

INDICE

INTRODUZIONE

pag 3

CAPITOLO 1

Riferimenti Normativi

1.1 Il Decreto Ronchi	pag 5
1.2 DLGS 13 Gennaio 2003 n. 36	pag 8
1.3 UNI 10802	pag 11
1.4 DM 3 Agosto 2005	pag 12
1.5 DM 5 Febbraio 1998	pag 21
1.6 DLGS n.152 1999	pag 23
1.7 DM n. 471 1999	pag 46

CAPITOLO 2

I Metalli Pesanti	pag 60
--------------------------	---------------

CAPITOLO 3

Test di Cessione	pag 69
-------------------------	---------------

CAPITOLO 4

Metodo di analisi dei metalli pesanti nelle acque	pag 70
----------------------------------------------------------	---------------

CAPITOLO 5

Metodo di analisi dei metalli pesanti nei terreni	pag 75
----------------------------------------------------------	---------------

CAPITOLO 6

Risultati

6.1 Test di cessione 24 ore	pag 77
6.2 Test di cessione 16 giorni	pag 78
6.3 Metalli pesanti nelle acque	pag 79
6.4 Metalli pesanti nei terreni	pag 79

CONCLUSIONI

pag 81

BIBLIOGRAFIA

pag 83

INTRODUZIONE

Nell'introdurre il resoconto dell'attività svolta durante il periodo di stage presso il L.A.V. di Rimini è doverosa una descrizione dell'attività svolta dall'ente ospitante. L'ente in oggetto è un laboratorio analisi chimiche e microbiologiche e centro di consulenza per l'industria e l'ambiente, che supporta le aziende sia nell'ambito dei servizi di laboratorio, sia nel campo della consulenza tecnica e legislativa. Ogni loro attività si è evoluta fino a comprendere nella gestione le problematiche dell'igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro, dell'ambiente e igiene degli alimenti. Ingegneri e tecnici qualificati, con la massima professionalità e discrezione, agiscono in molteplici e diversificate aree, garantendo affidabilità e alti standard qualitativi. Ogni servizio è caratterizzato dalla qualità, offerta da un lavoro d'equipe, in continuo aggiornamento e ricerca, e da forti investimenti in attrezzature sempre all'avanguardia. La società è inoltre accreditata dal SINAL (Sistema Nazionale per l'Accreditamento di Laboratori) per l'esecuzione delle prove rilasciate insieme al certificato di accreditamento e che riportano il numero di accreditamento citato. Le schede possono subire variazioni nel tempo. L'accreditamento comporta la verifica della competenza tecnica del laboratorio relativamente alle prove accreditate e del suo Sistema Qualità, in conformità alle prescrizioni della norma UNI CEI EN ISO / IEC 17025. Il laboratorio accreditato opera anche in conformità alla norma UNI EN ISO 9001 / 9002:1994 con scopo e campo di applicazione riferiti ai servizi di prova oggetto dell'accreditamento. L'accreditamento resta in vigore fino a **novembre 2006** come previsto dalla convenzione stipulata tra il SINAL ed il laboratorio in oggetto. Ha ottenuto inoltre la certificazione dal CERTIQUALITY che ha rilevato la conformità del sistema di qualità della società stessa alla norma UNI EN ISO 9001:2000 per le seguenti attività: Analisi chimiche e microbiologiche, Progettazione ed erogazione di servizi di consulenza nei settori: qualità, igiene degli alimenti, sicurezza degli ambienti abitativi e di lavoro, prevenzione incendi, formazione.

L'aspetto che è stato preso in considerazione riguarda l'analisi chimica dei rifiuti solidi, dei terreni provenienti da siti contaminati, delle acque reflue e di falda e di spurgo, adottata per determinare la concentrazione di inquinanti presenti necessaria per determinarne un più appropriato e corretto destino finale: recupero dopo trattamento o smaltimento.

Nel determinare le concentrazioni di inquinanti presenti nei campioni solidi e liquidi da analizzare , si tiene conto innanzitutto del nuovo Decreto Legislativo del 3 Agosto 2005, che definisce i criteri e le procedure di ammissibilità dei rifiuti in discariche, in conformità a quanto stabilito dal Decreto

Legislativo del 13 Gennaio 2003 n. 36. Il neo Decreto Legislativo del 3 Agosto 2005 sostituisce il precedente Decreto del 13 Marzo 2003 inerente sempre l'ammissibilità dei rifiuti in discarica.

Con il presente decreto vengono messe in luce le tipologie di rifiuti per i quali è consentito lo smaltimento in discarica senza preventiva caratterizzazione chimica e i limiti di concentrazione accettabili delle sostanze dannose componenti un rifiuto: Metalli, Cloruri, Fluoruri, Solfati, Fenolo, Cianuro, DOC, TDS, BTEX, Diossine, Dibenzofurani.

Lo scopo di questa esperienza è di mettere in evidenza le tecniche di analisi dei rifiuti solidi, le acque di falda e di scarico, terreni provenienti da siti contaminati, utili per rilevare la concentrazione degli inquinanti sopraelencati, nella varie famiglie di campioni e dopo aver ottenuto i risultati assicurare alle aziende mittenti dei campioni un supporto di matrice legislativa, tecnica e tecnologica per un efficace destinazione finale secondo i principi stabiliti dal Decreto Ronchi 22\97.

CAPITOLO 1

RIFERIMENTI NORMATIVI

1.1 Il Decreto Ronchi

L'attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/68/91 CEE sui rifiuti pericolosi e 94/162/CEE sugli imballaggi e rifiuti di imballaggi si è concretizzata in Italia con il decreto legislativo n. 22/97 del 05.02.1997, noto come “Decreto Ronchi”. Si tratta di una vera e propria legge – quadro sui rifiuti che per la sua completa attuazione prevede l’emanazione di ben 71 decreti attuativi.

L’adozione delle tre direttive è avvenuta oltre il termine “ultimo”, con un ritardo minimo di otto mesi circa per la direttiva sugli imballaggi ed un ritardo massimo di quasi quattro anni per la direttiva sui rifiuti.

-direttiva 91/156/CEE: <01.04.1993,

-direttiva 91/689/CEE: <27.06.1995,

-direttiva 94/162/CEE: <30.06.1996.

Il testo vigente del Decreto Ronchi è strutturato in cinque TITOLI e nove allegati

TITOLI

TITOLO I: *gestione dei rifiuti*;

TITOLO II: *gestione imballaggi*;

TITOLO III: *gestione particolari categorie di rifiuti*;

TITOLO IV: *Tariffa RSU*;

TITOLO V: *sanzioni e disposizioni transitorie e finali*.

ALLEGATI.

ALLEGATO A: *categorie rifiuti e CER*;

ALLEGATO B: *operazioni di smaltimento*;

ALLEGATO C: *operazioni di recupero*;

ALLEGATO D: *elenco rifiuti pericolosi*;

ALLEGATO E: *obiettivi di recupero e riciclaggio*;

Il Decreto Ronchi disciplina la gestione dei rifiuti, dei rifiuti pericolosi, degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggi, che devono essere recuperati o smaltiti senza pericolo per la salute umana e senza usare procedimenti o metodi che potrebbero recare pregiudizio all’ambiente (articolo 2, comma 1). Il Decreto Ronchi recepisce in pieno la definizione di rifiuto della direttiva 91/156/CEE. Le difficoltà nel

comprendere la legislazione italiana in materia di rifiuti sono accresciute però dalle numerose nozioni che la legge italiana ha inventato per definire e classificare i rifiuti.

Mentre a livello europeo esiste la semplice suddivisione in rifiuti pericolosi e rifiuti non pericolosi, il legislatore nazionale ha prodotto le seguenti nozioni di rifiuto:

1. residuo,
2. rifiuti che hanno un valore commerciale,
3. rifiuti speciali,
4. materie prime secondarie,
5. combustibile da rifiuti.

La gestione integrata dei rifiuti si attua attraverso le attività di:

- prevenzione della produzione (articolo 3);
- recupero dei rifiuti (articolo 4);
- smaltimento (articolo 5).

Alla prevenzione e riduzione della produzione dei rifiuti deve essere data la massima priorità (articolo 3). Allo scopo il legislatore indica l'adozione di diversi strumenti tra i quali si segnalano per l'apporto di novità:

- la promozione di strumenti economici, eco- bilanci, sistemi di eco-audit (ISO 14001 e/o Regolamento EMAS), analisi del ciclo di vita dei prodotti (procedura di Life Cycle Assesment), l'adozione del sistema di etichettatura ecologica (Ecolabel);
- informazioni alle imprese per stimolare l'innovazione e la diffusione delle tecnologie pulite, in particolare quelle che limitano l'utilizzo delle risorse naturali;
- informazione al pubblico per orientare i comportamenti del consumatore;
- accordi negoziali tra la pubblica Amministrazione e gli operatori economici per fissare gli obiettivi, azioni e relativi tempi di attuazione finalizzati ad una migliore gestione dei rifiuti.

Il produttore oltre a ridurre la quantità deve limitare la pericolosità dei rifiuti, secondo il principio della responsabilità estesa (REP) proposto dalla strategia comunitaria di gestione dei rifiuti.

Il contenimento dell'attività di smaltimento finale deve essere realizzato attraverso (articolo 4):

- il reimpiego ed il riciclaggio;
- le altre forme di recupero per ottenere materia dai rifiuti;
- l'adozione di misure economiche e la determinazione di condizioni di appalto che prevedono l'impiego dei materiali recuperati dai rifiuti al fine di favorire il mercato dei materiali medesimi;

- l'utilizzazione principale dei rifiuti come combustibile o come altro mezzo per produrre energia. Il riutilizzo, il riciclaggio e il recupero di materia prima vengono considerate in maniera preferenziale rispetto alle altre possibili forme di recupero.

Lo smaltimento costituisce finalmente solo la fase residuale della gestione dei rifiuti (articolo 5). Il Decreto Ronchi sancisce inoltre che la gestione dei Rifiuti Solidi Urbani deve essere condotta secondo criteri di efficienza e di economicità da raggiungere attraverso:

- l'autosufficienza della gestione dei rifiuti non pericolosi;
- lo smaltimento dei rifiuti speciali in luoghi prossimi a quelli di produzione al fine di favorire la riduzione della loro movimentazione;
- il raggiungimento, per la raccolta differenziata, di una percentuale in peso sui rifiuti urbani, di almeno:
 1. il 25% entro il 02.03.2001,
 2. il 35% entro il 02.03.2003.

A partire dal 1° Gennaio 1999 (articolo 5), la realizzazione e la gestione di impianti di incenerimento può avvenire solo se accompagnata da un adeguato livello di recupero energetico (conversione di una quota minima del potere calorifico del rifiuto) (comma 4); non è più consentito smaltire i rifiuti urbani non pericolosi in Regioni diverse da quelle dove gli stessi sono prodotti, anche se il decreto prevede delle eccezioni motivate (comma 5).

Inoltre, dal 16.07.2001 è consentito smaltire in discarica solo i rifiuti inerti, i rifiuti individuati da specifiche norme tecniche ed i rifiuti che residuano dalle operazioni di riciclaggio, di recupero e di smaltimento di cui ai punti D8, D9, D10 e D11, di cui all'allegato B del decreto (comma 6, modificato dal DL 500/99).

Il Decreto Ronchi per concludere ha rivoluzionato il sistema di conferimento dei rifiuti eliminando l'abitudine del “ tutto in discarica”, permettendo di conferire nelle stessa solo la frazione di rifiuto non recuperabile.

1.2 DLGS 13 Gennaio 2003 n. 36

L'attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche dei rifiuti si è concretizzata in Italia con il decreto legislativo del 13 Gennaio 2003 n. 36.

Il presente decreto legislativo al fine di conseguire le finalità riportate nell'articolo 2 del Decreto Ronchi stabilisce, come riportato nell'articolo 1, i requisiti operativi e tecnici per i rifiuti e le discariche, misure, procedure e orientamenti tesi a prevenire o a ridurre il più possibile le ripercussioni negative sull'ambiente, in particolare l'inquinamento delle acque superficiali, delle acque sotterranee, del suolo, dell'atmosfera e sull'ambiente globale, compreso l'effetto serra, nonché i rischi per la salute umana risultanti dalle discariche di rifiuti, durante l'intero ciclo di vita della discarica.

Il presente decreto si compone di 17 articoli e due allegati. Nella prima parte vengono dapprima definiti i capisaldi dell'attività di discariche: Definizioni fondamentali (art.2), Ambiti di applicazione (art.3), Classificazione delle discariche (art.4), Obiettivi di riduzione del conferimento di rifiuti in discariche (art.5), Rifiuti non ammessi in discarica (art.6), Rifiuti ammessi in discarica (art.7), Domanda di autorizzazione (art.8), Condizioni per il rilascio dell'autorizzazione delle discariche (art.9), Contenuto dell'autorizzazione (art.10), Procedure di ammissione (art.11), Procedure di chiusura (art.12), Gestione operativa e post operativa (art.13), Garanzie finanziarie (art.14), Costi dello smaltimento dei rifiuti nelle discariche (art.15), Sanzioni (art.16), Disposizioni transitorie e finali (art.17).

Le discariche vengono classificate in tre categorie:

- a) discarica per rifiuti inerti;
- b) discarica per rifiuti non pericolosi;
- c) discarica per rifiuti pericolosi.

Il presente decreto non si applica: alle operazioni di spandimento sul suolo di fanghi, compresi i fanghi di depurazione delle acque reflue domestiche ed i fanghi risultanti dalle operazioni di dragaggio e di materie analoghe a fini fertilizzanti o ammendanti;

all'impiego di rifiuti inerti idonei in lavori di accrescimento o ricostruzione e riempimento o a fini di costruzione nelle discariche; al deposito di fanghi di dragaggio non pericolosi presso corsi d'acqua minori da cui sono stati dragati e al deposito di fanghi non pericolosi nelle acque superficiali, compreso il letto e il sottosuolo corrispondente;

al deposito di terra non inquinata ai sensi del decreto del ministro dell'ambiente 25 Ottobre 1999 n.471, o di rifiuti inerti non pericolosi derivanti dalla prosperazione ed estrazione, dal trattamento e dallo stoccaggio di minerali, nonché dall'esercizio di cave.

Entro un anno dalla data di entrata in vigore del presente decreto, ciascuna regione elabora ed approva un apposito programma per la riduzione dei rifiuti biodegradabili da collocare in discarica ad integrazione del piano regionale di gestione dei rifiuti di cui all'articolo 22 del Decreto Ronchi, allo scopo di raggiungere a livello di Ambito Territoriale Ottimale o se questo non sia stato istituito, a livello provinciale i seguenti obiettivi:

- a) entro cinque anni dalla data di entra in vigore del presente decreto, i rifiuti urbani biodegradabili devono essere inferiori a 173 kg/anno per abitante;
- b) entro otto anni dalla data di entrata in vigore del presente decreto, i rifiuti urbani biodegradabili devono essere inferiori a 115 kg/anno per abitante;
- c) i rifiuti urbani biodegradabili devono essere inferiori a 81 kg/anno entro quindici anni dalla data di entrata in vigore del presente decreto.

Il programma prevede il trattamento dei rifiuti e in particolare il riciclaggio, il trattamento aerobico o anaerobico, il recupero di materiali o energia.

I rifiuti in base al presente decreto possono essere ammessi in discarica solo dopo trattamento e tale disposizione non si applica:

- a) ai rifiuti inerti il cui trattamento non sia tecnicamente fattibile;
- b) ai rifiuti il cui trattamento non contribuisce al raggiungimento delle finalità di cui all'articolo 1, riducendo la quantità dei rifiuti o i rischi per la salute umana e l'ambiente e non risulta indispensabile ai fini del rispetto dei limiti fissati dalla normativa vigente.

Nelle discariche per rifiuti inerti possono essere ammessi esclusivamente i rifiuti inerti che soddisfano i criteri della normativa vigente.

Nelle discariche per rifiuti non pericolosi possono essere ammessi i seguenti rifiuti:

- a) rifiuti urbani;
- b) rifiuti non pericolosi di qualsiasi altra origine che soddisfano i criteri di ammissione dei rifiuti previsti dalla normativa vigente;
- c) rifiuti pericolosi stabili e non reattivi che soddisfano i criteri di ammissione previsti dal presente decreto.

Nelle discariche per rifiuti pericolosi possono essere ammessi solo rifiuti pericolosi che soddisfano i criteri fissati dalla normativa vigente.

Non sono ammessi in discarica i seguenti rifiuti:

- a) rifiuti allo stato liquido;
- b) rifiuti classificati come Esplosivi (H1), Comburenti (H2) e infiammabili (H3-A e H3-B), ai sensi dell'allegato I al Decreto Ronchi;
- c) rifiuti che contengono una o più sostanze corrosive classificate come R35 in concentrazione totale maggiore o uguale a 1%;
- d) rifiuti che contengono una o più sostanze corrosive classificate come R34 in concentrazione totale >5%;
- e) rifiuti sanitari pericolosi a rischio infettivo - Categoria di rischio H9 ai sensi dell'allegato I al decreto legislativo n. 22 del 1997 ed ai sensi del decreto del Ministro dell'ambiente 26 Giugno 2000, n. 219;
- f) rifiuti che rientrano nella categoria 14 dell'allegato G1 al decreto legislativo n. 22 del 1997;
- g) rifiuti della produzione di principi attivi per biocidi, come definiti ai sensi del decreto legislativo 25 febbraio 2000, n. 174, e per prodotti fitosanitari come definiti dal decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 194;
- h) materiale specifico a rischio di cui al decreto del Ministro della sanità in data 29 settembre 2000, comprese proteine animali e i grassi fusi da essi derivati;
- i) rifiuti che contengono PCB come definiti dal decreto legislativo 22 maggio 1999, n. 209, in quantità superiore a 50 ppm;
- j) rifiuti contaminati da diossine e furani in quantità superiore a 10 ppb;
- k) rifiuti che contengono fluidi refrigeranti costituiti da CFC e HCFC o rifiuti contaminati da CFC e HCFC in quantità superiore a 0,5 % in peso riferito al materiale di supporto;
- l) rifiuti che contengono sostanze chimiche non identificate o nuove provenienti da attività di ricerca, sviluppo o di insegnamento, i cui effetti sull'uomo e sull'ambiente non siano noti;
- m) pneumatici interi fuori uso a partire dal 16 luglio 2003, esclusi i pneumatici usati come materiale di ingegneria ed i pneumatici fuori uso triturati a partire da tre anni da tale data, esclusi in entrambi i casi quelli per biciclette e quelli con un diametro esterno superiore a 1400 mm;
- n) rifiuti con PCI (potere calorifico inferiore) > 13.000 kJ/kg a partire dal 1/1/2007.

E' vietato inoltre in base anche all'art. 9 del Decreto Ronchi diluire o miscelare i rifiuti pericolosi con i non pericolosi al solo fine di renderli conformi ai criteri di ammissibilità.

I criteri di ammissione in discarica sono definiti con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con i Ministri delle attività produttive e della salute, sentita la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome.

La domanda di autorizzazione per la costruzione e l'esercizio di una discarica è presentata ai sensi degli articoli 27 e 28 del Decreto Ronchi, e successive modificazioni, completa di tutte le informazioni richieste dagli articoli medesimi e deve altresì contenere almeno i seguenti dati e informazioni riguardanti l'identità del richiedente e del gestore , la descrizione dei tipi e quantitativi di rifiuti da depositare, indicando il codice CER, l'indicazione della capacità della discarica, le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito, i metodi previsti per prevenire e ridurre l'inquinamento, con particolare riferimento alle misure per prevenire l'infiltrazione di acqua nel sottosuolo e alla conseguente formazione del percolato, la descrizione delle caratteristiche costruttive e di funzionamento dei sistemi, degli impianti e dei mezzi tecnici prescelti. E' previsto inoltre il piano di gestione operativa della discarica, il piano di gestione post operativa, il piano di sorveglianza e controllo, il piano di ripristino ambientale del sito a chiusura della discarica, il piano finanziario che preveda che tutti i costi derivanti dalla realizzazione dell'impianto e dall'esercizio della discarica, siano coperti dal prezzo applicato dal gestore per lo smaltimento, tenuto conto della riduzione del rischio ambientale e dei costi di post chiusura, derivanti dalla adozione di procedure di registrazione ai sensi del regolamento (CE) n. 761/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 marzo 2001. Infine sono necessarie le informazioni relative alla valutazione di impatto ambientale, qualora la domanda di autorizzazione riguardi un'opera o un'attività sottoposta a tale procedura.

