 ²	0
Pseud.fl -	2x10 ²	1x10 ²	2x10 ²	3x10 ²	1x10 ²	1,8x10 ²	2x10 ²	2x10 ²
Pseud.fl +	1x10 ²	1x10 ²	2x10 ²	1x10 ²	0	1x10 ²	2x10 ²	1x10 ²
<i>Aeromonas spp</i>	1x10 ²	0	0	3x10 ²	6x10 ²	0	7x10 ³	8x10 ²
<i>Vibrio sp</i> giallo	0	3x10 ²	1x10 ²	1,4x10 ³	1x10 ²	2,3x10 ³	2x10 ²	2,5x10 ³
<i>Vibrio sp</i> verde	1x10 ²	3x10 ²	2,1x10 ³	7x10 ²	5,8x10 ³	5x10 ²	0	50
Muffe	2,1x10 ⁴	7,4x10 ³	1,2x10 ⁴	2,1x10 ⁴	2,1x10 ⁴	1,7x10 ⁴	1,4x10 ⁴	1,2x10 ⁵
Lieviti	3x10 ²	5x10 ²	0	5x10 ²	1,1x10 ³	1x10 ²	0	0

Legenda: CBT = Conta Batterica Totale; CT = Coliformi Totali; CF = Coliformi Fecali; SF = Streptococchi Fecali; Staph., al = Stafilococchi, alone; Pseud, fl = Pseudomonas, fluorescenza;

Tabella 5.1.9 - Concentrazione totale, espressa come UFC/m³, dei microrganismi rilevati nella camera di compostaggio

Parametri	Camera di compostaggio Campionamenti		
	VI	VII	VIII
CBT 22°C	1x10 ³	1,3x10 ⁴	1,5x10 ⁴
CBT 37°C	1,1x10 ³	2,5x10 ⁴	1,3x10 ⁴
Coliformi Totali	1,2x10 ²	1,6x10 ²	3,9x10 ²
Coliformi Fecali	1x10 ²	1,5x10 ²	2,8x10 ²
Escherichia.coli	0	0	0
Strept. Fecali	4,5x10 ²	1,9x10 ²	1,5x10 ³
Stafilococchi al -	9,2x10 ³	3,8x10 ³	1,6x10 ³
Stafilococchi al +	0	0	0
Pseudomonas fl -	1,5x10 ²	1,7x10 ²	2x10 ²
Pseudomonas fl +	1x10 ²	1x10 ²	1x10 ²
Aeromonas spp	0	2x10 ³	2x10 ²
Vibrio spp (giallo)	1x10 ²	2,3x10 ²	8x10 ²
Vibrio spp (verde)	50 ²	50	2x10 ²
Muffe	4,5x10 ⁵	3,8x10 ⁵	3,5x10 ⁵
Lieviti	0	0	0

Legenda: CBT = Conta Batterica Totale; al = alone; fl = fluorescenza

Tabella 5.1.10 - Valori di temperatura (°C) e di Umidità Relativa (%) registrati durante i campionamenti del bioaerosol nelle camere di selezione e di compostaggio

Campionamenti	Camera di selezione		Camera di compostaggio	
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)
I	20,7	45,9	-	-
II	15,8	62,5	-	-
III	12,9	78,3	-	-
IV	11,6	52,0	-	-
V	17,6	44,3	-	-
VI	16,2	74,8	17,5	90,1
VII	26,8	60,5	27,4	88,3
VIII	32,0	52,5	32,4	84,1

BIBLIOGRAFIA

Ahlborg U.G., Victorin K. Impact on health of chlorinated dioxins and other trace organic emissions, *Waste Management & Research* 1987, 5, 203-224.

ATSDR (US Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry). ATSDR Biennial Report to Congress: October 17, 1986 - September 30, 1988. Atlanta, ATSDR, 1989, 2 volumes.

Augerer J., Heinrow B., Reimann D.O., Knorz W., Lehnert G. Internal exposure to organic substances in a municipal waste incinerator. *Int. Arch. Occup. Environm. Health* 1992, 64, 265-273

Berzero R., Vazzoler M., Zaffalon C. Caratteristiche microbiologiche dei contenitori di RSU". *Ambiente, Risorse Salute*, 1991, marzo, 48-53.

Budnick L.D., Sokal D.C., Falk H, Logue J.N., Fox J.M. Cancer and birth defects near the Drake Superfund Site, Pennsylvania. *Arch. Environ. Health* 1984, 39, 409-413.

Elliott P, Hills M, Beresford J, Kleinschmidt I, Jolley D, Pattenden S, Rodrigues L, Westlake A, Rose G. Incidence of cancers of the larynx and lung near incinerators of waste solvents and oils in Great Britain. *Lancet*, 1992, 339, 854-858.

Gardini A., Zecchi G., Biserni R., Cirillo G. Rifiuti solidi sanitari: problematiche di controllo. Atti del Convegno "Sep Pollution 1992" Padova, 1992, 343-351.

Griffith J, Duncan R.C., Riggan W.B., Pellom A.C. Cancer mortality in U.S. Counties with hazardous waste sites and ground water pollution. *Arch. Environ. Health* 1989, 44, 2, 69-74.

Lampi P, Vartiainen T, Tuomisto J. Population exposure to chlorophenols, dibenzo-p-dioxins and

dibenzofurans after a prolonged ground water pollution by chlorophenols. *Chemosphere*, 1990, 20, 625-634.

Lipscomb J.A., Goldman L.R., Satin K.P., Smith D.F., Vance W.A., Neutra R.R.. A study of current residents' knowledge of a former environmental health survey of their community. *Arch. Environ. Health*, 1992, 47, 4, 270-273.

Lipscomb J.A., Satin K.P., Neutra R.R. Reported symptom prevalence rates from comparison populations in community-based environmental studies. *Arch. Environ. Health*, 1992, 47, 4, 263-269.

Malkin R, Brandt-Rauf P, Graziano J, Parides M. Blood lead levels in incinerators workers. *Environmental Research*, 1992, 59, 265-270.

Neutra R, Lipscomb J, Satin K, Shusterman D. Hypotheses to explain the higher symptom rates observed around hazardous waste sites. *Environ. Health Perspect.* 1991, 94, 31-38.

Stallones L, Nuckols J.R., Berry J.K. Surveillance around hazardous waste sites: geographic information systems and reproductive outcomes. *Environmental Research*, 1992, 59, 81-92.

Stern A.H., Freeman N.C.G., Pleban P, Boesch R.R., Wainman T, Howell T, Shupack S.I., Johnson B.B., Liroy P.J. Residential exposure to chromium waste - urine biological monitoring in conjunction with environmental exposure monitoring. *Environmental Research*, 1992, 58, 147-162.

Vianna N.J., Polan A.K. Incidence of low birth weight among Love Canal residents. *Science*, 1984, 226, 1217-1219.

Victorin K, Stahlberg M, Ahlborg U.G. Emission of mutagenic substances from waste incineration plants. *Waste Management & Research*, 1988, 6, 149-161.

5.2 RISCHI SANITARI CONNESSI ALLA GESTIONE DI RIFIUTI

5.2.1 Introduzione

Ad oggi è difficile valutare l'impatto sulla salute umana che possono avere i rifiuti, nelle varie fasi della loro gestione.

Gli studi epidemiologici sinora condotti non permettono una chiara individuazione di pericoli né tantomeno una stima del rischio per le popolazioni residenti in prossimità di impianti di trattamento/smaltimento dei rifiuti (discariche o inceneritori), in quanto si deve tener presente che il valore informativo di uno studio epidemiologico deriva da una chiara definizione delle esposizioni e degli effetti. Nel caso delle discariche e dei processi di trattamento e smaltimento dei rifiuti, l'accertamento della qualità e intensità dell'esposizione e la registrazione di effetti biologici è notevolmente complessa, poiché i rifiuti sono spesso miscele complesse di composti chimici, agenti fisici e biologici, ed inoltre, la tossicità potenziale di ogni singolo agente può variare nel tempo e con il mezzo di trasporto. Si possono prevedere differenti vie di esposizione, inalazione, ingestione attraverso il cibo o l'acqua potabile, contatto cutaneo, le quali possono modificare le caratteristiche tossicologiche di un dato xenobiotico. Quindi, raramente è possibile ovviare a tali problemi attraverso la misura di indicatori biologici di esposizione che siano in grado di stimare la dose complessiva ed integrata di un dato agente cui l'individuo sia stato esposto per varie vie nel corso di molti anni (Stallones et al., 1992).

Quando vengono raccolte informazioni su disturbi o sintomi direttamente dai soggetti in studio si può incorrere in errori sistematici. Infatti, è stata ripetutamente segnalata una tendenza a riportare prevalenze elevate di sintomi e disturbi tra le popolazioni preoccupate per problemi ambientali (Neutra et al., 1991) (Lipscomb et al., 1992).

In generale "disturbi", quali maleodore e rumore, sembrano essere i problemi di cui maggiormente risentono le popolazioni residenti in vicinanza di impianti di smaltimento/trattamento dei rifiuti. L'impatto sulla salute dovrà quindi includere elementi quali disagio psicologico, sociale ed estetico e ciò andrebbe tenuto maggiormente in conto negli studi epidemiologici da programmare.

Per le ragioni suesposte ed anche a causa dei limitati studi condotti, non è possibile ad oggi quantificare puntualmente il "peso" che il trattamento/smaltimento dei rifiuti ha sullo stato di contaminazione dei comparti ambientali, e conseguen-

temente il relativo impatto sulla componente salute umana. Tuttavia il problema sicuramente esiste ed andrà affrontato con una maggior integrazione degli interventi sia di ricerca, che normativi, che di gestione (Miller A.B. 1996) (Landrigan P.J. 1999).

5.2.2 Effetti nocivi associati all'esposizione a rifiuti

La presenza sempre più diffusa di impianti di smaltimento/trattamento rifiuti autorizzati e controllati ma, molto spesso, anche di siti di discarica di rifiuti abusivi e/o illegali (dai cumuli di prodotti di scarto delle industrie ai bidoni abbandonati in cave o affondati in specchi d'acqua) causa allarmi e preoccupazioni per l'incremento dei rischi per la salute delle popolazioni residenti in prossimità di tali luoghi.

Per questo motivo nel 1992 l'Agency for Toxic Substances and Disease Registry degli Stati Uniti (ATSDR) sulla base delle risultanze di numerose indagini sanitarie e valutazioni tossicologiche, ha definito un elenco di sette gruppi di condizioni patologiche (ATSDR1989) (MMWR,1992) che dovrebbero essere monitorate prioritariamente ai fini:

- 1) della valutazione di potenziali rischi alla salute delle persone che vivono in prossimità di tali siti;
- 2) della definizione di programmi e attività di ricerca applicata alla salute umana tenendo conto delle sostanze a rischio identificate in tali siti.

La lista di sette PHCs (Priority Health Conditions) comprende:

- malformazioni congenite ed esiti riproduttivi negativi;
- tumori (in determinate sedi);
- disturbi immunologici;
- patologie renali;
- patologie epatiche;
- malattie respiratorie;
- disturbi neurologici.

La maggior parte degli studi epidemiologici pubblicati riguarda la prevalenza o l'incidenza di neoplasie e di esiti riproduttivi patologici.

Ciò è dovuto, sia alla gravità degli eventi stessi, sia alla reperibilità dei dati relativi a tali eventi. Nascite, aborti spontanei e morte sono soggetti a registrazione obbligatoria e i dati relativi a casi di tumore e quelli sulle malformazioni congenite vengono spesso raccolti da sistemi di registrazione locali o generalizzati (registri tumori, registri delle malformazioni congenite, registri dei medici di base) che coprono popolazioni di interi territori. D'altro canto, i dati e le informazioni relati-

vi alle altre condizioni patologiche debbono essere, nella maggior parte dei casi, raccolti “ad hoc”.

5.2.3 Rassegna di studi epidemiologici

Viene presentata qui di seguito una rassegna che si basa sulla revisione di studi epidemiologici relativi agli effetti sulla salute dell'esposizione ad inquinanti generati da sistemi di raccolta e trattamento di rifiuti urbani e industriali e pubblicati su riviste scientifiche entro il 2000.

Una sintesi degli studi effettuati sugli addetti è riportata in tabella 5.2.1 mentre quella relativa alle popolazioni residenti in prossimità di impianti di smaltimento di rifiuti è riportata in tabella 5.2.2.

Tali tabelle rappresentano una versione aggiornata di una tabella redatta da L. Musmeci e S. Lagorio nel capitolo relativo ai rifiuti del rapporto Ambiente Salute in Italia dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Musmeci L., Lagorio S. 1997).

Gli studi descritti pur non fornendo informazioni certe sul rischio sperimentato dalle popolazioni in esame rappresentano diverse modalità di approccio al problema e possono essere utili per stabilire in futuro priorità di ricerca in questo campo.

Molti degli studi effettuati sulle popolazioni esposte sono di tipo ecologico-geografico, carat-

terizzati da un livello di fattibilità relativamente elevato ma di scarsa utilità ai fini dell'inferenza causale dato che non è possibile tener conto della relazione esposizione/effetto a livello individuale. Infatti, la distribuzione dell'esposizione all'interno delle aree geografiche in studio può essere molto variabile (il che comporta una diluizione delle associazioni) e la distribuzione dei fattori di confondimento nelle aree in studio è spesso sconosciuta o comunque non nota a livello individuale.

Queste indagini possono essere comunque di grande aiuto nel fornire lo spunto per ipotesi eziologiche da approfondire in studi analitici.

Gli studi analitici (di tipo caso-controllo o di coorte) realizzati fino ad oggi su popolazioni esposte professionalmente o per ragioni residenziali a rifiuti tossici sono comunque ancora in numero esiguo e spesso si basano su campioni di piccole dimensioni, quindi soggetti a fornire risultati inconsistenti.

Tali studi sono caratterizzati dalla possibilità di valutare a livello individuale l'esposizione nonché di raccogliere maggiori informazioni su possibili variabili di confondimento legate alle condizioni socioeconomiche della popolazione, all'attività lavorativa, alle abitudini di vita, ecc.

Tabella 5.2.1 - Sintesi degli studi di valutazione degli effetti nocivi associati all'esposizione degli addetti agli impianti di trattamento dei rifiuti

Autore	Luogo	Popolazione studiata/Esposizione	Variabilità di esito considerate/Risultati
Gustavsson, 1989	Stoccolma, Svezia	Coorte di 176 lavoratori impiegati per almeno 1 anno tra il 1920 e il 1985 nell'inceneritore di rifiuti urbani.	<i>Mortalità (1951-85).</i> Eccesso di tumori polmonari e, dopo lungo periodo, di malattie cardiache ischemiche. Un'analisi del rischio di malattie ischemiche in funzione della durata di esposizione rivelava un trend positivo. La prevalenza di fumatori nella coorte non differiva dalla media registrata nelle zone urbane svedesi.
Lafleur e Vena, 1991	Buffalo, New York, USA	Coorte di 487 addetti (6.886 anni-persona a rischio) al depuratore della città in servizio tra il 1950 e il 1979, suddivisa in "esposti" (a effluenti, fanghi o acque reflue contenenti composti chimici tra i quali potenziali cancerogeni) e "non esposti".	<i>Mortalità</i> Mortalità generale significativamente inferiore all'atteso fra i non esposti. Tra gli esposti: mortalità generale non differente dall'attesa; mortalità per tumore lievemente più elevata; eccessi di rischio statisticamente significativi per tumore della laringe (SMR=7,9) e per le neoplasie epatiche (SMR=5,4). Non disponibili informazioni sull'abitudine al fumo e sul consumo di alcool per i soggetti studiati.
Friis et al. 1992	Svezia	Coorte di 656 addetti a un depuratore (9.443 anni persona a rischio), impiegati per almeno 1 anno tra il 1965 e il 1987 in 17 impianti comunali svedesi.	<i>Mortalità e incidenza di tumori.</i> Deficit di mortalità per tutte le cause e per malattie cardiovascolari. Eccessi di rischio per tumori cerebrali, dello stomaco e del rene. Il rischio di tumori renali risultava associato alla durata dell'impiego.
Poulsen O.M., et al. 1995	Danimarca e Paesi del Nord Europa	Rassegna di vari studi effettuati su gruppi di addetti alla selezione e al riciclaggio dei rifiuti di tipo domestico. Esposizione a microrganismi, polveri e prodotti tossici.	<i>Insorgenza di patologie dell'apparato respiratorio, di quello gastrointestinale e di irritazioni cutanee ed oculari.</i>
Poulsen O.M., et al. 1995	Danimarca e Paesi del Nord Europa	Rassegna di vari studi effettuati su gruppi di addetti alla raccolta dei rifiuti solidi urbani. Rischio di incidenti sul lavoro ed esposizione a polveri e a bio-aerosol.	<i>Incidenti sul lavoro, problemi all'apparato muscoloscheletrico e insorgenza di patologie dell'apparato respiratorio, di quello gastrointestinale, delle mucose e dell'epidermide.</i>
Lagorio S. De Santis M. Comba P. 1996	Prato, Italia	Coorte di 68 lavoratori addetti dal 1981-1994 a un depuratore con inceneritore di fanghi urbani (51% giornaliero) e fanghi industriali (49% giornaliero), suddivisi in 52 "esposti" (534 anni persona a rischio) e 12 "non esposti" (158 anni persona a rischio).	<i>Mortalità per tumore</i> Non è stato registrato alcun caso di morte tra i "non esposti", tra gli "esposti" sono stati registrati 5 casi di morte (1,2 attesi) tutti per neoplasie maligne (0,5 attesi). In particolare 3 casi di tumore al polmone (0,14 attesi), 1 caso di tumore allo stomaco (0,05 attesi) e 1 caso di tumore al colon (0,03 attesi).
Rapiti E., et al., 1997	Roma, Italia	Coorte di 532 addetti in due impianti di riciclaggio ed incenerimento di rifiuti. Tutti i soggetti erano impiegati dal 1962 e sono stati seguiti dal 1° gennaio 1965 al 31 dicembre 1992. (8.585 anni persona di osservazione).	<i>Mortalità per tutte le cause, per tumore, per tumore polmonare e per tumore allo stomaco.</i> Mortalità generale significativamente inferiore all'attesa; mortalità per tumore confrontabile con quella della popolazione generale; eccessi di rischio statisticamente significativi per tumore gastrico (SMR=2,79 IC90% = 0.94-6.35) mentre il rischio per il tumore al polmone risulta inferiore (SMR=0,55 IC90% = 0.15-1.42). L'analisi sulla latenza indica che l'eccesso di rischio per cancro gastrico riguarda la categoria con più di dieci anni dalla prima esposizione.

Tabella 5.2.2 - Sintesi degli studi di valutazione degli effetti nocivi sulle popolazioni residenti in prossimità di impianti di trattamento dei rifiuti

Autore	Luogo	Popolazione studiata/Esposizione	Variabilità di esito considerate/Risultati
Clark et al., 1982	Contea di Hardeman, Tennessee, USA	Residenza in prossimità di una discarica di rifiuti tossici in cui venivano interrate le scorie di lavorazione di una fabbrica di pesticidi in attività dal 1964 al 1972. Pozzi di acqua potabile che servivano le abitazioni situate in prossimità della discarica contaminati da composti clorurati in concentrazioni superiori ai limiti autorizzati (nov. 1978). Considerati tre campioni: residenti nella zona contaminata (36 individui di 16 famiglie), 33 soggetti con esposizioni intermedie e un gruppo di controllo (57 soggetti).	<i>Screening per la funzionalità epatica e renale</i> dei tre gruppi nel novembre 1978. Nel gennaio 1979, 49 soggetti esposti furono sottoposti a <i>nuove indagini cliniche ed ematiche</i> . La prima indagine ha rilevato differenze significative nei test di funzionalità epatica tra gli esposti in confronto ai controlli. Nella seconda indagine i parametri di funzionalità erano tornati normali nella maggior parte dei soggetti.
Vianna e Polan, 1984	California, USA	Nati fra i residenti nell'area di Love Canal, sede di una discarica di rifiuti tossici rimasta in attività fino al 1954, nel periodo 1940-1978 (617 nascite). Confronto con i nati fra i residenti nello stato di New York.	<i>Prevalenza di neonati di basso peso</i> (≤ 2.500 g). Sull'intero periodo considerato la prevalenza non differiva tra i nati a Love Canal in modo statisticamente significativo da quella attesa (8,6% rispetto a 6,9% nello stato di New York e a 7,8% nel sottoinsieme di comuni con più di 25.000 abitanti). Tuttavia, limitatamente al periodo di attività della discarica, fra i residenti di Love Canal le cui abitazioni potevano essere considerate più esposte è stato osservato un incremento significativo di nati di basso peso. Le differenze di rischio non sono attribuibili a fattori noti di confondimento.
Budnick et al., 1984	Contea di Clinton, Pennsylvania, USA	Residenti nella Contea (sede della discarica di Drake Superfund), contaminata da diversi cancerogeni quali β -naphthylamina, benzidina e benzene.	<i>Incidenza di tumori nei periodi 1950-59, 1960-69 e 1970-79</i> . Eccesso significativo di tumori della vescica e di tutte le altre neoplasie tra gli uomini bianchi negli anni 1970-79. Un aumento di tumore della vescica sarebbe coerente con l'elevata esposizione ad ammine aromatiche probabilmente subito dai residenti nella zona prima del 1960, ma lo studio non era in grado di distinguere le esposizioni residenziali da quelle professionali né di controllare l'effetto di potenziali confondenti quali il fumo di tabacco. Nessun eccesso di rischio tra le donne.
Nayem et al., 1985 Nayem e Greer, 1985	New Jersey, USA	Residenti in 194 comuni con almeno 10.000 abitanti in 21 Contee nel periodo 1968-77.	<i>Mortalità per 13 neoplasie</i> . Confrontata con mortalità per tumore negli USA in relazione alla distribuzione di discariche di rifiuti chimici, il reddito annuale pro capite, la prevalenza di neonati di basso peso, la prevalenza di malformazioni congenite alla nascita e i tassi di mortalità infantile. Insieme ad altre associazioni, sono stati individuati cluster di tumori infantili in 23 comuni localizzati in 10 contee che costituivano la zona più industrializzata e urbanizzata dello Stato (98 tassi di mortalità superiori del 50% almeno rispetto a quelli nazionali, 72% dei tassi in eccesso riguardanti neoplasie del tratto gastro-intestinale). Associazione significativa tra 8 delle 13 neoplasie in studio e la distribuzione territoriale delle discariche.
Baker et al., 1988	Stringfellow, Riverside County, California, USA	Residenza dal gennaio 1980 presso una discarica di rifiuti tossici (periodo di attività: 1956-72). 2.039 casi (in 606 famiglie), 1.983 controlli, complessivamente suddivisi in 3 sottogruppi sulla base della distanza dalla discarica.	<i>Mortalità, incidenza di tumori ed esiti riproduttivi negativi</i> . Nessuna differenza significativa tra i 3 gruppi in studio. La maggiore prevalenza di sintomi fra i membri delle famiglie "esposte" è stata ritenuta dagli autori più come un'accresciuta percezione o ricordo da parte dei "casi" che non un reale effetto dell'esposizione.
Polednak e Janerich, 1989	Contea del Niagara, New York, USA	Deceduti per tumore del polmone in 9 distretti siti di 12 discariche di rifiuti tossici nel periodo 1978-81 (339 casi e 676 controlli deceduti per altre cause).	<i>Mortalità per tumore del polmone</i> . Nessuna associazione tra rischio di neoplasia polmonare e residenza in prossimità delle discariche.

(segue) Tabella 5.2.2 - Sintesi degli studi di valutazione degli effetti nocivi sulle popolazioni residenti in prossimità di impianti di trattamento dei rifiuti

Autore	Luogo	Popolazione studiata/Esposizione	Variabilità di esito considerate/Risultati
Griffith et al., 1989	Tutte le contee degli Stati Uniti (3.065)	Residenza in contee "esposte" (classificazione in base alla lista di discariche di rifiuti tossici ad "alto rischio" elaborata dalla US EPA). Selezionate le contee (339, in 49 nati) sede di discariche (593) che avevano contaminato le falde acquifere e per cui era nota la popolazione esposta.	<i>Mortalità per 13 neoplasie nel periodo 1970-79 per sesso ed etnia (bianca).</i> Associazioni significative tra esposizione ed eccessi di mortalità per i tumori del polmone, della vescica, dello stomaco, del colon e del retto, in entrambi i sessi, per il tumore dell'esofago tra gli uomini e per il tumore della mammella tra le donne.
Klotz et al., 1989	Contea di Essex, New Jersey, USA	Residenti tra il 1923 e il 1983 in 45 case contaminate da radon proveniente da un impianto di trattamento di scorie radioattive. Campione di 752 soggetti (7.783 anni-persona a rischio) fra gli abitanti di 3 villaggi della contea.	<i>Mortalità per sesso e razza.</i> Nessun eccesso di mortalità per tumore polmonare tra le donne e le persone di colore; un eccesso - statisticamente non significativo - tra gli uomini bianchi coerente con le stime di rischio fornite dagli studi sui minatori esposti a radon. Lo studio aveva informazioni utili a controllare il potenziale confondimento da fumo o da esposizioni professionali.
Dunne et al., 1990	Kingstone, Queensland, Australia (1989)	Residenti in prossimità di una discarica in disuso di rifiuti tossici (provenienti da riciclaggio di oli minerali). Due gruppi di "esposti" (147 e 110 soggetti rispettivamente, abitanti a distanza di 0-300m e 300-1000 m dalla discarica), un gruppo di controllo (105 persone). I soggetti intervistati hanno fornito informazioni anche su altri componenti del nucleo familiare per un totale di 709 "esposti" e 304 "controlli".	<i>Stato di salute.</i> Nessuna differenza rispetto ai controlli per quanto riguarda le prevalenze autoriferite di malattie gravi e di tumori, né differenze nei tassi di mortalità. I residenti a Kingstone hanno riferito eccessi di sintomi riferibili perlopiù ad uno stato di salute generalmente degradato (indipendentemente dalla vicinanza alla discarica e dalla durata della residenza nell'area). La prevalenza dei sintomi e la percezione del degrado della salute erano correlati soprattutto con stress e ansia. Secondo gli autori, sono necessari studi a lungo termine, mentre allo stato attuale sembra che i rifiuti non siano associati ad incrementi di malattie gravi come riportato dagli intervistati.
Lipscomb et al., 1991	McColl, California USA	Residenti in prossimità della discarica e in un'area di controllo situata a 5 miglia di distanza dalla discarica (193 "esposti"). Risultati 1988 confrontati con quelli di un'indagine simile condotta 7 anni prima.	<i>Stato di salute.</i> Il confronto tra prevalenza di sintomi tra esposti e controlli mostrava "odd ratios" più elevati nel 1988 rispetto al 1981 per 21 sui 22 sintomi registrati. I sintomi riferiti non riguardavano in modo univoco un dato organo o apparato, né suggerivano un meccanismo di risposta. Secondo gli autori, gli eccessi di sintomi riferiti erano dovuti non tanto ad effetti tossicologici causati da agenti chimici rilasciati dalla discarica, quanto alla preoccupazione per le condizioni ambientali dei residenti nella zona.
Lampi et al., 1992	Jarvela, Karkola, Finland (1987)	Residenti del comune di Karkola (1953-86). Inquinamento dell'acqua potabile e delle acque di un lago presente nella zona da clorofenoli rilasciati da una segheria.	<i>Incidenza di tumori in diverse sedi.</i> Eccesso di sarcomi dei tessuti molli e di linfomi non-Hodgkin. Eccesso di linfomi non-Hodgkin tra i consumatori di pesce proveniente dal lago contaminato.
Elliott et al., 1992	Charnok Richard, Coppuli, Lancashire, UK	Residenza in prossimità di un inceneritore di solventi in attività nel periodo 1972-80.	<i>Incidenza di tumori della laringe</i> Nessuna differenza tra aree "esposte" e "non esposte", né alcun trend nei RU ¹ calcolati per zone concentriche su un raggio di 10 km di distanza dai siti delle discariche.
Shaw et al., 1992	Baia di San Francisco, California, USA	5.046 casi (tutti i nati con una malformazione congenita nel periodo 1983-85); 28.085 controlli (selezionati casualmente tra le restanti 208.882 nascite). Esposizione basata sulla residenza delle madri prima del concepimento e sui dati ambientali disponibili per distretto censuale (fra cui informazioni sulla presenza di discariche di rifiuti tossici).	<i>Incidenza di Malformazioni congenite.</i> Eccesso di malformazioni congenite del cuore e del sistema circolatorio nei distretti "esposti". Tale eccesso non è tuttavia riconducibile esclusivamente alle discariche, ma ad una pluralità di contaminanti ambientali.

(segue) Tabella 5.2.2 - Sintesi degli studi di valutazione degli effetti nocivi sulle popolazioni residenti in prossimità di impianti di trattamento dei rifiuti

Autore	Luogo	Popolazione studiata/Esposizione	Variabilità di esito considerate/Risultati
Sosniak et al., 1994	USA	1.733 nati nella popolazione residente entro un miglio dai siti per la discarica di rifiuti tossici inclusi nella Lista Nazionale delle Priorità (NPL) dell'EPA e compresi in un campione della popolazione degli USA studiato per un'indagine sulla salute materno infantile (NMIHS); confronto con 15.674 nati inclusi nella medesima indagine campionaria ma residenti a più di un miglio dai siti.	<i>Incidenza di neonati di basso peso e altri effetti riproduttivi avversi</i> Le variabili di esito considerate non risultano significativamente associate alla residenza in prossimità dei siti della NPL.
Goldberg et al., 1994	Montreal, Quebec, Canada	7.403 casi di basso peso alla nascita e di nati prematuri dal 1979 al 1989 confrontati con un campione di 7.834 nati con peso alla nascita normale. Esposizione potenziale a vapori e biogas definita in termini di zone di esposizione ubicate intorno al sito di una discarica di RU. Il campione di confronto proveniva da aree di riferimento con caratteristiche socio demografiche simili alle zone di esposizione.	<i>Prevalenza di neonati di basso peso, nati prematuri e dimensioni ridotte rispetto all'età gestionale.</i> La prevalenza di neonati di basso peso alla nascita è risultata significativamente più elevata nella zona prossimale al sito (OR =1.20;1107 casi esposti [i.c. 95% ² :1.04-1.39]). E' stato osservato anche un eccesso del rischio di dimensioni ridotte rispetto all'età gestionale (OR= 1.09; 951 casi esposti [i.c. 95%: 0.96-1.24]). Non sono state rilevate associazioni positive significative tra peso molto basso alla nascita e nati prematuri. Secondo gli autori non si può concludere in modo definitivo che esiste un'associazione tra esposizione a biogas e gli effetti riproduttivi avversi considerati, dato che non è stato possibile valutare gli effetti di tutti i potenziali fattori di confondimento e non si disponeva di una stima dettagliata dell'esposizione ambientale.
Goldberg et al., 1995	Montreal, Quebec, Canada	Popolazione residente nei pressi di una discarica per rifiuti urbani. Sono state definite tre zone di esposizione potenziale agli inquinanti atmosferici rilasciati (alta, media e bassa) in base alla distanza dal sito. La zona ad alto livello di esposizione è stata ulteriormente suddivisa in due subzone, tenendo conto della ventosità prevalente. Per il confronto è stata considerata la popolazione residente in altrettante zone di riferimento più distanti dal sito ma con le stesse caratteristiche socio - demografiche.	<i>Incidenza di tumori dal 1981 al 1988</i> Nella zona più prossima al sito (2-4 km) è stato osservato per gli uomini un rischio elevato di tumore dello stomaco RR=1.3 intervallo di confidenza 95% [i.c. 95%: 1.0-1.5]; fegato e ai dotti biliari intraepatici RR=1.3 [i.c.95%: 0.9-1.8]; bronchi e polmoni RR= 1,1 [i.c.95%: 1.0-1.2]. Sempre nella stessa zona sono stati riscontrati per le donne valori elevati di tumore allo stomaco RR= 1.2 [i.c.95%: 0.9-1.5] e tumore al collo dell'utero RR= 1,2 [i.c.95%: 1.0-1.5], mentre l'incidenza di tumore al seno risultava inferiore all'atteso RR=0.9 [i.c.95%: 0.9-1.0]. In una delle due subzone ad alta esposizione è stato riscontrato un eccesso di tumore alla prostata RR= 1,2 [i.c.95%:1.0-1.4].
Elliott et al., 1995	Gran Bretagna	Più di 14 milioni di persone residenti entro 7,5 km da 72 inceneritori di RU. Lo studio è stato condotto in due fasi: il primo riguardava un campione casuale stratificato di 20 inceneritori; il secondo riguardava i rimanenti 52.	<i>Incidenza di tumori (1974-86 in Inghilterra, 1974-84 Galles, 1975-87 Scozia). Test per valutare l'associazione tra la diminuzione della distanza entro i 7,5 km e l'aumentare del rischio.</i> In entrambi le fasi dello studio è stato dimostrato che, con l'aumentare della distanza vi è una riduzione statisticamente significativa (p<0.05) per tutti i tumori combinati, stomaco, colon e retto, fegato e polmone, sebbene vi siano anche evidenze di importanti fattori di confondimento residui in prossimità degli inceneritori. L'eccesso apparente maggiore riguarda il cancro del fegato (per es. nella seconda fase il 37% di eccesso da 0-1 km, 23 casi in eccesso 0.95/10 ⁵ per anno).
Marshall et al., 1997	New York State, USA	473 casi nati con difetti del sistema nervoso centrale (SNC) e 3.305 casi nati con difetti Muscolo Scheletrici (MUS) fra il 1983 e il 1986 nella popolazione residente in 18 contee; popolazione di riferimento:12.436 controlli selezionati casualmente tra le restanti nascite. Esposizione a solventi, metalli e pesticidi basata sulla residenza della madre desunta dal certificato di nascita e sui dati ambientali disponibili (fra cui informazioni sulla presenza di discariche di rifiuti tossici).	<i>Malformazioni congenite del SNC e del MUS</i> Non si osservano associazioni significative fra le malformazioni in oggetto e l'esposizione a solventi, metalli e pesticidi emessi dalle discariche di rifiuti. La residenza in prossimità di industrie con emissioni di solventi e metalli era invece associata ad un aumento del rischio di malformazioni del SNC, con OR rispettivamente di 1.3 [i.c. 95%: 1.0-1.7] e di 1.4 [i.c. 95%: 1.0-1.8].

(segue) Tabella 5.2.2 - Sintesi degli studi di valutazione degli effetti nocivi sulle popolazioni residenti in prossimità di impianti di trattamento dei rifiuti

Autore	Luogo	Popolazione studiata/Esposizione	Variabilità di esito considerate/Risultati
Kharrazi et al., 1997	California, USA	Analisi della distribuzione di 25.216 nati vivi e morti fetali dal 1978 al 1986 nella popolazione residente entro una porzione di territorio che si espande per tre miglia intorno ad un sito per la discarica di rifiuti pericolosi. Durante il periodo in studio gli abitanti della zona hanno denunciato la presenza di forti odori provenienti dal sito. Sulla base della frequenza di denunce di tali fenomeni, della quantità di rifiuti pericolosi stoccati, dei dati di monitoraggio dei livelli di cloruro di vinile, della distanza dalla discarica di I classe e degli eventi atmosferici locali, il territorio in esame è stato suddiviso in più aree di esposizione alle emissioni di inquinanti atmosferici. Emissioni che presentavano anche una certa variabilità temporale.	<i>Mortalità fetale, mortalità neonatale precoce, mortalità infantile, durata della gestazione e tasso di crescita fetale.</i> Si osserva un aumento significativo delle morti neonatali nella zona definita come intermedia come inquinamento atmosferico sulla base della percezione degli odori provenienti dalla discarica.
Michelozzi et al., 1998	Roma, Italia	Residenti entro un'area di raggio di 10 km circostante una zona industriale comprendente: un impianto di discarica di RU, un inceneritore (chiuso nel 1985) e una raffineria. I livelli di esposizione, a più inquinanti atmosferici di natura diversa, sono stati valutati in base alla distanza dal sito: 0-3 km, 3-8 km, 8-10 km.	<i>Mortalità per 10 neoplasie tra il 1987 e il 1993.</i> Dallo studio non si evidenzia alcun eccesso di mortalità specifica per i vari tipi di neoplasie considerate. Solo per il cancro alla laringe vi è un aumento non significativo del rischio associato al diminuire della distanza dalle fonti inquinanti.
Dolk et al., 1998	Europa	Studio multicentrico caso-controllo basato sui dati raccolti da sette registri regionali delle malformazioni congenite di cinque differenti paesi europei. 1089 casi di malformazioni congenite e 2366 controlli nati senza malformazioni, in entrambi i gruppi le madri vivevano entro una distanza di 7 km da 21 siti di discarica per rifiuti pericolosi. È stata inoltre definita come "zona prossimale" di maggior esposizione teratogena l'area compresa in un raggio di 3 km dal sito.	<i>Malformazioni congenite non cromosomiali.</i> Nell'area compresa nei 3 km di raggio dai siti di discarica si registrano aumenti significativi del rischio di malformazioni ed in particolare: difetti al tubo neurale: OR 1.86 [1.24-2.79]; malformazioni del setto cardiaco: OR 1.49 [1.09-2.04]; anomalie delle grandi arterie e delle vene: OR 1.81 [1.02-3.20]. Per le seguenti malformazioni è risultato un incremento del rischio la limite della significatività: malformazioni tracheo-esofagee : OR 2.25 [0.96-5.26]; l'ipospadia: OR 1.96 [0.98-3.932] e la gastroschisi: OR 3.19 [0.95-10.77].
Goldberg et al., 1999	Montreal, Quebec, Canada	I soggetti sono stati selezionati fra quelli già trattati in uno studio caso-controllo sul cancro (diagnosticato in siti diversi) condotto attraverso interviste sulla popolazione maschile (età 35-70) dell'area metropolitana di Montreal dal 1979 al 1985. Il questionario riguardava la storia occupazionale, i fattori di rischio non occupazionali e l'indirizzo al momento della diagnosi. In base a quest'ultima informazione i soggetti selezionati sono stati assegnati a quattro diverse aree geografiche ubicate nei pressi del sito di discarica dei rifiuti solidi urbani di Montreal e corrispondenti (come in uno studio precedente) ad altrettante zone di esposizione ai biogas.	<i>Distribuzione geografica dei casi incidenti di vari tipi di tumore (13) dal 1979 al 1985 nella popolazione maschile dell'area allo studio.</i> Nella zona di esposizione più prossima al sito è stato riscontrato un rischio elevato per il tumore del pancreas OR = 1.4 intervallo di confidenza 95% [i.c. 95%: 0.8-1.6]; fegato OR = 1.8 [i.c.95%: 0.8-4.3]; e prostata OR = 1,5 [i.c.95%: 1.0-2.1]. In una zona di subesposizione approssimativamente sotto vento rispetto al sito è stato altresì riscontrato un aumento di tumore al pancreas OR = 1.7 [i.c.95%: 0.9-3.5] e linfoma non Hodgkin's OR = 1,5 [i.c.95%: 0.8-2.6]. Come altra metrica espositiva è stata utilizzata la distanza dal sito, in questo caso coloro che vivono entro 1.25 Km dal sito presentano valori di rischio maggiori di quelli attesi per il cancro del pancreas OR _{<1.25km} = 2.2 [i.c.95%: 1.0-4.6] ; il cancro al fegato OR _{<1.5km} = 2.1 [i.c.95%: 0.8-5.3]; il cancro ai reni OR _{<2km} = 1.4 [i.c.95%: 0.9-2.3]; ed il linfoma non Hodgkin's OR _{<1km} = 2.0 [i.c.95%: 1.0-4.0].
Chellini E., Biggeri A., et al., 1999	Prato, Italia	Popolazione residente nei pressi di un impianto di depurazione con annesso inceneritore di fanghi urbani e industriali. Nell'aerosol prodotto dall'impianto sono stati individuati benzo(a)antracene, dietilsulfato e tetracloroetilene.	<i>Mortalità per cancro al polmone nel periodo 1987-96 e incidenza di tumori alla laringe diagnosticati nel periodo 1987-94.</i> Nella popolazione maschile è stato osservato un eccesso significativo di rischio che decresce con l'aumentare della distanza dall'impianto, sia per la mortalità per tumore ai polmoni (p=0.008), sia per l'incidenza del tumore ai polmoni (p=0.011); un trend simile, ma non significativo, è stato osservato per l'incidenza di tumore ai polmoni nelle femmine e per l'incidenza di tumore alla laringe nei maschi.
Mohan et al., 2000	Nord Carolina e Sud Carolina, USA	Lo studio si basa su 4200 interviste telefoniche sui sintomi respiratori registrati nelle popolazioni di quattro comunità residenti in prossimità di altrettanti impianti per l'incenerimento di rifiuti di tipo diverso: ospedalieri, solidi urbani e tossico nocivi. Per ognuna di queste comunità è stato studiato un gruppo di controllo di residenti in aree lontane dagli impianti ma con le stesse condizioni socio-economiche e la stessa densità di popolazione. Sono stati considerati vari fattori di confondimento quali: livello di istruzione, età, razza, sesso, stato civile, fumo, tipo di cottura dei cibi, tipo di riscaldamento, aria condizionata, aria malsana.	<i>Prevalenza di sintomi respiratori a breve e a lungo termine, confronto tra le quattro comunità ed i rispettivi gruppi di controllo.</i> In una delle due comunità di residenti in prossimità di un inceneritore di rifiuti tossici è stata riscontrata una maggiore prevalenza di tutti i sintomi respiratori rispetto alla comunità di controllo. Un'analisi ulteriore, che consiste nel confronto con un gruppo di controllo combinato, indica che solo i sintomi respiratori a lungo termine permangono statisticamente significativi.

¹ Rapporti Standardizzati di Incidenza² Intervallo di confidenza 95%

La revisione degli studi descritti in tabella 5.2.1 e tabella 5.2.2 consente di affermare che esistono a tutt'oggi pochissimi esempi di valutazione quantitativa dell'esposizione. Gli indicatori di esposizione più frequentemente utilizzati sono quelli relativi alla residenza in prossimità di discarica/inceneritore, condizione che aumenta la probabilità di esposizione ma non può essere considerata di per sé un indicatore di esposizione. In molti casi per migliorare la qualità di tale indicatore è stata calcolata la distanza dell'abitazione e/o la durata della residenza.

Altri tipi di indicatori utilizzati riguardano per esempio le stime della quantità di acqua consumata (come surrogato delle stime di esposizione), la segnalazione di disturbi quali per esempio il maleodore o la segnalazione di sintomi di vario genere.

Da ultimo si sottolinea che "l'esposizione ai rifiuti" è solo raramente diretta, e in questo caso riguarda prevalentemente gli addetti alle varie fasi dello smaltimento dei rifiuti, nella quasi totalità dei casi è di tipo indiretto e cioè attraverso fenomeni di rilascio di inquinanti nel suolo, nelle acque superficiali e profonde e nell'aria. È, quindi, molto spesso difficile individuare quale sia il contributo dovuto allo smaltimento dei rifiuti in uno specifico fenomeno di contaminazione di un comparto ambientale, in quanto nella maggior parte dei casi la contaminazione è dovuta ad un livello di inquinamento diffuso, provocato da un insieme di fattori, che possono agire sia sinergicamente, sia antagonisticamente.

5.2.4 Casi di studio effettuati in Italia

Come si è già avuto modo di osservare, gli studi tesi a correlare gli effetti sulla salute derivanti da attività di smaltimento/trattamento dei rifiuti non sono molto numerosi né a livello internazionale, né, tantomeno, a livello nazionale.

Tuttavia, negli ultimi anni anche in Italia alcuni gruppi di lavoro si sono attivati per effettuare studi epidemiologici sugli addetti e/o sulle popolazioni residenti in aree particolarmente interessate dalla presenza di siti di trattamento o smaltimento dei rifiuti. Qui di seguito vengono presentate le ricerche realizzate in due aree del centro Italia i cui dati sono stati oggetto di pubblicazione.

A) Studi epidemiologici nell'area di Malagrotta di Roma.

In risposta alle preoccupazioni manifestate dalla comunità residente, nel 1996 sono stati condotti alcuni studi epidemiologici a Malagrotta, un'area alla periferia di Roma, caratterizzata dalla presenza di alcuni impianti industriali: una raffineria di prodotti petroliferi, in funzione dal 1965, un impianto

di incenerimento per rifiuti urbani, attivo nel periodo 1962-85, un impianto di incenerimento di rifiuti ospedalieri, attivo dal 1962 ed una discarica di rifiuti urbani in uso dagli anni 60, divenuta operativa a norma di legge solo dal 1982. L'intera area interessata dagli impianti (discarica, inceneritore e raffineria) si estende su una superficie di circa 2 km.

Gli inquinanti provenienti dagli impianti in esame sono di varia natura. In particolare le principali fonti d'inquinamento ambientale sono rappresentate dal biogas (metano ed anidride carbonica), dal percolato e dai fanghi provenienti dagli impianti di depurazione dei reflui urbani.

Lo studio ha come obiettivi: indagare sullo stato di salute della popolazione residente nell'area di Malagrotta e valutare la mortalità dei lavoratori addetti agli impianti di raffinazione dei prodotti petroliferi ed agli impianti di incenerimento dei rifiuti. Sono stati condotti quattro studi epidemiologici.

1) Studio di mortalità della popolazione residente nell'area, nel periodo 1987-93, al fine di valutare un eventuale aumento di mortalità rispetto alla popolazione residente a Roma, nello stesso periodo (Osservatorio Epid. Reg. Lazio, 1996) (Michelozzi P. et al, 1998).

La popolazione è stata selezionata sulla base della residenza fino ad un raggio di 10 Km dagli impianti presenti nell'area. I livelli di esposizione a più inquinanti ambientali di natura diversa sono stati valutati in base alla distanza dal sito. Sono stati calcolati i rapporti standardizzati di mortalità (SMR), specifici per causa di morte e per aree concentriche, distanti rispettivamente 3, 5, 8 e 10 Km dagli impianti.

Risultati: l'analisi della mortalità per cause tumorali non ha evidenziato particolari eccessi di rischio nella popolazione residente. La mortalità per il tumore della laringe, pur non essendo nell'area in studio statisticamente più alta dell'atteso, sembra decrescere all'aumentare della distanza dalla zona degli impianti, facendo ipotizzare un possibile effetto associato all'emissione degli impianti (in un'area della Gran Bretagna in cui era presente una industria petrolchimica è stato segnalato un eccesso di tumore della laringe nella popolazione residente pur non essendo stato evidenziato un decrescere del rischio all'aumentare della distanza dalla sorgente). È da evidenziare che in questo studio non è stato possibile considerare importanti fattori di confondimento come lo stato socioeconomico e l'abitudine all'alcool, fattori legati alla mortalità per tumore alla laringe. Negli uomini risulta significativo per il tumore della laringe, il declino del rischio in funzione della distanza dagli impianti (0.03). Nelle donne non si

osserva un declino del rischio con la distanza, statisticamente significativo per nessuna delle cause analizzate.

Dai risultati dell'indagine, pertanto, non possono essere tratte conclusioni definitive sul rapporto tra esposizione ad inquinanti ambientali nell'area ed insorgenza di tumore della laringe, anche perché l'aumento di rischio di mortalità per tumore della laringe si basa su un piccolo numero di casi.

2) Studio sugli eventi legati alla nascita della popolazione residente a Malagrotta nel periodo 1982-91, al fine di valutare la frequenza degli esiti riproduttivi sfavorevoli.

Gli indicatori perinatali relativi ai nati residenti nell'area sono stati confrontati con quelli della popolazione neonatale residente nel Lazio nel 1987. Nell'area in studio non sono state osservate anomalie dell'evento nascita e della mortalità infantile. È stato registrato un eccesso della natalità di femmine rispetto all'atteso ed un tasso di parti plurimi superiore a quello regionale.

