



# FO LI UM

AMBIENTE E SICUREZZA SUL LAVORO

RIVISTA TRIMESTRALE  
FONDATA NEL 2001

Spedizione in abbonamento postale  
45% Articolo 2, c.20/b Legge 662/96  
Milano  
euro 15,00

1° trimestre 2007 anno 7°  
ISSN 1592-9353

Gennaio - Febbraio - Marzo 2007

## SOMMARIO

### Approfondimenti

#### Argomenti di attualità: dalla Chimica Verde alla Fitodepurazione *(Vincenzo Riganti)*

Premessa.....	3
La chimica verde.....	3
La fitodepurazione.....	4

#### I fluoruri nelle acque ad uso potabile: effetti sulla salute umana, tecnologie di rimozione convenzionali e sperimenta- zione di tecnologie appropriate in Paesi in Via di Sviluppo - parte I *(S. Sorlini, A. Berzero, M.C. Collivignarelli, E. Gazzola)*

Introduzione.....	6
Effetti sulla salute ed aspetti normativi.....	6
Tecnologie per la rimozione dei fluoruri: tecniche convenzionali.....	7
Processi a membrana.....	8
Processi elettrochimici.....	9
Processi di precipitazione chimica.....	10
Processi di adsorbimento.....	10
Bibliografia.....	11

### Normativa nazionale

Promozione della cogenerazione.....	12
Regione Lombardia - INAIL: infortuni e malattie professionali.....	12
Finanziaria 2007 - sicurezza sul lavoro.....	13
Modifiche sostanziali e modifiche non sostanziali.....	13
Banca dati cancerogeni IIS.....	14
Legge regionale Lombardia 11.12.2006, n. 24.....	14
Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro - linee guida.....	15

SEGUE IN SECONDA PAGINA

DALLA PRIMA PAGINA

## SOMMARIO

### Normativa comunitaria

Ecoetichetta per gli ammendanti del suolo.....	18
Dopo l'approvazione di REACH: e la Svizzera?.....	18
Una nuova politica energetica per l'Europa .....	18
Prospettive per l'energia nucleare in Europa .....	19
La pericolosità di alcuni rifiuti.....	20

### Note giurisprudenziali

Sull'obbligo di dotare le cabine elettriche dello schema di impianto.....	21
Incendio di rifiuti.....	21
Ampliamento di un impianto e prescrizione della contravvenzione.....	22

Recensioni.....	23
-----------------	----

## COMITATO SCIENTIFICO

### Vincenzo Riganti

Ordinario di chimica merceologica - Università di Pavia  
Presidente del Comitato scientifico Irsi srl (Istituto ricerche sicurezza industriale, per l'ambiente e la medicina del lavoro) - Milano

### Luigi Pozzoli

Professore a contratto presso Università dell'Insubria, Varese -  
Responsabile Settore Igiene Industriale Irsi srl - Milano

### Elio Giroletti

Dip. di Fisica Nucleare e Teorica - Università di Pavia

### Paolo Trucco

Professore associato di sicurezza ed ergotecnica presso  
Politecnico di Milano - Dip. Ing. gestionale

## ABBONAMENTO ANNO 2007

### Prezzo: Euro 50,00

Le richieste di abbonamento, le comunicazioni per mutamenti di indirizzo e gli eventuali reclami per mancato ricevimento di fascicoli vanno indirizzati all'Amministrazione:

*Per la selezione dei lavori, la rivista si avvale di un Collegio di Referee*

*La pubblicazione di articoli, note e recensioni, non implica*

*adesione della Direzione della Rivista alle opinioni espresse dai Collaboratori*

*Gli scritti si pubblicano perciò sotto l'esclusiva responsabilità degli Autori*

*Gli articoli non pubblicati si restituiscono*

*L'Editore garantisce la massima riservatezza dei dati forniti dagli abbonati e la possibilità di richiederne gratuitamente la rettifica o la cancellazione, scrivendo a:*

*Folium - Responsabile dati personali Corso di Porta Vittoria, 8 - 20122 Milano*

*Le informazioni relative ai dati personali custodite nel nostro archivio elettronico, di cui garantiamo massima riservatezza e non cessione a terzi, verranno utilizzate unicamente per la gestione delle nostre iniziative editoriali (D.lgs 196/03 "Codice in materia di protezione dei dati personali")*

Registrazione Trib. di Milano al n. 174 del 26 marzo 2001

Iscrizione Registro nazionale stampa (legge n. 416 del 5 agosto 1981, art. 11) n. 14403 del 2001

ROC n. 5994 - ISSN 1592-9353

Pubblicazione trimestrale. Spedizione in abbonamento postale - 45%- Art. 2 c. 20/b legge 662/1996 - Milano

Grafica: interna

Stampa: in proprio

Editrice: IRSI srl - Corso di Porta Vittoria, 8 - 20122 MILANO



Rivista associata all'Unione della Stampa Periodica Italiana

**Direttore Responsabile - Mario E. Meregalli**

**Direttore - Coordinatore - Vincenzo Riganti**

### SEZIONI:

**Medicina del lavoro - Attilio Catellani**

**Igiene industriale - Luigi Pozzoli**

### COLLABORATORI REDAZIONALI:

**Veronica Panzeri - Irsi srl - Milano**

**Paola Montrasio - Irsi srl - Milano**

### Direzione Redazione e Amministrazione

**Corso di Porta Vittoria, 8 - 20122 MILANO**

**tel. 02/5516108 fax. 02/54059931**

**email. info@folium.it - sito. www.folium.it**

In copertina: Frammento - Pittore Agostino Ferrari - Milano



**FO  
LI  
UM**

AMBIENTE E SICUREZZA SUL LAVORO

## Approfondimenti

# Argomenti di attualità: dalla Chimica Verde alla Fitodepurazione

Vincenzo Riganti

Università di Pavia e Università dell'Insubria  
riganti@unipv.it

### Premessa

Il dibattito sullo sviluppo sostenibile, accanto a grandi temi quali i consumi energetici, la produzione di gas serra, le risorse rinnovabili, vede anche un dibattito su temi che appaiono oggettivamente più limitati, ma che tuttavia sono suscettibili di dare un contributo alla sostenibilità dello sviluppo. Faremo accenno, in questa breve nota, a due di questi temi: la cosiddetta "chimica verde" e la fitodepurazione.

### La Chimica Verde

Se per chimica verde si intende una attività chimica con scarsa o nulla incidenza sull'ambiente, è agevole far risalire la chimica verde a qualche migliaio di anni or sono.

Ma non è questo il punto oggi in discussione: parliamo della situazione attuale ed a questa dobbiamo attenerci.

La "Green Chemistry" rappresenta un nuovo modo di concepire la chimica per renderla ecosostenibile: nasce negli anni novanta negli USA, quando diventa chiaro che le leggi per combattere l'inquinamento emesse nei decenni precedenti, come il "Clean Air Act", 1970, o il "Toxic Substances Control Act" (TSCA), 1976, pur dando un grosso risultato in termini di miglioramento dell'ambiente, non bastano ed hanno comunque un costo enorme.

La prima legge che, negli USA, affronta sistematicamente il problema della prevenzione è il Pollution Prevention Act del 1990. Nel 1991 l' Environment Protection Agency (EPA) inizia a focalizzarsi sulla Green Chemistry, definita come la progettazione di prodotti e processi chimici che riducono o eliminano l'uso o la formazione di sostanze pericolose. La Chimica Verde racchiude tutti gli aspetti e i tipi di processi chimici che riducono l'impatto negativo per la salute umana e l'ambiente: riducendo o eliminando l'uso o la formazione di sostanze pericolose associate con una particolare sintesi o processo, i chimici possono ridurre fortemente i rischi per la salute o l'ambiente. Se non vengono prodotte o usate sostanze pericolose, viene meno la preoccupazione per il trattamento delle sostanze tossiche artificiali o per l'esposizione alle stesse.

La Chimica Verde ha avuto un forte sviluppo nelle Università e nei settori della Ricerca e Sviluppo delle industrie chimiche, con un notevole fiorire di conferenze e congressi, anche in Europa. Delineiamo sommariamente

alcune tappe significative.

Nel 1995 viene istituito dall'amministrazione Clinton il premio presidenziale per la Green Chemistry (Presidential Green Chemistry Challenge Awards); nel 1999 viene fondato il giornale "Green Chemistry".

Nel 1998, accogliendo una proposta dell'EPA, viene istituito all'interno dell'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) un Comitato Guida per le attività della Chimica Sostenibile.

Nell'ottobre del 1998 viene organizzato a Venezia un seminario sulla Chimica Sostenibile.

Anastas e Warner (Anastas, Paul T. and Warner, John C. Green Chemistry Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 1998) hanno sviluppato 12 principi per valutare quanto sia "green" una sostanza chimica, o una reazione o un processo. In buona sostanza, essi sono:

1. È meglio prevenire la formazione di rifiuti che trattare o ripulire i rifiuti dopo che si sono formati: quindi, occorre progettare le sintesi chimiche in accordo a questo principio.
2. Occorre realizzare composti e prodotti chimici più sicuri, che svolgano la loro funzione pienamente ma con scarsa o nulla tossicità.
3. Bisogna produrre tali composti con processi di sintesi meno pericolosi per l'uomo e per l'ambiente.
4. Occorre fare uso di materie prime rinnovabili. Le materie prime rinnovabili sono spesso quelle di origine agricola oppure sono materiali di scarto residuati da altri processi, mentre quelle non rinnovabili sono combustibili fossili e molte materie prime di origine minerale.
5. L'impiego di catalizzatori riduce le incidenze ambientali, mentre i reagenti "stechiometrici" devono essere spesso usati in eccesso. I catalizzatori inoltre operano in più cicli, mentre i reagenti lavorano una sola volta.
6. La formazione di derivati non necessari (blocking group, protezione/deprotezione, modifiche temporanee di processi fisico/chimici) dovrebbe essere evitata, se possibile: genera una maggior quantità di rifiuti.
7. Bisogna usare il minor numero possibile di atomi. Il prodotto di una sintesi chimica dovrebbe contenere il maggior numero possibile di atomi delle sostanze di partenza.
8. Occorre evitare per quanto possibile l'uso di solventi e prodotti ausiliari; se questo non è possibile, far uso di sol-

venti più sicuri e operare comunque in condizioni di sicurezza.

9. Al fine di migliorare i rendimenti energetici, per quanto possibile, si devono condurre le reazioni chimiche a temperatura e pressione ambiente.

10. I composti e i prodotti chimici dovrebbero essere ideati in maniera tale che alla fine della loro funzione non persistano nell'ambiente e si degradino in prodotti innocui.

11. E' necessario utilizzare tecnologie analitiche che consentano il monitoraggio dei processi in tempo reale, così da evitare l'inquinamento e ridurre al minimo la formazione di sottoprodotti.

12. Anche ai fini di tutelare l'ambiente, si deve rendere minima la possibilità di incidenti di origine chimica, quali incendi, esplosioni, e rilasci di sostanze nell'ambiente.

Le possibili applicazioni industriali della Chimica Verde riguardano :

- Miglioramento delle condizioni di reazioni per vecchie sintesi (es. sostituzione di un solvente organico con acqua o eliminazione del solvente)

- Nuove sintesi per materiali già noti (es.: sintesi che usino biomasse anzichè materiali di origine petrolchimica o usino catalizzatori anzichè reagenti stechiometrici)

- Sintesi di nuove sostanze meno tossiche ma con le stesse proprietà di sostanze esistenti (es: un nuovo insetticida che sia tossico in maniera selettiva verso alcuni organismi e sia biodegradabile formando sostanze non pericolose per l' ambiente).

### La fitodepurazione

La fitodepurazione è una tecnica utile per il trattamento dei reflui di piccole comunità e per l'affinamento degli scarichi dei depuratori di medie dimensioni. Consiste nell'affidare alle comunità biologiche naturali la depurazione dei reflui, in lagune appositamente attrezzate; ha come principale remora la grande superficie necessaria rispetto ai volumi da trattare. Viene molto sostenuta a livello ministeriale.

Il testo unico ambientale 152/2006 prevede esplicitamente la fitodepurazione, che verrà da noi trattata analizzando tale testo.

L'art. 105 del d. lgsl. 152/2006 è sostanzialmente immutato rispetto al previgente articolo 31 in materia di scarichi in acque superficiali.

Esso recita, tra l'altro:

*"2. Gli scarichi di acque reflue urbane che confluiscono nelle reti fognarie, provenienti da agglomerati con meno di 2.000 abitanti equivalenti e recapitanti in acque dolci ed in acque di transizione, e gli scarichi provenienti da agglomerati con meno di 10.000 abitanti equivalenti, recapitanti in acque marino-costiere, sono sottoposti ad un trattamento appropriato, in conformità con le indicazioni dell'Allegato 5 alla parte terza del presente decreto."*

Dispone il comma 3 del nuovo testo:

*"3. Le acque reflue urbane devono essere sottoposte, prima dello scarico, ad un trattamento secondario o ad un*

*trattamento equivalente in conformità con le indicazioni dell'Allegato 5 alla parte terza del presente decreto."*

L'Allegato 5 conferma in vari punti l'interesse del legislatore verso i trattamenti naturali.

Al capitolo 1.1, che tratta dei limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane, si precisa che:

*"Le analisi [del BOD e del COD] sugli scarichi provenienti da lagunaggio o fitodepurazione devono essere effettuate su campioni filtrati; la concentrazione di solidi sospesi non deve superare i 150 mg/L".*

In tal modo, si determina solo il valore del BOD e del COD disciolto; il valore limite da non superare è quindi meno severo di quello al quale devono attenersi i depuratori tradizionali. Difatti, per gli scarichi provenienti da altri impianti di trattamento, tali analisi devono essere fatte su campione non filtrato e non decantato e la concentrazione di solidi sospesi non deve superare 35 mg/L.