1.3 UNI 10802

Fino ad oggi per collocare un rifiuto nelle differenti tipologie di discariche erano necessari controlli di caratterizzazioni sul rifiuto tal quale (classificazione) e test di eluizione in acido acetico o in acqua satura di anidride carbonica. La classificazione del rifiuto era eseguita ai sensi del Decreto Ronchi (distinzione tra rifiuti pericolosi e non pericolosi). Il test di eluizione in acido acetico 0,5 M serviva a determinare prevalentemente la componente cationica rilasciata dal rifiuto. Il test di cessione in acqua satura di anidride carbonica serviva invece a determinare prevalentemente la componente anionica ed organica rilasciata dal rifiuto. Entrambe le tecniche nel corso degli anni ed a seguito di studi comparativi a livello europeo sono risultati essere "peggiorativi" della situazione realmente verificabile presso le discariche. Per questo motivo si

sono elaborate una nuova tecnica ed una nuova metodologia per l'esecuzione di un unico test di eluizione, recepito in Italia dalla norma UNI 10802 dell'ottobre 2004. La presente norma si applica ai rifiuti liquidi granulari, pastosi e fanghi e definisce le metodologie di campionamento manuale e di preparazione ed analisi degli eluati.

La Prova di eluizione per rifiuti si effettua ponendo il campione di rifiuto solido in contatto con acqua demineralizzata (rapporto liquido/solido=10). La prova si basa sull'assunzione che raggiunga l'equilibrio tra le fasi solida e liquida durante il periodo di prova (24 ore). Il residuo solido è poi separato, mediante filtrazione e le proprietà dell'eluato sono misurate secondo i metodi analitici ENV 12457/1-4, ENV 12506 ed ENV 13370. I parametri da valutare subito dopo la fine della prova sono ph e conducibilità. L'eluato dopo filtrazione viene suddiviso in un numero di aliquote sufficienti per le differenti analisi chimiche e viene conservato in accordo con la norma UNI EN ISO 5667- 3.

Il nuovo test di eluizione risulta essere affidabile e fedele a quanto sviluppabile nella realtà, di semplice esecuzione preparativa e garantisce inoltre uniformità di dati analitici e di certificazioni. In relazione alla nuova normativa per le discariche, risulta essere l'unico test di eluizione consentito.

1.4 D.M. 3 Agosto 2005

Il presente decreto regolamenta l'ammissibilità dei rifiuti in discarica in conformità a quanto stabilito dal decreto legislativo del 13 gennaio 2003 n. 36. I rifiuti sono ammessi in discarica ,esclusivamente, se risultano conformi ai criteri di ammissibilità della corrispondente categoria di discarica.

Il principio fondamentale di questo decreto è la caratterizzazione di base del rifiuto prodotto da conferire in discarica che il produttore è tenuto ad effettuare. La caratterizzazione di base è a carico del produttore e deve essere effettuata in corrispondenza de primo conferimento e ripetuta ad ogni variazione significativa del processo che origina i rifiuti. Al produttore dei rifiuti spetta la responsabilità di garantire che le informazioni fornite per la caratterizzazione sono corrette.

Possono essere smaltiti in discariche per rifiuti inerti:

I rifiuti elencati nella tabella 3, che segue, senza essere sottoposti ad accertamento analitico (salvo quelli provenienti da costruzioni e demolizione di strutture trattate, coperte o dipinte con materiali contenenti sostanze pericolose).

I rifiuti inerti che sottoposti a test di eluizione presentano un eluato conforme alle concentrazioni fissate in tabella 1.

Non contengono contaminanti organici in concentrazioni superiori a quelle indicate in tabella 2.

Rifiuti inerti per i quali è consentito lo smaltimento in discarica di rifiuti inerti senza preventiva caratterizzazione-Tab. 3

Codice	Descrizione	Restrizioni
10 11 03	Scarti di materiali in fibra a base di vetro **	Solo se privi di leganti organici
15 01 07	Imballaggi in vetro	
17 01 01	Cemento	Solamente i rifiuti selezionati da costruzione e demolizione (*)
17 01 02	Mattoni	Solamente i rifiuti selezionati da costruzione e demolizione (*)
17 01 03	Mattonelle e ceramiche	Solamente i rifiuti selezionati da costruzione e demolizione (*)
17 01 07	Miscugli di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche	Solamente i rifiuti selezionati da costruzione e demolizione (*)
17 02 02	Vetro	
17 05 04	Terra e rocce***	Esclusi i primi 30 cm di suolo, la torba e purchè non provenienti da siti contaminati
19 12 05	Vetro	
20 01 02	Vetro	Solamente vetro raccolto separatamente

20 02 02	Terre e rocce	Solo rifiuti di giardini e parchi; eccetto terra vegetale e torba
----------	---------------	-------------------------------------------------------------------

(*) Rifiuti contenenti una percentuale minoritaria di metalli, plastica, terra, sostanze organiche, legno, gomma, ecc. ed i rifiuti di cui al codice 17 09 04. L'origine dei rifiuti deve essere nota.

- Esclusi i rifiuti prodotti dalla costruzione e dalla demolizione provenienti da costruzioni contaminate da sostanze pericolose inorganiche o organiche, ad esempio a causa dei processi produttivi adottati nell'edificio, dell'inquinamento del suolo, dello stoccaggio e dell'impiego di pesticidi o di altre sostanze pericolose, ameno che non sia possibile escludere che la costruzione demolita fosse contaminata in misura significativa.
- Esclusi i rifiuti prodotti dalla costruzione e dalla demolizione provenienti da costruzioni trattate, coperte o dipinte con materiali contenenti sostanze pericolose in quantità notevole.

(**) Inclusi gli scarti di produzione del cristallo.

(***) Inclusi i rifiuti di cui al codice 01 04 13.

Non sono ammessi in discarica per inerti i rifiuti che:

-Contengono sostanze cancerogene di classe 1 e 2 (escluse quelle sostanze previste dalla tab. 1 del D.M. 471/99 alle concentrazioni limite per siti ad uso commerciale ed industriale)

- Contengono IPA in concentrazione superiore a 100 mg/kg su sostanza secca.
- Contengono PCB in concentrazione superiore ad 1 mg/kg.
- Contengono diossine o furani in concentrazioni superiori a 0,0001 mg/kg.
- Contengono cianuri liberi in concentrazioni superiori a 100 mg/kg su sostanza secca.

Tabella 2. Limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilità in discariche per rifiuti inerti.

Componente	L/S=10 1Kg mg/l
As	0.05
Ba	2
Cd	0.004
Cr totale	0.05
Cu	0.2
Hg	0.001

Mo	0.05
Ni	0.04
Pb	0.05
Sb	0.006
Se	0.01
Zn	0.4
Cloruri	80
Fluoruri	1
Solfati	100 (*)
Indice Fenolo	0.1
DOC (**)	50
TDS (***)	400

(*) Nel caso in cui i rifiuti non rispettino i valori riportati per il solfato, possono ancora essere considerati conformi ai criteri di ammissibilità se l'eluato non supera il valore di 600 mg/l come Co L/S=10 1Kg.

(**) Nel caso in cui i rifiuti non rispettino i valori riportati per il DOC al proprio valore di pH, possono essere sottoposti ai test con una proporzione liquido/solido L/S=10 1/Kg e con un pH compreso tra 7,5 e 8,0. I rifiuti possono essere considerati conformi ai criteri di ammissibilità per il carbonio organico disciolto se il risultato della prova non supera 50 mg/l. (E' disponibile un metodo in corso di sperimentazione basato sulla norma prEN 14429).

(***) E' possibile servirsi dei valori per il TDS (Solidi disciolti totali) in alternativa ai valori per il solfato e per il cloruro.

Tabella 3. Limiti di accettabilità per i composti organici in discariche per rifiuti inerti.

Parametri	Valore mg/kg
TOC (*)	30000 (*)
BTEX	6
Olio minerale(da C10 C40)	500

(*) Tale parametro si riferisce alle sostanze organiche chimicamente attive, in grado di interferire con l'ambiente, con esclusione, quindi, di resine e polimeri od altri rifiuti chimicamente inerti. Per i terreni

l'autorità competente può accettare un valore limite più elevato, purchè non si superi il valore di 500 mg/kg per il carbonio organico disciolto a pH 7 (DOC7).

Tabella 4. Fattori di equivalenza per il calcolo delle diossine e dei dibenzofurani.

		Fattore di equivalenza
2, 3, 7, 8	Tetraclorodibenzodiossina	1
1, 2, 3, 7, 8	Pentaclorodibenzodiossina	0,5
1, 2, 3, 4, 7, 8	Esaclorodibenzodiossina	0,1
1, 2, 3, 7, 8, 9	Esaclorodibenzodiossina	0,1
1, 2, 3, 6, 7, 8	Esaclorodibenzodiossina	0,1
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8	Eptaclorodibenzodiossina	0,01
	Octaclorodibenzodiossina	0,001
2, 3, 7, 8	Tetraclorodibenzofurano	0,01
2, 3, 4, 7, 8	Pentaclorodibenzofurano	0,5
1, 2, 3, 7, 8	Pentaclorodibenzofurano	0,05
1, 2, 3, 4, 7, 8	Esaclorodibenzofurano	0,1
1, 2, 3, 7, 8, 9	Esaclorodibenzofurano	0,1
1, 2, 3, 6, 7, 8	Esaclorodibenzofurano	0,1
2, 3, 4, 6, 7, 8	Esaclorodibenzofurano	0,1
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8	Eptaclorodibenzofurano	0,01
1, 2, 3, 4, 7, 8, 9	Eptaclorodibenzofurano	0,01
	Octaclorodibenzofurano	0,001

Nelle discariche per rifiuti non pericolosi è consentito lo smaltimento, senza caratterizzazione analitica delle seguenti categorie di rifiuti:

- Rifiuti urbani non pericolosi, compresi nel capitolo 20 del codice CER, sottoposti a trattamento e le porzioni di rifiuti non pericolosi domestici e di altra origine ma analoghi per tipologia.
- I rifiuti non pericolosi individuati da una lista definita con D.M. sentito il parere della Conferenza Stato Regioni.
- I rifiuti non pericolosi con concentrazione di sostanza secca > 25%.

- I rifiuti non pericolosi che sottoposti al test di eluizione rispettano i limiti previsti in tabella 5 che segue.
- I rifiuti pericolosi che rispettano il test di eluizione con i limiti di tab. 5, con pH>6 e con TOC<5%.

Tabella 5. Limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilità in discariche per rifiuti inertii.

Componente	L/S=10 1/kg mg/l
As	0,2
Ba	10
Cd	0,02
Cr totale	1
Cu	5
Hg	0,005
Mo	1
Ni	1
Pb	1
Sb	0,07
Se	0,05
Zn	5
Cloruri	1500
Fluoruri	15
Cianuri	0,5
Solventi organici aromatici (*)	0,4
Solventi organici azotati (*)	0,2
Solventi organici clorurati (*)	2
Pesticidi totali non fosforati (*)	0,05
Pesticidi totali fosforati (*)	0,1
Solfati	2000
DOC (**)	80
TDS (***)	6000

(*) Le analisi di tali parametri sono disposte dall'autorità territorialmente competente esclusivamente qualora la provenienza del rifiuto possa determinare il fondato sospetto di un eventuale superamento dei limiti.

(**) Nel caso in cui i rifiuti non rispettino i valori riportati per il DOC al proprio valore di pH, possono essere sottoposti ai test con una proporzione L/S=10 1/kg e con un pH compreso tra 7,5 e 8,0. I rifiuti possono essere considerati conformi ai criteri di ammissibilità per il carbonio organico dissolto se il risultato della prova non supera 80 mg/l. (E' disponibile un metodo in corso di sperimentazione basato sulla norma prEN 14429).

(***) E' possibile servirsi dei valori per il TDS (Solidi dissolti totali) in alternativa ai valori per il solfato e per il cloruro.

E' vietato sempre in discarica per non pericolosi il conferimento di rifiuti che:

- contengono PCB in concentrazione superiore a 10 mg/kg;
- contengono diossine o furani in concentrazione superiore a 0,002 mg/kg;
- contengono sostanze cancerogene di classe 1 e 2 in concentrazione singola > 1/10 della concentrazione limite riportata in decisione della Commissione 532/2000/CE e comunque, in concentrazione totale superiore allo 0,1 %.

E' possibile inoltre smaltire in discarica per non pericolosi:

- rifiuti contenenti fibre minerali artificiali, purchè vengano collocate in celle esclusivamente dedicate, spaziate ed atte ad evitare la frantumazione e la dispersione delle fibre stesse.
- I materiali non pericolosi a base di gesso, da collocarsi in aree apposite, distanti da rifiuti non pericolosi biodegradabili.
- I materiali edili contenenti amianto in matrice di cemento o resine, senza che vengano sottoposti a prove.

Nelle discariche per Rifiuti Pericolosi possono essere smaltiti:

- rifiuti pericolosi che soddisfano i requisiti limite del test di eluizione, evidenziati nella tabella 6 che segue.
- I rifiuti che contengono PCB in concentrazione non superiore a 50 mg/kg.
- I rifiuti che contengono diossine o furani in concentrazioni non superiori a 0,01 mg/kg.
- I rifiuti con percentuale di sostanza secca non inferiore al 25 %.
- I rifiuti con TOC non superiore al 6 %.

Tabella 6. Limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi.

Componente	L/S = 10 1/kg mg/l
As	2,5
Ba	30
Cd	0,2
Cr totale	7
Cu	10
Hg	0,05
Mo	3
Ni	4
Pb	5
Sb	0,5
Se	0,7
Zn	20
Cloruri	2500
Fluoruri	50
Cianuri	5
Solventi organici aromatici (*)	4
Solventi organici azotati (*)	2
Solventi organici clorurati (*)	20
Pesticidi totali non fosforati (*)	0,5
Pesticidi totali fosforati (*)	1
Solfati	5000
DOC (**)	100
TDS (***)	10000

(*) Le analisi di tali parametri possono essere disposte dall'autorità territorialmente competente qualora la provenienza del rifiuto possa determinare il fondato sospetto di un eventuale superamento dei limiti.

(**) Nel caso in cui i rifiuti non rispettino i valori riportati per il DOC al proprio valore di pH, possono essere sottoposti ai test con una proporzione L/S=10 1/kg e con un pH compreso tra 7,5 e 8,0. I rifiuti

possono essere considerati conformi ai criteri di ammissibilità per il carbonio organico disciolto se il risultato della prova non supera 100 mg/l. (E' disponibile un metodo in corso di sperimentazione basato sulla norma prEN 14429).

(***) E' possibile servirsi dei valori per il TDS (Soldi disciolti totali) in alternativa ai valori per il solfato e per il cloruro.

Il decreto prevede inoltre che possono essere collocati in deposito sotterraneo i rifiuti inerti, non pericolosi e pericolosi ad esclusione dei seguenti:

- Rifiuti elencati all'art. 6 del DLGS 36 /2003: esplosivi, liquidi, corrosivi, infettivi, con PCB in concentrazioni superiori ai differenti limiti previsti per le varie discariche, contenenti fluidi refrigeranti, contenenti diossine o furani in concentrazioni superiori ai differenti limiti previsti per le varie discariche, con PCI>13000 kJ/kg (dal 01/01/2007), pneumatici interi.
- Rifiuti biodegradabili o dall'odore pungente.
- Rifiuti che possono generare una miscela gas aria tossica o esplosiva.
- Rifiuti autoinfiammabili o con insufficiente stabilità.

Ai fini dell'ammissione dei rifiuti in deposito sotterraneo è effettuata la valutazione dei rischi specifici per il sito in cui avviene il deposito in questione. Tale valutazione deve accertare che il livello di isolamento del deposito sotterraneo dalla biosfera è accettabile.

DEROGHE

Sono ammessi valori limite più elevati per i parametri specifici fissati dal presente decreto qualora:

- Sia effettuata una valutazione di rischio che dimostri che non esistono pericoli per l'ambiente.
- L'autorità territorialmente competente conceda un'autorizzazione presa, caso per caso, per rifiuti specifici per la singola discarica, tenendo conto delle caratteristiche della stessa discarica e delle zone limitrofe.
- I valori limite autorizzati non superano più del triplo quelli specificati per la corrispondente categoria di discarica.
- Si evidenzia la presenza di concentrazioni elevate di metalli nel fondo naturale.

CRITERI DI AMMISSIBILITÀ PER RIFIUTI CONTENETI AMIANTO

Possono essere collocati nelle seguenti discariche:

- Discarica per rifiuti pericolosi dotata di cella dedicata.

- Discarica per rifiuti non pericolosi dotata di cella dedicata per rifiuti individuati dal CER 17 06 05; per le altre tipologie, purchè abbiano subito un trattamento compreso tra quelli indicati in tabella 1.1 (che segue) e che abbiano valori analitici conformi a quanto indicato in tab. 1.2 (non viene considerato trattamento il confezionamento in contenitori rigidi o flessibili).

Tabella 1.1. Processi di trattamento per rifiuti contenenti amianto.

Stabilizzazione - solidificazione in matrici stabili non relative
Incapsulamento
Trattamento con modificazioni della struttura cristallina

Tabella 1.2. Criteri di ammissibilità a discariche per rifiuti non pericolosi dei rifiuti contenenti amianto trattati.

Parametri	Valori
Contenuto di amianto (% in peso)	< o = 30
Densità apparente (gr/cm ³)	>2
Densità relativa (%)	>50
Indice di rilascio	<0,6

Il deposito dei rifiuti contenenti amianto deve avvenire in celle dedicate all'interno della discarica e deve essere effettuato in modo da evitare la frantumazione dei materiali.

Le celle devono essere spaziate correttamente per consentire il passaggio di automezzi senza causare frantumazioni.

La zona di deposito deve essere coperta con materiale appropriato quotidianamente, con materiali a consistenza plastica che ben si adattino alla forma e ai volumi dei materiali da ricoprire.

Deve essere predisposta una mappatura corretta delle collocazioni dei materiali nella discarica, che garantisca anche una corretta gestione post chiusura.

1.5 DM 5 Febbraio 1998

Il presente decreto individua i rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del Decreto Ronchi.

In base all'art. 31 i tipi o le quantità di rifiuti non pericolosi ed i procedimenti e metodi di smaltimento o di recupero devono essere tali da non costituire un pericolo per la salute dell'uomo e da non recare pregiudizio all'ambiente. In particolare per accedere alle procedure semplificate, le attività di trattamento termico e di recupero energetico devono rispettare le condizioni seguenti:

- a) siano utilizzati combustibili da rifiuti urbani oppure rifiuti speciali individuati per frazioni omogenee;
- b) i limiti di emissione non siano meno restrittivi di quelli stabiliti per gli impianti di incenerimento dei rifiuti dalle direttive comunitarie 89/369/CEE del Consiglio del 8 giugno 1989, 89/429/CEE del Consiglio del 21 giugno 1989, 94/67/CE del Consiglio del 16 dicembre 1994 e successive modifiche ed integrazioni, e dal decreto del Ministro dell'ambiente 16 gennaio 1995;
- c) sia garantita la produzione di una quota minima di trasformazione del potere calorifico dei rifiuti in energia utile calcolata su base annuale.

Al fine poi di garantire un elevato livello di tutela ambientale e controlli efficaci l'art. 33 del Decreto Ronchi invece stabilisce che le attività di recupero, possono essere sottoposte a procedure semplificate sulla base di apposite condizioni e norme tecniche che devono fissare in particolare:

- a) le quantità massime impiegabili;
- b) la provenienza, i tipi e le caratteristiche dei rifiuti, nonché le condizioni specifiche di utilizzo degli stessi;
- c) le prescrizioni necessarie per assicurare che i rifiuti siano recuperati senza pericolo per la salute dell'uomo e senza usare procedimenti e metodi che potrebbero recare pregiudizio all'ambiente.

L'Allegato I del decreto è diviso in due suballegati:

Suballegato 1 – Norme tecniche generali per il recupero di materia di rifiuti non pericolosi.

Suballegato 2 – Valori limite e prescrizioni per le emissioni convogliate in atmosfera delle attività di recupero di materia dai rifiuti non pericolosi.

L'Allegato II si divide in tre suballegati:

Suballegato 1 – Norme tecniche per l'utilizzazione dei rifiuti non pericolosi come combustibile o come altro mezzo per produrre energia.