3) Lo studio di mortalità sui lavoratori della raffineria, in servizio dall'inizio dell'attività degli impianti fino al 31/12/92, ha evidenziato rischi di mortalità per alcune cause tumorali (tumore della vescica, del polmone) più elevati, rispetto alla popolazione generale. Tali eccessi di mortalità potrebbero essere associati ad esposizioni professionali nel ciclo dei rifiuti e della raffinazione dei petroli.

4) Lo studio di mortalità dei lavoratori degli inceneritori di Roma in servizio dall'inizio dell'attività degli impianti fino al 31/12/1992, ha evidenziato un eccesso di rischio per tumore dello stomaco compatibile con un effetto dell'esposizione professionale, in accordo con altri dati della letteratura.

I risultati di queste indagini dimostrano che la presenza di numerosi impianti industriali nell'area di Malagrotta che producono emissioni di inquinanti di varia natura, rende particolarmente complessa la valutazione degli effetti sulla salute della popolazione residente. Dalla valutazione della mortalità, degli eventi vitali e delle nascite non emerge una compromissione dello stato di salute della popolazione dell'area in studio.

B) Studio sull'andamento geografico della mortalità e della incidenza del tumore del polmone nei due sessi e dell'incidenza del tumore del laringe nei maschi a Prato, in relazione all'impianto di depurazione di Baciacavallo.

L'impianto di depurazione di Baciacavallo è sorto nel 1980. Sull'impianto sono in corso una serie di indagini volte a valutare, quali quantitativamente, gli inquinanti immessi nell'atmosfera dall'impianto e l'impatto di questi sulla salute della popolazione residente nei dintorni.

Lo studio geografico ha come obiettivo quello di valutare l'eventuale esistenza di un insolito eccesso di casi di tumore polmonare attorno all'impianto di depurazione. La scelta di studiare il tumore del polmone è derivata dal fatto che uno studio epidemiologico, condotto alcuni anni prima sui dipendenti dell'impianto, aveva evidenziato un eccesso di rischio per tale patologia (Lagorio et al 1996).

Nel settembre 1998 è stato prodotto dall'Azienda Ospedaliera di Careggi, Presidio per la Prevenzione Oncologica, un rapporto sulle analisi effettuate sulla mortalità e incidenza per tumore del polmone, nei due sessi e di incidenza di tumore al laringe, nei maschi residenti a Prato (Rapporti dell'Azienda Ospedaliera di Careggi 1998) (Cherubini E. 1999).

Sono state considerate aree concentriche di 500 mt. ciascuna attorno all'impianto. Nell'analisi condotta sui deceduti per tumore del polmone (1987-96) di sesso maschile il valore più alto di rischio è stato ottenuto nell'area corrispondente ad un raggio di 500 mt. dal depuratore. L'RSM è risultato pari a 1.22, non significativo. Il test per il trend ha comunque mostrato un rischio significativamente decrescente all'allontanarsi dalla sorgente, con un livello di significatività pari a 0.006. Il decremento persisteva previo aggiustamento dei dati sulla base di un indice di deprivazione, calcolato utilizzando indicatori socio-economici (titolo di studio, attività lavorativa, godimento dell'abitazione).

Sulla base dei risultati ottenuti, sia sulla mortalità che sull'incidenza per tumore polmonare nei maschi non si può escludere l'esistenza di un eccesso di tumori polmonari nei primi 500 mt. dall'impianto che decresce all'allontanarsi dall'impianto stesso. Tale risultato si conferma anche riducendo la casistica esaminata restringendo il periodo di osservazione al 1990-96, in modo da ottenere presumibilmente almeno 10 anni di latenza.

Le analisi sui casi "incidenti" (1987-94) di tumore polmonare nei maschi e nelle femmine e di tumore del laringe, nei maschi evidenzia sempre un rischio che pare concentrarsi nei primi 500 mt. di distanza dall'impianto.

I risultati dell'indagine non sono significativi, data anche l'esiguità della casistica, tuttavia sono in accordo con analoghi studi pubblicati in precedenza su eccessi di mortalità per tumori del polmone e del laringe (Gustavsson 1989; Lafleur 1991; Friis 1992; Rapiti 1995) in esposti ad inquinanti emessi da impianti di depurazione. Non si può escludere,

pertanto, l'esistenza di un rischio derivante dall'esposizione agli inquinanti emessi dall'impianto di Baciacavallo.

È stato condotto anche uno studio sulla salute respiratoria dei ragazzi frequentanti la scuola di Fontanelle, nelle immediate vicinanze dell'impianto di Baciacavallo (anno scolastico 1996-97), che non ha evidenziato differenze significative nella prevalenza di asma e alcuni noti fattori di rischio per l'asma, o di rinite e di eczema nei bambini della scuola di Fontanelle, rispetto ad un campione di bambini pratesi, indagato due anni prima nell'ambito dello studio SIDRIA.

Cluster di morti per cancro tra i lavoratori addetti al trattamento delle acque reflue. A seguito di segnalazione di un cluster di cancro verificatosi nelle vicinanze di un impianto di trattamento di acque reflue a Prato è stata condotta un'analisi retrospettiva sulla mortalità. L'impianto in esame lavora 100.000 m³ di scarichi al giorno, di cui 49% industriali (manifatture tessili) e 51% urbani. I fanghi sono inceneriti. Per lo studio sono stati scelti lavoratori esposti assunti dal 1981-94 (52 uomini) e personale non esposto (8 uomini e 8 donne). Risultati: nessun morto tra i non esposti; 5 morti tra gli esposti (1,2 attesi), per neoplasie maligne.

Il cluster osservato non può ritenersi causale, a causa dell'esiguità del campione e della mancanza di una stima quantitativa dell'esposizione agli oli minerali usati nell'industria tessile, che contaminano le acque reflue e possono rappresentare un rischio di cancro. Si ritiene, pertanto, che i possibi-

li effetti cancerogeni di specifiche esposizioni occupazionali nelle industrie di trattamento delle acque reflue debbano essere ulteriormente approfonditi con adeguati studi analitici.

5.2.5 Conclusioni

La percezione da parte della popolazione di possibili rischi per la salute, correlati alla presenza di discariche o inceneritori di rifiuti, è particolarmente elevata nelle aree in vicinanza degli impianti. Ciò contrasta con i risultati degli studi epidemiologici attualmente disponibili e condotti per la maggior parte nel Nord America. La contaminazione ambientale nelle aree degli impianti industriali e di trattamento dei rifiuti può costituire, tuttavia, un problema di sanità pubblica, di dimensioni difficilmente valutabili. A livello nazionale sono stati pubblicati pochi studi epidemiologici per valutare questo fenomeno. I principali studi, condotti nell'area industriale di Malagrotta (Roma) e a Baciacavallo (Prato), non dimostrano un nesso di causalità, tuttavia non escludono l'esistenza di un rischio derivante dall'esposizione agli inquinanti emessi dagli impianti e suggeriscono l'avviamento di una seconda fase di indagini di tipo etiologico. Infatti, per la valutazione di un possibile ruolo causale degli inquinanti emessi dagli impianti esaminati, devono essere presi in considerazione ulteriori fattori di rischio, su base individuale, come il fumo di sigaretta, l'occupazione e la durata della residenza. Contemporaneamente dovrebbe essere effettuato uno studio di monitoraggio ambientale.

BIBLIOGRAFIA

ATSDR (US Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry) ATSDR Biennial Report to Congress: October 17, 1986 – September 30, 1988. Atlanta ATSDR 1989.

Baker D.B., Greenland S., Mendlein J., Harmon P. A health study of two communities near the Stringfellow waste disposal site. *Archives of Environmental Health*, 1988, 43, 5, 325-334.

Budnick L.D., Sokel D.C., Falk H., et al. Cancer and birth defects near the Dark Superfund site, Pennsylvania. *Archives of Environmental Health*, 1984, 39, 409-413.

Chellini E., Biggeri A., Cherubini M. et al. Respiratory cancer in a population resident in the neighbourhood of a sewage plant in Prato, Italy. Abstract presented at the meeting *Epidemiology for Sustainable Health*, Florence 1999.

Clark C.S., Meyer C.R., Gartside P.S. et al. An Environmental Health Survey of drinking water contamination by leachate from a pesticide waste dump in Hardeman county, Tennessee. *Archives of Environmental Health*, 1982, 37, 9-18.

Dolk H., Vrijheid M., Armstrong B., Abramsky L., Bianchi F. et al. Risk of congenital anomalies near hazardous-ill sites in Europe: The EUROHAZCON study. *The Lancet*, 1998, Vol.352,8, 423-427.

Donne M.P., Burnett P., Lawton J., Raphael B. The health effects of chemical waste in an urban community. *Medical Journal of Australia*, 1990, 152, 592-597.

Elliott P., Hills M., Beresford J., et al. Incidence of cancers of larynx and lung near incinerators of waste solvents and oils in Great Britain. *Lancet*, 1992, 339, 854-858.

Elliott P., Shaddick G., Kliebschmidt I. Walls P., Grundy C. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. Presented at the ISEE meeting. *Epidemiology* 1995; 4: S71.

Friis L., Edling C., Hagmar L. . Cancer incidence in a cohort of sewage workers. In: *Proceedings of the 9th ISEOH*. Cincinnati, OH, 23-25 September 1992, 183.

Geshwind S.A., Stolwiik J.A.J., Braken M., et al. Risk of congenital malformations associated with proximity to hazardous waste sites. *American Journal of Epidemiology*, 135, 1197-1207.

Goldberg M., Al-Homsi N., Goulet L., Riberdy H. Incidence of cancer among persons living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec. *Archives of Environmental Health*, 1995, 50, 6, 416-424.

Goldberg M., Goulet L., Riberdy H., Bonvalot Y. Low birth and preterm births among infants born to women living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec. *Environmental Research*, 1995, 69, 37-50.

Goldberg M.S., Siemiatyck J., De War R., Desy M., Riberdy H. Risks of developing cancer relative to living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec, Canada. *Archives of Environmental Health*, 1999, 54, 4, 291- 296.

Griffith J., Duncan R.C., Riggan W.B., Pellom A.C. Cancer mortality in U.S. Counties with hazardous waste sites and ground water pollution. *Archives of Environmental Health*, 1989, 44, 2, 69-74.

Gustavsson P. Mortality among workers at a municipal waste incinerator, *American Journal of Industrial Medicine*, 1989, 15, 245- 253.

Kharrazi M., Von Behren J., Smith M. et al. A community-based study of adverse pregnancy outcomes near a large hazardous waste landfill in California. *Toxicology and Industrial Health*, 1997, 13, Nos 2/3, 299-310.

Klotz J.B., Petrix J.R., Zagraniski R.T, Mortality of a residential cohort exposed to radon from industrially contaminated soil. *American Journal of Epidemiology*, 1989, 129, 6, 1179-1186.

Lafleur J. Vena J.E. Retrospective cohort mortality study of cancer among sewage plant workers. *American Journal of Industrial Medicine*, 1991, 19, 75-86.

Lagorio S., De Santis M., Comba P. A cluster of cancer deaths among wastewater treatment workers. *European Journal of Epidemiology*, 1996, 22, 659-660.

Lampi P., Hakulien T., Loustarinen T. et al. Cancer incidence following chlorophenol exposure in a community in Southern Finland. *Archives of Environmental Health*, 1992, 47, 167-175.

Lampi P., Vartiainen T, Tuomisto J. Population exposure to chlorophenols, dobenzo-p-dioxins and dibenzofurans after a prolonged ground water pollution by chlorophenols. *Chemosphere*, 1990, 20, 625-634.

Landrigan P.J., Suk W.A. , Amler R.W. Chemical wastes, Children's Health, and Superfund Basic Research Program.

Lipscomb J.A., Goldman L.R., Satin K.P. et al. A follow-up study of the community near the McColl waste disposal site. *Environmental Health Perspectives*, 1991, 94, 15-24.

Lipscomb J.A., Goldman L.R., Satin K.P. et al. A study of current resident's knowledge of former environmental health survey of their community. *Archives of Environmental Health*, 1992a, 47. 4, 270-273.

Lipscomb J.A., Satin K.P., Neutra R.R. Reported symptoms prevalence rates from comparison populations in community-based environmental studies. *Archives of Environmental Health*, 1992b, 47. 4, 263-269.

Marshall e., Gensburg L.J., Deres D., Geary N.S., Cayo M. Maternal residential exposure to hazardous waste and risk of central nervous system and musculoskeletal birth defects. *Archives of Environmental Health*, 1997, 52, 6, 416- 425.

Malkin R. Brandt-Rauf P., Graziano J, Parides M. Blood lead levels in incinerators workers. *Environmental Research*, 1992, 59, 265-270.

Michelozzi P., Fusco D., Forastiere F., Ancona C., Dell'Orco V., Perucci C.A. Small area study of mortality among people living near multiple sources of air pollution. *Occupational and Environmental Medicine*, Sept.1998, vol. 55, No 9, 611-615.

Miller A.B. Review of extant community-based epidemiologic studies on the effects of hazardous wastes. *Toxicology and Industrial Health*, 1996, Vol.12,N.2, 225-233.

MMWR. Hazardous-waste sites: priority health conditions and research strategies in the United States. 1992, 41, 5, 72-74.

Mohan A. K., Degan D., et al. Comparison of respiratory symptoms among community residents near waste disposal incinerators. *International Journal of Environmental Health Research*, 2000, 10, 63-75.

Musmeci L., Lagorio S. Capitolo12 – Rifiuti, Ambiente e Salute in Italia, 1997, Organizzazione Mondiale della Sanità – Centro Europeo Ambiente e Salute-Divisione di Roma- Il Pensiero Scientifico Editore.

Nayem G.R., Greer T.W. Female reproductive organs and breast cancer mortality in New Jersey Counties and the relationship with certain environmental variables. *Preventive Medicine*, 1985, 14, 620-635.

Nayem G.R., Louria D.B., Lavenhar M.A., Feuerman M. Clusters of cancer mortality in New Jersey municipalities with special reference to chemical toxic waste disposal sites and pre capita income. *International Journal of Epidemiology*, 1985,14,4, 528-537.

Neutra R., Lipscomb J., Satin K., Shusterman D. Hypotheses to explain the higher symptom rates

observed around hazardous waste sites. *Environmental Health Perspectives*, 1991, 94, 31-38.

Osservatorio Epid. Reg lazio, Studi Epidemiologici nell'area di Malagrotta, Maggio 1996

Polednak A.P., Jenerich D.T. Lung cancer in relation to residence in census tracts with toxic waste disposal sites: a case-control study in Niagara County, New York. *Environmental Research*, 1989,48, 29-41.

Poulsen O. M., Niels O.B., Niels E. et al. Sorting and recycling of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *The Science of the Total Environment*, 1995, 168, 33-56.

Poulsen O. M., Niels O.B., Niels E. et al. Collection of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *The Science of the Total Environment*, 1995, 170, 1-19.

Rapiti E., Sperati A., Fano V., Dell'Orco V., Forastiere F. Mortality among workers at municipal waste incinerators in Rome. A retrospective cohort study, *American Journal of Industrial Medicine*, 1997 may ; 31:659-61.

Rapporti dell'Azienda Ospedaliera di Careggi, Presidio per la Prevenzione Oncologica (CSPO), U.O. Epidemiologia –Firenze. Marzo, Settembre 1998.

Stallones L. Nuckols J.r., Berry J.K. Surveillance around hazardous waste sites: Geographic Information Systems and reproductive outcomes. *Environmental Research*, 1992, 59, 81-92.

Stanek E.J., Tuthill R.W., Willis C., Moore G.S.. household hazardous waste in Massachusetts. *Archives of Environmental Health*, 1987, 42, 83-86.

Stern A.H., Freeman N.C.G., Pleban P. et al. Residential exposure to chromium waste - urine biological monitoring in conjunction with environmental exposure monitoring. *Environmental Research*, 1992, 58, 147-162.

Shaw G.M., Schulman J., Frisch J.D. et al. Congenital malformations and birthweight in areas with potential environmental contamination. *Archives of Environmental Health*, 1992, 47, 147-154.

Sosniak W.A., Kaye W.E. Data linkage to explore the risk of low birthweight associated with maternal proximity to hazardous waste sites from the National Priorities List. *Archives of Environmental Health*, 1994, 49,4, 251- 255.

Vianna N.J., Polan A.K. Incidence of low birth weight among Love Canal residents. *Science*, 1984, 226,1217-1219.

5.3 CASO DI STUDIO

5.3.1 Introduzione

La discarica controllata è un metodo di smaltimento dei rifiuti nel terreno basato sul loro interrimento effettuato in modo razionale al fine di evitare ogni rischio di perturbazione e di inquinamento per l'ambiente e l'insorgere di pericoli e inconvenienti per la salute pubblica; consente inoltre, la migliore utilizzazione della superficie a disposizione. [1]

Malgrado il progressivo affermarsi di nuove tecnologie (incenerimento, compostaggio), la discarica rimane il sistema più diffuso di smaltimento dei rifiuti e lo sarà certamente anche in futuro (specie nelle piccole comunità dove è ancora relativamente facile trovare siti idonei), sia perché i costi sono ancora oggi competitivi con quelli degli altri sistemi, sia perché l'esercizio è molto più semplice.

Inoltre la discarica è necessaria anche quando esistono impianti di incenerimento o di compostaggio, non solo per consentire una idonea eliminazione delle scorie e degli scarti prodotti da questi ultimi, ma anche come soluzione di riserva o di soccorso.

La discarica pur costituendo il metodo più semplice e antico di smaltimento dei rifiuti, è stata sempre malvista dagli abitanti perché è stata sempre causa di inconvenienti ambientali ed igienici (cattivi odori, proliferazione di mosche e topi, incendi). D'altra parte, tenere il più lontano possibile la discarica, vuol dire aumentare notevolmente le spese di trasporto senza eliminare completamente i pericoli di ordine igienico.

Tuttavia la discarica controllata, se ben condotta, non presenta particolari inconvenienti, purché sia ubicata in un idoneo sito e sia dotata di tutti quegli accorgimenti atti ad evitare i possibili pericoli di inquinamento che un rifiuto può provocare in via diretta ed indiretta.

Ruolo della discarica controllata è anche quello di valorizzare il recupero del metano prodotto e di integrarsi nel paesaggio. L'integrazione dovrà essere realizzata non solo a completamento della discarica ma anche durante l'utilizzazione, realizzando piantagioni periferiche, rimuovendo la terra per mascherare il cantiere, coprendo immediatamente i rifiuti depositati.

La discarica potrà anche contribuire alla riqualificazione di un sito degradato: cave o miniere, sterri, sbancamenti che dovrebbero essere rimodellati non solo per motivi paesaggistici ma anche per motivi di sicurezza.

Tali tipologie di discariche, al fine di limitare al massimo il potenziale "impatto" sulla qualità delle acque sotterranee, debbono essere dotate di "presidi tecnologici", quali ad esempio: idoneo sottofon-

do e pareti impermeabili costituiti da argille naturali dotate di bassissima permeabilità, oppure sottofondo e pareti rivestiti di manti impermeabili sintetici (Polietilene ad Alta Densità) anch'essi dotati di bassissima permeabilità ed elevata resistenza; sistemi di captazione del percolato e del biogas.

La deliberazione del 27 luglio 1984 classifica le discariche in relazione alle loro caratteristiche geologiche e idrologiche, ai mezzi tecnologici e alle misure di protezione ambientale adottate nella costruzione o gestione; in ogni tipo di impianto possono essere smaltite specifiche categorie di rifiuti. [2]

A) DISCARICHE DI PRIMA CATEGORIA

Sono impianti di stoccaggio nei quali possono essere smaltiti:

- rifiuti urbani;
- rifiuti speciali assimilati agli urbani;
- fanghi non tossici e nocivi, stabilizzati e palabili, derivanti dagli impianti di depurazione delle acque di scarico provenienti esclusivamente da insediamenti civili, nonché fanghi con caratteristiche analoghe ai precedenti.

B) DISCARICHE DI SECONDA CATEGORIA

Sono impianti di stoccaggio definitivo sul suolo o nel suolo che, a seconda delle caratteristiche dei rifiuti da smaltire, devono rispettare i requisiti tecnici minimali appresso indicati.

Discariche di Tipo A

Sono impianti di stoccaggio definitivo nei quali possono essere smaltiti soltanto rifiuti inerti di seguito elencati:

- sfridi di materiali da costruzione e materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi;
- materiali ceramici cotti;
- vetri di tutti i tipi;
- rocce e materiali litoidi da costruzione.

Discariche di Tipo B

Sono impianti di stoccaggio definitivo nei quali possono essere smaltiti rifiuti sia speciali che pericolosi, tal quali o trattati, a condizione che non contengano sostanze appartenenti ai gruppi 9÷20 e 24, 25, 27 e 28 dell'allegato al Decreto del Presidente della Repubblica n. 915/1982 in concentrazioni superiori a valori corrispondenti ad 1/100 delle rispettive CL, e che, sottoposti alle prove di cessione, diano un eluato conforme ai limiti di accettabilità previsti dalla tabella A della legge n. 319/1976, e successive modifiche, per i metalli compresi nell'allegato al Decreto del Presidente della Repubblica n. 915/1982.

Possono essere inoltre smaltiti in questo tipo di impianto rifiuti contenenti polveri o fibre libere di amianto in concentrazioni non superiori a 10.000 mg/Kg.

Discariche di Tipo C

Sono impianti di stoccaggio definitivo nei quali possono essere smaltiti, oltre quelli indicati nei punti precedenti del presente paragrafo:

- i rifiuti speciali di cui ai punti 1) e 5) del quarto comma dell'art. 2 del Decreto del Presidente della Repubblica n. 915/1982; nel caso trattasi di fanghi, questi devono essere stabilizzati e palabili;
- tutti i rifiuti pericolosi, tal quali o trattati, ad eccezione di quelli contenenti sostanze appartenenti ai gruppi 9÷20 e 24, 25, 27 e 28 dell'allegato al Decreto del Presidente della Repubblica n. 915/1982 in concentrazioni superiori a 10 volte le rispettive CL.

In ogni caso possono essere smaltiti in discariche di seconda categoria di Tipo C i seguenti tipi di rifiuti:

- infiammabili, aventi punto di infiammabilità inferiore a 55° C;
- comburenti in grado di reagire pericolosamente con l'acqua o con acidi e basi deboli, con sviluppo di gas e vapori tossici e/o infiammabili;
- liquidi;
- ospedalieri e simili.

5.3.2 Metodologia

Nel presente elaborato si è esaminato "l'impatto" sulla qualità delle acque sotterranee dovuto agli impianti di discarica per rifiuti urbani e assimilabili (RU e RA) e per rifiuti pericolosi, rispettivamente di 3 discariche controllate di 1a Categoria ed una discarica di 2a Categoria, tipo C.

La finalità del presente elaborato, che si evidenzia essere una prima raccolta dati da incrementare con ulteriori dati relativi ad impianti di discarica situati in altre regioni italiane, è quella di individuare:

- 1) l'impatto sulla qualità delle acque sotterranee dell'attività di discarica di RU e RA e di rifiuti pericolosi di origine industriale, sia in presenza che in assenza 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".

Come sopraddetto, vengono riportati i dati relativi ad una raccolta sistematica delle risultanze analitiche di monitoraggi delle acque sotterranee di alcune discariche per rifiuti urbani (discariche di 1ª categoria), e precisamente:

DISCARICA "DI.FRA.BI." - Regione Campania - Provincia di Napoli
DISCARICA "ARDOLINO" - Regione Campania - Provincia di Napoli
DISCARICA "IOVINO" - Regione Campania - Provincia di Napoli

Inoltre vengono riportati dati relativi ad azioni di monitoraggio condotte in una discarica per rifiuti pericolosi di origine industriale (discarica di 2ª categoria - Tipo C) e precisamente DISCARICA BARRICALLA - Regione Piemonte - Provincia di Torino.

I monitoraggi di cui si riportano le risultanze analitiche sono stati effettuati dalle autorità preposte al controllo, è il caso delle 3 discariche site nella Provincia di Napoli (ASL n. 1 - Napoli) oppure dal gestore dell'impianto, è il caso della discarica di Barricalla.

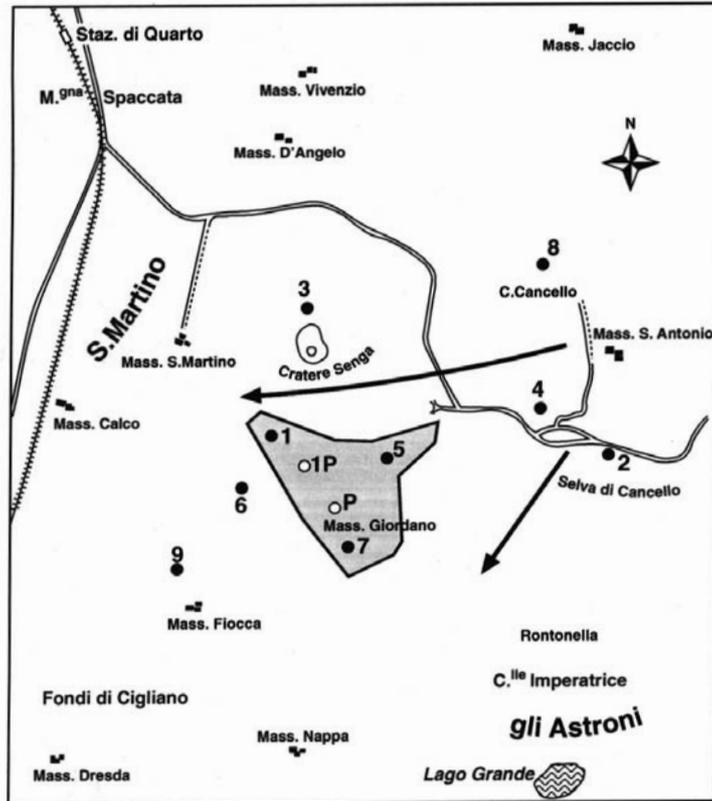
Per le acque sotterranee vengono riportati in forma grafica (figure 1 - 62 dell'appendice 5.1) i valori dei parametri relativi alle acque di alcuni pozzi spia situati a monte, all'interno e a valle della discarica stessa, ritenuti maggiormente significativi per rappresentare la reale situazione di eventuale contaminazione della risorsa idrica, a causa di potenziali rilasci di inquinanti dal corpo della discarica; mentre per le acque di percolazione i dati relativi ai monitoraggi vengono riportati in forma tabellare (tabelle 1-103 dell'appendice 5.2).

Il periodo del monitoraggio riguarda il triennio 1994 - 1997.

I parametri considerati per le acque sotterranee sono quelli riportati nel DPR 24/5/1988, n. 236, relativo alle acque destinate al consumo umano. [3] 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.[4]

Per ogni discarica considerata, inoltre, di seguito viene riportata una breve descrizione ambientale, geologica ed idrogeologica, al fine di inquadrare l'impianto di discarica dal punto di vista sitologico e impiantistico.

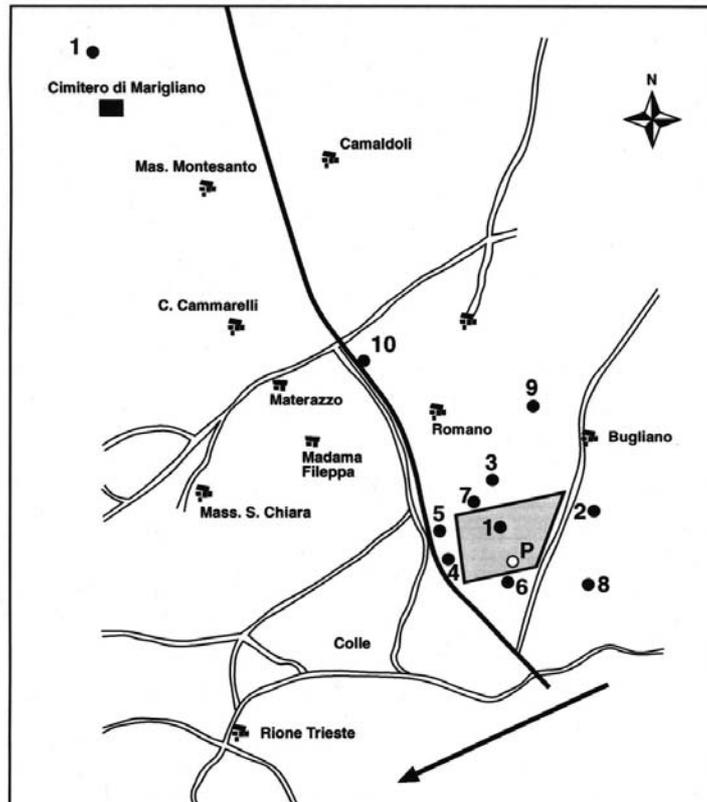
Discarica DI.FRA.BI.



Cartina 1 Campionamento delle acque sotterranee e del percolato. Ubicazione dei pozzi.

● Acque sotterranee ○ Percolato ← Direzione del flusso di falda

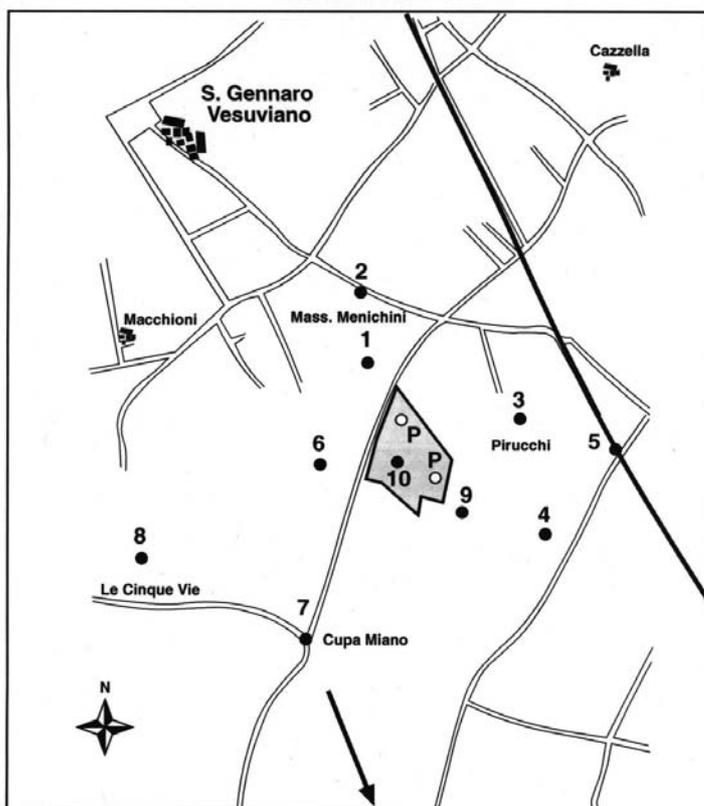
Discarica ARDOLINO



Cartina 2 Campionamento delle acque sotterranee e del percolato. Ubicazione dei pozzi.

● Acque sotterranee ○ Percolato ← Direzione del flusso di falda

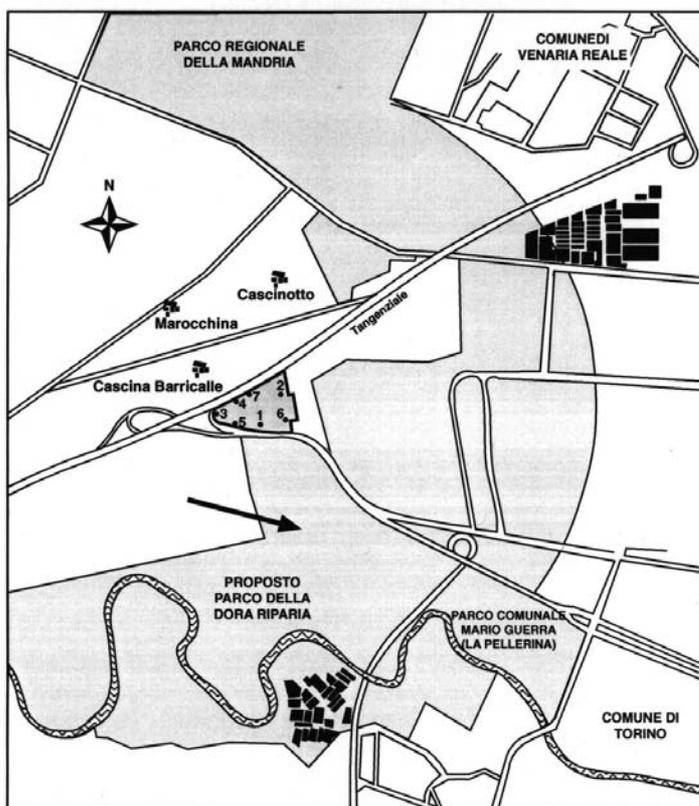
Discarica IOVINO



Cartina 3 Campionamento delle acque sotterranee e del percolato. Ubicazione dei pozzi.

● Acque sotterranee ○ Percolato ← Direzione del flusso di falda

Discarica BARRICALLA



Cartina 4 Campionamento delle acque sotterranee e del percolato. Ubicazione dei pozzi.

● Acque sotterranee ○ Percolato ← Direzione del flusso di falda

5.3.3 Situazione ambientale, geologica ed idrogeologica delle discariche esaminate

5.3.3.1 Discarica DI.FRA.BI.

La discarica è situata in località PIANURA (Napoli), in una grossa cavità formatasi per l'estrazione, in epoca passata, di pozzolana (cartina 1).

L'area complessiva della discarica è approssimativamente pari a 70 ha. È una discarica in *depressione*, infatti i volumi destinati all'abbancamento dei rifiuti sono a quota inferiore a quelli di campagna, con profondità massime di 50 - 60 metri.

Nell'area si individuano n. 6 invasi di grandi dimensioni di cui quello situato nell'area del Cratere Senga sarebbe stato utilizzato dalla seconda metà degli anni 50 e fino al 1984. Tale invaso non era dotato di alcun presidio tecnologico. Dal 1984 è iniziato l'utilizzo degli altri invasi, in progressione, dotati questi ultimi degli idonei sistemi di protezione del fondo e delle pareti (sottofondo di circa 150 cm di spessore con permeabilità di 10^{-7} cm/s e manto in Polietilene ad Alta Densità di 2 mm di spessore sia sul fondo che sulle pareti).

I vari invasi della discarica sono dotati di impianto per la captazione del percolato e del biogas.

La discarica ha ricevuto nel corso degli anni fondamentalmente RIFIUTI URBANI E ASSIMILABILI (RU e RA).

Nel quinquennio 1989/1993 sono stati smaltiti RIFIUTI SPECIALI E RIFIUTI TOSSICI e NOCIVI (RS e RTN) per un valore pari al 23% del totale di RU smaltiti; fanghi assimilabili per un valore pari al 5 - 10%. Inoltre fino al 1993 ha anche ricevuto rifiuti ospedalieri.

Complessivamente la discarica ha servito una popolazione di circa 4 milioni di abitanti.

Da un punto di vista geologico l'area di discarica è situata nell'area vulcanica dei Campi Flegrei, al limite tra il cratere di Senga e il bordo settentrionale del vulcano degli Astroni. [5]

I depositi sono costituiti da una alternanza di banchi di vario spessore, di ceneri molto sottili, di pomici, di scorie e di lapilli, ricoperti da un livello di pomici appartenenti all'apparato del Senga. Tali depositi vengono indicati genericamente con il nome di "pozzolane"; queste pozzolane presentano dei valori di permeabilità decrescente con la profondità da 10^{-3} a 10^{-7} cm/sec, a causa della compattazione delle cineriti, litotipo dominante.

Dal punto di vista idrogeologico, l'area dei Campi Flegrei ha una circolazione idrica sotterranea indipendente dai massicci calcarei appenninici, è dotata cioè di un bacino autonomo, alimentato prevalentemente dagli apporti meteorici diretti. Sono presenti falde sovrapposte, in comunicazione per fessurazione del "tufo giallo napoletano",

con circolazione verso W (lago Fusaro - canali di bonifica di Licola) e verso S (mare di Bagnoli). [6]

La falda più superficiale si trova a circa 80 m dal piano campagna, a contatto tra le piroclastiti e il tetto del "tufo giallo napoletano", permeabile per fessurazione.

La falda idrica, sottostante la discarica, si attesta ad una quota media di circa 90 m dal piano di campagna. Il fondo della discarica è situato mediamente a circa 30 m dal piano campagna; è posto quindi a circa 60 m dal livello di falda.

Sono state individuate due direzioni principali di scorrimento delle acque sotterranee, una con andamento Est-Ovest ed una Nord-Sud-Ovest.

Nella cartina 1 vengono riportate, oltre le linee di deflusso delle acque sotterranee, anche le ubicazioni dei pozzi spia presenti nell'area per il controllo delle acque sotterranee.

5.3.3.2 Discarica Ardolino

La discarica ARDOLINO è ubicata nel Comune di Piazzolla di Nola (NA), a nord dell'apparato vulcanico Somma Vesuviano (cartina 2). Il sito è ubicato in fosse della profondità di circa 18 - 20 metri ed è classificato come discarica di 1^a categoria. È costituito da tre corpi adiacenti di cui il primo, indicato nel progetto di adeguamento dell'impianto come area da bonificare, risulta privo di impermeabilizzazione. Il secondo, esaurito nel corso del 1993, ed il terzo lotto, esaurito nel corso del 1996, sono invece dotati dei presidi tecnologici previsti dalle normative vigenti in materia.

La discarica ha un volume complessivo di circa 250.000 m³ ed è dotata del sistema di captazione del percolato e, limitatamente all'area perimetrale, del sistema di captazione del biogas.

Dal punto di vista stratigrafico presenta una sovrapposizione dei prodotti piroclastici dei Campi Flegrei e di piroclastiti e lave del Somma-Vesuvio. Vi è una successione stratigrafica che vede la presenza al di sotto dell'humus superficiale (circa 1,5 metri) di sabbie marroni, lapilli chiari, sabbia fine e grigia con pomici e scorie, sabbia più grossolana di colore grigio scuro, sabbia violacea con scorie nere, ed alla profondità di 18 metri dal p.c., una colata lavica estesa fino a fine foro. La permeabilità media dei materiali esaminati è di 10^{-3} cm/sec. [6]

Il livello di falda risulterebbe attestato a circa 45 - 50 m dal piano campagna ed ha un andamento SE-NW. Nell'area di discarica sono stati censiti 10 pozzi, di cui alcuni esistenti ed altri aperti "ad hoc" per il controllo sia del livello di falda che della qualità della stessa.

5.3.3.3 Discarica Iovino

La discarica ricade nel Comune di Palma Campania in loc. Valle (NA) ed insiste in un'area sub pianeggiante già interessata dall'attività di una cava a fossa, utilizzata prevalentemente per l'estrazione di materiale lapideo impiegato nella realizzazione dell'autostrada A30 Caserta-Salerno (cartina 3).

Il perimetro nord-orientale della discarica è confinante con la sede autostradale sopraccitata.

Nel settore occidentale sono presenti, oltre agli uffici (comunque fuori dal perimetro effettivo della discarica), l'impianto di biogas, la piazzola per i mezzi meccanici e le strutture di servizio nonché un rilevato artificiale di terre di riporto di oltre 10 metri di altezza.

Nel settore orientale, la cava a fossa, dalle ripide pareti, estesa nella direzione nord-sud, è sede di uno specchio d'acqua e caratterizza l'aspetto morfologico del sito, in prossimità del quale vi è il pozzetto di raccolta del percolato.

Anche tale discarica è suddivisa in più invasi, di cui alcuni utilizzati per l'abbancamento di RU negli anni passati, non provvisti dei presidi tecnologici di legge.

La zona interessata dalla discarica si sviluppa prevalentemente su terreni vulcanici recenti attribuibili all'attività del Somma - Vesuvio.

Lo studio geologico-stratigrafico sui fronti naturali ed artificiali, ha evidenziato uno spesso banco ignimbrico scoriaceo, osservabile sul fondo della cava a fossa, su cui si sovrappongono prodotti di caduta (fall) costituiti essenzialmente da ceneri, pomice e lapilli.

Il banco ignimbrico in affioramento sul fondo cava si presenta apparentemente compatto.

Sottostanti alle citate formazioni piroclastiche, affioranti sul fronte della cava, sono presenti inoltre anche intercalazioni di livelli sabbiosi, ghiaiosi e limosi.

Dal punto di vista idrogeologico i terreni presentano una permeabilità molto variabile: bassa nelle cineriti, medio-alta negli orizzonti di pomice, scorie e lapilli. Dagli studi effettuati nell'area della piana campana [6, 7] risulta che la falda viene principalmente alimentata dai massicci carbonatici dei monti di Sarno posti a N-E dell'area della discarica con direzione di scorrimento che tende a convergere verso un unico asse di drenaggio preferenziale avente andamento N-S.

Nell'area della discarica sono presenti 10 pozzi, di cui alcuni esistenti, altri aperti "ad hoc" per il controllo sia del livello di falda che della qualità della stessa.

5.3.3.4 Discarica Barricalla

La discarica è situata nelle immediate vicinanze della città di Torino (cartina 4). Precisamente occupa una zona nel territorio del Comune di Collegno, frazione Savonera, ed è prospiciente alla tangenziale Nord di Torino. Proprio per la costruzione di detta tangenziale fu estratta ghiaia nell'area attualmente interessata dalla discarica, pertanto la discarica risulta costituita da invasi in depressione.

L'impianto, inserito nell'ex cava di ghiaia, è una discarica controllata di seconda Categoria di tipo C, nella quale vengono smaltiti rifiuti industriali pericolosi allo stato solido.

I principali tipi di rifiuto smaltiti in discarica sono i seguenti: morchia di verniciatura, fanghi da impianti di depurazione biologici e fisico-chimici, terreni provenienti dalla bonifica di suoli contaminati, rifiuti contenenti amianto, scorie di fonderia, polveri da abbattimento fumi.

Il volume complessivo della cava, di 600.000 m³, è stato suddiviso in tre separati ed adiacenti lotti, di cui il primo, realizzato nel 1987, è ormai esaurito, il secondo è in coltivazione ed il terzo di prossima costruzione.

Il primo lotto ha un volume di 100.000 m³, il secondo di 230.000 m³.

La frazione Savonera si trova a circa 1.000 metri di distanza. Dal punto di vista generale, l'impianto può essere ricondotto, nelle sue parti essenziali, al seguente schema:

- il sistema di impermeabilizzazione della vasca;
- il laboratorio di analisi chimiche;
- il campionatore semiautomatico dei rifiuti in ingresso;
- le centraline di monitoraggio atmosferico;
- i pozzi di controllo delle acque di falda.

La struttura di impermeabilizzazione della vasca di interrimento è costituita da quattro distinti livelli, accoppiando materiali naturali ed artificiali e raggiungendo uno spessore complessivo superiore a tre metri.

Le barriere naturali sono costituite da argille, poste in opera con particolari lavorazioni, che conferiscono loro una permeabilità non superiore a 10⁻⁹ m/s.

Gli strati in materiale artificiale sono costituiti da polietilene ad alta densità (HDPE), di adeguato spessore (> 2,5 mm), con permeabilità standard di 10⁻¹⁴ m/s.

Tra i primi due livelli ed i successivi è interposto un sistema di monitoraggio e allarme in grado di segnalare tempestivamente, a mezzo di sonde e di telecamere mobili, eventuali perdite di percolati, consentendo di intervenire avendo ancora a disposizione due livelli di protezione efficaci.

Il conferimento dei rifiuti all'impianto di Barricalla è soggetto ad una procedura di controllo preventivo, con la classificazione e l'omologazione di ciascun tipo di rifiuto.

I rifiuti polverulenti sono ammessi solo se conferiti in contenitori ermetici (big-bags); inoltre la gestione dello scarico è concepita in modo che nessun mezzo di trasporto venga a contatto con i rifiuti in coltivazione.

Il percolato è drenato giornalmente e stoccato in serbatoi in vetroresina, dotati di apparecchiature per l'abbattimento delle emissioni. Periodicamente esso viene inviato allo smaltimento presso impianti esterni autorizzati.

All'interno dell'impianto e nelle sue vicinanze è attiva una rete di sorveglianza ambientale per il controllo di falde idriche, atmosfera e suolo. [8]

Il sistema di controllo della qualità dell'acqua di falda è composto da una rete di piezometri, da una barriera di pozzi di spurgo e da una rete di pozzi di monitoraggio.

Il monitoraggio atmosferico viene effettuato da centraline di rilevamento posizionate intorno all'impianto, che registrano in continuo sia i parametri meteorologici, sia i parametri chimici, come gli idrocarburi non metanici ed il metano.

Nel perimetro dell'impianto sono anche installati, lungo l'asse dei venti dominanti, deposimetri per la raccolta e l'analisi delle polveri disperse in atmosfera.

Dal punto di vista litostratigrafico ed idrogeologico l'impianto di interrimento controllato "Barricalla" insiste su un'area pianeggiante, corrispondente ad un ripiano alluvionale di età Rissiana, rilevato di oltre una ventina di metri rispetto al più vicino corso d'acqua, rappresentato dal fiume Dora Riparia [Studio idrogeologico effettuato "ad hoc"].

A partire dal piano campagna, la successione si presenta essenzialmente ghiaioso-ciottolosa, talora sabbiosa, fin verso i 20-25 m.

Sono localmente presenti, nella parte alta, livelli leggermente più ricchi in frazione fine limosa. Nel tratto fra 20 e 30 m dal p.c. si segnala la presenza di livelli grossolani, parzialmente (e talora totalmente) cementati, alternantisi a sabbie e ghiaie.

Al di sotto di tale livello riprende una serie grossolana ghiaioso-sabbiosa, che mostra un arricchimento in sabbia verso il basso e che presenta, a profondità comprese tra 33 e 37 m da p.c., un livello a granulometria fine, limoso-sabbioso, di spessore intorno al metro.

La ricostruzione effettuata si arresta alla profondità di circa 45 m da p.c., che corrisponde alla quota media ove viene generalmente riscontrata la presenza di livelli argillosi di spessore metrico, uniformemente distribuiti nell'area, che segnalano un passaggio al sottostante complesso Villafranchiano,

costituito da un'alternanza di materiali limoso-argillosi di origine palustre-lacustre e ghiaioso-sabbiosi di origine fluviale.

Il complesso superficiale costituisce un acquifero non confinato che ospita una falda freatica con drenaggio ritardato, il cui spessore saturo oscilla intorno ai 20 m e che rappresenta l'obiettivo del monitoraggio.

La disponibilità di numerosi punti di misura (S1-S7) ha consentito di monitorare nel tempo le caratteristiche piezometriche della falda idrica superficiale che presenta una direzione di deflusso WNW-ESE, con un gradiente piezometrico variabile stagionalmente fra 0.29% e 0.40%, con un valore medio di 0.35%.

5.3.4 Risultati e discussione

Di seguito si riportano le considerazioni evincibili dalle tabelle e dai grafici allegati, per ciascuna discarica.

I parametri considerati per le discariche DI.FRA.BI, IOVINO e ARDOLINO sono:

• Parametri chimici:

- Conducibilità Elettrica;
- Cloruri;
- Azoto Nitrico;
- Solfati;
- Ferro;
- Fosfati;
- Manganese;
- Magnesio;
- Tricloroetilene; Tetracloroetilene;
- Triclorometano;
- Oli Minerali/Idrocarburi disciolti.

• Parametri Microbiologici:

- Carica Batterica Totale a 36°C e 22°C;
- Coliformi Totali e Fecali;
- Streptococchi Fecali;
- Clostridi.

Tali parametri sono stati scelti in quanto sono state rinvenute concentrazioni significative in tutte le analisi effettuate ed inoltre per la loro significatività in termini di potenziale contaminazione delle acque sotterranee. Non vengono riportati i microrganismi metallici, in quanto non sono stati mai riscontrati nelle acque dei pozzi spia ispezionati.

