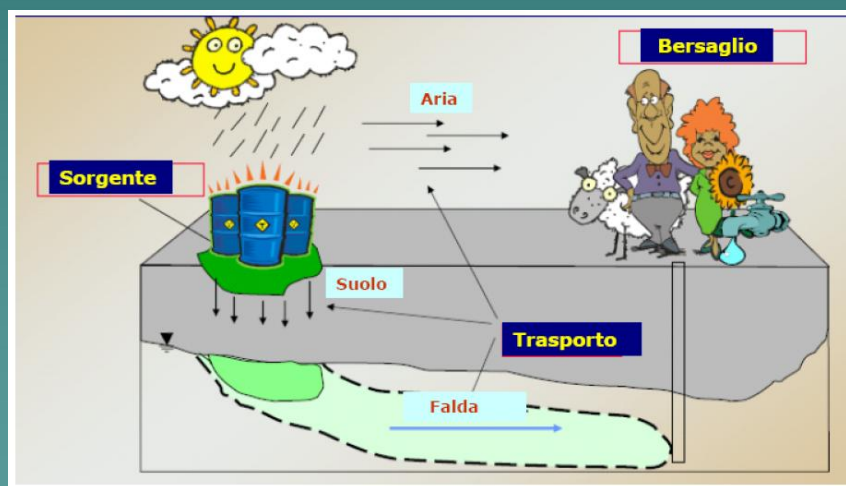



# Rischio chimico e biologico nella bonifica dei siti contaminati



**Dr. Ernesto Russo**  
**CONTARP INAIL – Direzione Regionale Campania**

5

## Siti potenzialmente contaminati e contaminati in Italia

- ◆ Il territorio italiano: 4% delle superficie emersa risulta contaminato: inquinanti organici ed inorganici
  - ◆ Alterazione puntuale delle matrici ambientali (suolo, sottosuolo, acque) a causa delle attività umane
  - ◆ Censimento: 57 Siti di Interesse Nazionale (SIN) e oltre 15000 Siti di Interesse Regionale (SIR)
  - ◆ Tabella prodotta dalla Commissione Parlamentare d'inchiesta sugli illeciti connessi al ciclo dei rifiuti
- 
- A stylized, dark teal mountain range graphic is positioned in the bottom right corner of the slide, partially overlapping the text area.

# Siti potenzialmente contaminati e contaminati in Italia

Regione	Anagrafe	Siti potenzialmente contaminati inseriti/inseribili	Siti potenzialmente contaminati accertati	Siti contaminati	Siti con interventi avviati	Siti bonificati
Piemonte	Sì	1.315	402	466	1.171	146
Valle d'Aosta	Sì	-	14	12	15	22
Liguria	Sì	-	81	119	78	50
Lombardia	Sì	3.970	1.879	853	-	1.238
<i>P. A. Trento</i>	Sì	N.D.	31	86	86	351
<i>P. A. Bolzano</i>	Sì (solo siti contaminati)	-	-	272	-	114
Veneto	Sì	541	181	87	376	55
Friuli-Venezia Giulia <sup>a)</sup>	No	684	229	-	-	94
Emilia-Romagna	No	N.D.	225	323	343	331
Toscana	Sì	2.826	477	1.050	324	257
Umbria <sup>a)</sup>	Sì	120	44	64	64	12
Marche	Sì	673	81	297	741	295
Lazio	No	887	621	71	798	18
Abruzzo	-	-	-	-	-	-
Molise	Sì	-	-	2	3	0
Campania	Sì	2.592	359	183	73	12
Puglia	Sì	298	98	200	152	1
Basilicata <sup>a)</sup>	No	-	316	6	190	3
Calabria	Sì	N.D.	646	52	18	7
Sicilia <sup>a)</sup>	Sì	642	45	-	347	0
Sardegna	Sì	574	403	171	100	5
<b>Italia</b>	-	<b>15.122</b>	<b>6.132</b>	<b>4.314</b>	<b>4.879</b>	<b>3.011</b>

Nota: <sup>a)</sup> Non include SIN

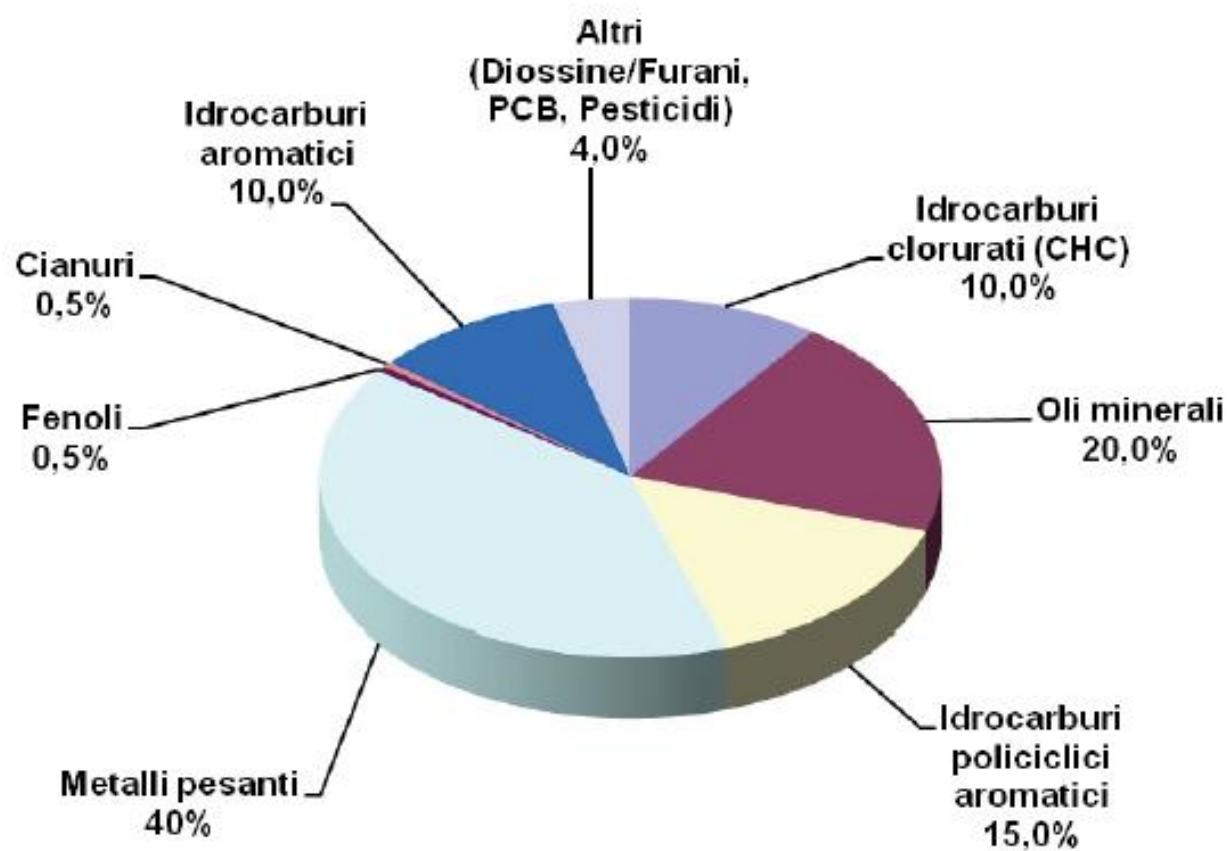


# Contributi alla contaminazione dei suoli



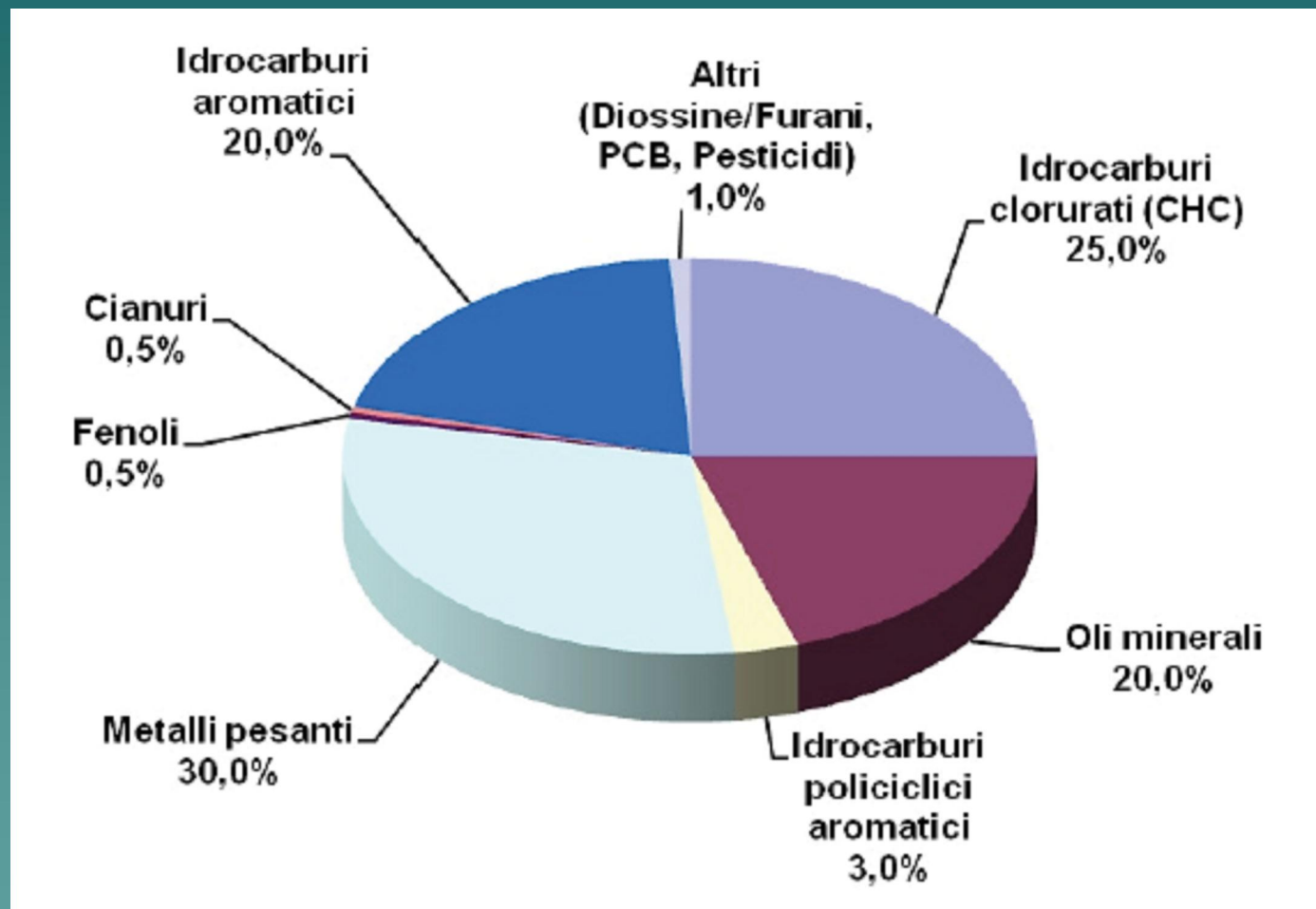
(10° Annuario dei Dati Ambientali 2011)

# Principali classi di inquinanti riscontrati nel suolo



(10° Annuario dei Dati Ambientali 2011)

# Principali classi di inquinanti riscontrati nelle acque sotterranee



(10° Annuario dei Dati Ambientali 2011)

# Sostanze contaminanti

## ◆ **Presenti nel suolo e nel sottosuolo nelle forme:**

- adsorbita sulla fase solida in forma permanente;
- adsorbita sulla fase solida ma scambiabile con la fase liquida;
- disciolta in soluzione;
- presente come fase organica separata;
- in forma volatile nell'atmosfera del suolo;
- nella biomassa microbica o vegetale.

## ◆ **Suddivise in:**

- Sostanze non reattive (SNR)
- Sostanze reattive (SR)

# Sostanze non reattive (SNR)

## ◆ Sostanze non reattive:

- si conservano e possono muoversi nel suolo e nel sottosuolo con le acque di infiltrazione e con le acque sotterranee;
- influenzate dalle reazioni di adsorbimento e scambio con le matrici solide; se queste sostanze sono volatili, possono trasferirsi nella fase atmosferica;
- la concentrazione dell'inquinante non è quindi modificata da processi biologici o reazioni chimiche.
- i metalli pesanti sono sostanze non reattive: non sono soggetti a processi degradativi di tipo biologico o chimico che ne modificano la concentrazione;
- i metalli pesanti presentano una forte tendenza ad adsorbirsi alle superfici minerali (argille) e alla sostanza organica e sono scarsamente mobili.