Suballegato 2 – Determinazione dei valori limite e prescrizioni per le emissioni in atmosfera delle attività di recupero di energia dai rifiuti non pericolosi.

Suballegato 3 – Determinazione dei valori limite per le emissioni dovute al recupero di rifiuti come combustibile o altro mezzo per produrre energia tramite combustione mista di rifiuti e combustibili tradizionali.

Nell'Allegato III viene descritto il Test di Cessione di 16 giorni che rappresenta il principio fondamentale del presente decreto.

Va eseguito su ogni campione destinato al riutilizzo ottenuto nella stessa forma fisica prevista nelle condizioni finali d'uso. Deve essere effettuato almeno ad ogni inizio di attività e, successivamente, ogni due anni e, comunque ogni volta che intervengono modifiche sostanziali nel processo di recupero dei rifiuti. Il campione da sottoporre ad analisi deve essere rappresentativo della totalità del materiale da esaminare, e comunque non meno di 100 mg. Per i materiali inertizzati il test va condotto dopo un periodo sufficientemente lungo dalla loro preparazione (un mese minimo) al fine di minimizzare le variazioni dovute ai cambiamenti nella struttura porosa e nella fase minerale. Per una descrizione più dettagliata della procedura del Test di Cessione si rimanda al capitolo 4.

1.6 DLGS n. 152 1999

E' il testo unico che ha recepito le direttive comunitarie (91/271/CEE, 91/676/CEE e 98/15/CE) sulla qualità delle acque e che ha abrogato la vecchia legge merli del 1976.

La normativa definisce la disciplina generale al fine di tutelare le acque superficiali, marine e sotterranee, perseguendo i seguenti obiettivi:

- a) prevenire e ridurre l'inquinamento e attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;

- b) conseguire il miglioramento dello stato delle acque ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- c) perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili;
- d) mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Il raggiungimento degli obiettivi si realizza con i seguenti strumenti :

- a) l'individuazione di obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione dei corpi idrici;
- b) la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi nell'ambito di ciascun bacino idrografico ed un adeguato sistema di controlli e di sanzioni;
- c) il rispetto dei valori limite agli scarichi fissati dallo stato, nonché la definizione di valori limite in relazione agli obiettivi di qualità del corpo recettore;
- d) l'adeguamento dei sistemi di fognatura, collettamento e depurazione degli scarichi idrici, nell'ambito del servizio idrico integrato di cui alla legge 5 gennaio 1994, n. 36 (a);
- e) l'individuazione di misure per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento nelle zone vulnerabili e nelle aree sensibili;
- f) l'individuazione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche.

Si definisce “scarico” qualsiasi immissione diretta tramite condotta di acque reflue liquide o semiliquide convogliabili in acque superficiali, sul suolo, nel sottosuolo o nella rete fognaria.

Gli scarichi si dividono in due categorie: *acque reflue urbane* ed *acque reflue industriali*.

Le acque reflue urbane sono acque reflue domestiche o meteoriche di dilavamento.

Le acque reflue industriali sono acque reflue scaricate da edifici o installazioni in cui si svolgono attività commerciali o di produzione dei beni.

Nell'articolo 28 vengono dettati i principi generali per il rispetto della qualità dei corpi idrici e vengono inoltre fissati i valori limite di emissione degli scarichi idrici previsti nell'Allegato 5, il punto di riferimento fondamentale del decreto. In base al comma 3 dello stesso articolo, gli scarichi devono essere resi accessibili per il campionamento da parte dell'autorità competente per il controllo nel punto assunto per la misurazione, che si effettua subito a monte del punto di immissione in tutte le acque superficiali e sotterranee, interne e marine, nonché in fognature, sul suolo e nel sottosuolo.

Gli scarichi necessitano di un'autorizzazione e del rilascio della stessa, a tal proposito gli articoli 45 e 46 regolamentano questo aspetto. L'autorizzazione è rilasciata al titolare dell'attività da cui si origina lo scarico e va presentata alla provincia o al comune in caso di scarico in pubblica fognatura, è valida

per quattro anni dal momento del rilascio e un anno prima della scadenza deve essere chiesto il rinnovo. Per gli scarichi contenenti sostanze pericolose in base all'art. 34 dello stesso decreto, il rinnovo deve essere concesso in modo espresso entro e non oltre sei mesi dalla data di scadenza; trascorso tale termine lo scarico dovrà cessare immediatamente. La domanda di autorizzazione agli scarichi di acque reflue industriali deve altresì essere accompagnata dall'indicazione delle caratteristiche quantitative e qualitative dello scarico, della quantità di acqua da prelevare nell'anno solare, del corpo ricettore e del punto previsto per il prelievo al fine del controllo, dalla descrizione del sistema complessivo di scarico, dalla indicazione dei mezzi tecnici impegnati nel processo produttivo e nei sistemi di scarico, nonché dall'indicazione dei sistemi di depurazione utilizzati per conseguire il rispetto dei valori limite di emissione.

L'allegato 5 come già accennato in precedenza contiene le tabelle che riportano i limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane e industriali.

Tabella 1. Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane.

Potenzialita di impianto in abitanti equivalenti	2000 - 10000		>10000	
Parametri (media giornaliera) (1)	Concentrazione	% di riduzione	Concentrazione	% di riduzione
BOD5(senza nitrificazione) mg/L (2)	<_ 25	70 – 90 (5)	<_ 25	80
COD mg/L (3)	<_ 125	75	<_ 125	75
Solidi Sospesi mg/L (4)	<_ 35 (5)	90 (5)	<_ 35	90

1. *Le analisi sugli scarichi provenienti da lagunaggio o fitodepurazione devono essere effettuati su campioni filtrati, la concentrazione di solidi sospesi non deve superare i 150 mg/L.*
2. *La misurazione deve essere fatta su campione omogeneizzato non filtrato, non decantato. Si esegue la determinazione dell'ossigeno disciolto anteriormente e posteriormente ad un periodo di incubazione di 5 giorni a 20° C + o – 1° C, in completa oscurità, con aggiunta di inibitori di nitrificazione.*
3. *La misurazione deve essere fatta su campione omogeneizzato non filtrato, non decantato con bicromato di potassio.*
4. *La misurazione deve essere fatta mediante filtrazione di un campione rappresentativo attraverso membrana filtrante con porosità di 0,45 m ed essiccazione a 105° C con conseguente calcolo del*

*peso, oppure mediante centrifugazione per almeno 5 minuti (accelerazione media di 2800-3200 g),
essicazione a 105° C e calcolo del peso.*

5. *Ai sensi dell'articolo 31 comma 6, la percentuale di riduzione del BOD5 non deve essere inferiore a 40. Per i solidi sospesi la concentrazione non deve superare i 70 mg/L e la percentuale di abbattimento non deve essere inferiore al 70 %.*

Tabella 2. Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane recapitanti in aree sensibili.

Parametri (media annua)	Potenzialità impianto in A. E.			
	10000 - 100000		>100000	
	Concentrazi one	% di riduzione	Concentrazi one	% di riduzione
Fosforo totale (P mg/L) (1)	< o = 2	80	< o = 1	80
Azoto totale (N mg/L) (2) (3)	< o = 15	70 - 80	< o = 10	70 - 80

- Il metodo di riferimento per la misurazione è la spettrofotometria di assorbimento molecolare.*
- Per azoto totale si intende la somma dell'azoto Kjedahl (N organico+NH3) + azoto nitrico+azoto nitroso. Il metodo di riferimento per la misurazione è la spettrofotometria di assorbimento molecolare.*
- In alternativa al riferimento alla concentrazione media annua di 10 mg/L, purchè si ottenga un analogo livello di protezione ambientale, si può far riferimento alla concentrazione media giornaliera di azoto totale pari a 20 mg/L per ogni campione con la temperatura dell'effluente pari o superiore a 12° C. Il limite della concentrazione media giornaliera può essere applicato a un tempo operativo limitato che tenga conto delle condizioni climatiche locali.*

Per i parametri di tabella 1 il numero di campioni, ammessi su base annua, la cui media giornaliera può superare i limiti tabellari, è definito in rapporto al numero di misure come da schema seguente.

Campioni prelevati durante l'anno	n. massimo consentito	Campioni prelevati durante	numero consentito di campioni non	massimo
-----------------------------------	-----------------------	----------------------------	-----------------------------------	---------

	di campioni non conformi	l'anno	conformi
4-7	1	172-187	14
8-16	2	188-203	15
17-28	3	204-219	16
29-40	4	220-235	17
41-53	5	236-251	18
54-67	6	252-268	19
68-81	7	269-284	20
82-95	8	285-300	21
96-110	9	301-317	22
111-125	10	318-334	23
126-140	11	335-350	24
141-155	12	351-365	25
156-171	13		

In particolare si precisa che, per i parametri sotto indicati, i campioni che risultano non conformi, affinché lo scarico sia considerato in regola; non possono comunque superare le concentrazioni riportate in tabella 1 oltre la percentuale sotto indicata:

BOD5: 100%

COD: 100%

Solidi Sospesi 150% .

Il numero minimo annuo di campioni per i parametri di cui alle tabelle 1 e 2 è fissato in base alla dimensione dell'impianto di trattamento e va effettuato dall'autorità competente ovvero dal gestore qualora garantisca un sistema di rilevamento e di trasmissione dati all'autorità di controllo. ritenuto idoneo da quest'ultimo, con prelievi ad intervalli regolari nel corso dell'anno, in base allo schema seguente.

potenzialità impianto	numero campioni
da 2000 a 9999 A.E:	12 campioni il primo anno e 4 negli anni successivi, purchè lo scarico sia conforme; se uno dei 4 campioni non è conforme, nell'anno successivo devono esser prelevati 12 campioni
Da 10000 a 49999 A.E:	12 campioni
oltre 50000 A.E:	24 campioni

I gestori degli impianti devono inoltre assicurare un sufficiente numero di autocontrolli (almeno uguale a quello del precedente schema) sugli scarichi dell'impianto di trattamento e sulle acque in entrata.

L'autorità competente per il controllo deve altresì verificare, con la frequenza minima di seguito indicata, il rispetto dei limiti indicati nella tabella 3. I parametri di tabella 3 che devono essere controllati sono solo quelli che le attività presenti sul territorio possono scaricare in fognatura.

potenzialità impianto	numero controlli
Da 2000 a 9999 A.E.	1 volta l'anno
Da 10000 a 49.999 A.E.	3 volte l'anno
oltre 49999 A.E.	6 volte l'anno

Valori estremi per la qualità delle acque in questione non sono presi in considerazione se essi sono il risultato di situazioni eccezionali come quelle dovute a piogge abbondanti.

I risultati delle analisi di autocontrollo effettuate dai gestori degli impianti devono essere messi a disposizione degli enti preposti al controllo. I risultati dei controlli effettuati dall'autorità competente e di quelli effettuati a cura dei gestori devono essere archiviati su idoneo supporto informatico secondo le indicazioni riportate nel decreto attuativo di cui all'articolo 3 comma 7.

ACQUE DI FALDA

Le acque di falda emunte dalle falde sotterranee, nell'ambito degli interventi di bonifica di un sito, possono essere scaricate, direttamente o dopo essere state utilizzate in cicli produttivi in esercizio nel sito stesso, nel rispetto dei limiti di emissione di acque reflue industriali in acque superficiali.

In deroga a quanto previsto dal comma 1 dell'art. 30 del decreto legislativo presente, ai soli fini della bonifica dell'acquifero è ammessa la reimmissione, previo trattamento, delle acque sotterranee nella stessa unità geologica da cui le stesse sono state estratte, indicando la tipologia di trattamento, le caratteristiche quali-quantitative delle acque reimmesse, le modalità di reimmissione e le misure di messa in sicurezza della porzione di acquifero interessato dal sistema di estrazione/reimmissione. Le acque reimmesse devono essere state sottoposte ad un trattamento finalizzato alla bonifica dell'acquifero e non devono contenere altre acque di scarico o altre sostanze pericolose diverse, per qualità e quantità, da quelle presenti nelle acque prelevate.

ACQUE REFLUE INDUSTRIALI

1. Per il raggiungimento e/o mantenimento degli standard di qualita' fissati all'allegato A del presente regolamento l'autorita' competente obbliga le imprese, i cui scarichi contengono le sostanze individuate all'allegato A, all'adozione delle migliori tecniche disponibili ai fini della riduzione o eliminazione delle sostanze pericolose negli scarichi e definiscono comunque, per le sostanze di cui allo stesso allegato A valori limite di emissione piu' restrittivi di quelli previsti alla tabella 3 dell'allegato 5 del decreto legislativo n. 152 del 1999.

2. I titolari degli scarichi contenenti le sostanze di cui all'allegato A sono obbligati a porre in opera, con oneri a proprio carico, misuratori di portata e campionatori in automatico al fine di consentire l'attuazione di controlli sistematici su ogni scarico industriale. In tal caso i titolari degli scarichi di acque reflue industriali devono assicurare autocontrolli, effettuando analisi sugli scarichi degli impianti di trattamento e sulle acque reflue in entrata ogni 15 giorni. I risultati di tali analisi devono essere messe a disposizione della autorita' preposta al controllo.

3. Le determinazioni analitiche ai fini del controllo della conformita' degli scarichi di acque reflue industriali sono di norma riferite ad un campione medio prelevato nell'arco di 3 ore.

L'autorita' preposta al controllo puo', con motivazione espressa nel verbale di campionamento, effettuare il campionamento su tempi diversi al fine di ottenere il campione adatto a rappresentare lo scarico qualora lo giustifichino particolari esigenze quali quelle derivanti dalle prescrizioni contenute nell'autorizzazione dello scarico, dalle caratteristiche del ciclo tecnologico, dal tipo di scarico in relazione alle caratteristiche di continuita' dello stesso, il tipo di accertamento, di routine, di emergenza, ecc.

4. I valori limite di emissione allo scarico devono essere rispettati a pie' d'impianto. Gli scarichi di processo devono essere separati dagli scarichi di acque di raffreddamento e deve essere previsto l'avvio separato allo scarico delle acque di prima pioggia.

5. Nei casi di cui al comma 2 dell'art. 36 del decreto legislativo n. 152 del 1999, qualora sussistano i presupposti di cui allo stesso comma 2, l'autorizzazione allo smaltimento di rifiuti liquidi, contenenti le sostanze oggetto del presente regolamento, nell'impianto di trattamento di acque reflue urbane deve comunque prevedere almeno le prescrizioni di seguito riportate:

- a) rispetto delle concentrazioni fissate dall'autorita' competente per ciascuna delle sostanze dell'allegato A in sede di rilascio delle autorizzazioni in ragione dell'effettiva capacita' dell'impianto di pretrattamento;
- b) presenza nell'impianto di idonei sistemi di pretrattamento, dedicati ed adeguati alle tipologie di rifiuti liquidi da smaltire, mediante l'uso delle migliori tecniche disponibili tali da garantire, all'uscita dell'impianto di pretrattamento e all'ingresso dell'impianto di trattamento delle acque reflue urbane, concentrazione di sostanze pericolose non superiori di un fattore 20 rispetto agli standard di qualita' di cui alla tabella 1 dell'allegato A al presente regolamento;
- c) attuazione di un programma di caratterizzazione quali-quantitativa dei rifiuti liquidi, con installazione all'ingresso dell'impianto di trattamento e all'uscita dal medesimo in corrispondenza del punto di confluenza con il depuratore di misuratori di portata e campionatori in automatico al fine di consentire l'attuazione di controlli sistematici sui reflui in entrata e in uscita dall'impianto di trattamento;
- d) adozione di sistemi di stoccaggio dei rifiuti liquidi da trattare tale da evitare la miscelazione con i reflui che hanno gia' subito il trattamento finale;
- e) standard gestionali adeguati del processo depurativo e specifici piani di controllo dell'efficienza depurativa;

- f) raggiungimento e mantenimento degli standard e degli obiettivi di qualita' dei corpi idrici recettori interessati dagli scarichi dei predetti impianti;
- g) capacita' residua di trattamento valutata in rapporto al bacino di utenza dell'impianto ed alle esigenze di collettamento delle acque reflue urbane non ancora soddisfatte;
- h) i fanghi biologici derivanti dagli impianti di depurazione che trattano rifiuti liquidi non possono essere riutilizzati in agricoltura.

6. L'autorizzazione di cui al punto 5 non puo' essere rilasciata qualora lo scarico recapiti nei corpi idrici con portata naturale nulla per oltre centoventi giorni all'anno o con scarsa capacita' depurativa.

SCARICHI SUL SUOLO

Nei casi previsti articolo 29 comma 1 punto c), gli scarichi sul suolo devono rispettare i limiti previsti nella tabella 4.

Il punto di prelievo per i controlli è immediatamente a monte del punto di scarico sul suolo. Per gli impianti di depurazione naturale (lagunaggio, fitodepurazione) il punto di scarico corrisponde è quello all'uscita dall'impianto.

Le determinazioni analitiche ai fini del controllo di conformità degli scarichi di acque reflue industriali sono di norma riferite ad un campione medio prelevato nell'arco di tre ore. L'autorità preposta al controllo può, con motivazione espressa nel verbale di campionamento, effettuare il campionamento su tempi diversi al fine di ottenere il campione più adatto a rappresentare lo scarico qualora lo giustifichino particolari esigenze quali quelle derivanti dalle prescrizioni contenute nell'autorizzazione dello scarico, dalle caratteristiche del ciclo tecnologico, dal tipo di scarico (in relazione alle caratteristiche di continuità dello stesso), il tipo di accertamento (accertamento di routine, accertamento di emergenza, ecc.)..

Per gli impianti di trattamento delle acque reflue urbane si fa riferimento a un campione medio ponderato nell'arco di 24 ore.

Le distanze dal più vicino corpo idrico superficiale oltre le quali è permesso lo scarico sul suolo sono rapportate al volume delle scarico stesso secondo il seguente schema:

a) per quanto riguarda gli scarichi di acque reflue urbane:

1.000 metri - per scarichi con portate giornaliere medie inferiori a 500 m³

2.500 metri - per scarichi con portate giornaliere medie tra 501 e 5000 m³

5.000 metri - per scarichi con portate giornaliere medie tra 5001 e 10.000 m³

b) per quanto riguarda gli scarichi di acque reflue industriali.

1.000 metri - per scarichi con portate giornaliere medie inferiori a 100 m³

2.500 metri - per scarichi con portate giornaliere medie tra 101 e 500 m³

5.000 metri - per scarichi con portate giornaliere medie tra 501 e 2.000 m³

Gli scarichi aventi portata maggiore di quelle su indicate devono in ogni caso essere convogliati in corpo idrico superficiale, in fognatura o destinate al riutilizzo.

Per gli scarichi delle acque reflue urbane valgono gli stessi obblighi di controllo e di autocontrollo previsti per gli scarichi in acque superficiali.

L'autorità competente per il controllo deve verificare, con la frequenza minima di seguito indicata, il rispetto dei limiti indicati nella tabella 4. I parametri di tabella 4 da controllare sono solo quelli che le attività presenti sul territorio possono scaricare in fognatura.

volume scarico	numero controlli
sino a 2000 m ³ al giorno	4 volte l'anno
oltre a 2000 m ³ al giorno	8 volte l'anno

SOSTANZE PER CUI ESISTE IL DIVIETO DI SCARICO

Restano fermi i divieti di scarico sul suolo e nel sottosuolo delle seguenti sostanze:

composti organo alogenati e sostanze che possono

dare origine a tali composti nell'ambiente idrico;

composti organo fosforici;

composti organo stannici

sostanze che hanno potere cancerogeno, mutageno e

teratogeno in ambiente idrico o in concorso dello stesso;

mercurio e i suoi composti;

cadmio e i suoi composti;

oli minerali persistenti e idrocarburi di origine petrolifera persistenti;

cianuri.

materie persistenti che possono galleggiare, restare in sospensione o andare, a fondo e che possono disturbare ogni tipo di utilizzazione delle acque.

Tali sostanze, si intendono assenti quando sono in concentrazioni non superiori ai limiti di rilevabilità delle metodiche di rilevamento in essere all'entrata in vigore del presente decreto o dei successivi aggiornamenti.