Per la discarica BARRICALLA, invece, sono state riportate tutte le risultanze analitiche ottenute a seguito dell'azione di monitoraggio condotta nel periodo 1994 - 1997 sui tre pozzi spia. Ciò in quanto, essendo la discarica BARRICALLA una discarica di 2ª Categoria - tipo C [in Italia attualmente è

l'unica discarica di tale tipo in attività, dopo il definitivo esaurimento dell'altra discarica di 2^a Categoria - tipo C - Discarica di Vasto (Foggia)], che, quindi, può accettare tipologie di rifiuti pericolosi a potenziale rischio sanitario, si è ritenuto utile, in questa prima fase, riportare tutte le risultanze analitiche, così come sono state ottenute. In una seconda fase si procederà ad uno studio di correlazione tra i vari parametri ricercati, al fine di individuare quelli che maggiormente rappresentano la reale situazione dell'area in studio.

5.3.4.1 Discarica "DI.FRA.BI."

Per quanto concerne le acque sotterranee (figure 1-10 dell'appendice 5.1) si riscontra, in generale, per i *Cloruri*, la *Conducibilità Elettrica* ed i *Solfati*, parametri di non particolare rilevanza igienico-sanitaria, una concentrazione maggiore nel pozzo situato a monte, indicando la non ascrivibilità di tali parametri dell'attività di discarica. Mentre i parametri *Azoto Nitrico* e *Fosfati* mostrano un evidente picco nell'andamento della concentrazione nel pozzo situato a valle della discarica. Tali parametri possono essere quindi influenzati dall'attività di discarica.

Per quanto concerne il *Ferro*, il *Manganese* ed il *Magnesio*, a parte un anomalo unico picco nelle concentrazioni del Manganese nel pozzo a valle, si può affermare che essi hanno un andamento maggiormente dipendente da cause non ascrivibili all'attività di discarica, bensì da cause naturali, quali ad esempio geologia specifica dell'area.

Per il *Tricloroetilene* è evidente una contaminazione generale dell'area, anche se a valle dell'area di discarica si hanno, nel complesso, concentrazioni più elevate che a monte. Anche per il *Tetracloroetilene* si può notare una diffusa presenza nell'area, ma al contrario del *Tricloroetilene*, il picco di concentrazione è a monte dell'area di discarica.

Per quanto concerne i *parametri microbiologici* (figure 11-15 dell'appendice 5.1) si osserva nell'area una diffusa contaminazione microbiologica sia a monte che a valle dell'area di discarica.

Si evidenzia che la contaminazione di tipo microbiologico non può essere ascrivibile all'attività di discarica, in quanto essendo riscontrabile in modo diffuso ed anche a monte dell'area di discarica stessa, è presumibilmente ascrivibile ad altre cause, quali attività agricola, allevamento bestiame e da ultimo, ma non ultimo, un non corretto funzionamento o assenza della rete fognaria.

Per quanto concerne i parametri chimici, ed in particolare i *Solventi Organo-clorurati* (*Tricloroetilene*, *Tetracloetilene*), si osserva che la contaminazione delle acque sotterranee a valle dell'area di discarica potrebbe essere dovuta non

tanto all'attuale attività di discarica, bensì alla pregressa. Infatti l'area in prossimità della discarica attuale, e precisamente l'area del "*Cratere Senga*", è stata interessata nei decenni passati (a cominciare dalla metà degli anni '50) da una intensa attività di smaltimento di rifiuti, senza che gli invasi utilizzati fossero dotati di idonei presidi tecnologici atti a non permettere la trasmigrazione dei contaminanti ai corpi idrici sotterranei. L'area è caratterizzata dal punto di vista pedologico da materiali tufacei di permeabilità variabile, ma tale da consentire dopo 25-30 anni un "*passaggio*" degli inquinanti al sistema acquifero profondo.

Per quanto attiene la qualità delle acque di percolazione (tabelle 1-18 dell'appendice 5.2) esse evidenziano caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche in generale in accordo con quanto riportato in merito in letteratura [4] e precisamente:

- il rapporto COD/BOD per le acque di percolazione dei due pozzi esaminati è compreso in un intervallo tra 2 e 5, mentre i valori assoluti diminuiscono a partire da circa metà del 1996. Infatti la discarica è stata definitivamente chiusa a dicembre 1995, pertanto i processi biodegradativi in atto nell'ammasso dei rifiuti sono andati progressivamente diminuendo per l'assenza di ulteriore apporto della sostanza organica dei rifiuti;
- il contenuto di microinquinanti metallici, quale *Crtot*, *Cu*, *Hg*, *Ni* e *Pb*, evidenzia un decremento a partire dal 1996, per le stesse ragioni suesposte: non ulteriore apporto di rifiuti;
- i solventi organo-alogenati, quali *Triclorometano*, *Tricloroetilene* e *Tricloroetano*, sono stati ricercati su indicazione di questo Istituto, a partire dal 1996, pertanto non è possibile correlare tali parametri con la definitiva chiusura della discarica;
- il parametro *Bromoformio* è stato ricercato nelle acque di percolazione anche nei periodi di attività della discarica: il suo andamento, infatti, evidenzia un forte decremento a partire dalla metà del 1996. Pertanto anche tale parametro è fortemente correlato ai processi degradativi dei rifiuti;
- altri parametri organici di interesse igienico-sanitario, quali gli *Xileni* ed il *Toluene*, evidenziano un forte decremento nella loro concentrazione a partire dalla metà del 1996;
- il parametro *Oli Minerali/Idrocarburi disciolti* è presente nelle acque di percolazione, come è riscontrabile nei dati di letteratura, in concentrazione spesso elevata. L'andamento di tale parametro è analogo a quelli precedenti: trend verso il basso a partire dalla metà del 1996;

- i parametri microbiologici (tabelle 16-18) evidenziano concentrazioni di microrganismi, quali Coliformi totali, Coliformi Fecali e Streptococchi fecali, rientranti nei *range* ritenuti “normali” per un percolato da impianti di discarica che trattano rifiuti a prevalente matrice organica. Per tali parametri non è particolarmente evidente il decremento nella concentrazione a seguito della cessazione dello smaltimento dei rifiuti nell’impianto in oggetto. Infatti per osservare un netto decremento si dovrà pervenire ad un abbattimento praticamente totale del carico organico, in modo tale che i microrganismi non trovino alcun substrato nutritivo; ma per arrivare a tale stadio occorrono vari anni.

5.3.4.2 Discarica “ARDOLINO”

Per quanto concerne le acque sotterranee (figure 16-25 dell’appendice 5.1), per i parametri *Conducibilità Elettrica*, *Cloruri*, *Azoto Nitrico* e *Solfati* si nota in generale una concentrazione più elevata nelle acque dei pozzi spia situati all’interno dell’area di discarica, mentre a monte ed a valle si hanno valori di concentrazione praticamente confrontabili. L’andamento di tali parametri, peraltro di non rilevante importanza dal punto di vista igienico sanitario, evidenzia un fenomeno di contaminazione in atto presumibilmente a carico dell’attività di discarica, anche se di scarsa entità. Infatti i valori di concentrazione, a meno di qualche “picco”, rientrano nei *range* ritenuti accettabili in base ai criteri del DPR 236/88 relativo alle acque da destinare al consumo umano.

Gli scarsi dati relativi al *Ferro* ed al *Manganese* non permettono alcuna considerazione.

Anche per i parametri *Fosfati* e *Magnesio* si riscontra un andamento analogo a quello dei parametri *Conducibilità*, *Cloruri*, *Azoto Nitrico* e *Solfati*: picchi di concentrazione più alta nelle acque del pozzo interno all’area di discarica, concentrazioni pressoché uguali nelle acque dei pozzi situati a monte ed a valle della discarica stessa.

Per quanto attiene i *Solventi Organo-Clorurati*, è d’uopo osservare che sono stati ricercati non in tutti i prelievi effettuati, pertanto i dati a disposizione sono scarsi; tuttavia si evidenzia che:

- il *Tricloroetilene* è riscontrabile in concentrazione eccedente quella riportata nel DPR 236/88 relativo alle acque destinate al consumo umano, in un unico prelievo riguardante il pozzo a valle; mentre nelle acque del pozzo interno all’area di discarica le concentrazioni riscontrate rientrano nei limiti consentiti dal DPR 236/88;
- il *Triclorometano*, pur rientrando nei limiti consentiti dal DPR 236/88, evidenzia picchi di con-

centrazione a monte ed all’interno dell’area di discarica.

A proposito del parametro *Solventi Organo-Clorurati* si deve osservare che le modalità di campionamento possono altamente influenzare i risultati ottenuti, in quanto sia il Tricloroetilene che il Tetraclorometano hanno una densità maggiore dell’acqua e quindi, in funzione della profondità a cui si è spinto il prelievo, possono o meno venire campionati.

Per quanto concerne i *parametri microbiologici* (figure 26-31 dell’appendice 5.1), nell’area di discarica si nota una presenza diffusa di microrganismi, sia a monte che all’interno che a valle dell’impianto, pertanto detta presenza può essere ascrivibile a varie cause, quali ad esempio pratiche agronomiche, allevamenti, inesistenza o scarsa efficienza della rete fognaria.

Per quanto riguarda la qualità delle acque di percolazione (tabelle 19-35 dell’appendice 5.2) anche per la discarica ARDOLINO si può affermare che i parametri ricercati rientrano nei *range* ritenuti “normali” in base ai dati di letteratura [4] e precisamente:

- il rapporto COD/BOD è in generale intorno a 1.5 – 2.0, facendo presupporre un discreto grado di mineralizzazione della frazione organica dell’ammasso dei rifiuti smaltiti. I valori in assoluto dei due parametri considerati sono relativamente bassi, a meno di un picco anomalo nei prelievi del 14 e 27 giugno 1996. Non è possibile riscontrare diminuzioni significative nei valori di tali due parametri a causa della cessazione dell’attività di discarica, in quanto quest’ultima si è conclusa nel corso del 1996 ed anche i prelievi di percolato sono stati erroneamente interrotti nello stesso anno;
- il contenuto di microinquinanti metallici, quale Cd, Crtot, Cu e Ni, evidenzia un *trend* praticamente costante nel periodo esaminato; mentre per il Pb e soprattutto per il Hg si notano alcuni picchi di concentrazione che potrebbero far presupporre uno smaltimento, ad esempio, di pile e accumulatori oppure di rifiuti assimilabili agli urbani provenienti da attività artigianali e/o industriali con alto contenuto di microinquinanti metallici (ad esempio rifiuti da attività metallurgiche, galvaniche, ecc.);
- per i solventi organo-alogenati, sono stati ricercati a partire dal 1996 a seguito di specifica richiesta di questo Istituto, dato che se ne riscontrava la presenza in alcuni campionamenti di acque sotterranee nei pressi dell’impianto di discarica. Tuttavia la concentrazione del Triclorometano, Tricloroetilene, Tricloroetano e Bromoformio nelle acque di percolazione è rela-

tivamente bassa e non è tale da farle presupporre come causa di contaminazione delle acque sotterranee;

- il parametro Oli Minerali/Idrocarburi disciolti, anch'esso ricercato a partire dal 1996 su indicazione di questo Istituto, evidenzia alcuni picchi di concentrazione nei periodi estivi; tuttavia la scarsità dei dati non permette alcuna interpretazione degli stessi;
- i parametri microbiologici (tabelle 33-35 dell'appendice 5.2), quali Coliformi Fecali e Totali e Streptococchi Fecali, evidenziano un *trend* molto disomogeneo, esibendo alcuni picchi anche di uno o due ordini di grandezza in tutti i periodi dell'anno, pertanto risulta difficile effettuare valutazioni del fenomeno. I valori di concentrazione di tali parametri rientrano, tuttavia, nei *range ritenuti "normali" per un percolato di una discarica di rifiuti a matrice prevalentemente organica*.

5.3.4.3 Discarica "IOVINO"

Per quanto concerne le acque sotterranee (figure 32-40 dell'appendice 5.1), per i parametri *Cloruri*, *Conducibilità Elettrica* e *Fosfati*, si nota una maggiore presenza sia all'interno che a valle dell'area di discarica. Per *Azoto Nitrico* e *Solfati* si ha un andamento inverso, con picchi della concentrazione a monte e per i Solfati anche all'interno della discarica, mentre a valle della discarica si ha una drastica riduzione delle concentrazioni di tali parametri.

Per quanto attiene il *Ferro* ed il *Magnesio*, a parte qualche picco isolato, e pertanto non significativo, si può affermare che in generale essi hanno un andamento costante nei tre pozzi ispezionati, mentre il *Manganese* ha qualche accumulo nei pozzi a valle dell'area di discarica.

Un caratteristico picco nella concentrazione degli *Oli Minerali/Idrocarburi Disciolti* si nota sia nel pozzo all'interno, che a valle dell'area di discarica, facendo ipotizzare una specifica contaminazione delle acque sotterranee a causa dell'attività di discarica o a specifici sversamenti sempre all'interno dell'area di discarica.

Per quanto concerne i *parametri microbiologici* (figure 41-44 dell'appendice 5.1), a parte alcuni picchi nelle acque del pozzo interno ed a valle della discarica, l'andamento nei tre pozzi è confrontabile.

Anche per la discarica IOVINO è d'uopo osservare che la contaminazione delle acque sotterranee a valle dell'area di discarica potrebbe essere ascrivibile non tanto all'attuale attività di smaltimento, quanto alla pregressa. Infatti nell'area dell'attuale discarica sono presenti invasi che in passato sono stati oggetto di smaltimento di rifiuti in assenza dei presidi tecnologici (manti di protezione in polietilene) e di strati di

argilla di protezione. Su tali invasi in tempi recenti sono stati posti in essere sistemi di protezione ambientale ma al di sopra dello strato di rifiuti e pertanto, dopo svariati anni dai primi sversamenti di rifiuti non in sicurezza, è possibile oggi constatare una contaminazione delle acque sotterranee.

Per quanto attiene la qualità delle acque di percolazione (tabelle 36-55 dell'appendice 5.2) dei due pozzi spia esaminati, si osserva che i parametri ricercati rientrano nei *range* ritenuti "normali" in base ai dati di letteratura [4]. Il rapporto COD/BOD5 è circa 2, evidenziando un discreto grado di mineralizzazione dei rifiuti. Peraltro i valori di concentrazione in assoluto dei due parametri COD e BOD diminuiscono a partire dal secondo trimestre del 1997 di un fattore circa 10, evidenziando che a seguito della chiusura definitiva della discarica, avvenuta nel corso del 1996, dopo alcuni mesi si ha già una drastica riduzione del carico inquinante organico del percolato.

Per quanto concerne la presenza di microinquinanti metallici si osserva che il Crtot e il Hg hanno un andamento praticamente costante nei due anni considerati, pur con qualche picco di concentrazione, mentre il Pb, il Cd, il Cu, il Ni e lo Zn evidenziano un *trend* che tende verso il basso a partire da circa il secondo trimestre del 1997. Ciò potrebbe significare che la cessazione dell'attività di discarica nel corso del 1996 porta ad una riduzione del carico inquinante del percolato anche relativamente alla presenza di alcuni microinquinanti metallici tipicamente correlabili ai rifiuti urbani (Cu e Zn) e di altri ascrivibili alla presenza nei rifiuti urbani, ad esempio, di pile (Cd, Pb e Ni).

In relazione alla presenza nelle acque di percolazione di sostanze organiche quali, Toluene, Xilene, Tetraclorometano, Tricloroetilene, Tricloroetano, Cloroformio, Tetracloroetilene e Bromoformio si osserva che esse hanno un andamento praticamente costante tendente a zero negli ultimi campionamenti, cioè dopo circa un anno dalla cessazione della attività di discarica, dimostrando una certa correlabilità con l'attività di smaltimento. In valore assoluto, tuttavia, tali parametri evidenziano una bassa concentrazione vicino al limite di rivelabilità analitica. Pertanto anche le variazioni osservate potrebbero essere imputate a variabilità nelle misure effettuate.

Per il parametro Oli Minerali/Idrocarburi disciolti, invece, il *trend* è più netto e si passa da concentrazioni elevate (più di 1.000 ppm) a concentrazioni dell'ordine di qualche ppm nei campionamenti degli ultimi mesi del 1997, evidenziando un abbattimento del carico inquinante a seguito della cessazione dell'attività di discarica.

Per i parametri microbiologici (tabelle 53-55 dell'appendice 5.2) si riscontra una estrema variabilità

nelle concentrazioni dei tre indicatori esaminati e cioè Coliformi Totali, Coliformi Fecali e Streptococchi Fecali; si passa infatti da valori anche di circa 1.000.000 UFC a qualche decina di UFC. Nei campionamenti degli ultimi mesi del 1997 si sono riscontrate in generale cariche microbiche mediamente inferiori, ma i pochi prelievi effettuati non permettono una approfondita analisi dei risultati ottenuti.

5.3.4.4 'Discarica BARRICALLA'

Per la discarica di Barricalla nei grafici (figure 45-59 dell'appendice 5.1) vengono riportati i dati analitici relativi alle acque sotterranee ispezionate tramite tre pozzi spia (S3b a monte dell'area di discarica; S1 interno all'area di discarica e S6 a valle dell'area stessa) ritenuti rappresentativi per descrivere l'eventuale impatto che l'attività di smaltimento di rifiuti speciali e pericolosi può avere sulla qualità delle acque sotterranee.

Poiché la discarica in oggetto riceve rifiuti speciali e pericolosi, come sopra detto, per essa si riportano gli andamenti relativi ad un set di parametri maggiori rispetto a quelli ricercati per le altre tre tipologie di discariche, che smaltiscono unicamente rifiuti urbani.

In generale, per quasi tutti i parametri considerati si riscontra un andamento simile nelle acque dei tre pozzi ispezionati. In particolare:

- i parametri Conducibilità Elettrica e Cloruri, parametri fortemente correlati fra loro, evidenziano un analogo andamento con concentrazioni sensibilmente più basse a partire dai campionamenti effettuati nel 1995 rispetto a quelli del 1994. I valori di concentrazione di tali due parametri sono praticamente uguali nelle acque dei tre pozzi considerati e rientrano nei valori ritenuti ottimali in base ai criteri riportati nel DPR 236/1984 relativo alle acque destinate al consumo umano;
- i Nitrati hanno un andamento opposto con concentrazioni superiori nei campionamenti del 1996 e 1997, le quali, tuttavia, rientrano nei *range* di accettabilità in base ai criteri del DPR 236/84;
- i Solfati hanno un andamento costante nel tempo e praticamente uguale nei tre pozzi e la concentrazione di tale parametro rientra ugualmente nei valori ritenuti ottimali per le acque destinate al consumo umano;
- il Ferro esibisce un andamento costante e tendente a zero, ad eccezione di un picco di concentrazione in un prelievo del 1994 nel pozzo a valle;
- il Cadmio, il Cromo totale, il Manganese, il Piombo, il Potassio, il Nichel, il Rame e lo Zinco evidenziano andamenti relativamente costanti, con qualche picco di concentrazione o nel pozzo a

monte, o nel pozzo interno oppure nel pozzo a valle dell'area di discarica. In particolare, per lo Zinco e il Manganese si evidenzia un sensibile incremento nelle concentrazioni del pozzo a valle. Tuttavia, tutti i parametri rientrano nelle concentrazioni massime ammissibili per le acque destinate al consumo umano, di cui al DPR 236/84;

- l'Alluminio ed il Magnesio esibiscono andamenti meno costanti nel tempo ed in generale i picchi di concentrazione sono coincidenti per tutti e tre i pozzi ispezionati. Anche le concentrazioni di tali due parametri sono in linea con i valori riportati nel DPR 236/84.

Per quanto attiene i parametri microbiologici (figure 60-62 dell'appendice 5.1), nelle acque dei pozzi spia della discarica in esame sono stati ricercati i seguenti indicatori: Coliformi Fecali, Coliformi Totali e Streptococchi Fecali. Mentre le concentrazioni dei Coliformi Totali e Fecali sono maggiormente costanti nel tempo, a parte qualche picco in tutti i tre pozzi nei campionamenti del 1994, il parametro Streptococchi Fecali ha un andamento meno costante nel tempo sempre in tutti i tre pozzi. In valore assoluto, la concentrazione dei parametri microbiologici, pur essendo di scarsa entità, supera la concentrazione ammissibile in base al DPR 236/84. Tali superamenti sono tuttavia riscontrabili nelle acque di tutti i tre pozzi ispezionati. Si evidenzia, infine, che dato che nella discarica vengono smaltiti rifiuti prevalentemente a matrice inorganica, i parametri microbiologici rivestono scarsa importanza ai fini della valutazione dell'impatto dell'attività di discarica sulla qualità delle acque sotterranee. La loro presenza è, peraltro, ascrivibile ad altre motivazioni.

Per quanto attiene le acque di percolazione (tabelle 56-103 dell'appendice 5.2) prelevate dai due lotti (lotto 1 e lotto 2), per tale discarica non ha significato scientifico esaminare il rapporto COD/BOD₅ in quanto, come prima detto, la discarica smaltisce prevalentemente rifiuti a matrice inorganica e fanghi. Il parametro COD ha valori oscillanti tra circa 4.000 mg/l O₂ e 97.500 mg/l O₂, tali concentrazioni rientrano nei valori ritenuti "normali" in base ai dati di letteratura per percolati di discariche, di rifiuti a base inorganica e di fanghi.

Le concentrazioni di microinquinanti metallici, quali Alluminio, Antimonio, Argento, Arsenico, Bario, Berillio, Boro, Cadmio, Cobalto, Cromotot, Ferro, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Tallio, Tellurio, Selenio, Stagno, Vanadio e Zinco esibiscono tutto un andamento praticamente costante con qualche raro picco e le concentrazioni sono tutte relativamente basse (dell'ordine in generale del µg/l) ad eccezione del Nichel, Piombo,

Rame, e in alcuni casi dello Zinco, che nelle acque di percolazione del 2° lotto, di più recente coltivazione, possono raggiungere l'ordine del mg/l.

Anche per i Solventi Aromatici nelle acque di percolazione di entrambi i lotti non si riscontrano differenze sostanziali e si hanno andamenti nel tempo praticamente costanti. I valori di concentrazione sono ritenuti "normali" in base alle tipologie di rifiuti smaltiti.

Tra i Solventi Alogenati, quelli maggiormente presenti soprattutto nelle acque di percolazione del 2° lotto sono il Tricloroetilene, Tetracloroetilene, il 1,1,1-Tricloroetano ed il 1,2-Dicloropropano.

Relativamente agli altri parametri chimici di rilevanza igienico-sanitaria, i Cianuri liberi sono praticamente assenti in tutti i campionamenti delle acque di percolazione dei due lotti, con qualche raro picco di concentrazione.

I parametri Ammoniaca, Nitriti e Nitrati, esibiscono concentrazioni al massimo di qualche decina di mg/l, pertanto non particolarmente significative.

Le Sostanze Oleose totali, ricercate a partire dal campionamento di ottobre 1995 per il 2° lotto e di giugno 1997 per il 1° lotto, esibiscono elevate concentrazioni. Pertanto tali sostanze potrebbero essere considerate un tracciante di contaminazione nelle acque sotterranee, ove i sistemi di contenimento avessero subito un deterioramento. Tuttavia le sostanze estraibili in etere di petrolio hanno una concentrazione esigua, dell'ordine massimo di qualche decina di mg/l.

5.3.5 Conclusioni

Dalle risultanze ottenute a seguito dell'ordine di monitoraggio delle acque sotterranee e delle acque di percolazione, è possibile evincere le seguenti prime considerazioni:

a) Per quanto attiene la qualità delle acque sotterranee:

- in generale si può affermare che impianti di discarica dotati degli 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 dei rifiuti con materiale inerte, ecc.), esibiscono un bassissimo impatto, praticamente nullo, sulla qualità delle acque sotterranee;
- al fine, tuttavia, di valutare correttamente il reale impatto dell'attività di discarica sulla qualità delle acque sotterranee, sarebbe opportuno effettuare il monitoraggio delle stesse

prima dell'inizio dell'attività di discarica. Ciò permetterebbe di avere un "bianco" di riferimento a cui paragonare le successive risultanze analitiche;

- tra i parametri da considerare prioritariamente nei monitoraggi delle acque sotterranee in prossimità di una discarica sia di rifiuti urbani, che di rifiuti speciali e pericolosi, vi debbono essere quelli di origine xenobiotica e quelli più strettamente correlabili alla attività di discarica stessa. Tra tali parametri vi sono almeno: Solventi organoalogenati; Oli minerali; Fenoli; Idrocarburi Policiclici Aromatici; Esteri dell'acido ftalico. Pertanto sarebbe opportuno focalizzare la ricerca sui parametri sopramenzionati, piuttosto che effettuare la ricerca di tutti i parametri usualmente utilizzati per valutare la potabilità delle acque sotterranee.

b) Per quanto attiene la qualità delle acque di percolazione:

- il percolato dopo circa 6 mesi dalla chiusura di una discarica per rifiuti urbani ha un primo forte abbattimento del carico inquinante: parametri quali COD, BOD, solventi-organo clorurati, xileni, tolueni, Oli minerali subiscono decrementi nelle concentrazioni fino a 1 o 2 ordini di grandezza;
- il parametro Oli Minerali è presente nel percolato in genere in alte concentrazioni, pertanto potrebbe essere considerato un parametro "tracciante" di contaminazione quando è rinvenuto nelle acque sotterranee;
- tra i parametri microbiologici, per una maggiore cautela igienico-sanitaria, avrebbe maggiormente senso la ricerca unicamente degli agenti patogeni ed eventualmente di altri microrganismi, quali Virus, Salmonelle, ecc. Ciò permetterebbe di utilizzare meglio i parametri microbiologici come traccianti di contaminazione da impianti di discarica. Ovviamente tali parametri hanno significato esclusivamente per discariche di rifiuti urbani o di rifiuti a prevalente matrice organica degradabile;
- i campionamenti del percolato non debbono essere interrotti quando cessa l'attività di smaltimento dei rifiuti nell'impianto di discarica, in quanto essi forniscono una serie di informazioni utili alla conoscenza dei fenomeni degradativi in atto nell'ammasso dei rifiuti ed inoltre possono fornire indicazioni in merito ai contaminanti da dover ricercare nelle acque sotterranee.

**APPENDICE 5.1 - ‘ANDAMENTI DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI E MICROBIOLOGICI
RELATIVI ALLE ACQUE SOTTERRANEE’**

Figura 1. - Andamento della Conducibilità elettrica nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

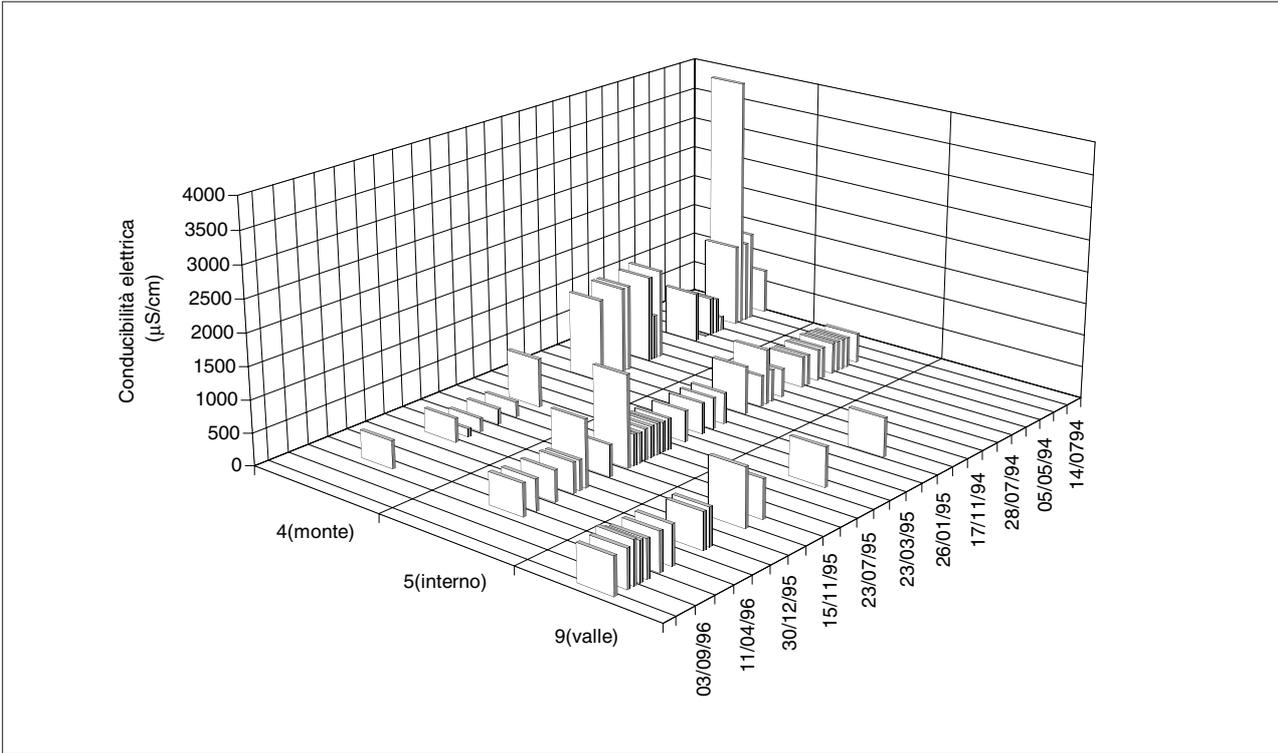


Figura 2. - Andamento dei Cloruri nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

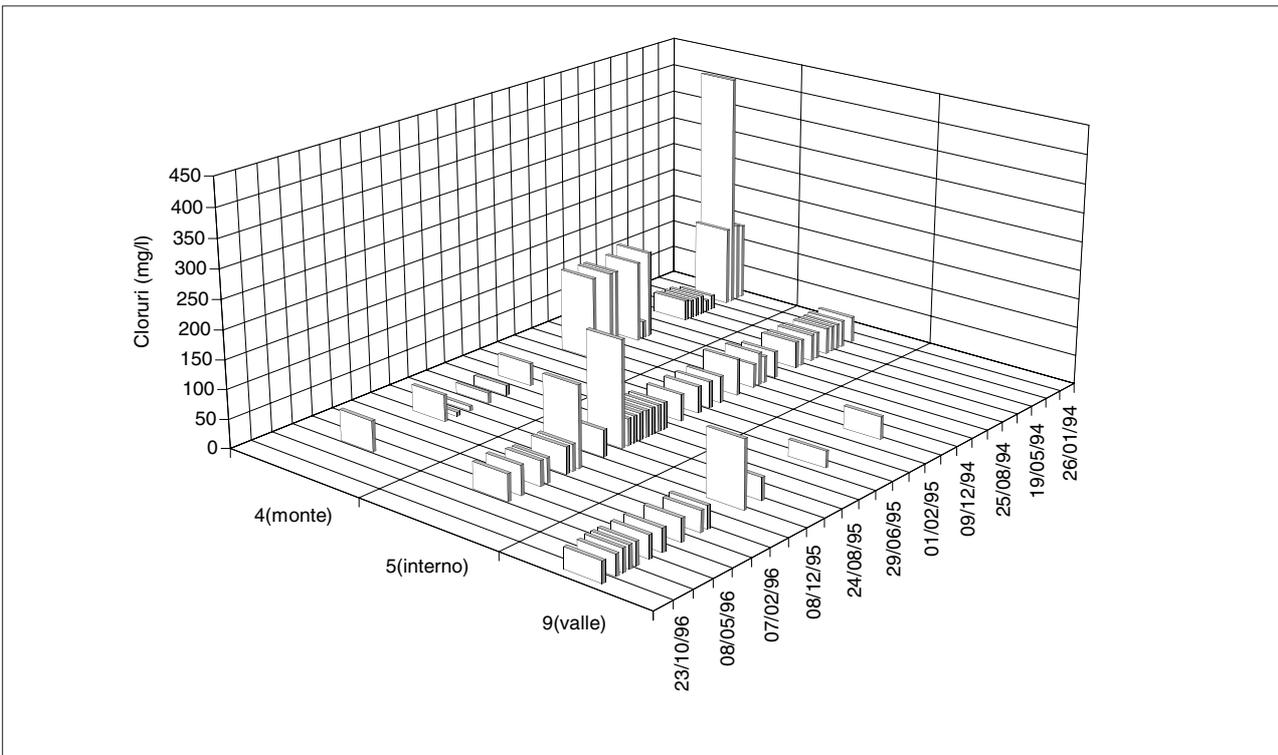


Figura 3. - Andamento dell'Azoto nitrico nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

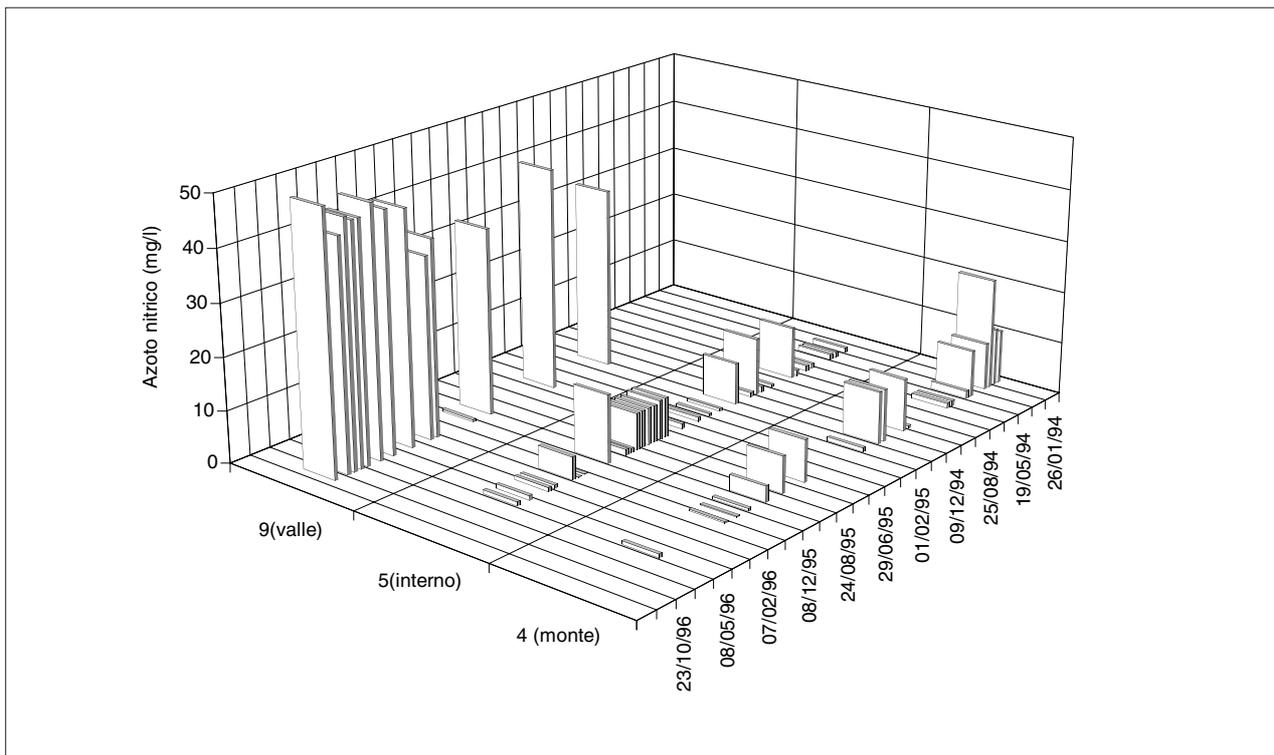


Figura 4. - Andamento dei Solfati nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

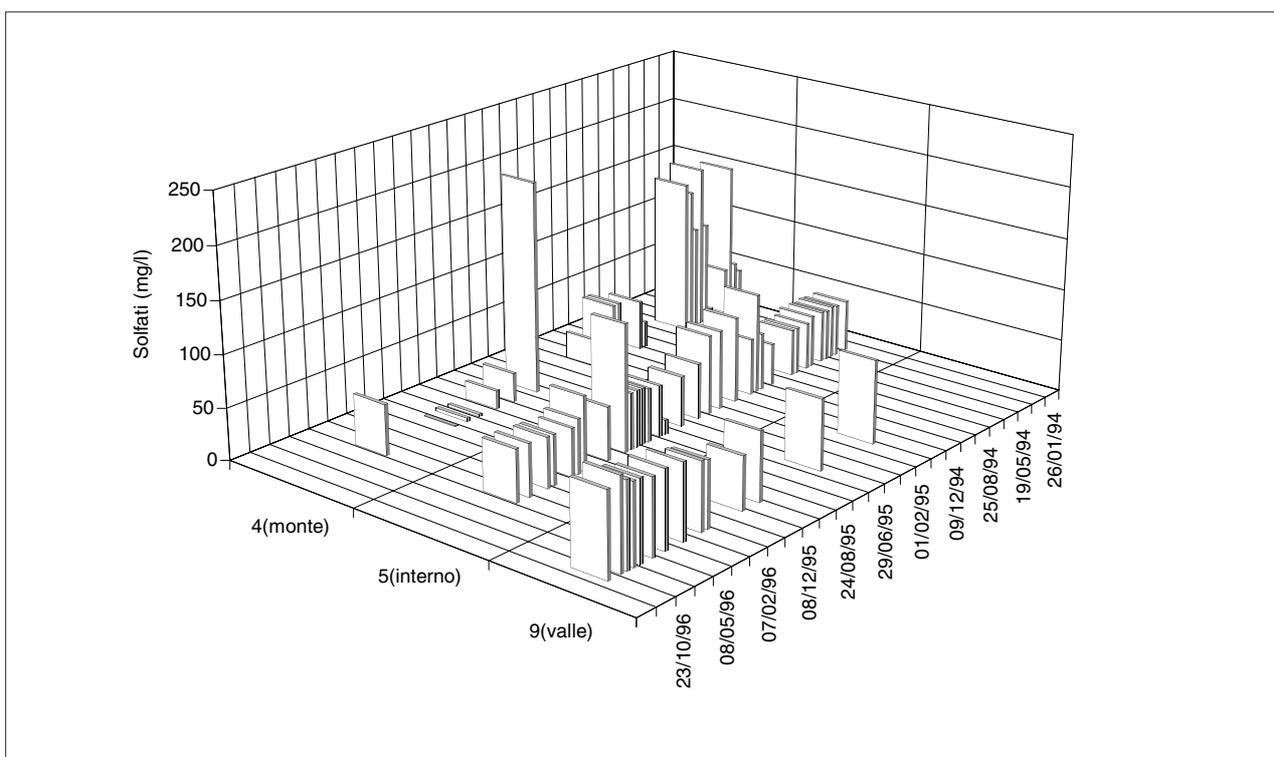


Figura 5. - Andamento del Ferro nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

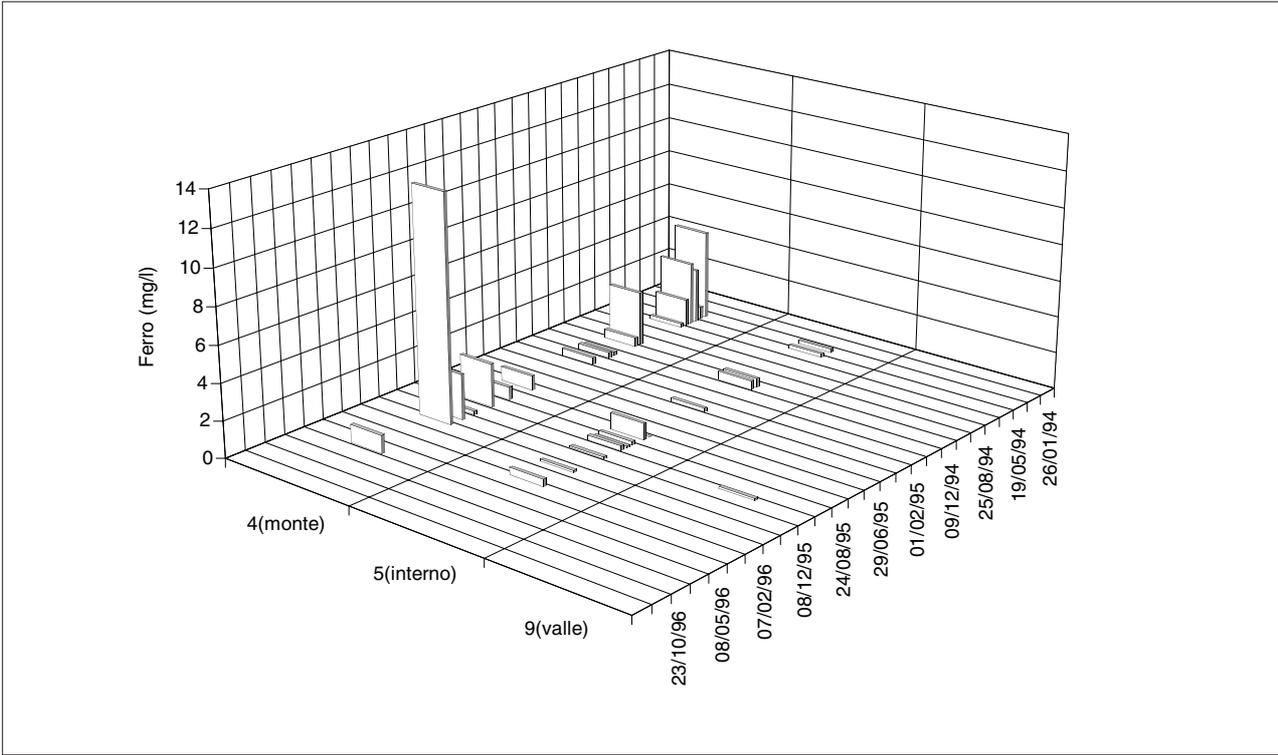


Figura 6. - Andamento dei Fosfati nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

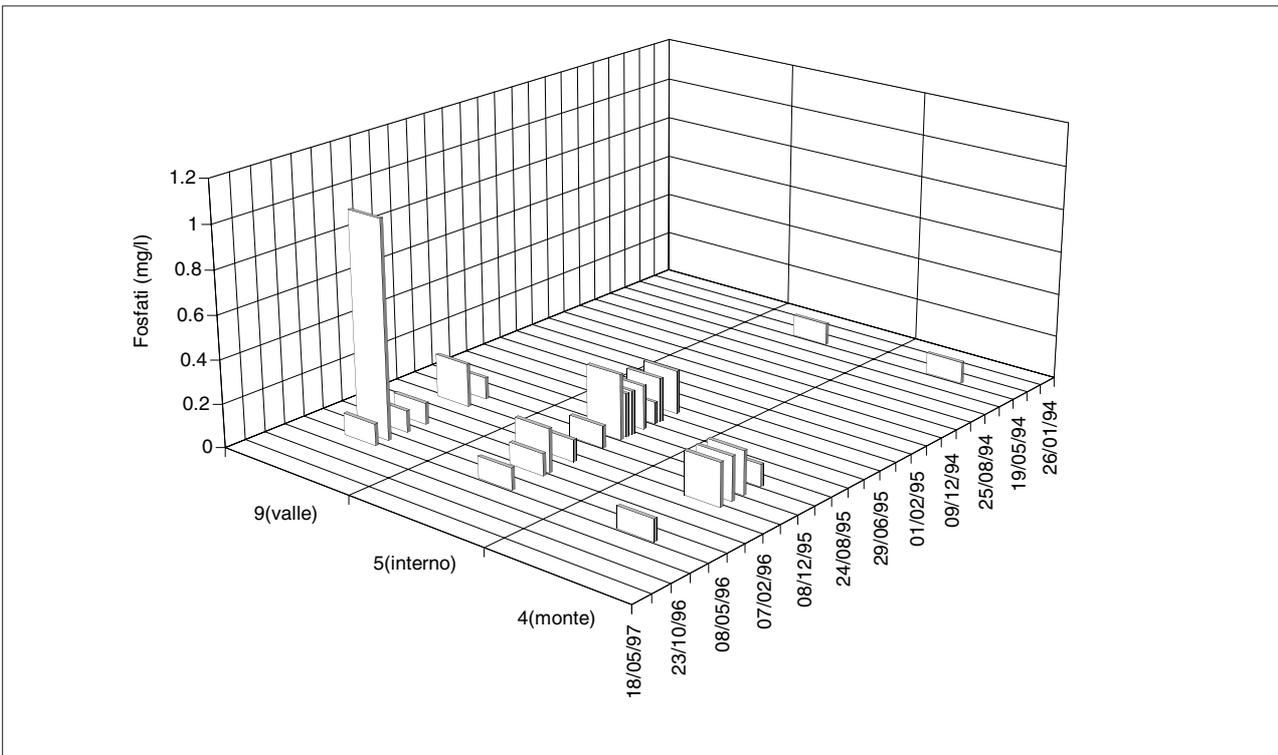


Figura 7. - Andamento del Manganese nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

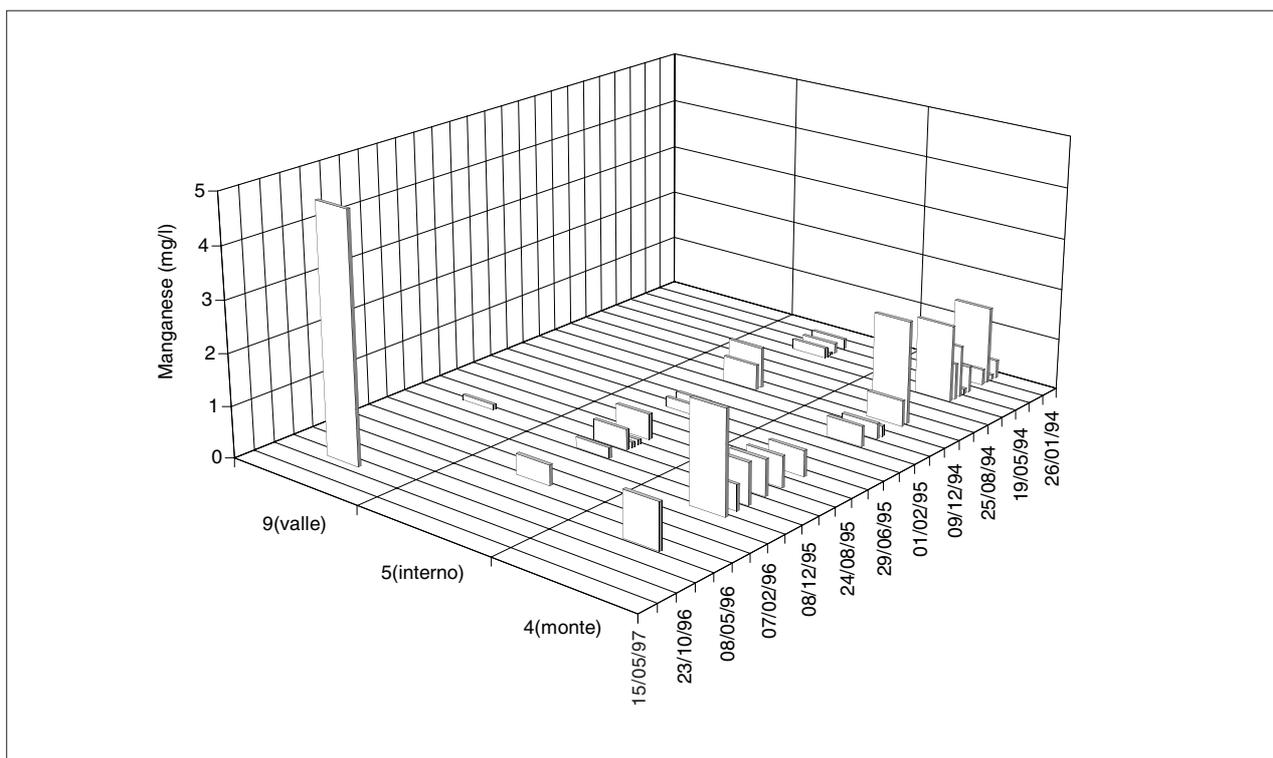


Figura 8. - Andamento del Magnesio nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