# Sostanze reattive (SR)

- ◆ **Sostanze reattive:**
- ◆ migrano nel suolo e nel sottosuolo, la loro quantità è ridotta da reazioni chimiche e biologiche che possono aver luogo nella zona insatura o nella zona satura.
- ◆ Sono sostanze reattive ad esempio i solventi aromatici che sono solubili, mobili nelle acque; la loro concentrazione diminuisce all'allontanarsi dalla sorgente di contaminazione.
- ◆ **Come l'inquinante è legato alle particelle del suolo: la tipologia del legame**

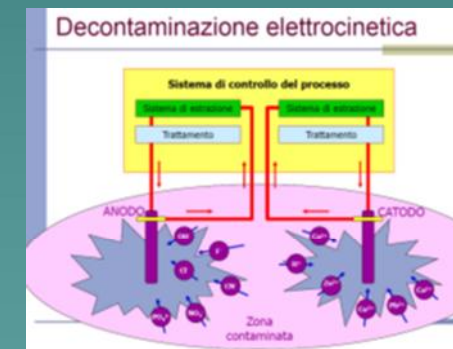
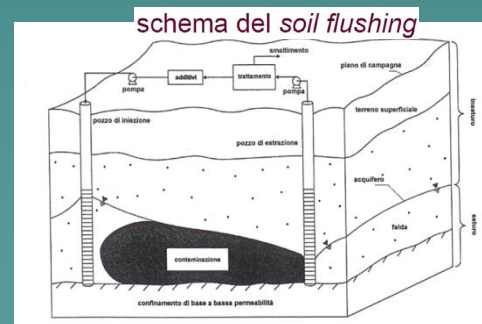
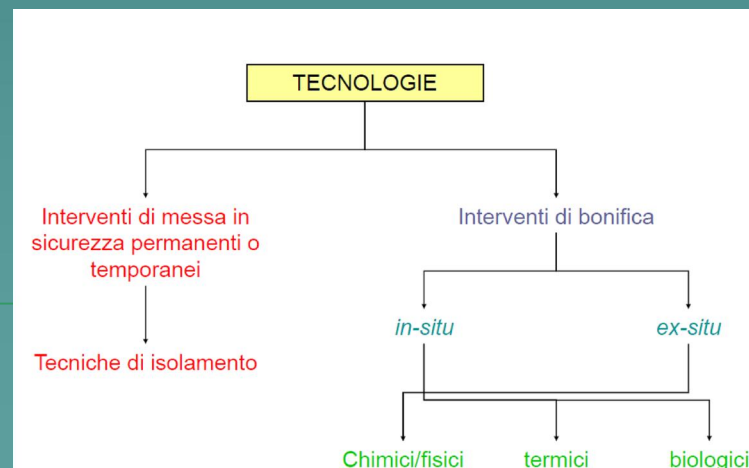


# Tipi di legame inquinante-terreno

Tipo di legame	Esempio
Sciolto nell'acqua contenuta nei pori	Ioni di metalli pesanti, sali
Particelle libere di sostanze nocive	Frammenti di catrame, piccole gocce d'olio
Chimicamente legato in particelle solide	Metalli pesanti in ceneri, scorie
Adsorbito su particelle solide	Idrocarburi in coke, legno, scorie
Legato in modo coesivo	Olii di catrame altamente viscosi nella matrice del terreno
Adsorbito sulla superficie delle particelle solide	Idrocarburi sulle particelle di limo
Formazione cristallina su superfici solide	Solfato come formazione gessosa
Depositato sotto forma di gas negli spazi capillari del terreno	Sostanze aromatiche come benzene, toluene, etilbenzene, xilene

# Definizione di bonifica

Si definisce bonifica (lett. p, c1, art. 240 D.Lgs. 152/06):  
*"l'insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle stesse presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR)"*

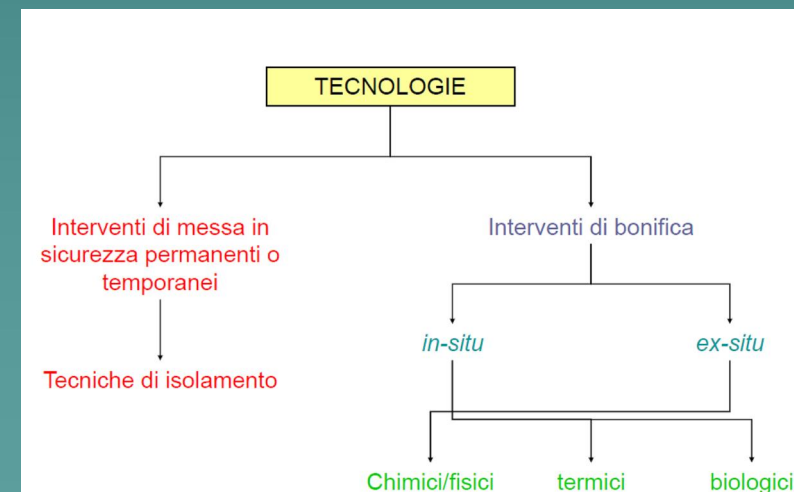
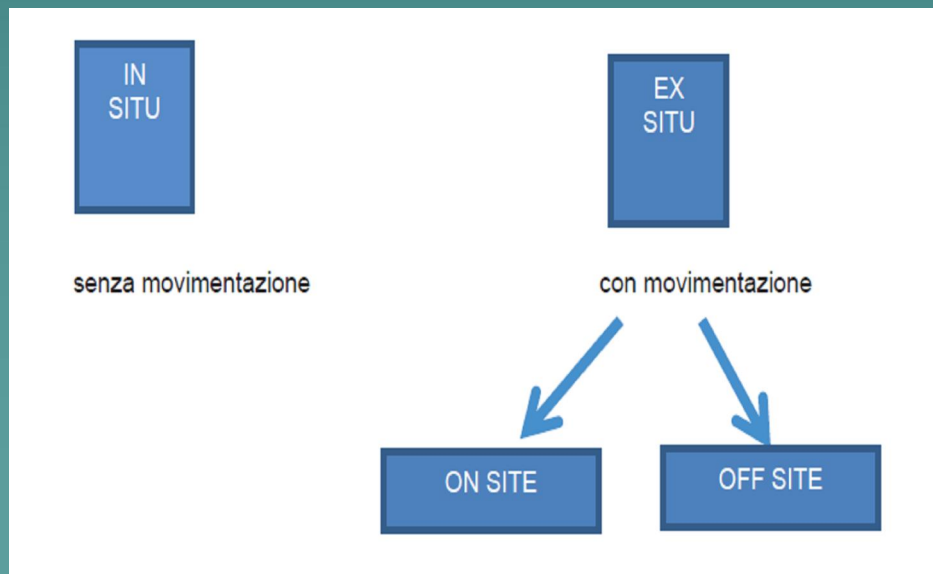




# Classificazione delle tecniche di bonifica dei terreni contaminati

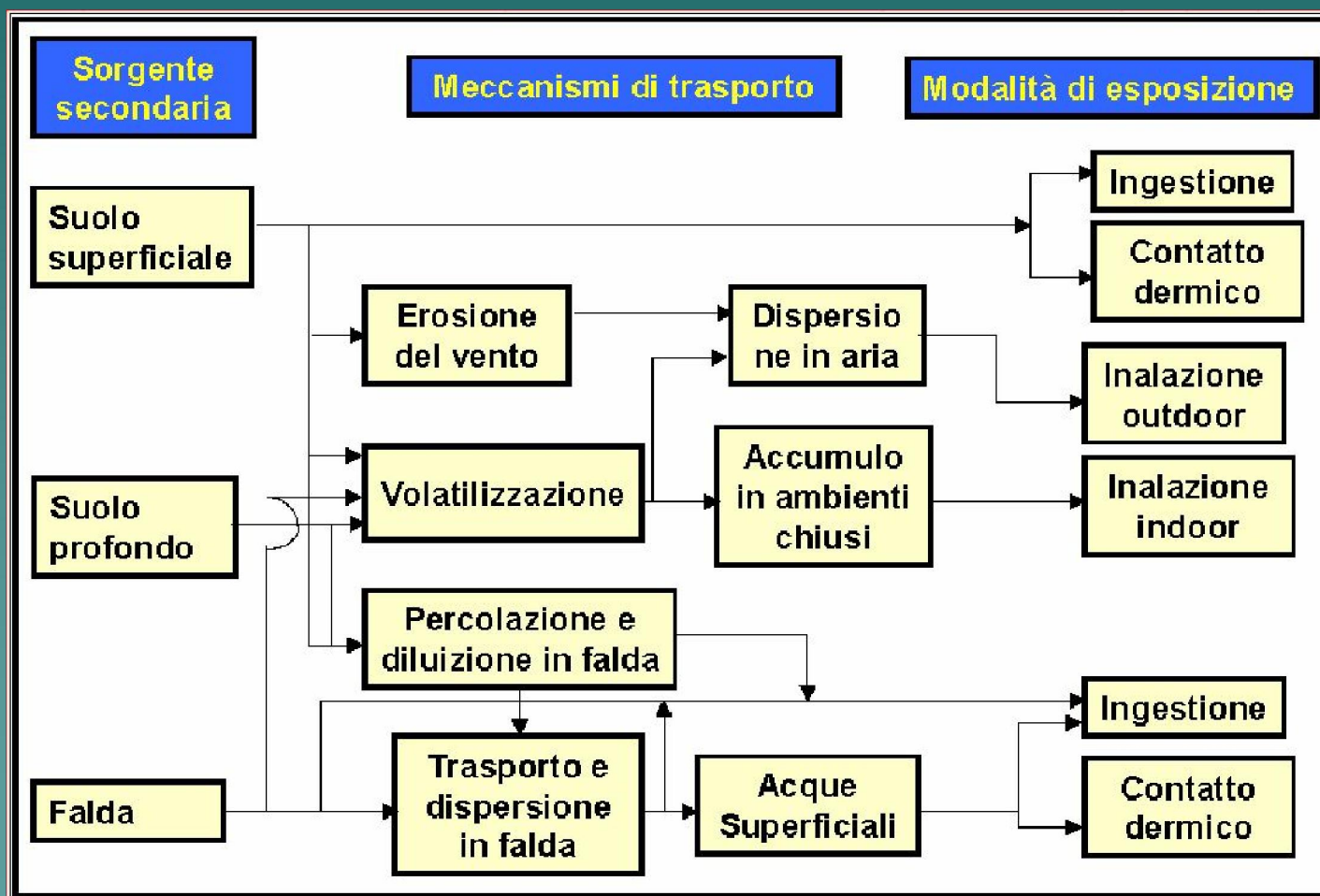
La classificazione delle tecnologie di bonifica della matrice solida può essere fatta in due maniere:

- se la bonifica avviene con o senza movimentazione del suolo, sottosuolo
- per tipologia di trattamento: biologico, fisico-chimico e termico



# Esposizione a rischio

## Schema di definizione del modello concettuale



# Rischi per i lavoratori nell'attività di bonifica

Le attività di bonifica dei siti contaminati .....

..... presentano molte similitudini con le attività lavorative di tipo civile ed edilizio.

Difatti, tali attività costituiscono una particolare tipologia di lavori civili o di ingegneria che vengono eseguiti in “Cantieri temporanei e mobili” .....

.... e in quanto tali, in tema di salute e sicurezza dei lavoratori, sono assoggettati al Titolo IV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.





# Rischi per i lavoratori nell'attività di bonifica

**RISCHIO GENERICO (TRADIZIONALE)**: Rischio associabile alle tipiche attività che si svolgono nei cantieri temporanei o mobili di tipo edile/civile.