Persiste inoltre il divieto di scarico diretto nelle acque sotterranee, in aggiunta alle sostanze su elencate, di:

1: zinco	rame	nichel	cromo
piombo	selenio	arsenico	antimonio
molibdeno	titanio	stagno	bario
berillio	boro	uranio	vanadio
cobalto	tallio	tellurio	argento

2: Biocidi e loro derivati non compresi nell'elenco del paragrafo precedente;

3: Sostanze che hanno un effetto nocivo sul sapore ovvero sull'odore dei prodotti consumati dall'uomo derivati dall'ambiente idrico, nonché i composti che possono dare origine a tali sostanze nelle acque;

4: Composti organosilicati tossici o persistenti e che possono dare origine a tali composti nelle acque ad eccezione di quelli che sono biologicamente innocui o che si trasformano rapidamente nell'acqua in sostanze innocue;

5: Composti inorganici del fosforo e fosforo elementare;

6: Oli minerali non persistenti ed idrocarburi di origine petrolifera non persistenti;

7: Fluoruri;

8: Sostanze che influiscono sfavorevolmente sull'equilibrio dell'ossigeno, in particolare ammoniaca e nitriti.

Tali sostanze, si intendono assenti quando sono in concentrazioni non superiori ai limiti di rilevabilità delle metodiche di rilevamento in essere all'entrata in vigore del presente decreto o dei successivi aggiornamenti.

INDICAZIONI GENERALI

I punti di scarico degli impianti i trattamento delle acque reflue urbane devono essere scelti, per quanto possibile, in modo da ridurre al minimo gli effetti sulle acque recettrici.

Tutti gli impianti di trattamento delle acque reflue urbane, con potenzialità superiore a 2.000 abitanti equivalenti, ad esclusione degli impianti di trattamento che applicano tecnologie depurative di tipo naturale quali la fitodepurazione e il lagunaggio, dovranno essere dotati di un trattamento di disinfezione da utilizzarsi in caso di eventuali emergenze relative a situazioni di rischio sanitario ovvero per garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientali o gli usi in atto del corpo idrico recettore.

In sede di approvazione del progetto dell'impianto di trattamento delle acque reflue urbane l'autorità competente dovrà verificare che l'impianto sia in grado di garantire che la concentrazione media giornaliera dell'azoto ammoniacale (espresso come N), in uscita dall'impianto di trattamento non superi il 30% del valore della concentrazione dell'azoto totale (espresso come N) in uscita dall'impianto di trattamento. Tale prescrizione non vale per gli scarichi in mare.

In sede di autorizzazione allo scarico, l'autorità competente:

a) fisserà il sistema di riferimento per il controllo degli scarichi di impianti di trattamento rispettivamente a: l'opzione riferita al, rispetto della concentrazione o della percentuale di abbattimento; il riferimento alla concentrazione media annua a alla concentrazione media giornaliera per il parametro "azoto totale" della tabella 2

b) fisserà il limite opportuno relativo al parametro "Escherichia coli" espresso come UFC/100mL. Si consiglia un limite non superiore a 5000 UFC/100mL.

I trattamenti appropriati di cui all'articolo 31, comma 2 devono essere individuati con l'obiettivo di a) rendere semplice la manutenzione e la gestione; b) essere in grado di sopportare adeguatamente forti variazioni orarie del carico idraulico e organico; c) minimizzare i costi gestionali. Questa tipologia, di trattamento può equivalere ad un trattamento primario o ad un trattamento secondario a seconda della soluzione tecnica adottata i dei risultati depurativi raggiunti.

Per tutti gli agglomerati con popolazione equivalente compresa tra 50 e 2000 a.e, si ritiene auspicabile il ricorso a tecnologie di depurazione naturale quali il lagunaggio o la fitodepurazione, o tecnologie come i filtri percolatori o impianti ad ossidazione totale.

Peraltro tali trattamenti possono essere considerati adatti se opportunamente dimensionati, al fine del raggiungimento dei limiti della tabella 1, anche per tutti gli agglomerati in cui la popolazione equivalente fluttuante sia superiore al 30% della popolazione residente e laddove le caratteristiche territoriali e climatiche lo consentano. Tali trattamenti si prestano, per gli agglomerati di maggiori dimensioni con popolazione equivalente compresa tra i 2000 e i 25000 a.e, anche a soluzioni integrate con impianti a fanghi attivi o a biomassa adesa, a valle del trattamento, con funzione di affinamento.

METODI DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI

Fatto salvo quanto diversamente specificato nelle tabelle 1, 2, 3, 4 circa i metodi analitici di riferimento, rimangono valide le procedure di controllo, campionamento e misura definite dalle normative in essere prima dell'entrata in vigore del presente decreto. Le metodiche di campionamento ed analisi saranno aggiornate con apposito decreto ministeriale su proposta dall'ANPA.

Tabella 3. Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura.

Numero parametro	SOSTANZE	Unità di misura	Scarico in acque superficiali	Scarico in rete fognaria(*)
1	PH		5,5 - 9,5	5,5 – 9,5
2	Temperatura	°C	(1)	(1)
3	Colore		Non percettibile con diluizione 1:20	Non percettibile con diluizione 1:40
4	Odore		Non deve essere causa di molestie	Non deve essere causa di molestie
5	Materiali grossolani		Assenti	Assenti
6	Solidi sospesi totali(2)	mg/L	< o = 80	< o = 200
7	BOD5 (come O ₂) (2)	mg/L	< o = 40	< o = 250
8	COD (come O ₂) (2)	mg/L	< o = 160	< o = 500

9	Alluminio	mg/L	< o = 1	< o = 2
10	Arsenico	mg/L	< o = 0,5	< o = 0,5
11	Bario	mg/L	< o = 20	-
12	Boro	mg/L	< o = 2	< o = 4
13	Cadmio	mg/L	< 0 = 0,02	< o = 0,02
14	Cromo totale	mg/L	< o = 2	< o = 4
15	Cromo VI	mg/L	< o = 0,2	< o = 0,20
16	Ferro	mg/L	< o = 2	< o = 4
17	Manganese	mg/L	< o = 2	< o = 4
18	Mercurio	mg/L	< o = 0,005	< o = 0,005
19	Nichel	mg/L	< o = 2	< o = 4
20	Piombo	mg/L	< o = 0,2	< o = 0,3
21	Rame	mg/L	< o = 0,1	< o = 0,4
22	Selenio	mg/L	< 0 = 0,03	< o = 0,03
23	Stagno	mg/L	< o = 10	
24	Zinco	mg/L	< o = 0,5	< o = 1
25	Cianuri totali(come CN)	mg/L	< o = 0,5	< o = 1
26	Cloro attivo libero	mg/L	< o = 0,2	< o = 0,3
27	Solfuri (come H ₂ S)	mg/L	< 0 = 1	< o = 2
28	Solfiti (come SO ₃)	mg/L	< o = 1	< o = 2
29	Solfati (come SO ₄) (3)	mg/L	< o = 1000	< o = 1000
30	Cloruri	mg/L	< o = 1200	< o = 1200
31	Fluoruri	mg/L	< o = 6	< o = 12
32	Fosforo totale (come P) (2)	mg/L	< o = 10	< o = 10
33	Azoto ammoniacale (come NH ₄) (2)	mg/L	< o = 15	< o = 30
34	Azoto nitroso (come N) (2)	mg/L	< o = 0,6	< o = 0,6

35	Azoto nitrico (come N) (2)	mg/L	< o = 20	< o = 30
36	Grassi e olii animali/vegetali	mg/L	< o = 20	< o = 40
37	Idrocarburi totali	mg/L	< o = 5	< o = 10
38	Fenoli	mg/L	< o = 0,5	< o = 1
39	Aldeidi	mg/L	< o = 1	< o = 2
40	Solventi organici aromatici	mg/L	< o = 0,2	< o = 0,4
41	Solventi organici azotati	mg/L	< o = 0,1	< o = 0,2
42	Tensioattivi totali	mg/L	< o = 2	< o = 4
43	Pesticidi fosforati	mg/L	< o = 0,10	< o = 0,10
44	Pesticidi totali (esclusi i fosforati) tra cui:	mg/L	< o = 0,05	< o = 0,05
45	-aldrin	mg/L	< o = 0,01	< o = 0,01
46	-dieldrin	mg/L	< o = 0,01	< o = 0,01
47	-endrin	mg/L	< o = 0,002	< o = 0,002
48	-isodrin	mg/L	< o = 0,002	< o = 0,002
49	Solventi clorurati	mg/L	< o = 1	< o = 2
50	<i>Escherichia coli</i> (4)	UFC/100mL	Nota	
51	Saggio di tossicità acuta (5)	mg/L	Il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del	Il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o

			50 % del totale	maggiori del 80 % del totale
--	--	--	-----------------	------------------------------------

(*) I limiti per lo scarico in rete fognaria sono obbligatori in assenza di limiti stabiliti dall'autorità competente ai sensi dell'articolo 33, comma 1 del presente decreto o in mancanza di un impianto finale di trattamento in grado di rispettare i limiti di emissione dello scarico finale. Limiti devono essere resi conformi a quanto indicato alla nota 2 della tabella 5 relativa a sostanze pericolose.

Tabella 3/A. Limiti di emissione per unità di prodotto riferiti a specifici cicli produttivi.

Settore produttivo	Quantità scaricata per unità di prodotto o capacità di produzione	Media mensile	Media giorno (*)
Cadmio			
Estrazione dello zinco, raffinazione del piombo e dello zinco, industria dei metalli non ferrosi e del cadmio metallico (1)			
Fabbricazione dei composti del cadmio	g/kg grammi di Cd scaricato per kg di Cd trattato	0,5	
Produzione di pigmenti	g/kg g di Cd scaricato per kg di Cd trattato	0,3	
Fabbricazione di stabilizzanti	g/kg gr di Cd scaricato per kg di Cd trattato	0,5	
Fabbricazione di batterie primarie e secondarie	g/kg gr di Cd scaricato per kg di Cd trattato	1,5	
Galvanostegia	g/kg gr di Cd scaricato per kg di Cd trattato	0,3	
Mercurio(settore dell'elettrolisi dei cloruri alcalini)			
Salamoia riciclata – da applicare all'Hg presente negli effluenti provenienti dall'unità di produzione del cloro.	g Hg/t di capacità di produzione di cloro, installata	0,5	

Salamoia riciclata – da applicare al totale di Hg presente in tutte le acque di scarico contenenti Hg provenienti dall'area dello stabilimento industriale.	g Hg/t di capacità di produzione di cloro, installata	1	
Salamoia a perdere – da applicare al totale del Hg presente in tutte le acque di scarico contenenti Hg provenienti dall'area dello stabilimento industriale.	g Hg/t di capacità di produzione di cloro, installata	5	
Mercurio (settori diversi da quello dell'elettrolisi dei cloruri alcalini)			
Aziende che impiegano catalizzatori all'Hg per la produzione di cloruro di vinile	g/t capacità di produzione di CVM	0,1	
Aziende che impiegano catalizzatori all'Hg per altre produzioni	g/kg mercurio trattato	5	
Fabbricazione dei catalizzatori contenenti Hg utilizzati per la produzione di CVM	g/kg al mese mercurio trattato	0,7	
Fabbricazione dei composti organici ed inorganici del mercurio	g/kg al mese mercurio trattato	0,05	
Fabbricazione di batterie primarie contenenti Hg	g/kg al mese mercurio trattato	0,03	
Industrie dei metalli non ferrosi: -Stabilimenti di ricupero del mercurio (1) -Estrazione e raffinazione dei metalli non ferrosi (1)			
Stabilimenti di trattamento dei rifiuti tossici contenenti mercurio			
Esaclorocicloesano (HCH)			
Produzione HCH	g HCH/t HCH prodotto	2	
Estrazione lindano	g HCH/t HCH trattato	4	
Produzione ed estrazione lindano	g HCH/t HCH prodotto	5	
DDT			

Produzione DDT compresa la formulazione sul posto di DDT	g/t di sostanze prodotte, trattate o utilizzate - valore mensile	4	8
Pentaclorofenolo (PCP)			
Produzione del PCP Na idrolisi dell'esaclorobenzene	g/t di capacità di produzione o capacità di utilizzazione	25	50
Al drin, dieldrin, endrin, isodrin			
Produzione e formulazione di: Aldrin e/ o dieldrin e/o endrin e/o isodrin	g/t capacità di produzione o capacità di utilizzazione	3	15
Produzione e trattamento di HCB	g HCB/t di capacità di produzione di HCB	10	
Esaclorobenzene (HCB)			
Produzione di percloetilene e di tetrachloruro di carbonio mediante perclorurazione	g HCB/t di capacità di produzione totale di PER + CCl4	1,5	
Produzione di tricloroetilene e/o percloroetilene con altri procedimenti (1)			
Cloroformio			
Produzione clorometani del metanolo o da combinazione di metanolo e metano	g CHCl3/t di capacità di produzione di clorometani	10	
Produzione clorometani mediante clorurazione del metano	g CHCl3/t di capacità di produzione di clorometani	7,5	
Tetrachloruro di carbonio			
Produzione di tetrachloruro di carbonio mediante perclorurazione-procedimento con lavaggio	g CCl4/t di capacità di produzione totale di CCl4 e di percloroetilene	30	40
Produzione di tetrachloruro di carbonio mediante perclorurazione-procedimento senza lavaggio	g CCl4/t di capacità di produzione totale di CCl4 e di perclorazione	2,5	5
Produzione di clorometani mediante clorurazione del metano (compresa la clorolisi sotto pressione a partire dal metanolo) (1)			
Produzione di clorofluorocarburi (1)			

1,2 dicloroetano (ECD)			
Unicamente produzione 1,2 dicloroetano	g/t	2,5	5
Produzione 1,2 dicloroetano e trasformazione e/o utilizzazione nello stesso stabilimento tranne che per l'utilizzazione nella produzione di scambiatori di calore	g/t	5	10
Utilizzazione di ECD per lo sgrassaggio dei metalli (in stabilimenti industriali diversi da quelli del punto precedente) (2)			
Trasformazione di 1,2 dicloroetano in sostanze diverse dal cloruro di vinile	g/t	2,5	5
Tricloroetilene			
Produzione di tricloetilene (TRI) e di percloroetilene (PER) (2)	g/t	2,5	5
Utilizzazione TRI per lo stoccaggio dei metalli (2)	g/t		
Triclorobenzene (TCB)			
Produzione di TCB per disidroclorazione e/o trasformazione di TCB	g/t	10	
Produzione e trasformazione di clorobenzeni mediante clorazione (2)	g/t	0,5	
Percloroetilene (PER)			
Produzione di tricloroetilene e di percloroetilene (procedimenti TRI e PER)	g/t	2,5	5
Produzione di tetracloruro di carbonio e di percloroetilene (procedimenti TETRA- PER) (2)	g/t	2,5	5
Utilizzazione di PER per lo grassaggio metalli (2)			

Produzione di clorofluorocarbonio (1)			
------------------------------------------	--	--	--

Note alla tabella 3A

(*) qualora non diversamente indicato, i valori indicati sono riferiti a medie mensili. Ove non indicato esplicitamente si consideri come valore delle media giornaliera il doppio di quella mensile.

(**) Per i cicli che hanno uno scarico della sostanza pericolosa in questione, minore al quantitativo annuo indicato nello schema seguente, le autorità competenti all'autorizzazione possono evitare il procedimento autirizzativo previsto all'articolo 46, comma 2, e dell'articolo 34, commi 2 e 4. In tal caso valgono solo i limiti di tabella 3.

Sostanza pericolosa	Quantità annua di sostanza inquinante scaricata considerata per l'applicazione dell'articolo 46, comma 2 e 46 commi 2 e 4
Cadmio	10 kg/anno di Cd (nel caso di stabilimenti di galvanostegia si applicano comunque i limiti di tabella 3A e le procedure dell'articolo 34, quando la capacità complessiva delle vasche di galvanostegia supera 1,5 m ³)
Mercurio (settore dell'elettrolisi dei cloruri alcalini)	È sempre richiesto il rispetto della tabella 3A e l'applicazione delle procedure dell'articolo 34
Mercurio (settore diverso dell'elettrolisi dei cloruri alcalini)	7,5 Kg/anno Hg
Esaclorocicloesano	3 Kg/anno di HCH
DDT	1 kg/anno DDT
Pentaclorofenolo	3 Kg/anno PCP
Aldrin, dieldrin, endrin, isodrin	È sempre richiesto il rispetto della tabella 3A e l'applicazione delle procedure dell'articolo 34
Esaclorobenzene	1 Kg/anno di HCB
Esaclorobutadiene	1 Kg/anno HCBD
Cloroformio	30 Kg/anno di CHCl ₃
Tetracloruro di carbonio	30 Kg/anno di TETRA
1,2 dicloroetano	30 Kg/anno di EDC
Tricloroetilene	30 Kg/anno di TRI
Triclorobenzene	È sempre richiesto il rispetto della tabella 3A e

	l'applicazione delle procedure dell'art. 34
Percloroetilene	30 Kg/anno di PER

Per verificare che gli scarichi soddisfano i limiti indicati nella tabella 3/A deve essere prevista una procedura di controllo che prevede:

il prelievo quotidiano di un campione rappresentativo degli scarichi effettuati nel giro di 24 ore e la misurazione della concentrazione della sostanza in esame;
la misurazione del flusso totale degli scarichi nello stesso arco di tempo.

La quantità di sostanza scaricata nel corso di un mese si calcola sommando le quantità scaricate ogni giorno nel corso del mese. Tale quantità va divisa per la quantità totale di prodotto o di materia prima.

Tabella 4. Limiti di emissione per le acque reflue urbane ed industriali che recapitano sul suolo.

		Unità di misura	(il valore della concentrazione deve essere minore o uguale a quello indicato)
1	pH		6-8
2	SAR		10
3	Materiali grossolani	-	assenti
4	Solidi sospesi totali	mg/L	25
5	BOD5	mg O2/L	20
6	COD	mg O2/L	100
7	Azoto totale	mg N/L	15
8	Fosforo totale	mg P/L	2
9	Tensioattivi totali	mg/L	0,5
10	Alluminio	mg/L	1
11	Berillio	mg/L	0,1
12	Arsenico	mg/L	0,05
13	Bario	mg/L	10
14	Boro	mg/L	0,5
15	Cromo totale	mg/L	1
16	Ferro	mg/L	2

17	Manganese	mg/L	0,2
18	Nichel	mg/L	0,2
19	Piombo	mg/L	0,1
20	Rame	mg/L	0,1
21	Selenio	mg/L	0,002
22	Stagno	mg/L	3
23	Vanadio	mg/L	0,1
24	Zinco	mg/L	0,5
25	Solfuri	mg H ₂ S/L	0,5
26	Solfitti	mg SO ₃ /L	0,5
27	Solfati	mg SO ₄ /L	500
28	Cloro attivo	mg/L	0,2
29	Cloruri	Mg Cl/L	200
30	Fluoruri	Mg F/L	1
31	Fenoli totali	mg/L	0,1
32	Aldeidi totali	mg/L	0,5
33	Solventi organici aromatici totali	mg/L	0,01
34	Solventi organici azotati totali	mg/L	0,01
35	Pesticidi fosforiti	mg/L	0,01
36	Saggio di tossicità su <i>Daphnia magna</i> (vedi nota 8 di tabella 3)	LC50 24 h	il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 50% del totale
37	<i>Escherichia coli</i> (1)	UFC/100mL	

(1) In sede di autorizzazione allo scarico dell'impianto per il trattamento di acque reflue urbane, da parte dell'autorità competente andrà fissato il limite più opportuno in relazione alla situazione ambientale e igienico sanitario del corpo idrico recettore e agli usi esistenti. Si consiglia un limite non superiore ai 5000 UFC/100ml.

Tabella 5. Sostanze per le quali non possono essere adottati limiti meno restrittivi di quelli indicati in tabella 3 rispettivamente per lo scarico in acque superficiali (1) e per lo scarico in rete fognaria (2), o in tabella 4, per lo scarico sul suolo

1	Arsenico
2	Cadmio
3	Cromo totale
4	Cromo esavalente
5	Mercurio
6	Nichel
7	Piombo
8	Rame
9	Selenio
10	Zinco
11	Fenoli
12	Idrocarburi di origine petrolifera persistenti
12 bis	Idrocarburi di origine petrolifera non persistenti
13	Solventi organici aromatici
14	Solventi organici azotati
15	Composti organici alogenati (compresi i pesticidi clorurati)
16	Pesticidi fosforati
17	Composti organici dello stagno
18	Sostanze di cui, secondo le indicazioni dell'agenzia internazionale di ricerca sul cancro, è provato il potere cancerogeno

- (1) Per quanto riguarda gli scarichi in corpo idrico superficiale, nel caso di insediamenti produttivi aventi scarichi con una portata complessiva media giornaliera inferiore a 50 m³, per i parametri della tabella 5, ad eccezione di quelli indicati sotto i numeri 2, 4, 5, 7, 15, 16, 17 e 18 le regioni e le province autonome nell'ambito dei piani di tutela, possono ammettere valori di concentrazione che superano di non oltre il 50% i valori indicati nella tabella 3, purché sia dimostrato che ciò non comporti un peggioramento della situazione ambientale e non pregiudica il raggiungimento gli obiettivi ambientali.
- (2) Per quanto riguarda gli scarichi in fognatura, purché sia garantito che lo scarico finale della fognatura rispetti i limiti di tabella 3, o quelli stabiliti dalle Regioni ai sensi dell'articolo 28 comma 2, il gestore del servizio idrico integrato può adottare, ai sensi dell'articolo 35, per i parametri della tabella 5, ad eccezione di quelli indicati sotto i numeri 2, 4, 5, 7, 14, 15, 16 e 17, limiti di accettabilità i cui valori di concentrazione superano quello indicato in tabella 3.