Al capitolo 2, che tratta degli scarichi sul suolo (che devono rispettare i limiti previsti nella tabella 4), si stabilisce che:

*"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 è quello all'uscita dall'impianto."*

Nelle indicazioni generali sui trattamenti [All. 5 cap. 3] si precisa che:

*"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...."*

Questa esclusione trova coerente conferma anche nel dettato del decreto ministeriale 93 del 2 maggio 2006, in materia di "Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue domestiche, urbane e industriali".

Il decreto stabilisce che, di norma, le acque reflue destinate al riutilizzo non devono contenere più di 10 UFC/100 ml di *Escherichia coli*, per l'80% dei campioni, con un valore puntuale massimo di 100 UFC/100 mL. Per le acque reflue recuperate provenienti da lagunaggio o fitodepurazione valgono invece i limiti di 50 UFC/100 ml di *Escherichia coli*, per l'80% dei campioni, con un valore puntuale massimo di 200 UFC/100 mL.

Questo trattamento preferenziale è stato oggetto di numerose critiche, quasi che il legislatore abbia ritenuto che *E. coli* proveniente da lagunaggio o fitodepurazione fosse meno aggressiva rispetto a quella proveniente da altre tipologie impiantistiche. In realtà, va ricordato che *E. coli* è utilizzato come indicatore della possibile contaminazione da patogeni fecali. Pertanto, si può ritenere che il suo valore prognostico sia diverso per acque provenienti da trattamenti naturali, nei quali il maggior tempo di permanenza può contribuire significativamente a ridurre la concentrazione degli eventuali patogeni presenti.

Nell'allegato 5 (cap. 3 capoverso 4) si precisa anche che i trattamenti appropriati:

*".....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 ed 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 e dei risultati depurativi raggiunti."*

*Per tutti gli agglomerati tra 50 e 2.000 abitanti equivalenti si ritiene auspicabile il ricorso a tecnologie di depurazione naturale quali il lagunaggio o la fitodepurazione, o tecnologie come 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 [è la tabella dei limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane], anche per tutti gli insediamenti 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."*

Il d. lgs. 152/2006 dà anche particolare enfasi, in materia di siti contaminati, all'utilizzo di batteri, ceppi batteri-

ci mutanti, e stimolanti di batteri naturalmente presenti nel suolo. Non dà rilievo invece a interventi di fitorimediazione, dei quali peraltro si fa più di un cenno nella manualistica UNICHIM in materia di siti contaminati [Manuale N. 196/1 - Suoli e falde contaminati. Analisi di rischio sitospecifica. Criteri e parametri. - Manuale N. 196/2 - Suoli e falde contaminati. Caratterizzazione dei siti - Manuale N. 196/3 - Criteri di indagine delle vecchie discariche abusive o incontrollate. Tecnica per la loro messa in sicurezza o bonifica. - Manuale n. 196/4 - Suoli e falde contaminati. Migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili. Aspetti giuridici e tecnici. Criteri di valutazione.] e sui quali vi è vasta letteratura nazionale e internazionale.

Negli allegati al Titolo V del Testo Unico Ambientale si precisa che l'uso di inoculi costituiti da microrganismi geneticamente modificati negli interventi di bonifica è consentito solo in sistemi completamente chiusi, cioè in bioreattori, e per soli microrganismi appartenenti al gruppo 1 di cui alla direttiva 90/219/CEE. Non sono soggetti a limitazioni particolare, anche per gli interventi di bonifica condotti in sistemi non confinati, gli interventi di bioamplificazione delle comunità microbiche degradatrici autoctone. Neppure vi sono limitazioni all'inoculazione delle matrici da bonificare con microrganismi o consorzi microbici naturali, fatta salva la non patogenicità di questi per l'uomo, gli animali e le piante.

Resta in tal modo delineato il trattamento che il nuovo decreto legislativo 152/2006, sulle orme del precedente decreto legislativo 152/1999, riserva ai trattamenti naturali quali fitodepurazione, biobonifica e finissaggio.

## Approfondimenti

# I fluoruri nelle acque ad uso potabile: effetti sulla salute umana, tecnologie di rimozione convenzionali e sperimentazione di tecnologie appropriate in Paesi in Via di Sviluppo - parte I

S. Sorlini\*, A. Berzero\*\*, M.C. Collivignarelli°, E. Gazzola°°

\* Ricercatore di Ingegneria Sanitaria-Ambientale, Facoltà di Ingegneria, Università degli studi di Brescia, Tel. 030 - 3711299, [sabrina.sorlini@ing.unibs.it](mailto:sabrina.sorlini@ing.unibs.it)

\*\* Dottore di Ricerca in Scienze Chimiche, Sistema Museale d'Ateneo, Università degli studi di Pavia, Tel. 0382-987695, [aberzero@unipv.it](mailto:aberzero@unipv.it)

° Ricercatore di Ingegneria Sanitaria-Ambientale, Facoltà di Ingegneria, Università degli studi di Pavia, Tel. 0382-985312, [mcristina.collivignarelli@unipv.it](mailto:mcristina.collivignarelli@unipv.it)

°° Dottore di ricerca in Ingegneria Civile, Facoltà di Ingegneria, Università degli studi di Pavia, Tel. 0382-985311, [elisa.gazzola@unipv.it](mailto:elisa.gazzola@unipv.it)

### Introduzione

Il fluoro puro, appartenente alla famiglia degli alogeni, è un gas giallo pallido, corrosivo ed è un forte agente ossidante; è molto reattivo e forma composti con la maggior parte degli elementi.

In natura si trova nei minerali fluorite ( $\text{CaF}_2$ ), criolite ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) ed apatite ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}^-$ ).

Nelle acque, negli organismi vegetali ed animali (scheletro e denti) è invece principalmente presente sotto forma di ione fluoruro ( $\text{F}^-$ ).

I composti di sintesi più comuni sono HF, NaF ed  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  (Slooff et al., 1988); di questi, quelli che più facilmente possono raggiungere le acque sono l'HF ed il  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  che, una volta in soluzione, si dissociano dando origine a  $\text{F}^-$ .

Il fluoro è impiegato nella produzione di plastiche come il teflon e in liquidi refrigeranti come il freon; il fluoro inorganico viene spesso utilizzato all'interno di processi industriali per la produzione dell'alluminio, per indurire le fibre di vetro e per la produzione di ceramiche (IARC, 1982). Un altro utilizzo frequente è quello per la produzione di fertilizzanti al fosfato per uso agricolo.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) classifica i fluoruri in acqua come un inquinante chimico inorganico di provenienza naturale e, oltre determinate concentrazioni ed in rapporto alle singole situazioni locali, di comprovato effetto dannoso per la salute.

La fonte principale di inquinamento delle acque da fluoruri non è tuttavia di origine industriale, bensì naturale, per la presenza dei composti del fluoro in rocce ignee, granitiche e sedimentarie che, a contatto con l'acqua, ne arricchiscono il contenuto in fluoro.

Le acque naturali più soggette a contaminazione sono quelle sotterranee che, a causa di fenomeni di lisciviazione e solubilità delle rocce ignee, granitiche e sedimentarie, si arricchiscono in ioni fluoruro, anche in relazione alle condizioni ambientali e alle caratteristiche del sottosuolo. Trattandosi di un fenomeno naturale, non può

essere eliminato e può costituire un problema se non esistono alternative possibilità di attingimento per l'approvvigionamento a scopo potabile.

In questi casi è necessario impiegare trattamenti di rimozione, che siano efficaci ed appropriati al contesto in cui devono essere applicati.

I trattamenti cosiddetti "convenzionali", adottati a varia scala nei paesi industrializzati e comprendenti processi chimici di precipitazione, sistemi implicanti l'uso di campi elettrici, adsorbimento su allumina attiva e processi su membrane, risultano spesso difficilmente applicabili nei Paesi in via di sviluppo, sia per onerosità economica che per complessità impiantistica.

Per queste realtà sono necessari trattamenti in grado di combinare all'efficienza di rimozione una semplicità impiantistica e gestionale e costi di investimento e di esercizio assolutamente contenuti.

Da alcuni anni si stanno perciò sperimentando sistemi di trattamento a "basso costo", consistenti essenzialmente in processi di adsorbimento su materiali poveri, ovvero di scarto o facilmente reperibili a costo praticamente nullo.

### 1. Effetti sulla salute ed aspetti normativi

In soluzione acquosa il fluoro è presente come ione fluoruro  $\text{F}^-$ ; tale ione è essenziale per la salute umana, soprattutto per la conservazione di denti ed ossa.

Se assunto in eccesso provoca però problemi di fluorosi dentaria e scheletrica. La sua concentrazione ottimale nelle acque potabili risulta compresa tra 0,5 ed 1 mg/L, mentre per valori superiori a 1,5 mg/L causa fluorosi, con malformazione dello scheletro e/o cattiva funzionalità dei denti che diventano fragili ed assumono un colore scuro. In particolare, per concentrazioni comprese tra 1,5 e 4 mg/L provoca fluorosi dentaria, con chiazzeria dei denti, mentre per concentrazioni comprese fra 4 e 10 mg/L si aggiungono problemi di fluorosi scheletrica con deformazioni delle ossa (Figura 1).



Figura 1: Effetti sulla salute a causa della fluorosi

Per concentrazioni di fluoro superiori ai 10 mg/L sono possibili danni al sistema nervoso centrale in seguito a malformazioni ossee della colonna vertebrale arrecanti lesioni al midollo spinale (situazione dei primi anni '80 in India).

Il fluoro viene introdotto nell'organismo umano essenzialmente con l'acqua, in cui può essere naturalmente presente in forma disciolta; a ciò si deve la diffusione della fluorosi in Paesi in Via di Sviluppo quali India, Gana, Tanzania, Senegal ed in particolare Cina, caratterizzati da substrati rocciosi ignei ricchi in fluoro e nei quali l'acqua ad uso potabile è attinguta solitamente da pozzi posizionati nel substrato roccioso (Cortecchi, 2004).

Il fluoro, inoltre, può sostituirsi con facilità allo ione ossidrile  $\text{OH}^-$  nella struttura molecolare dei minerali; tra questi vi è la idrossiapatite  $[\text{Ca}(\text{PO}_4)_3\text{OH}]$  che è il componente principale di denti ed ossa sia nell'uomo che negli animali.

Come si osserva dalla Figura 2, i Paesi maggiormente colpiti dal problema della fluorosi si trovano a ridosso dell'equatore: Paesi caldi con grande consumo d'acqua nei quali perciò è più facile raggiungere quantitativi di fluoro ingeriti dannosi per la salute.

Problemi di fluorosi sono stati riscontrati anche in alcune zone d'Italia, in particolare nella zona del lago di Bracciano, in cui, da analisi effettuate su campioni di acque provenienti da pozzi e sorgenti utilizzate per alimentare acquedotti locali, si è riscontrato il superamento del valore limite sul fluoro dettato dal D.Lvo 31/01 in più del 40 % dei campioni esaminati (Beccari e Dall'Aglio, 2003).

Da maggio 2003 è entrata in vigore la direttiva 2003/40/CE della Commissione Europea che individua i componenti ammessi nelle acque minerali naturali, i limiti di concentrazione e le indicazioni di etichettatura. All'articolo 4 tale direttiva stabilisce che le acque minerali naturali la cui concentrazione di fluoro è superiore a 1,5 mg/L devono portare l'indicazione di etichettatura "contiene più di 1,5 mg/L di fluoro; non è opportuno il consumo regolare da parte di lattanti e dei bambini di età inferiore a 7 anni". Nel corso dello stesso anno in Italia è entrato in vigore il D.L.vo 31/2001 "Attuazione della direttiva 98/83/CE, relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano". Tale normativa, che ha previsto l'introduzione di nuovi parametri e limiti di controllo della qualità dell'acqua potabile, ha mantenuto la concentrazione limite dei fluoruri pari a 1,5 mg/L, come indicato nella Tabella B dell'Allegato 1 al decreto.

A livello mondiale l'Organizzazione Mondiale della Sanità fornisce indicazioni sul limite di concentrazione di fluoro ammessa nelle acque potabili; già negli "International Standards for drinking water" (1963, 1971) e poi nelle tre edizioni successive delle "Guidelines for drinking-water quality" (1984, 1993 e 2004), la concentrazione limite di fluoruri ammessa nelle acque potabili è fissata intorno a 1,5 mg/L, pur non escludendo variazioni a livello locale.

## 2. Tecnologie per la rimozione dei fluoruri: tecniche convenzionali

Le principali tecniche di rimozione dei fluoruri riguardano processi fisici di filtrazione, processi chimici di precipitazione, sistemi implicanti l'uso di campi elettrici, trattamenti di adsorbimento e processi su membrane. Le metodologie più efficaci in termini di rendimenti di rimozione risultano essere la filtrazione su membrana e l'adsorbimento su allumina attiva ( $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ), le cui rese possono arrivare a superare il 90%. Altri metodi come la coagulazione e lo scambio ionico permettono efficienze di abbattimento comprese tra il 50% e l'80%.