**RISCHIO SPECIFICO**: Rischio peculiare, appunto specifico, delle attività di bonifica dei siti contaminati.



# Ambienti di lavoro coinvolti



- *Aree industriali in attività o dismesse*
- *Discariche*
- *Punti vendita carburante*
- *Aree minerarie*
- *Aree contaminate da amianto*
- *Aree con presenza di attività legate a NORM o a rifiuti/sorgenti radioattivi*
- *Stabilimenti di autodemolizione*
- *Insedimenti abitativi abusivi*

# Attività di bonifica – Fasi operative

- *Identificazione dell'area potenzialmente contaminata*
- *Allestimento del cantiere*
- *Caratterizzazione*
- *Decommissioning*
- *Messa in sicurezza d'emergenza e operativa*
- *Messa in sicurezza permanente*
- *Bonifica*
- *Monitoraggio*





# Attività di bonifica – Fasi operative

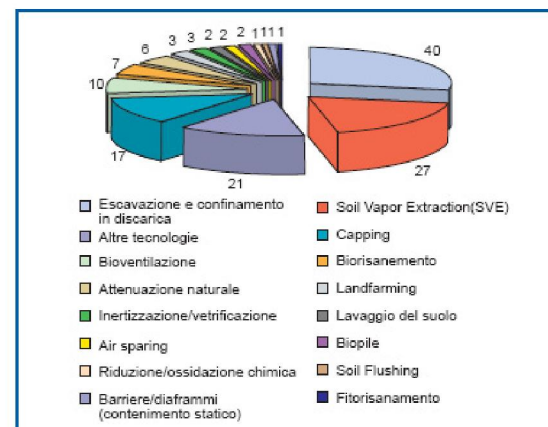


Attività: CARATTERIZZAZIONE DEL SITO			
TIPOLOGIA SPECIFICA DI INTERVENTO			
Indagini dirette	GAS NEL SUOLO	Campionamento PASSIVO e SEMI-PASSIVO	
		Campionamento ATTIVO (manuale o meccanizzato)	
	SUOLO	Rilievi topografici e ubicazione dei sondaggi	
		Campionamento in Top Soil (0-30 cm) (Scavo per mezzo di utensili manuali)	
		Peforazione in Suolo Superficiale (max 2-3 m da p.c.)	con mezzi manuali (es. trivella o carotatore manuale)
			con mezzi meccanici (es. pala meccanica)
		Campionamento in Suolo Profondo (> 2-3 m da p.c.) (Perforazione con carotatore a rotazione/percussione)	
		Prelievo e confezionamento del campione	
	ACQUE SOTTERRANEE	Installazione del piezometro	
		Operazioni di sviluppo del piezometro	
		Operazioni di spurgo e di campionamento	
		Prelievo e confezionamento del campione	
		Analisi in campo di parametri fisico-chimici delle acque	

# Attività di bonifica – Fasi operative

Attività: BONIFICA DEL SITO		
TIPOLOGIA SPECIFICA DI INTERVENTO		
SUOLO	in situ	Messa in opera e gestione <u>sistemi di trattamento chimico-fisici</u> (es. estrazione con solvente, soil washing, air sparging, soil venting, ecc..)
		Messa in opera e gestione di <u>trattamenti termici</u> (es. stripping con vapore)
		Messa in opera e gestione di <u>trattamenti biologici</u> (es. bioremediation, bioventing)
	on site/ off site	Scavo e trasporto in area di cantiere
		Gestione aree di deposito/stoccaggio in cantiere
		Messa in opera e gestione impianti di <u>trattamento termico</u> (es. desorbimento termico, termodistruzione)
		Messa in opera e gestione im pianti di <u>trattamento biologico</u> (es. es. landfarming, compostaggio, bioreattori)
		Messa in opera e gestione impianti di <u>trattmenti fisici/chimici</u>
		Caricamento, trasporto e smaltimento in discarica
ACQUE SOTTERRANEE	Realizzazione e gestione pozzi iniezione e/o estrazione	
	Messa in opera e gestione impianti di <u>trattamento fisico</u>	
	Messa in opera e gestione im pianti di <u>trattamento chimico</u>	
	Messa in opera e gestione impianti di <u>trattamento biologico</u>	

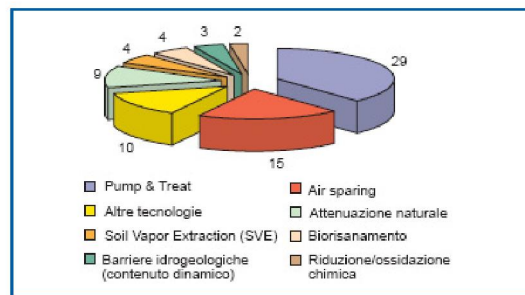
Figura 10.9 - Principali tecnologie di bonifica applicate su suolo e sottosuolo nel caso dei siti con progetto di bonifica approvato - anno 2007



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

L'intervento di air sparging viene preso in considerazione in quanto intervento che interessa sia le acque sotterranee che la porzione satura del sottosuolo.

Figura 10.11 - Principali tecnologie di bonifica applicate sulle acque sotterranee nel caso dei siti con progetto di bonifica approvato - anno 2007



Fonte: Anagrafe regionale dei siti contaminati. Elaborazione Arpa Piemonte

L'intervento di soil vapor extraction, sebbene eseguito sul terreno insaturo, è inserito nel diagramma delle acque sotterranee perché sovente viene accoppiato all'intervento di air sparging.



# Attività di bonifica – Mansioni coinvolte

<b>ELENCO MANSIONI: Figure con compiti attivi durante le operazioni di bonifica</b>
Direttore tecnico di cantiere e/o responsabile di cantiere
Capo cantiere/assistente
Capo squadra
Operaio comune
Carpentiere
Muratore
Operaio specializzato (settore elettricità)
Operaio specializzato (settore idraulico)
Operaio specializzato (settore gas)
Operaio specializzato (altro)
Autista autocarro
Operatore pala/rullo/escavatore
Specialista esterno

# Identificazione dei rischi specifici

## **RISCHI PER LA SICUREZZA**

### ***Rischi per la sicurezza legati all'ambiente di lavoro***

Stabilità del luogo di lavoro nelle miniere (franamento delle pareti delle trincee, cadute in serbatoi interrati o in vasche di sedimentazione)

Stabilità del luogo di lavoro nelle discariche (franamento di zone cedevoli sottostanti, cunicoli, e pareti di scavo rifiuti, franamento/affondamento per presenza di aree di autocombustione di rifiuti interrati, cadute nei pozzi del biogas).

### ***Rischi per la sicurezza connessi alla presenza di agenti chimici pericolosi***

Esplosive

Inflammabili

Comburenti

Sotto pressione

Autoreattive

Piroforiche

Autoriscaldanti

A contatto con l'acqua sviluppano gas infiammabili

Corrosive per i metalli

Assenza di ossigeno

# Indentificazione dei rischi specifici

## RISCHI PER LA SALUTE

### *Rischi per la salute da esposizione ad agenti chimici pericolosi*

Agenti tossici, corrosivi, irritanti, sensibilizzanti, cancerogeni e mutageni.

### *Rischi per la salute da esposizione ad agenti biologici*

Agenti infettivi (virus, batteri, funghi, parassiti), allergenici, tossici, agenti infestanti, MOGM.

### *Rischi per la salute da esposizione ad agenti fisici*

Radiazioni ionizzanti

## RISCHI TRASVERSALI (ORGANIZZATIVI, GESTIONALI ED ERGONOMICI)

### *Interazione con l'ambiente esterno*

Rischi provenienti dall'esterno (Presenza di altri cantieri o insediamenti produttivi, infrastrutture quali strade, ferrovie, idrovie, aeroporti, ecc..)

Rischi per l'esterno (luoghi e/o edifici con particolare esigenze di tutela come aree residenziali, scuole, parchi, ospedali, habitat protetti, ecc.)

# Normativa coinvolta

Principali norme coinvolte nelle procedure di bonifica dei siti contaminati:

- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (Codice Ambientale)
- D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. (Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro)
- D.Lgs. 163/06 e s.m.i. (Codice dei Contratti Pubblici)



# Normativa coinvolta – le criticità

Dalla analisi dei tre provvedimenti normativi, risulta evidente che ...

... il D.Lgs. 152/2006 utilizza definizioni diverse da quelle riportate nel D.Lgs. 81/2008, nel D.Lgs. 163/2006 e nel D.P.R. 207/2010 (regolamento attuativo di tale Codice).

Ebbene ...

... tali differenze terminologiche sono in grado di determinare criticità nell'attuazione delle procedure per la bonifica dei siti contaminati.

# Normativa coinvolta – le criticità

L'attuale riferimento normativo in tema di gestione dei siti contaminati è il Titolo V, Parte quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.. In particolare:

- L'art 242, comma 7 prevede che per gli interventi di bonifica o di messa in sicurezza, operativa o permanente, sia predisposto un “Progetto operativo”, la cui struttura e contenuti non risultano chiaramente delineati.
- L'All. 3 al Titolo V prevede inoltre un “Piano di protezione” da predisporre in conformità a quanto previsto dalla normativa in materia di protezione dei lavoratori, che tenga in particolare conto della possibilità che questi siano esposti a sostanze pericolose.

# Normativa coinvolta – le criticità

L'attuale riferimento normativo in tema di gestione dei contratti pubblici è il D.Lgs. 163/2006. In particolare tale decreto fa riferimento a tre livelli di progettazione:

- “Progetto preliminare”: Definisce le caratteristiche qualitative e funzionali dei lavori, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire.
- “Progetto definitivo”: Individua compiutamente i lavori da realizzare, nel rispetto delle esigenze, dei criteri, dei vincoli, degli indirizzi e delle indicazioni stabiliti nel progetto preliminare.
- “Progetto esecutivo”: Determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare e il relativo costo previsto e deve essere sviluppato ad un livello di definizione tale da consentire che ogni elemento sia identificabile in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo.



# Normativa coinvolta – le criticità

Per la gestione del rischio occupazionale nei cantieri temporanei e mobili è necessario redigere specifici strumenti pianificatori: il Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC), il Piano Operativo di Sicurezza (POS), o il Piano di Sicurezza Sostitutivo (PSS). **[D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.]**

TIPO PIANO SICUREZZA	POS	PSC	PSS
<b>Quando è necessario</b>	Sempre	In presenza di più imprese (anche non contemporanea)	In sostituzione del PSC quando questo non è previsto ai sensi del D.Lgs. 81/2008 <sup>1</sup>
<b>Livello di progettazione</b>	A valle del Progetto Esecutivo Entro 30 giorni dall'aggiudicazione dei lavori [art. 131 D.Lgs. 163/2006]	In fase di redazione del: - Progetto Preliminare (PSC preliminare) <sup>1</sup> - Progetto Definitivo (Aggiornamento del PSC preliminare) <sup>1</sup> - Progetto esecutivo (PSC) <sup>1</sup>	A valle del Progetto Esecutivo Entro 30 giorni dall'aggiudicazione dei lavori [art. 131 D.Lgs. 163/2006]
<b>Soggetto competente</b>	Datore di lavoro impresa esecutrice	Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione (CSP)	Appaltatore
<b>Rischi affrontati</b>	Rischi connessi alle lavorazioni specifiche dell'impresa	Rischi connessi all'area e all'organizzazione del cantiere, alle lavorazioni interferenti ed ai rischi aggiuntivi rispetto a quelli delle singole imprese esecutrici o dei lavoratori autonomi.	Come per PSC

**D.P.R. 207/2010**  
(Regolamento attuativo del Codice dei Contratti Pubblici), entrato in vigore il 9.06.2011.

<sup>1</sup> Nel caso di lavori pubblici



# Normativa coinvolta – le differenze

In sintesi, le differenze terminologiche riguardano ...

	D.Lgs. 152/2006	D.Lgs. 81/2008 e D.Lgs. 163/2006
<b>FASI PROGETTUALI</b>	“Progetto operativo”	“Progetto preliminare”
		“Progetto definitivo”
		“Progetto esecutivo”
<b>GESTIONE RISCHI OCCUPAZIONALI</b>	“Piano di protezione”	“Piano Operativo di Sicurezza ” (POS)
		“Piano di Sicurezza e Coordinamento ” (PSC)
		“Piano di Sicurezza Sostitutivo ” (PSS)

## Titolo IX - Sostanze pericolose Decreto 81/2008 e s.m.i.

## CAPO I - PROTEZIONE DA AGENTI CHIMICI

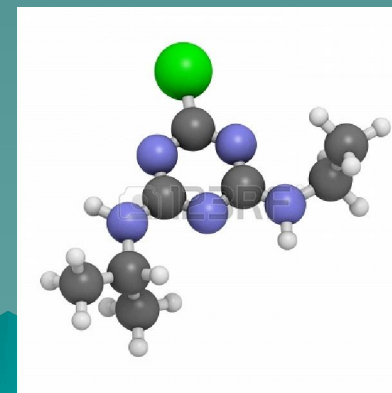
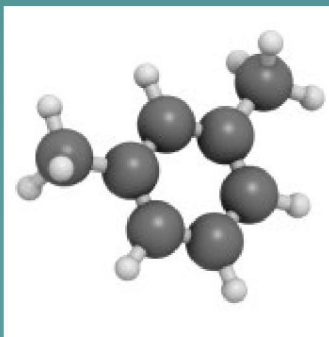
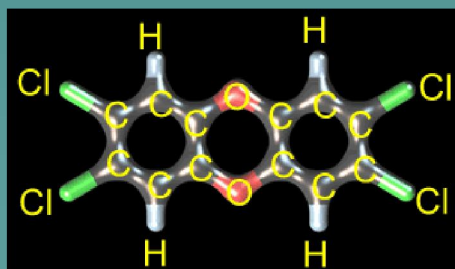


## Art. 221.

## Campo di applicazione

1. Il presente capo determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che derivano, o possono derivare, **dagli effetti di agenti chimici presenti sul luogo di lavoro o come risultato di ogni attività lavorativa che comporti la presenza di agenti chimici.**

2. I requisiti individuati dal presente capo si applicano a tutti gli agenti chimici pericolosi che sono presenti sul luogo di lavoro, fatte salve le disposizioni relative agli agenti chimici per i quali valgono provvedimenti di protezione radiologica regolamentati dal decreto legislativo del 17 marzo 1995, n. 230, e successive modificazioni.