Tabella 6 - Peso vivo medio annuo corrispondente ad una produzione di 340 Kg di azoto, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione, da considerarsi ai fini dell'assimilazione alla acque reflue domestiche (articolo 28 comma7).

SPECIE ALLEVATA	PESO VIVO MEDIO PER ANNO (TONNELLATA)
Suini	3
Bovini	4
Avicoli	2,1
Cunicoli	2,4
Ovicaprini	3,4
Equini	4

Nota 1) - L'allegato è stato così sostituito dall'articolo 25 del D.lgs 18 agosto 2000, n. 258 " Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128".

Nota 2) - Il punto 1.2 dell'allegato 5 è stato così modificato dal comma 10 dell'art. 1 del DM 6 novembre 2003, n. 367. Il testo precedente era:

1.7 D.M. n. 471 1999

Fin dalla fine degli anni '80 la normativa Nazionale con la legge 441/87 si è interessata alla complessa materia della bonifica dei siti contaminati ma è con l'emanazione del D.M. 471/99, applicazione dell'art. 17 del D.Lgs 22/99, che si è data una definizione organica delle procedure tecniche e amministrative per la gestione dei siti contaminati. La bonifica dei suoli contaminati sorge come disciplina complementare e funzionale della gestione integrata dei rifiuti; infatti il suolo contaminato, ai fini della catalogazione europea (CER), rientrano nel capitolo 17 ' Rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione (compreso il terreno proveniente da siti contaminati)' sottogruppo 05 " *terra (compreso quello proveniente da siti contaminati), rocce e fanghi di dragaggio*" .

L'art. 17 del succitato D.Lgs 22/97 esprime chiaramente un concetto basilare per la normativa ambientale chiunque cagiona, anche in maniera accidentale, una situazione di inquinamento o di pericolo concreto ed attuale di inquinamento di un sito ha l'obbligo di procedere a proprie spese alla bonifica ed al ripristino ambientale. L'obbligo di avviare il procedimento è posto a carico di colui che

ha provocato il danno al suolo; il responsabile è tenuto a darne comunicazione al Comune, alla Provincia e alla Regione nonché agli organi di controllo sanitario e ambientale entro le 48 ore dall'evento, precisando il nome del proprietario del sito, l'ubicazione e le dimensioni stimate dell'area contaminata o a rischio di inquinamento, i fattori che hanno determinato l'inquinamento o il pericolo di inquinamento, le tipologie e le quantità dei contaminanti immessi o che rischiano di essere immessi nell'ambiente, le componenti ambientali interessati, come suolo, corpi idrici, flora, fauna ed una stima dell'entità della popolazione a rischio o, se ciò non è possibile, le caratteristiche urbanistiche e territoriali dell'area circostante a quella potenzialmente interessata all'inquinamento. Contestualmente deve provvedere all'esecuzione dei necessari interventi di messa in sicurezza d'emergenza per rimuovere le fonti inquinanti e contenere la diffusione dei contaminanti. Queste iniziative devono essere comunicate al Comune, alla Provincia e alla Regione entro 96 ore dall'evento, allegando idonea documentazione tecnica dalla quale risulteranno le caratteristiche degli interventi. In tal modo il Comune, o la Regione se l'inquinamento interessa più Comuni, è messo in grado di verificare entro i successivi 30 giorni l'efficacia degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza adottati e può fissare prescrizioni e interventi integrativi, con particolare riferimento alle misure di monitoraggio da attuare per accettare le condizioni di inquinamento.

Quando il responsabile dell'inquinamento non provvede oppure non è individuabile, gli interventi di messa in sicurezza, di bonifica e di ripristino ambientale sono realizzati d'ufficio dal Comune territorialmente competente e, se questo non provvede, dalla Regione secondo l'ordine di priorità stabilito nel Piano regionale per la bonifica delle aree inquinate, che costituisce parte integrante dei Piani regionali di gestione integrata dei rifiuti; l'ordine di priorità è definito sulla base di criteri di valutazione del rischio, definiti dall'APAT. Se, a seguito di accertamenti effettuati da soggetti ed organi pubblici nell'esercizio delle loro funzioni istituzionali di controllo, vengono riscontrati livelli di inquinamento superiori ai limiti previsti, verrà data dai soggetti stessi tempestiva notizia alla Regione, alla Provincia e al Comune territorialmente competente al fine di avviare le procedure per la bonifica. Prima di entrare nel merito delle procedure e metodologie di applicazione del D.M. 471/99 è necessario introdurre alcune nozioni fondamentali per meglio comprendere di chi e cosa stiamo parlando.

Sito: Un sito è un'area o porzione di territorio, geograficamente definita e delimitata, presa in considerazione nelle diverse matrici ambientali e nelle eventuali strutture edilizie ed impiantistiche presenti.

Sito inquinato: sito che presenta livelli di contaminazione o alterazioni chimiche, fisiche e biologiche del suolo o sottosuolo o delle acque superficiali o delle acque sotterranee tali da determinare un

pericolo per la salute pubblica, per l'ambiente e il costruito. Ai fini del regolamento l'inquinamento è rilevante quando anche *uno solo* dei valori di concentrazione delle sostanze inquinanti nel suolo o nel sottosuolo o nelle acque sotterranee o superficiali risulta superiore ai valori di *Concentrazione Limiti Accettabili CLA* (Allegato 1), riferiti alla specifica destinazione d'uso "Verde pubblico e residenziale" , "Commerciale e industriale".

Il concetto generale di bonifica abbraccia tutta quella serie di attività che vanno dal contenimento di una fonte inquinante alla fase di recupero definitivo di un sito alla sua effettiva fruibilità distinguendo le diverse fasi in messa in sicurezza d'emergenza, bonifica e ripristino ambientale o con misure di sicurezza e la messa in sicurezza permanente.

La messa in sicurezza d'emergenza: ogni intervento necessario ed urgente per rimuovere le fonti inquinanti, contenere la diffusione degli inquinanti e impedire il contatto con le fonti inquinanti presenti nel sito, in attesa degli interventi di bonifica e ripristino ambientale, o della bonifica con misure di sicurezza o gli interventi di messa in sicurezza permanente.

La bonifica e il ripristino ambientale: fase centrale delle azioni di recupero ambientale e consiste in tutti gli interventi di rimozione della fonte inquinante e di quanto dalla stessa contaminato, fino a raggiungere i valori di Concentrazione Limiti Accettabile tabellati dal Regolamento con riferimento alla specifica destinazione d'uso; alla fase della bonifica può seguire il ripristino ambientale, costituisce il momento ulteriore e finale di bonifica: sono gli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica, che consentono di recuperare il sito alla sua effettiva fruibilità per la destinazione d'uso conforme agli strumenti urbanistici in vigore, assicurando la qualità delle matrici naturali.

I limiti definiti nell'Allegato 1 sono parametri di riferimento per stabilire qual è il livello massimo di concentrazione di inquinanti compatibile con le esigenze di tutela della salute e dell'ambiente, ma non costituiscono il fine ultimo del procedimento di bonifica. Il regolamento prevede queste quattro modalità di bonifica :

1. *riduzione delle concentrazioni di inquinanti ai valori limite accettabili tabellati ;*
2. *riduzione delle concentrazioni di inquinanti ai valori del fondo naturale presenti nell'intorno non influenzato dalla contaminazione:* se i valori del fondo naturale nell'intorno non contaminato sono più alti dei Valori Limite previsti e tabellati, gli interventi di bonifica dovranno garantire la riduzione delle concentrazioni di inquinanti ai valori del fondo naturale non contaminato; però, la naturale presenza di inquinanti in concentrazioni superiori ai valori limite deve essere dimostrata nell'ambito dei prelievi e l'analisi preliminari dei campioni;

3. riduzione delle concentrazioni di inquinanti a valori più restrittivi di quelli previsti per la specifica destinazione d'uso: quando nel sito risulti compreso, anche in modo parziale, un

corpo idrico ricettore classificato sensibile dalla normativa sulla tutela delle acque, ovvero sia necessario tutelare la qualità delle acque destinate all'uso potabile;

4. riduzione delle concentrazioni di inquinanti a valori limite diversi e meno restrittivi dei valori limiti accettabili previsti: la bonifica con misure di sicurezza.

La bonifica con misure di sicurezza: i valori di concentrazione limite accettabili non possono essere raggiunti nemmeno con l'applicazione delle migliori tecnologie disponibili sul mercato per la specifica tipologia di intervento a costi sopportabili. In tali casi per l'uso del sito devono essere previsti piani di monitoraggio e controllo ed eventuali limitazioni rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici; sulla base di un'analisi di rischio deve essere dimostrato che la permanenza delle concentrazioni residue nel sito sono in ogni caso compatibili con le esigenze di tutela della salute e dell'ambiente.

La messa in sicurezza permanente: è consentita solo in presenza di una situazione di inquinamento provocata dallo stoccaggio di rifiuti che non è possibile risolvere con interventi di "bonifica con ripristino ambientale" o di "bonifica con misure di sicurezza", e presenta perciò una deroga all'obbligo stesso di bonifica. Si concretizza nell'isolamento definitivo delle fonti inquinanti presenti nel sito rispetto alle matrici circostanti influenzate dall'inquinamento;. Deve essere dimostrato, nell'ambito del procedimento di elaborazione e approvazione del progetto di bonifica, che non è possibile rimuovere i rifiuti stoccati neppure con le migliori tecnologie disponibili.

Questa procedura deve privilegiare le tecnologie, dove possibile, di trattamento dei rifiuti e riduzione dei volumi degli stessi al fine di limitare la superficie e il volume complessivi del sito interessato. Possono dunque restare stoccati solo i rifiuti che costituiscono la fonte d'inquinamento e che già si trovano nel sito, insieme ai residui originati dal loro trattamento; perciò non è consentito depositare ulteriori quantitativi di rifiuti, seppure della stessa tipologia e natura di quelli già stoccati.

I siti sottoposti a questa procedura sono equiparati alle discariche dopo la chiusura, e sottostanno ai regimi di controlli e gestione amministrativa, finanziaria e alle tecniche di garanzia di tutela ambientale. Il provvedimento che approva l'intervento stabilisce misure di monitoraggio e controlli ed eventuali limitazioni d'uso rispetto alle previsioni urbanistiche dell'Ente locale del territorio dove è ubicato il sito inquinato. Però, la messa in sicurezza permanente non ha carattere di sicura e indeterminata stabilità nel tempo: in relazione all'evoluzione del progresso scientifico ed alla individuazione di ulteriori nessi di causalità tra situazione di inquinamento in atto e rischi per la salute pubblica e per l'ambiente, il regolamento può far sottoporre il sito a un radicale e definitivo intervento

di bonifica, anche se tale intervento era stato inizialmente escluso in base ad un giudizio comparativo tra migliore tecnologia disponibile e sostenibilità dei costi.

I valori di CLA sono riferiti a suolo, sottosuolo e materiali di riporto del sito e influenzati dalla contaminazione del sito, i sopra citati valori per il suolo e sottosuolo si applicano per tutta la profondità che si ritiene necessario campionare ed analizzare per definire l'estensione dell'inquinamento e per progettare interventi di bonifica; i risultati delle analisi effettuate sulla frazione granulometrica passante al vaglio 2 mm sono riferiti alla totalità della sostanza secca. Per valori fuori tabella si adottano valori di CLA riferiti alla sostanza più affine in senso tossico. Le analisi non vengono eseguite sulla totalità delle sostanze indicate in elenco; basandosi sulle attività pregresse, sulla caratterizzazione specifica e su altre fonti d'informazione che l'Autorità competente vorrà usare, quest'ultima seleziona, tra le sostanze elencate, quelle *indicatrici* che permettono di definire l'estensione, il tipo d'inquinante e il rischio posto per la salute pubblica e l'ambiente in modo con rigorosa precisione.

Gli elaborati progettuali si articolano su tre livelli di approfondimenti tecnici progressivi costituiti da :

- *Piano della Caratterizzazione*
- *Progetto Preliminare*
- *Progetto Definitivo*

Il *Piano di Caratterizzazione* dovrà essere presentato entro 30 gg. dall'accertamento del superamento dei valori di Concentrazione Limite Accettabile al Comune e alla Regione; ed il *Progetto definitivo* entro un anno dalla scadenza dei trenta giorni al Comune, o alla Regione se l'intervento riguarda un'area compresa nel territorio di più Comuni, che lo approva entro 90 gg. dalla presentazione, sentita a riguardo una Conferenza dei Servizi, alla quale sono chiamati a partecipare gli Enti locali interessati, l'ARPA competente per territorio e le amministrazioni competenti per le autorizzazioni, le intese e i pareri. Se il progetto prevede la realizzazione di opere sottoposte alla procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale (studio d'impatto del proponente l'opera e il giudizio di compatibilità ambientale dell'Amministrazione pubblica competente), l'approvazione del progetto medesimo è subordinata all'acquisizione della relativa pronuncia di compatibilità.

I controlli sulla conformità degli interventi di bonifica e ripristino ambientale o di messa in sicurezza d'emergenza sono effettuati dalla Provincia, che ne deve attestare il completamento e la conformità al progetto con apposita certificazione; a tal fine deve essere trasmessa alla Provincia la documentazione relativa al Piano di caratterizzazione, ai Progetti preliminare e definitivo contenente le misure di sicurezza, i monitoraggi da effettuare, le limitazioni d'uso dell'area. Il completamento degli interventi di sicurezza permanente e la conformità degli stessi al progetto approvato non può comunque essere

accertato se non decorsi cinque anni dall'effettuazione del piano di controllo: la Provincia è tenuta ad eseguire controlli e verifiche periodiche sull'efficacia delle misure di sicurezza adottate e degli interventi di messa in sicurezza permanente, anche allo scopo di accertare, con cadenza biennale, che le caratteristiche del sito siano corrispondenti alla destinazione d'uso prevista e non comportino rischi per la salute e per l'ambiente, tenuto anche conto delle conoscenze tecniche e scientifiche nel frattempo sviluppatesi.

LIVELLI DI APPROFONDIMENTO TECNICI

Come in precedenza accennato il D.M. 471 definisce le modalità di elaborazione dei progetti in base alla criticità dell' inquinamento e alle modalità di gestione di rifiuti stoccati, per cui possiamo avere tre differenti tipologie di progetti:

1. *Progetto di Bonifica e Ripristino Ambientale*
2. *Progetto di Bonifica con Misure di Sicurezza e Ripristino Ambientale*
3. *Progetto della Messa in Sicurezza Permanente e Ripristino Ambientale.*

Ogni elaborato sarà strutturato secondo tre livelli successivi di approfondimento tecnici :

- 1° *liv*) Piano della Caratterizzazione
- 2° *liv*) Piano Preliminare
- 3° *liv*) Piano Definitivo.

Ciascuno di questi livelli di approfondimento si conclude con una presentazione all'autorità competente di una Relazione Tecnica Descrittiva, contenente i relativi elaborati tecnici.

Andiamo a descrivere in dettaglio e singolarmente i tre livelli di approfondimento tecnici

Piano della caratterizzazione

Describe in modo dettagliato il sito e tutte le attività che si sono svolte o che ancora si svolgono, individuando le correlazioni tra le attività svolte e le localizzazioni ed estensione della possibile contaminazione; descrive le componenti ambientali presenti all'interno e quelle esterne al sito da esso influenzate e le articolate condizioni per la protezione della salute pubblica, presentandone le indagini da attuare per definire il grado e l'estensione della contaminazione.

È strutturato in tre *SEZIONI* :

1. *Raccolta e sistemazione dei dati esistenti ,*
2. *Caratterizzazione del sito e formulazione preliminare del Modello Concettuale*
3. *Piano di investigazione iniziale.*

Raccolta e sistemazione dei dati esistenti

Prevede la raccolta di documenti, ispezioni sul sito e sull'area esterna interessata dalla contaminazione.

In particolare vengono riportate le seguenti informazioni:

- ✓ atti amministrativi e giudiziari riguardanti il sito ; la tipologia del sito, ad esempio area industriale dismessa, discarica illegale, area industriale in attività ; mappatura dell'area e localizzazione del sito;
- ✓ cartografia storica, uso del sito attuale e destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici ;
- ✓ planimetria degli edifici, impianti produttivi e infrastrutture, sia presenti sia smantellati, con i tempi di dismissione dei singoli impianti e/o fabbricati presenti ; dettagli di tutte le attività svolte sull'area e degli impianti annessi ; descrizione e mappatura di eventuali accumuli di rifiuti in discariche presenti nell'area, con dettagli su tipo e volumi degli stessi, condizione di impermeabilizzazione e ricoprimento, emissioni gassose e danni alla vegetazione, vie di migrazione nell'ambiente e di esposizione per la popolazione degli agenti contaminanti ;
- ✓ tipologia ed elenco dei materiali e sostanze utilizzate per le lavorazioni, riferite al periodo completo delle attività avute luogo nel sito, con la loro classificazione di pericolosità e tossicità ; impianti ed infrastrutture sotterranee (reti di drenaggio, condotte d'adduzione e di distribuzione), zone di accumulo dei materiali (liquidi o solidi) sia superficiali sia interrate, per formulare ipotesi sulle localizzazioni di possibili rotture, perdite e sversamenti che possono aver causato l'accumulo sul e nel suolo di sostanze contaminanti ;
- ✓ elenco del tipo e quantità dei rifiuti e materiali da dismettere, valutandone la produzione di rifiuti pericolosi ; consultazione di letteratura scientifica riguardante lo specifico problema di contaminazione ipotizzato e materiale integrativo relativo all'area circostante al sito .

Alle informazioni precedenti si allegano le descrizioni del territorio mediante :

- ✓ analisi cartografiche storiche e analisi di rilievi fotogrammetrici, analisi della distribuzione della popolazione residente e di altre attività antropiche ; descrizioni delle reti viarie con le principali vie di trasporto e reti ferroviarie ;
- ✓ caratterizzazione geologico-stratigrafica e idrogeologico del sito e dell'area influenzata dal sito stesso ; descrizione dei corpi idrici superficiali e prelievi, presenza di pozzi e prelievi di acque sotterranee e relativa cartografia ;
- ✓ risultati delle analisi chimico-fisiche svolte sulle acque superficiali e sotterranee, sugli ecosistemi dell'area influenzata dalle caratteristiche del sito.

Successivamente agli accertamenti del superamento dei valori delle C.L.A., in riferimento alle analisi dei campionamenti svolti dall'azienda incaricata per la bonifica e dall'Autorità competente, risulta rilevante fornire le seguenti informazioni :

- ✓ descrizione dei campionamenti, localizzazione dei punti di prelievo e loro mappatura e le concentrazioni rilevate.

Caratterizzazione del sito e formulazione preliminare del Modello Concettuale.

Il Modello Concettuale del sito descrive in modo dettagliato le possibili fonti della contaminazione, presenti o passate, il grado e l'estensione della contaminazione del suolo, del sottosuolo, delle acque superficiali e sotterranee del sito e del territorio influenzato, i percorsi di migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai recettori umani e ambientali. Il Modello ha lo scopo di individuare le caratteristiche degli impianti e delle strutture presenti sul sito, le caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze presenti e la loro tossicità, le modalità di stoccaggio, per definire, in secondo luogo, la misura in cui possono aver causato l'inquinamento di suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee e materiali inerti. Questo schema per il sito è la base per definire gli obiettivi di bonifica, per formulare la valutazione del rischio e la selezione di eventuali misure di sicurezza permanente.