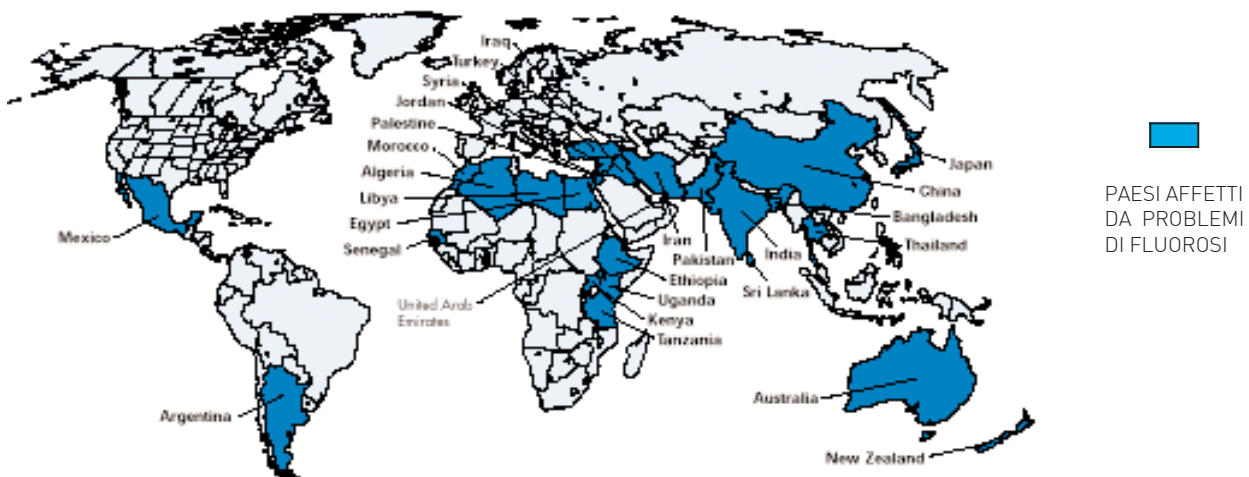


Figura 2: Distribuzione della problematica legata alla presenza di fluoruri.

Interessanti rendimenti di rimozione sono stati inoltre ottenuti utilizzando resine anioniche. Un trattamento di questo tipo potrebbe però portare ad una eccessiva demineralizzazione dell'acqua da potabilizzare poiché comporta la contestuale rimozione di tutti gli altri anioni presenti nell'acqua (Bottari et al., 2005).

Dal momento che, a livello mondiale, le zone interessate da eccessive concentrazioni di fluoro nelle acque potabili ricadono per lo più in Paesi in Via di Sviluppo (Africa, Messico, India, Thailandia,...), si è cercato di individuare tecniche di abbattimento dei fluoruri basate sull'utilizzo di tecnologie e materiali a basso costo e di facile reperibilità in loco.

Il campo di ricerca di metodologie "non convenzionali" risulta essere molto vasto, ma generalmente si ricorre a processi di adsorbimento su materiale o di tipo terroso, da lavorazioni in miniera, o comunque reperibile direttamente nei luoghi dove il problema dell'eccesso di fluoro si presenta con maggior rilevanza.

Numerosi materiali si sono dimostrati idonei alla rimozione dei fluoruri; tra questi, hanno destato maggiore interesse le ossa animali calcinate e gli ossidi di terre rare.

## 2.1 Processi a membrana

La filtrazione su membrana è un processo fisico di separazione che, in quanto tale, non presenta composti derivati e quindi non altera la composizione chimica dell'acqua.

Per la rimozione dei fluoruri vengono utilizzati i processi di osmosi inversa o nanofiltrazione.

L'efficienza del processo dipende dalla dimensione relativa del poro nel mezzo filtrante e dalle dimensioni delle particelle da rimuovere: nel caso dell'osmosi inversa, essendo il raggio ionico dello ione fluoruro pari a  $1,19 \text{ \AA}$ , esso viene con facilità trattenuto dalle membrane.

Nel caso della nanofiltrazione la rimozione del fluoro si ottiene grazie alla tendenza dello ione  $F^-$  a legarsi ad altre specie chimiche presenti in soluzione, dando origine a molecole di dimensioni tali da essere intercettate dalle maglie della membrana.

### 2.1.1 Osmosi inversa

Il processo si basa sull'utilizzo di una particolare membrana, con maglie di apertura compresa tra  $10^{-4}$  e  $10^{-3}$   $\mu\text{m}$ , permeabile all'acqua ma non ai componenti chimici disciolti in essa.

Applicando artificialmente una pressione nel verso opposto a quello naturale (che è diretto dalla soluzione meno concentrata a quella a concentrazione maggiore) si ottiene il passaggio di acqua desalinizzata dalla parte a concentrazione maggiore a quella a minor concentrazione; il volume filtrato è proporzionale sia alla pressione esercitata sia alla differenza tra pressione osmotica e pressione imposta.

Impiantisticamente sono necessari: un sistema di pom-

paggio operante a pressione almeno due volte superiore rispetto a quella osmotica ed un modulo di membrana con un ingresso e due uscite, una per l'acqua distillata e una per l'acqua concentrata.

A questo allestimento fondamentale devono essere affiancati dei sistemi di pre- e post-trattamento per ottimizzare il funzionamento dell'apparecchiatura principale.

Il pre-trattamento può prevedere microfiltrazione e flocculazione per evitare l'intasamento ed il danneggiamento della membrana a causa della presenza di solidi sospesi; il post-trattamento consiste in una rimineralizzazione dell'acqua con acqua grezza, per ridurre l'aggressività nei confronti delle tubature di distribuzione.

Tale processo può essere vantaggiosamente utilizzato per la rimozione dei fluoruri nel caso sia contestualmente necessaria la rimozione di altri sali.

Il rendimento di rimozione varia dal 45% per pH 5,5 a 90% per pH 7 (Mazuine e Mouchet, 1984).

Oltre che dal pH, l'efficienza del trattamento dipende dalle caratteristiche iniziali dell'acqua da trattare, in particolare dalla presenza e dalla concentrazione di composti interferenti quali ioni cloruro, dalla possibilità e dalla condizione di intasamento e di contaminazione microbiologica della superficie della membrana, dal grado di degradazione chimica, fisica e biologica delle membrane (Tanigushi, 1997).

Il limite principale dell'osmosi inversa è rappresentato dal fatto che la membrana elimina indistintamente qualsiasi sale e quindi l'acqua in uscita dal trattamento richiede una rimineralizzazione.

### 2.1.2 Nanofiltrazione

La nanofiltrazione è un processo simile all'osmosi inversa sia nell'uso dei materiali sia nella modalità di sottrazione dei sali dalla soluzione. Si opera però a pressioni inferiori e velocità di flusso superiori.

Impiantisticamente non ci sono sostanziali differenze, se non nelle dimensioni delle maglie delle membrane filtranti ( $10^{-3}$  -  $10^{-2}$  micrometri), che risultano più permeabili agli ioni rispetto a quelle dell'osmosi inversa.

L'efficienza nella rimozione dei fluoruri dipende molto dalla permeabilità della membrana e quindi dalle dimensioni delle maglie, oltre che dalle condizioni operative (pressione di transmembrana, coefficiente di attività ionica, flusso di permeato, pH) e dalle caratteristiche dell'acqua di alimentazione (presenza di ioni bivalenti e monovalenti) (Pontié et al., 2002, Lhassani et al., 2001).

I meccanismi di trasferimento alla base della nanofiltrazione (convezione e solubilizzazione/diffusione) dipendono da fattori chimici (concentrazione, pH) e fisici (pressione).

I primi predominano alle basse pressioni e regolano il meccanismo di diffusione; i secondi, connessi al meccanismo di convezione, sono predominanti alle alte pressioni (Lhassani et al., 2001).

Poiché la rimozione dei fluoruri nella nanofiltrazione



avviene soprattutto per diffusione, essa tende ad essere maggiore alle basse pressioni e quindi più sensibile ai parametri chimici che a quelli fisici.

In generale i rendimenti ottenibili sono molto variabili e compresi tra il 60% e l'80% (Sorlini et al., 2005).

Il quantitativo di fluoruri rimossi cresce al diminuire della larghezza della maglia. Contestualmente, si ottiene anche un maggior trattenimento di altri sali con il rischio però di rendere necessaria una rimineralizzazione dell'acqua potabile; in questo caso viene meno il principale vantaggio dell'uso della nanofiltrazione rispetto all'osmosi inversa che consiste nella possibilità di evitare il costoso post-trattamento di rimineralizzazione dell'acqua in uscita.

## 2.2 Processi elettrochimici

Si tratta di processi che mirano ad ottenere la separazione dei solidi dalla matrice acquosa attraverso l'uso di una forza di natura elettrochimica (differenza di potenziale applicata tra due elettrodi immersi in soluzione).

### 2.2.1 Elettrodialisi

L'elettrodialisi è un processo elettrochimico di separazione che viene applicato a soluzioni acquose di sostanze disciolte e dissociate, che per loro natura conducono elettricità dando luogo ad una conduttività elettrica.

Immergendo nella soluzione due elettrodi di polarità opposta (positiva e negativa) ed applicando una differenza di potenziale, si genera una migrazione nei due sensi degli ioni positivi (verso il catodo) e negativi (verso l'anodo).

Per impedire il rimescolamento degli ioni separati elettricamente vengono collocate tra gli elettrodi opportune membrane permoselettive: le membrane anioniche, nei cui microcanali sono presenti gruppi funzionali positivi, permettono il passaggio dei soli ioni con carica negativa, quelle cationiche, dotate di gruppi funzionali negativi, permettono il passaggio dei soli ioni con carica positiva.

Nel caso dei fluoruri, il campo elettrico indotto spinge verso l'elettrodo positivo (anodo) gli anioni, che vengono bloccati dalle membrane cationiche; nel contempo i cationi vengono spinti dal potenziale elettrico verso l'elettrodo negativo (catodo) ed intercettati dalle membrane anioniche.

L'acqua trattata può essere più volte ricircolata per il raggiungimento della desiderata resa di abbattimento degli ioni.

I principali fattori d'influenza del processo sono rappresentati dal voltaggio applicato, dalla temperatura e dalla portata alimentata, oltre che dalla durata del processo (Amor et al., 1998; Law et al., 1997). Al crescere della differenza di potenziale applicata e/o della durata di processo si riduce l'effetto complessivo degli ioni interferenti (soprattutto cloruri) a vantaggio degli ioni fluoruro. La temperatura agisce invece sulla mobilità degli ioni e sulla dilatazione della struttura delle membrane.

L'impianto di elettrodialisi è composto da: una vasca a

compartimenti, una serie di membrane cationiche ed anioniche alternate e separate mediante spaziatori che hanno la funzione di distribuire il fluido ad aumentare la turbolenza, due connessioni elettriche, una con funzione di anodo ed una con funzione di catodo, le pompe per il diluito e il concentrato e un rettificatore di corrente.

In funzione della durata del processo e del potenziale applicato, è possibile stabilire il grado di diluizione dell'acqua voluto evitando interventi di rimineralizzazione.

I principali limiti del processo stanno nel costo energetico del trattamento, proporzionale alla salinità dell'acqua oltre che al volume di acqua da trattare, e negli oneri di smaltimento del concentrato.

### 2.2.2 Elettrocoagulazione con elettrodo bipolare di alluminio

Questa tecnica, di tipo elettrochimico, è basata sulle capacità adsorbenti e/o coagulanti dell'alluminio nei confronti dello ione fluoruro.

Uno o più elettrodi bipolari di alluminio vengono posti tra due elettrodi di polarità opposta a cui si applica una certa differenza di potenziale.

L'anodo di alluminio produce per dissoluzione ioni  $Al^{3+}$  che, in certe condizioni di pH, reagiscono con le molecole d'acqua dando luogo prima ad idrossido di alluminio e poi ad  $Al_n(OH)_{3n}$ , un composto in grado di fissare gli ioni fluoruro (Mameri et al., 1998).

Un secondo possibile meccanismo di rimozione prevede la reazione degli ioni fluoruro, attratti elettricamente all'anodo di alluminio, con gli ioni  $Al^{3+}$  prodotti dall'anodo con la formazione di  $AlF_6^{3-}$  che, in presenza di ioni  $Na^+$ , genera un sale insolubile che precipita (Mameri et al., 1998).

Se in soluzione sono tuttavia presenti altri ioni, quali  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ , essi possono entrare in competizione con gli  $F^-$  riducendo l'efficienza di rimozione del processo (80% in caso di presenza di  $Cl^-$ , 32% in presenza di  $SO_4^{2-}$  (Hu et al., 2003). L'efficienza di rimozione dipende inoltre dalla temperatura, dal pH della soluzione e dalla distanza tra gli elettrodi.

Il pH finale ottimale è compreso nel range 5 -7,6 (valore ottimale intorno a 6 secondo alcuni (Hu et al., 2005), pari a 7,6 secondo altri. (Mameri et al., 1998)).

L'impianto è molto simile a quello di elettrodialisi e prevede l'inserimento di un potenziostato deputato a mantenere costante la differenza di potenziale tra due elettrodi di alluminio posti alle estremità della vasca; tra questi elettrodi al posto delle membrane filtranti sono presenti delle lastre di alluminio puro al 99,5%, che si caricano tra loro per induzione ad opera del campo elettrico.

## 2.3 Processi di precipitazione chimica

La rimozione di fluoruri tramite precipitazione chimica consiste nel dosaggio di reattivi che in soluzione formano composti insolubili in grado di rimuovere il fluoro per co-precipitazione e/o adsorbimento.

### 2.3.1 Precipitazione chimica con sali di alluminio

Il sale di alluminio (ad esempio  $Al_2(SO_4)_3$ ) svolge la funzione di reattivo coagulante, mentre il suo idrossido ( $Al(OH)_3$ ) viene usato come adsorbente.