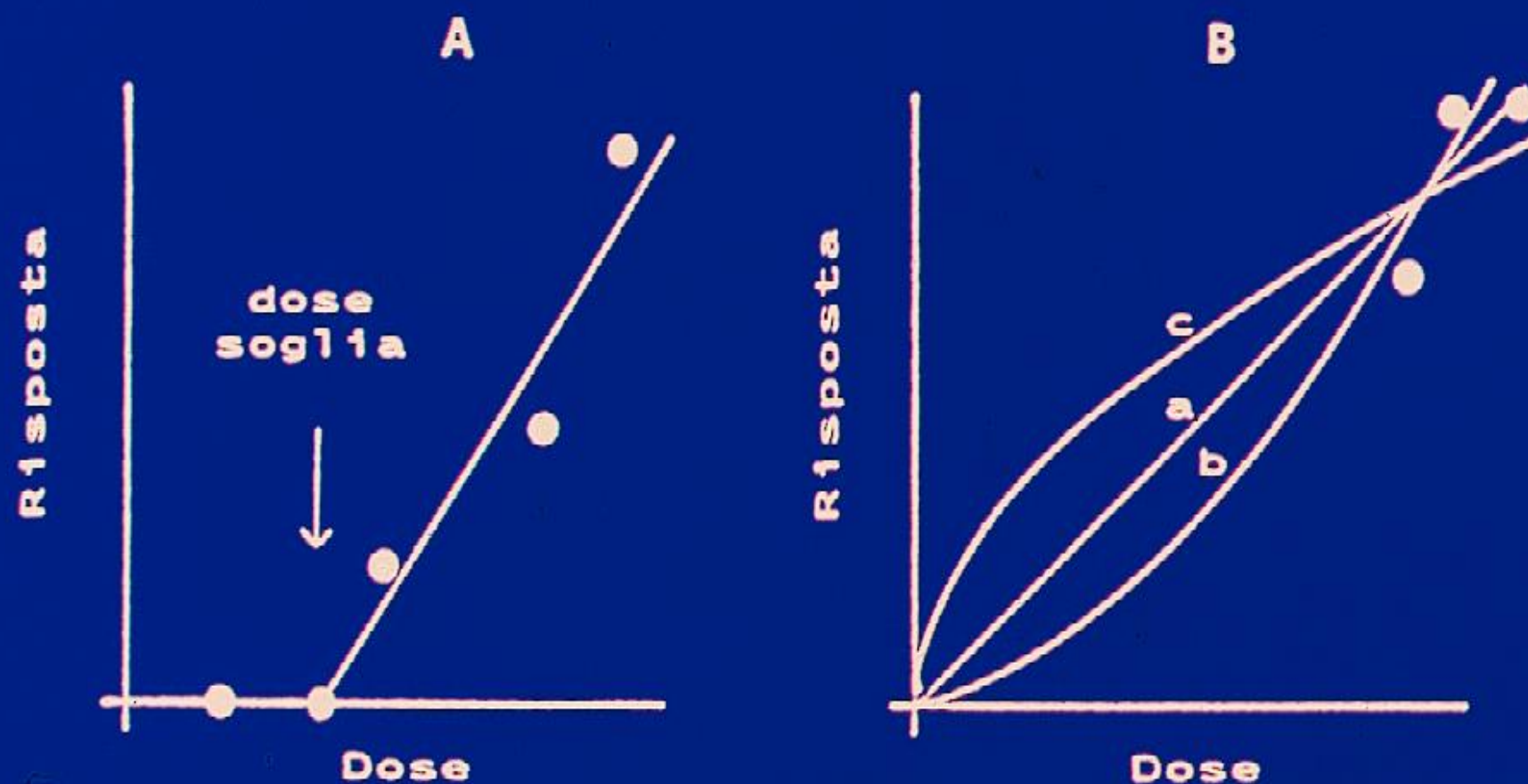
# TOSSICITA' ED AGENTI CHIMICI

In generale, per tossicità di una sostanza si intende la **proprietà intrinseca di esercitare effetti negativi sull'organismo** attraverso l'interazione con il metabolismo, **in relazione alla dose, alla durata e alle modalità con cui la sostanza viene a contatto con l'organismo stesso.**



***SOLO LA DOSE  
DETERMINA SE UNA  
SOSTANZA E' TOSSICA  
OPPURE NO***

**Figura 1 - Possibili esempi di curva dose-risposta alle basse dosi ottenuti da studi sull'animale per composti con (A) e senza (B) dose soglia: lineare (a), sublineare (b) superlineare (c).**







# Identificazione dei rischi CHIMICI durante le fasi di bonifica



## Fasi operative delle attività di bonifica:

### ◆ Sopralluogo conoscitivo

- Puramente osservativo
- Individ. sorgenti rischio
- Identif. situazioni urgenti
- Disporre lavori di sgombrò

### ◆ Allestimento cantiere

- Rischi analoghi al settore edilizio: polvere nella movim. terra, veicoli in movimento; aerosol; legno

### ◆ Operazioni di bonifica

- Rischi che dipendono dalla tecnica di bonifica adoperata

DIPENDE  
DALL'ATTIVITA' SVOLTA  
DALLA CONTAMINAZIONE DEL SITO



# Identificazione dei rischi CHIMICI durante le fasi di bonifica



da: Valutazione del rischio chimico per gli addetti alla bonifica dei terreni nei siti industriali ad alto inquinamento ambientale- Atti del Convegno – Le giornate di Corvara 2013

**Studi precedenti:** sono poche le pubblicazioni e riguardano per lo più, la popolazione generale

-Determinazione delle concentrazioni di **mercurio** in aria durante la prima fase di bonifica della pianura alluvionale in prossimità del East Fork Poplar Creek di Oak Ridge in Tennessee: ***aumento delle concentrazioni di mercurio nell'aria durante la fase di scavo, però ben al di sotto della soglia consigliata per la salute umana***

- **Studio INAIL Toscana (Nucaro et al. 2004):** analisi dell'esposizione a **mercurio** di un agricoltore che per molti anni aveva lavorato terreni contaminati da mercurio situati nella zona delle Saline di Volterra: **notevole aumento delle C correlate all'emissioni dello stabilimento mentre l'emissione del suolo è risultata molto limitata.**



# Identificazione dei rischi CHIMICI durante le fasi di bonifica



da: Valutazione del rischio chimico per gli addetti alla bonifica dei terreni nei siti industriali ad alto inquinamento ambientale- Atti del Convegno – Le giornate di Corvara 2013

## ***Studi precedenti***

-Bonifica delle vasche interrate del gasometro di Roma S. Paolo (Barra et al. 2006): gas ottenuto mediante distillazione e gasificazione del carbone. Prodotte elevate quantità di residui catramosi stoccati in dette vasche.

**Emersa una maggior presenza di benzene rispetto agli altri SOV presenti. Esposizione professionale a benzene risultata nell'area confinata superiore ai limiti nazionali (VL 3,25 mg/mc) per l'operatore a terra durante il mescolamento del catrame (8,4 mg/mc) e per l'escavatorista (3,37 mg/mc).**

Misure degli inquinanti monitorati all'esterno dell'area confinata: anche nelle fasi di maggiore emissione, **livelli molto bassi o al di sotto dei limiti di rilevanza**. Il confinamento dell'area ha garantito un'adeguata protezione degli abitanti delle zone circostanti. Gli addetti sono risultati esposti a condizioni di alto rischio.



# Identificazione dei rischi CHIMICI durante le fasi di bonifica



da: *Valutazione del rischio chimico per gli addetti alla bonifica dei terreni nei siti industriali ad alto inquinamento ambientale- Atti del Convegno – Le giornate di Corvara 2013*

**Progetto:** *"Controllo dei siti industriali attivi o dismessi ad alto inquinamento ambientale", finanziato dalla Regione Veneto nell'ambito del "Piano Regionale Prevenzione del Veneto 2010-2012"*

**Scopo:** Analisi delle azioni di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori impiegati nell'esecuzione dello scotico o scavo dei terreni inquinati con successiva raccolta del rifiuto e smaltimento in discarica autorizzata

Presenza di una varietà di composti chimici accumulatisi negli anni nel terreno e aventi origine dalle produzioni industriali dismesse o dall'utilizzo remoto di terre di riporto non controllate a fini edilizi:

Metalli pesanti, materiali contenenti amianto, idrocarburi alifatici e aromatici, benzene, idrocarburi alifatici e aromatici alogenati, composti organici pesanti e persistenti come diossine (PCDD), furani (PCDF), policlorobifenili (PCB) e idrocarburi policiclici aromatici (IPA).





# Identificazione dei rischi CHIMICI durante le fasi di bonifica



da: Valutazione del rischio chimico per gli addetti alla bonifica dei terreni nei siti industriali ad alto inquinamento ambientale- Atti del Convegno – Le giornate di Corvara 2013

Anno 2012- 8 cantieri presenti in 5 siti inquinati-Attività di scotico o scavo per la bonifica di terreni inquinati.

Coinvolti nelle attività 57 lavoratori e richiesto 24441 ore di lavoro. A seguito delle attività sono stati prodotte 12247 tonnellate di rifiuti.

Misura della concentrazione degli inquinanti aerodispersi. La stima della esposizione attraverso la cute in questa prima fase di osservazione e raccolta dati non è stata attivata.



# Identificazione dei rischi CHIMICI durante le fasi di bonifica



da: Valutazione del rischio chimico per gli addetti alla bonifica dei terreni nei siti industriali ad alto inquinamento ambientale- Atti del Convegno – Le giornate di Corvara 2013

Tab.1 - Schema esemplificativo per l'individuazione e la gestione dei fattori di rischio chimico presenti nell'area di bonifica

TIPOLOGIA DI INQUINANTE	FASE	CONCENTRAZIONE DI INQUINANTE NEL TERRENO (mg/ Kg ss)	LIMITI DI CONCENTRAZIONE NEL TERRENO (mg/ Kg ss)	ACGIH 2011			D. LGS 81/2008		CLASSE DI CANCEROGENICITA'		BEI 2011
			D. Lgs 152/06 col. B	TWA(mg/mc o ppm)	STEL(mg/mc o ppm)	CEILING (mg/mc o ppm)	VL8h (mg/mc o ppm)	VL6t(mg/mc o ppm)	IARC	ACGIH	MONITORAGGIO BIOLOGICO
METALLI											
Arsenico (elemento e composti inorg)	particolato		50	0,01 mg/mc					1	A1	35 microg/Lurine f.s.l. (B)
Cadmio (come composti del Cd)	particolato		15	0,002mg/mc					1	A2	5microg/g urine non critico (B)
Mercurio (elemento e composti inorg)	particolato +aria		5	0,025mg/mc			0,02 mg/mc		3	A4	cute, 35microg/g urine f.t. (B)
Piombo (elemento e composti inorg)	particolato		1000	0,05 mg/mc			0,15 mg/mc come Pb inorganico e suoi composti		2A	A3	piombo: sangue (60 mg/100ml); piombo(ACGIH): sangue (30 microg/100ml non critico; piombo: urine (v.r. 50 mg/L Germania); piombo: acido deltaALA: urine (v.r. 4,5mg/g.r.)
COMPOSTI AROMATICI BTEX(SOLVENTI)											
Benzene	aria		2	0,5 ppm = 1,6 mg/mc	2,5 ppm = 8 mg/mc		1 ppm = 3,25 mg/mc		1	A1	cute, come acido S-Fenil mercapturico 25 microg/g urine f.t. (B); come acido trans,trans-muconico: urine f.t. (B)
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI ENON											
Corro di vinile (VCM)	aria		0,1	1 ppm = 2,6 mg/mc			3 ppm = 7,77 mg/mc		1	A1	
Tridoroetilene(TCE)	aria		10	10 ppm = 54 mg/mc	25 ppm = 134 mg/mc				2A	A2	come acido tridoroacetico 3,5 mg/Lurine f.t.
Tetradoro etilene o Peridoroetilene (PCE)	aria		20	25 ppm = 170 mg/mc	100 ppm = 678 mg/mc				2A	A3	come acido tridoroacetico 3,5 mg/Lurine f.t.
Esadorobutadiene	aria			0,02 ppm = 0,21 mg/mc					3	A3	cute
Didorometano (dioruro di metilene)	aria		5	50 ppm = 174 mg/mc					2B	A3	
COMPOSTI AROMATICI CLORURATI (O CLOROBENZENI)											
esadorobenzene	particolato		5	0,002mg/mc					2B	A3	cute



# Identificazione dei rischi CHIMICI durante le fasi di bonifica



da: Valutazione del rischio chimico per gli addetti alla bonifica dei terreni nei siti industriali ad alto inquinamento ambientale- Atti del Convegno – Le giornate di Corvara 2013

Tab.2 - Famiglie di inquinanti.