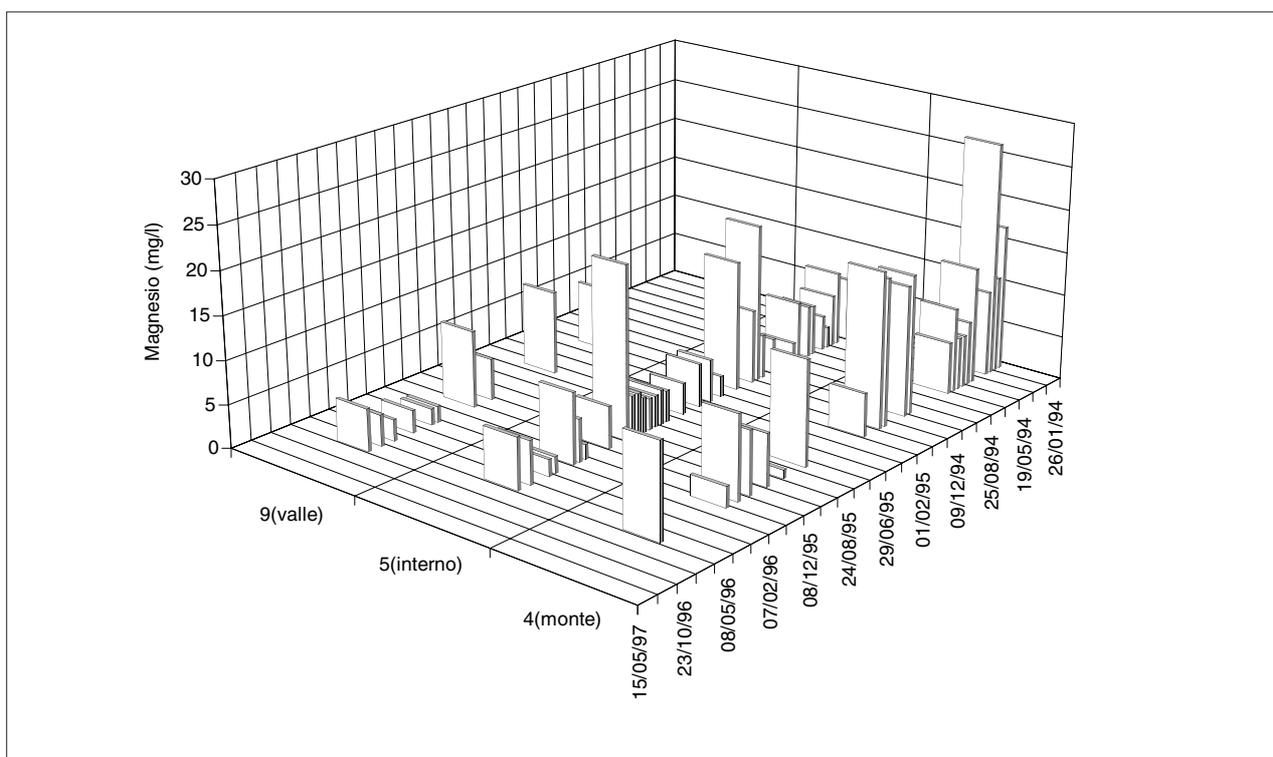


Figura 9. - Andamento del Tricloroetilene nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

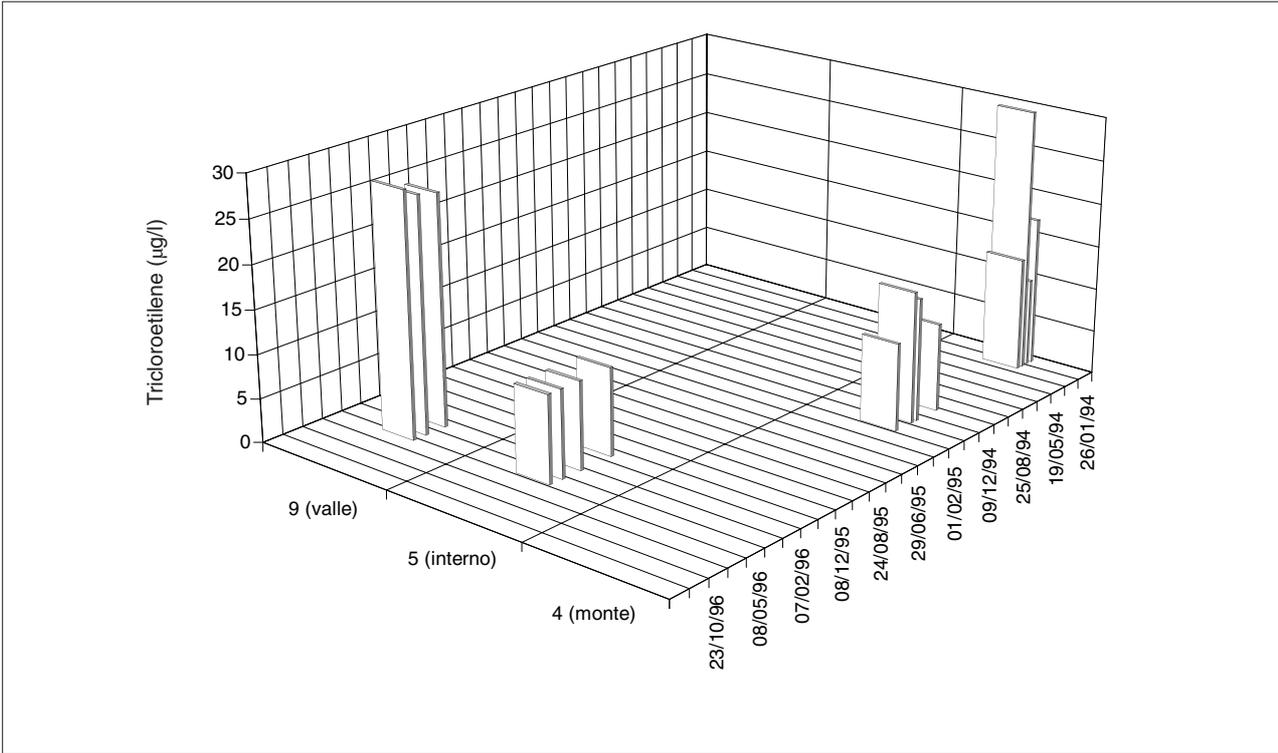


Figura 10. - Andamento del Tetracloroetilene nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

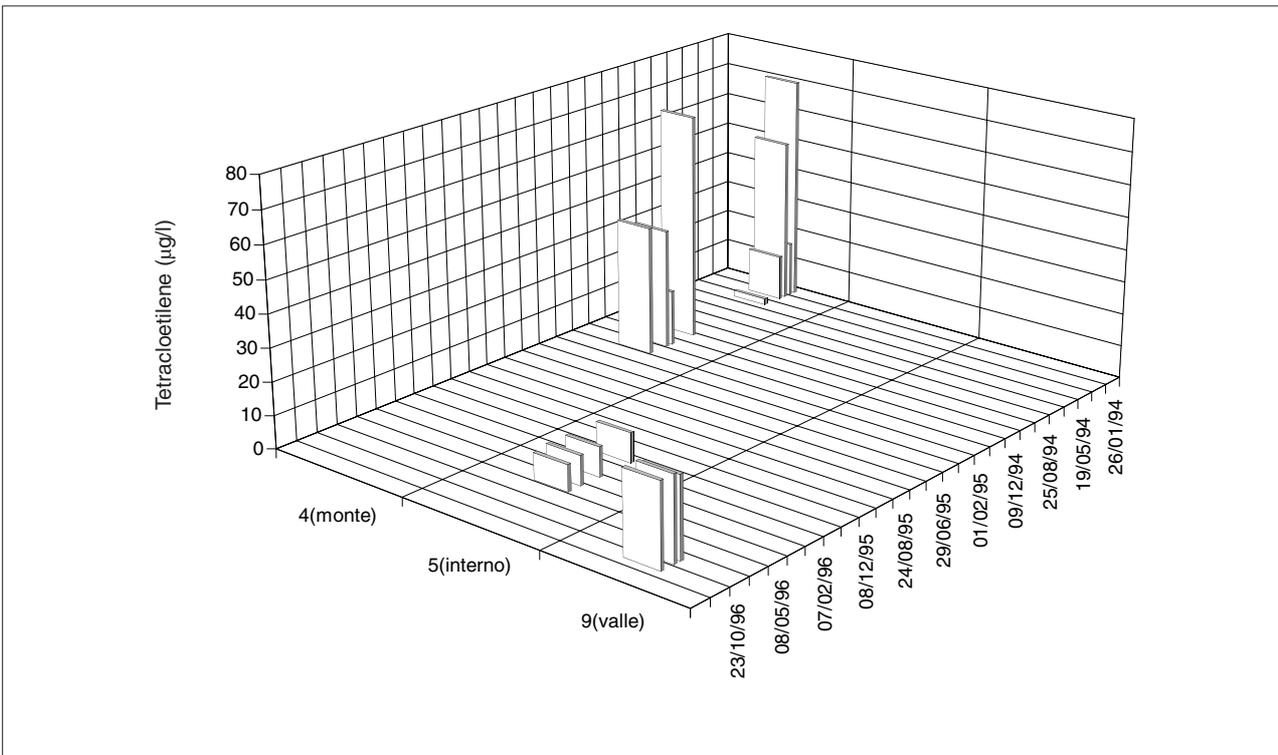


Figura 11. - Andamento della carica batterica totale a 36°C nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

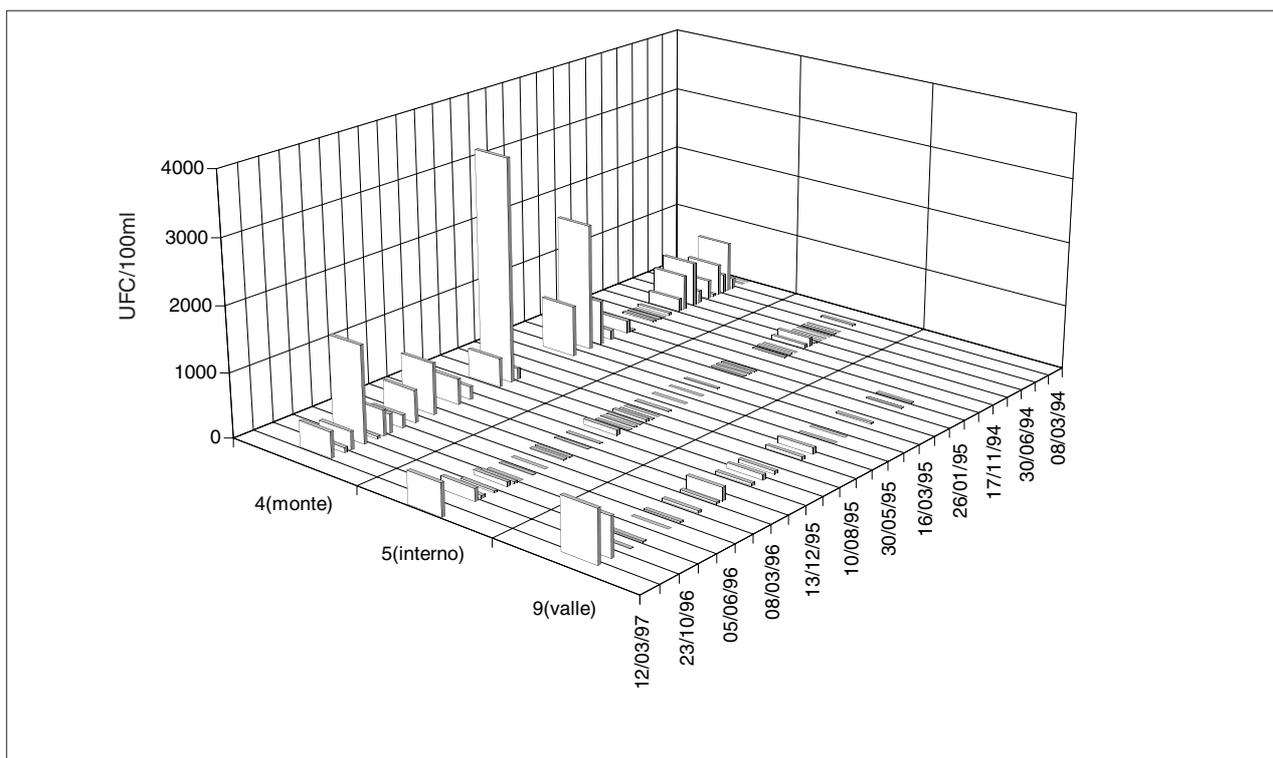


Figura 12. - Andamento della carica batterica totale a 22°C nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

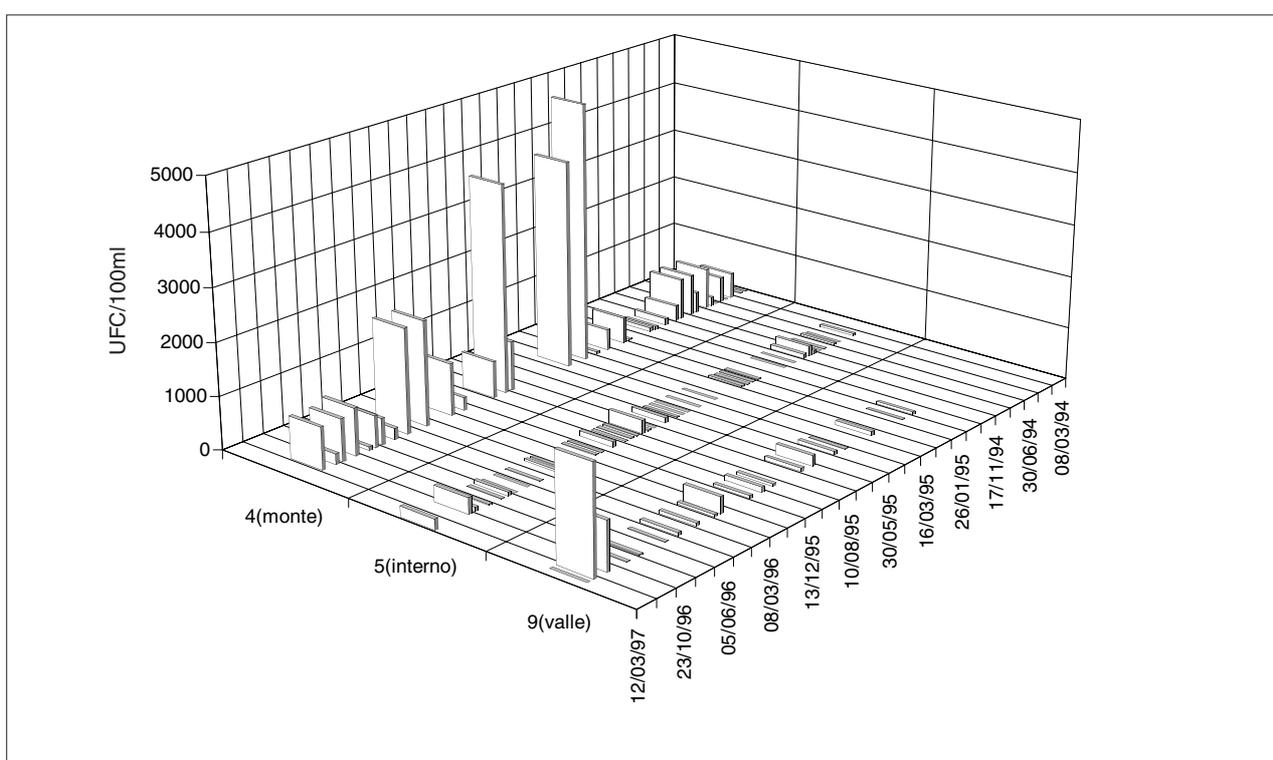


Figura 13. - Andamento dei Coliformi totali nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

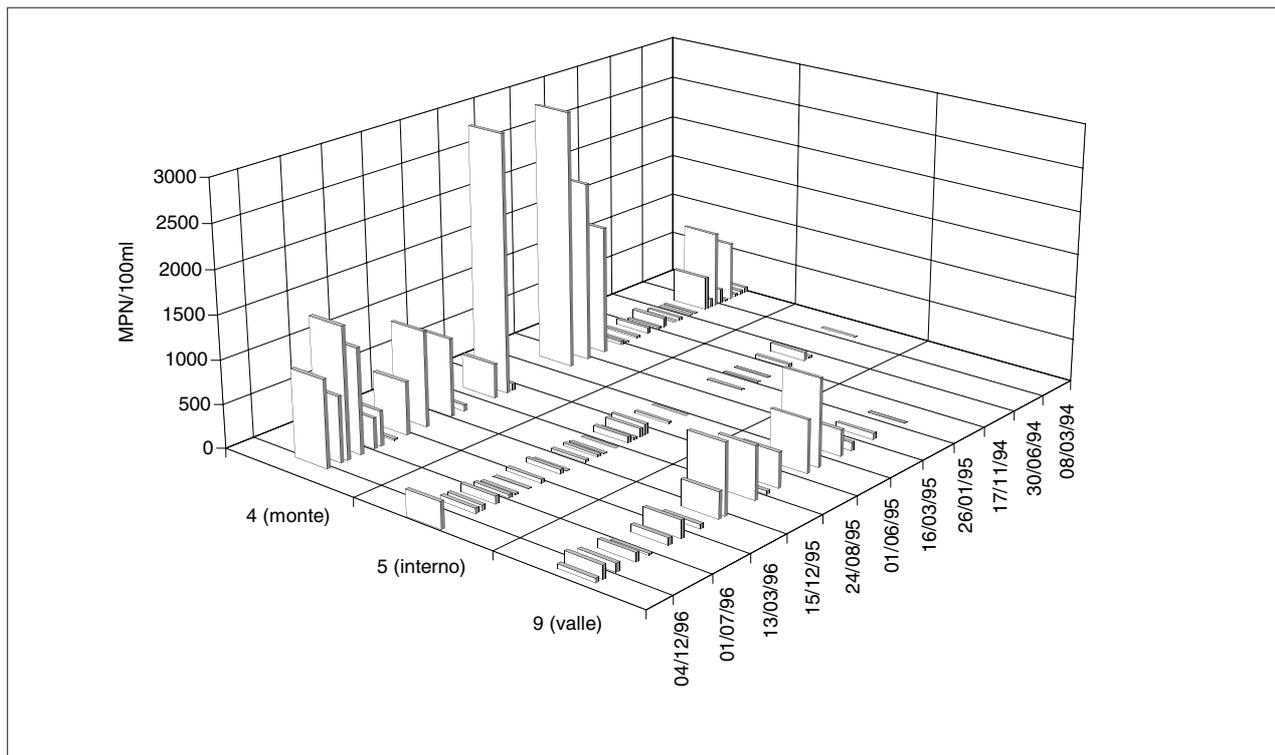


Figura 14. - Andamento dei Coliformi fecali nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

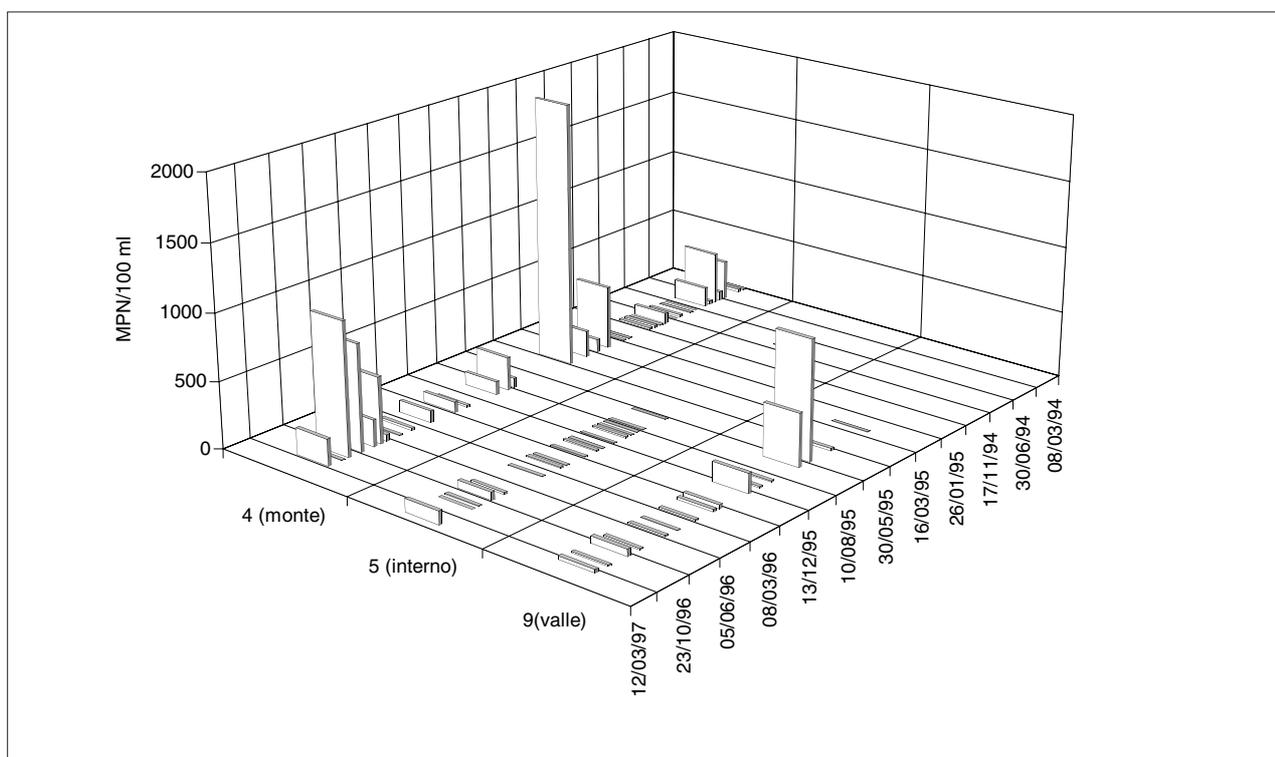


Figura 15. - Andamento degli Streptococchi fecali nei pozzi spia 4, 5 e 9 della Discarica DI.FRA.BI

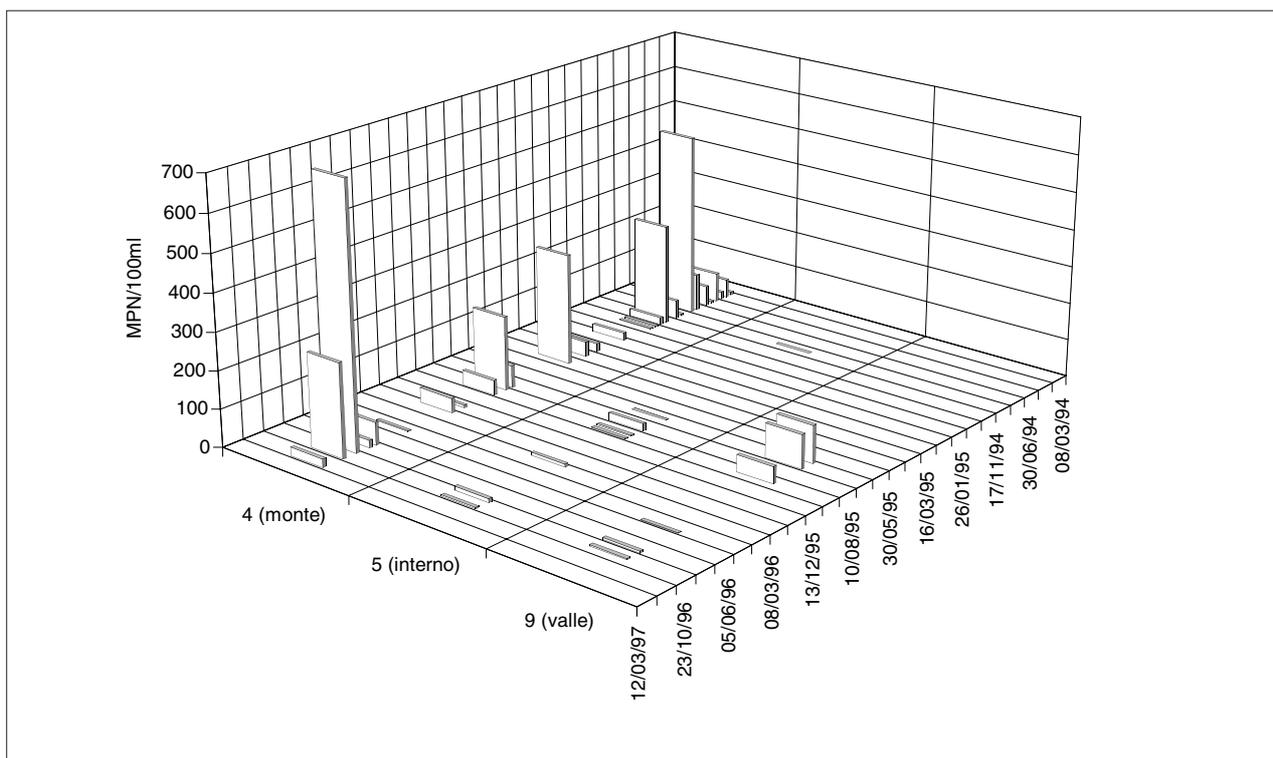


Figura 16. - Andamento della Conducibilità elettrica nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

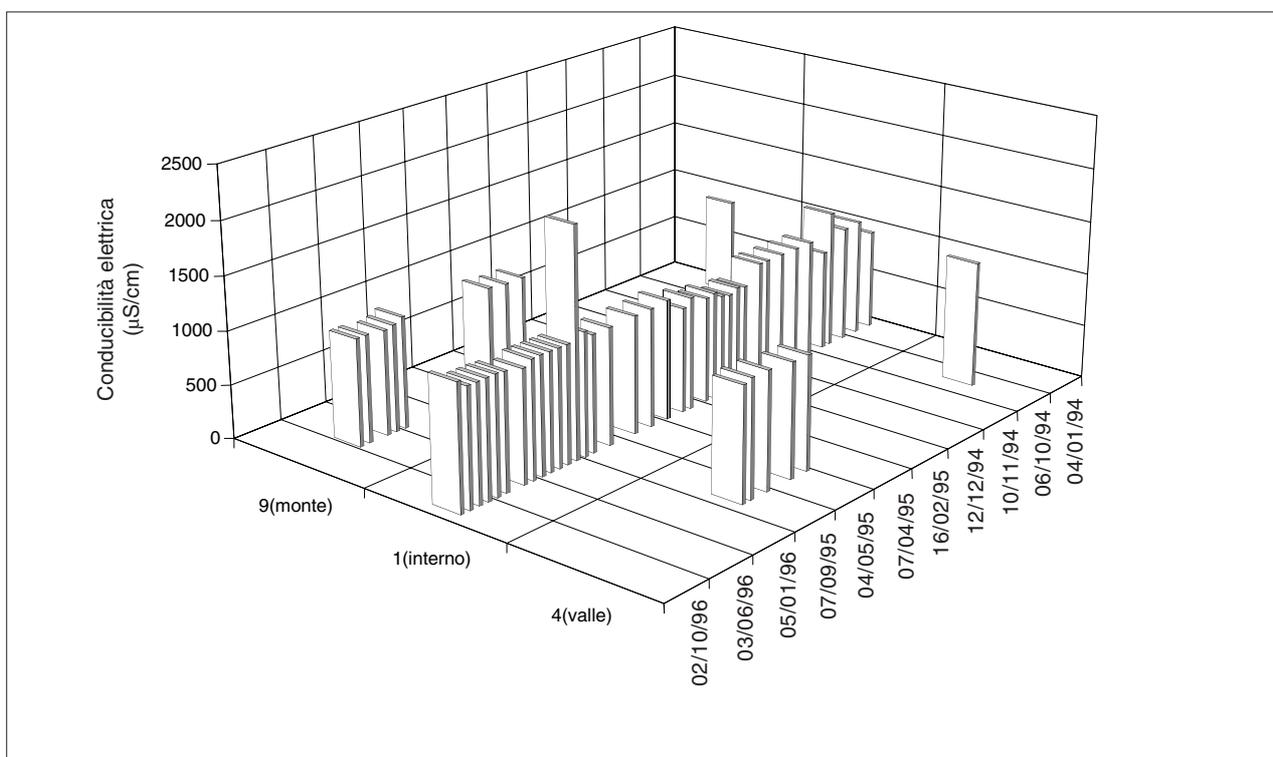


Figura 17. - Andamento dei Cloruri nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

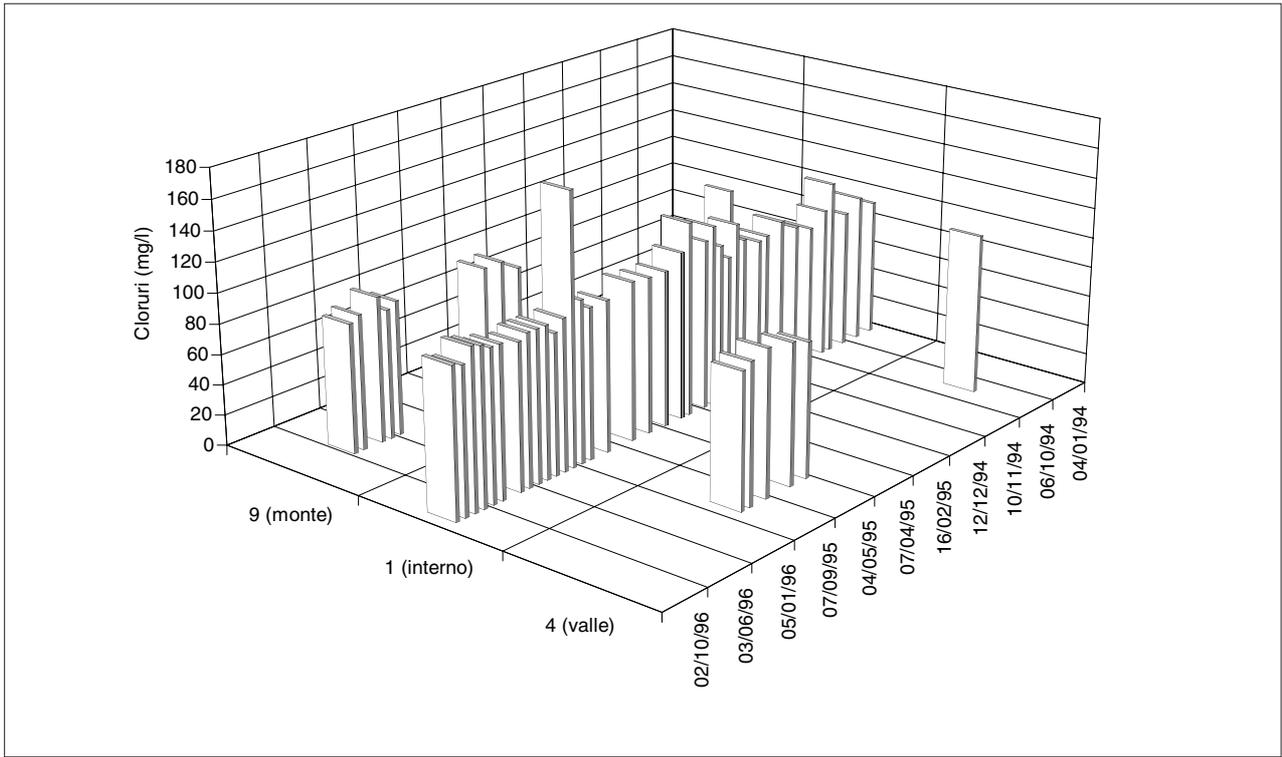


Figura 18. - Andamento dell'Azoto nitrico nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

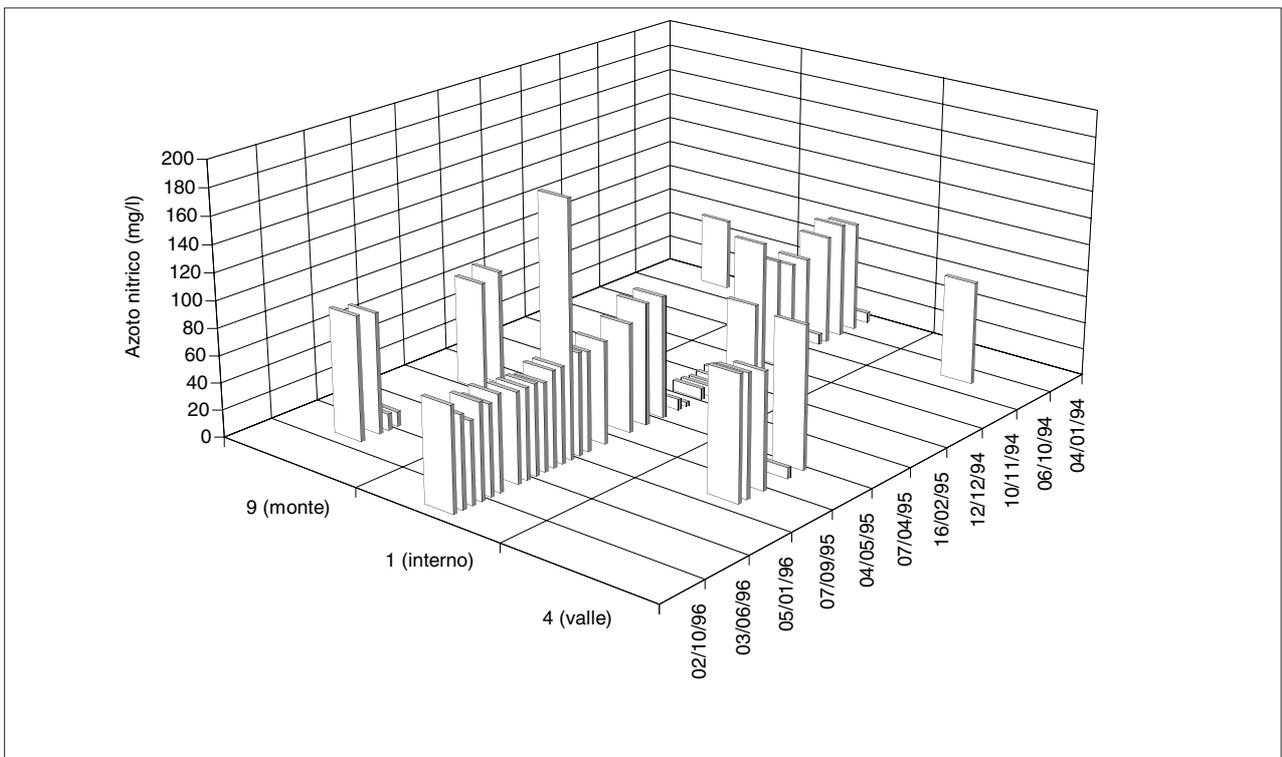


Figura 19. - Andamento dei Solfati nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

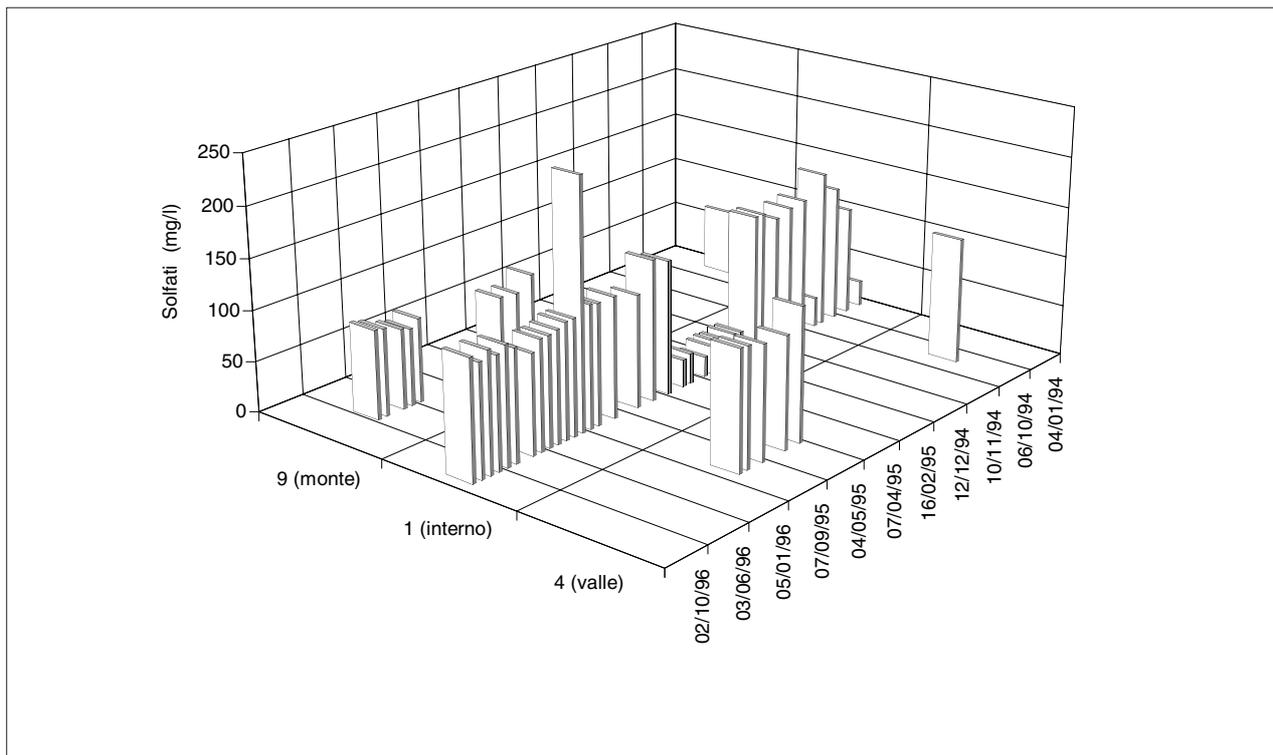


Figura 20. - Andamento del Ferro nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

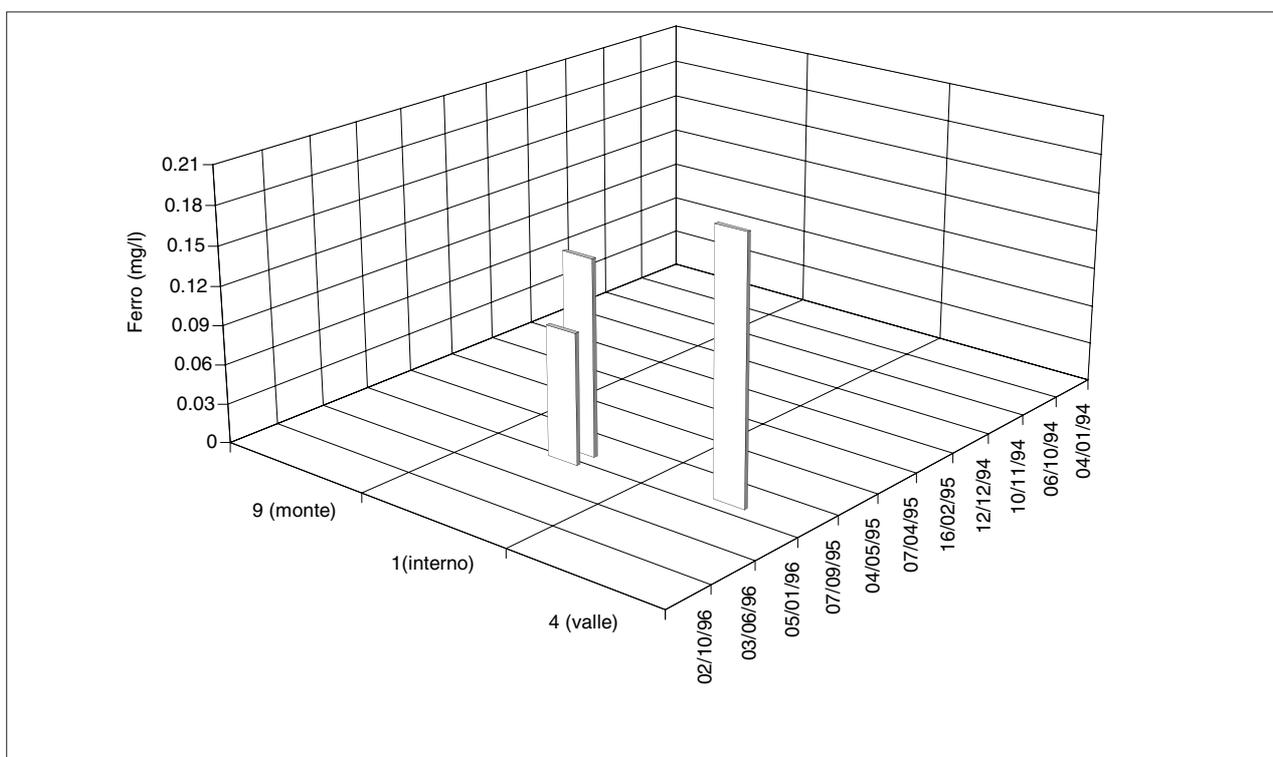


Figura 21. - Andamento dei Fosfati nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

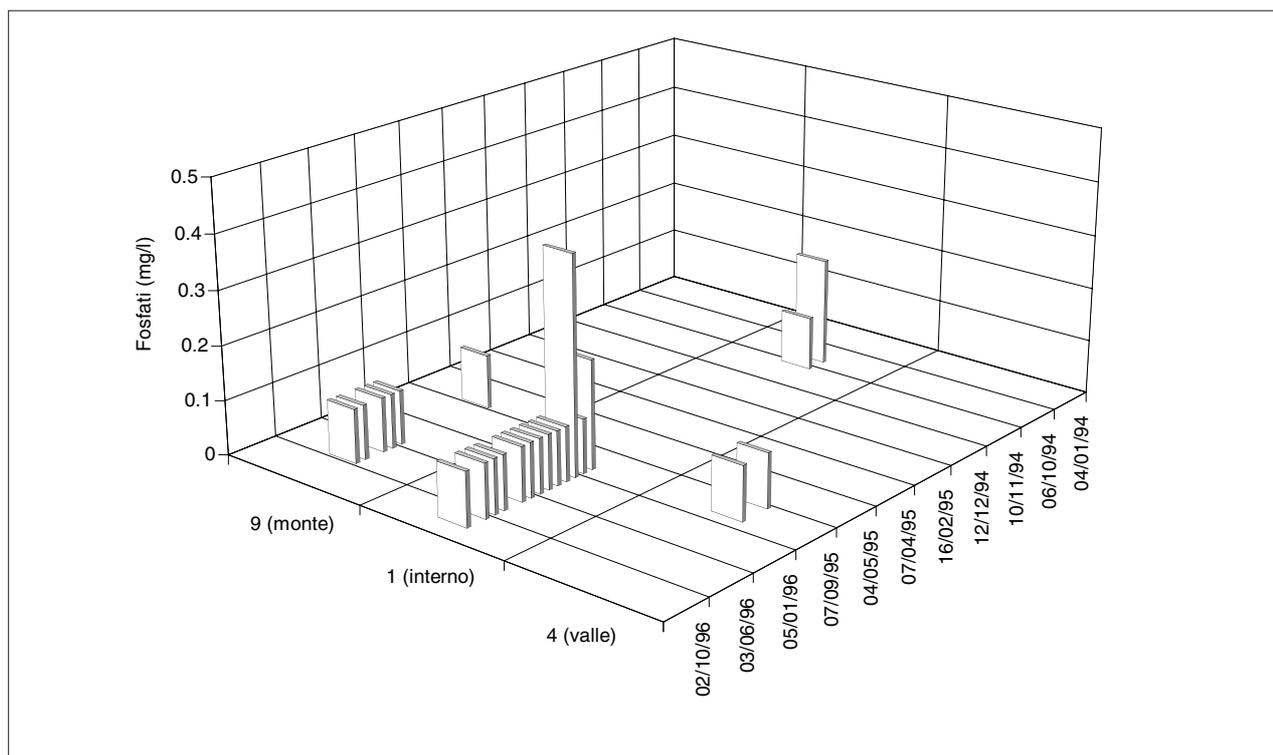


Figura 22. - Andamento del Manganese nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

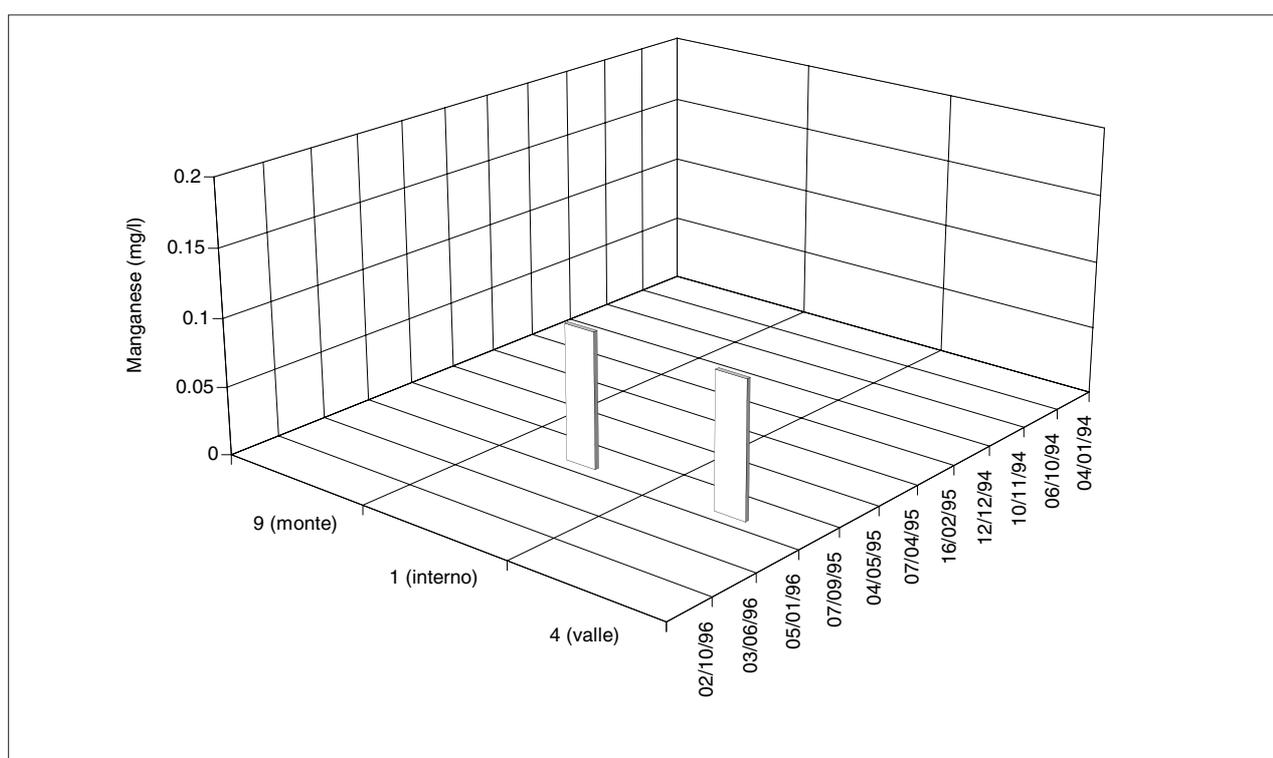


Figura 23. - Andamento del Magnesio nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