Il processo si compone di tre stadi:

1. dosaggio dei reagenti, idrolisi e formazione dell'idrossido insolubile.

2. co-precipitazione dei composti insolubili dell'alluminio e dei fluoruri con formazione di ossifluoruri di alluminio:

3. adsorbimento e separazione del precipitato.

Il meccanismo di rimozione dello ione fluoruro si basa sulla bassa solubilità dell'idrossido di alluminio e la difficile dissoluzione del complesso alluminio-fluoro, che precipita. La coagulazione con sali di alluminio è uno dei processi maggiormente utilizzati in ingegneria per la rimozione di ioni e solidi sospesi non sedimentabili.

Assieme al solfato di alluminio può essere dosato idrossido di sodio (NaOH) che permette di regolare il valore di pH durante i processi di coagulazione ed adsorbimento.

I rendimenti sono fortemente influenzati dai valori di pH oltre che dal dosaggio di reattivo coagulante.

La massima efficienza di rimozione si ottiene per pH compreso tra 6 e 7; alcuni Autori restringono il campo tra 6 e 6,7, altri individuano come ottimale il valore 6,2 (Ndao et al., 1992).

In queste condizioni si possono ottenere rendimenti superiori al 70% (Zhang et al., 2005).

L'impianto deve prevedere un sistema di dosaggio e miscelazione dell'agente coagulante, con tempi di contatto limitati e velocità di miscelazione elevate, ed un comparto di flocculazione a lenta miscelazione con eventuale dosaggio di flocculante per permettere l'aumento delle dimensioni dei fiocchi e rendere più facile la successiva fase di separazione.

### 2.3.2 Precipitazione chimica con sali di calcio

La rimozione dei fluoruri presenti in acqua tramite precipitazione chimica della forma  $CaF_2$  è un metodo molto comune, applicato anche per il trattamento delle acque di scarico.

Si ottiene dosando del latte di calce  $Ca(OH)_2$ , che reagisce con gli ioni fluoruro presenti in soluzione formando fluoruro di calcio, un sale insolubile che precipita.

Non è comunque possibile, usando solamente latte di calce, ridurre il contenuto di fluoruri in soluzione a 1 mg/L, in quanto la resa del processo è limitata dal prodotto di solubilità del  $CaF_2$ .

Il processo è influenzato dalla temperatura, dal dosaggio di reattivo, dalla concentrazione iniziale di fluoruri e dal valore di pH. In particolare, la formazione del complesso  $CaF_2$  è massima per valori di pH compresi tra 5 e 8, mentre per altri valori di pH prevale la forma  $CaF^+$ .

## 2.4 Processi di adsorbimento

Il processo di adsorbimento è un fenomeno fisico-chimico

che consiste nel trasferimento di massa di alcune sostanze da un liquido alla superficie di un solido mesoporoso o microporoso per effetto di azioni fisiche o chimiche. In particolare, le molecole o i gruppi ionici dell'adsorbibile si diffondono all'interno dei pori dell'adsorbente fino a raggiungere i siti attivi a cui si fissano per effetto di forze di superficie e di legame.

### 2.4.1 Adsorbimento su allumina attiva

Tra i materiali adsorbenti utilizzabili per il trattamento delle acque, l'allumina attiva ( $\gamma-Al_2O_3$ ) è ritenuto molto interessante per la rimozione dei fluoruri.

Essa ha infatti proprietà adsorbenti nei confronti dello ione fluoruro superiori rispetto ad altri materiali adsorbenti, tra cui anche il carbone attivo.

L'allumina si ottiene attraverso la calcinazione (processo di attivazione), ad una temperatura di circa 500 °C, dell'allumina idratata ( $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ ), a sua volta ricavata a partire dalla bauxite mediante processo Bayer.

Il processo di attivazione conferisce all'allumina un'elevata superficie specifica in grado di fissare gli ioni fluoruro: in pratica, l'alluminio con carica positiva trivalente attrae fortemente gli ioni fluoruro, per effetto di un processo a scambio ionico in cui gli ioni ossidrilici presenti sulla superficie dell'allumina attiva sono sostituiti dagli ioni  $F^-$ . Il trattamento di un'acqua ricca di fluoruri mediante adsorbimento su allumina attiva raggiunge rendimenti di rimozione anche superiori al 90%.

Tale rendimento dipende tuttavia da numerosi fattori: la granulometria del materiale, l'altezza del letto filtrante, il tempo di contatto, il pH e la concentrazione iniziale dei fluoruri.

Il processo è molto rapido (tempo di contatto intorno a 5 minuti) se avviene in condizioni di pH ottimali, ossia circa 5,5, altrimenti il tempo di contatto deve essere incrementato.

La massima resa di adsorbimento si ottiene per valori di pH compresi tra 5 e 6 (Ku e Chiou, 2002); in questo caso si raggiungono rendimenti fino al 98%.

Occorre inoltre considerare l'effetto della presenza in soluzione di ioni che competono con i fluoruri per gli stessi siti attivi dell'allumina, come ioni silicio e solfato.

L'efficienza diminuisce a mano a mano che si riduce la capacità di adsorbimento dell'allumina attiva; la durata del materiale prima della sua saturazione e quindi il volume di acqua trattabile diminuiscono al crescere della concentrazione iniziale di fluoruri in acqua.

Poiché però i legami tra allumina e fluoruri sono di tipo ionico, il materiale può essere rigenerato, attraverso uno speciale trattamento con soda (Dernaucourt, 1980).

La semplicità impiantistica (filtro di allumina dotato di ingresso per l'acqua da trattare e serbatoio di raccolta dell'acqua trattata) unita agli elevati rendimenti di rimozione hanno reso questa tecnologia suscettibile di particolare interesse.

La parte II dell'articolo sarà pubblicata nel prossimo numero.

### Bibliografia

- E. Bottari, C. Braguglia, S. Zampilloni, Una proposta di abbattimento dello ione fluoro nell'acqua per il consumo umano, *Scienza e Tecnica*, anno LXVIII N° 414 (2005).
- C.Y.Hu, S. L. Lo, W. H. Kuan. Effects of the molar ratio of hydroxide and fluoride to Al(III) on fluoride removal by coagulation and electrocoagulation, *Journal of Colloid and Interface Science*, N°283, 472-476 (2005).
- S. Sorlini V. Riganti, S. Miclini, Rimozione dei fluoruri: un'esperienza applicata alle acque di falda del Senegal, *Atti della 27a Giornata di Studio di Ingegneria Sanitaria Ambientale*, Brescia (2005).
- G. Zhang, Y. Gao, Y. Zhang, P. Gu, Removal of fluoride from drinking water by a membrane coagulation reactor (MCR), *Desalination* 177, 143-155 (2005).
- G. Cortecci, CNR-Istituto di Geoscienze e Georisorse Area CNR-Pisa, *Geologia e salute*, [http://www.igg.cnr.it/Geologia\\_e/GeologiaeSaluteText.htm](http://www.igg.cnr.it/Geologia_e/GeologiaeSaluteText.htm) (2004).
- Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) "Guidelines for Drinking-Water Quality", 3° edizione, vol. 1, , Recommendations, capitolo 8, Chemical Aspects, Ginevra (2004).
- M. Beccari, M.Dall'Aglio, Nuove frontiere nell'approvvigionamento di acque per usi civili ed agricoli alla luce della loro accettabilità, *Atti del Convegno LINCEI Giornata dell'Ambiente*, vol. 1, 99-127, (2003).
- C.Y. Hu, S.L. Lo, W. H. Kuan, Effects of co-existing anions on fluoride removal in electrocoagulation (EC) process using aluminium electrodes, *Wat. Res.* vol. 37, 4153-4523 (2003).
- Y. Ku, H.M. Chiou, The adsorption of fluoride ion from aqueous solution by activated alumina, *Water, Air, and Soil Pollution* 133, (1-4), 349-360 (2002).
- M. Pontié, C.K. Diawara, M. Rumeau, "Streaming effect of single electrolyte mass transfer in nanofiltration: potential application for the selective defluorination of brackish drinking waters, *Desalination* 151, 267-274 (2002).
- A. Lhassani, M. Rumeau, D. Benjelloun, M. Pontié, Selective demineralization of water by nanofiltration application to the defluorination of brackish water, *Wat. Res.*, vol. 35, N° 13, 3260-3264 (2001).
- Z. Amor, S. Malki, M. Taky, B. Bariou, N. Mameri, A. Elmidaoui, Optimization of fluoride removal from brackish water by electrodialysis, *Desalination* 120, 263-271 (1998).
- N. Mameri, A.R. Yeddou, H. Lounici, D. Belhocine, H. Grib, B. Bariou, Defluoridation of septentrional Sahara water of north Africa by electrocoagulation process using bipolar aluminium electrodes, *Wat. Res.*, vol. 32, N° 5, 1604-1612 (1998).
- M. Law, T. Wen, G. S. Solt, Thickness and concentration profile of the boundary layer in electrodialysis, *Desalination* 109, 95-103 (1997).
- Y. Tanigushi, An overview of pretreatment technology for reverse osmosis desalination plants in Japan, *Desalination* 110, 21-36 (1997).
- Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) "Guidelines for Drinking-Water Quality", 2° edizione, volume1, Recommendations, capitolo 3, Chemical Aspects, Ginevra (1993).
- Ndao Ibrahima, A. Lagaude, Y. Travi, Defluoruration expérimentale des eaux souterraines du Senegal par le sulfate d'aluminium et le polychlorosulfate basique d'aluminium, *Sciences et Techniques de l'eau*, vol 26, N°3, 243-249 (1992).
- W. SLooff, H.C. Eerens, J.A. Janus, J.P.M. Ros (etc.) Basicdocument fluoriden, Report N° 758474005, 294 p, (1988).
- P. Mazuine, P. Mouchet, Procédès d'élimination du fluor dans les eaux alimentaires. *Revue française des Sciences de l'eau*, 3, 29-51 (1984).
- Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) "Guidelines for Drinking-Water Quality", 1° edizione Ginevra (1984).
- J.C. Dernaucourt, La defluoruration des eaux potables. *TSM, L'eau*, N°3, 135-9 (1980).

## Normativa nazionale

### Promozione della cogenerazione (M.M.)

Il Decreto legislativo 8 febbraio 2007, n. 20 (in Gazzetta ufficiale 6 marzo 2007 n. 54) dà attuazione alla direttiva 2004/8/Ce sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia, nonché modifica alla direttiva 92/42/Cee.

Questo decreto intende accrescere l'efficienza energetica e migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento, definendo misure atte a promuovere e sviluppare, anche ai fini di tutela dell'ambiente, la cogenerazione ad alto rendimento di calore ed energia, basata sulla domanda di calore utile e sul risparmio di energia primaria, con particolare riferimento alle condizioni climatiche nazionali. Ricordiamo che cogenerazione è la generazione simultanea in un unico processo di energia termica ed elettrica o di energia termica e meccanica o di energia termica, elettrica e meccanica. Alla cogenerazione è assicurato un regime di sostegno: a tal fine, con decreto del Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, sentito il Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali e d'intesa con la Conferenza unificata, adottato entro sei mesi dalla data di entrata in vigore del decreto, sono stabiliti i criteri per l'incentivazione della cogenerazione ad alto rendimento. Detti criteri tengono conto di:

- a) potenza elettrica dell'impianto;
- b) rendimento complessivo dell'impianto;
- c) calore utile;
- d) aspetti innovativi dell'impianto e delle modalità d'uso del calore utile, in particolare ai fini dell'impiego in tele riscaldamento e per la trigenerazione;
- e) specificità dell'impiego in agricoltura per il riscaldamento delle serre destinate alla produzione floricola ed orticola;
- f) risparmio energetico conseguito e relativa persistenza nel tempo;
- g) tipologia di combustibile impiegato;
- h) emissioni inquinanti e climalteranti.

Sono altresì previste, per i produttori, semplificazioni delle procedure amministrative.

Gli impianti presi in considerazione dal decreto sono:

- a) Turbina a gas a ciclo combinato con recupero di calore.
- b) Turbina a vapore a contropressione.
- c) Turbina di condensazione a estrazione di vapore.
- d) Turbina a gas con recupero di calore.
- e) Motore a combustione interna.
- f) Microturbine.

g) Motori Stirling.

h) Pile a combustibile.

i) Motori a vapore.

l) Cicli Rankine a fluido organico.

m) Ogni altro tipo di tecnologia o combinazione di tecnologie che rientra nelle definizioni di cui all'articolo 2, lettera a) del decreto stesso.

### Regione Lombardia - INAIL: Infortuni e malattie professionali (V.P.)

La Direzione Regionale Lombardia dell'INAIL e la Regione Lombardia settore Sanità hanno reso disponibile, on line, una guida del gennaio 2007 dal titolo "Obblighi dei medici nei casi di infortunio e malattia professionale" (<http://www.inail.it/lombardia/prod/OpuscoloObblighi.pdf>).

Si tratta di "un utile strumento che potrà guidare i medici di medicina generale, i medici competenti e i medici specialisti ospedalieri nell'assolvimento degli obblighi di legge che ogni sanitario deve adempiere qualora rilasci certificazioni per i casi di infortunio e/o di malattia professionale."

L'infortunio sul lavoro viene definito come un "evento che si è verificato per causa violenta in occasione di lavoro da cui deriva la morte o un'inabilità permanente al lavoro, assoluta o parziale, ovvero un'inabilità temporanea assoluta che comporta l'astensione dal lavoro per più di tre giorni".