	<i>IDROCARBURI POLIAROMATICI</i>								
	EINECS	CAS	VL8h D.LGS. 81/2008	TWA ACGIH 2011	FRASER	CANC. IARC	CANC. ACGIH	TEST BIOLOGICO	BEI ACGIH 2011
IPA TOTALI	266-028-2	65996-93-2	no	0,2 mg/mc	R45 (H350)	1	A1	1-idrossipirene u.	no
BENZO(a)ANTHRACENE	200-280-6	56-55-3	no	LOW	R45 (H350)	2A	A2	1-idrossipirene u.	no
CHRYSENE	205-923-4	218-01-9	no	LOW	R45 (H350)	3	A3	1-idrossipirene u.	no
BENZO(a)PYRENE	200-028-5	50-32-8	no	LOW	R45 (H350)	2A	A2	1-idrossipirene u.	no
BENZO(b)FLUORANTHENE	205-911-9	205-99-2	no	LOW	R45 (H350)	2B	A2	1-idrossipirene u.	no
BENZO(k)FLUORANTHENE	205-916-6	207-08-9	no		R45 (H350)	2B			
DIBENZO(a,h)ANTHRACENE	200-181-8	53-70-3	no		R45 (H350)	2A			
BENZO(e)PYRENE	205-892-7	192-97-2	no		R45 (H350)	3			



# Identificazione dei rischi CHIMICI durante le fasi di bonifica



da: Valutazione del rischio chimico per gli addetti alla bonifica dei terreni nei siti industriali ad alto inquinamento ambientale- Atti del Convegno – Le giornate di Corvara 2013

	<b>IDROCARBURI C&lt;12</b>							
	INECS	CAS	VL 8 h D.LGS. 81/2008	TWA ACGIH 2011	STEL ACGIH 2011	TEST BIOLOGICO	EEI ACGIH 2011	NOTE
PENTANO (C5)	203-692-4	109-66-0	2000 mg/mc (667 ppm)	1771 mg/mc (600 ppm)				
CICLOPENTANO (C5)	206-016-6	287-92-3		1721 mg/mc (600 ppm)				
N-ESANO (C6)	203-777-6	110-54-3	72 mg/mc (20 ppm)	176 mg/mc (50 ppm)		2,5-esanedione u.	0,4 mg/l	CUTE (ACGIH)
CICLOESANO (C6)	203-806-2	110-82-7	350 mg/mc (100 ppm)	344 mg/mc (100 ppm)				
EPPTANO (C7)	205-563-8	142-82-5	2085 mg/mc (500 ppm)	1639 mg/mc (400 ppm)	2049 mg/mc (500 ppm)			
	<b>POLICLOROBIFENILI</b>							
	CAS	TWA ACGIH 2011	CANC. IARC	CANC. ACGIH	NOTE			
CLORODIFENILI 42%	53469-21-9	1 mg/mc	2A		CUTE			
CLORODIFENILI 54%	11097-69-1	0,5 mg/mc	2A	A3	CUTE			





# Identificazione dei rischi CHIMICI durante le fasi di bonifica



da: Valutazione del rischio chimico per gli addetti alla bonifica dei terreni nei siti industriali ad alto inquinamento ambientale- Atti del Convegno – Le giornate di Corvara 2013

Tab. 3 - Concentrazioni ambientali - campionamento personale

Agente chimico	N°	Media	Minimo	Massimo	VL(1)	Massimo/VL-TLV
mercurio totale (mg/mc)	4	0,0080	0,0003	0,0100	0,02	0,50
cvm (mg/mc)	102	0,0900	0,0500	1,7930	7,77	0,23
polveri inal. (mg/mc)	18	0,5850	0,0290	2,3000	10	0,23
DDT (mg/mc)	4	0,1497	0,1497	0,1497	1	0,15
diossine (pg/mc)	8	0,1946	0,0090	1,3970	10	0,14
esaclorobutadiene (mg/mc)	8	0,0030	0,0002	0,0120	0,21	0,06
benzene (mg/mc)	13	0,1600	0,1599	0,1600	3,25	0,05
cadmio (mg/mc)	25	0,0004	0,0001	0,0004	0,01	0,04
arsenico (mg/mc)	48	0,0001	0,0001	0,0001	0,01	0,01
clorobenzene (mg/mc)	29	0,0400	0,0399	0,0400	46	0,0009
dicloroetilene (mg/mc)	121	0,0740	0,0040	0,7050	793	0,0009
1,1-dicloroetano (mg/mc)	31	0,0400	0,0399	0,0400	405	0,0001
tricloroetilene (mg/mc)	60	0,0660	0,0399	0,4000	54	0,007
percloroetilene (mg/mc)	38	0,0420	0,0399	0,0500	170	0,0003
cicloesano (mg/mc)	6	0,0200	0,0199	0,0200	350	0,00006
n-esano (mg/mc)	7	0,0800	0,0799	0,0800	72	0,001
isopentano (mg/mc)	7	0,1990	0,1989	0,1990	2000	0,0001
neopentano (mg/mc)	7	0,1500	0,1499	0,1500	3000	0,00005
pentano (mg/mc)	7	0,1500	0,1499	0,1500	2000	0,00007
n-eptano (mg/mc)	7	0,1500	0,1499	0,1500	2085	0,00007
antimonio (mg/mc)	14	0,0001	0,0001	0,0001	0,5	0,0002
IPA (ug/mc)	4	0,2479	0,0001	0,9900	200	0,005
benzo(a)pirene (ug/mc)	4	0,2479	0,0001	0,9900	low	
piombo (mg/mc)	20	0,0001	0,0001	0,0001	0,05	0,002

(1): VL D.Lgs 81/08, se presente; TLV-TWA ACGIH, per diossine MAK Germania





# Identificazione dei rischi CHIMICI durante le fasi di bonifica



da: Valutazione del rischio chimico per gli addetti alla bonifica dei terreni nei siti industriali ad alto inquinamento ambientale- Atti del Convegno – Le giornate di Corvara 2013

Tab. 4 - Concentrazioni ambientali - campionamento fisso sottovento

Agente chimico	N°	Media	Minimo	Massimo	VL <sup>(1)</sup>	Massimo/VL-TLV
polveri resp. (mg/mc)	168	0,1270	0,0990	0,9900	3	0,33
DDT (mg/mc)	2	0,1497	0,1497	0,1497	1	0,15
polveri inal. (mg/mc)	155	0,2330	0,0200	1,2900	10	0,13
mercurio totale (mg/mc)	4	0,0020	0,0003	0,0020	0,02	0,10
arsenico (mg/mc)	8	0,0003	0,0001	0,0005	0,01	0,05
cvm (mg/mc)	7	0,0630	0,0600	0,0650	7,77	0,008
piombo (mg/mc)	2	0,0001	0,0001	0,0001	0,05	0,002

(1): VL D.Lgs 81/08, se presente; TLV-TWA ACGIH



# Identificazione dei rischi CHIMICI durante le fasi di bonifica



da: Valutazione del rischio chimico per gli addetti alla bonifica dei terreni nei siti industriali ad alto inquinamento ambientale- Atti del Convegno – Le giornate di Corvara 2013

## Risultati

### **Nessun valore di esposizione supera i VL di riferimento**

L'indicatore di rischio supera il 10% del VL per i seguenti parametri:

- polveri respirabili (ambientali 33%),
- polveri inalabili (ambientali 13%, personali 23%),
- DDT (ambientali 15%, personali 15%),
- mercurio (ambientali 10%, personali 50%);
- CVM (personali 23%)
- diossine (personali 14%)

Da sottolineare il dato del mercurio che raggiunge nei suoi valori massimi il 50% del VL.

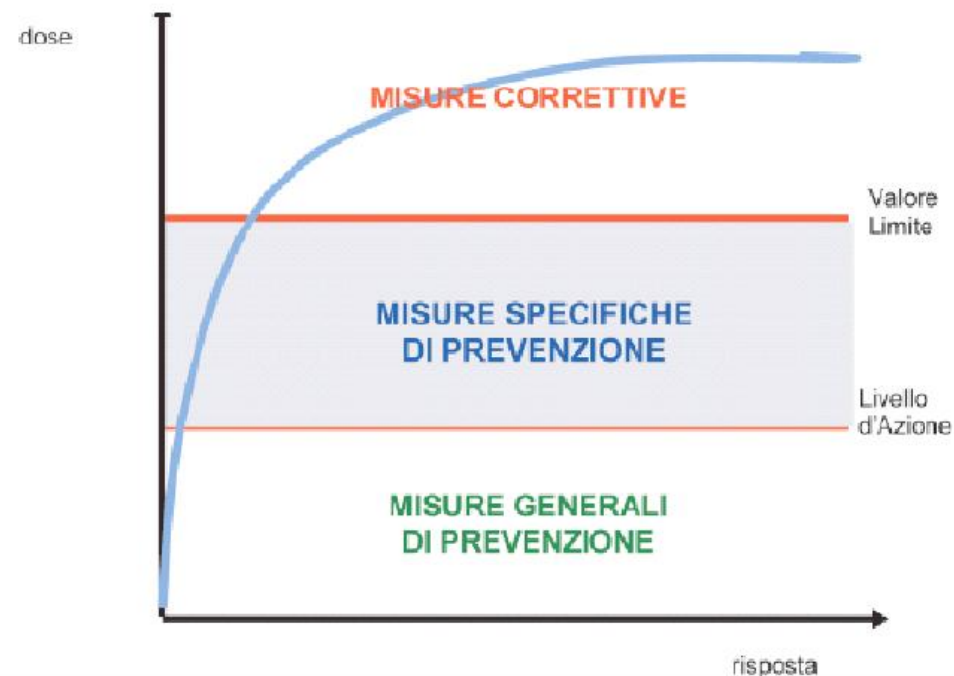
Testato poi l'effetto delle condizioni climatiche nel condizionare i risultati analitici.

# Il rischio chimico

La prevenzione del rischio chimico di esposizione professionale attualmente è normata dal D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

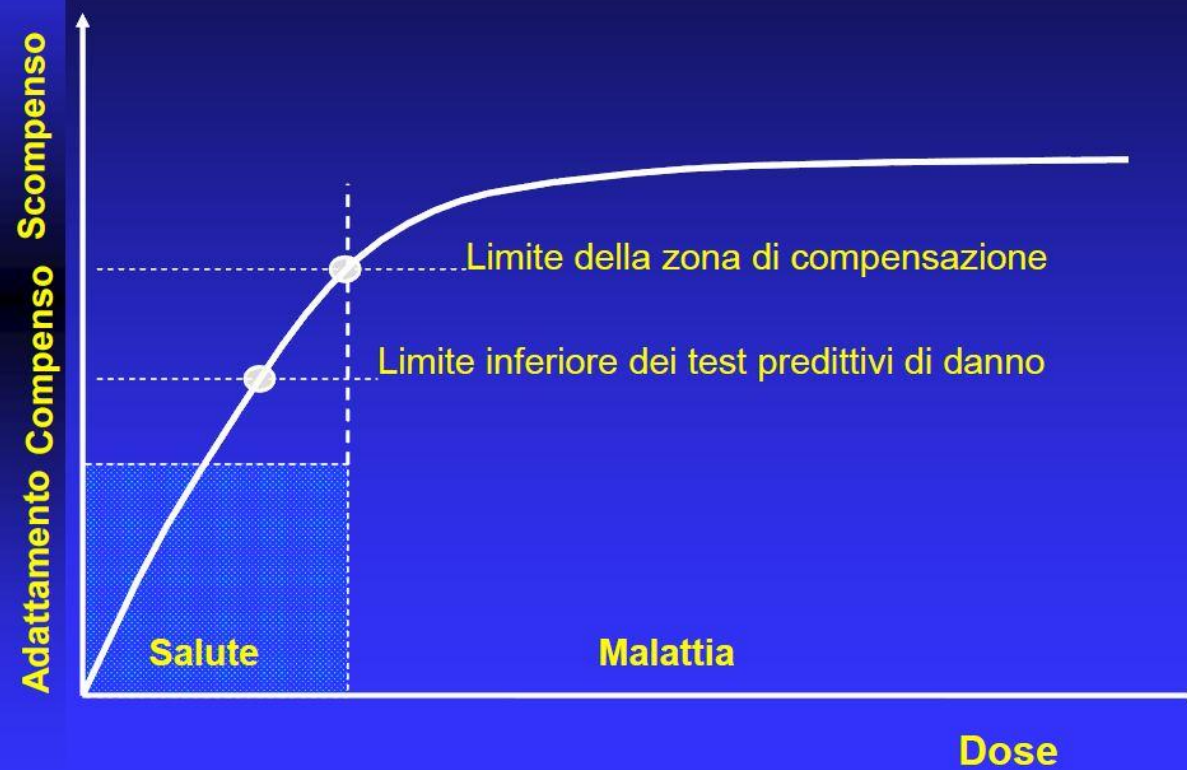
Nella valutazione del rischio di esposizione ad agenti chimici pericolosi è possibile fare riferimento al modello universale della curva dose-risposta, su cui possono essere stabiliti due diversi livelli di soglia.