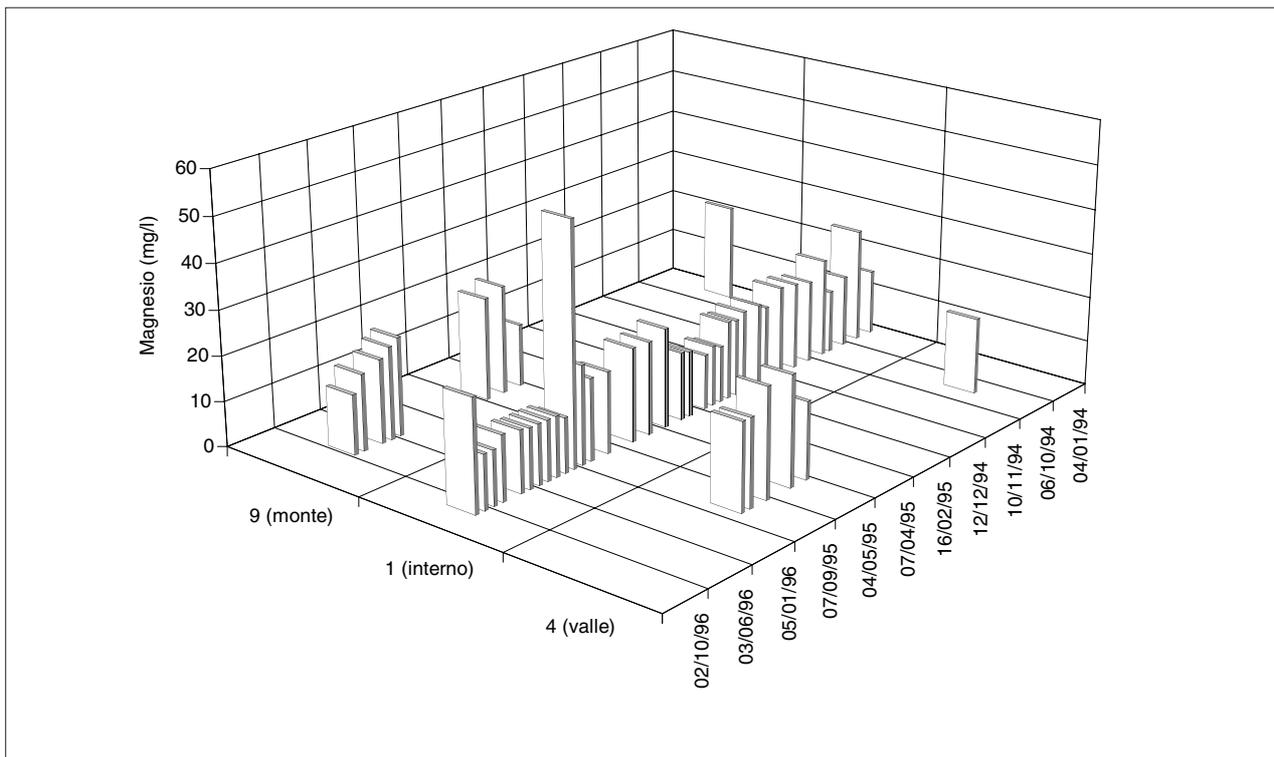


Figura 24. - Andamento del Tricloroetilene nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

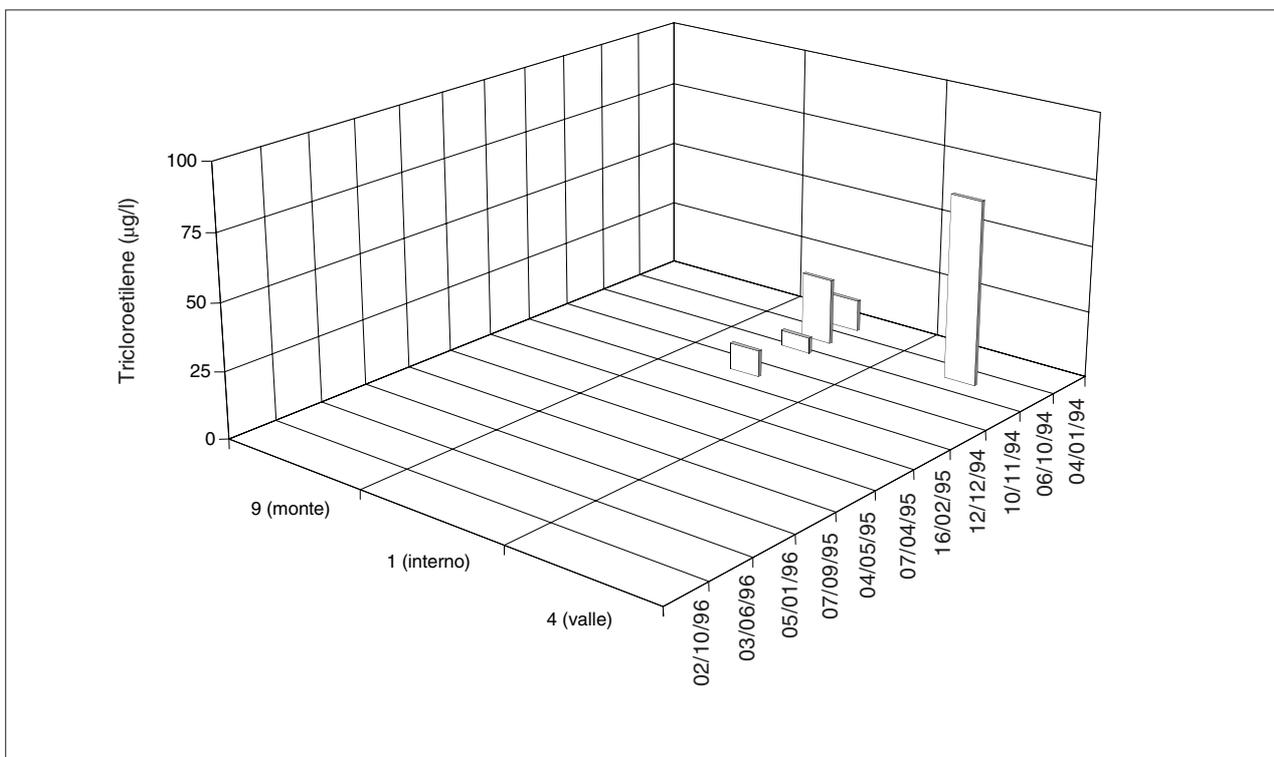


Figura 25. - Andamento del Triclorometano nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

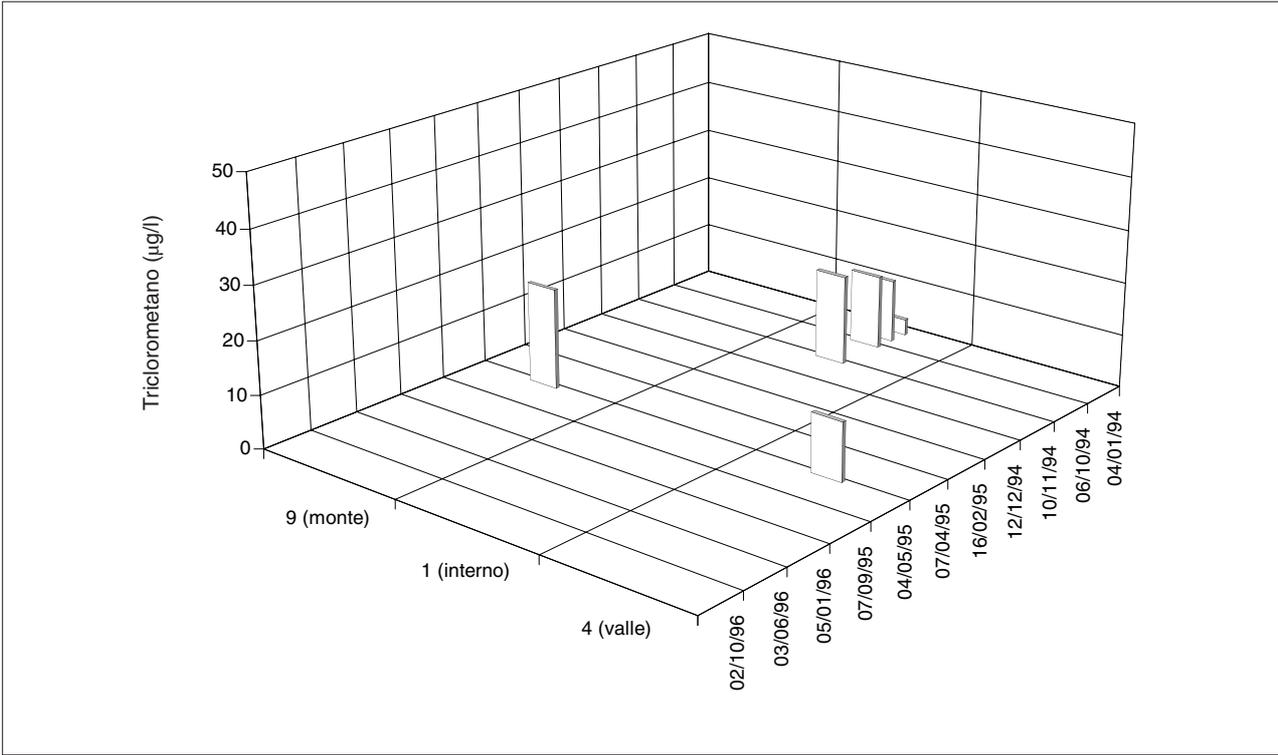


Figura 26. - Andamento della carica batterica totale a 36°C nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

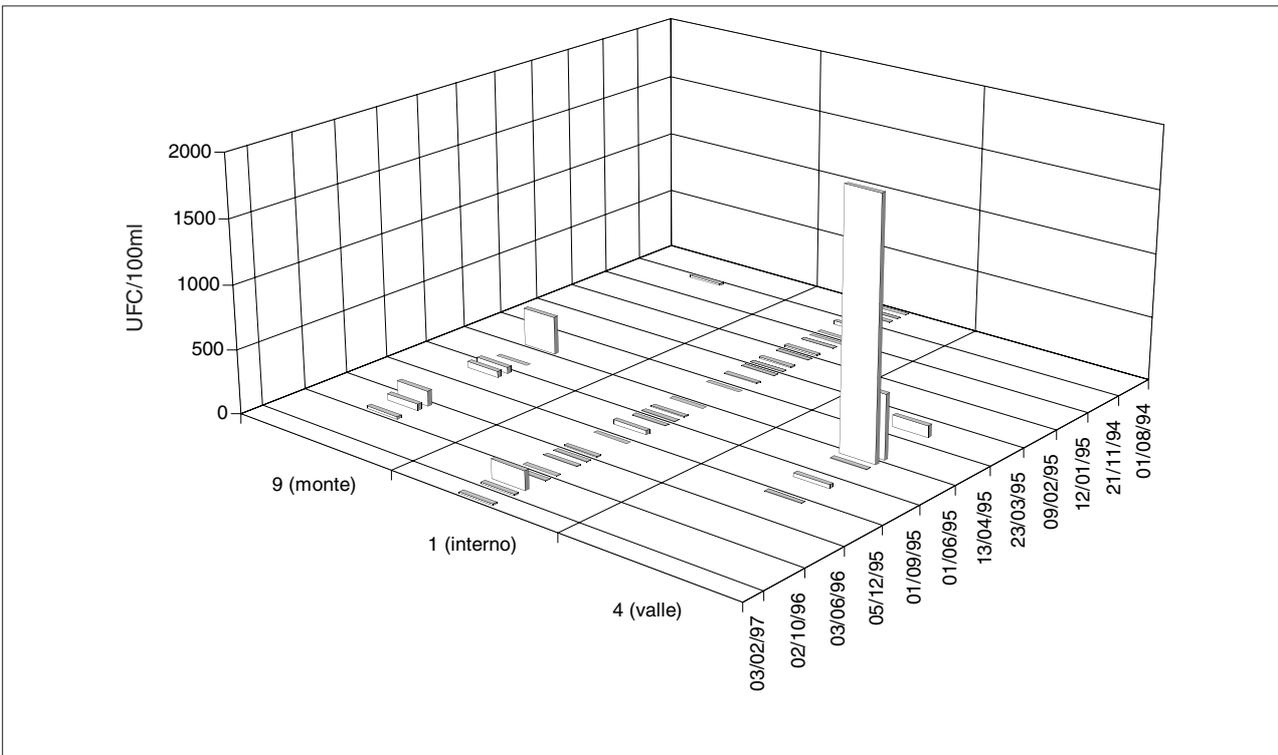


Figura 27. - Andamento della carica batterica totale a 22°C nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

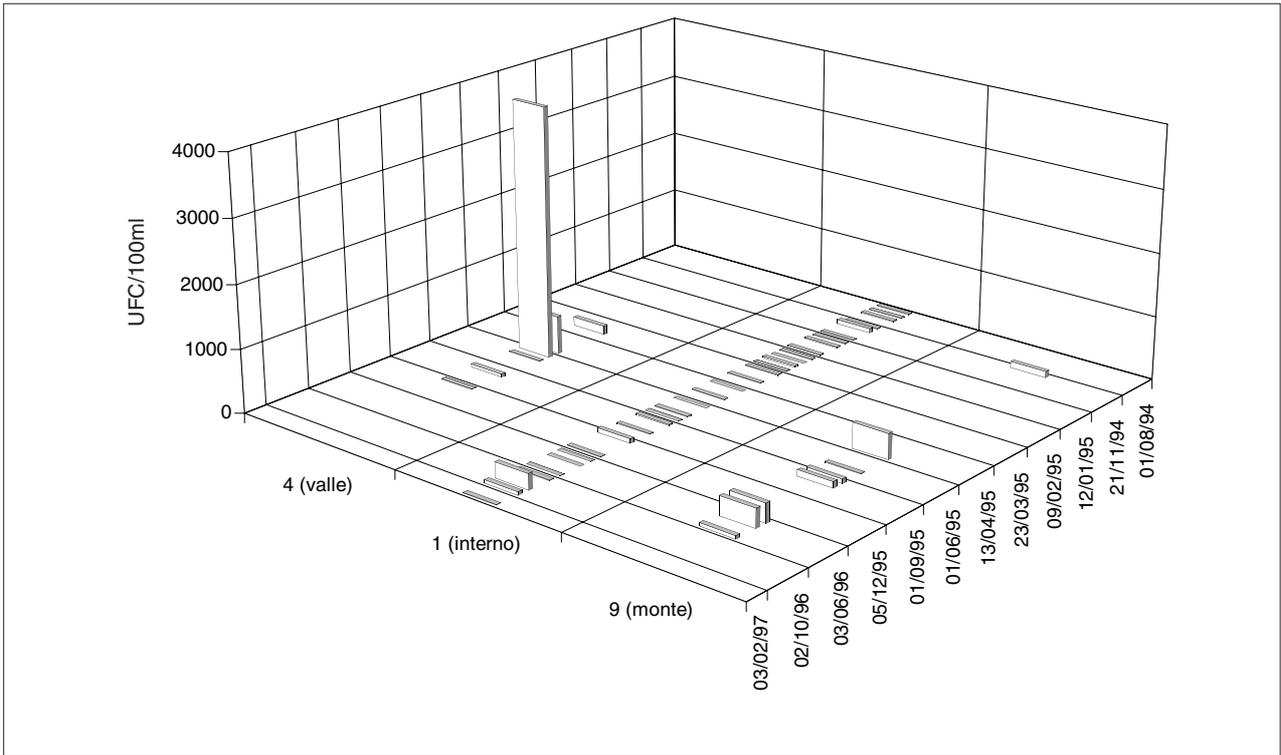


Figura 28. - Andamento dei Coliformi totali nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

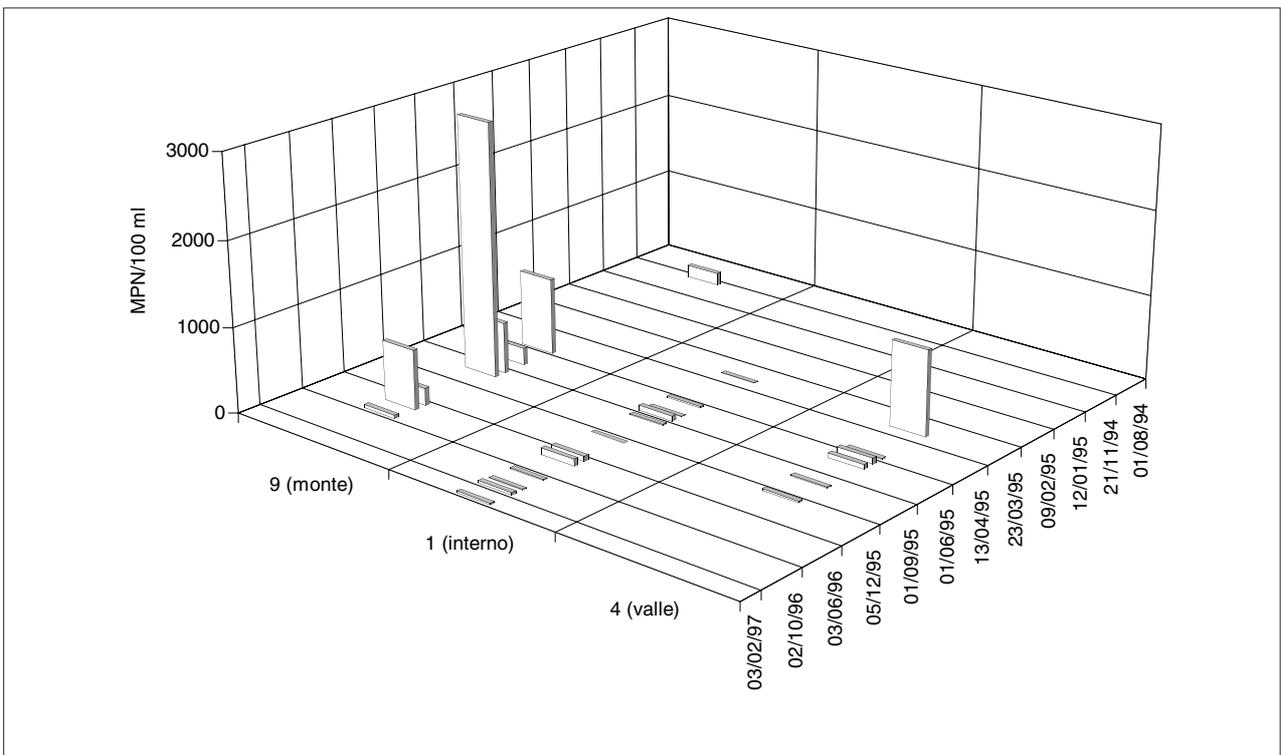


Figura 29. - Andamento dei Coliformi fecali nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

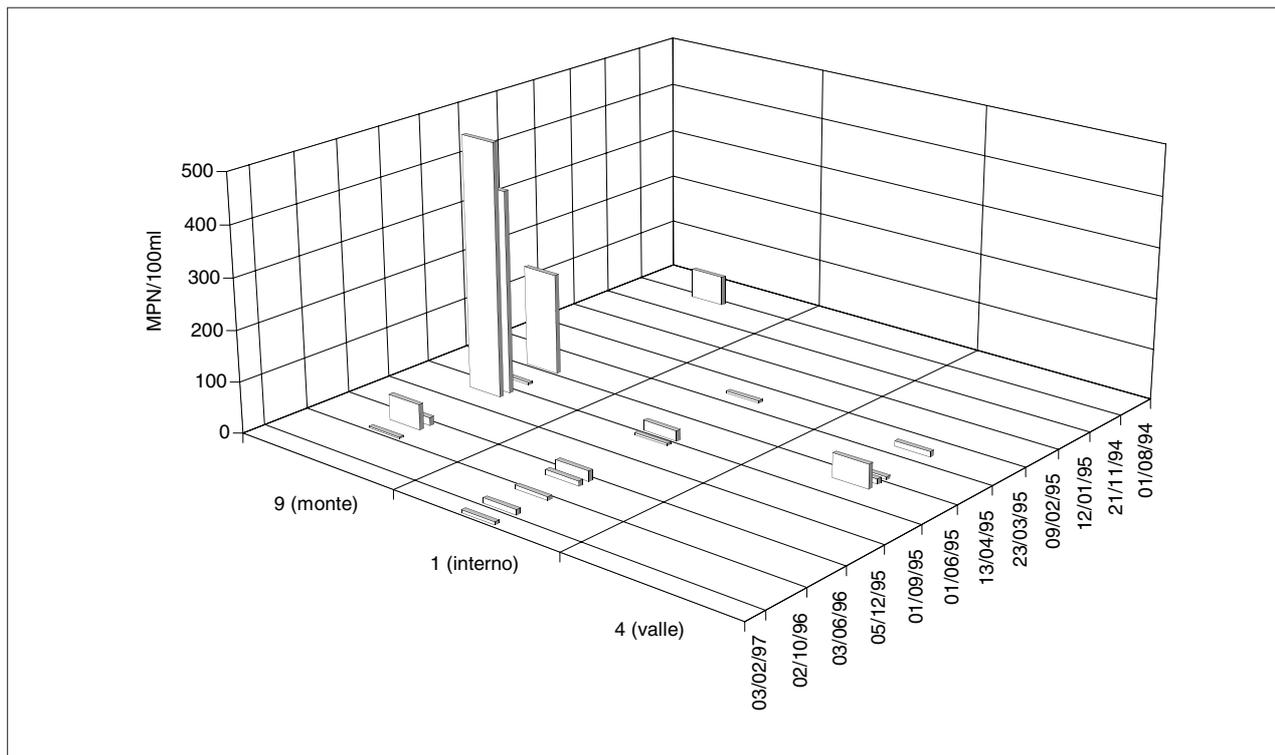


Figura 30. - Andamento degli Streptococchi fecali nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

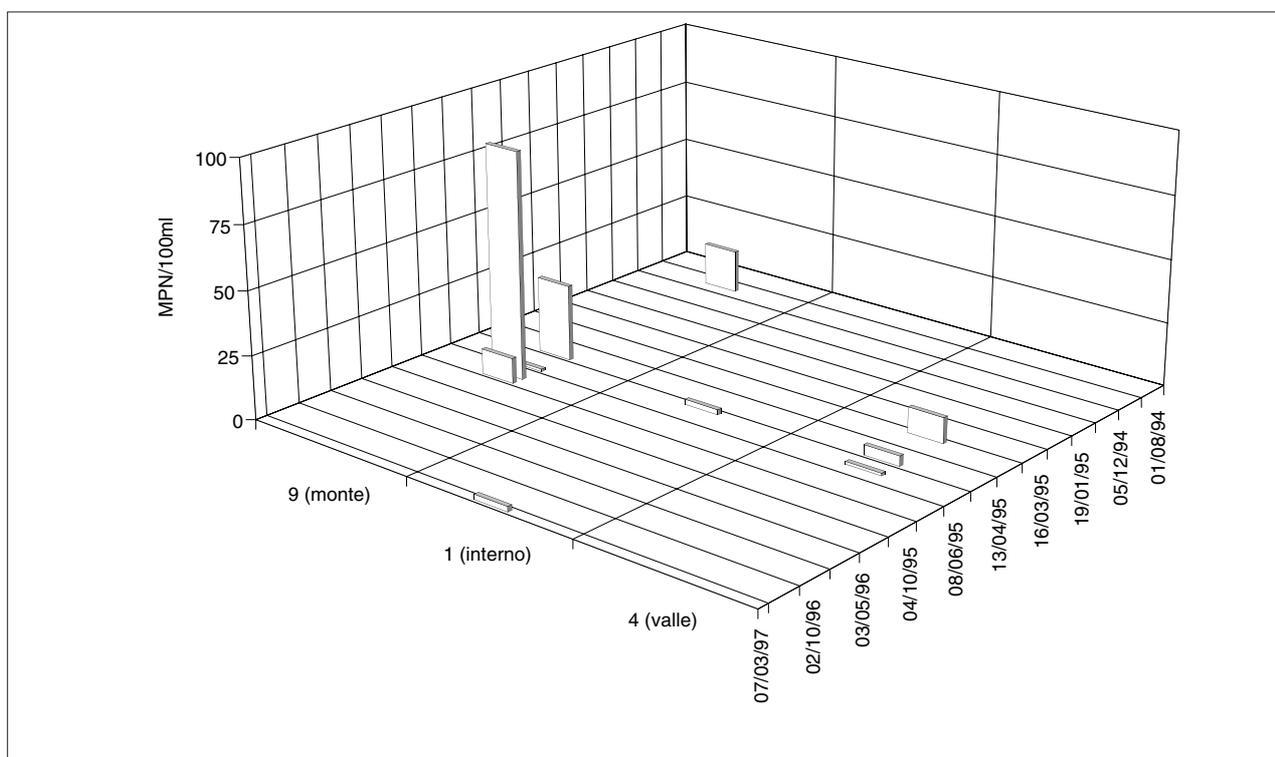


Figura 31. - Andamento dei Clostridi nei pozzi spia 9, 1 e 4 della Discarica Ardolino

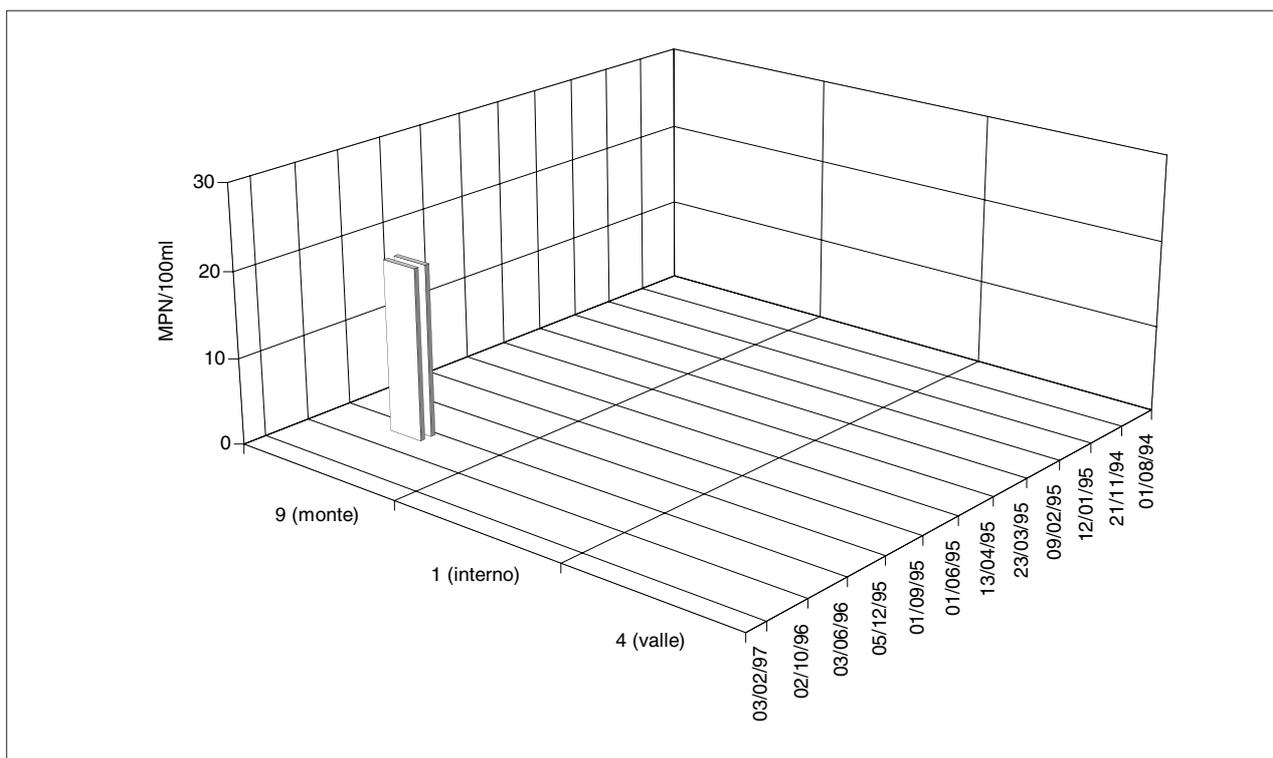


Figura 32. - Andamento della conducibilità elettrica nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

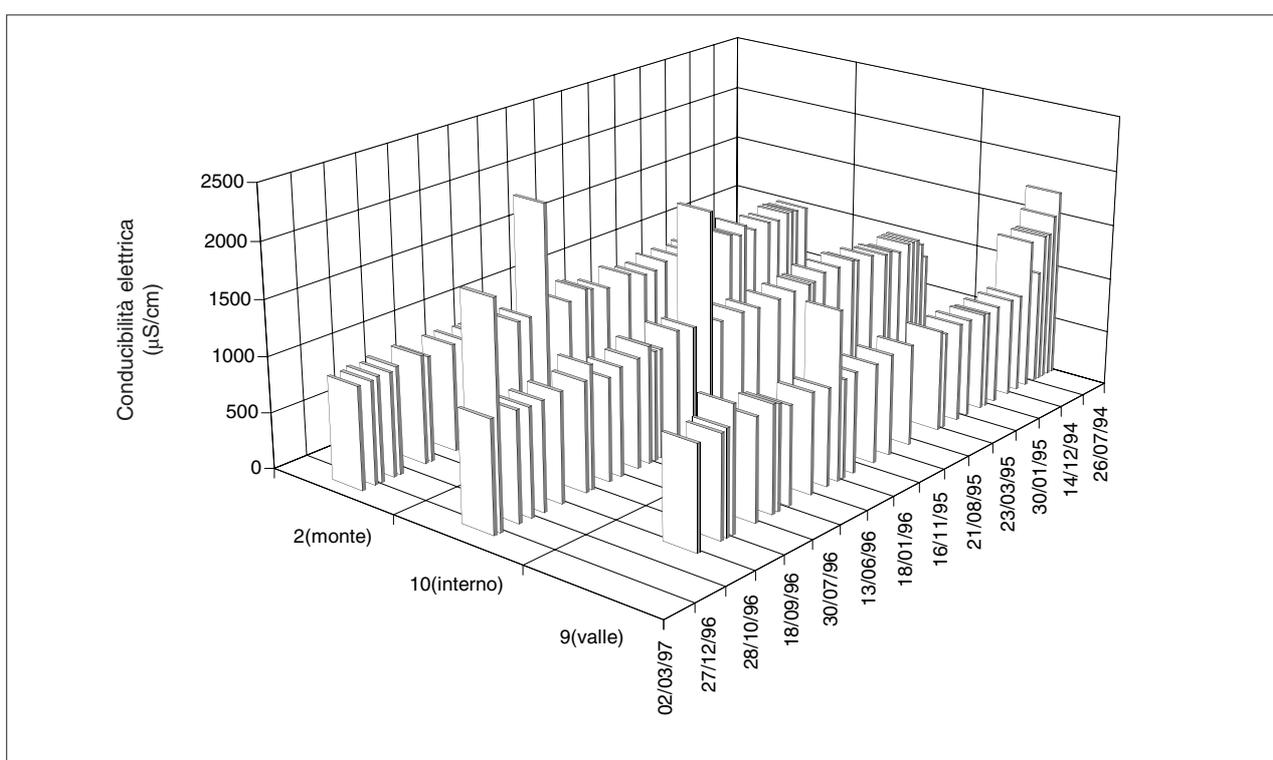


Figura 33. - Andamento dei Cloruri nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

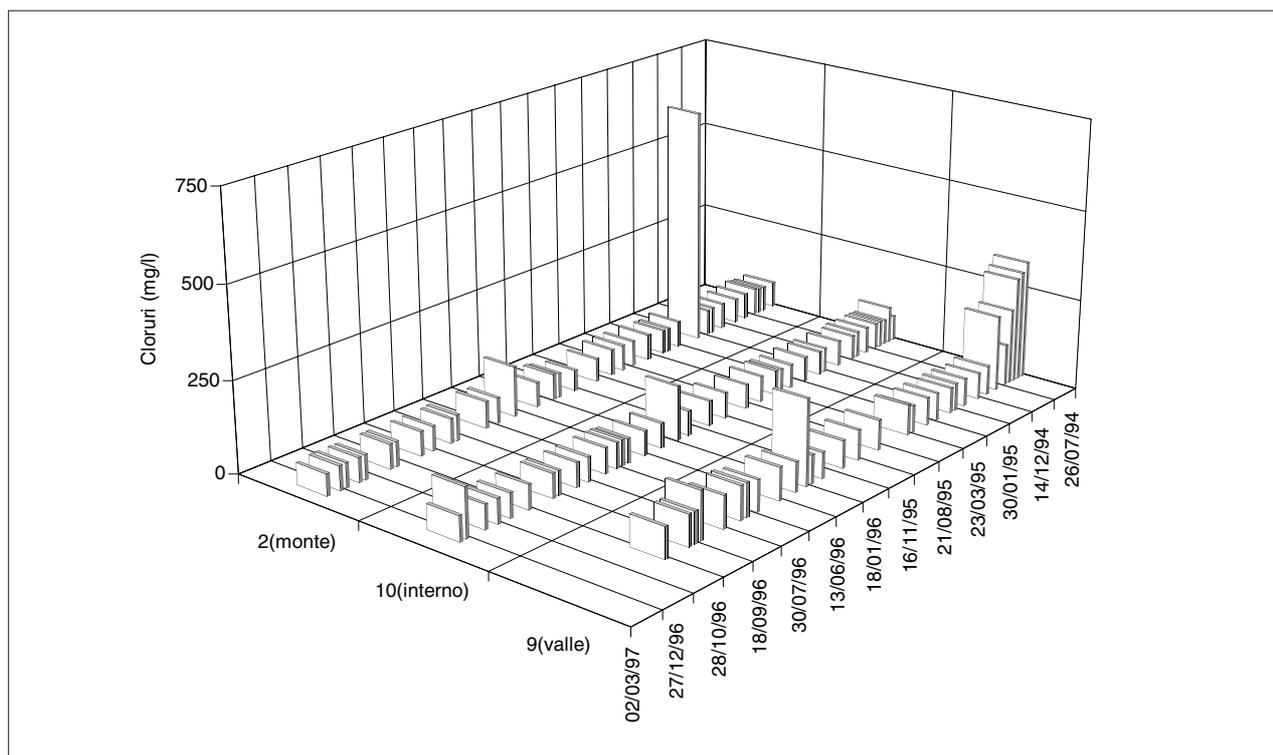


Figura 34. - Andamento dell'Azoto nitrico nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

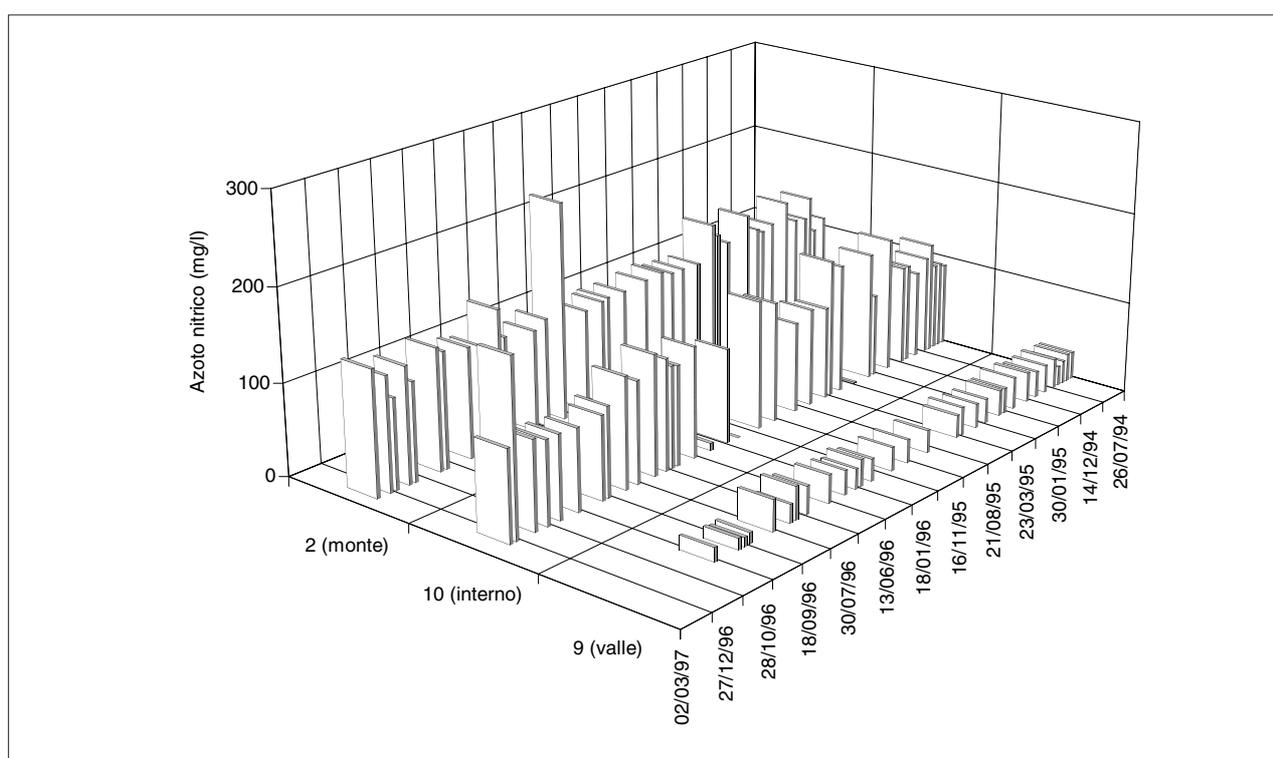


Figura 35. - Andamento dei Solfati nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

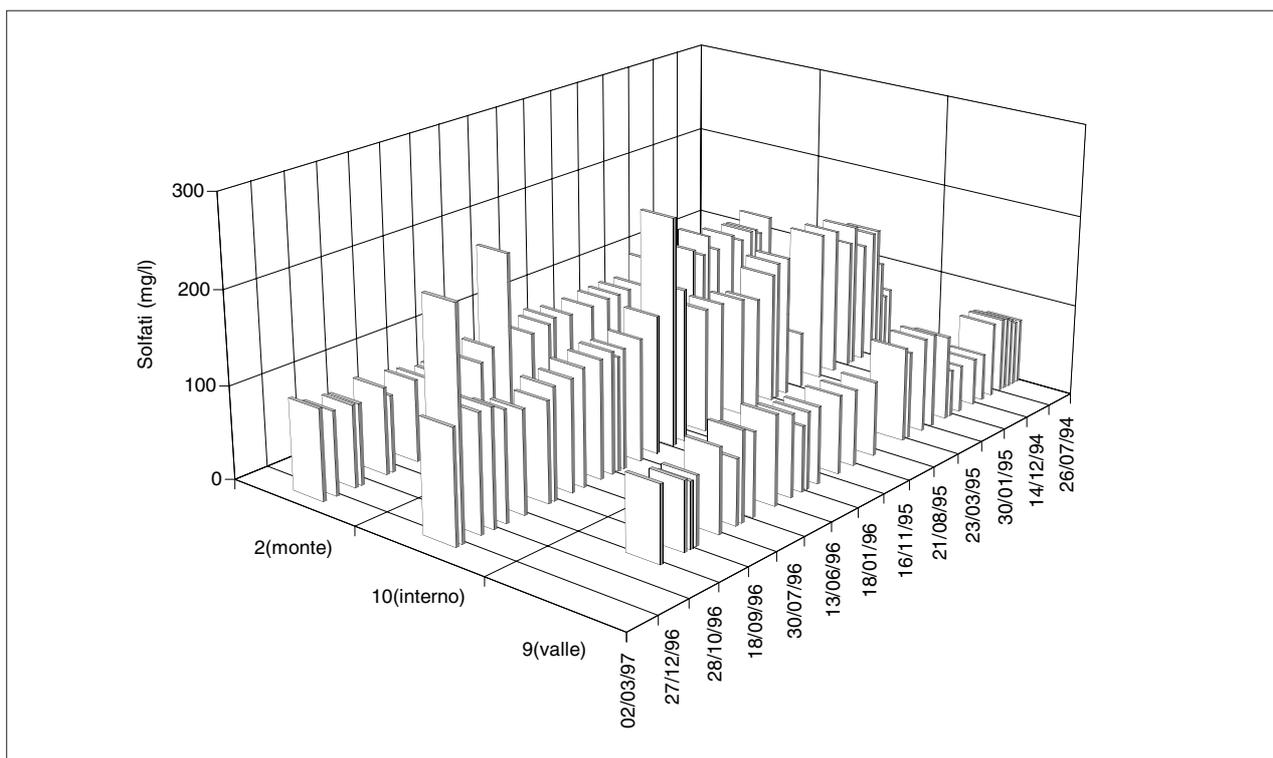


Figura 36. - Andamento del Ferro nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

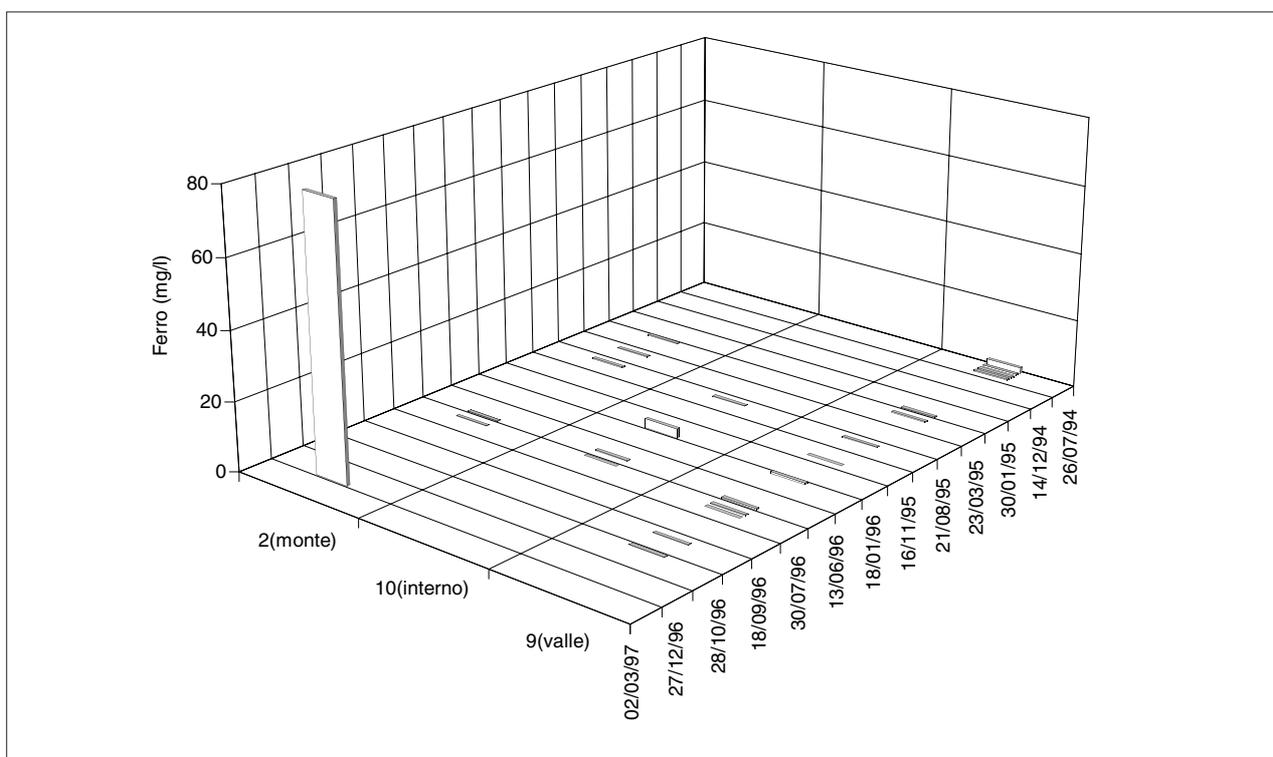


Figura 37. - Andamento dei Fosfati nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

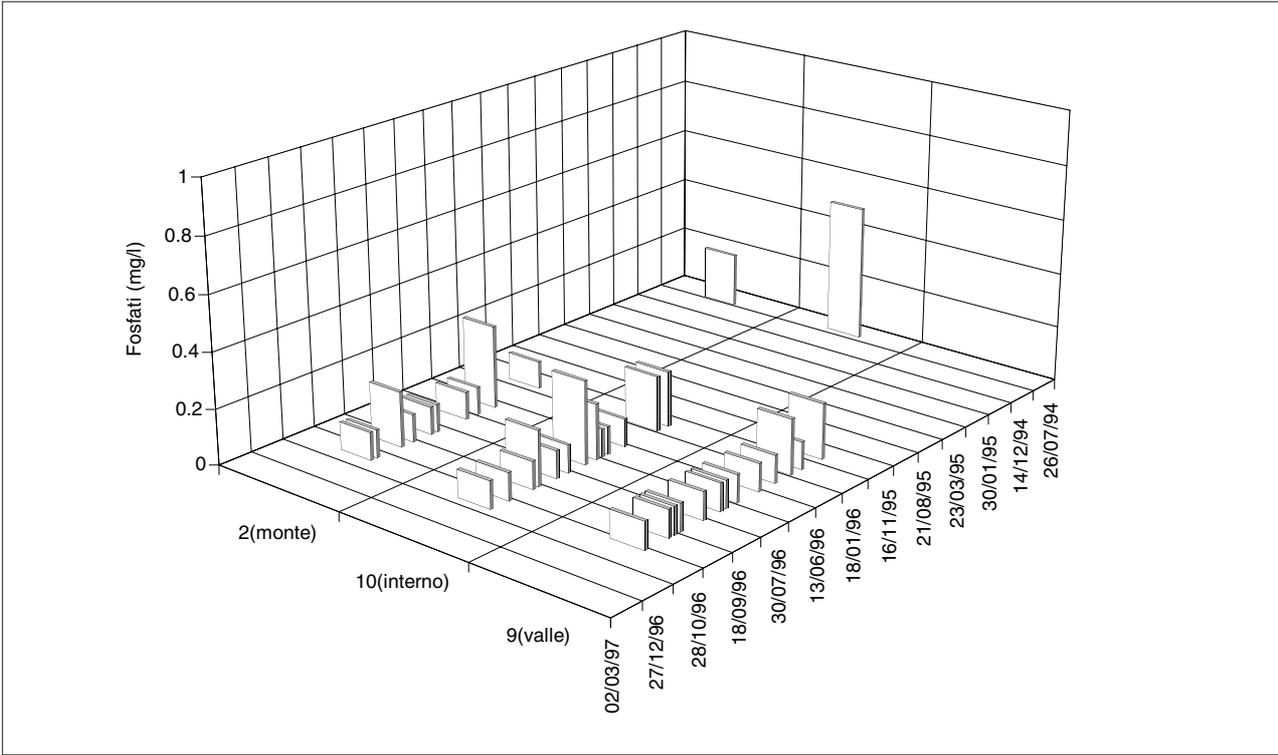


Figura 38. - Andamento del Manganese nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

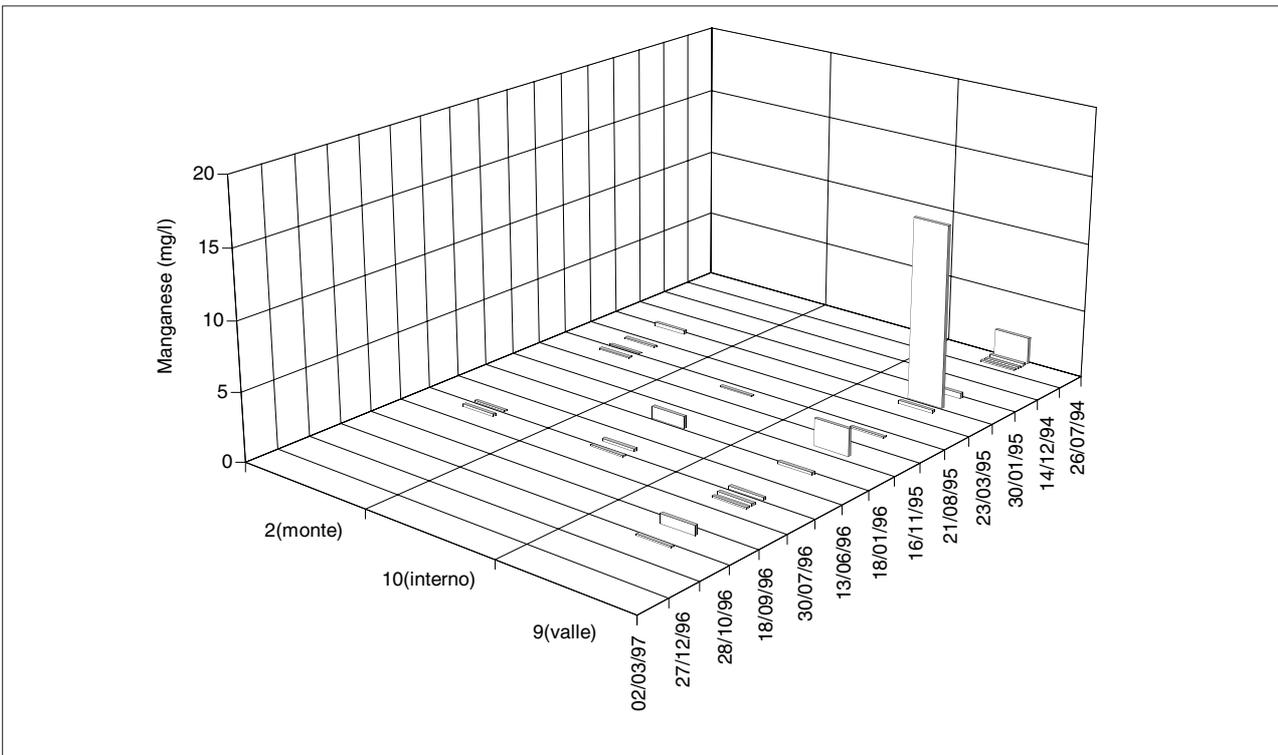


Figura 39. - Andamento del Magnesio nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