Il *Certificato medico di infortunio*, che ha finalità assicurativo-previdenziali e che conterrà i dati come specificato all'art. 53 del DPR 1124/65, può essere:

- PRIMO: atto necessario che consente all'INAIL di avviare l'istruttoria per l'erogazione delle prestazioni nei confronti dell'assicurato. Deve essere rilasciato al lavoratore infortunato che lo trasmette immediatamente al proprio datore di lavoro che a sua volta inoltra all'INAIL il certificato o la denuncia entro due giorni o entro 24 ore se si tratta di infortunio mortale o per il quale si prevede pericolo di morte

- CONTINUATIVO: documenta il protrarsi dell'inabilità temporanea assoluta

- DEFINITIVO: attesta la possibilità dell'assistito di riprendere le proprie mansioni lavorative.

Il *referto nell'infortunio* ha lo scopo di segnalare un episodio su cui l'autorità giudiziaria è tenuta ad indagare per ricercare eventuali responsabilità e deve pervenire al pubblico ministero o a qualsiasi altro ufficiale di polizia giudiziaria entro quarantotto ore o, se sussiste pericolo nel ritardi, immediatamente.

"Sono perseguibili d'ufficio i casi nei quali da un infortunio

*lavorativo derivi la morte del lavoratore, oppure una lesione grave o gravissima".* L'opuscolo INAIL definisce le lesioni "gravi" e "gravissime" ai sensi del codice penale.

Il *Certificato medico di malattia professionale* ha anch'esso finalità assicurativo-previdenziali. Anch'esso può essere PRIMO, CONTINUATIVO o DEFINITIVO e dovrà essere trasmesso al proprio datore di lavoro entro 15 giorni. Entro i 5 giorni successivi, il datore di lavoro dovrà inoltrare il primo certificato e la denuncia all'INAIL.

Il *referto nella malattia professionale* ha lo scopo di segnalare un episodio su cui l'autorità giudiziaria deve indagare per ricercare eventuali responsabilità penali.

### Finanziaria 2007 - sicurezza sul lavoro (V.P.)

La Legge Finanziaria 2007 (Legge 27 dicembre 2006, n. 296 pubblicata sul S.O. n. 244 alla G.U. n. 299 del 27 dicembre 2006) ha apportato alcune modifiche alla normativa inerente la sicurezza e la salute sul lavoro.

In particolare, il comma 910 della finanziaria modifica ed integra l'art. 7 inerente i contratti di appalto o contratti d'opera del D.Lgs 626/94, ampliando la responsabilità del committente. Il testo dell'articolo oggi in vigore risulta (in corsivo le variazioni introdotte dalla nuova legge):

"Art. 7 Contratto di appalto o contratto d'opera

1. *Il datore di lavoro, in caso di affidamento dei lavori ad imprese appaltatrici o a lavoratori autonomi all'interno della propria azienda, o di una singola unità produttiva della stessa, nonché nell'ambito dell'intero ciclo produttivo dell'azienda medesima:*

a) verifica, anche attraverso l'iscrizione alla camera di commercio, industria e artigianato, l'idoneità tecnico-professionale delle imprese appaltatrici o dei lavoratori autonomi in relazione ai lavori da affidare in appalto o contratto d'opera;

b) fornisce agli stessi soggetti dettagliate informazioni sui rischi specifici esistenti nell'ambiente in cui sono destinati ad operare e sulle misure di prevenzione e di emergenza adottate in relazione alla propria attività.

2. Nell'ipotesi di cui al comma 1 i datori di lavoro:

a) cooperano all'attuazione delle misure di prevenzione e protezione dai rischi sul lavoro incidenti sull'attività lavorativa oggetto dell'appalto;

b) coordinano gli interventi di protezione e prevenzione dai rischi cui sono esposti i lavoratori, informandosi reciprocamente anche al fine di eliminare rischi dovuti alle interferenze tra i lavori delle diverse imprese coinvolte nell'esecuzione dell'opera complessiva.

2. Il datore di lavoro committente promuove la cooperazione ed il coordinamento di cui al comma 2.

3. Tale obbligo non si estende ai rischi specifici propri dell'attività delle imprese appaltatrici o dei singoli lavoratori autonomi.

"3bis. *L'imprenditore committente risponde in solido con*

*l'appaltatore, nonché con ciascuno degli eventuali ulteriori subappaltatori, per tutti i danni per i quali il lavoratore, dipendente dall'appaltatore o dal subappaltatore, non risulta indennizzato ad opera dell'Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro"*

La finanziaria prevede, inoltre, con il comma 1177 che le sanzioni amministrative previste per la violazione di norme in materia di lavoro, legislazione sociale, previdenza e tutela della sicurezza e salute nei luoghi di lavoro entrate in vigore prima del 1° gennaio 1999, salvo le eccezioni previste dal comma 1178, sono quintuplicate.

Per quanto riguarda il D.Lgs 626/94 vengono modificate parte delle sanzioni previste dall'art. 89 c.3 e dall'art. 94.

Sanzioni previste da	Violazioni di	Argomento	Sanzione	Sanzione aggiornata dalla finanziaria
D.Lgs 626/94 art. 89	Art. 4, c. 5 lett. o)	predisposizione e annotazione su registro infortuni	min: euro 516,00 max: euro 3098,00	min: euro 2580,00 max: euro 15490,00
	Art. 4, c. 8	custodia della cartella sanitaria e di rischio del lavoratore sottoposto a sorveglianza sanitaria		
	Art. 8 c. 11	comunicazione del nominativo del RSPP		
	Art. 11	riunione periodica di prevenzione e protezione		
	Art. 70 c. 3,4,5,6, 8	registro di esposizione e cartelle di rischio per lavoratori soggetti al rischio cancerogeni e mutageni		
	Art. 87 c. 3,4	registro di esposizione agli agenti biologici		
D.Lgs 626/94 art. 94	Art. 65 c. 2	divieto di assumere cibi, bevande o fumare e in presenza di prodotti cancerogeni o mutageni	min: euro 51,00 max: euro 154,00	min: euro 255,00 max: euro 770,00
	Art. 80 c. 2	divieto di assumere cibi, bevande o fumare in presenza di rischio biologico		

### Modifiche sostanziali e modifiche non sostanziali (V.P.)

La Giunta della Regione Lombardia - Direzione generale Qualità dell'Ambiente ha emanato una circolare (1 AMB/2007) in materia di modifiche impiantistiche ex D.Lgs 152/06 (Norme in materia ambientale), art. 269.

In particolare vengono specificate le "modifiche sostanziali" (allegato 1 - Circolare) definite nel D.Lgs 152/06 art. 269 comma 8 come le modifiche che comportano un

aumento o una variazione qualitativa delle emissioni o che altera le condizioni di convogliabilità tecnica.

Nell'allegato 1 della circolare, vengono individuate diverse tipologie di intervento e le specifiche condizioni che permettono di considerare la modifica sostanziale o meno:

1. sostituzione di macchinario/apparecchiatura /dispositivo
2. sostituzione di macchinario/apparecchiatura/dispositivo per effetto della quale si configuri un aumento della quantità delle emissioni prodotte e/o una variazione del convogliamento delle emissioni
3. installazione/sostituzione del sistema di abbattimento/contenimento delle emissioni
4. suddivisione di una emissione precedentemente autorizzata comportante una variazione (aumento) del numero complessivo dei punti di emissione
5. accorpamento di due o più emissioni precedentemente autorizzate comportante conseguentemente una variazione (diminuzione) del numero complessivo dei punti di emissione
6. traslazione fisica dello stabilimento/degli impianti/delle apparecchiature/dei dispositivi e/o dei punti di emissione
7. variazione qualitativa delle materie prime
8. variazione quantitativa delle materie prime
9. variazione della portata dell'aeriforme

Dopo che il gestore avrà individuato il carattere di sostanzialità o meno della modifica cui intende sottoporre l'impianto, dovrà seguire un iter differente (si veda tabella):

	Modifica sostanziale	Modifica non sostanziale
Procedura	Pres. domanda di autorizz. (art. 269, commi 2, 8 D.Lgs 152/06)	Presentazione di comunicazione (all. 2 - Circolare) almeno 60 giorni prima di dare inizio alla modifica. Entro 60 giorni dal ricevimento, l'autorità competente può riscontrare il carattere di modifica sostanziale e richiedere di presentare la domanda di autorizzazione
Enti competenti di riferimento	Provincia Comune Arpa	Provincia Comune Arpa
Doc. da inviare agli Enti competenti	Doc. progettuale + Relazione tecnica	Relazione tecnica comprovante il carattere non sostanziale della modifica (all. 3 - Circolare)

#### Banca dati cancerogeni IIS (V.P.)

L'Istituto Superiore di Sanità (IIS) ha messo a disposizione sul sito <http://www.iss.it/site/bancadaticancerogeni> la Banca Dati Cancerogeni (BDC).

La BDC riporta "le varie classificazioni di cancerogenesi effettuate da organismi internazionali e nazionali quali Unione Europea, la International Agency for Research on

Cancer, l'Annual Report on Carcinogens, l'US Environmental Protection Agency e la Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale."

Attualmente contiene oltre 2000 voci e sono considerate:

- le sostanze presenti nell'allegato I della Direttiva 67/548/CEE (29° aggiornamento) classificate come cancerogene categoria 1 - 2 e 3
- le sostanze presenti nell'allegato I della Direttiva 67/548/CEE (29° aggiornamento) classificate dalla UE come mutagene di categoria 2 e 3
- gli agenti o le esposizioni presi in considerazione dalla IARC e classificati in una delle quattro categorie
- voci prese in considerazione dalla Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale per l'inserimento nell' "Elenco di sostanze e prodotti di uso industriale, processi produttivi e attività professionali cancerogeni" o comunque classificate per la cancerogenesi e inserite in una delle 5 categorie adottate dalla CCTN
- tutti gli agenti presenti nel Report on Carcinogens (RoC) pubblicato con cadenza biennale (ultima edizione: 2002) dall'US Department of Health and Human Services (DHHS)

La ricerca nella banca dati può essere effettuata basandosi sul Numero CAS della sostanza o del numero CE o del numero d'Indice o del nome o porzione di nome.

Di ogni agente considerato, presente in banca dati, vengono fornite tutte le informazioni inerenti i nomi e sinonimi, codici identificativi, la classificazione secondo la normativa europea oltre (frasi di rischio e limiti di concentrazione), la classificazione secondo IARC (grado di cancerogenicità e gruppo), la classificazione (categoria) secondo US EPA - RoC - CCTN.

#### Norme per la prevenzione e riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell'ambiente - Legge Regionale Lombardia 11.12.2006, n° 24 (P.M.)

La legge quadro L.R. 11.12.2006, n° 24, approvata dalla Regione Lombardia, detta le norme per ridurre le emissioni in atmosfera e per migliorare la qualità dell'aria ai fini della protezione della salute e dell'ambiente, in attuazione delle direttive europee 92/62/CE ( valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente), 1999/30/CE ( Valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, le particelle e il piombo) e 2000/3/CE (Ozono nell'aria).

La legge in oggetto è articolata in quattro titoli (disposizioni generali, riduzione delle emissioni in atmosfera, misure prioritarie e sanzioni e norme finali) e un allegato che contiene le direttive di riferimento per i veicoli omologati euro1.

La presente legge è finalizzata, mediante gli interventi coordinati e integrati degli enti competenti, alla riduzione progressiva dell'inquinamento atmosferico e delle emis-

sioni dei gas serra attraverso i seguenti interventi (art. 3)

a) la ricerca, il monitoraggio e la valutazione della qualità dell'aria e delle emissioni di gas serra in modo da conoscere l'origine degli inquinanti;

b) la programmazione di misure integrate, nel breve e nel lungo periodo, sulle varie sorgenti emissive, in rapporto alle condizioni meteo-climatiche del bacino padano, finalizzate al rispetto dei valori limite degli inquinanti e alla prevenzione degli effetti nocivi sulla salute dei cittadini e sull'ambiente;

c) la promozione e l'incentivazione di minori impatti ambientali delle emissioni mediante:

1) l'uso razionale dell'energia;

2) il potenziamento della produzione di energia da fonti rinnovabili;

3) la qualità tecnica degli impianti, apparecchiature, combustibili e carburanti;

4) la gestione razionale della mobilità e dei trasporti di passeggeri e merci, anche migliorando l'offerta di trasporto pubblico locale;

5) l'utilizzo di tecnologie innovative e dei meccanismi flessibile del protocollo di Kyoto dell'11 dicembre 1997;

6) programmi per promuovere l'efficienza energetica e per favorire l'utilizzo di beni e servizi a basso impatto ambientale;

7) la riqualificazione del sistema agricolo e rurale;

8) programmi di ricerca e innovazione tecnologica;

9) informazione, sensibilizzazione e formazione.

La Regione promuove la ricerca e l'innovazione tecnologica nei settori dell'energia e delle fonti rinnovabili, della mobilità e dell'agricoltura, lo sviluppo delle migliori tecniche disponibili per gli impianti industriali e di pubblica utilità e l'eco-efficienza nei processi produttivi e nei cicli di vita dei prodotti (art. 6) e si impegna alla diffusione al pubblico delle informazioni sulla qualità dell'aria, avvalendosi della collaborazione dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) per quanto riguarda il monitoraggio e il rilevamento degli inquinanti atmosferici (art. 7 e 4).