Curva dose-risposta nella valutazione del rischio chimico [INFN, 2008]



# Il rischio chimico

## Rischi di esposizione ad agenti chimici





# Il rischio chimico

## *Definizione dei livelli di soglia*

### LIVELLO DI AZIONE:

- ✓ Al di sotto del livello di azione l'esposizione è talmente bassa che nessun lavoratore (nemmeno un ipersuscettibile) può ragionevolmente ammalarsi, ovvero, ai sensi del D.Lgs. n.81/2008 e s.m.i. si può ritenere che il rischio sia basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute dei lavoratori.
- ✓ Al di sopra del livello di azione scatta l'obbligo di adottare misure specifiche di prevenzione (sorveglianza sanitaria, formazione, DPI, sistemi di prevenzione collettiva, ecc.).
- ✓ Il livello di azione può essere considerato soltanto nel caso di esposizione ad agenti non cancerogeni né mutageni, di categorie 1 o 2 ovvero attuali (Regolamento CLP) 1A e 1B (sostanze la cui cancerogenicità per l'uomo è accertata o presunta, basandosi sulla forza probante dei dati e su altre considerazioni). Vigè il criterio, infatti, che per gli agenti cancerogeni o mutageni le misure specifiche di tutela debbano obbligatoriamente essere applicate a prescindere dalla concentrazione di esposizione

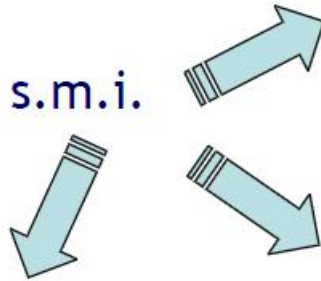


# Il rischio chimico

## LIMITE DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE (OEL):

- ✓ Al di sopra di tale limite occorre adottare delle misure correttive, ovvero occorre identificare e rimuovere le cause del superamento ai fini della salvaguardia della salute e della sicurezza dei lavoratori.

D.LGS. 81/2008 e s.m.i.



Allegato XXXVIII (riferito genericamente agli agenti chimici) - OELs per **114 agenti**

solo 22 normati dal D.LGS. 152/2006 e s.m.i.

Allegato XLIII (riferito specificatamente agli agenti cancerogeni e mutageni) - OELs per **3 agenti chimici**

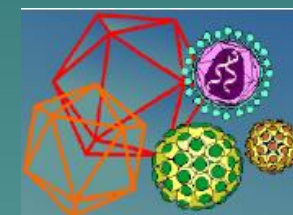
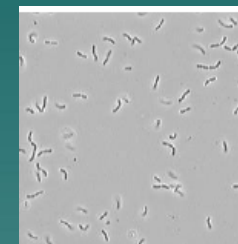
per gli altri si fa riferimento ai TLVs dell'ACGIH

# I TLV

- ✓ rappresentano un'opinione scientifica basata sulla analisi dei dati esistenti pubblicati e della letteratura in varie discipline scientifiche effettuata da comitati di esperti nella materia della salute pubblica e delle scienze ad essa correlate
- ✓ sono valori "health based": basandosi sulle informazioni disponibili l'ACGIH formula conclusioni circa il livello di esposizione cui il lavoratore tipico può essere esposto senza incorrere in effetti avversi sulla salute
- ✓ non rappresentano linee di demarcazione fra esposizioni sicure e pericolose e neppure indicatori relativi di tossicologia
- ✓ non sono stime quantitative del rischio a differenti livelli di esposizione o determinati da differenti vie di esposizione

# Il rischio biologico

- ◆ Esposizione ad agenti biologici:
  - Potenziale
  - Deliberata
- ◆ In dipendenza delle lavorazioni che si realizzano per il recupero del sito



# DLgs 81/2008 e s.m.i.

## Titolo X del D. Lgs. 81/08

### ESPOSIZIONE AD AGENTI BIOLOGICI

#### Art. 266

#### Campo di applicazione

Tutte le attività lavorative in cui vi è rischio di esposizione ad agenti biologici

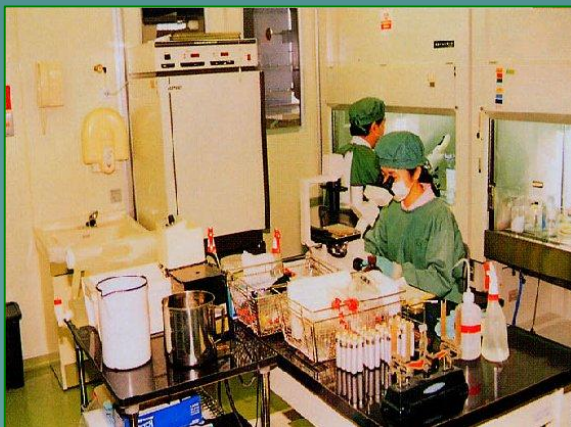


# Titolo X D.Lgs. 81/08

## Protezione da agenti biologici

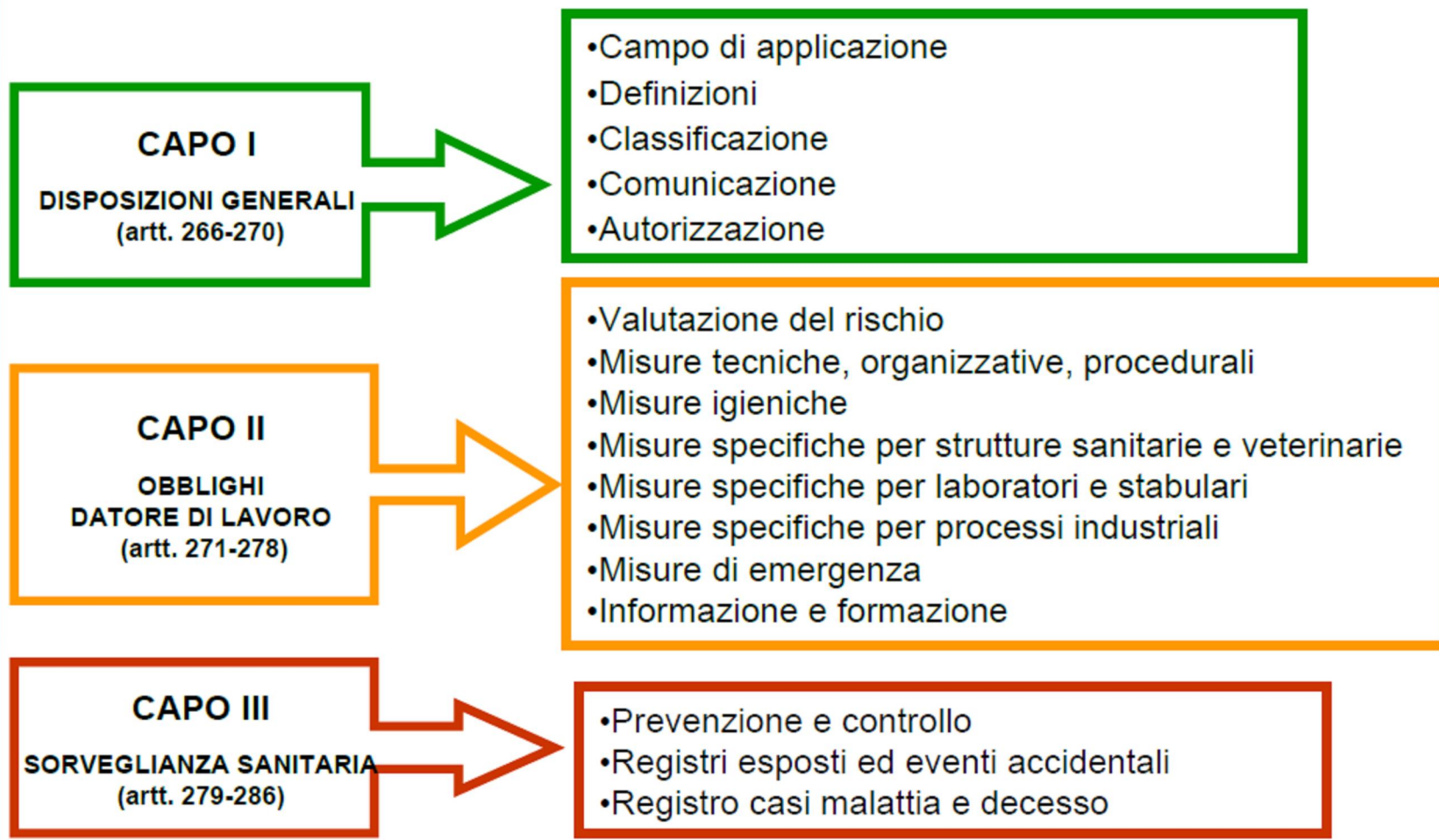
### *Campo di applicazione*

Tutte le attività lavorative che possono comportare rischio da esposizione ad agenti biologici, sia quelle con **uso deliberato** di microrganismi che quelle con **rischio potenziale** di esposizione.



# DLgs 81/2008 e sm.i. – Titolo X

## ESPOSIZIONE AD AGENTI BIOLOGICI



## Allegato XLIV

### Elenco esemplificativo di attività lavorative che possono comportare la presenza di agenti biologici

- Attività in industrie alimentari
- Attività nell'agricoltura
- Attività nelle quali vi è contatto con gli animali e/o con prodotti di origine animale
- Attività nei servizi sanitari, comprese le unità di isolamento e *post mortem*
- Attività nei laboratori clinici, veterinari e diagnostici, esclusi i laboratori di diagnosi microbiologica
- Attività in impianti di smaltimento rifiuti e di raccolta di rifiuti speciali potenzialmente infetti
- Attività negli impianti per la depurazione delle acque di scarico

# Il Rischio Biologico negli ambienti di lavoro

Nessun ambiente può essere considerato esente da una certa presenza di agenti biologici, legati a diversi fattori, tra cui:

**AMBIENTE INDUSTRIALE:** processi, materie prime, impianti, **bonifiche**, etc.

**AMBIENTE RURALE:** contatti con animali, sostanze vegetali, etc.

**AMBIENTE CONFINATO:** presenza e numero di occupanti, carenza di ricambi d'aria scarsa igiene, cattivo funzionamento e manutenzione degli impianti idrici etc.





# Il Rischio biologico



## × *Definizione*

*Probabilità di **danno** derivante dall'esposizione ad un **agente biologico** che, **venuto a contatto** con l'uomo, possa penetrare nell'organismo e provocare una **malattia***

Tale **PROBABILITA'** dipende:

- A) dall'agente biologico
- B) dall'organismo ospite (uomo)
- C) dalla loro interazione
- D) dall'ambiente in cui avviene l'incontro

# Campo d'applicazione TITOLO X



## *Definizioni*

- ✓ **Agente Biologico** (a.b.)  
Qualsiasi microorganismo (m.o.), coltura cellulare, endoparassita umano che potrebbe provocare infezioni, allergie, intossicazioni
- ✓ **Microrganismo**  
Qualsiasi entità microbiologica cellulare o subcellulare in grado di riprodursi o trasferire materiale genetico
- ✓ **Coltura cellulare**  
Il risultato della crescita in vitro di cellule derivate da organismi pluricellulari

# Definizioni

Agente Biologico



qualsiasi **microrganismo** anche se geneticamente modificato, **coltura cellulare** ed **endoparassita umano** che potrebbe provocare infezioni, allergie o intossicazioni

Microrganismo



qualsiasi **entità microbiologica, cellulare o meno** in grado di riprodursi o trasferire materiale genetico

Coltura cellulare



il risultato della **crescita in vitro** di cellule derivate da **organismi pluricellulari**

**INAIL**

# Definizione estensiva

Oltre a:

- VIRUS,
- BATTERI,
- FUNGHI,
- PROTOZOI,
- ELMINTI

Anche:

- **metaboliti o derivati** dei **microrganismi**
- **prioni**
- **prodotti cellulari di origine vegetale o animale**
- **artropodi** (insetti, zecche, acari della polvere, ecc.)



## Campo d'applicazione TITOLO X

*Gli adempimenti previsti dalla normativa sono in parte diversi a seconda del rischio di esposizione*

**USO**: quando agenti biologici vengono deliberatamente immessi nel ciclo produttivo (*obbligo di comunicazione all'organo di vigilanza e autorizzazione del Ministero della salute*)

**ESPOSIZIONE POTENZIALE**: quando possa verificarsi la presenza di agenti biologici come evento indesiderato ma inevitabile (*la maggior parte delle attività sanitarie*)

# CAMPO DI APPLICAZIONE TITOLO X

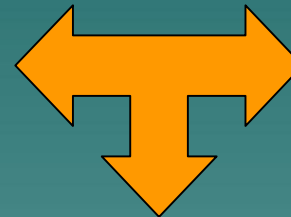


**SI DISTINGUE TRA:**



**ESPOSIZIONE DA USO  
DELIBERATO**

Ad esempio, nei laboratori di  
analisi microbiologiche, ...