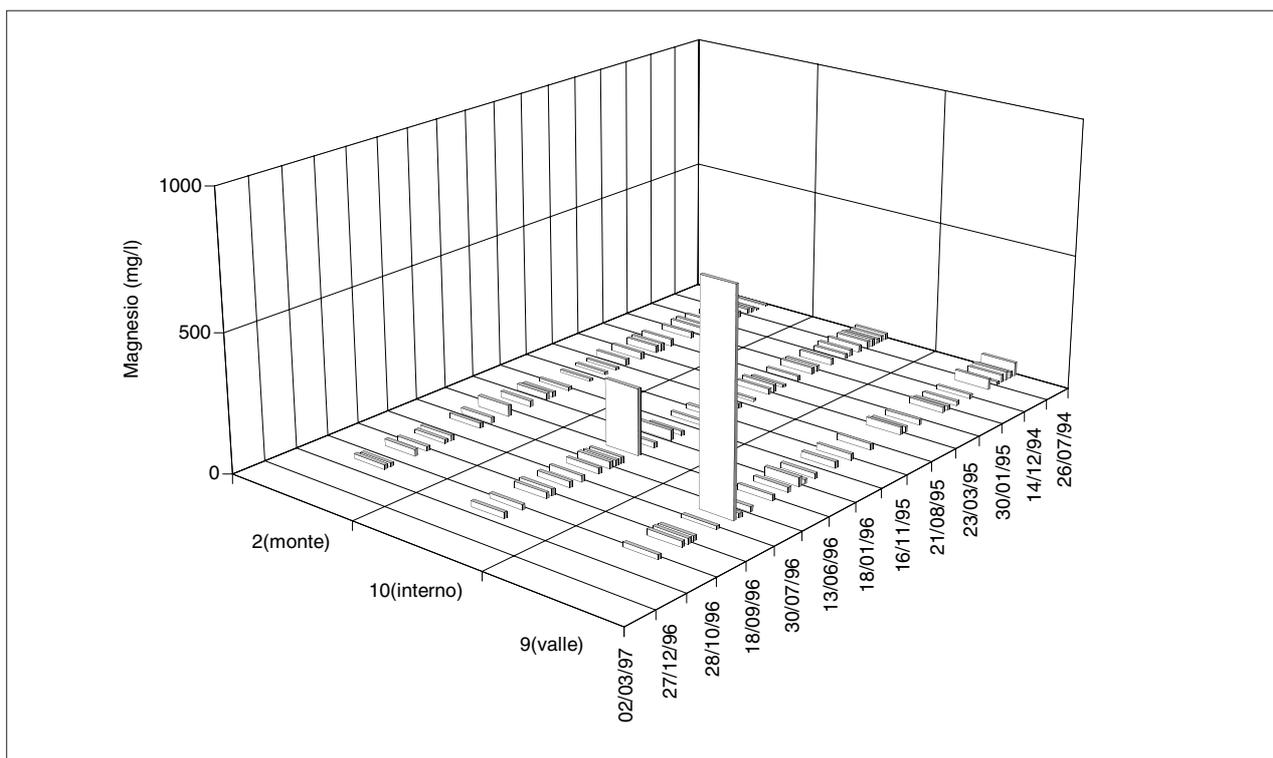


Figura 40. - Andamento degli Idrocarburi disciolti/oli minerali nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

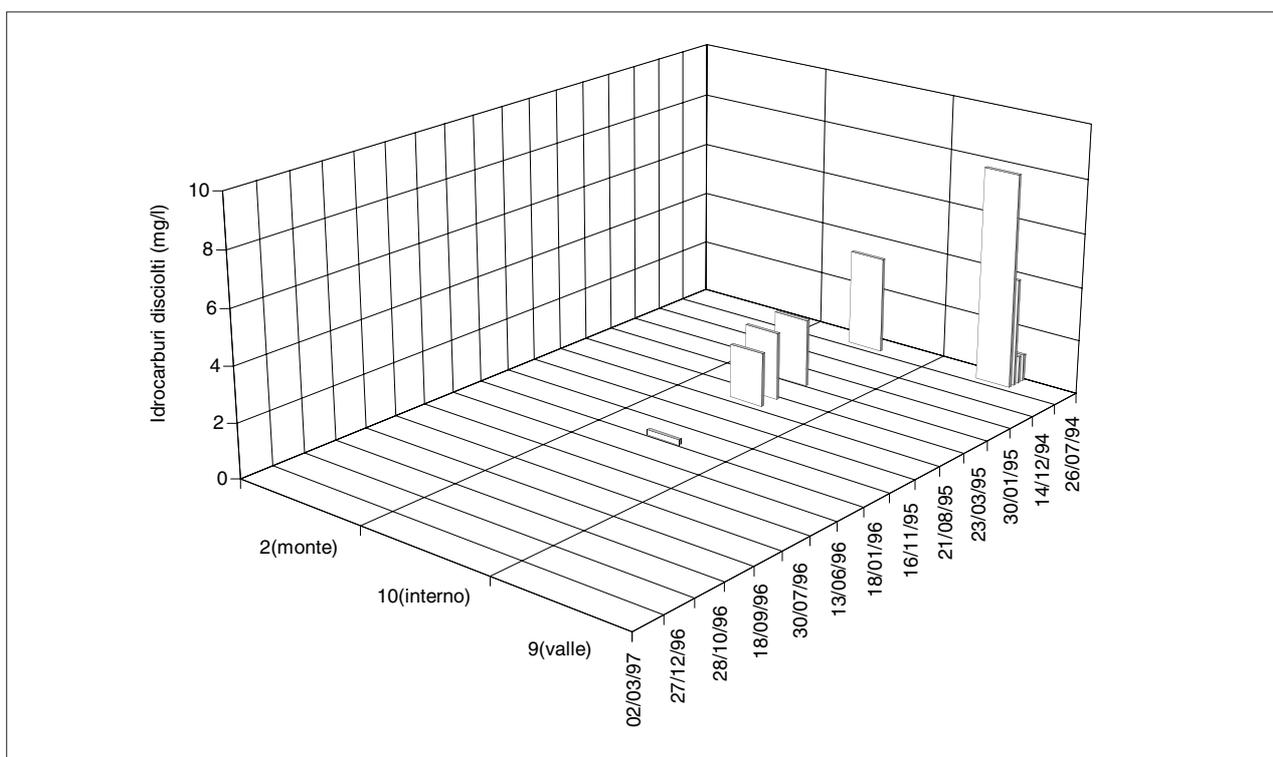


Figura 41. - Andamento della Carica batterica totale a 36°C nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

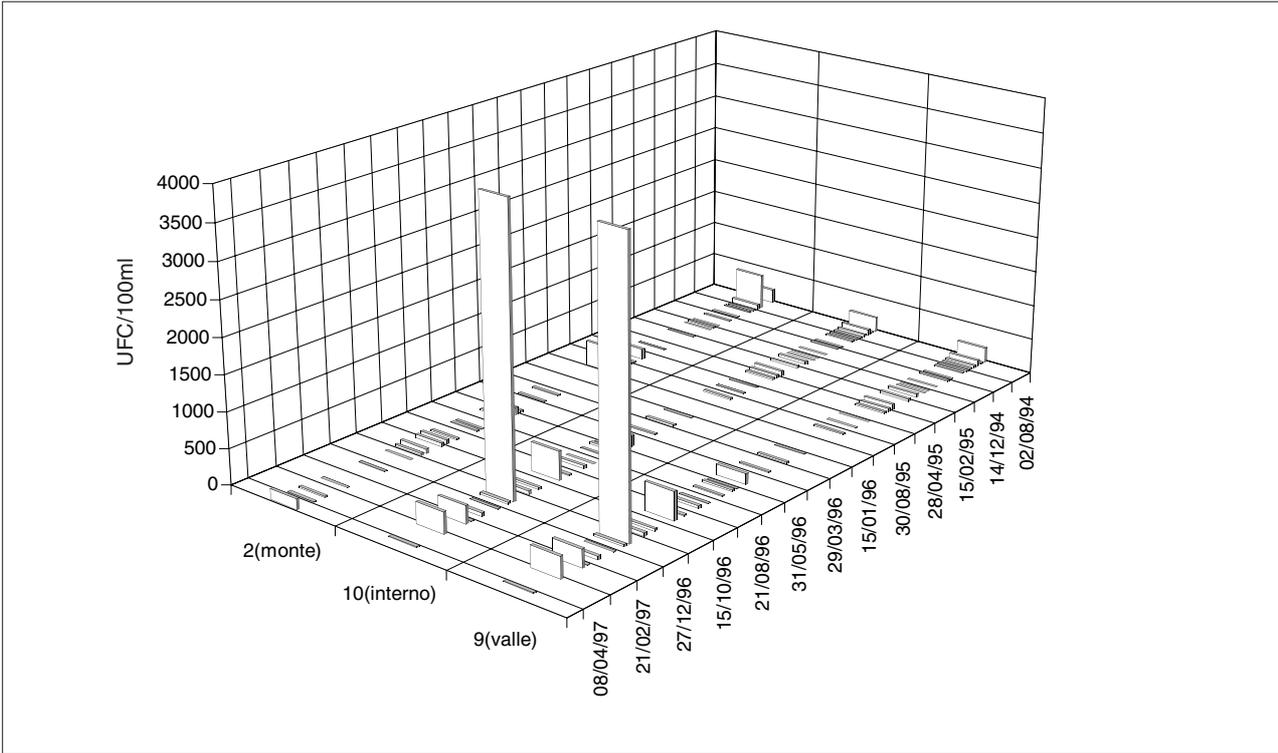


Figura 42. - Andamento dei Coliformi totali nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

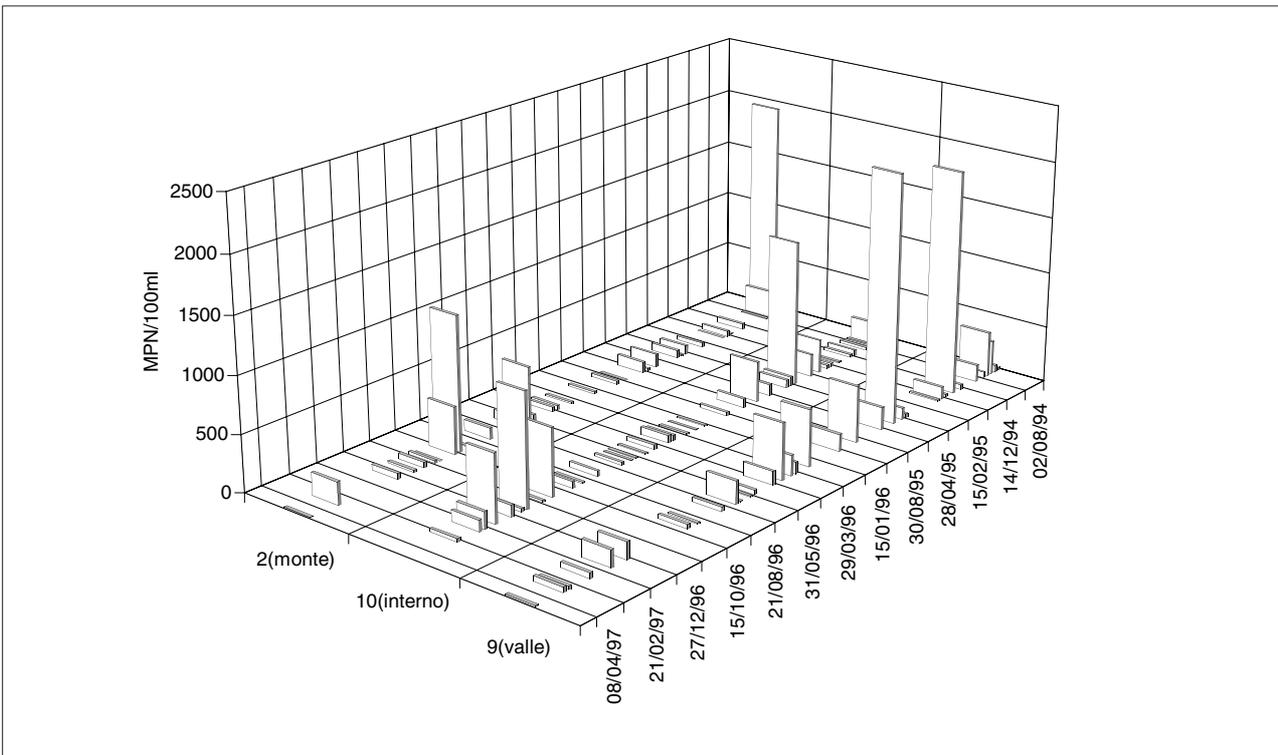


Figura 43. - Andamento dei Coliformi fecali nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

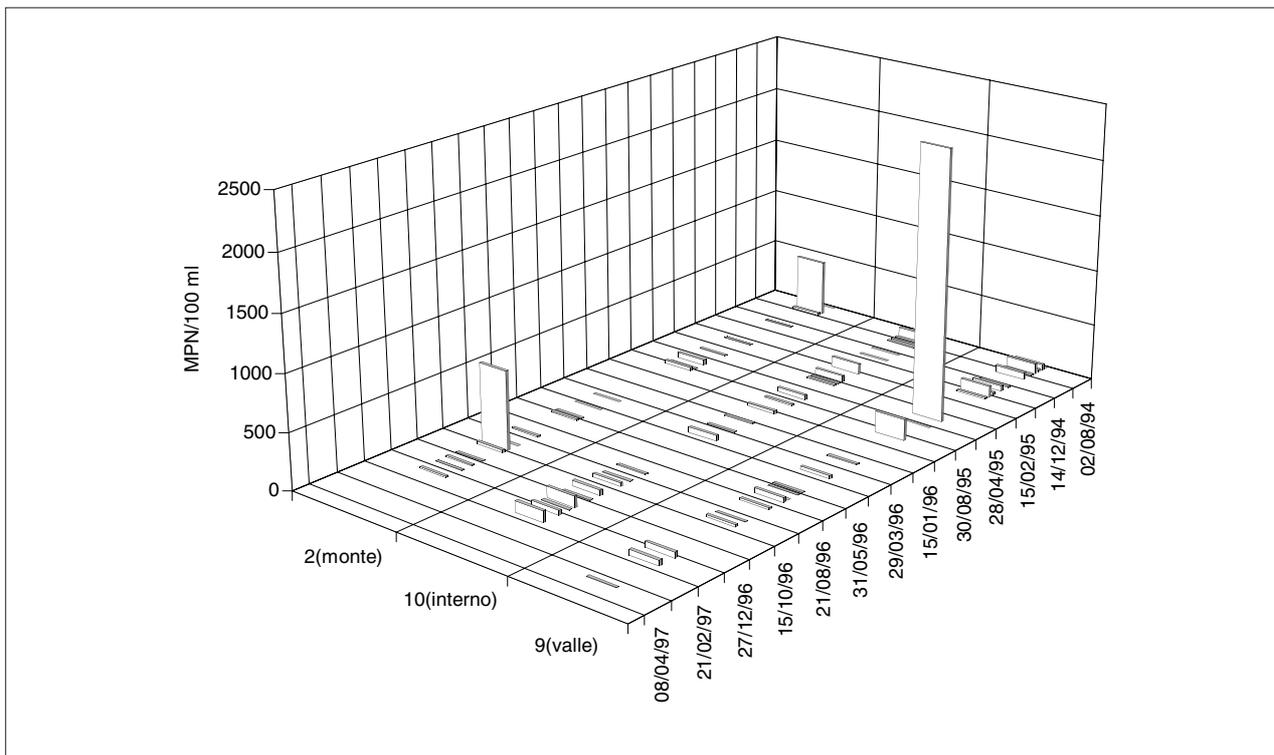


Figura 44. - Andamento degli Streptococchi fecali nei pozzi spia 2, 10 e 9 della Discarica Iovino

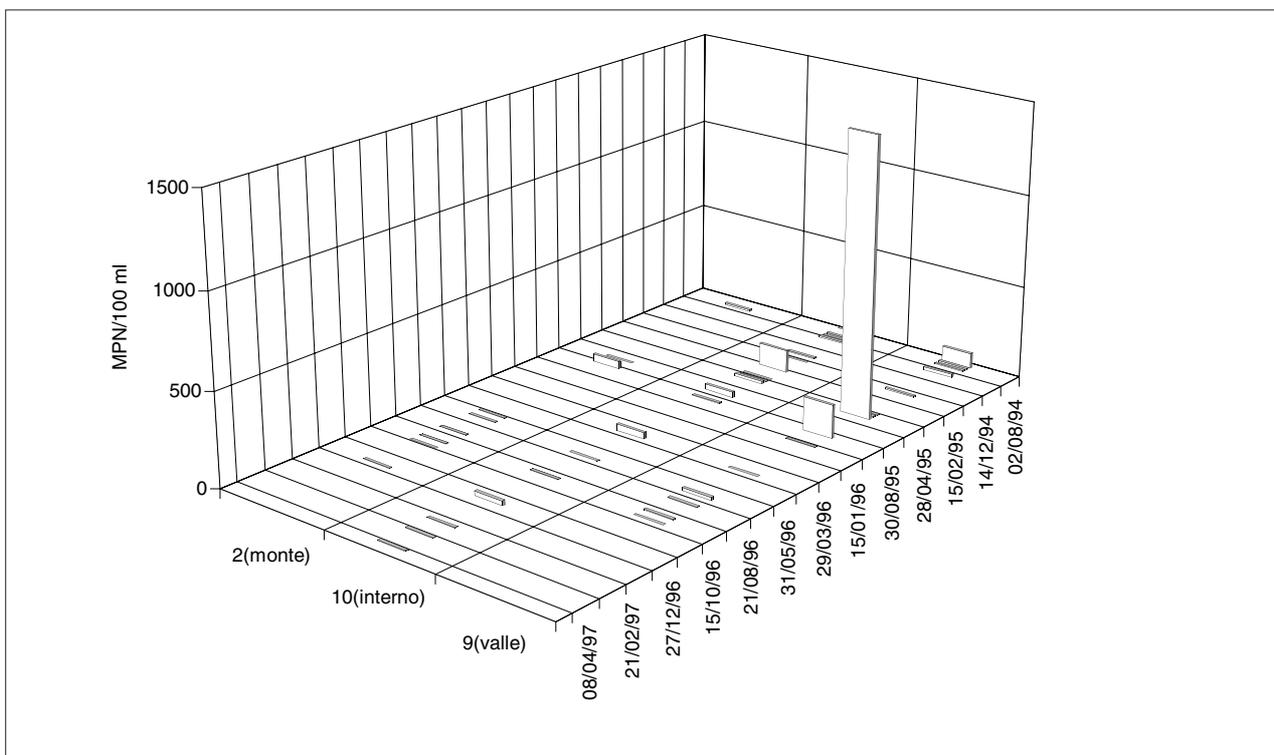


Figura 45. - Andamento della Conducibilità elettrica nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

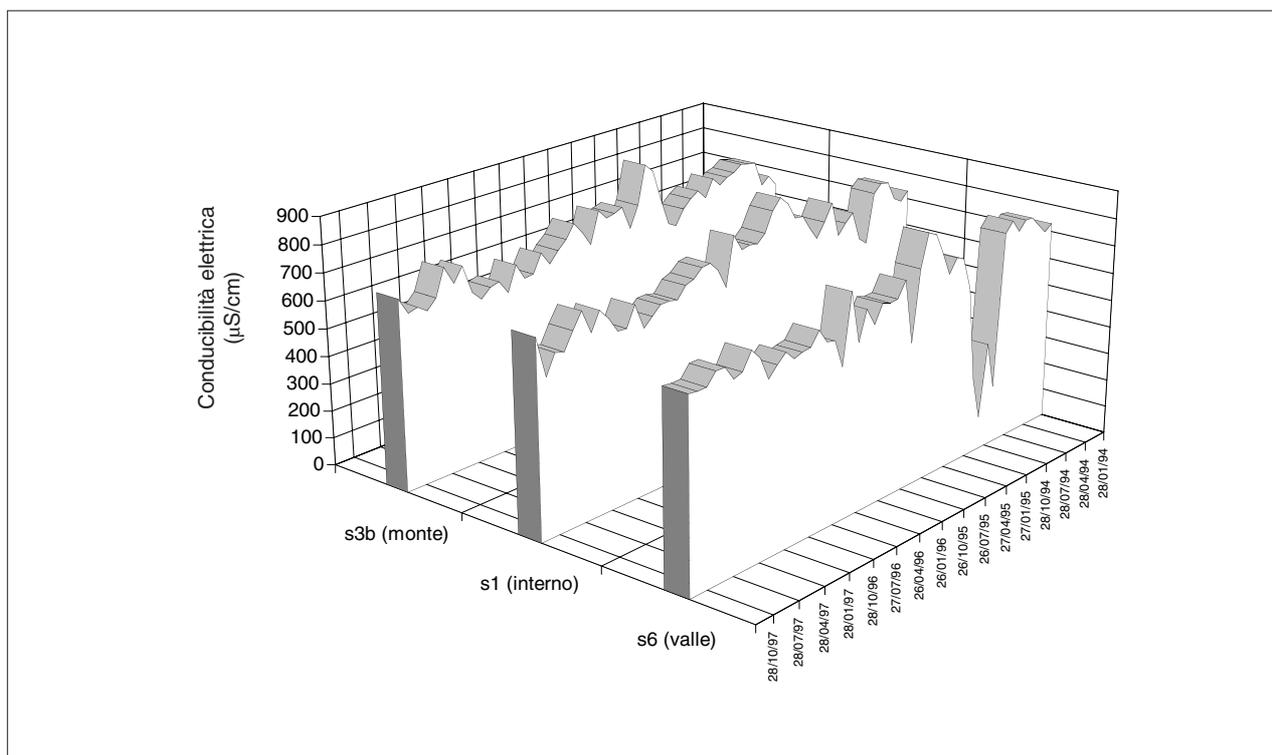


Figura 46. - Andamento dei Cloruri nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

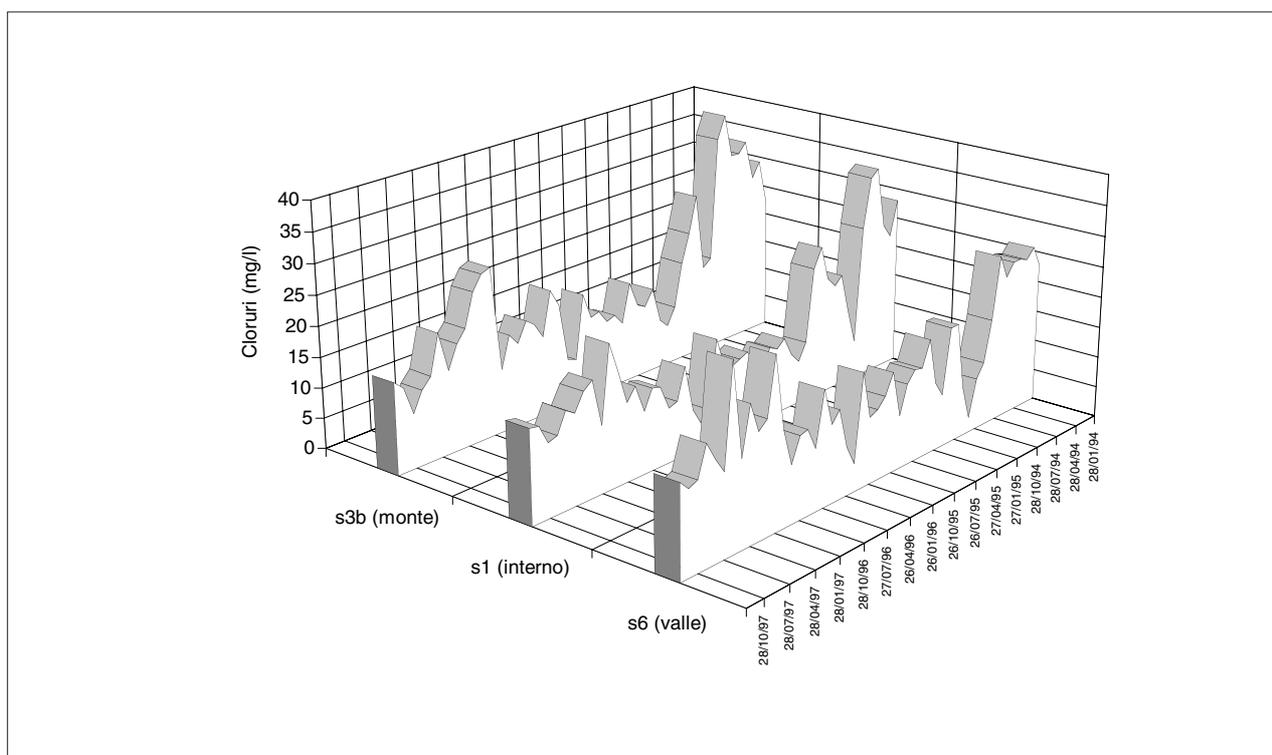


Figura 47. - Andamento dei Nitrati nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

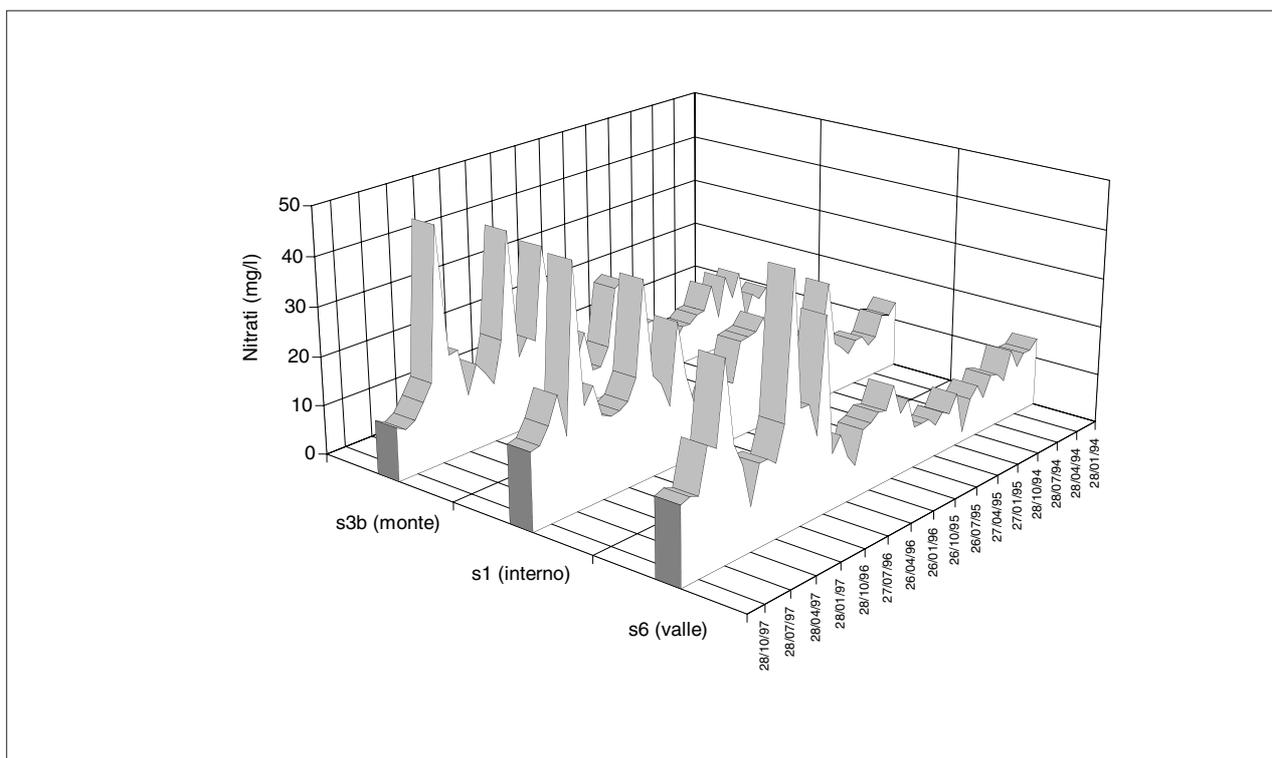


Figura 48. - Andamento dei Solfati nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

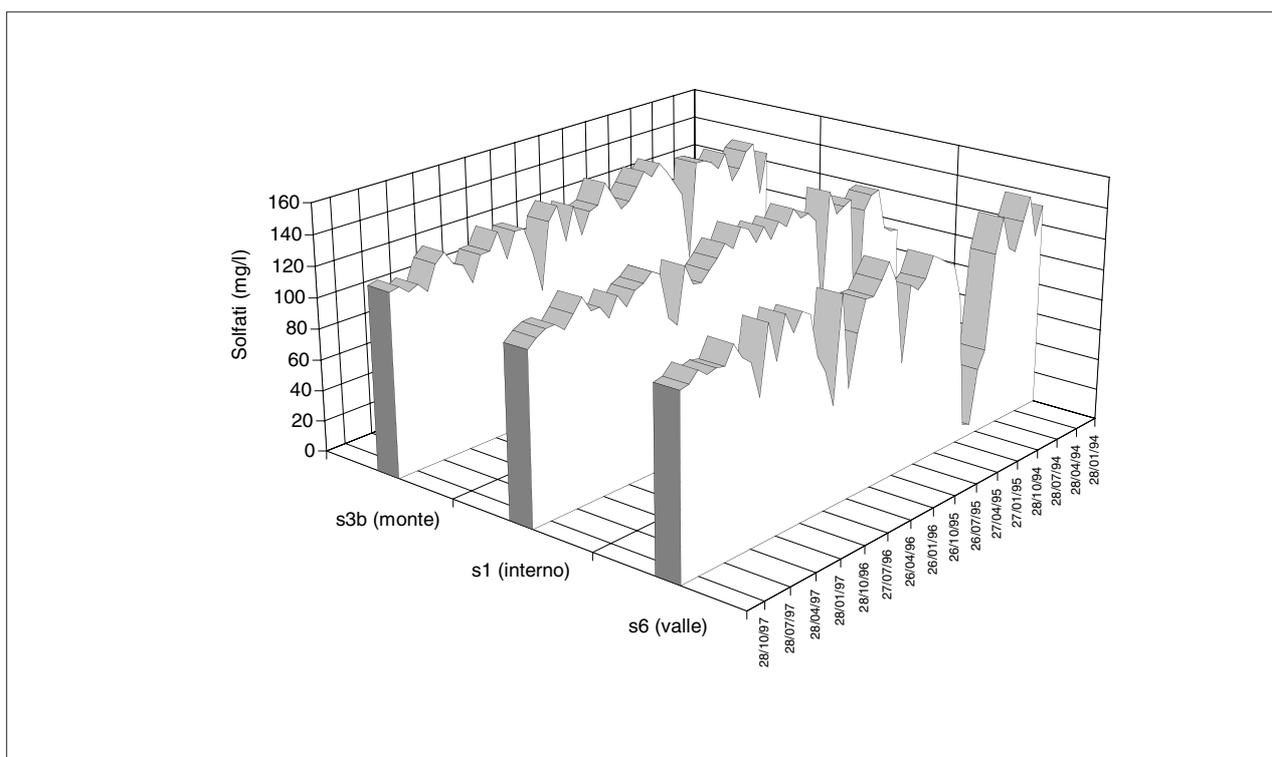


Figura 49. - Andamento del Ferro nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

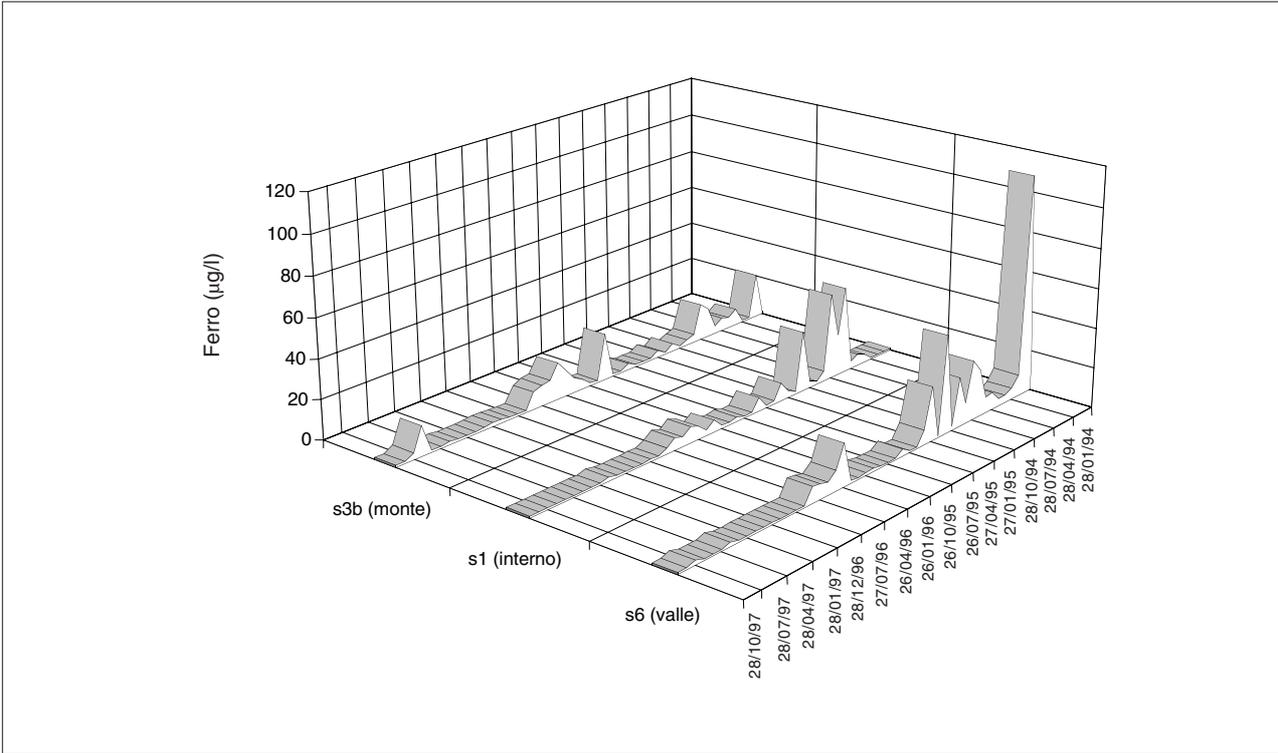


Figura 50. - Andamento del Cadmio nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

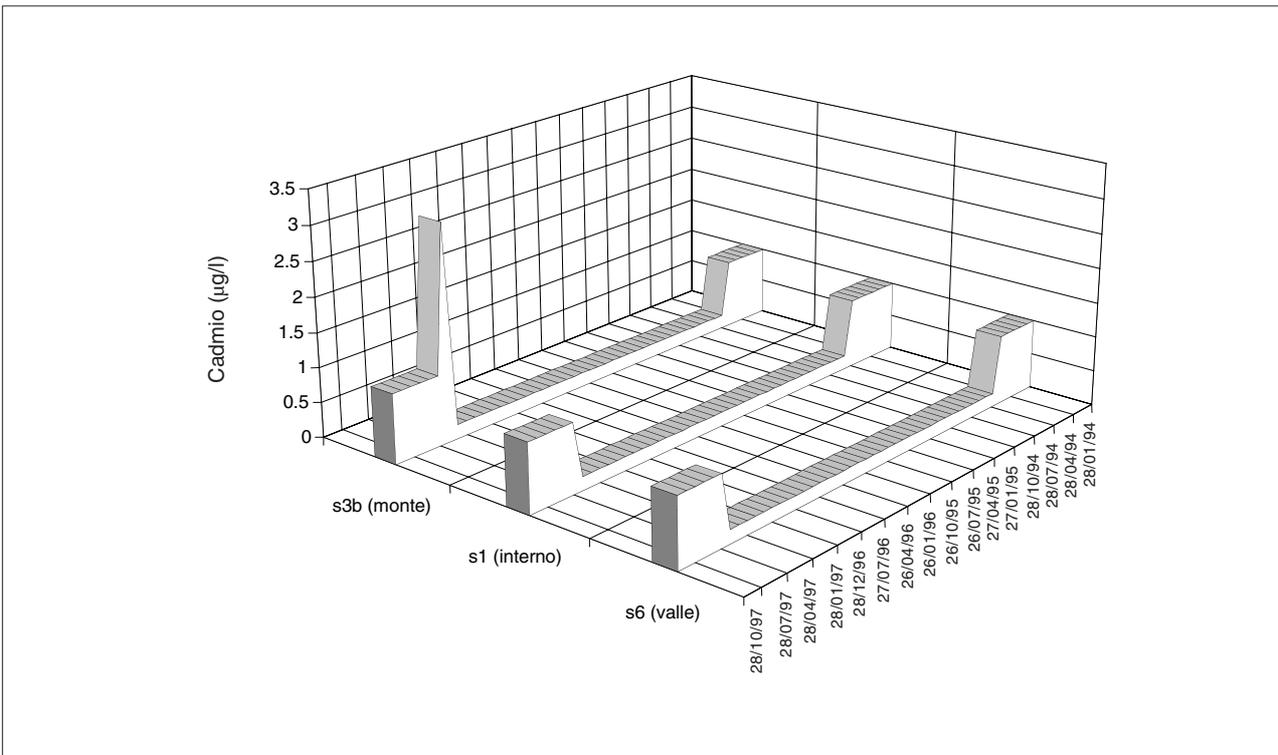


Figura 51. - Andamento del Cromo nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

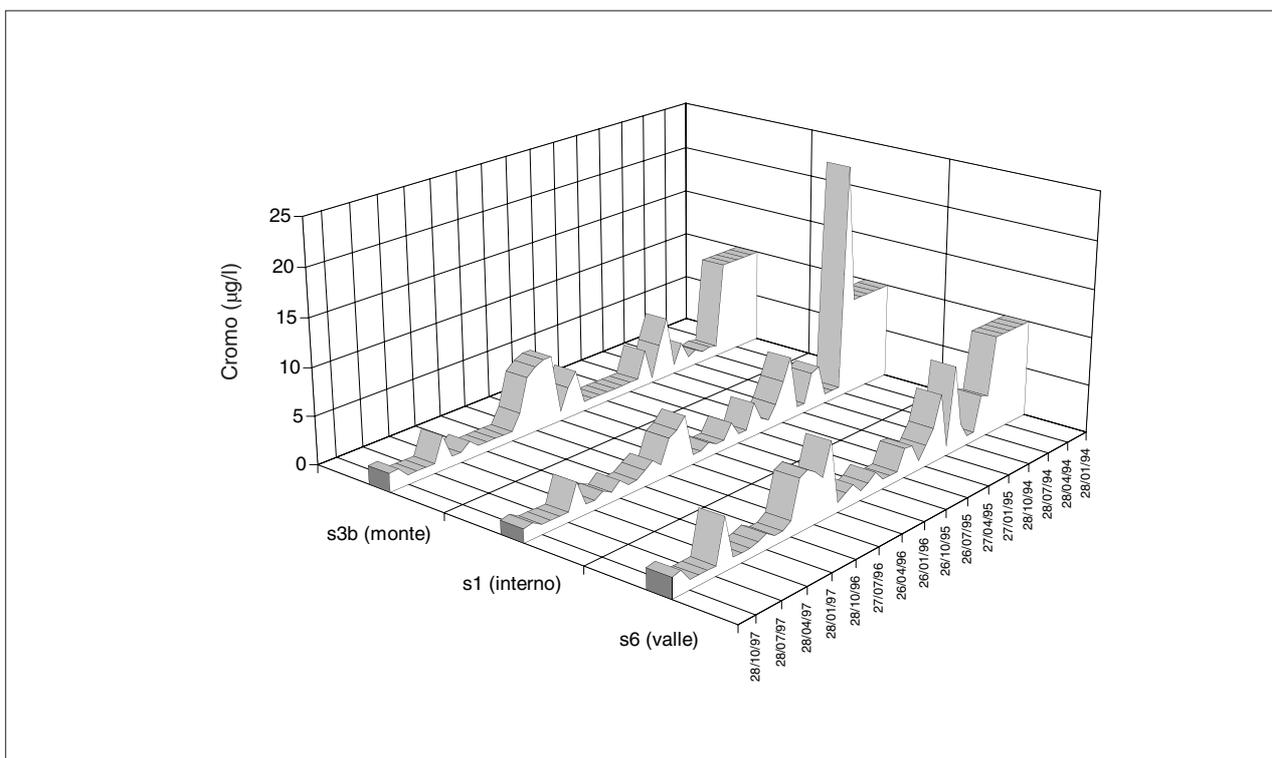


Figura 52. - Andamento del Piombo nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

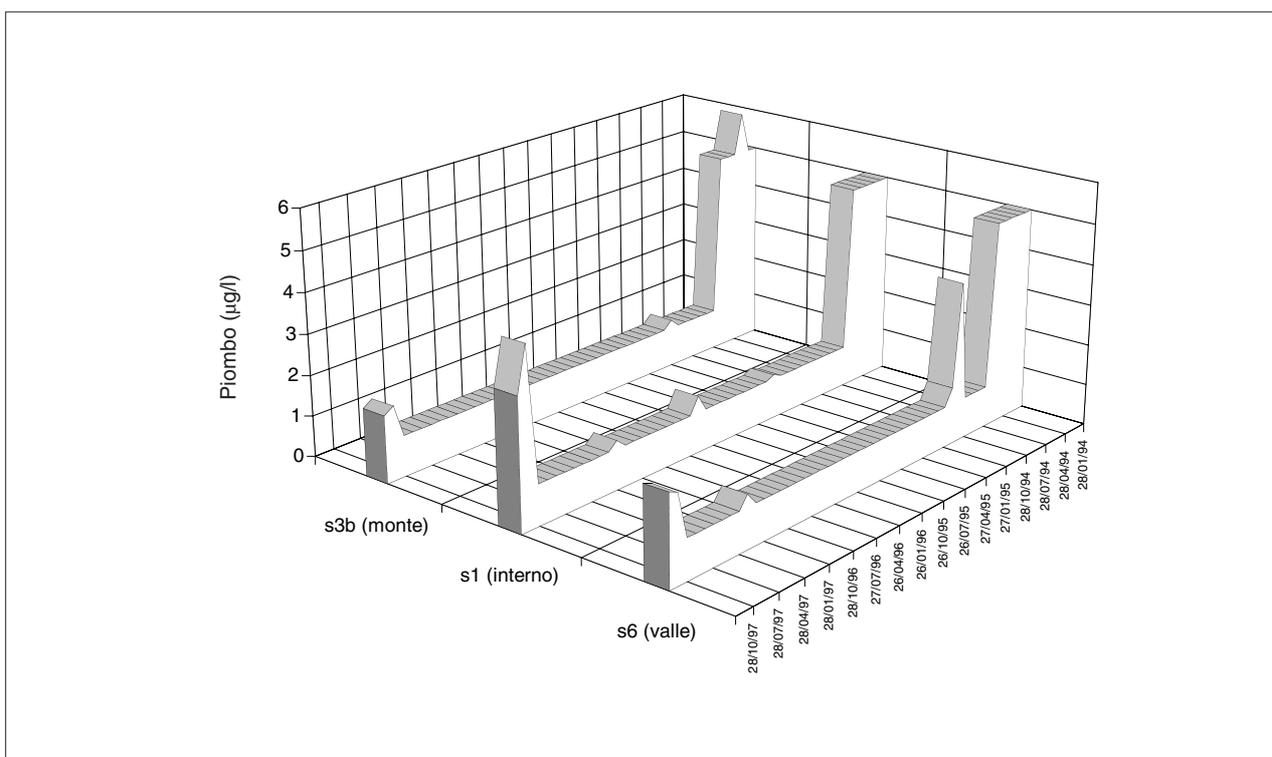


Figura 53. - Andamento dell'Alluminio nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

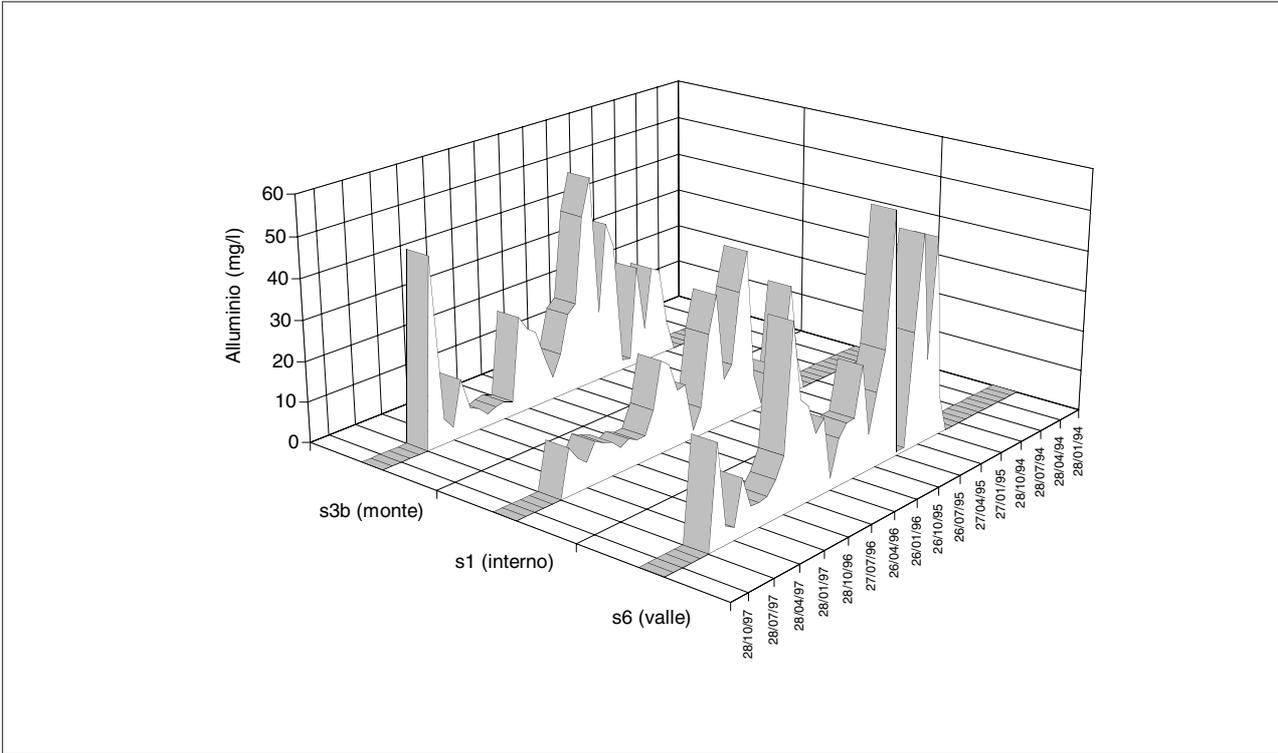


Figura 54. - Andamento del Magnesio nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