Piano di investigazione iniziale

L'area oggetto dell'investigazione comprende il sito inquinato ed una porzione di territorio esterna definita sulla base del Modello Concettuale del sito , in funzione della mobilità degli inquinanti nelle matrici ambientali interessate, delle caratteristiche idrogeologiche e meteoclimatiche del territorio e delle possibili vie di esposizione per i bersagli della contaminazione. In questa ultima sezione si conducono le analisi del suolo, sottosuolo, delle acque sotterranee e superficiali interessati dalla migrazione delle sostanze presenti nella sorgente di contaminazione, al fine della valutazione del rischio d'inquinamento per l'ambiente naturale, il territorio urbanizzato e del danno per la salute pubblica. Si verifica, sulla base delle ipotesi formulate nelle due sezioni precedenti, l'effettiva estensione dell'inquinamento generato dai singoli impianti, dai rifiuti stoccati alle matrici ambientali; si individuano le fonti di ogni inquinamento (impianti dismessi, in attività, rifiuti stoccati); si confermano e si integrano i dati relativi alla geologia, all'idrogeologia, alla pedogenesi e all'idrologia del sito. Inoltre, si definisce la localizzazione dei punti di prelievo e i metodi di campionamenti di suolo, sottosuolo, materiali inerti e di riporto, le acque sotterranee e superficiali per l'area del sito e l'area circostante che si ritiene interessata dall'inquinamento; la lista delle sostanze da analizzare e i metodi chimico-fisici di analisi di laboratorio per caratterizzare la

presenza e la diffusione dei contaminanti e il loro impatto sull'ambiente limitrofo e sulla popolazione; si identificano i punti di prelievo e le metodologie di campionamento per confermare la caratterizzazione ambientale (geologica, idrogeologica e idrologica) del sito e dell'area esterna interessata dalla contaminazione.

Progetto Preliminare

Valuta le investigazioni e le analisi svolte per caratterizzare il sito e l'ambiente influenzato da questo; definisce gli obiettivi per la bonifica e il ripristino ambientale, o per la messa in sicurezza permanente da raggiungere nella specifica situazione ambientale e territoriale, con riferimento ai vincoli e alla destinazione d'uso prevista per il sito dagli strumenti urbanistici locali. Le indagini, i prelievi e i sondaggi sono condotti ad un livello tale che consente i calcoli preliminari delle strutture e degli impianti e lo sviluppo del computo metrico estimativo. Dove previsto, contiene lo *Studio* per il giudizio di compatibilità ambientale. Analizza e seleziona le migliori tecnologie adatte per il sito in esame per affrontare :

- la bonifica per raggiungere i valori di concentrazione limiti accettabili, o le concentrazioni residue specifiche per il sito in funzione della destinazione d'uso previsto dai piani urbanistici locali;
- la messa in sicurezza permanente, e ne definisce i lavori per eseguire e garantire la manutenzione delle misure di sicurezza e degli strumenti di controllo ;

È strutturato nelle otto sezioni seguenti :

- 1) *Analisi dei livelli d'inquinamento ,*
- 2) *Eventuale investigazione di dettaglio ,*
- 3) *Possibili tecnologie adottabili e concentrazioni residue raggiungibili ,*
- 4) *Analisi del rischio specifica per il sito ,*
- 5) *Descrizione delle tecnologie di bonifica e ripristino ambientale o misure di sicurezza da adottare e dei relativi interventi ,*
- 6) *Test per verificare l'efficacia degli interventi di bonifica proposti ,*
- 7) *Compatibilità d'impatto ambientale ,*
- 8) *Progettazione per Fasi*

Progetto definitivo

Determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare ed il relativo costo preventivo, deve essere sviluppato con un livello di definizione tale da individuare ogni elemento in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzi unitari; è corredato da un *Piano Sicurezza* per i lavoratori e dai criteri di protezione della popolazione; è corredato da un *Piano di manutenzione* delle opere di bonifica, di messa in sicurezza

permanente, di ripristino ambientale, *Piano di manutenzione* delle misure di sicurezza e degli strumenti di controllo. Definisce gli interventi necessari ad attuare le eventuali prescrizioni e limitazioni all'uso del sito richieste dall'Autorità competente.

È strutturato nelle tre sezioni seguenti :

1. *Descrizione di dettaglio della tecnologia scelta e degli interventi proposti ,*
2. *Interventi da realizzare per l'attuazione delle prescrizioni e delle limitazioni all'uso del sito ,*
3. *Piano dei controlli e monitoraggi post-operam.*

LA PROCEDURA SEMPLIFICATA

La procedura semplifica è prevista dall'art.13 del D.M. 471/99 “*Interventi di bonifica e ripristino ambientale che non richiedono autorizzazione*” ed è la Regione che individua tali tipologie di interventi. L'applicazione di tale articolo presuppone la contemporanea presenza di tre condizioni che riporto testualmente dal già più volte citato D.M.:

- a) *il volume del terreno contaminato non deve essere superiore a cento metri cubi;*
- b) *il progetto non deve riguardare interventi di bonifica e ripristino ambientale con misure di sicurezza di cui all'articolo 5 né interventi di messa in sicurezza permanente di cui all'articolo 6;*
- c) *il progetto non deve rientrare tra quelli che in base alla normativa vigente sono soggetti alla procedura di valutazione di impatto ambientale.*

In ottemperanza ai principi di tutela della salute pubblica e della salvaguardia dell'ambiente, la Regione definisce le modalità ed i criteri che devono essere rispettati per l'esecuzione degli interventi di bonifica, di recupero e di smaltimento dei rifiuti che derivano da attività di cui al suddetto articolo ed al vincolo della limitazione della movimentazione dei rifiuti.

Il progetto esecutivo degli interventi deve essere presentato, sessanta giorni prima dell'inizio dei lavori, al Comune che può chiedere integrazioni e stabilire prescrizioni e modalità di esecuzione dei lavori o impedire l'esecuzione degli interventi che non rispettino i criteri stabiliti dalla Regione.

L'applicazione di tale procedura può essere sintetizzata nei seguenti principi di base:

- 1) L' inquinamento riscontrato in situ, attraverso indagini preliminari accurate, interessa una piccola porzione di territorio e prevalentemente di suolo e sottosuolo.

- 2) L'entità dell'inquinamento è tale per cui è possibile riportare entro i limiti di legge prestabiliti per la specifica destinazione d'uso del sito le sostanze inquinanti mediante l'applicazione di tecnologie sopportabili economicamente.
- 3) Per la tipologia e quantità di inquinanti si presume che il rischio di incidenza sui possibili bersagli ambientali e sulla popolazione coinvolta siano bassi.
- 4) La fonte della contaminazione deve essere allontanata.
- 5) Ogni singola Regione dovrà predisporre strumenti legislativi specifici di applicazione di tale articolo.

Altra condizione vincolante è che il sito in oggetto non deve essere sottoposto a procedure di Valutazione di Impatto Ambientale. Quest'ultima procedura interessa pochi siti nel territorio Nazionale e quindi diventa poco rilevante per l'applicazione del metodo ai numerosi casi e per la maggior parte siti non sottoposti a VIA. Dall'interpretazione dell'art. 13 emerge che i siti adibiti a stoccaggio di rifiuti non possono procedere a bonifica e ripristino ambientale secondo la procedura semplificata poichè non è possibile allontanare la fonte di contaminazione (rifiuti).

Come è facilmente intuibile da quanto finora esposto, la procedura semplificata è stata introdotta per snellire la procedura burocratica ordinaria, tuttavia ad oggi sono ancora pochi i soggetti che fanno ricorso alla procedura semplificata, e principalmente a causa delle seguenti motivazioni:

- ✓ In corso d'opera è possibile che vengano a mancare le condizioni di applicazione della procedura e in particolare che il terreno contaminato sia maggiore dei 100 mc previsti con la conseguente necessità di riavviare da capo l'intervento secondo la procedura ordinaria;
- ✓ Scarse informazioni relative all'attività pregressa del sito e conseguente difficile previsione del rischio ambientale ad esso associato;
- ✓ Solo alcune regioni (Lombardia, Veneto, Emilia Romagna,....) hanno predisposto strumenti tecnici-legislativi di applicazione dell'art.13;
- ✓ Scarsa conoscenza dell'opportunità da parte dei soggetti obbligati.

PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO

Considerando che la fenomenologia dell'inquinamento dei siti coinvolge più matrici ambientali, si suddividono le procedure di campionamento a seconda che si prenda in considerazione il mezzo insaturo, comprendente terreno, acqua e gas interstiziale oppure il mezzo saturo comprendente le acque di falda.

Campionamento di terreno

L'obiettivo primario consiste nel prelievo di un campione che sia il più rappresentativo possibile delle caratteristiche chimiche fisiche e biologiche degli orizzonti attraversati e che serva da indicatore dell'eventuale presenza di sostanze contaminanti; il carotaggio avviene con metodi di perforazione a secco senza fluidi di perforazione per prelevare campioni indisturbati.

I metodi si distinguono in:

- *perforazione con avanzamento a rotazione senza fluido;*
- *tecniche penetrometriche o direct-push;*
- *campionamenti per analisi di composti volatili.*

Perforazione con avanzamento a rotazione senza fluido

I campionatori sono a rotazione e a percussione e la perforazione a secco avviene a carotaggio continuo; tecnica questa che consiste nell'utilizzare aste cave che prevedono l'uso di un carotiere al posto dello scalpello distruttore di nucleo.

Tecniche penetrometriche o direct-push

Questi sistemi utilizzano strumenti a percussione con avanzamento a secco, che permettono il campionamento del terreno, dell'aria negli interstizi dello scheletro solido insaturo e dell'acqua di falda presente nel mezzo saturo. Il principio segue quello dei penetrometri geotecnici, in base al quale un martello spinge alla profondità voluta una serie di aste, al termine del quale è presente un campionatore per prelevare la matrice. Permette il recupero di carote con diametro inferiore a 5 cm, che vengono restituite all'interno di fustelle in materiale plastico trasparente, per consentire l'ispezione visiva, il contatto del campione con l'atmosfera e agenti esterni viene minimizzato grazie alla chiusura della fustella. Possono raggiungere profondità di 25-30 m e presentano i vantaggi quali velocità e qualità di campionamento nonché costi limitati rispetto ai precedenti sistemi, ma il loro limite è legato alla presenza di macigni.

Campionamenti per analisi di composti volatili

Si usano metodologie che recuperano il campione direttamente all'interno di fiala da laboratorio con tappo in teflon, contenenti metanolo o acqua, utilizzate per le analisi chimiche, a causa delle perdite imputabili all'elevata volatilità del contaminante. Si utilizza un sub-campionatore, costituito da una siringa in plastica privata della guarnizione in gomma con la quale si preleva una piccola aliquota di terreno dalla carota, subito dopo il recupero in superficie.

Campionamento di acqua di falda

La distribuzione di un contaminante in falda dipende dalla natura del contaminante stesso (densità, idrosolubilità, viscosità dinamica), dalle caratteristiche dell'acquifero (permeabilità, porosità, tessitura), dalla natura del rilascio (geometria della sorgente o delle sorgenti inquinanti, immissione impulsiva o continua) e dall'instaurarsi di fenomeni di biodegradazione.

I campionamento lungo la verticale

E' utile per ricostruire tridimensionalmente il grado di contaminazione; è il caso di contaminazione imputabile a composti non miscibili con l'acqua quali i *NAPL* e gli approcci sono con i piezometri o con tecniche direct-push. La massima profondità da raggiungere interessa almeno la base del primo acquifero individuato e comunque non inferiore a due terzi dell'acquifero stesso.

Spурго

Lo scopo è quello di permettere il prelievo di un campione rappresentativo di acqua di falda, creando il minor disturbo possibile alle condizioni naturali di deflusso; per raggiungere questo obiettivo, il volume di acqua che staziona all'interno del piezometro deve essere eliminato, in quanto sottoposto a equilibri chimici e fisici differenti da quelli presenti nell'acqua di falda, in quanto l'iterazione con i materiali di rivestimento del pozzo e con l'aria atmosferica rende l'acqua accumulata nel piezometro non rappresentativa delle condizioni chimico-fisiche della falda.

I criteri per la scelta dei volumi e dei tempi di spurgo vengono definiti in base a :

- VOLUME: si ritiene sufficiente spurgare da 3 a 5 volumi di pozzo per garantire la significatività del campione; il vantaggio è legato alla semplicità di esecuzione, anche se, nel caso di piezometri di grosso diametro, i tempi e i volumi possono essere elevati;
- STABILIZZAZIONE DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI: questo approccio consiste nello spurgo del pozzo o del piezometro, monitorando parametri quali il pH, la temperatura, la conduttanza specifica, fino alla stabilizzazione, raggiunta la quale, la portata viene ridotta ulteriormente per permettere il campionamento ;
- LOW-FLOW PURGING E STABILIZZAZIONE DEI PARAMETRI: si fonda sul ritenere che solo il volume di acqua al di sopra delle finestre sia stagnante, mentre quello in corrispondenza dei tratti finestrati sia comunicazione con la falda; si effettua lo spurgo con portate molto basse ($< 0,5$ litri/minuto) e generando abbassamenti piezometrici minimi ($< 0,1$ m), è possibile prelevarne l'acqua direttamente dal sistema acquifero, senza che questa si misceli con quella stagnante, minimizzando i volumi di spurgo, il disturbo al sistema acquifero e la mobilizzazione di solidi sospesi.

Localizzazione dei punti di campionamento

Suolo, sottosuolo, atmosfera del suolo e materiali di riporto eventualmente presenti in situ.

Data la particolare eterogeneità delle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee, il campionamento e le analisi sono eseguite per fornire un campione rappresentativo della reale concentrazione di una determinata sostanza nell'area e nel volume campionati e l'evoluzione della concentrazione nel tempo. Nella disposizione a griglia il lato di ogni maglia varia da 25 a 100 m a seconda del tipo e delle dimensioni del sito; i punti di indagine possono essere localizzati in corrispondenza dei nodi della griglia oppure posizionati all'interno di ogni maglia della griglia, a seconda dei dati conoscitivi ottenuti sulla base dell'indagine preliminare o sulla situazione logistica (presenza di infrastrutture, per esempio).

Sulla base delle dimensioni del sito da investigare il numero dei punti di sondaggio sono :

area < 10.000 mq.....	almeno 5
area compresa 10.000 - 50.000 mq.....	da 5 a 15
area compresa 50.000 - 250.000 mq.....	da 15 a 60
area compresa 250.000 - 500.000 mq.....	da 60 a 120
area > 500.000 mq.....	almeno 2 punti ogni 10.000 mq.

Acque sotterranee

I punti di prelievo aiutano a definire la caratterizzazione idrogeologica dell'area e del modello concettuale del sito e delle caratteristiche dell'acquifero che s'intende campionare (permeabilità direzione del deflusso, per esempio) in modo da caratterizzare in modo univoco l'influenza del sito sulle caratteristiche complessive degli acquiferi in esame e la mobilità degli inquinanti nelle acque sotterranee. Almeno uno dei piezometri per ciascun acquifero considerato deve essere installato immediatamente a "monte" del sito (in senso idrogeologico) in modo da costituire il valore di riferimento delle acque sotterranee in *ingresso* all'area in oggetto ed almeno uno per ciascun acquifero considerato viene posizionato immediatamente a "valle" del sito, per verificare le caratteristiche in *uscita* dal sito dell'acqua di falda. I piezometri sono realizzati a carotaggio continuo e sono costituiti da materiali compatibili con gli inquinanti presenti nel sito, hanno filtri di apertura adeguata in corrispondenza degli acquiferi da campionare e la relativa granulometria; in base alle dimensioni del sito da investigare il numero di piezometri può essere aumentato sulla base dei risultati delle analisi fisico-chimiche e della definizione dei focolai di contaminazione, in modo da controllare nel tempo l'effetto dei singoli focolai, sono :

area . 50.000 mq.....	almeno 4
area compresa 50.000 e 100.000 mq.....	almeno 6

area compresa 100.000 e 250.000 mq.....almeno 8
area > 250.000 mq.....almeno 1 ogni 25.000 mq.

CAPITOLO 2

I METALLI PESANTI

Il termine metallo pesante si riferisce a tutti gli elementi chimici metallici che hanno una densità relativamente alta e sono tossici in basse concentrazioni. Esempi di metalli pesanti includono il **Mercurio, il Piombo, il Cadmio, l'Arsenico, il Cromo e il Tallio**.

I metalli pesanti sono componenti naturali della crosta terrestre. Non possono essere degradati o distrutti. In piccola misura entrano nel nostro corpo via cibo, acqua ed aria. Come elementi in tracce, alcuni metalli pesanti (per esempio **Rame, Selenio, Zinco**) sono essenziali per mantenere il metabolismo del corpo umano. Tuttavia, a concentrazioni più alte possono portare ad avvelenamento. Esso potrebbe derivare, ad esempio, da contaminazione dell'acqua potabile (per esempio da tubature di piombo), da alte concentrazioni nell'aria, ambiente vicino alle fonti di emissione, o assunzione tramite il ciclo alimentare. I metalli pesanti sono pericolosi perché tendono a bioaccumularsi. Bioaccumulazione significa un aumento nella concentrazione di un prodotto chimico in un organismo

biologico con il tempo, confrontata alla concentrazione del prodotto chimico nell'ambiente. I residui si accumulano negli esseri viventi ogni volta che sono assimilati ed immagazzinati più velocemente di quanto sono scomposti (metabolizzati) o espulsi. I metalli pesanti possono entrare nei rifornimenti idrici da scarti derivanti da consumi o industrie, o persino per effetto della pioggia acida che penetra nei terreni e porta i metalli pesanti nei corsi d'acqua, nei laghi, nei fiumi e nell'acqua freatica.

I metalli pesanti più inquinanti sono il **Piombo**, il **Mercurio** e il **Cadmio**, per gli effetti sull'ambiente e sulla salute dell'uomo.

L'esposizione al **Piombo** negli esseri umani può provocare una vasta gamma di effetti biologici a seconda del livello di durata dell'esposizione. Vari effetti derivano da una vasta gamma di dosi, i feti in sviluppo e gli infanti sono più sensibili degli adulti. Alti livelli di esposizione possono provocare effetti biochimici tossici negli esseri umani che comprendono problemi nella sintesi di emoglobina, problemi sui reni, sul tratto gastrointestinale, sui giunti e sul sistema riproduttivo e danneggiamento acuto o cronico del sistema nervoso. L'avvelenamento da piombo, che è così grave da essere causa evidente di malattie, è ora effettivamente molto raro. A concentrazioni intermedie, tuttavia, vi è prova convincente che il piombo può avere leggeri effetti infraclinici, specialmente sullo sviluppo neuropsicologico dei bambini. Alcuni studi suggeriscono che ci possa essere una perdita di fino a 2 punti di quoziente intellettivo a seguito di un aumento di piombo nel sangue da 10 a 20 ug/dl nei bambini piccoli, sempre nei bambini può determinare ritardi nella crescita fisica e mentale, problemi comportamentali, difficoltà di concentrazione. L'ingestione media quotidiana di piombo per gli adulti nel Regno Unito è stimata intorno ai 1,6 ug dall'aria, 20 ug dall'acqua potabile e 28 ug dal cibo. Anche se la maggior parte delle persone ricevono il grosso della loro assunzione di piombo dagli alimenti, in specifiche popolazioni altre fonti possono essere più importanti, come l'acqua nelle zone con condutture in piombo ed acqua piobosolvente, l'aria vicino alle sorgenti di emissione, terreno, polvere, particelle di vernice in vecchie case o in terreni contaminati. Il piombo nell'aria contribuisce ad aumentare il livello di piombo negli alimenti tramite deposizione di polvere e pioggia contenente il metallo sui raccolti e sul terreno. Il piombo è immesso nell'ambiente sia da fonti naturali che antropiche. L'esposizione può avvenire attraverso l'acqua potabile, il cibo, l'aria, il terreno e la polvere derivante da vernice vecchia a base di piombo. Nella generale popolazione non fumatrice adulta la via principale di esposizione proviene da cibo e acqua. Cibo, aria, acqua e polvere/terreno sono le potenziali vie principali di esposizione per gli infanti e i bimbi piccoli. Per i bambini fino a 4 o 5 mesi dell'età, aria, latte, acqua e polvere/terreno sono le principali sorgenti.