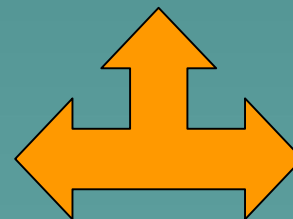


**ESPOSIZIONE DA  
USO  
OCCASIONALE**



***SORVEGLIANZA SANITARIA***

**REGISTRO ESPOSTI  
ACCIDENTALI**



**REGISTRO DEI CASI DI  
MALATTIA E DECESSO**

# TITOLO X

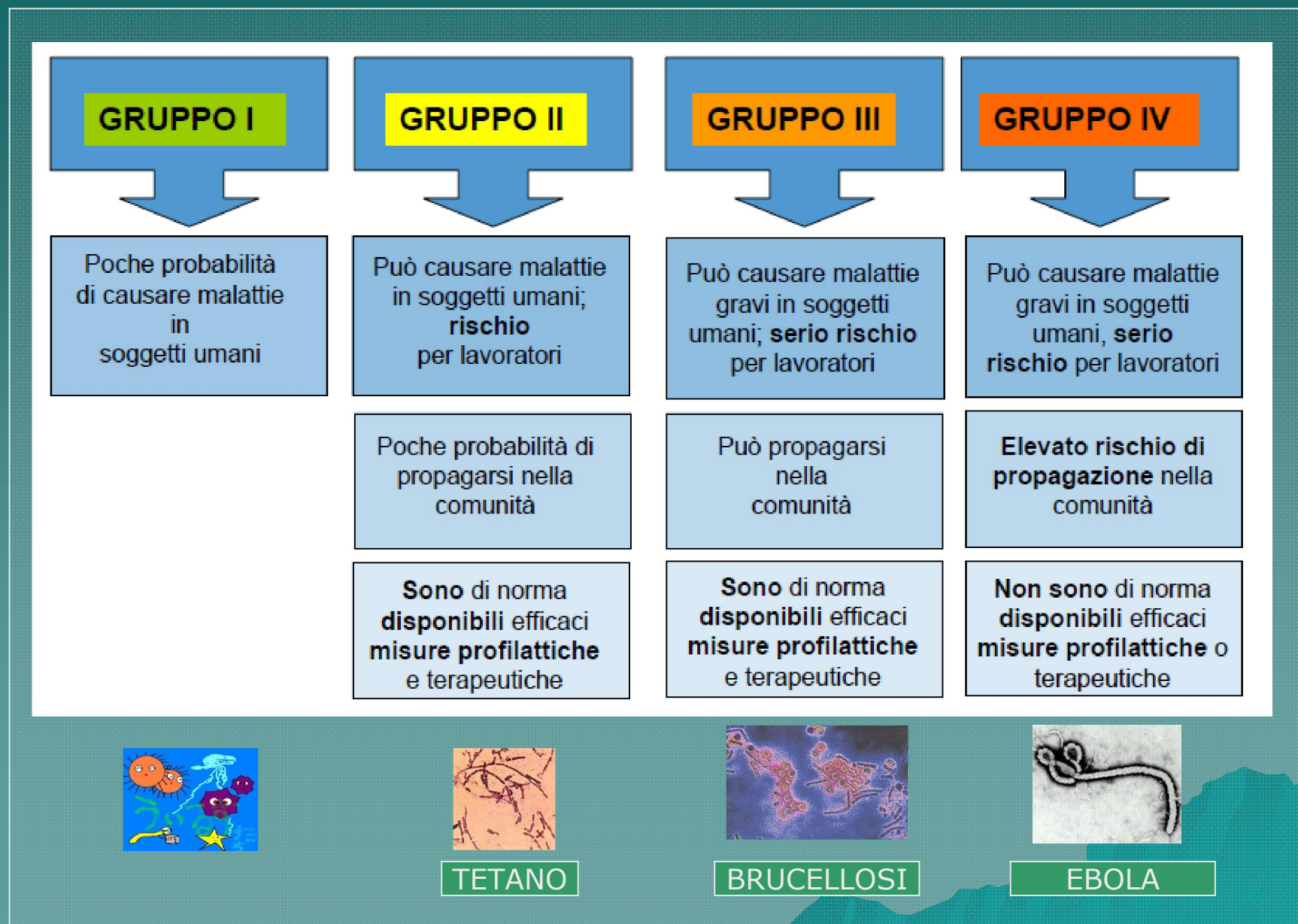
## CLASSIFICAZIONE: CAPO I, ART. 268

### *CARATTERISTICHE DI PERICOLOSITA'*

Gli agenti biologici sono classificati in 4 gruppi, in base alle caratteristiche di pericolosità:

- **infettività:** *capacità di penetrare e moltiplicarsi in un ospite*
- **patogenicità:** capacità di indurre patologia in seguito ad infezione
- **trasmissibilità:** capacità di propagarsi nella comunità per trasmissione da soggetti malati a soggetti sani
- **disponibilità** di efficaci misure profilattiche

# CLASSI DI PERICOLOSITA'





# ESEMPI

## GRUPPO II

Virus dell'epatite A  
Virus influenzale A, B, C (V(c))  
Virus morbillo, rosolia, varicella

*Clostridium tetani* (T, V)  
*E. coli* (ceppi non patogeni)  
*Pseudomonas aeruginosa*  
*Staphylococcus aureus*  
*Salmonella spp.*

*Aspergillus fumigatus* (A)  
*Candida albicans*

*Entamoeba histolytica*

## GRUPPO III

Virus epatite B (\*\*)  
Virus AIDS (\*\*) D  
BSE, altre TSE animali (\*\*) D(d)

*Brucella abortus*  
*Escherichia coli* (ceppi patogeni) (\*\*, T)  
*Micobacterium tuberculosis*  
*Salmonella typhi*

*Coccidioides immitis*  
*Blastomyces dermatitidis*

*Echinococcus granulosus*(\*\*)  
*Plasmodium falciparum*(\*\*)

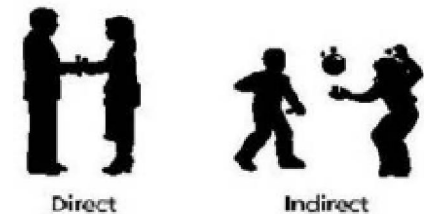
## GRUPPO IV

Virus Ebola

# Modalità di trasmissione

## I. Contatto

- ❖ diretto (con persona malata)
- ❖ indiretto (con oggetti o strumenti contaminati)



## II. Inalazione di goccioline di grandi dimensioni (*droplet*):

Rosolia, Orecchioni, Influenza, SARS, infezioni da streptococco

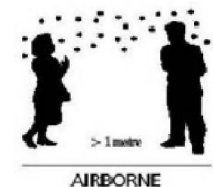


## III. Inalazione di goccioline di piccole dimensioni (*via aerea o tramite droplet nuclei*)

Morbillo, Varicella



VEHICLE



## IV. Ingestione accidentale

## V. Vettori esterni (zanzare, zecche, altri artropodi)

## VI. Via parenterale (puntura d'ago accidentale, taglio)



VECTORBORNE

# Effetti sulla salute

## EFFETTI SULLA SALUTE

### AZIONE INFETTIVA:

Virus (influenzali, parainfluenzali, adenovirus, ecc., .....)

Batteri (*S. aureus*, *Legionella* spp., ....)

Funghi (*Aspergillus fumigatus*,...)

Parassiti (*Acantamoeba*, *Naegleria fowleri*,...)

### AZIONE ALLERGICA:

Batteri (*Actinomyces*., ....)

Funghi (*Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.,...)

Artropodi (*Dermatophagoides farinae*, *D. pteronyssinus*,...)

### AZIONE TOSSICA

Prodotti e derivati dei microrganismi: endotossine, micotossine (*Penicillium* spp., *Aspergillus versicolor*, ecc.), 1-3 beta glucani (costituenti spore fungine)

## OBBLIGHI DEL DATORE DI LAVORO: VALUTAZIONE DEL RISCHIO



- ✓ Obbligatoria sia in caso di uso deliberato che di esposizione potenziale
- ✓ Da ripetersi in caso di modifiche significative nel ciclo produttivo e comunque ogni tre anni



# VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Il datore di lavoro tiene conto di tutte le informazioni disponibili relative alle caratteristiche dell'agente biologico e delle modalità lavorative, ed in particolare:

- Classificazione agenti biologici
- Informazione sulle malattie che possono essere contratte
- Potenziali effetti allergici e tossici
- Insorgenza di eventuali patologie infettive professionali
- Sinergismo dei diversi gruppi di agenti biologici
- Eventuali situazioni rese note dall'autorità sanitaria competente che possono influire sul rischio

# VALUTAZIONE DEL RISCHIO

- ANALISI DETTAGLIATA DEL CICLO LAVORATIVO
- SCOMPOSIZIONE IN SEQUENZA ORDINATA DI FASI
- INDIVIDUAZIONE DI PUNTI/MODI DI ESPOSIZIONE



DEFINIZIONE DELLE MISURE DI CONTENIMENTO



# VALUTAZIONE DEL RISCHIO BIOLOGICO

- riconoscimento del tipo di pericolo e della sua gravità
- Identificazione e quantificazione dei soggetti esposti
- Misura dell'entità dell'esposizione
- Stima numerica dell'entità del rischio
- Decisione se un rischio è o meno tollerabile o accettabile



**RIDUZIONE E PREVENZIONE DEL RISCHIO**

# VALUTAZIONE DEL RISCHIO BIOLOGICO

## VALUTAZIONE DEL RISCHIO: OBBLIGHI DEL DATORE DI LAVORO

Il **datore di lavoro** deve tenere conto di tutte le informazioni utili, ricavabili sia dalla letteratura scientifica che dalla normativa.

In particolare:

- classificazione degli agenti biologici
- informazione sulle malattie che possono essere contratte
- potenziali effetti allergici e tossici
- segnalazioni o raccomandazioni emanate da autorità competenti
- conoscenza di eventuali patologie a carico del lavoratore
- **sinergia dei diversi gruppi di agenti biologici utilizzati**



# Identificazione dei rischi biologici durante le fasi di bonifica

Identificare i pericoli espositivi in funzione:

- ◆ delle caratteristiche degli agenti biologici presenti nelle matrici ambientali contaminate;
- ◆ delle attività che si svolgono nel sito contaminato e delle relative modalità operative in funzione dei metodi di bonifica adottati;
- ◆ delle modalità di esposizione del lavoratore in funzione delle mansioni che egli svolge.





# Identificazione dei rischi biologici durante le fasi di bonifica



## Fasi operative delle attività di bonifica:

### ◆ Sopralluogo conoscitivo

- Puramente osservativo
- Individ. sorgenti rischio
- Identif. situazioni urgenti
- Disporre lavori di sgombrò

Numerosi microorganismi  
Patogeni opportunisti:  
-Clostridium tetani,  
-Bacillus anthracis  
-Agenti fungini, ecc.  
TABELLA 1

### ◆ Allestimento cantiere

- Rischi analoghi al settore edilizio: polvere nella movim. terra, veicoli in movimento; aerosol; legno

Numerosi agenti biologici  
TABELLA 1

### ◆ Operazioni di bonifica

- Rischi che dipendono dalla tecnica di bonifica adoperata  
TABELLA 3

Numerosi agenti biologici  
TABELLA 3

**Tabella 1: Agenti fonte di biohazard nelle fasi di sopralluogo conoscitivo del sito ed allestimento del cantiere**

Agente biologico	Sorgente espositiva	Patologia correlata
<i>Bacillus anthracis</i>	Suolo	Antrace
<i>Clostridium tetani</i>	Suolo	Tetano
<i>Cryptococcus gattii</i>	Suolo, acque	Infezioni polmonari, della pelle, dei tessuti molli, meningiti
<i>Chlamydia psittaci</i>	Suolo	Psittacosi
<i>Cryptococcus neoformans</i>	Suolo, acque	Criptococcosi
Zecche, pulci, acari	Suolo	Malattia di Lyme, febbri ricorrenti, rickettsiosi, tularemia, encefalite
<i>Legionella</i> spp.	Acque	Febbre di Pontiac, legionellosi
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Acque	Infezioni dell'apparato respiratorio, dermatiti, infezioni ai tessuti molli, infezioni sistemiche
Micobatteri non tubercolari (NTB)	Acque, suolo	Infezioni polmonari, dei linfonodi, delle ossa, della cute
<i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. Terreus</i> , etc.	Suolo	Disturbi respiratori tra cui irritazioni, allergie, asma, infezioni opportunistiche (onicomicosi, sinusiti, otomicosi, meningiti, endocarditi), aspergillosi cerebrale e polmonare.
<i>Actinomycetales</i> ( <i>Actinomyces</i> , <i>Arthrobacter</i> , <i>Corynebacterium</i> , <i>Nocardia</i> , <i>Rhodococcus</i> , <i>Streptomyces</i> , etc. <i>Thermoactinomyces vulgaris</i> , <i>Saccharopolyspora rectivirgula</i> )	Suolo	Nocardiosi, ascessi polmonari, encefalici o cutanei. Alveoliti allergiche estrinseche
<i>Salmonella</i> , <i>Vibrio</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Enterococcus</i>	Sedimenti portuali, Acque di falda	Varie manifestazioni infettive, sistemiche o intestinali
Polveri organiche contenenti endotossine batteriche, spore fungine, attinomiceti, fibre vegetali	Bioaerosol	Disturbi oculari, eritemi cutanei, mal di testa, riniti, sinusiti, asma, alveoliti allergiche estrinseche

### Tratto da:

#### Il rischio biologico nel settore della bonifica dei siti contaminati

##### INAIL

Settore Ricerca, Certificazione e Verifica  
Dipartimento Processi Organizzativi  
U.F. Comunicazione - Redazione