La Regione Lombardia adotterà con successivi provvedimenti le misure necessarie a promuovere l'uso razionale dell'energia e il potenziamento delle risorse energetiche rinnovabili con particolare attenzione alla certificazione energetica degli edifici, alla manutenzione e controllo degli impianti termici civili e regolamentazione dell'olio combustibile e di carbone negli impianti termici, alla promozione all'utilizzo di risorse geotermiche a bassa entalpia e delle pompe di calore geotermiche, alla definizione di criteri per l'utilizzo di impianti alimentati a biomasse in ambito civile e alla produzione energetica di origine agro-forestale.

Il titolo II della normativa stabilisce le misure che devono essere adottate per la riduzione delle emissioni in atmo-

sfera con particolare attenzione alle fonti stazionarie di energia (impianti industriali, di pubblica utilità e di produzione di energia, impianti termici, l'utilizzo delle risorse geotermiche e la produzione energetica da biomasse in ambito civile), al trasporto su strada e alle attività agricole e forestali.

Dal 1 gennaio 2007 la provincia diventa l'autorità competente al rilascio, al rinnovo e al riesame dell'autorizzazione alle emissioni in atmosfera e della autorizzazione integrata ambientale per quanto riguarda gli impianti industriali, di pubblica utilità e di produzione di energia, con esclusione delle autorizzazioni relative agli impianti di incenerimento rifiuti di competenza regionale.

Nel titolo III del L.R. 24/2006 sono analizzate le misure prioritarie da effettuare riguardanti il traffico veicolare, gli impianti termici civili, la certificazione e diagnosi energetica e le apparecchiature elettroniche ed informatiche per l'ufficio.

Per quanto riguarda il traffico veicolare, vengono disposte le seguenti limitazioni alla circolazione:

a) dal 1 luglio 2007 sono limitati alla circolazione e l'utilizzo di:

- veicoli di categoria M2 e M3 non omologati ai sensi della direttiva 91/441/CEE e successive (veicoli "pre Euro 1")

- veicoli a due e tre ruote di categoria L1, L2, L3, L4, L5 non omologati ai sensi della direttiva 91/441/CEE e successive (veicoli "pre Euro 1")

b) dal 1 ottobre 2007 sono limitati alla circolazione e l'utilizzo tutti i veicoli non omologati ai sensi della direttiva 91/441/CEE e successive (veicoli "pre euro 1")

c) dal 1 ottobre 2008 sono limitati la circolazione e l'utilizzo dei veicoli a gasolio, omologati ai sensi delle direttive 91/441/CEE, 91/542/CEE, 93/59/CEE e 97/24/CEE (veicoli "Euro 1").

La Giunta Regionale può concedere deroghe ai veicoli sottoposti al controllo periodico dei gas di scarico che abbiano ottenuto la documentazione attestante la regolarità delle emissioni (art.22 comma 2).

La normativa in esame stabilisce quali misure e quali provvedimenti successivi verranno adottati dalla Regione Lombardia per promuovere l'utilizzo razionale delle risorse energetiche, in particolare per quanto riguarda la certificazione energetica degli edifici, la manutenzione e controllo degli impianti termici, l'utilizzo di impianti alimentati a biomasse in ambito civile e la produzione energetica di origine agro-forestale.

### **Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro** **Linee guida (P.M.)**

Le linee guida presentate dal Gruppo di Lavoro "Microclima ed illuminazione" Coordinamento Tecnico Interregionale della prevenzione nei luoghi di lavoro, in collaborazione con ISPESL, analizzano i diversi aspetti di

salute e sicurezza connessi al microclima, alla qualità dell'aria e all'illuminazione nei luoghi di lavoro.

Il Gruppo di Lavoro ha redatto una sorta di Testo Unico (scaricabile dal sito dell'ISPESL) che fornisce indicazioni operative per i diversi soggetti coinvolti nella sicurezza (addetti alla sicurezza aziendale, progettisti, consulenti, medici competenti, RLS e operatori degli organi di vigilanza) in una panorama legislativo e normativo frammentato e in continua evoluzione.

Le Linee guida sono suddivise in tre parti: principali aspetti di igiene, requisiti e standard progettuali nelle principali tipologie produttive e indicazioni operative.

Nella prima parte vengono analizzati gli ambienti termici moderati e ambienti caldi e freddi, la aerazione naturale e ventilazione forzata, l'illuminazione naturale, artificiale e di emergenza e approfonditi aspetti fisiologici e patologie correlate, gli indicatori della qualità delle condizioni ambientali e gli interventi di miglioramento delle condizioni di lavoro.

Nella seconda parte sono esaminati gli standard progettuali di aerazione, ventilazione, microclima e illuminazione, mentre nella terza vengono considerate le indicazioni operative per quanto riguarda la valutazione del rischio, la strumentazione e le modalità di misura, la gestione e la manutenzione degli impianti, i dispositivi di protezione individuale e il controllo sanitario dei lavoratori. Infine nell'allegato vengono riportate delle brevi descrizioni dei principali inquinanti indoor.

#### Parte I Principali aspetti di igiene

Le Linee guida definiscono microclima l'insieme dei parametri fisici ambientali che localizzano l'ambiente locale e che, insieme a parametri individuali, quali attività metabolica e abbigliamento, determinano gli scambi termici tra l'ambiente stesso e gli individui che vi operano.

Un microclima confortevole è quello che suscita nella maggior parte degli individui una sensazione di soddisfazione per l'ambiente dal punto di vista termo-igrometrico; il confort globale è legato al mantenimento della neutralità termica del corpo umano attraverso la termoregolazione, mentre il discomfort è correlato alla limitazione degli scambi termici del corpo umano.

Il corpo umano bilancia la propria energia termica mediante un meccanismo di termoregolazione, governato dall'ipotalamo, con meccanismi di feed-back; ogni variazione di temperatura viene segnalato all'ipotalamo da parte dei recettori termici centrali e periferici e successivamente iniziano gli stimoli effettori vasomotori, sudoripari e metabolici.

La metodologia per calcolare il confort microclimatico si basa su indicatori di qualità, espressi in energia per unità di tempo, che sono funzione di diversi parametri ambientali e individuali (conduzione, convezione, irraggiamento, evaporazione, metabolismo e respirazione); la norma tec-

nica UNI EN ISO 7730 stabilisce, tramite un'equazione, la relazione biunivoca tra bilancio termico del corpo umano e sensazione termica, da cui derivano confort e discomfort termico.

Il datore di lavoro deve provvedere a rendere il microclima il più possibile prossimo alla zona di benessere termico intervenendo sulla progettazione dell'edificio (collocazione, isolamento termico, ventilazione) e con ulteriori provvedimenti per portare gli indici di qualità all'interno dell'intervallo di confort.

In ambienti termici molto caldi e freddi, il sistema di termoregolazione deve compiere uno sforzo notevole per mantenere le condizioni organiche accettabili.

Negli ambienti molto caldi, quando il meccanismo di termoregolazione non riesce a mantenere l'equilibrio termico, la temperatura del corpo aumenta provocando patologie anche gravi che riguardano il sistema cardiocircolatorio (edema e collasso) e squilibri idro-elettrolitici.

Negli ambienti molto freddi il corpo umano mette in atto sistemi per la riduzione della dispersione del calore (vasocostrizione, brividi, termogenesi chimica); quando la temperatura del corpo si abbassa si possono verificare manifestazioni patologiche anche gravi come l'assideramento, l'ipotermia e lesioni locali da freddo. In questa tipologia di ambienti è molto difficile modificare i parametri ambientali e quindi si interviene sull'abbigliamento del lavoratore e sullo schema di lavoro, analizzando il tempo di permanenza nell'ambiente freddo e i periodi di riposo. Le Linee guida forniscono delle indicazioni per gli interventi sull'edificio e di comportamento per gli operatori nel caso di queste due tipologie di ambienti.

L'aria indoor viene definita come quella presente negli ambienti confinati industriali, caratterizzati da sostanze di varia natura che provengono dall'interno delle costruzioni e dall'esterno, come anidride carbonica, antiparassitari, composti organici volatili, formaldeide, fumo di tabacco, ossidi di azoto e carbonio, ozono, particolato, inquinanti microbiologici e radon. Data l'enorme variabilità degli inquinanti negli ambienti indoor, non è possibile individuare un solo indicatore sintetico dell'inquinamento dell'aria; per mantenere una buona qualità dell'aria indoor, è necessario assicurare l'aerazione naturale in modo da ridurre la presenza di inquinanti nell'aria, controllare il valore di umidità relativa, favorire gli scambi convettivi ed evaporativi, contribuendo così al benessere dell'individuo. Nell'ultimo capitolo della prima parte delle Linee guida viene esaminata l'illuminazione che deve essere tale da soddisfare tre caratteristiche fondamentali quali buona visibilità per svolgere correttamente un'attività, confort visivo e sicurezza delle condizioni del luogo di lavoro. Vengono analizzate nel dettaglio le caratteristiche fisiche della luce e le grandezze fotometriche, le capacità visive dell'uomo e l'illuminazione dell'ambiente lavorativo, esa-



minando i parametri tecnici che regolano l'illuminazione naturale e artificiale.

#### Parte II Requisiti e standard progettuali nelle principali tipologie produttive

Le Linee guida hanno sintetizzato requisiti e standard per diversi parametri riguardanti fattori termoigrometrici, aerazione, ventilazione, illuminazione naturale, artificiale e di sicurezza, per edifici adibiti ad attività di pubblico spettacolo, commerciali, scolastiche, sanitarie, ambienti industriali e uffici e vengono descritte nel dettaglio le varie tipologie di ambienti considerati.

#### Parte III Indicazioni operative

L'attuale legislazione in materia di salute e sicurezza dei luoghi di lavoro obbliga il datore di lavoro alla valutazione dei rischi dovuti alla qualità dell'aria, al microclima e all'illuminazione e alla ricerca delle cause dei rischi per la salute e dei disagi nell'ambiente lavorativo (titolo I D.Lgs. 626/94); il datore di lavoro dovrà indicare nel programma degli interventi da eseguire le azioni che intende effettuare per eliminare o ridurre i rischi e i disagi emersi dalla valutazione.

Nell'analisi dei diversi parametri termoigrometrici, bisogna considerare se esistono precise esigenze ai fini della

produzione; nel caso non ci siano particolari condizioni, possiamo considerare l'ambiente moderato e la valutazione del rischio consiste in una valutazione preliminare con il confronto con i requisiti e gli standard di settore e con le considerazioni soggettive dei lavoratori. Le più frequenti direttrici di intervento che permettono di superare i problemi di confort microclimatico consistono nell'installare o potenziare gli impianti per la regolazione termoigrometrica, dotare gli ambienti di regolatori autonomi dei parametri, aumentare l'umidità relativa invernale e diminuire quella estiva, ridurre la velocità dell'aria o direzionarne il flusso e schermare le sorgenti radianti; per quanto riguarda l'illuminazione, le Linee guida suggeriscono diversi interventi di miglioramento per l'illuminazione naturale, artificiale e di sicurezza.

Negli ambienti molto caldi o freddi per necessità legate alla produzione, la valutazione del rischio deve essere supportata da adeguati rilievi strumentali. Le Linee guida forniscono informazioni dettagliate nell'esecuzione delle varie misure, indicando i parametri da analizzare, le tempistiche di misura, gli intervalli fra misure successive, le postazioni di misura e gli strumenti con cui condurre l'indagine.

## Normativa comunitaria

### Ecoetichetta per gli ammendanti del suolo

La Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 325/28 del 24.11.2006 pubblica la decisione della Commissione del 3 novembre 2006 che istituisce criteri ecologici aggiornati e i rispettivi requisiti di valutazione e verifica per l'assegnazione di un marchio comunitario di qualità ecologica agli ammendanti del suolo. Il gruppo di prodotti "ammendanti del suolo" si riferisce ai materiali da aggiungere al suolo in situ principalmente per conservarne o migliorarne le caratteristiche fisiche e che possono migliorarne le caratteristiche o l'attività chimica e/o biologica: si tratta, tipicamente, dei cosiddetti compost.

La Commissione, come previsto dai regolamenti comunitari, ha provveduto all'aggiornamento della precedente norma in materia, rendendo più severi i requisiti per l'ottenimento del marchio di qualità ecologica.

I campionamenti devono essere effettuati secondo le metodologie fissate dal comitato tecnico CEN/TC 223 (WG 3), come specificato e approvato dal CEN nella norma EN 12579 - "Ammendanti e substrati per coltura - Campionamento".

Laddove siano richiesti prove e campionamenti non compresi nei suddetti metodi e nelle suddette tecniche di campionamento, l'organismo o gli organismi competenti che prendono in esame la domanda indicano i metodi di prova e/o di campionamento ritengono ammissibili.

Ove opportuno, possono essere impiegati altri metodi di prova se l'organismo competente ne accetta l'equipollenza. In assenza di riferimenti ai metodi di prova, o quando tali riferimenti riguardano fasi di verifica o monitoraggio, l'organismo competente deve basarsi, ove opportuno, sulle dichiarazioni e sui documenti forniti dal richiedente e/o su verifiche eseguite da organismi indipendenti.

Si raccomanda all'organismo competente di tener conto, nella valutazione delle domande e nella verifica della conformità ai criteri previsti dall'allegato, dell'attuazione di sistemi di gestione ambientale riconosciuti, come EMAS o ISO14001. L'applicazione di tali sistemi di gestione non è tuttavia obbligatoria.

Un prodotto è considerato idoneo per l'assegnazione del marchio di qualità ecologica solo se non contiene torba e se la sostanza organica che contiene deriva dal trattamento e/o dal riutilizzo di rifiuti.