Il piombo è fra i metalli non ferrosi più riciclati e la sua produzione secondaria si è quindi sviluppata costantemente nonostante la discesa del suo costo. Le sue proprietà fisiche e chimiche sono applicate nelle industrie di lavorazione, di costruzione e chimiche. E' facilmente lavorabile, malleabile e duttile. Ci sono otto ampie categorie di uso: batterie, additivi per benzina (non più permessi nell'EU), prodotti rotolati e estrusi, leghe, pigmenti e composti, guaina di cavi, colpi e munizioni.

Il **Mercurio** è una sostanza tossica che non ha effetti noti sulla biochimica o fisiologia umana e non si trova naturalmente negli organismi viventi. L'avvelenamento inorganico da mercurio è associato a tremori, gengiviti e/o cambiamenti psicologici secondari, insieme ad aborto spontaneo ed a malformazione congenita.

Monometilmercurio danneggia il cervello ed il sistema nervoso centrale, mentre l'esposizione fetale e postnatale provoca l'aborto, la malformazione congenita ed i cambiamenti nello sviluppo in bambini piccoli. Il mercurio è una sostanza inquinante globale con proprietà chimiche e fisiche complesse ed insolite. Le fonti naturali principali di mercurio sono il degassamento della crosta terrestre, le emissioni dei vulcani e l'evaporazione da corpi naturali di acqua. L'estrazione del metallo in tutto il mondo porta a scarichi indiretti in atmosfera. L'uso di mercurio è diffuso nei processi industriali ed in vari prodotti (per esempio batterie, lampade e termometri). Esso è inoltre ampiamente usato in odontoiatria come amalgama per i materiali da otturazione e dall'industria farmaceutica. Preoccupazione derivante dalla presenza di mercurio nell'ambiente deriva dalle forme estremamente tossiche in cui esso può trovarsi. Il mercurio è principalmente presente nell'atmosfera in forma relativamente non reattiva sottoforma di elemento gassoso. Esso può rimanere in tale forma in atmosfera per lungo periodo (dell'ordine di 1 anno), quindi la sua emissione, trasporto e deposito sono un problema globale. I processi biologici naturali possono provocare la formazione di forme metilate di mercurio che si bioaccumulano su milioni di pieghe e si concentrano negli organismi viventi, particolarmente nei pesci. Queste forme di mercurio (monometilmercurio, e dimetilmercurio) sono altamente tossiche e causano disordini neurotossicologici. La via principale di assunzione di mercurio da parte degli esseri umani è attraverso il ciclo alimentare e non l'inalazione.

Il **Cadmio** deriva le sue proprietà tossicologiche dalla sua somiglianza chimica allo zinco, un micronutriente essenziale per le piante, gli animali e gli esseri umani. Il cadmio è biopersistente e, una volta assorbito da un organismo, rimane in esso per molti anni (nell'ordine di decine per gli uomini) prima di venire espulso. Negli esseri umani, l'esposizione di lunga durata è associata a disfunzioni renali. Elevata esposizione può portare all'affezione polmonare ostruttiva ed è collegata a cancro polmonare, anche se i dati riguardo a quest'ultimo sono difficili da interpretare a causa di altri fattori

concomitanti. Il cadmio può anche produrre problemi alle ossa (osteomalacia, osteoporosi) negli esseri umani e negli animali. Inoltre, il metallo può essere collegato ad un aumento della pressione sanguigna e ad effetti sul miocardio negli animali, anche se la maggior parte dei dati sugli esseri umani non sostengono questi risultati. L'assunzione media quotidiana per gli esseri umani è valutata intorno a 0,15 ug dall'aria e 1 ug dall'acqua. Fumare un pacchetto di 20 sigarette può portare all'inalazione di circa 2 – 4 ug di cadmio, ma i livelli possono variare ampiamente. Il cadmio è prodotto come inevitabile sottoprodotto del raffinamento dello zinco (o occasionalmente piombo), dal momento che questi metalli si presentano naturalmente all'interno di minerali grezzi. Tuttavia, una volta raccolto il cadmio è relativamente facile da riciclare. L'uso più significativo del cadmio è nelle batterie di nichel/cadmio, come fonti di energia riciclabile o di energia secondaria che presentano elevata uscita, lunga durata, bassa manutenzione e elevata resistenza a stress fisico ed elettrico. I rivestimenti di cadmio forniscono una buona resistenza alla corrosione, specialmente in ambienti a stress elevato quali applicazioni marine ed aerospaziali dove sono richieste sicurezza ed affidabilità elevate; il rivestimento è corroso più facilmente se danneggiato. Altri impieghi del cadmio sono in pigmenti, stabilizzatori per PVC, leghe e residui elettronici. Il cadmio è presente anche come impurità in parecchi prodotti, compresi i fertilizzanti a base di fosforo, i detersivi ed i prodotti petroliferi raffinati. In generale, per le persone che non fumano la via principale per l'esposizione è attraverso gli alimenti, l'aggiunta di cadmio al terreno agricolo da varie fonti (deposito in atmosfera e applicazione di fertilizzanti) e assorbimento da cibo e da produzioni foraggere. Esposizione supplementare per gli esseri umani deriva dal cadmio presente nell'aria e nell'acqua potabile.

Il **Cromo** è usato nelle leghe metalliche e nei pigmenti per le vernici, il cemento, la carta, la gomma ed altri materiali. L'esposizione anche a bassi livelli può irritare la pelle e causare l'ulcera. L'esposizione a lungo termine può causare danni al fegato e reni e danni ai tessuti circolatori e nervosi. Il cromo si accumula spesso in ambiente acqueo, rendendo pericoloso il consumo di pesci che sono stati esposti a livelli elevati di cromo.

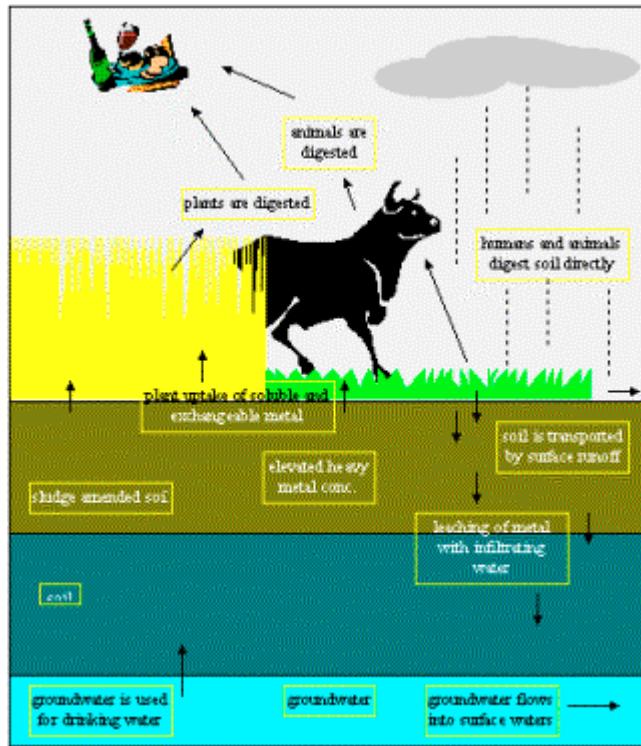
Il **Rame** è una sostanza essenziale per la vita umana, ma in dosi elevate può causare anemia, danni a reni e fegato ed irritazione di intestino e stomaco. Le persone con malattia di Wilson sono al più elevato livello di rischio per gli effetti sulla salute derivanti da sovraesposizione a rame. Il rame entra normalmente nell'acqua potabile dalle tubazioni di rame e dagli additivi destinati a controllare lo sviluppo di alghe.

Nichel. Piccole quantità di nichel sono richieste dal corpo umano per produrre le cellule rosse del sangue, tuttavia, in quantità eccessive, possono diventare leggermente tossiche. Una sovresposizione di

breve durata al metallo non causa problemi di salute, ma un'esposizione a lunga durata può causare riduzione del peso corporeo, danni al fegato e al cuore ed irritazioni cutanee. L'EPA attualmente non regola i livelli di nichel in acqua potabile. Il nichel può accumularsi nella vita acquatica, ma la sua presenza non è amplificata nei cicli alimentari.

Il **Selenio** è richiesto in piccole quantità dagli esseri umani e dagli altri animali, ma in quantità maggiori può causare danneggiamento del sistema nervoso, affaticamento e irritabilità. Il selenio si accumula nei tessuti degli esseri viventi, portando ad un elevato contenuto nei pesci ed in altri organismi e causando più gravi problemi di salute negli esseri umani a seguito di una sovraesposizione lungo tutta la vita. Questi problemi di salute includono la perdita delle unghie e dei capelli, il danneggiamento del tessuto di fegato e reni, il danneggiamento del tessuto circolatorio ed un danneggiamento più grave del sistema nervoso.

Processo di assorbimento dei metalli pesanti:



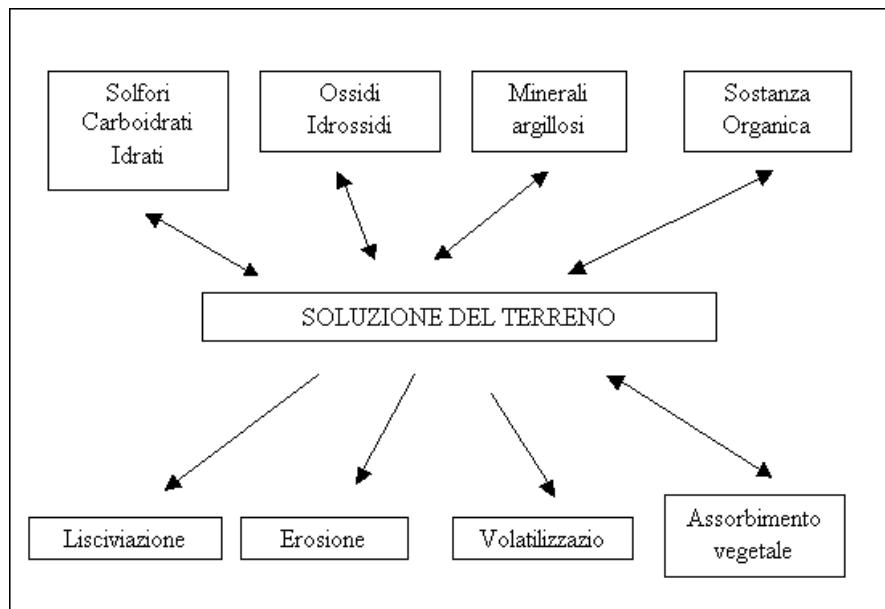
Nell'immagine possiamo osservare la strada che seguono i metalli pesanti dalla prima fase dell'inquinamento alla fase finale nel corpo umano attraverso gli alimenti.

Distribuzione percentuale dei metalli nelle diverse tipologie di rifiuti.

Tipologie	Zn %	Cu %	Pb %	Cr %	Ni %	Cd %	Hg %
Frazione < 10 mm	10-15	10-15	15-20	10-15	5-10	3-7	<1
Frazione 10-20 mm	5-10	20-30	3-5	3-5	5-10	2-5	<1
Carta e cartoni	5-8	8-12	6-12	8-12	6-9	5-8	<1
Tessuti e cuoio	2-5	3-7	2-3	25-35	4-8	4-7	1-2
Materie plastiche	5-8	10-20	10-30	5-8	15-25	30-40	<1
Materiali ferrosi	1-2	15-20	15-30	10-15	25-40	10-20	1-2
Pile	40-50	<1	1-2	<1	<1	20-30	93-98
Materiali organici	3-5	3-5	6-12	3-5	3-7	2-3	<1

I metalli pesanti nel suolo possono essere presenti in diverse forme chimiche a causa delle proprietà chimiche e fisiche del suolo:

- *Come ioni semplici o complessati nella soluzione circolante.
- *Come ioni scambiabili.
- *Legati alla sostanza organica.
- *Occlusi e coprecipitati con ossidi, carbonati, fosfati o con altri minerali secondari.
- *Come ioni nei reticolni cristallini dei minerali primari.



Metalli pesanti presenti nel compost

I compost prodotti attualmente in Italia sono contraddistinti da un'elevata eterogeneità in funzione delle matrici organiche di partenza. Tuttavia è possibile individuare alcune tipologie di compost originate da matrici di scarto sufficientemente ben definite. Nella seguente tabella si riportano i contenuti di metalli pesanti delle principali tipologie di compost, di altri ammendanti organici di impiego diffuso e quelli previsti dal marchio di etichettatura ecologica Ecolabel.

	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
	mg Kg ⁻¹					
Compost. da fanghi	1.24	51	142	27	89	525
Compost da umido	1.17	65	117	25	94	313
Compost da scarti verdi	0.92	39	52	23	76	188
Compost da reflui	1.30	19	84	13	26	317

zootecnici						
Compost da RSU indifferenziati	3.30	235	369	105	462	931
Letame	0.70	35	56	12	31	253
Pollina	0.60	16	280	9	23	550
Torbe	0.45	12	10	8	14	32
Terricci professionali	0.63	31	57	12	29	85
Ecolabel	<1.50	<140	<75	<50	<140	<300

Da questi dati emerge come il compost ottenuto dai rifiuti solidi urbani indifferenziati presenti concentrazioni piuttosto elevate di tutti gli elementi esaminati. Si evidenzia così che il trattamento dei rifiuti tal quali non consente di ottenere un prodotto accettabile dal punto di vista legislativo, normativo, agronomico e ambientale.

Il problema dei metalli pesanti d'altra parte può venire superato solo destinando al compostaggio matrici selezionate, provenienti da utenze ben definite e da programmi di raccolta differenziata. Dalla tabella si evidenzia come solo il compost da rifiuti verdi risulti completamente allineato ai limiti previsti dal marchio ecologico europeo Ecolabel.

Dalle prove in pieno campo per quanto riguarda l'impiego di compost ottenuti da matrici organiche selezionate non emergono accumuli di metalli pesanti nei terreni.

I metalli pesanti presenti nei vegetali:

	Concentrazione dei metalli pesanti (mg/Kg ⁻¹ s.s.)					
	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn
Radice di ravanello	0.66	4.70	1.34	1.72	0.62	43
Cima di ravanello	0.87	8.40	3.30	4.24	3.74	55
Radice di carota	0.32	6.50	0.40	1.10	0.60	232
Cima di carota	0.73	10.20	0.62	1.20	1.08	36
Mais dolce	0.16	3.10	0.52	0.34	< 0.10	26
Foglie di mais	0.50	8.30	1.02	1.42	5.38	32

Circa l'assunzione da parte delle coltivazioni, essendo molteplici i fattori che influenzano l'assorbimento degli elementi (natura del substrato pedologico e caratteristiche chimiche, chimico – fisiche e biologiche dei terreni, condizioni climatiche ecc.), si può affermare che i compost da matrici selezionate non hanno dato luogo a trasferimenti significativi dei metalli dal terreno ai tessuti dei

vegetali e di conseguenza, si può ritenere che essi non dovrebbero comportare rischi per la catena alimentare. L'assorbimento differisce fra le specie di piante, fra cultivar all'interno della specie e l'accumulazione varia negli organi (foglie > immagazzinamento radicale > frutti e granella). I microelementi contenuti negli organi eduli delle piante (frutti, granella) sono presenti a concentrazioni minori rispetto alle parti non commestibili (foglie).

I principali disastri causati dai metalli pesanti:

1932	
Minamata	
	Acque reflue contenenti mercurio sono rilasciate tramite gli impianti chimici di Chisso nella baia di Minamata in Giappone. Il mercurio si accumula nelle creature marine, portando alla fine all'avvelenamento della popolazione da parte del mercurio.
1952	
Sindrome di Minamata	Nel 1952, nella popolazione della baia di Minamata in Giappone compaiono i primi casi di avvelenamento da mercurio, causato dal consumo dei pesci inquinati con mercurio, provocando oltre 500 infortuni mortali. Da allora, il Giappone ha le leggi ambientali più rigorose nel mondo industrializzato.
1986-11-01	
Sandoz	L'acqua usata per estinguere un imponente fuoco trasporta il 30 t di un fungicida che contiene il mercurio nel Reno superiore. I pesci muoiono su una lunghezza di 100 chilometri. Lo shock promuove molti progetti FEA. Si veda inoltre "l'inquinamento del Reno a Basilea/Sandoz".
1998-04	
Riserva naturale spagnola contaminata a seguito di un disastro ambientale	I prodotti chimici tossici contenuti nell'acqua contaminano dalla crepa di una diga appartenente ad una miniera la riserva naturale di Coto de Donana nel sud della Spagna. 5 milioni m. di fango contenente zolfo, piombo, rame, zinco e cadmio fluiscono lungo il Rio Guadimar. Gli esperti stimano che il più grande santuario di uccelli d'Europa, come pure l'agricoltura spagnola e le industrie della pesca, subiranno danni permanenti dall'inquinamento.

CAPITOLO 3

TEST DI CESSIONE

Il test di cessione è una prova simulata di rilascio di contaminanti; si esegue per determinare il conferimento dei rifiuti in discarica o il loro riutilizzo, quindi la caratterizzazione di base.

Nel primo caso si prepara il campione ponendolo in un contenitore con acqua distillata chiuso in rapporto 1:10 (di solito 10 gr in 100 ml) e lo si lascia mescolare 24 ore. Dopo le 24 ore si prende una beuta, si pone su di essa un imbuto con una membrana filtrante, si versa il campione mischiato con acqua e lo si lascia filtrare per ottenere l'eluato che poi sarà acidificato all'1% con acido nitrico e analizzato in uno spettrofotometro ad assorbimento atomico a fiamma che rileva la concentrazione dei metalli, la quale, per far sì che il rifiuto sia conferito in discarica, non deve superare il limite stabilito dal decreto di riferimento del 3 Agosto 2005.

Per determinare il riutilizzo di un rifiuto invece è opportuno eseguire il test di cessione di sedici giorni. Va eseguito su un campione ottenuto nella stessa forma fisica prevista nelle condizioni finali d'uso. Deve essere effettuato almeno ogni inizio di attività e, successivamente, ogni due anni e, comunque, ogni volta che intervengono modifiche sostanziali nel processo di recupero dei rifiuti.

La procedura consiste, inizialmente, come nel caso precedente, nel porre il campione in una beuta o contenitore, solitamente 20 gr in 100 ml di acqua distillata, il campione deve essere immerso completamente e la parte superiore del campione stesso deve essere almeno 2 cm al di sotto della superficie dell'acqua. Subito dopo bisogna filtrare il campione con una membrana filtrante in un matraccio per ottenere l'eluato. L'eluizione va eseguita dopo 2, 8, 24, 48, 72, 102, 168 e 348 ore (16 giorni). Se il test viene effettuato su materiali di granulometria fine, nella fase di filtrazione tali materiali possono rimanere adesi sul filtro; pertanto ove possibile si dovrà unire tale materiale alla fase solida filtrata e procedere ai successivi step di eluizione.

Successivamente vengono effettuate le determinazioni analitiche per la ricerca di microinquinanti, su ogni soluzione ottenuta dalle otto fasi di eluizione (2, 8, 24, 48, 72, 102, 168 e 348 ore). Solitamente vengono determinati i metalli ma talvolta anche solfati, nitrati, cloruri ecc. Per ogni soluzione ottenuta dalle otto fasi di eluizione si procede come nel caso precedente, ovvero acidificandola ognuna all'1% con acido nitrico e poi attraverso uno spettrofotometro ad assorbimento atomico a fiamma (vedi cap.5) si rileva la quantità dei metalli che viene ottenuta in mg/l.

CAPITOLO 4

METODO DI ANALISI DEI METALLI PESANTI NELLE ACQUE

Per rilevare la concentrazione dei metalli pesanti nelle acque si ricorre al Fornetto di Grafite ad Assorbimento Atomico (fig.4.1), ma prima di trattare in dettaglio il funzionamento dello strumento è opportuno descrivere il processo di assorbimento atomico.



Fig. 4.1 Fornetto di grafite ad assorbimento atomico.

ASSORBIMENTO ATOMICO

E' un processo che si verifica quando un atomo presente nel suolo o in un liquido, che assorbe l'energia nella forma di luce ad una determinata lunghezza d'onda, è portato ad uno stato eccitato.

L'ammontare di energia leggera assorbita ad una determinata lunghezza d'onda aumenterà come il numero degli atomi dell'elemento selezionato nell'unità di luce che aumenta. La relazione tra l'ammontare di luce assorbita e la concentrazione di analita presente in standard conosciuti, può essere usata per determinare le concentrazioni sconosciute dalla misurazione dell'ammontare di luce che essi assorbono.