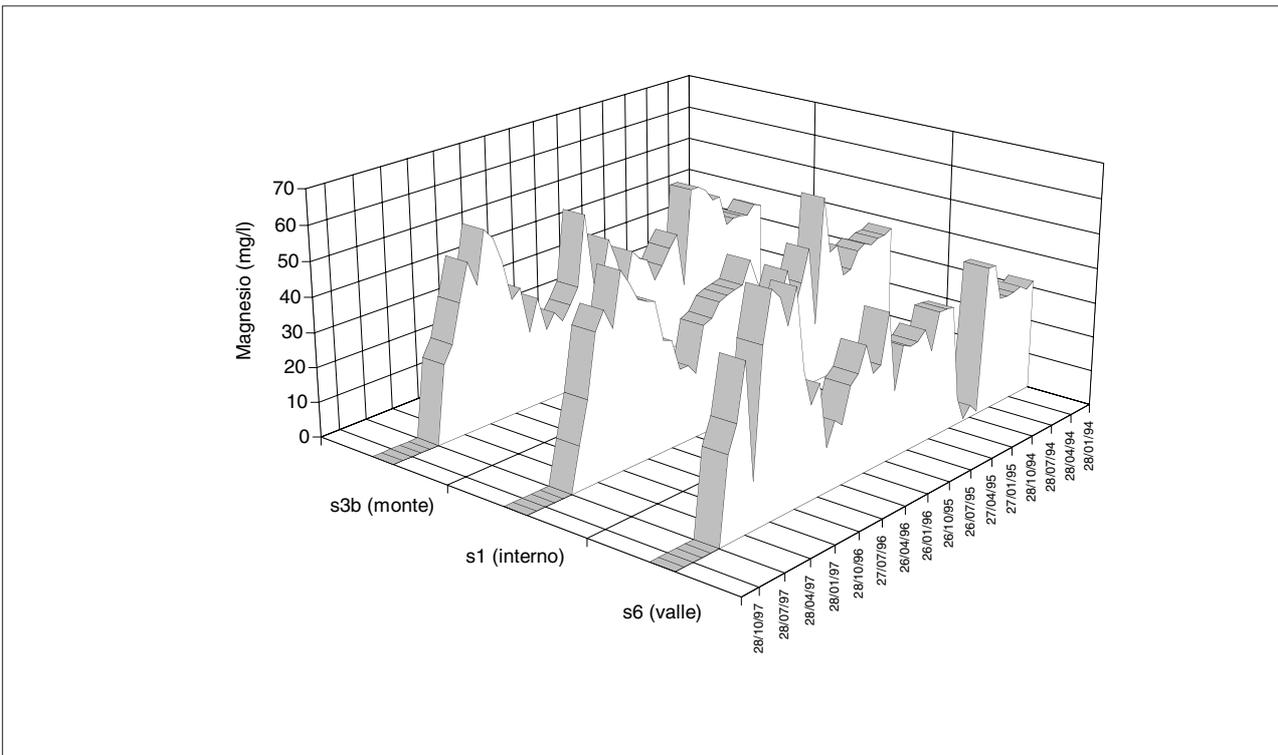


Figura 55. - Andamento del Potassio nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

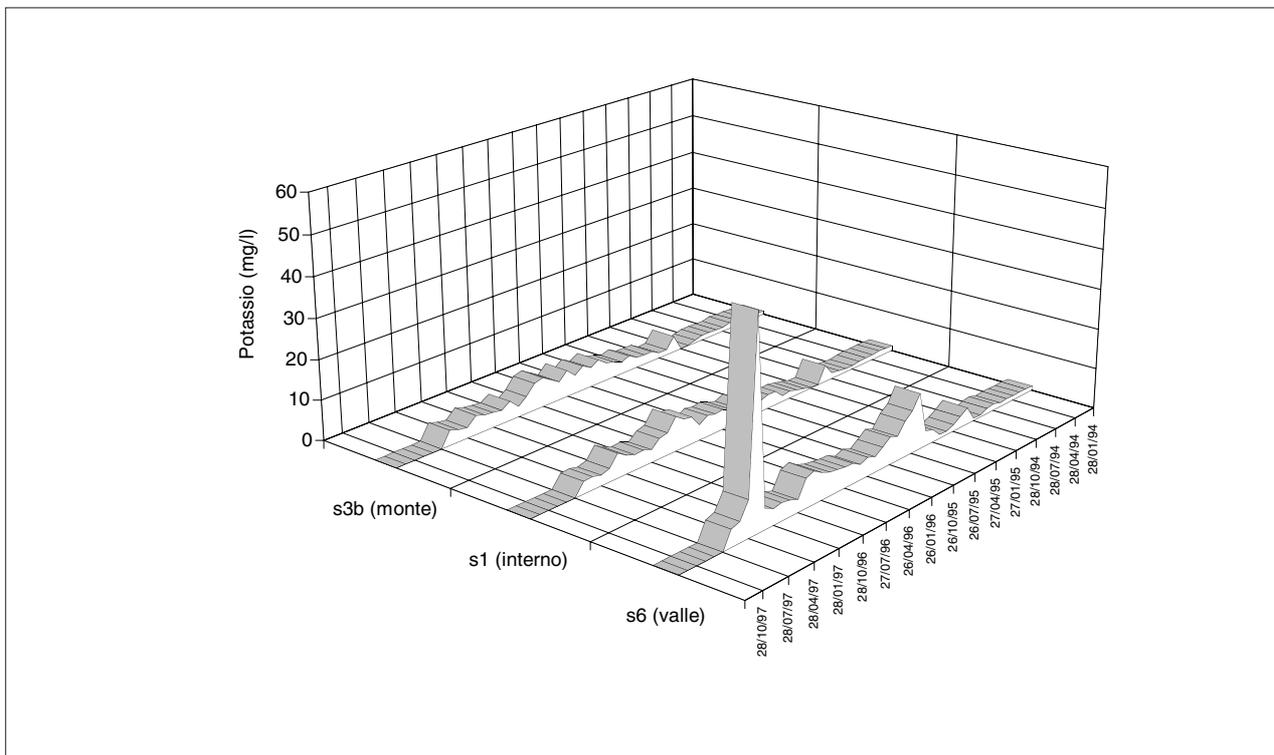


Figura 56. - Andamento del Rame nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

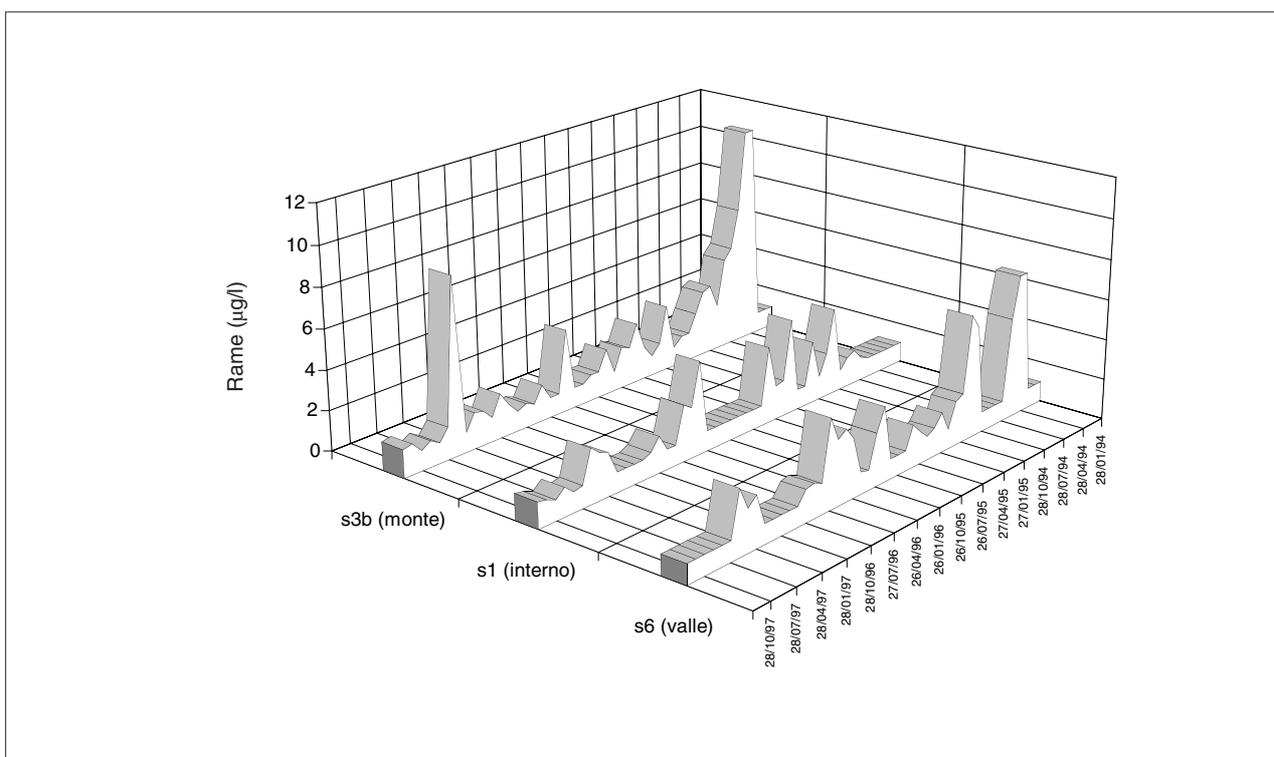


Figura 57. - Andamento del Manganese nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

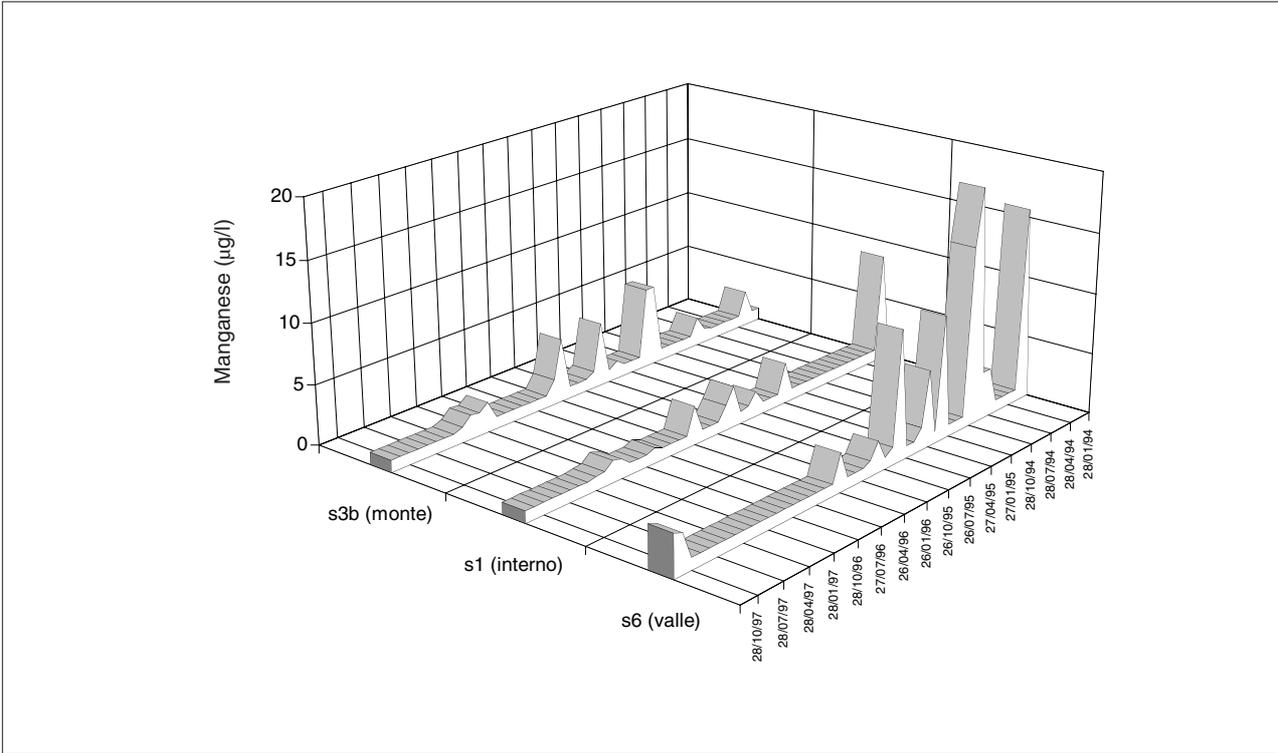


Figura 58. - Andamento dello Zinco nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

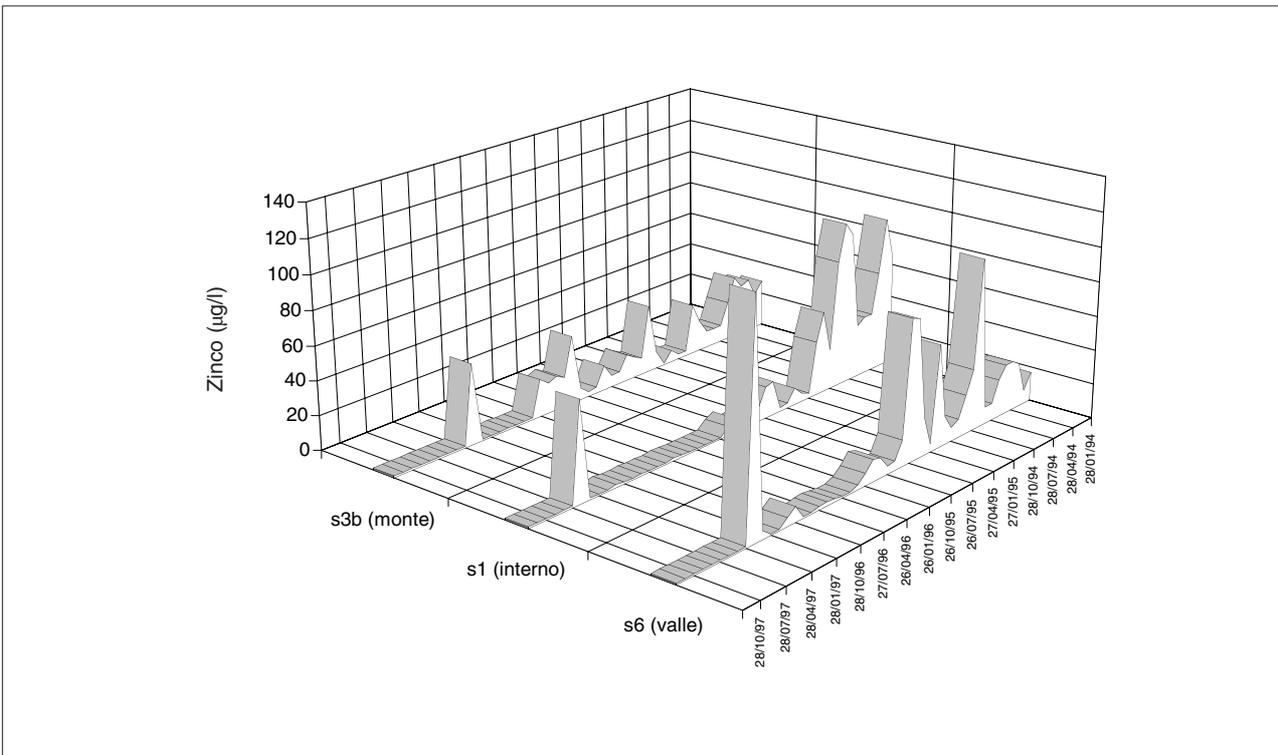


Figura 59. - Andamento del Nichel nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

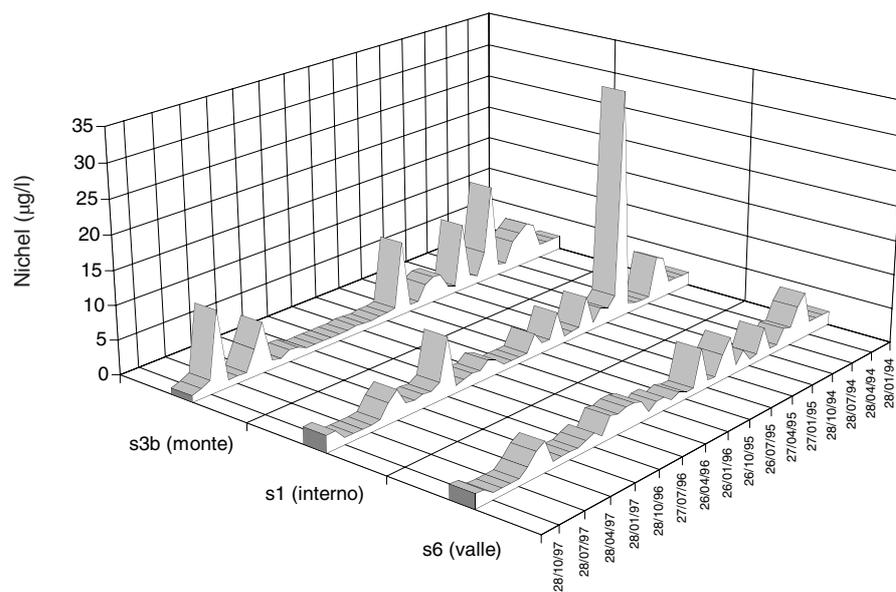


Figura 60. - Andamento dei Coliformi totali nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

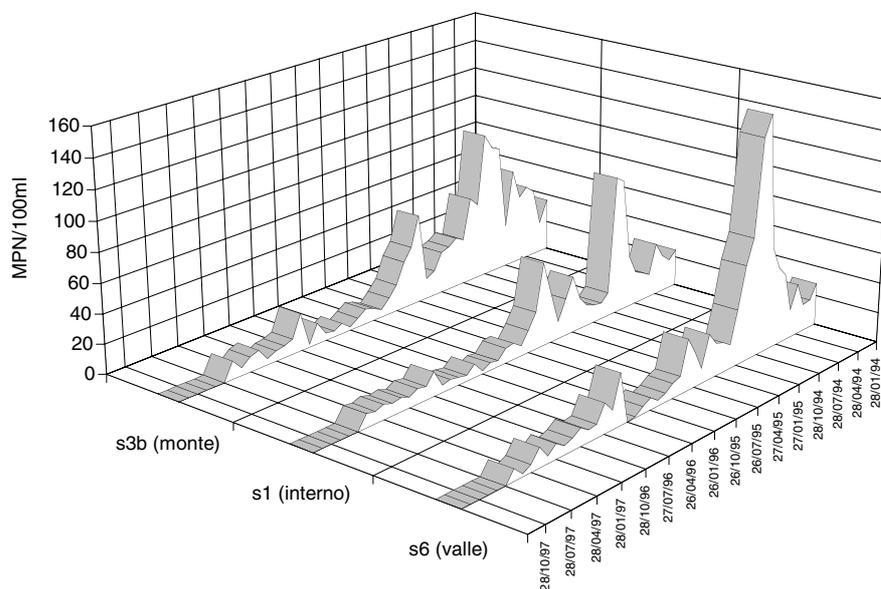


Figura 61. - Andamento dei Coliformi fecali nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla

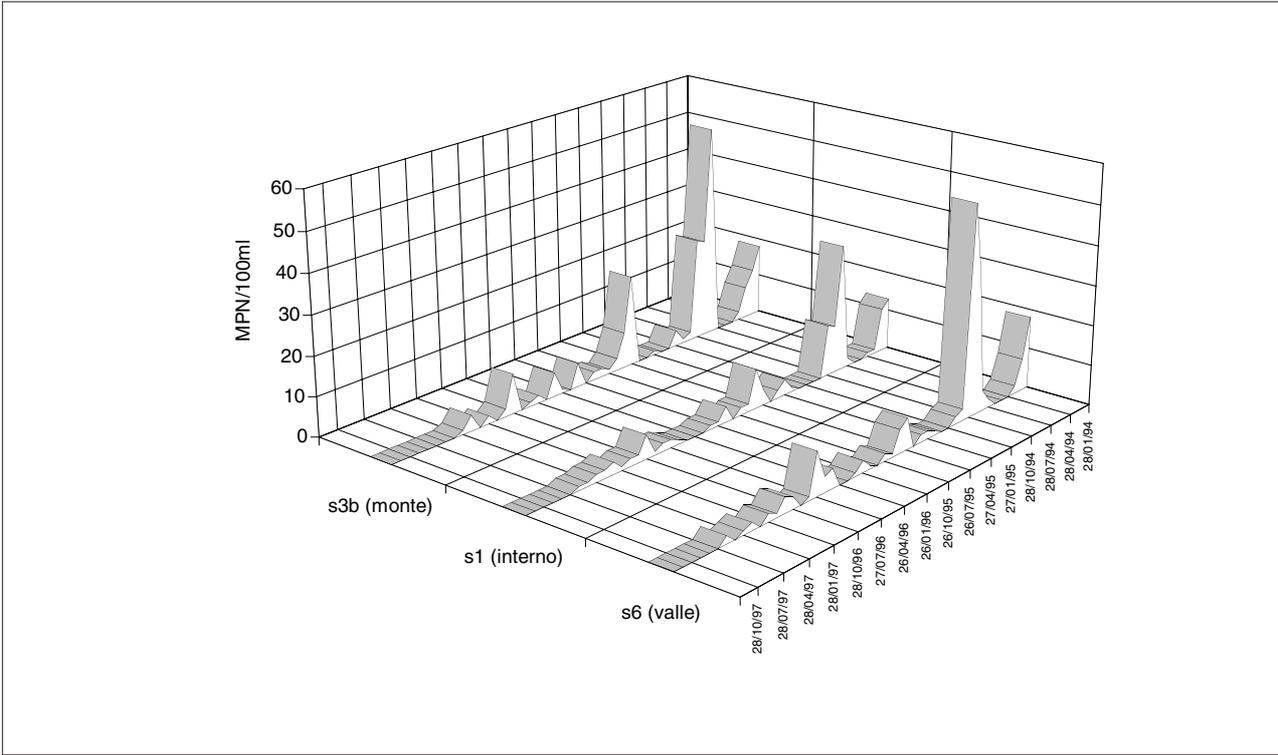
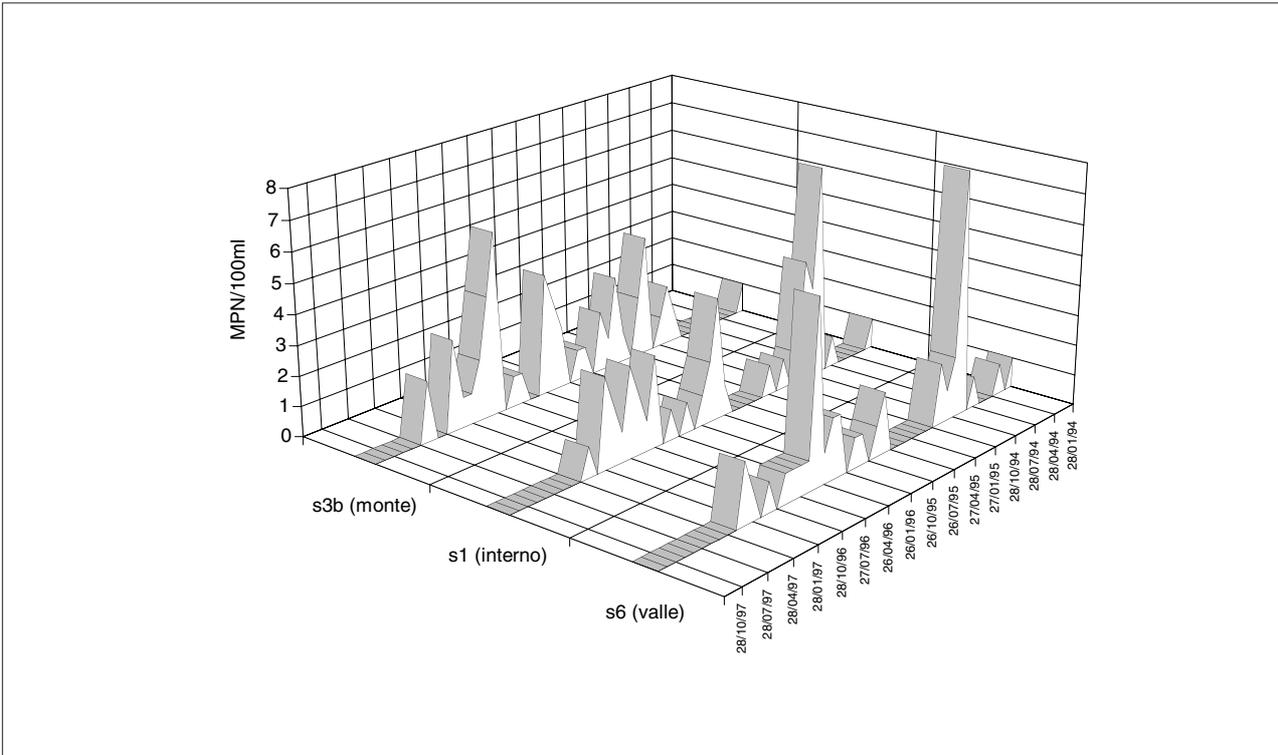


Figura 62. - Andamento degli Streptococchi fecali nei pozzi spia s3b, s1 e s6 della Discarica Barricalla



**APPENDICE 5.2 - 'R APPRESENTAZIONE TABELLARE DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI
E MICROBIOLOGICI RELATIVI A CAMPIONI DI PERCOLATO'**

Tabella 1. - Andamento del COD (mg/l O₂) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2	DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
02/06/94	3540				
16/06/94	3560		07/09/95	84000	500000
30/06/94	2500		18/10/95	9700	500000
14/07/94	4220		02/11/95	12000	500000
28/07/94	4930		15/11/95	21000	
10/08/94	3800		29/11/95	11200	500000
15/08/94	3300		13/12/95	16500	
08/09/94	30500		28/12/95		500000
13/09/94	30800		10/01/96	23000	500000
22/09/94	30700		24/01/96	25500	500000
03/11/94	12000		07/02/96	21500	500000
17/11/94	5000		13/03/96	20000	
09/12/94	4500		03/04/96	21560	500000
15/12/94	6240		05/06/96		52800
02/01/95	13500		03/07/96	24200	18500
12/01/95	14500		04/12/96	2700	3750
26/01/95	17360		08/01/97	60	3850
09/02/95	25500		05/02/97	5200	3360
23/02/95	29500		12/03/97	4050	4600
09/03/95	27060		09/04/97	4560	5520
23/03/95	86880		07/05/97	4610	4660
20/04/95	25440	56640	04/06/97	5760	6150
15/06/95	16000	500000	02/07/97	4100	
29/06/95	15000	500000	30/07/97	4460	4600
13/07/95	44000	500000	10/09/97	4150	4700
27/07/95	65000	500000	08/10/97	4650	4350
10/08/95	45000	500000	05/11/97	2450	3890
24/08/95	36500	500000	03/12/97	2500	3900

Tabella 2. - Andamento del BOD₅ (mg/l O₂) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2	DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
02/06/94	1800				
16/06/94	1700		07/09/95	53000	
30/06/94	1400		18/10/95	5200	
14/07/94	2600		02/11/95	6400	
28/07/94	2900		15/11/95	12000	
10/08/94			29/11/95	6000	
15/08/94			13/12/95	11000	
08/09/94	17000		28/12/95		
13/09/94	17200		10/01/96	15500	
22/09/94	17200		24/01/96	16500	
03/11/94	6400		07/02/96	14000	
17/11/94	2800		13/03/96	12000	
09/12/94	3900		03/04/96	12200	
15/12/94	3300		05/06/96		30000
02/01/95	7200		03/07/96	13700	10000
12/01/95	8200		04/12/96	1500	2100
26/01/95	9200		08/01/97	35	2300
09/02/95	13500		05/02/97	2950	1980
23/02/95	17500		12/03/97	2200	2450
09/03/95	14500		09/04/97	2200	3000
23/03/95	47000		07/05/97	2500	2400
20/04/95	13600	30000	04/06/97	3280	3260
15/06/95	9500		02/07/97	1600	
29/06/95	8500		30/07/97	2630	2660
13/07/95	24000		10/09/97	1500	1600
27/07/95	45000		08/10/97	1650	1450
10/08/95	25000		05/11/97	950	1350
24/08/95	20000		03/12/97	1000	1350

Tabella 3. - Andamento del Cromo totale (mg/l) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2	DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
02/06/94		1.2			
16/06/94		2.2	07/09/95	1	2.2
30/06/94		1.5	18/10/95	2	2
14/07/94		2.2	02/11/95	2	2
28/07/94		1.7	15/11/95	2	
10/08/94		2	29/11/95	2	2
15/08/94		1.5	13/12/95	2	
08/09/94		3	28/12/95		2
13/09/94		3	10/01/96	1	2
22/09/94		3.2	24/01/96	1	2
03/11/94		1	07/02/96	1	2
17/11/94		0.2	13/03/96	1	
09/12/94		0.8	03/04/96	0	0
15/12/94		1.8	05/06/96		0.2
02/01/95		1.7	03/07/96	0.2	0.2
12/01/95		4	04/12/96	0.4	0.8
26/01/95		1.8	08/01/97	0.2	0.2
09/02/95		1.5	05/02/97	0.1	1.2
23/02/95		1	12/03/97	1	2
09/03/95		1.8	09/04/97	0.3	0.2
23/03/95		2.2	07/05/97	0.8	0.5
20/04/95	1.1	5.5	04/06/97	1	0.5
15/06/95	1.5	3.2	02/07/97	1	
29/06/95	1.5	4	30/07/97	3.5	2.1
13/07/95	2	3.5	10/09/97	0.8	0.5
27/07/95	1	2.2	08/10/97	0.9	0.5
10/08/95	1.5	2	05/11/97	0.7	0.6
24/08/95	1	2	03/12/97	0.7	0.5

Tabella 4. - Andamento del Mercurio ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2	DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
02/06/94		1			
16/06/94		1	07/09/95	1	20
30/06/94		1	18/10/95	1	20
14/07/94		1	02/11/95	1.2	20
28/07/94		1	15/11/95	1	
10/08/94		1	29/11/95	1.3	20
15/08/94		1	13/12/95	1.3	
08/09/94		0.2	28/12/95		20
13/09/94		0.2	10/01/96	1	20
22/09/94		0.15	24/01/96	1	20
03/11/94		1	07/02/96	1	20
17/11/94		3.8	13/03/96	1	
09/12/94		1	03/04/96	1	20
15/12/94		1	05/06/96		1
02/01/95		1	03/07/96	1	1
12/01/95		1	04/12/96	1	1
26/01/95		1	08/01/97	1	1
09/02/95		1	05/02/97	1	1
23/02/95		1	12/03/97	1	1
09/03/95		1.5	09/04/97	1	1
23/03/95		1.5	07/05/97	1	1
20/04/95	1.2	2.5	04/06/97	1	1
15/06/95	1.5	20	02/07/97	20	
29/06/95	1	20	30/07/97	1	1
13/07/95	1	20	10/09/97	10	10
27/07/95	1	20	08/10/97	2	1
10/08/95	1	20	05/11/97	1	1
24/08/95	1.3	20	03/12/97	1	1

Tabella 5. - Andamento del Piombo (mg/l) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2	DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
02/06/94		2.5			
16/06/94		4.5	07/09/95	1.8	4
30/06/94		2	18/10/95	1.8	2
14/07/94		3.3	02/11/95	2.3	2.5
28/07/94		2.4	15/11/95	1.5	
10/08/94		2.7	29/11/95	2.5	2.7
15/08/94		2	13/12/95	2.8	
08/09/94		2.5	28/12/95		2.5
13/09/94		2.5	10/01/96	1.5	4
22/09/94		2.8	24/01/96	1	4
03/11/94		1	07/02/96	1	4
17/11/94		1	13/03/96	1	
09/12/94		1.2	03/04/96	0.5	4
15/12/94		1.4	05/06/96		3.5
02/01/95		1.8	03/07/96	2.2	1
12/01/95		1.3	04/12/96	0.1	0.6
26/01/95		1.7	08/01/97	0.2	0.4
09/02/95		1.5	05/02/97	0.3	0.2
23/02/95		1	12/03/97	0.2	0.2
09/03/95		2.2	09/04/97	2	0.8
23/03/95		2	07/05/97	1.6	0.7
20/04/95	1.3	3.4	04/06/97	1.9	0.8
15/06/95	1.8	4	02/07/97	1.2	
29/06/95	1	4	30/07/97	0.5	0.5
13/07/95	1.2	4	10/09/97	0.7	0.6
27/07/95	2	4	08/10/97	1	0.7
10/08/95	1	4	05/11/97	0.8	0.7
24/08/95	1.8	4	03/12/97	0.6	0.7

Tabella 6. - Andamento del Nichel (mg/l) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2	DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
02/06/94		0.5			
16/06/94		0.5	07/09/95	0.5	1.8
30/06/94		0.5	18/10/95	1	2
14/07/94		0.5	02/11/95	1	2
28/07/94		0.5	15/11/95	2	
10/08/94		0.5	29/11/95	1	2
15/08/94		0.5	13/12/95	1	
08/09/94		2	28/12/95		2
13/09/94		2	10/01/96	0.5	1.5
22/09/94		2	24/01/96	0.5	1.2
03/11/94		0.5	07/02/96	0.5	1
17/11/94		0.5	13/03/96	0.5	
09/12/94		0.5	03/04/96	0	0
15/12/94		0.5	05/06/96		0.5
02/01/95		0.5	03/07/96	0.5	0.5
12/01/95		0.5	04/12/96	0.1	0.1
26/01/95		0.5	08/01/97	0.5	0.5
09/02/95		0.5	05/02/97	0.3	0.1
23/02/95		0.5	12/03/97	0.4	0.6
09/03/95		0.5	09/04/97	0.1	0.2
23/03/95		0.5	07/05/97	0.1	0.1
20/04/95	0.5	0.5	04/06/97	0.1	0.1
15/06/95	0.5	2	02/07/97	0.2	
29/06/95	0.5	1.5	30/07/97	0.2	0.1
13/07/95	0.5	2	10/09/97	0.02	0.2
27/07/95	0.5	1.5	08/10/97	0.5	0.5
10/08/95	0.5	2	05/11/97	0.5	0.5
24/08/95	0.5	2	03/12/97	0.5	0.5

Tabella 7. - Andamento del Rame (mg/l) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2	DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
02/06/94		1.8			
16/06/94		3.2	07/09/95	1.3	6.3
30/06/94		1.5	18/10/95	1	4.5
14/07/94		2.8	02/11/95	1.4	4.8
28/07/94		1.7	15/11/95	1	
10/08/94		1.5	29/11/95	1.3	4.5
15/08/94		1.2	13/12/95	1.5	
08/09/94		1	28/12/95		5.1
13/09/94		1.2	10/01/96	1	6
22/09/94		1.2	24/01/96	0.8	4.5
03/11/94		0.5	07/02/96	0.7	5
17/11/94		0.1	13/03/96	0.5	
09/12/94		0.2	03/04/96	0.5	5.8
15/12/94		0.3	05/06/96		0.8
02/01/95		0.8	03/07/96	1	0.5
12/01/95		1	04/12/96	0.1	0.2
26/01/95		1.1	08/01/97	0.6	0.2
09/02/95		1	05/02/97	0.2	0.1
23/02/95		0.1	12/03/97	0.2	0.3
09/03/95		1.3	09/04/97	0.8	0.5
23/03/95		1.6	07/05/97	0.7	0.7
20/04/95	1	4.1	04/06/97	0.5	0.4
15/06/95	1.7	3.6	02/07/97	0.5	
29/06/95	0.8	6	30/07/97	0.4	0.2
13/07/95	0.9	6.5	10/09/97	0.3	0.3
27/07/95	1.2	6	08/10/97	0.3	0.5
10/08/95	1.4	6	05/11/97	0.3	0.4
24/08/95	1.1	5.5	03/12/97	0.3	0.3

Tabella 8. - Andamento del Benzene (mg/l) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
20/04/95		6.5
15/06/95		10
29/06/95		69
13/07/95		95
27/07/95		90
10/08/95		127
24/08/95		60
07/09/95		35
10/01/96		60
24/01/96		40
07/02/96		70
03/04/96		50
12/03/97		1.1
05/11/97	0.4	
03/12/97	0.3	

Tabella 9. - Andamento del Toluene (mg/l) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
20/04/95	0.3	280
15/06/95	1.8	1300
29/06/95	1.3	1900
13/07/95	3.5	2260
27/07/95	1	2150
10/08/95	1.2	2590
24/08/95	1	2100
07/09/95	2	930
10/01/96	3	1200
24/01/96	3	950
07/02/96	3	
03/04/96		700
03/07/96	0.7	
05/02/97		0.1
12/03/97		0.9
09/04/97	0.1	0.1
07/05/97	0.1	0.1
05/11/97	0.5	
03/12/97	0.4	

Tabella 10. - Andamento degli o-m-p-Xileni (mg/l) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
20/04/95	0.28	67.2
15/06/95	4	4500
29/06/95	3	6500
13/07/95	15.7	8450
27/07/95	3	9000
10/08/95	3.6	10200
24/08/95	3.2	7500
07/09/95	3.5	4250
10/01/96	5	5000
24/01/96	5	3800
07/02/96	5	
03/04/96		3100
05/06/96		1.3
03/07/96	0.5	0.8
08/01/97	0.2	0.1
05/02/97		0.5
12/03/97		3
09/04/97	0.1	0.1
07/05/97	0.1	0.1
05/11/97	1	
03/12/97	0.8	

Tabella 11. - Andamento del Tetraclorometano (µg/l) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
03/04/96	5	5
05/06/96		1
03/07/96	1	1
04/12/96	5	5
08/01/97	1	1
05/02/97	5	5
12/03/97	5	5
09/04/97	5	5
07/05/97	5	5
04/06/97	8	5
30/07/97	5	5

Tabella 12. - Andamento del Tricloroetilene ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
03/04/96	5	180
05/06/96		5
03/07/96	5	5
04/12/96	5	5
08/01/97	8	3
05/02/97	5	5
12/03/97	8	5
09/04/97	5	5
07/05/97	5	5
04/06/97	5	5
02/07/97	10	
30/07/97	9	5
10/09/97	11	
08/10/97	9	

Tabella 13. - Andamento del 1,1,1-Tricloroetano ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
03/04/96	5	50
05/06/96		1
03/07/96	1	1
04/12/96	5	5
08/01/97	1	1
05/02/97	5	5
12/03/97	5	5
09/04/97	5	5
07/05/97	5	5
04/06/97	5	5
30/07/97	5	5

Tabella 14. - Andamento del Cloroformio ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2	DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
02/06/94		0.1			
16/06/94		1.5	24/08/95	6	180
14/07/94		0.9	07/09/95	13	40
10/08/94		1	10/01/96	10	
15/08/94		1	24/01/96	5	1900
08/09/94		2	07/02/96	180	1800
03/11/94		3	13/03/96	20	
17/11/94		0.5	03/04/96	5	300
09/12/94		1.4	05/06/96		10
15/12/94		1.8	03/07/96	30	2
02/01/95		2.9	04/12/96	15	5
12/01/95		2.6	08/01/97	2	30
26/01/95		10.8	05/02/97	5	5
09/02/95		4	12/03/97	15	12
23/02/95		3	09/04/97	18	16
09/03/95		4.7	07/05/97	20	19
23/03/95		20	04/06/97	10	5
20/04/95	16.9	75	02/07/97	10	
15/06/95	38	80	30/07/97	30	20
29/06/95	35	75	10/09/97	8	11
13/07/95	13	60	08/10/97	10	12
27/07/95	11	90	05/11/97	7	8
10/08/95	5	250	03/12/97	9	6

Tabella 15. - Andamento degli Idrocarburi disciolti/olii minerali (mg/l) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
20/04/95		38100
15/06/95	169	590
29/06/95	130	510
13/07/95	1100	550
27/07/95	1050	600
10/08/95	500	850
24/08/95	1650	670
07/09/95	732	236
18/10/95	130	405
02/11/95	90	294
15/11/95	150	
29/11/95	110	460
13/12/95	138	
28/12/95		297
10/01/96	30	578
24/01/96	20	378
07/02/96	25	373
03/04/96	1	300000
05/06/96		760
03/07/96	310	230
04/12/96	3	80
08/01/97	60	160
05/02/97	2	4
12/03/97	2	3
09/04/97	14.8	16.1
07/05/97	15.4	13.4
04/06/97	13.3	13.3
02/07/97	4	
30/07/97	20	12
10/09/97	2	5
08/10/97	2	4
05/11/97		2
03/12/97		2

Tabella 16. - Andamento dei Coliformi totali (UFC/100 ml) in campioni di percolato, discarica DI.FRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
01/12/94	20000	
07/03/95	20000	
01/06/95	450000	2600000
15/06/95	390000	650000
29/06/95	100000	50000
13/07/95	37000	800000
27/07/95	3000	20000
10/08/95		500000
24/08/95	870000	260000
07/09/95	50000	10000000
18/10/95	10000	400000
02/11/95	10	960
29/11/95	30000	600000
13/12/95	250000	0
05/01/96	16090	
24/01/96	9400	200000
07/02/96	240000	1609000
13/03/96	240000	
03/04/96	20000	20000
28/08/96	210	1500
25/09/96	12000	110000
16/10/96	12000	
06/11/96	18000	10000
04/12/96	10000	19000
08/01/97	150000	15000
12/03/97	30000	10000
09/04/97	20000	1000
07/05/97	60000	45000
04/06/97	1500000	10000
02/07/97	300000	2000
30/07/97	22100	22100
05/11/97	120	80

Tabella 17. - Andamento dei Coliformi fecali (UFC/100 ml) in campioni di percolato, discarica DLFRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
01/12/94	4000	
07/03/95	750	
01/06/95	1000	500
15/06/95	0	5000
29/06/95	0	0
13/07/95	3000	50000
27/07/95	1000	5000
10/08/95		20000
24/08/95	23000	1000
07/09/95	3000	70000
18/10/95	1000	1000
02/11/95	0	20
29/11/95	10000	95000
13/12/95	60000	0
05/01/96	630	
24/01/96	2300	79000
07/02/96	2000	221000
13/03/96	23000	
03/04/96	14000	1400
28/08/96	11	1100
25/09/96	8400	60000
16/10/96	4000	
06/11/96	2000	6000
04/12/96	4000	15500
08/01/97	9000	1500
12/03/97	10000	1000
09/04/97	1000	200
07/05/97	50000	3000
04/06/97	700000	1000
02/07/97	1000	100
30/07/97	230	24000
05/11/97	10	20

Tabella 18. - Andamento degli Streptococchi fecali (UFC/100 ml) in campioni di percolato, discarica DLFRA.BI

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
01/12/94	700	
07/03/95	500	
01/06/95	100000	50000
15/06/95	50000	320000
29/06/95	3000	30000
13/07/95	2000	520000
27/07/95	3000	15000
10/08/95		200000
24/08/95	308000	300000
07/09/95	20000	500000
18/10/95	5000	80000
02/11/95	0	1500
29/11/95	7000	80000
13/12/95	20000	0
05/01/96	630	
24/01/96	2300	200
07/02/96	542000	5000
13/03/96	2000	
03/04/96	2000	20000
28/08/96	500	1100
25/09/96	2000	12000
16/10/96	2000	
06/11/96	3600	1000
04/12/96	3000	10000
08/01/97	7000	1000
12/03/97	50000	200
09/04/97	1000	4000
07/05/97	20000	1500
04/06/97	12000	5000
02/07/97	10000	100
30/07/97	2400	23000
05/11/97	10	15

Tabella 19. - Andamento del COD (mg/l O₂) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
18/01/95	500
25/01/95	725
09/02/95	1010
16/02/95	900
23/02/95	1300
06/03/95	1700
16/03/95	1150
23/03/95	1800
07/04/95	1360
20/04/95	750
28/04/95	820
01/06/95	600
08/11/95	1200
05/12/95	1320
05/01/96	750
01/03/96	1250
01/04/96	650
03/05/96	425
03/06/96	614
14/06/96	57360
27/06/96	64320
01/07/96	880
01/08/96	1690
03/09/96	1200
02/10/96	1210
05/11/96	870
02/12/96	1550

Tabella 20. - Andamento del BOD₅ (mg/l O₂) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
18/01/95	320
25/01/95	400
09/02/95	560
16/02/95	500
23/02/95	700
06/03/95	900
16/03/95	750
23/03/95	950
07/04/95	750
20/04/95	400
28/04/95	430
01/06/95	330
08/11/95	780
05/12/95	780
05/01/96	420
01/03/96	750
01/04/96	420
03/05/96	290
03/06/96	350
14/06/96	32500
27/06/96	36500
01/07/96	500
01/08/96	960
03/09/96	710
02/10/96	650
05/11/96	500
02/12/96	850

Tabella 21. - Andamento del Cromo totale (mg/l) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
18/01/95	0.5
25/01/95	0.1
09/02/95	0.2
16/02/95	0.2
23/02/95	0.5
06/03/95	0.5
16/03/95	0.2
23/03/95	0.2
07/04/95	0.2
20/04/95	0.2
28/04/95	0.2
01/06/95	0.2
08/11/95	2
05/12/95	2
05/01/96	0.5
01/03/96	0.5
01/04/96	1
03/05/96	0.1
03/06/96	0.2
14/06/96	0.2
27/06/96	0.4
01/07/96	0.5
01/08/96	0.2
03/09/96	0.2
02/10/96	0.1
05/11/96	0.1
02/12/96	0.1

Tabella 22. - Andamento del Mercurio ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
18/01/95	0.02
25/01/95	1
09/02/95	1
16/02/95	1
23/02/95	2
06/03/95	2
16/03/95	1
23/03/95	0.1
07/04/95	0.1
20/04/95	0.1
28/04/95	0.1
01/06/95	0.1
08/11/95	1
05/12/95	1
05/01/96	2
01/03/96	1
01/04/96	1
03/05/96	1
03/06/96	1
14/06/96	1
27/06/96	1
01/07/96	1
01/08/96	1
03/09/96	1
02/10/96	1
05/11/96	1
02/12/96	1

Tabella 23. - Andamento del Piombo (mg/l) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
18/01/95	1
25/01/95	1
09/02/95	1
16/02/95	1
23/02/95	1
06/03/95	1
16/03/95	1.1
23/03/95	1
07/04/95	1.2
20/04/95	1
28/04/95	1
01/06/95	1
08/11/95	2
05/12/95	2
05/01/96	1
01/03/96	1
01/04/96	1
03/05/96	0.5
03/06/96	1
14/06/96	4.4
27/06/96	1.6
01/07/96	0.5
01/08/96	1
03/09/96	1
02/10/96	0.1
05/11/96	0.1
02/12/96	0.1

Tabella 24. - Andamento del Nichel (mg/l) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
18/01/95	0.5
25/01/95	0.5
09/02/95	0.5
16/02/95	0.5
23/02/95	0.5
06/03/95	0.5
16/03/95	0.5
23/03/95	0.5
07/04/95	0.5
20/04/95	0.5
28/04/95	0.5
01/06/95	0.5
08/11/95	2
05/12/95	1
05/01/96	0.5
01/03/96	0.5
01/04/96	0.5
03/05/96	1
03/06/96	0.5
14/06/96	4
27/06/96	0.5
01/07/96	0.5
01/08/96	0.5
03/09/96	0.5
02/10/96	0.1
05/11/96	0.1
02/12/96	0.1