I prodotti non devono contenere fanghi di depurazione. Particolarmente interessante è la tabella che stabilisce i limiti delle sostanze pericolose:

Il contenuto degli elementi indicati di seguito nel prodotto finale deve essere inferiore ai valori indicati, riferiti al peso a secco.

Elemento	mg/kg (peso a secco)
Zn	300
Cu	100
Ni	50
Cd	1
Pb	100
Hg	1
Cr	100
Mo (*)	2
Se (*)	1,5
As (*)	10
F (*)	200

(\*) I dati relativi alla presenza di questi elementi sono richiesti solo per i prodotti che contengono materiale proveniente da processi industriali.

Vengono poi fissati limiti ai contenuti di azoto, semi, contaminanti biologici e alla presenza di sostanze estranee.

### Dopo l'approvazione di REACH: e la Svizzera?

Nel 2005, oltre il 60% delle esportazioni chimiche svizzere sono finite nell'Ue (Keystone). Dopo che il parlamento dell'Unione europea ha approvato una vasta riforma legislativa sui prodotti chimici (cfr. Folium, 4/2006), è lecito domandarsi se la Svizzera adatterà la sua legislazione a quella europea.

Il Consiglio federale aveva già manifestato il suo interesse a Reach quando questo era ancora un testo non vincolante. Rispondendo ad un'interpellanza, nel 2003 il governo aveva elogiato i nuovi elementi di protezione contro i rischi chimici: il Consiglio federale si era detto disposto "ad includere questi nuovi elementi nella legislazione sui prodotti chimici, ammesso che siano decisi a livello europeo".

Tuttavia secondo Swissinfo (Simon Thönen, Bruxelles) la posizione odierna della Svizzera è poco chiara. Il governo intende prima aspettare i risultati di uno studio esterno sull'impatto delle regole REACH sull'economia elvetica. Il rapporto del gruppo di lavoro interdipartimentale - che presenterà la procedura da seguire - dovrebbe essere pronto entro l'estate del 2007.

### Una nuova politica energetica per l'Europa

La Commissione ha reso nota, attraverso una conferenza stampa, la sua visione dei problemi che si pongono in materia di cambiamenti climatici e che dovranno essere avviati a soluzione attraverso apposite norme comunitarie.

L'Europa è di fronte a dei problemi reali. C'è più del 50% di probabilità che le temperature mondiali aumentino di oltre 5°C in questo secolo. In base alle proiezioni attuali,

le politiche esistenti nel campo dell'energia e dei trasporti porterebbero ad un aumento, e non a una diminuzione, delle emissioni dell'UE da qui al 2030, calcolato attorno al 5%. Se si manterranno le tendenze attuali e le politiche in vigore, la dipendenza dell'UE dalle importazioni di energia passerà dal 50% del consumo energetico totale dell'UE di oggi al 65% nel 2030. Inoltre, il mercato interno dell'energia rimarrebbe incompleto, con la conseguenza che i cittadini e l'economia stessa dell'UE non potrebbero ottenere tutti i benefici che una completa liberalizzazione del settore dell'energia può offrire. Il pacchetto che la Commissione propone oggi tenta di fornire delle soluzioni ai problemi delineati sulla base di tre elementi centrali.

#### 1. Un vero mercato interno dell'energia

L'obiettivo è, da un lato, quello di dare agli utilizzatori dell'energia nell'UE - cittadini o imprese che siano - la possibilità di fare una vera scelta e, dall'altro, di incentivare gli ingenti investimenti che il settore dell'energia richiede. Il mercato unico non è positivo solo per la competitività, ma anche per la sostenibilità e la sicurezza. L'indagine settoriale sulla concorrenza e la comunicazione sul mercato interno dimostrano la necessità di intervenire ancora, con una separazione più netta tra la produzione e la distribuzione dell'energia. Occorrono anche un maggiore controllo indipendente a livello di regolamentazione, che tenga conto del mercato europeo, e misure nazionali che contribuiscano a realizzare l'obiettivo minimo che l'Unione europea ha fissato per l'interconnessione (10%); a tal fine è necessario individuare dove sono concentrate le principali strozzature e nominare dei coordinatori.

#### 2. Accelerare il passaggio ad un'economia a basse emissioni di carbonio

La Commissione propone che l'UE mantenga la propria posizione di leadership su scala mondiale nell'ambito delle energie rinnovabili e per questo propone un obiettivo vincolante: nel 2020 il 20% del suo mix energetico complessivo dovrà provenire da fonti rinnovabili. Ciò richiederà un aumento massiccio nei tre settori che utilizzano energie rinnovabili: l'elettricità, i biocarburanti e il settore del riscaldamento/raffreddamento.

L'obiettivo riguardante le fonti rinnovabili sarà affiancato da un obiettivo minimo per i biocarburanti, pari al 10%. Infine, nel 2007 verrà presentato un pacchetto legislativo sulle energie rinnovabili che comprenderà misure specifiche atte a favorire la penetrazione sul mercato dei biocarburanti e dell'energia pulita a fini di riscaldamento/raffreddamento. La ricerca è un elemento determinante per abbassare i costi dell'energia pulita e far sì che l'industria europea sia all'avanguardia nel settore delle tecnologie a basse emissioni di carbonio, oggi in rapida crescita. Per realizzare tutti questi obiettivi la Commissione proporrà un piano strategico europeo per le tecnologie energetiche. Nei prossimi sette anni l'Unione europea aumenterà inoltre di almeno il 50% le spese annue destinate alla ricerca nel settore dell'ener-

gia. Attualmente l'elettricità derivante dal nucleare rappresenta il 14% del consumo energetico dell'UE e il 30% del suo consumo di energia elettrica. Nelle sue proposte, la Commissione sottolinea che ogni Stato membro ha la facoltà di decidere se scegliere o meno il nucleare. Se nell'UE la percentuale dell'energia derivante dal nucleare dovesse scendere, la Commissione raccomanda di bilanciare tale riduzione con l'introduzione di altre fonti energetiche a basse emissioni di carbonio; in caso contrario, sarà ancora più arduo abbattere le emissioni di gas serra.

#### 3. Efficienza energetica

La Commissione ribadisce l'obiettivo di risparmiare il 20% del consumo totale di energia primaria per il 2020. Se tale obiettivo fosse realizzato, per quella data l'UE dovrebbe riuscire a consumare quasi il 13% di energia in meno rispetto a oggi, con un risparmio di 100 miliardi di euro e di circa 780 tonnellate di anidride carbonica l'anno. La Commissione propone di incentivare l'impiego di veicoli a minor consumo di carburante, di introdurre norme più rigorose e una migliore etichettatura delle apparecchiature, di migliorare il rendimento energetico degli edifici esistenti dell'UE e di aumentare l'efficienza nella generazione, trasmissione e distribuzione dell'energia termica ed elettrica. La Commissione propone inoltre un nuovo accordo internazionale sull'efficienza energetica. Per ulteriore documentazione, si rimanda al sito: [http://europa.eu/press\\_room/presspacks/energy/index\\_en.htm](http://europa.eu/press_room/presspacks/energy/index_en.htm)

#### Prospettive per l'energia nucleare in Europa

Nella comunicazione della Commissione sopra riportata si accenna al contributo energetico che viene dato attualmente attraverso reattori nucleari. Con un Memo del 10 gennaio 2007 l'Unione Europea chiarisce ulteriormente la sua posizione in materia.

Conformemente all'articolo 40 del trattato Euratom, la Commissione europea è tenuta a pubblicare a cadenza regolare un programma indicativo nucleare. A tal fine la Commissione ha presentato una comunicazione che passa in rassegna gli investimenti effettuati nel settore dell'energia nucleare negli ultimi dieci anni, descrive gli aspetti economici inerenti alla produzione di energia nucleare, illustra l'impatto di quest'ultima sulle scelte di politica energetica come pure le condizioni per una sua accettazione a livello sociale.

Spetta ai singoli Stati membri decidere se avvalersi o meno dell'energia nucleare per il proprio approvvigionamento energetico. In tempi recenti la Finlandia e la Francia hanno deciso di ampliare le proprie capacità di produzione di energia nucleare. In altri paesi della UE, tra cui i Paesi Bassi, la Polonia, la Svezia, la Repubblica ceca, la Lituania, l'Estonia, la Lettonia, la Slovacchia, il Regno Unito, la Bulgaria e la Romania, si è riaperto il dibattito sulla politica dell'energia nucleare. Con 152 reattori presenti nella UE-27, oggi l'energia nucleare rappresenta il

30% della produzione di energia in Europa. Tuttavia, se saranno confermati i progetti di abbandono del nucleare da parte di alcuni Stati membri della UE, questa percentuale finirà per ridursi sensibilmente. Per soddisfare la domanda di energia prevista e ridurre la dipendenza europea dalle importazioni, si potrebbero decidere nuovi investimenti nel settore o una proroga del funzionamento di alcuni impianti.

Potenziare la produzione di energia nucleare potrebbe essere un'opzione praticabile per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> e affrontare il problema del cambiamento climatico a livello globale. L'energia nucleare è una fonte energetica a emissioni zero di carbonio ed è parte integrante dello scenario elaborato dalla Commissione per ridurre il carbonio, nel quale rientra anche l'obiettivo di diminuire le emissioni di CO<sub>2</sub> provocate dal settore dell'energia. Essa potrebbe avere inoltre in ruolo importante nelle discussioni sui futuri sistemi di scambio delle quote di emissione.

Il principale fattore che incide sulle prospettive di crescita dell'energia nucleare è di natura economica, dato che una centrale nucleare richiede investimenti iniziali nell'ordine di 2-3 miliardi di euro. La produzione di energia nucleare richiede costi di costruzione più elevati rispetto a quelli necessari per i combustibili fossili, tuttavia, dopo gli investimenti iniziali, i costi operativi sono nettamente inferiori. Inoltre la produzione di energia nucleare è largamente immune dalle oscillazioni di prezzo delle materie prime, in quanto un modesto quantitativo di uranio, che proviene in gran parte da regioni politicamente stabili, può garantire il funzionamento di un reattore per decenni. Pertanto, nella maggior parte dei paesi industrializzati nuove centrali nucleari potrebbero costituire una modalità economica per produrre elettricità di base. Dal 1997 a oggi l'industria nucleare ha effettuato investimenti considerevoli. L'Unione europea riconosce l'importanza di mantenere la leadership tecnologica nel campo dell'energia nucleare ed è a favore di ulteriori sviluppi negli ambiti più avanzati di tale settore, quali la non proliferazione, la gestione delle scorie e lo smantellamento di impianti. Fin dall'entrata in vigore del trattato Euratom, la sicurezza nucleare e la radioprotezione sono state tra le principali preoccupazioni della Comunità europea e

hanno acquisito ulteriore importanza a seguito dei successivi allargamenti dell'Unione.

A livello UE gli Stati membri che scelgono di avvalersi dell'energia nucleare dovrebbero fare ulteriori progressi negli ambiti più avanzati di tale settore, nel rispetto dei più elevati standard di sicurezza e non proliferazione, quali previsti dal trattato Euratom (compresi la gestione delle scorie radioattive e lo smantellamento degli impianti).

#### **La pericolosità di alcuni rifiuti (M.M.)**

La Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 23.2.2007, L 55/1, pubblica il Regolamento (CE) N. 172/2007 del Consiglio del 16 febbraio 2007, che reca modifiche dell'allegato V del regolamento (CE) n. 850/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo agli inquinanti organici persistenti.

La Commissione ha difatti condotto uno studio sull'applicazione delle disposizioni relative ai rifiuti contenute nel regolamento (CE) n. 850/2004. Tale studio ha individuato i valori massimi di concentrazione, ai fini della parte 2 dell'allegato V del medesimo regolamento, oltre i quali non si può escludere la possibilità di rischi per la salute umana e per l'ambiente.

Lo studio ha mostrato che i dati disponibili sui bifenili policlorurati (PCB) diossina-simili non sono sufficienti per includere questi composti nei TEQ. Ricordiamo che il limite di concentrazione per le dibenzo-p-diossine e i dibenzofurani policlorurati (PCDD/PCDF) è espresso in unità equivalenti di tossicità (TEQ), sulla base dei fattori di tossicità equivalente (TEF) fissati dall'Organizzazione mondiale della sanità nel 1998.

Esaclorocicloesano (HCH) è la denominazione di una miscela tecnica di vari isomeri. Un'analisi esaustiva di tali isomeri sarebbe sproporzionata, in quanto solo gli HCH alfa, beta e gamma sono importanti sotto il profilo tossicologico.

Il limite di concentrazione dovrebbe pertanto riferirsi solo a questi isomeri. Le miscele standard più diffuse sul mercato per l'analisi di questa classe di composti individuano solo questi isomeri.

Conseguentemente, viene in tal senso modificato l'allegato V del regolamento (CE) n. 850/2004.

## Note giurisprudenziali

### Sull'obbligo di dotare le cabine elettriche dello schema dell'impianto

Non è recentissima ma è di sicuro interesse, pur avendo ricevuto poco rilievo, la sentenza n. 7654/05 della quarta sezione penale della Corte di Cassazione, riguardante l'obbligo di dotare le cabine elettriche dello schema dell'impianto.

Un operaio elettricista stava prestando la propria attività all'interno della cabina elettrica di uno stabilimento; più precisamente, insieme con altri tre operai ed un caposquadra aveva provveduto alla pulizia ed alla manutenzione dell'impianto, ovviamente in assenza di tensione.

Alla fine dell'operazione, che aveva carattere periodico e routinario, dopo il ripristino della corrente permaneva un fruscio, proveniente dalla parte superiore della cabina e che dimostrava la presenza di scariche elettriche in tale zona. L'operaio provvedeva quindi a staccare la corrente con un interruttore che avrebbe dovuto togliere la corrente in questa sola parte dell'impianto e, dopo aver compiuto altre operazioni, smontava un pannello e introduceva una mano nello spazio libero, rimanendo folgorato.