Le letture degli strumenti possono essere calibrate per mostrare direttamente le concentrazioni. La strumentazione di base per assorbimento atomico richiede una fonte di luce primaria e una fonte atomica, un monocromatore per isolare la specifica lunghezza d'onda di luce che deve essere usata, un rivelatore per misurare la luce accuratamente, elettronica per il segnale da desiderare e un display per mostrare i risultati. La fonte di luce normalmente usata è sia una lampada a catodo vuoto, sia una lampada ad elettrodo negativo scarico. La fonte di atomo usata deve produrre gli atomi di analita liberi dal campione. La fonte di energia libera per la produzione di atomo è il calore, comunemente la fiamma è maggiormente nella forma di aeroacetilene o acetilene di gas esilarante. Il campione è introdotto come un aerosol nella fiamma. La testa di becco a gas di fiamma è allineata così che il raggio di luce passa attraverso la fiamma, dove la luce è assorbita.

Principio della tecnica

I metalli nelle acque, come accennato all'inizio, sono determinati con il fornetto di grafite ad assorbimento atomico non prima di aver preparato famiglie di campioni di acqua da analizzare in provette di plastica in cui vengono versati 20 ml di campione acidificato all'1% di acido nitrico. Lo strumento è sensibile alle basse concentrazioni, infatti è capace di leggere le concentrazioni espresse in microlitri (ul) perchè opera ad alte temperature. L'elemento da determinare è portato in forma atomica in fase gassosa, appunto con riscaldamento ad alta temperatura. Una radiazione monocromatica di lunghezza d'onda caratteristica dell'elemento è fatta passare attraverso il vapore atomico. Una parte della radiazione è assorbita dagli atomi dell'analita. La frazione assorbita è proporzionale alla sua concentrazione.

Componenti della Strumentazione

- Sorgente di radiazioni monocromatiche: lampada a catodo cavo (HCL) o per alcuni elementi come As, Hg, Sb, Sn) lampada EDL (lampada ad elettrodo negativo scarico).
 - Dispositivo di atomizzazione: fornetto di grafite riscaldato mediante il passaggio di una corrente elettrica. Il volume depositato nel fornetto (di solito mediante un autocampionatore) è usualmente di 10 – 50 ul. La temperatura del fornetto viene incrementata in stadi successivi, nei quali hanno luogo i seguenti fenomeni: evaporazione del solvente; decomposizione e volatilizzazione della maggior parte della matrice (arrostimento); atomizzazione dell'analita; pulizia finale del fornetto. Il fornetto può contenere una piattaforma (piattaforma L'vov) che rende più uniforme la temperatura all'interno del tubo e migliora le prestazioni e i limiti di rielvabilità.
 - Bombola di gas (95% argon – 5% idrogeno) per creare ambiente inerte nel fornetto e per purificare la camera di combustione.
 - Monocromatore (quasi sempre a reticolo) per isolare la radiazione di interesse.
 - Rivelatore (comunemente un fotomoltiplicatore) per convertire l'intensità della radiazione trasmessa in un segnale elettrico ad essa proporzionale.
 - Sistema di registrazione del segnale (computer o registratore).
 - Dispositivo per la correzione del fondo (lampada a deuterio o effetto Zeeman).
- Gli spettrometri (o spettrofotometri) possono essere a singolo o doppio raggio, a seconda che la radiazione sia inviata unicamente attraverso la nuvola atomica dell'analita o sia divisa in due porzioni di cui una attraversa l'analita atomizzato e l'altra viene utilizzata come riferimento per determinare l'attenuazione di intensità della prima, compensando il decremento dovuto al cammino ottico ed all'ambiente di misura.

Interferenze generali della tecnica

Interferenze spettrali. Si verificano quando linee o bande di assorbimento di altri componenti del campione si sovrappongono alla riga dell'analita. La sovrapposizione di linee è generalmente trascurabile perché la radiazione dell'analita emessa dalla lampada è molto stretta. Le bande di assorbimento dei componenti della matrice (non completamente volatilizzati prima dell'atomizzazione dell'analita o ricondensati sulle pareti del fornetto) e la diffusione della luce generano un segnale di fondo. Per ovviare a questo problema si deve effettuare una correzione del segnale di fondo mediante lampada a Deuterio o sfruttando l'effetto Zeeman. Il segnale di fondo con la tecnica a fornetto di grafite è molto più basso di quello esistente nel caso di atomizzazione a fiamma.

Interferenze chimiche. Si verificano quando altri componenti della matrice inibiscono la formazione di atomi liberi dell'analita. Si possono formare composti volatili dell'analita che vengono vaporizzati prima dello stadio di atomizzazione: ad esempio il piombo in presenza di cloruri viene parzialmente perso per volatilizzazione come PbCl₂ (in assenza di modificatore di matrice). Alcuni elementi invece (es. Zr o W) tendono a formare carburi non volatili con la grafite del fornetto. La tendenza è ridotta se si utilizzano fornelli in grafite pirolitica. Si ovvia a queste interferenze, in alcuni casi, con l'aggiunta di un modificatore di matrice oppure con il metodo delle aggiunte standard. I modificatori di matrice hanno la funzione di permettere una migliore separazione tra gli stadi di rimozione della matrice e di atomizzazione, rendendo più volatile la prima oppure diminuendo la volatilità dell'analita.

Effetti memoria. Si possono avere contaminazioni per effetto memoria se si analizzano soluzioni a basse concentrazioni dopo soluzioni ad elevata concentrazione.

Applicazioni

La tecnica è applicabile alla determinazione della maggior parte dei metalli e di alcuni metalloidi.

Vantaggi

- Elevata sensibilità: limiti di rilevabilità inferiori o pari a pochi ug/l.
- Applicabilità ad un vasto numero di analiti.
- Sicurezza nel funzionamento (assenza di fiamme, gas esplosivi, prodotti di combustione tossici).
- Bassi volumi di campione richiesti per l'analisi.

Svantaggi

- Elettronica sofisticata per la misura dell'assorbanza che risulta transiente.
- Condizioni critiche nel riscaldamento per l'essiccazione, l'arrostimento e l'atomizzazione.
- Necessità di un frequente controllo della pulizia del fornetto.

Costi di gestione

-Materiali di consumo e parti da sostituire periodicamente:

- gas per la creazione di un ambiente inerte nel fornetto e per l'allontanamento dei vapori del campione. Una bombola di Argon dura circa due settimane (Ipotizzando un utilizzo di sei ore per cinque giorni la settimana);
- fornelli. Un fornetto dura approssimativamente per 200 misure (a seconda del tipo di matrice: matrici più acide o saline o diminuiscono la durata dei fornelli);
- coni di grafite in cui si inserisce il fornetto;
- tubo di iniezione dell'autocampionatore;

-Costi di ammortamento dello strumento e costi di riparazione o di un eventuale contratto di manutenzione.

-In aggiunta ai costi per l'esecuzione della misura, ci sono i costi dei reattivi per il trattamento e la preparazione dei campioni, dei bianchi e delle soluzioni standard.

La quantità di metallo rilevata è riportata su schermo di pc attraverso un sistema di riferimento di assi cartesiani dove è riportata la retta di taratura di Lambert – Beer obliqua di coefficiente angolare uguale circa ad 1 e passante per l'origine degli assi, dove sulle ordinate è riportata il valore dell'Assorbanza dell'elemento rilevato a cui corrisponde sulle ascisse il valore della concentrazione del metallo richiesto in mg/l. Ovviamente la retta corrispondente ad una famiglia generica di campioni non deve discostarsi di più del 10 % dalla retta dello standard di campionamento eseguita una volta l'anno dopo aver predisposto lo strumento ai vari capionamenti, predisponendo ed esempio le lampade a mono o multielemento che corrispondono ad un determinato metallo (fig. 4.2).

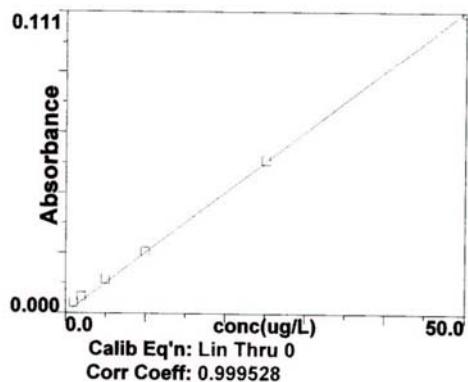


Fig. 4.2 Retta di Lambert Bear

CAPITOLO 5

METODO DI ANALISI DEI METALLI PESANTI NEI TERRENI

Per rilevare la presenza o la quantità dei metalli pesanti nei campioni di terreni si utilizza lo spettrofotometro ad assorbimento atomico a fiamma (figura 5), sul cui funzionamento vale lo stesso principio del fornetto di grafite utilizzato per l'analisi delle acque, solo che lo spettrofotometro è a fiamma e non è sensibile alle basse concentrazioni (le esprime infatti in mg/L), ma poiché si tratta di un campione allo stato solido in partenza, di cui bisogna determinarne il codice per classificarlo come rifiuto, occorre la concentrazione espressa in mg/Kg e la si ottiene tramite la seguente formula:

$$C \text{ (mg/Kg)} = (((C) - (B) * 10000 * [F] * [FR]) / ([M] * [R]))$$

Dove [C] = Concentrazione del metallo nel campione (mg/l)

[B] = Concentrazione del metallo nel bianco del metodo (mg/l)

[F] = Fattore di diluizione

[FR] = Fattore di recupero

[M] = Massa del campione (gr)

[R] = Residuo

inserita in un programma al PC (Eusoft Lab 4.0), che provvede ad applicarla automaticamente dopo aver inserito i dati.



Fig. 5 Spettrofotometro ad assorbimento atomico a fiamma

Prima di poter procedere all'analisi i campioni vanno dapprima preparati con la seguente procedura. Dapprima bisogna ottenere il Residuo 105°C prelevando da 9 a 11 gr. di campioni di terreno appartenenti ad una determinata famiglia e ponendoli in capsuline di alluminio di 4 cm di diametro; subito dopo si pongono le capsuline in una stufa ad una temperatura di 105° C e si lasciano ad essiccare 24 ore. Questa procedura si applica per eliminare tutta la frazione di umidità presente nel terreno, perché in base al comma 2 dell'articolo 6 del Decreto del 3 agosto 2005 sul conferimento in discarica dei rifiuti, nelle discariche per rifiuti non pericolosi sono smaltiti rifiuti non pericolosi che hanno una concentrazione di sostanza secca non inferiore al 25 %, altrimenti un rifiuto troppo umido risulterebbe poco adatto al conferimento in discarica e potrebbe generare troppo percolato o addirittura potrebbe essere adatto al conferimento in un impianto di depurazione, in caso di un eccesso di umidità.

Successivamente bisogna determinare il residuo a 600°C in capsuline di ceramica, pesando sempre da 9 a 11 gr. di terreno e questo lo si fa, sempre tenendo in stufa a 24 ore, per bruciare o eliminare tutta la sostanza organica ed ottenere come residuo la sostanza inorganica.

Per quanto riguarda invece il rilevamento della presenza di metalli, si preparano i campioni da analizzare ponendo in tubi di teflon per la digestione di circa 15 cm e chiusi con un tappo avitabile non più di 2 gr. di terreno, acidificati con HNO₃ all'1%, e si lasciano riscaldare in un forno a microonde per

25 minuti, di cui i primi 10 minuti sono di riscaldamento del forno, 5 per la digestione e i restanti 10 per il raffreddamento, prima di inserirli nel forno i tubi vanno ricoperti con un'intercapedine visto che sono di plastica e date le alte temperature. Il forno viene regolato ad una temperatura di 170°C – 190°C e per digestione si intende mineralizzare il campione per portar via i metalli dalla soluzione acida.

La fase successiva consiste nel tirar fuori dal forno i tubi e rimuovere i 2 gr. di terreno contenuti versandoli in provette di plastica con 45 ml di acqua distillata e sottoporli ad analisi in spettrofotometro ad assorbimento atomico a fiamma.

CAPITOLO 6

RISULTATI

6.1 Test di cessione 24 ore

Riportiamo un esempio di test di cessione di 24 ore eseguito su un campione di terra e rocce, che per quanto concerne la presenza di metalli pesanti e non, ha dato i seguenti risultati:

Nome prova	Risultato
Analisi eluato (Norma UNI 10802)	-
pH	9,23
Residuo fisso a 105°C	80,4 %
Arsenico (eluato)	<0,01 mg/l
Mercurio (eluato)	<0,001 mg/l
Cadmio (eluato)	<0,001 mg/l
Cromo Totale (eluato)	0,04 mg/l
Bario (eluato)	<0,01 mg/l
Rame (eluato)	0,04 mg/l
Molibdeno (eluato)	<0,05 mg/l
Nichel (eluato)	0,10 mg/l
Piombo (eluato)	0,01 mg/l
Antimonio (eluato)	<0,001 mg/l
Selenio (eluato)	<0,01 mg/l
Zinco (eluato)	0,02 mg/l

6.2 Test di cessione di 16 giorni (ai fini del riutilizzo)

I risultati sono stati ottenuti dall'analisi su un campione di terreno, classificato in base al codice C.E.R.

17 05 04 TERRA e ROCCE non contenenti sostanze perioclose:

Nome prova	Risultato
Bario (sommatoria delle 8 determinazioni)	0,3 mg/l (eluato)
Rame (sommatoria delle 8 determinazioni)	0,04 mg/l (eluato)
Zinco (sommatoria delle 8 determinazioni)	0,1 mg/l (eluato)
Berillio (sommatoria delle 8 determinazioni)	< 5 ug/l (eluato)
Cobalto (sommatoria delle 8 determinazioni)	10 ug/l (eluato)
Nichel (sommatoria delle 8 determinazioni)	3,9 ug/l (eluato)
Vanadio (sommatoria delle 8 determinazioni)	8 ug/l (eluato)
Arsenico (sommatoria delle 8 determinazioni)	14,7 ug/l (eluato)
Cadmio (sommatoria delle 8 determinazioni)	< 1 ug/l (eluato)
Cromo totale (sommatoria delle 8 determinazioni)	18,5 ug/l (eluato)
Piombo (sommatoria delle 8 determinazioni)	34,4 ug/l (eluato)
Selenio (sommatoria delle 8 determinazioni)	3 ug/l (eluato)
Mercurio (sommatoria delle 8 determinazioni)	< 0,5 ug/l (eluato)

6.3 Metalli pesanti nelle acque

Analisi di metalli in un campione di acqua di falda DM 471 1999:

Piombo	<2,0 ug/l
Ferro	4,5 ug/l
manganese	2,0 ug/l

Analisi di metalli in un campione di autospurgo:

Cadmio	<0,01 mg/l
Cromo totale	<0,01 mg/l
Cromo esavalente	<0,10 mg/l
Piombo	<0,01 mg/l
Rame	0,03 mg/l

6.4 Metalli pesanti nei terreni

Analisi della concentrazione dei metalli in un campione di terreno da rimuovere DM 471 1999, espressa in mg/Kg per classificarlo come rifiuto in base al codice C.E.R. dei rifiuti:

Nome prova	Risultato
Stato fisico	Solido
Colore	Marrone
pH	7,96
Residuo fisso a 105°C	80,4 %
Residuo fisso a 600°C	75,1 %
Arsenico	32,1 mg/Kg
MERCURIO	<1,0 mg/Kg
Selenio	<1,0 mg/Kg
Cadmio	<1,0 mg/Kg
Cromo Totale	120 mg/Kg
Cromo VI	<5,0 mg/Kg

Piombo	130,8 mg/Kg
Rame totale	39,4 mg/Kg
Nichel	118,6 mg/Kg
Zinco	136 mg/Kg

Analisi dei metalli nello stesso campione, questa volta nell'eluato per determinarne il conferimento in discarica DM 3 Agosto 2005:

Analisi eluato (Norma UNI 10802)	-
Ph	7,98
Conducibilità	202 microS/cm
Arsenico (eluato)	0,01 mg/l
Bario (eluato)	<0,01 mg/l
Cadmio (eluato)	<0,001 mg/l
Cromo totale (eluato)	0,05 mg/l
Cromo VI (eluato)	<0,01 mg/l
Rame (eluato)	0,06 mg/l
Mercurio (eluato)	<0,001 mg/l
Molibdeno (eluato)	<0,05 mg/l
Nichel (eluato)	0,13 mg/l
Piombo (eluato)	0,02 mg/l
Antimonio (eluato)	<0,001 mg/l
Selenio (eluato)	<0,01 mg/l
Zinco (eluato)	0,04 mg/l

CONCLUSIONI

Le tecniche di analisi utilizzate per rilevare la presenza di metalli nei campioni, ci hanno consentito di confrontare i risultati ottenuti con le concentrazioni limite fissate dai decreti di riferimento.

Nel Test di Cessione di 24 ore eseguito sul campione di terreno di 2 Kg (codice C.E.R. 17 05 04), la concentrazione di metalli nell'eluato rilevata è risultata inferiore ai limiti fissati nella **Tabella 2** del **Decreto 3 Agosto 2005**, per cui il rifiuto in riferimento alla sola concentrazione dei metalli è conforme ai limiti previsti per il conferimento in discariche per rifiuti inerti. Da un'analisi più completa che prende in considerazione i rimanenti parametri richiesti, fissati sempre in Tabella 2, si evince che anche la loro concentrazione (Solfati, Cloruri, Fluoruri, Indice Fenolo, DOC, TDS) non ha superato i limiti della tabella suddetta, per cui il rifiuto lo si può considerare pienamente conforme ai limiti previsti per le discariche di rifiuti inerti.

Nel test di cessione di 16 giorni abbiamo lo stesso ottenuto una concentrazione di metalli nell'eluato del campione di terreno molto inferiore ai limiti fissati dal Decreto di riferimento (**DM 05/02/1998**), per cui il rifiuto, in base a questi parametri lo si può destinare al riutilizzo. Da un'analisi completa però il quadro si presenta diverso, in quanto sono venute fuori concentrazioni di due degli altri parametri richiesti: Fluoruri e COD (Domanda Chimica di Ossigeno), superiori al limite stabilito dal decreto stesso, per cui il rifiuto in oggetto non è conforme alle procedure semplificate di recupero ai sensi dell'Allegato 3 del DM 05/02/1998.

Nel campione di acqua di falda esaminato l'analisi complessiva e in particolare dei metalli richiesti ha dato risultati negativi ovvero tutti i parametri sono risultati inferiori ai limiti fissati nella Tabella 2 dell'Allegato 1 del DM471 1999, per cui in quel sito non sono necessari interventi di bonifica.

Il campione di autospurgo in cui è stata riscontrata la presenza di particelle solide è stato classificato come rifiuto allo stato liquido SPECIALE NON PERICOLOSO, in base la codice C.E.R. con le seguenti cifre 16 10 02, che indicano SOLUZIONI ACQUOSE DI SCARTO non contenenti sostanze pericolose. Confrontando i valori dei metalli e degli altri elementi richiesti riscontrati con i valori

limite riportati in Tabella 5 del DM 3 Agosto 2005, si può ritenere il rifiuto compatibile ad una discarica per rifiuti non pericolosi.

Nel campione di terreno da rimuovere l'analisi dei metalli e degli altri parametri nel campione tal quale ha permesso di classificare lo stesso in base al codice C.E.R. come SPECIALE NON PERICOLOSO (codice C.E.R. 17 05 04 Terre e Rocce non contenenti sostanze pericolose) in quanto i valori riscontrati non hanno superato i limiti fissati nel DM 471 1999.

Per determinarne lo smaltimento in base ai valori riscontrati dei metalli e degli altri parametri richiesti nell'eluato, il rifiuto risulta conforme ai limiti previsti per le discariche di RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI in base alla Tabella 5 del DM 3 Agosto 2005.

BIBLIOGRAFIA

Colin Baird: *Chimica Ambientale* – Zanichelli Bologna.

R. Cozzi P. Protto T. Ruaro: *Analisi Chimica, Moderni metodi strumentali* - ESU.

Apat: *Proposta di guida tecnica sui metodi di analisi dei suoli Contaminati.*

L. Morselli, L. Marassi: *I rifiuti, la chimica, il ciclo di vita, la valorizzazione, lo smaltimento, il controllo ambientale* – Franco Angeli, Milano.

Decreto Ronchi 22/97.

D. M. 3 Agosto 2005.

Norma UNI 10802.

D. M. 5 Febbraio 1998.

DLGS n.152 1999.

D.M. n. 471 1999.

DLGS n. 36 13 Gennaio 2003.