Tabella 25. - Andamento del Rame (mg/l) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
18/01/95	0.1
25/01/95	0.1
09/02/95	0.1
16/02/95	0.1
23/02/95	0.1
06/03/95	0.1
16/03/95	0.1
23/03/95	0.1
07/04/95	0.2
20/04/95	0.2
28/04/95	0.15
01/06/95	0.3
08/11/95	0.2
05/12/95	0.5
05/01/96	0.1
01/03/96	0.1
01/04/96	0.1
03/05/96	0.1
03/06/96	0.4
14/06/96	0.1
27/06/96	0.8
01/07/96	0.2
01/08/96	0.6
03/09/96	0.5
02/10/96	0.4
05/11/96	0.2
02/12/96	0.3

Tabella 26. - Andamento del Tetraclorometano ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
14/06/96	4
27/06/96	6
01/07/96	1
01/08/96	1
02/10/96	5
05/11/96	5
02/12/96	5

Tabella 27. - Andamento del Tricloroetilene ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
14/06/96	15
27/06/96	20
01/07/96	1
01/08/96	5
02/10/96	5
05/11/96	5
02/12/96	5

Tabella 28. - Andamento del Tetracloroetilene ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
14/06/96	30
27/06/96	45
01/07/96	5
01/08/96	10
02/10/96	5
05/11/96	5
02/12/96	5

Tabella 29. - Andamento del 1,1,1-Tricloroetano ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
14/06/96	1
27/06/96	1
01/07/96	1
01/08/96	1
02/10/96	5
05/11/96	5
02/12/96	5

Tabella 30. - Andamento del Cloroformio ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
18/01/95	30
25/01/95	35
16/02/95	25
23/02/95	25
06/03/95	20
16/03/95	10
23/03/95	12
07/04/95	7.8
20/04/95	2.8
28/04/95	8
01/06/95	4
05/01/96	2
01/03/96	2
03/06/96	7.5
14/06/96	65
27/06/96	80
01/07/96	1
01/08/96	8
02/10/96	5
05/11/96	5
02/12/96	5

Tabella 31. - Andamento del Bromoformio ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
14/06/96	1
27/06/96	1
01/07/96	1
01/08/96	1
02/10/96	5
05/11/96	5
02/12/96	5

Tabella 32. - Andamento degli Idrocarburi disciolti/oli minerali (mg/l) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
01/03/96	2
03/05/96	1
03/06/96	4.8
14/06/96	1032
27/06/96	830
01/07/96	4.3
01/08/96	15.5
03/09/96	1
02/10/96	1
05/11/96	1
02/12/96	1

Tabella 33. - Andamento dei Coliformi totali (UFC/100 ml) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
18/01/95	50000
19/01/95	45000
25/01/95	70000
09/02/95	250000
16/02/95	300000
23/02/95	40000
16/03/95	200000
23/03/95	180000
07/04/95	20000
01/06/95	1000000
12/07/95	1800000
03/08/95	100000
01/09/95	500000
04/10/95	3300000
03/11/95	5000
05/12/95	120000
01/04/96	1100
03/05/96	200000
03/06/96	1100
01/07/96	20000
02/09/96	1000
02/10/96	40000
05/11/96	4800
02/12/96	16000

Tabella 34. - Andamento dei Coliformi fecali (UFC/100 ml) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
18/01/95	30000
19/01/95	18000
25/01/95	50000
09/02/95	240000
16/02/95	200000
23/02/95	26000
16/03/95	15000
23/03/95	18000
07/04/95	2000
01/06/95	4000
12/07/95	500000
03/08/95	30000
01/09/95	70000
04/10/95	170
03/11/95	2000
05/12/95	45000
01/04/96	70
03/05/96	500
03/06/96	400
01/07/96	5000
02/09/96	1000
02/10/96	25000
05/11/96	80
02/12/96	2000

Tabella 35. - Andamento degli Streptococchi fecali (UFC/100 ml) in campioni di percolato, discarica Ardolino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1
18/01/95	10000
19/01/95	7000
25/01/95	6000
09/02/95	4000
16/02/95	10000
23/02/95	5000
16/03/95	5000
23/03/95	1000
07/04/95	1000
01/06/95	23000
12/07/95	80000
03/08/95	25000
01/09/95	720000
04/10/95	130000
03/11/95	12000
05/12/95	50000
01/04/96	1100
03/05/96	9000
03/06/96	210
01/07/96	2000
02/09/96	1000
02/10/96	4200
05/11/96	370
02/12/96	2000

Tabella 36. - Andamento del Cromo totale (mg/l) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	55680	77760
30/07/96		91680
31/07/96	65800	
20/08/96	40260	62000
29/08/96		106000
18/09/96	80000	
20/09/96		1850
08/04/97	74000	10560
23/04/97		5700
07/05/97		7870
27/05/97	3360	
28/05/97		4750
11/06/97	4220	
12/06/97		3800
25/06/97	2640	4850
15/07/97	2900	4220
08/08/97	3350	5650
10/09/97		5900

Tabella 37. - Andamento del BOD₅ (mg/l O₂) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	31000	44000
30/07/96		52000
31/07/96	37000	
20/08/96	24500	36500
29/08/96		62000
18/09/96	49500	
20/09/96		1150
08/04/97	4100	6000
23/04/97		3100
07/05/97		4710
27/05/97	1700	
28/05/97		2520
11/06/97	1800	
12/06/97		1800
25/06/97	1530	2900
15/07/97	1750	2750
08/08/97	1600	1900
10/09/97		1850

Tabella 38. - Andamento del Cromo (mg/l) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	0.5	0.4
30/07/96		0.6
31/07/96	0.2	
20/08/96	0.8	1
29/08/96		1.7
18/09/96	1.5	
20/09/96		0.2
08/04/97	0.8	2.5
23/04/97		1
07/05/97		0.6
27/05/97	0.3	
28/05/97		0.4
11/06/97	0.5	
12/06/97		0.3
25/06/97	0.3	0.5
15/07/97	0.2	0.4
08/08/97	0.6	0.7
10/09/97		2

Tabella 39. - Andamento del Cadmio (mg/l) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	2	1.8
30/07/96		1.7
31/07/96	1.5	
20/08/96	1	0.8
29/08/96		1.5
18/09/96	1.1	
20/09/96		0.1
08/04/97	0.1	0.1
23/04/97		0.1
07/05/97		0.1
27/05/97	0.1	
28/05/97		0.1
11/06/97	0.1	
12/06/97		0.1
25/06/97	0.1	0.1
15/07/97	0.1	0.2
08/08/97	0.2	0.2
10/09/97		0.2

Tabella 40. - Andamento del Mercurio (µg/l) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	1	1
30/07/96		1
31/07/96	1	
20/08/96	1	10
29/08/96		2
18/09/96	2	
20/09/96		1
08/04/97	1	1
23/04/97		1
07/05/97		1
27/05/97	1	
28/05/97		1
11/06/97	1	
12/06/97		1
25/06/97	1	1
15/07/97	1	1
08/08/97	1	10
10/09/97		10

Tabella 41. - Andamento del Piombo (mg/l) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	6	6.1
30/07/96		4.2
31/07/96	3.8	
20/08/96	2.5	3
29/08/96		4.5
18/09/96	2.4	
20/09/96		0.5
08/04/97	0.3	1
23/04/97		0.6
07/05/97		0.4
27/05/97	0.1	
28/05/97		0.6
11/06/97	0.7	
12/06/97		0.5
25/06/97	0.9	0.4
15/07/97	0.1	0.1
08/08/97	0.6	0.8
10/09/97		0.5

Tabella 42. - Andamento del Nichel (mg/l) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	5	4.3
30/07/96		4
31/07/96	3.7	
20/08/96	4	2
29/08/96		4.8
18/09/96	3.7	
20/09/96		0.5
08/04/97	0.1	0.1
23/04/97		0.2
07/05/97		0.1
27/05/97	0.1	
28/05/97		0.1
11/06/97	0.1	
12/06/97		0.1
25/06/97	0.1	0.1
15/07/97	0.1	0.5
08/08/97	0.2	0.2
10/09/97		0.2

Tabella 43. - Andamento del Rame (mg/l) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	6	6.1
30/07/96		4.2
31/07/96	3.8	
20/08/96	2.5	3
29/08/96		4.5
18/09/96	2.4	
20/09/96		0.5
08/04/97	0.3	1
23/04/97		0.6
07/05/97		0.4
27/05/97	0.1	
28/05/97		0.6
11/06/97	0.7	
12/06/97		0.5
25/06/97	0.9	0.4
15/07/97	0.1	0.1
08/08/97	0.6	0.8
10/09/97		0.5

Tabella 44. - Andamento del Tetraclorometano (µg/l) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	6	6.1
30/07/96		4.2
31/07/96	3.8	
20/08/96	2.5	3
29/08/96		4.5
18/09/96	2.4	
20/09/96		0.5
08/04/97	0.3	1
23/04/97		0.6
07/05/97		0.4
27/05/97	0.1	
28/05/97		0.6
11/06/97	0.7	
12/06/97	0.	5
25/06/97	0.9	0.4
15/07/97	0.1	0.1
08/08/97	0.6	0.8
10/09/97		0.5

Tabella 45. - Andamento del Tricloroetilene ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	20	350
30/07/96		20
31/07/96	16	
20/08/96	10	25
29/08/96		28
18/09/96	15	
08/04/97	57	5
23/04/97		5
07/05/97		8
27/05/97	12	
28/05/97		5
11/06/97	18	
12/06/97		5
25/06/97	5	5
15/07/97	5	5
08/08/97	16	

Tabella 46. - Andamento del Tetracloroetilene ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	45	40
30/07/96		45
31/07/96	20	
20/08/96	35	30
29/08/96		49
18/09/96	31	
20/09/96		5
08/04/97	220	10
23/04/97		7
07/05/97		5
27/05/97	45	
28/05/97		5
11/06/97	50	
12/06/97		8
25/06/97	30	5
15/07/97	10	10
08/08/97	25	11
10/09/97		12

Tabella 47. - Andamento del 1,1,1-Tricloroetano ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	1	1
30/07/96		1
31/07/96	1	
18/09/96	2	
08/04/97	5	5
23/04/97		5
07/05/97		5
27/05/97	5	
28/05/97		5
11/06/97	5	
12/06/97		5
25/06/97	5	5
15/07/97	5	5

Tabella 48. - Andamento del Cloroformio ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	70	75
30/07/96		80
31/07/96	35	
20/08/96	50	60
29/08/96		80
18/09/96	48	
08/04/97	45	16
23/04/97		10
07/05/97		5
27/05/97	25	
28/05/97		8
11/06/97	32	
12/06/97		15
25/06/97	40	10
15/07/97	10	10
08/08/97	30	7
10/09/97		8

Tabella 49. - Andamento del Bromoformio ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	1	1
30/07/96		1
31/07/96	1	
18/09/96	2	
08/04/97	5	5
23/04/97		5
07/05/97		5
27/05/97	5	
28/05/97		5
11/06/97	5	
12/06/97		5
25/06/97	5	9
15/07/97	5	5

Tabella 50. - Andamento degli Idrocarburi disciolti/oli minerali (mg/l) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	960	1160
30/07/96		1220
31/07/96	940	
20/08/96	1	1
29/08/96		2
18/09/96	2	
20/09/96		1
08/04/97	8.2	16.6
23/04/97		5.3
07/05/97		6
27/05/97	4.7	
28/05/97		2
11/06/97	5.7	
12/06/97		7.3
25/06/97	4.8	1.6
15/07/97	8.6	16
08/08/97	4	6
10/09/97		4

Tabella 51. - Andamento del Toluene (mg/l) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	15	15
30/07/96		16
31/07/96	8.5	
23/04/97		0.1
27/05/97	0.1	
11/06/97	0.1	
12/06/97		0.1

Tabella 52. - Andamento del o-m-p-Xileni (mg/l) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
17/07/96	25	13
30/07/96		21
31/07/96	13	
23/04/97		0.1
27/05/97	0.1	
11/06/97	0.1	
12/06/97		0.1

Tabella 53. - Andamento dei Coliformi totali (UFC/100 ml) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2	DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
02/08/94	1500000	50000	30/09/96	5000	
30/08/94	18000	3000000	14/10/96	4000	
15/09/94	4000		28/10/96	20000	
29/09/94	700	25000	11/11/96		3500
17/10/94	800	14000	16/11/96	20000	
21/11/94	27000	5000000	19/12/96		130
14/12/94	1000000	3000000	09/01/97	20800	
27/12/94	1600	2000000	23/01/97	12000	
16/01/95	1200000	5000	04/02/97	30000	3000
31/01/95	3000	160000	20/02/97	500	
15/02/95	8000	20000	06/03/97	73000	
22/03/95	10000	170000	20/03/97	2000000	
28/04/95	0	900000	21/03/97	240000	
11/05/95	900000	600	27/05/97	180000	
01/06/95	0	500000	28/05/97	150000	
06/07/95	2000	600000	06/06/97		1000
30/08/95	300	260000	11/06/97		600000
11/10/95		4000	12/06/97	1200000	
14/12/95	100		25/06/97	36000	
15/01/96	1000000		15/07/97	40000	
16/02/96	2000		29/07/97	33000	
14/03/96	0		06/08/97	1500	
28/03/96	500		08/08/97	4800	
15/04/96	300000		26/08/97	92000	
30/04/96	500000		10/09/97	11000	
20/08/96	200		14/10/97	114600	
29/08/96	6000		29/10/97	3100	
17/09/96	143600		07/11/97	2700	
20/09/96	36000		10/12/97		200

Tabella 54. - Andamento dei Coliformi fecali (UFC/100 ml) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2	DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
02/08/94	800000	7000	30/09/96	4000	
30/08/94	1500	800000	14/10/96	2000	
15/09/94	2000		28/10/96	10000	
29/09/94	400	4000	11/11/96		1800
17/10/94	200	10000	16/11/96	11000	
21/11/94	12000	2000000	19/12/96		30
14/12/94	1000	800000	09/01/97	2200	
27/12/94	600	400000	23/01/97	10000	
16/01/95	500000	1000	04/02/97	10000	1000
31/01/95	1000	150000	20/02/97	100	
15/02/95	6000	10000	06/03/97	1500	
22/03/95	1000	2000	20/03/97	600000	
28/04/95	0	14000	21/03/97	15000	
11/05/95	4000	200	27/05/97	20000	
01/06/95	0	10000	28/05/97	60000	
06/07/95	1000	4000	06/06/97		500
30/08/95	50	16000	11/06/97		360000
11/10/95		3000	12/06/97	360000	
14/12/95	10		25/06/97	9950	
15/01/96	1000000		15/07/97	40	
16/02/96	1000		29/07/97	23000	
14/03/96	0		06/08/97	200	
28/03/96	400		08/08/97	4800	
15/04/96	200000		26/08/97	48000	
30/04/96	200000		10/09/97	430	
20/08/96	200		14/10/97	46040	
29/08/96	2000		29/10/97	1350	
17/09/96	25000		07/11/97	52	
20/09/96	24000		10/12/97		10

Tabella 55. - Andamento degli Streptococchi fecali (UFC/100 ml) in campioni di percolato, discarica Iovino

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2	DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
02/08/94	10000	18000	30/09/96	2000	
30/08/94	800	200000	14/10/96	600	
15/09/94	2000		28/10/96	2000	
29/09/94	500	70000	11/11/96		70
17/10/94	500	14000	16/11/96	280	
21/11/94	200	100000	19/12/96		30
14/12/94	0	400000	09/01/97	1100	
27/12/94	2000	35000	23/01/97	3000	
16/01/95	70000	200	04/02/97	4000	300
31/01/95	1000	30000	20/02/97	60	
15/02/95	10000	20000	06/03/97	4000	
22/03/95	200	30000	20/03/97	200000	
28/04/95	0	40000	21/03/97	5000	
11/05/95	600	50	27/05/97	10000	
01/06/95	0	90000	28/05/97	20000	
06/07/95	2000	150000	06/06/97		100
30/08/95	1000	350000	11/06/97		150000
11/10/95		1000	12/06/97	150000	
14/12/95	8		25/06/97	6300	
15/01/96	1000000		15/07/97	2630	
16/02/96	70000		29/07/97	23000	
14/03/96	0		06/08/97	50	
28/03/96	50		08/08/97	4800	
15/04/96	150000		26/08/97	1530	
30/04/96	0		10/09/97	11000	
20/08/96	200		14/10/97	24230	
29/08/96	2000		29/10/97	1100	
17/09/96	14000		07/11/97	2400	
20/09/96	12000		10/12/97		90

Tabella 56. - Andamento dell'Alluminio (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.49
10/01/94		0.32
25/01/94		0.55
09/02/94		0.75
17/02/94	0.41	
24/02/94		0.66
11/03/94		0.68
26/03/94		0.85
11/04/94		0.91
26/04/94		0.58
10/05/94		0.23
25/05/94		3.23
09/06/94		3.34
23/06/94	0.23	0.69
08/07/94		0.39
15/09/94		0.01
21/10/94	0.01	0.01
23/11/94		0.01
15/02/95	0.01	0.01
21/06/95	0.4	0.5
18/10/95	0.01	0.01
20/02/96	0.01	0.01
20/06/96	0.79	2.84
20/09/96	1.04	
20/10/96		0.5
22/10/96	3.52	
18/02/97	0.54	0.98
27/06/97	0.58	0.47
21/10/97	2.29	3.62

Tabella 57. - Andamento del Vanadio (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
15/09/94		0.01
21/10/94	0.05	0.05
23/11/94		0.01
15/02/95	0.3	0.05
21/06/95	0.2	0.1
18/10/95	0.58	0.09
20/02/96	0.32	0.3
20/09/96	0.3	
20/10/96		0.2
22/10/96	0.3	

Tabella 58. - Andamento dell'Arsenico (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.002
10/01/94		0.002
25/01/94		0.002
09/02/94		0.002
17/02/94	0.002	
24/02/94		0.002
11/03/94		0.002
26/03/94		0.002
11/04/94		0.002
26/04/94		0.002
10/05/94		0.002
25/05/94		0.002
09/06/94		0.002
23/06/94	0.002	0.002
08/07/94		0.002
15/09/94		0.05
21/10/94	0.05	0.05
23/11/94		0.05
15/02/95	0.1	0.08
21/06/95	0.4	0.4
18/10/95	0.01	0.01
20/02/96	0.01	0.01
20/06/96	0.2	0.2
20/09/96	0.3	
20/10/96		0.28
22/10/96	0.32	
18/02/97	0.28	0.4
27/06/97	0.24	0.25
21/10/97	0.5	1.2

Tabella 59. - Andamento del Cadmio (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.01
10/01/94		0.01
25/01/94		0.01
09/02/94		0.01
17/02/94	0.01	
24/02/94		0.01
11/03/94		0.01
26/03/94		0.01
11/04/94		0.01
26/04/94		0.01
10/05/94		0.017
25/05/94		0.01
09/06/94		0.01
23/06/94	0.01	0.01
08/07/94		0.01
15/09/94		0.01
21/10/94	0.01	0.01
23/11/94		0.01
15/02/95	0.001	0.01
21/06/95	0.1	0.1
18/10/95	0.005	0.01
20/02/96	0.02	0.06
20/06/96	0.01	0.01
20/09/96	0.06	
20/10/96		0.008
22/10/96	0.001	
18/02/97	0.003	0.03
27/06/97	0.004	0.07
21/10/97	0.006	0.001

Tabella 60. - Andamento del Cromo (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.42
10/01/94		1.43
25/01/94		1.03
09/02/94		0.68
17/02/94	0.24	
24/02/94		1.02
11/03/94		0.84
26/03/94		0.3
11/04/94		0.15
26/04/94		0.84
10/05/94		0.46
25/05/94		0.05
09/06/94		0.13
23/06/94	0.16	0.14
08/07/94		0.23
15/09/94		0.3
21/10/94	0.5	0.5
23/11/94		0.03
15/02/95	0.2	0.15
21/06/95	0.25	0.3
18/10/95	0.61	0.17
20/02/96	0.66	1.22
20/06/96	0.26	0.8
20/09/96	0.54	
20/10/96		0.32
22/10/96	0.2	
18/02/97	0.27	0.35
27/06/97	1.24	0.78
21/10/97	1.05	0.71

Tabella 61. - Andamento del Ferro (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.97
10/01/94		0.18
25/01/94		1.04
09/02/94		0.64
17/02/94	0.7	
24/02/94		0.68
11/03/94		0.54
26/03/94		1.19
11/04/94		1.59
26/04/94		0.89
10/05/94		1.67
25/05/94		0.63
09/06/94		3.01
23/06/94	1.19	2.17
08/07/94		0.61
15/09/94		3
21/10/94	2.6	3.1
23/11/94		0.5
15/02/95	> 10	> 15
21/06/95	1.5	6.5
18/10/95	5.18	0.52
20/02/96	5.18	21.03
20/06/96	1	5.7
20/09/96	0.42	
20/10/96		5.67
22/10/96	16.97	
18/02/97	6.87	6.66
27/06/97	4.31	2.74
21/10/97	3.39	7.81

Tabella 62. - Andamento del Manganese (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.27
10/01/94		0.02
25/01/94		0.02
09/02/94		0.05
17/02/94	0.81	
24/02/94		0.02
11/03/94		0.02
26/03/94		0.02
11/04/94		0.02
26/04/94		0.1
10/05/94		0.56
25/05/94		0.62
09/06/94		0.02
23/06/94	0.4	0.23
08/07/94		1.57
15/09/94		1
21/10/94	0.4	1.5
23/11/94		0.01
15/02/95	0.3	0.35
21/06/95	0.5	1.1
18/10/95	0.63	1.8
20/02/96	1.13	4.96
20/06/96	0.36	2.32
20/09/96	0.74	
20/10/96		1.04
22/10/96	1.18	
18/02/97	0.38	0.91
27/06/97	0.48	11.84
21/10/97	0.73	3.4

Tabella 63. - Andamento del Nichel (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		1.33
10/01/94		1.65
25/01/94		2.13
09/02/94		1.28
17/02/94	1.93	
24/02/94		2.24
11/03/94		1.83
26/03/94		2.64
11/04/94		2.78
26/04/94		0.49
10/05/94		0.97
25/05/94		0.3
09/06/94		3.35
23/06/94	0.9	1.42
08/07/94		0.53
15/09/94		1
21/10/94	0.5	0.5
23/11/94		0.7
15/02/95	1.5	1.5
21/06/95	1.76	2.5
18/10/95	2.7	0.73
20/02/96	2.89	2.75
20/06/96	0.86	1.75
20/09/96	0.66	
20/10/96		1.77
22/10/96	0.73	
18/02/97	1.72	2.11
27/06/97	2.27	2.74
21/10/97	2.9	2.85

Tabella 64. - Andamento del Cobalto (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
15/09/94		0.05
21/10/94	0.05	0.1
23/11/94		0.02
15/02/95	0.02	0.04
21/06/95		
18/10/95	0.04	0.03
20/02/96	0.05	0.21
20/06/96		
20/09/96	0.03	
20/10/96		0.04
22/10/96	0.02	

Tabella 65. - Andamento del Piombo (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		1.91
10/01/94		9.78
25/01/94		23
09/02/94		17.4
17/02/94	0.07	
24/02/94		7.32
11/03/94		1.24
26/03/94		1.07
11/04/94		0.05
26/04/94		2.53
10/05/94		1.52
25/05/94		10.33
09/06/94		4.12
23/06/94	0.05	0.42
08/07/94		1.08
15/09/94		3
21/10/94	1	4
23/11/94		0.1
15/02/95	0.03	0.8
21/06/95	0.4	4.2
18/10/95	0.37	8
20/02/96	0.24	2.1
20/06/96	0.04	0.77
20/09/96	0.17	
20/10/96		1.58
22/10/96	0.05	
18/02/97	0.17	0.34
27/06/97	0.05	0.96
21/10/97	0.06	0.25

Tabella 66. - Andamento del Rame (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.58
10/01/94		2.2
25/01/94		6.55
09/02/94		4.06
17/02/94	0.05	
24/02/94		3.51
11/03/94		0.52
26/03/94		1.15
11/04/94		0.19
26/04/94		0.82
10/05/94		0.05
25/05/94		0.12
09/06/94		0.78
23/06/94	0.05	0.24
08/07/94		0.05
15/09/94		0.6
21/10/94	0.5	1.6
23/11/94		0.02
15/02/95	0.02	0.04
21/06/95	0.06	0.3
18/10/95	0.19	0.02
20/02/96	0.25	0.55
20/06/96	0.07	1.9
20/09/96	0.08	
20/10/96		0.1
22/10/96	0.03	
18/02/97	0.06	0.55
27/06/97	0.1	0.27
21/10/97	0.09	0.19

Tabella 67. - Andamento del Tellurio ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		5
10/01/94		5
25/01/94		5
09/02/94		5
17/02/94	5	
24/02/94		5
11/03/94		5
26/03/94		5
11/04/94		5
26/04/94		5
10/05/94		5
25/05/94		5
09/06/94		5
23/06/94	5	5
08/07/94		5

Tabella 68. - Andamento dello Stagno (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.5
10/01/94		0.5
25/01/94		0.5
09/02/94		0.5
17/02/94	0.5	
24/02/94		0.5
11/03/94		0.5
26/03/94		0.5
11/04/94		0.5
26/04/94		0.5
10/05/94		0.5
25/05/94		0.5
09/06/94		0.5
23/06/94	0.5	0.05
08/07/94		0.5
15/09/94		0.05
21/10/94	0.05	0.05
23/11/94		0.03
15/02/95	0.01	0.04
21/06/95	0.01	0.01
18/10/95	0.08	0.06
20/02/96	0.05	1.53
20/06/96	0.44	1.97
20/09/96	0.01	
20/10/96		0.1
22/10/96	0.01	
18/02/97	0.06	0.14

Tabella 69. - Andamento dello Zinco (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.21
10/01/94		0.98
25/01/94		0.1
09/02/94		0.13
17/02/94	0.2	
24/02/94		0.17
11/03/94		0.29
26/03/94		0.17
11/04/94		0.24
26/04/94		0.82
10/05/94		0.65
25/05/94		6.31
09/06/94		1.06
23/06/94	0.34	0.85
08/07/94		1.29
15/09/94		0.8
21/10/94	0.5	0.5
23/11/94		0.02
15/02/95	0.05	0.06
21/06/95	3.5	2.2
18/10/95	1.15	0.04
20/02/96	1.07	1.22
20/06/96	0.87	1.6
20/09/96	0.18	
20/10/96		0.4
22/10/96	0.28	
18/02/97	10.52	0.42
27/06/97	0.48	0.59
21/10/97	0.41	0.7

Tabella 70. - Andamento del Selenio (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.005
10/01/94		0.005
25/01/94		0.005
09/02/94		0.005
17/02/94	0.005	
24/02/94		0.005
11/03/94		0.005
26/03/94		0.005
11/04/94		0.005
26/04/94		0.005
10/05/94		0.005
25/05/94		0.005
09/06/94		0.005
23/06/94	0.005	0.005
08/07/94		0.005
15/09/94		0.01
21/10/94	0.05	0.05
23/11/94		0.2
15/02/95	0.01	0.01
18/10/95	0.01	0.01
20/02/96	0.01	0.01
20/09/96	0.44	
20/10/96		0.44
22/10/96	0.18	
18/02/97	0.14	0.46
27/06/97	0.69	1.02
21/10/97	0.73	0.96

Tabella 71. - Andamento dell'Argento (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
15/09/94		0.01
21/10/94	0.01	0.01
23/11/94		0.01
15/02/95	0.01	0.01
18/10/95	0.01	0.01
20/02/96	0.01	0.01
20/09/96	0.01	
20/10/96		0.01
22/10/96	0.01	

Tabella 72. - Andamento del Berillio (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.05
10/01/94		0.05
25/01/94		0.05
09/02/94		0.05
17/02/94	0.05	
24/02/94		0.05
11/03/94		0.05
26/03/94		0.05
11/04/94		0.05
26/04/94		0.05
10/05/94		0.05
25/05/94		0.05
09/06/94		0.05
23/06/94	0.05	0.05
08/07/94		0.05
15/09/94		0.01
21/10/94	0.01	0.01
23/11/94		0.01
15/02/95	0.01	0.01
21/06/95	0.02	0.02
18/10/95	0.43	0.01
20/02/96	0.04	0.04
20/09/96	0.02	
20/10/96		0.01
22/10/96	0.01	

Tabella 73. - Andamento del Boro (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
15/09/94		0.05
21/10/94	0.1	4
23/11/94		0.03
15/02/95	0.15	0.05
21/06/95	10	8
18/10/95	1.2	0.06
20/02/96	0.34	0.61
20/06/96	5.9	13.5
20/09/96	1.76	
20/10/96		2.28
22/10/96	1.82	
18/02/97	1.18	1.44
27/06/97	1.17	2
21/10/97	6.68	13.2

Tabella 75. - Andamento del Bario (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
15/09/94		0.001
21/10/94	0.4	0.2
23/11/94		0.05
15/02/95	1	0.1
21/06/95	0.4	0.1
18/10/95	1.12	0.05
20/02/96	0.95	0.43
20/06/96	0.35	0.36
20/09/96	2.32	
20/10/96		0.2
22/10/96	5.12	
18/02/97	0.74	0.23

Tabella 74. - Andamento dell'Antimonio (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.005
10/01/94		0.005
25/01/94		0.005
09/02/94		0.005
17/02/94	0.005	
24/02/94		0.005
11/03/94		0.005
26/03/94		0.005
11/04/94		0.005
26/04/94		0.005
10/05/94		0.005
25/05/94		0.005
09/06/94		0.005
23/06/94	0.005	0.005
08/07/94		0.005
15/09/94		0.07
21/10/94	0.05	0.05
23/11/94		0.03
15/02/95	0.02	0.15
21/06/95	0.01	0.01
18/10/95	0.03	0.06
20/02/96	0.06	0.42
20/06/96	0.4	0.5
20/09/96	0.02	
20/10/96		0.13
22/10/96	0.01	
18/02/97	0.04	0.11
27/06/97	0.04	0.15
21/10/97	0.06	0.14

Tabella 76. - Andamento del Tallio (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.005
10/01/94		0.005
25/01/94		0.005
09/02/94		0.005
17/02/94	0.005	
24/02/94		0.005
11/03/94		0.005
26/03/94		0.005
11/04/94		0.005
26/04/94		0.005
10/05/94		0.005
25/05/94		0.005
09/06/94		0.005
23/06/94	0.005	0.005
08/07/94		0.005
15/09/94		0.01
21/10/94	0.01	0.01
23/11/94		0.01
15/02/95	0.01	0.01
18/10/95	0.01	0.01
20/02/96	0.01	0.01
20/09/96	0.03	
20/10/96		0.01
22/10/96	0.01	

Tabella 77. - Andamento del Mercurio (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		1
10/01/94		1
25/01/94		1
09/02/94		0.2
17/02/94	2	
24/02/94		0.2
11/03/94		1.2
26/03/94		0.2
11/04/94		0.2
26/04/94		0.2
10/05/94		0.2
25/05/94		0.2
09/06/94		0.2
23/06/94	2	0.2
08/07/94		19
15/09/94		1
23/11/94		1
15/02/95	1	1
21/06/95	1	1
18/10/95	370	1
20/02/96	1	1
20/06/96	30	30
20/09/96	1	
20/10/96		1
22/10/96	1	
18/02/97	1	1
27/06/97	1	90
21/10/97	1	1

Tabella 78. - Andamento del Benzene (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.05
10/01/94		0.05
25/01/94		0.05
09/02/94		0.05
17/02/94	0.05	
24/02/94		0.05
11/03/94		0.05
26/03/94		0.05
11/04/94		0.05
26/04/94		0.05
10/05/94		0.05
25/05/94		0.05
09/06/94		0.05
23/06/94	0.05	0.05
08/07/94		0.05
15/09/94		0.05
21/10/94	0.05	0.05
23/11/94		0.05
15/02/95	0.05	0.05
21/06/95	0.05	0.05
18/10/95	0.08	0.05
20/02/96	0.05	0.05
20/06/96	0.05	0.05
20/09/96	0.05	
20/10/96		0.05
22/10/96	0.05	
18/02/97	0.08	0.05
27/06/97	0.08	0.04
21/10/97	0.06	0.04

Tabella 79. - Andamento del Toluene (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.73
10/01/94		1.57
25/01/94		0.41
09/02/94		1.31
17/02/94	0.51	
24/02/94		0.55
11/03/94		1.01
26/03/94		0.35
11/04/94		0.5
26/04/94		0.53
10/05/94		0.78
25/05/94		0.41
09/06/94		0.2
23/06/94	0.13	0.63
08/07/94		0.1
15/09/94		1.34
21/10/94	0.14	0.48
23/11/94		1.1
15/02/95	0.24	1.07
21/06/95	0.16	1.3
18/10/95	0.11	2.5
20/02/96	0.3	1.6
20/06/96	0.05	0.53
20/09/96	0.86	
20/10/96		0.78
22/10/96	0.33	
18/02/97	0.66	0.57
27/06/97	0.1	2.28
21/10/97	0.1	1.78

Tabella 80. - Andamento dell'o-m-p-Xilene (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.72
10/01/94		1.17
25/01/94		0.33
09/02/94		1.14
17/02/94	0.27	
24/02/94		0.48
11/03/94		0.62
26/03/94		0.23
11/04/94		0.4
26/04/94		0.23
10/05/94		0.38
25/05/94		0.55
09/06/94		0.1
23/06/94	0.08	0.9
08/07/94		0.06
15/09/94		1.9
21/10/94	0.09	0.81
23/11/94		0.75
15/02/95	0.12	0.65
21/06/95	0.1	0.9
18/10/95	0.16	3.6
20/02/96	0.18	2.5
20/06/96	0.05	0.38
20/09/96	0.72	
20/10/96		0.24
22/10/96	0.12	
18/02/97	0.26	0.2
27/06/97	0.09	0.95
21/10/97	0.04	0.8

Tabella 81. - Andamento dello Stirene (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.05
10/01/94		0.11
25/01/94		0.05
09/02/94		0.09
17/02/94	0.05	
24/02/94		0.05
11/03/94		0.18
26/03/94		0.05
11/04/94		0.05
26/04/94		0.05
10/05/94		0.05
25/05/94		0.53
09/06/94		0.05
23/06/94	0.05	0.05
08/07/94		0.05
15/09/94		0.11
21/10/94	0.05	0.08
23/11/94		0.07
15/02/95	0.05	0.08
21/06/95	0.05	0.05
18/10/95	0.05	0.05
20/02/96	0.05	0.5
20/06/96	0.05	0.07
20/09/96	0.05	
20/10/96		0.05
22/10/96	0.05	
18/02/97		0.03
27/06/97	0.04	0.04
21/10/97	0.04	0.04

Tabella 82. - Andamento del Nitrobenzene (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.05
10/01/94		0.05
25/01/94		0.05
09/02/94		0.05
17/02/94	0.05	
24/02/94		0.05
11/03/94		0.05
26/03/94		0.05
11/04/94		0.05
26/04/94		0.05
10/05/94		0.05
25/05/94		0.05
09/06/94		0.05
23/06/94	0.05	0.05
08/07/94		0.05
15/09/94		0.05
21/10/94	0.05	0.05
23/11/94		0.05
15/02/95	0.05	0.05
21/06/95	0.05	0.05
18/10/95	0.05	0.05
20/02/96	0.05	0.05
20/06/96	0.05	0.05
20/09/96	0.05	
20/10/96		0.05
22/10/96	0.05	
18/02/97		
27/06/97	0.04	0.04
21/10/97	0.04	0.04

Tabella 84. - Andamento del Metilene Cloruro ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
21/10/94		1
27/06/97	200	200
21/10/97	200	200

Tabella 83. - Andamento dell'Etilbenzene (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.18
10/01/94		0.3
25/01/94		0.07
09/02/94		0.29
17/02/94	0.06	
24/02/94		0.11
11/03/94		0.12
26/03/94		0.05
11/04/94		0.05
26/04/94		0.05
10/05/94		0.05
25/05/94		0.12
09/06/94		0.05
23/06/94	0.05	0.23
08/07/94		0.05

Tabella 85. - Andamento del Triclorometano (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		7.5
10/01/94		19.1
25/01/94		10
09/02/94		116
17/02/94	13	
24/02/94		15
11/03/94		17.2
26/03/94		10
11/04/94		38
26/04/94		10
10/05/94		10.6
25/05/94		10
09/06/94		11.4
23/06/94	10	10
08/07/94		30.4
15/09/94		10
21/10/94	10	10
23/11/94		10
15/02/95	10	10
21/06/95	20	10
18/10/95	10	10
20/02/96	10	10
20/06/96	10	10
20/09/96	10	
20/10/96		10
22/10/96	10	
18/02/97	10	10
27/06/97	200	200
21/10/97	200	200

Tabella 86. - Andamento del Tetracloroetilene ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		28.2
10/01/94		209
25/01/94		11
09/02/94		103
17/02/94	12	
24/02/94		35
11/03/94		21.5
26/03/94		21
11/04/94		13.2
26/04/94		31
10/05/94		50
25/05/94		207
09/06/94		52
23/06/94	10	16.1
08/07/94		15.1
15/09/94		44
21/10/94	10	79.6
23/11/94		10
15/02/95	10	33
21/06/95	10	35
18/10/95	39	64
20/02/96	10	310
20/06/96	10	60
20/09/96	10	
20/10/96		70
22/10/96	10	
18/02/97	10	110
27/06/97	200	200
21/10/97	200	200

Tabella 87. - Andamento del Tricloroetilene ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		19.2
10/01/94		255
25/01/94		44
09/02/94		112
17/02/94	39	
24/02/94		110
11/03/94		51.3
26/03/94		14
11/04/94		46
26/04/94		38
10/05/94		87.2
25/05/94		90.6
09/06/94		20
23/06/94	10	43.9
08/07/94		88.6
15/09/94		56
21/10/94	10	39
23/11/94		52
15/02/95	10	49
21/06/95	10	11
18/10/95	10	10
20/02/96	20	20
20/06/96	10	330
20/09/96	70	
20/10/96		280
22/10/96	20	
18/02/97	40	330
27/06/97	200	600
21/10/97	200	620

Tabella 88. - Andamento del Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		4
10/01/94		1.7
25/01/94		10
09/02/94		10
17/02/94	10	
24/02/94		10
11/03/94		1
26/03/94		10
11/04/94		10
26/04/94		10
10/05/94		10
25/05/94		10
09/06/94		10
23/06/94	10	10
08/07/94		10
15/09/94		10
21/10/94		
23/11/94		
15/02/95	10	10
21/06/95	30	10
18/10/95	10	10
20/02/96	10	10
20/06/96	10	10
20/09/96	10	
20/10/96		10
22/10/96	10	
27/06/97	200	
21/10/97	200	

Tabella 89. - Andamento del 1,1,1-Tricloroetano ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		15.2
10/01/94		83
25/01/94		27
09/02/94		246
17/02/94	10	
24/02/94		137
11/03/94		35
26/03/94		40
11/04/94		30.5
26/04/94		10
10/05/94		34.6
25/05/94		77.9
09/06/94		11.7
23/06/94	10	17.7
08/07/94		9.35
15/09/94		10
21/10/94	10	10
23/11/94		43
15/02/95	10	10
21/06/95	10	24
18/10/95	10	10
20/02/96		70
20/06/96	10	10
20/09/96	10	
20/10/96		30
22/10/96	10	
18/02/97	10	10
27/06/97	200	200
21/10/97	200	200

Tabella 90. - Andamento del 1,2-Dicloropropano ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		1
10/01/94		1
25/01/94		10
09/02/94		330
17/02/94	74	
24/02/94		119
11/03/94		204
26/03/94		116
11/04/94		70
26/04/94		140
10/05/94		160
25/05/94		143
09/06/94		100
23/06/94	10	122
08/07/94		26
15/09/94		103
23/11/94		91
15/02/95		86
21/06/95	10	120
18/10/95	10	112
20/02/96	20	10
20/06/96	10	390
20/09/96	50	
20/10/96		500
18/02/97	70	410
27/06/97	50	860
21/10/97	50	100

Tabella 91. - Andamento del Pentacloroetano ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
21/10/94	10	10
23/11/94		10
15/02/95	10	10
21/06/95	10	10
18/10/95	10	10
20/02/96	10	10
20/06/96	10	10
20/09/96	10	
20/10/96		10
22/10/96	10	
18/02/97	10	10
27/06/97	200	200
21/10/97	200	200

Tabella 92. - Andamento dell'Esacloroetano ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
21/10/94	10	10
23/11/94		10
15/02/95		10
21/06/95	10	10
18/10/95	10	10
20/02/96	10	10
20/06/96	10	10
20/09/96	10	
20/10/96		10
22/10/96	10	
18/02/97	10	10
27/06/97	200	200
21/10/97	200	200

Tabella 93. - Andamento dell'Esacloro,1,3-butadiene ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
21/10/94	10	10
23/11/94		10
15/02/95		
21/06/95	10	10
18/10/95	10	10
20/02/96		
20/06/96	10	10
20/09/96	10	
20/10/96		10
22/10/96	10	
18/02/97	10	10
27/06/97	200	200
21/10/97	200	200

Tabella 94. - Andamento del 1,1,2,2-Tetracloroetano ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
21/10/94	10	10
23/11/94		10
15/02/95	10	10
21/06/95	10	10
18/10/95	10	10
20/02/96	10	10
20/06/96	10	10
20/09/96	10	
20/10/96		10
22/10/96	10	
18/02/97	10	10
27/06/97	200	200
21/10/97	200	200

Tabella 95. - Andamento del Dibromoclorometano ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
23/11/94		10
15/02/95	10	10
20/06/96	10	10
20/09/96	10	
20/10/96		10
22/10/96	10	

Tabella 96. - Andamento del Bromodichlorometano ($\mu\text{g/l}$) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
23/11/94		10
15/02/95	10	10
20/06/96	10	10
20/09/96	10	
20/10/96		10
22/10/96	10	

Tabella 97. - Andamento del COD (mg/l O₂) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		13900
10/01/94		9640
25/01/94		15200
09/02/94		15100
17/02/94	16122	
24/02/94		20480
11/03/94		19220
26/03/94		24200
11/04/94		11800
26/04/94		4526
10/05/94		8170
25/05/94		2560
09/06/94		27420
23/06/94	10682	12050
08/07/94		5806
15/09/94		8880
21/10/94	5490	3684
23/11/94		19140
15/02/95	10440	12840
21/06/95	13860	23910
18/10/95	15000	50000
20/02/96	16000	38100
20/06/96	7710	21900
20/09/96	10850	
20/10/96		25000
22/10/96	11180	
18/02/97	17360	40650
27/06/97	54300	45100
21/10/97	75000	97500

Tabella 98. - Andamento del Cromo VI (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.01
10/01/94		0.01
25/01/94		0.01
09/02/94		0.01
17/02/94	0.01	
24/02/94		0.01
11/03/94		0.01
26/03/94		0.01
11/04/94		0.01
26/04/94		0.01
10/05/94		0.01
25/05/94		0.01
09/06/94		0.01
23/06/94	0.01	0.01
08/07/94		0.01

Tabella 99. - Andamento dei Cianuri liberi (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		0.01
10/01/94		0.01
25/01/94		0.02
09/02/94		0.02
17/02/94	0.02	
24/02/94		0.02
11/03/94		0.02
26/03/94		0.02
11/04/94		0.02
26/04/94		0.02
10/05/94		0.02
25/05/94		0.02
09/06/94		0.02
23/06/94	0.02	0.02
08/07/94		0.02
15/09/94		6.6
21/10/94	22.7	24.6
23/11/94		0.01
15/02/95	0.01	0.01
21/06/95	0.01	0.01
18/10/95	0.01	0.01
20/02/96	0.07	0.75
20/06/96	0.1	0.75
20/09/96	0.02	
20/10/96		0.01
22/10/96	0.01	
18/02/97	1	1
27/06/97	1	1
21/10/97	1	1

Tabella 100. - Andamento dell'Ammoniaca (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		82.5
10/01/94		30.8
25/01/94		31.3
09/02/94		14.7
17/02/94	285	
24/02/94		5.8
11/03/94		4.3
26/03/94		21
11/04/94		17.6
26/04/94		9.8
10/05/94		60
25/05/94		6
09/06/94		79.1
23/06/94	379	72.5
08/07/94		122
15/09/94		210.7
21/10/94	492	68
23/11/94		198
15/02/95	746	331
21/06/95	586	486
18/10/95	738	630
20/02/96	725	463
20/06/96	469	542
20/09/96	895	
20/10/96		503
22/10/96	801	
18/02/97	781	677
27/06/97	802	617
21/10/97	832	582

Tabella 101. - Andamento dei Nitriti (NO₂)(mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		39
10/01/94		10
25/01/94		18.1
09/02/94		14.7
17/02/94	0.025	
24/02/94		14
11/03/94		30.9
26/03/94		13.2
11/04/94		13.2
26/04/94		0.99
10/05/94		0.42
25/05/94		0.89
09/06/94		20.1
23/06/94	0.025	0.89
08/07/94		0.025
15/09/94		4.5
21/10/94	0.1	0.1
23/11/94		36.5
15/02/95	13.2	16.2
21/06/95	7.2	89
18/10/95	0.1	0.1
20/02/96	0.1	7.6
20/06/96	0.1	8
20/09/96	0.1	
20/10/96		0.1
22/10/96	0.1	
18/02/97	0.1	20
27/06/97	0.1	0.1
21/10/97	0.1	0.1

Tabella 102. - Andamento dei Nitrati (NO₃)(mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
25/12/93		86
10/01/94		38.9
25/01/94		333
09/02/94		112
17/02/94	1	
24/02/94		58
11/03/94		59.8
26/03/94		106
11/04/94		84.4
26/04/94		12
10/05/94		20.9
25/05/94		3.7
09/06/94		129
23/06/94	21.5	32.3
08/07/94		23.5
15/09/94		4.9
21/10/94	0.9	0.9
23/11/94		55.8
15/02/95	8	42.1
21/06/95	4.9	65.6
18/10/95	0.9	0.9
20/02/96	0.9	26.6
20/06/96	0.9	15.1
20/09/96	0.9	
20/10/96		0.9
22/10/96	0.9	
18/02/97	0.9	50
27/06/97	0.9	0.9
21/10/97	0.9	0.9

Tabella 103. - Andamento delle Sostanze oleose totali (mg/l) in campioni di percolato, discarica Barricalla

DATA PRELIEVO	LOTTO 1	LOTTO 2
18/10/95		3504
20/02/96		1991
20/06/96		31.2
20/10/96		74
18/02/97		42
27/06/97	13996	3567
21/10/97	26408	1268

BIBLIOGRAFIA

- [1] SANNA, M., FLOCCIA, M. La discarica dei rifiuti. Edizione delle Autonomie, 1986.
- [2] ITALIA. 1984. Delibera Interministeriale 27/7/84: Disposizioni per la prima applicazione dell'art. 4 del DPR 10/9/1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti. G.U. (Suppl. ord.) n. 253 del 13/9/84, serie generale.
- [3] ITALIA. 1988. D.P.R. del 24/5/88 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. G.U. (Suppl. ord.) n. 152 del 30/6/88, serie generale.
- [4] MEHRA, M.C., MOLLET, V.M. Leaching of Chemical Contaminants from Municipal Landfill Site.- Bull. Environ. Contam. Toxicol. 1987, 38: 775-782.
- [5] CELICO, F., CELICO P. Sui criteri di scelta delle risorse idriche integrative, sostitutive e di emergenza, in Campania. Atti del "II Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee: metodologia, tecnologia ed obiettivi". 1995.
- [6] CELICO P. Idrogeologia dei massicci carbonati delle piane 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] CIVITA, M., GIULIANO, G., ZAVATTI, A. Protezione degli acquiferi ed azioni di risanamento. Alcune esperienze italiane. Mem. Soc. Geol. It. 1987, 37: 311-331.
- [8] SOLDI, G.L., BUSSI, C., BERTELLO, A., PAVONE, F.: Ist. Int. Conf., The impact of industry on groundwater resources. Groundwater monitoring at municipal and industrial waste disposal facilities in Turin area (Italy): results and problems, Come, May 1996, 573-583.