L'indagine sulle responsabilità ha portato a giudizio il direttore e consigliere delegato per la sicurezza dello stabilimento, nonché il caposquadra: il primo, perché non aveva provveduto a dotare la cabina dello schema dell'impianto; il secondo, per non aver impedito all'operaio di compiere le operazioni in questione senza che venisse preventivamente eliminata la tensione nell'intero impianto. Secondo i giudici di merito, se nella cabina fosse stato esposto lo schema dell'impianto sarebbe stato possibile verificare che quella parte dell'impianto dove è avvenuto l'incidente non era alimentata attraverso il circuito che l'operaio aveva escluso azionando l'interruttore; per cui, questa mancanza era da ritenersi causa dell'evento.

Contro la condanna hanno proposto ricorso entrambi gli imputati, con diverse motivazioni.

Il direttore-responsabile della sicurezza, oltre a lamentare incompletezza delle prove raccolte, sosteneva di aver inequivocabilmente dato l'ordine, prima che i lavori avessero inizio, che tutte le operazioni dovevano avvenire in assenza di tensione; sosteneva anche che non è affatto provato che se fosse stato disponibile lo schema l'operaio lo avrebbe esaminato prima di procedere alla fatale operazione; da ultimo, che il comportamento del lavoratore infortunato era stato del tutto anomalo ed esorbitante dal procedimento di lavoro.

Il capo squadra rimarcava che erroneamente i giudici di merito gli avevano attribuito la qualifica di preposto in

quanto capo squadra: difatti, l'infortunato aveva una posizione equiparata alla sua. Sosteneva anche che lo schema era esposto e che lo schema stesso era incompleto, così da farlo cadere in un errore di fatto.

La Suprema Corte ha rigettato entrambi i ricorsi.

La prova della mancata esposizione dello schema è stata tratta, dai giudici di merito, dalle deposizioni dei due ufficiali di polizia giudiziaria dipendenti dalla azienda sanitaria locale.

Anche ammettendo che il direttore-responsabile della sicurezza abbia espressamente dato l'ordine di eseguire tutti i lavori di manutenzione all'interno della cabina elettrica solo in assenza di tensione, la Corte rileva che la circostanza non varrebbe ad escludere il nesso di condizionamento tra la condotta del ricorrente e l'evento.

La ratio dell'obbligo di esposizione dello schema va ricercata nella necessità che i lavoratori esposti siano sempre in grado di controllare lo schema, data la gravità del rischio al quale sono esposti. E se fosse stato disponibile lo schema, la squadra avrebbe potuto verificare se la parte d'impianto su cui si doveva intervenire era scollegata.

La Corte afferma difatti che "La non utilizzazione di uno strumento di cautela messo a disposizione del lavoratore (e salvo che non sia configurabile un omesso controllo) potrebbe avere rilievo scriminante, ed essere considerato una causa sopravvenuta da sola idonea ad interrompere il rapporto di causalità, solo se lo schema corretto fosse stato affisso e non utilizzato ma non è corretto affermare congetturalmente questa astratta possibilità per escludere il nesso di condizionamento." Per quanto riguarda l'attribuzione al capo squadra della qualifica di preposto (e della conseguente responsabilità), la Suprema Corte osserva che tale attribuzione discende dal risultato di un accertamento condotto in esito alla valutazione delle prove da parte della Corte di merito che l'ha ricavato sia dalle dichiarazioni testimoniali che dalle ammissioni dello stesso imputato; non potrebbe quindi il giudice di legittimità pervenire a una conclusione diversa da quella del giudice di merito.

### Incendio di rifiuti

La vigente normativa afferma che il deposito di rifiuti nell'area in cui sono prodotti, in attesa di smaltimento, non costituisce reato.

Il Tribunale di Catania ha condannato un imprenditore i cui rifiuti, a base di polistirolo, erano stati trasportati dall'interno dei capannoni di lavorazione e riversati in vasche esterne, in attesa di smaltimento presso la discarica

comunale; i rifiuti avevano preso fuoco e l'incendio era continuato per tutta una giornata. La condanna è stata pronunciata in base all'art. 51 del d. lgs. 22/1997 (in vigore all'epoca del fatto) e dell'art. 674 del codice penale, che riguarda il getto pericoloso di cose e recita:

*" Chiunque getta o versa, in un luogo di pubblico transito o in un luogo privato ma di comune o di altrui uso, cose atte a offendere o imbrattare o molestare persone, ovvero, nei casi non consentiti dalla legge, provoca emissioni di gas, di vapori o di fumo, atti a cagionare tali effetti, è punito con l'arresto fino a un mese o con l'ammenda fino a 206 euro."*

In effetti, a seguito dell'incendio si erano verificati pregiudizi alla circolazione sulla tangenziale e al traffico aereo del vicino aeroporto.

La condanna era fondata dal Tribunale sia sull'accertamento della prosecuzione dell'incendio e dei disturbi al traffico accertati dai Carabinieri, sia sulla mancanza di autorizzazione.

La Corte di Cassazione, alla quale l'imputato aveva presentato ricorso esponendo sia che il deposito di rifiuti era avvenuto nell'area di pertinenza della propria ditta, sia che il reato di cui all'art. 674 del codice penale non era configurabile in quanto mancava un pericolo per la pubblica incolumità, con sentenza n. 6330 del 17/2/2006 ha respinto il ricorso stesso, affermando due condivisibili principi.

Innanzitutto, che il deposito temporaneo dei rifiuti non costituisce reato se è "controllato" ed avviene presso la struttura produttiva, rispettando però le condizioni qualitative, quantitative e temporali previste dalla legge.

Inoltre, che "l'incendio di rifiuti speciali è una attività di smaltimento illegittima, se avviene all'aperto e senza alcuna precauzione", come nel caso in esame." Sempre secondo la Corte, l'emissione di fumo atto a cagionare offesa alle persone e pericolo alla pubblica incolumità è stata la conseguenza non di un incidente involontario ma di una condotta imprudente, proseguita per l'intera giornata.

L'osservazione che viene spontanea all'osservatore è che in effetti incendi di rifiuti speciali raccolti e stoccati a fini di recupero, quali materie plastiche miste, pneumatici, ecc. sono eventi che si verificano con una frequenza che non sembra compatibile con l'accidentalità dei fatti.

### **Ampliamento di un impianto e prescrizione della contravvenzione**

Il legale rappresentante di una conceria veniva condannato dai giudici di merito in ordine al reato di cui agli articoli 15 e 25 comma 6 del DPR 203/1998, per aver modificato, ampliandolo, il proprio impianto termico, senza la prescritta autorizzazione. Nel ricorso per Cassazione l'imputato lamenta che il giudice non ha valutato se la

modifica dell'impianto (sul punto, cfr. la nota di Veronica Panzeri su questo numero di Folium) costituisse o meno una "variazione essenziale" dell'impianto stesso; inoltre, chiede che venga affermata l'avvenuta prescrizione della contravvenzione, dovendosi ritenere cessato ogni effetto permanente di essa dalla conoscenza avutane dalla Pubblica Amministrazione in data 12 dicembre 2000.

La Cassazione si è pronunciata sul punto con sentenza n. 4326 del 3 febbraio 2006. Sul problema di merito - entità della modifica: si tratta della installazione di una caldaia per essiccamento fanghi, da aggiungere alle due già esistenti ed autorizzate per la produzione di vapore - la Suprema Corte ha ritenuto che la valutazione del giudice di merito fosse adeguata e corretta.

Sul problema della prescrizione, l'interesse della sentenza risiede nel fatto che la giurisprudenza della Cassazione è oscillante.

Con una prima decisione (Cass. Sez. III, 18 dicembre 1997, n. 11836) si è affermato che, in tema di immissioni nell'atmosfera, la contravvenzione prevista dagli artt. 15 e 25, sesto comma, d.p.r. 24 maggio 1988 n. 203 (esecuzione senza autorizzazione di una modifica sostanziale di impianto industriale) non integra un reato istantaneo, la cui epoca di commissione debba farsi risalire al momento in cui avviene la modifica non autorizzata, bensì un reato permanente in cui detta modifica costituisce solo il momento iniziale della consumazione che si protrae sino alla conclusione del procedimento di controllo ed al rilascio dell'autorizzazione (con cui si mira ad accertare la compatibilità di quanto eseguito con la salvaguardia dell'interesse protetto), ovvero sino a che l'agente non abbia desistito dal comportamento o ripristinato la situazione precedente. Questo orientamento ha trovato integrale conferma nella sentenza Cass., Sez. III 14 maggio 2002, n. 18198.

In due decisioni intermedie (Cass., Sez. III, 4 maggio 2000, n. 5207; 6 aprile 2001, n. 13992) si è invece affermato che il reato previsto dall'art. 15 del D.P.R. n. 203 del 1988 ha natura istantanea, ancorché con effetti eventualmente permanenti, nell'ipotesi di utilizzazione dell'impianto modificato, con aumento o variazione qualitativa delle relative emissioni, il cui momento consumativo va individuato alla data di realizzazione delle modifiche, non precedute dalla prescritta preventiva autorizzazione.

Nella seconda sentenza si è inoltre precisato che gli effetti permanenti, consistenti nella mancata conoscenza delle caratteristiche dell'impianto e/o della relativa sua ubicazione (cd. informazione ambientale) da parte dell'autorità amministrativa, cessano o per ottemperanza tardiva dell'agente oppure per la conoscenza che l'amministrazione ne abbia comunque avuto.

In quest'ultima decisione del 2006 la sezione III non ha ravvisato "serie ragioni per attribuire alla contravvenzio-

ne di cui all'art. 25, comma 6, D.P.R. n. 203/1988, natura diversa da quella monoliticamente riconosciuta da questa corte alla contravvenzione, sotto molti profili ad essa assimilabile, di cui all'art. 24, comma 1, dello stesso decreto. Invero come quest'ultima è collegata al precetto contenuto nell' art. 6, che sottopone la costruzione di un nuovo impianto alla preventiva autorizzazione dell' autorità amministrativa, così la contravvenzione in esame è collegata al precetto di cui all'art. 15, che prescrive la preventiva autorizzazione per le modifiche sostanziali dell'impianto esistente (comportanti variazioni quali-quantitative

deile emissioni inquinanti) o per il trasferimento dello stesso in diversa località. In altri termini il legislatore, sebbene graduando la sanzione penale in relazione alle singole fattispecie, ha inteso considerare la modifica sostanziale dell' impianto o il suo trasferimento alla stregua della costruzione di un nuovo impianto, ancorché meno gravemente, equiparando dette attività con la sottoposizione di tutte alla preventiva autorizzazione amministrativa"

Pertanto, la Corte ha dichiarato che il reato de quo non è ancora prescritto.

## Recensioni



*B. Barolo, P. Offredi*

**Il manuale del verniciatore - Guida alla verniciatura professionale del metallo**

HB PI.ERRE Editrice, Milano, 2002 (pagine 425, euro 29,00)

Questo volume affronta, in termini semplici e chiari, diversi aspetti che caratterizzano i prodotti vernicianti.

Si rivolge, in particolare, ai tecnici che operano direttamente su una linea di verniciatura, fornendo varie informazioni di base e nozioni specialistiche e tecniche.

Il volume è articolato in diciassette capitoli.

Nei primi vengono definiti:

- i prodotti vernicianti;
- i componenti e i parametri tecnici delle vernici;
- i pretrattamenti e le sverniciature
- le attrezzature per l'applicazione dei prodotti.

Il manuale è del 2002, pertanto, per quanto riguarda la normativa inerente l'inquinamento atmosferico, si fa ancora riferimento al DPR 203/88 e non al recente D.Lgs 152/06.

Risulta comunque sempre attuale per ciò che concerne le regole per lavorare in sicurezza, macchine, prodotti pericolosi, protezione delle vie respiratorie.

# SICUREZZA IGIENE INDUSTRIALE AMBIENTE.

IRSI  
DA PIÙ DI TRENT'ANNI  
AL FIANCO DELLA VOSTRA AZIENDA.

IRSI, Istituto Ricerche Sicurezza Industriale, opera dal 1974 nel campo della sicurezza

sui luoghi di lavoro, dell'igiene industriale e dell'impatto ambientale.

Grazie a tecnici specializzati, è in grado di studiare, accertare e risolvere i problemi specifici, fornendo aggiornate valutazioni rispetto alla normativa di riferimento.

La pluriennale attività e l'esperienza acquisita consentono a IRSI di operare in tutti i maggiori settori merceologici ed industriali, anche in collaborazione con Istituti Universitari, affrontando, con criteri mirati, gli svariati problemi ambientali e di igiene del lavoro, molte volte peculiari delle singole realtà.



20122 Milano - Corso di P.ta Vittoria 8

Tel: 02.5516108 / Fax: 02.54059931 / [www.irsi.it](http://www.irsi.it) / [irsi@irsi.it](mailto:irsi@irsi.it)



ASSISTENZA ALLE AZIENDE NELLA VALUTAZIONE DEI RISCHI E NELL'ORGANIZZAZIONE E MANTENIMENTO DELLA SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO



IGIENE INDUSTRIALE



AMBIENTE - ECOLOGIA



SICUREZZA E PREVENZIONE INFORTUNI NEI LUOGHI DI LAVORO



RISCHI RILEVANTI



CORSI DI FORMAZIONE



MEDICINA DEL LAVORO