**Edizione 2013**

**Tabella 2: Modalità espositive ad agenti biologici in rapporto alle tecnologie di bonifica biologica in funzione delle diverse fasi di lavoro**

Fasi di lavoro	Vie di esposizione			Tecnologie di bonifica biologica					
	Polveri	Aereosol	Terreno /acqua	In situ	Soil washing	Land farming	Compostaggio	Biopile	Bio-reattore
Carico,scarico, trasporto, preparazione del terreno	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Classificazione, separazione terreni,etc.	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Soil washing	-	+	+	-	+	-	-	-	-
Drenaggio, disidratazione suolo	-	-	+	-	+	-	-	-	+
Trattamento delle acque	-	-	+	+	-	-	+	-	+
Monitoraggio acque di falda da piezometri	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Lavorazione del suolo con mezzi agricoli	+	-	+	-	-	+	+	+	-
Compostaggio o biopila	+	-	+	-	-	+	+	+	-
Allestimento di sistemi di drenaggio e di areazione	+	-	+	+	-	+	+	+	-
Scavo pozzetti di prelievo	-	+	+	+	-	-	-	-	-
Predisposizione di trincee per l'aggiunta di nutrienti	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Arricchimenti microbici in coltura liquida	-	+	-	+	-	+	+	+	+
Colture microbiche su terreni solidi	+	-	-	-	-	+	+	+	+
Manipolazione di sostanze organiche liquide	-	+	+	+	-	+	+	+	+
Lavorazione di sostanze organiche secche (trinciatura, compostaggio)	+	-	+	-	-	+	+	+	-
Aggiunta di nutrienti mediante irrorazione	-	+	+	+	-	+	+	+	-
Miscelazione del suolo con sostanze disidratate	+	-	+	-	-	+	+	+	-
Allestimento biopile	+	-	+	-	-	-	-	+	-
Carico/scarico bioreattori	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Manutenzione e/o pulizia	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Manutenzione/sostituzione biofiltri di impianti per il trattamento dell'aria	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Legenda: (+) potenziale esposizione del lavoratore agli agenti biologici.

## Tratto da:

Il rischio biologico nel settore della bonifica dei siti contaminati

INAIL  
Settore Ricerca, Certificazione e Verifica  
Dipartimento Processi Organizzativi  
U.F. Comunicazione - Redazione

Edizione 2013



**Tabella 3:** Specie microbiche più frequentemente isolati da suoli contaminati da sostanze xenobiotiche [80]

Microrganismi	Classe di rischio	Note
<b>Batteri</b>		
<i>Achromobacter</i> spp.	1/2	B
<i>Alcaligenes</i> spp.	1/2	P
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	2	I,B,P
<i>Acinetobacter iwoffii</i>	2	I,B,P
<i>Acinetobacter</i> spp.	1/2	I,B
<i>Actinomycetes</i> spp.	1/2	B,P
<i>Aureobacterium</i> spp.	1	B
<i>Bacillus anthracis</i>	3	P
<i>Bacillus cereus</i>	2	I,P
<i>Bacillus</i> spp.	1	I,B
<i>Beijerinckia</i> spp.	1	B
<b>Funghi</b>		
<i>Agaricus bisporus</i>	1	B
<i>Alternaria alternata</i>	1	A
<i>Aspergillus flavus</i>	2	A
<i>Aspergillus fumigatus</i>	2	A

**Note:**

- I = specie isolata da campioni di siti (suolo-acque) contaminati;
- B = di possibile impiego nelle bonifiche;
- P = patogeno per l'uomo;
- A = allergenico.

**Tratto da:**

Il rischio biologico nel settore della bonifica dei siti contaminati

INAIL  
Settore Ricerca, Certificazione e Verifica  
Dipartimento Processi Organizzativi  
U.F. Comunicazione - Redazione

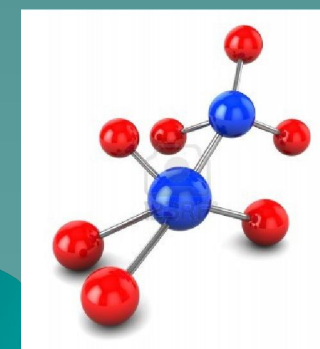
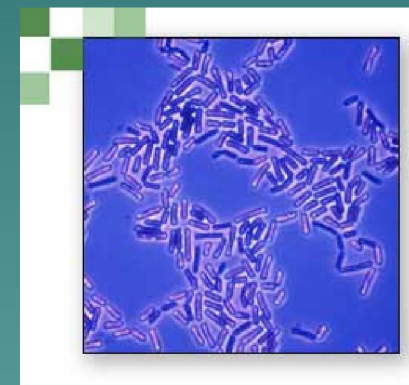
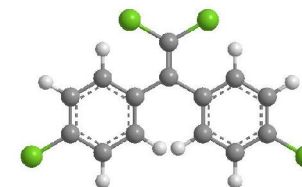
Edizione 2013

## Finalità ed elementi progettuali di alcuni trattamenti biologici in situ

<b>Tecnica</b>	<b>Finalità</b>	<b>Elementi progettuali</b>
Bioventilazione	Favorire la biodegradazione nella zona insatura; trattare i contaminanti assorbiti al suolo nella zona vadosa	Per il trattamento delle acque sotterranee deve essere accoppiata ad altre tecnologie. Valutare la necessità di immissione di reagenti
Biosparging	Favorire la degradazione nell'acquifero; trattare i contaminanti assorbiti al suolo dell'acquifero e dissolti nella falda	Valutare la profondità della fenestratura e la necessità di pozzi di estrazione Valutare la necessità di immettere reagenti
Biobarriere permeabili reattive	Contenere il pennacchio contaminato; trattare le acque sotterranee	Valutare la dimensione della barriera per definire quale porzione del pennacchio è intercettata
Iniezione diretta	Favorire la biodegradazione dei contaminanti nel suolo e nelle acque sotterranee. Possono essere aggiunti reagenti che favoriscono sia la biodegradazione aerobica che la dechlorurazione riduttiva	Devono essere valutate le condizioni per la dispersione dei reagenti nell'acquifero e per il controllo del flusso di acque arricchite L'immissione dei reagenti deve essere approvata
Ricircolo delle acque sotterranee	Contenere il pennacchio delle acque contaminate e favorire la biodegradazione dei composti dissolti	La reimmissione dell'acqua deve essere autorizzata; le fenestrature dei pozzi possono otturarsi riducendo l'efficienza; il trattamento esterno deve essere progettato

# Conclusioni

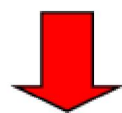
- ◆ **L'attività di bonifica è un settore in cui, in modo complesso, si mescolano rischi di natura ambientale e rischi di natura lavorativa**
- ◆ **Per il rischio biologico, in particolare, vi è la presenza aggiuntiva di "un rischio deliberato"**
- ◆ **I rischi lavorativi sono spesso riconducibili a quelli del settore edilizio: rischio chimico e biologico**
- ◆ **Esistono normative che vanno poi a sovrapporsi creando non poche criticità: ad esempio nella valutazione del rischio chimico**





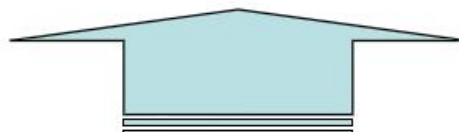
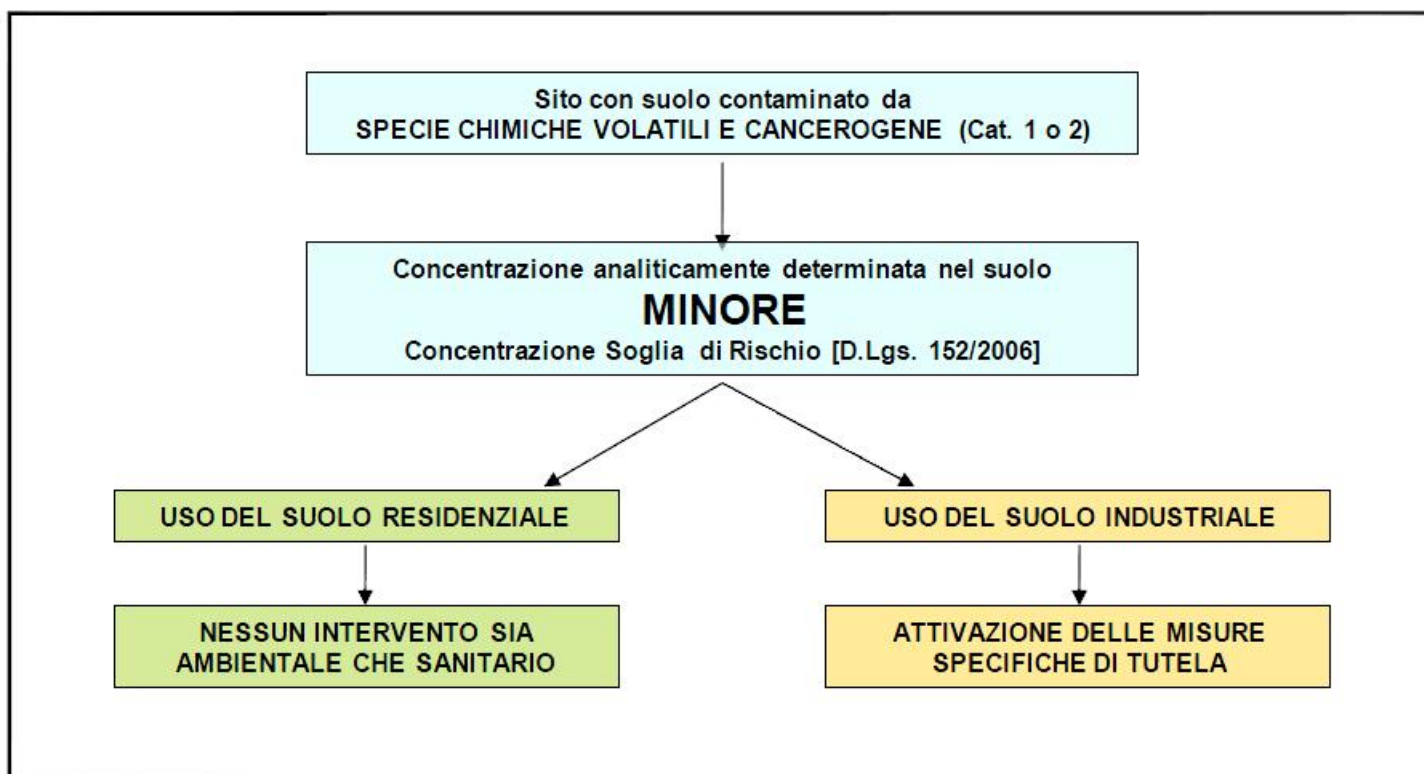
# Criticità della valutazione del rischio biologico

- Non è possibile effettuare misure dirette d'esposizione
- Non ci sono ancora procedure standardizzate di campionamento ambientale
- Interazione complessa tra microrganismi, ospite, ambiente
- Bioaerosol costituito da complesse miscele di agenti biologici diversi
- Dati epidemiologici insufficienti per stabilire dose-risposta
- Suscettibilità individuale variabile (diminuzione difese immunitarie, gravidanza, ecc.)
- Analogie tra accertamento rischio biologico e cancerogeno



**NO VALORI SOGLIA**

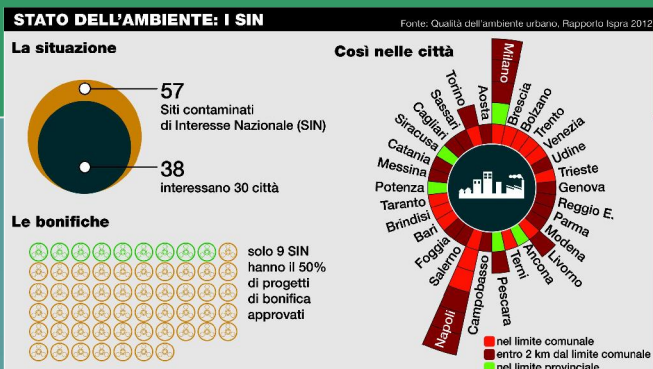
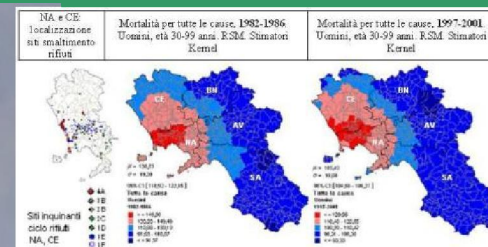
# PARADOSSO FINALE



**CONTRADDIZIONE TRA D.LGS. 152/2006 E D.LGS. 81/2008**



# SENZA PAROLE...







**Grazie dell'attenzione!**

**Dr. Ernesto Russo**  
**CONTARP-INAIL Campania**  
**[er.russo@inail.it](mailto:er.russo@inail.it); [ernst.rus@libero.it](mailto:ernst.rus@libero.it)**  
**081.7784240**

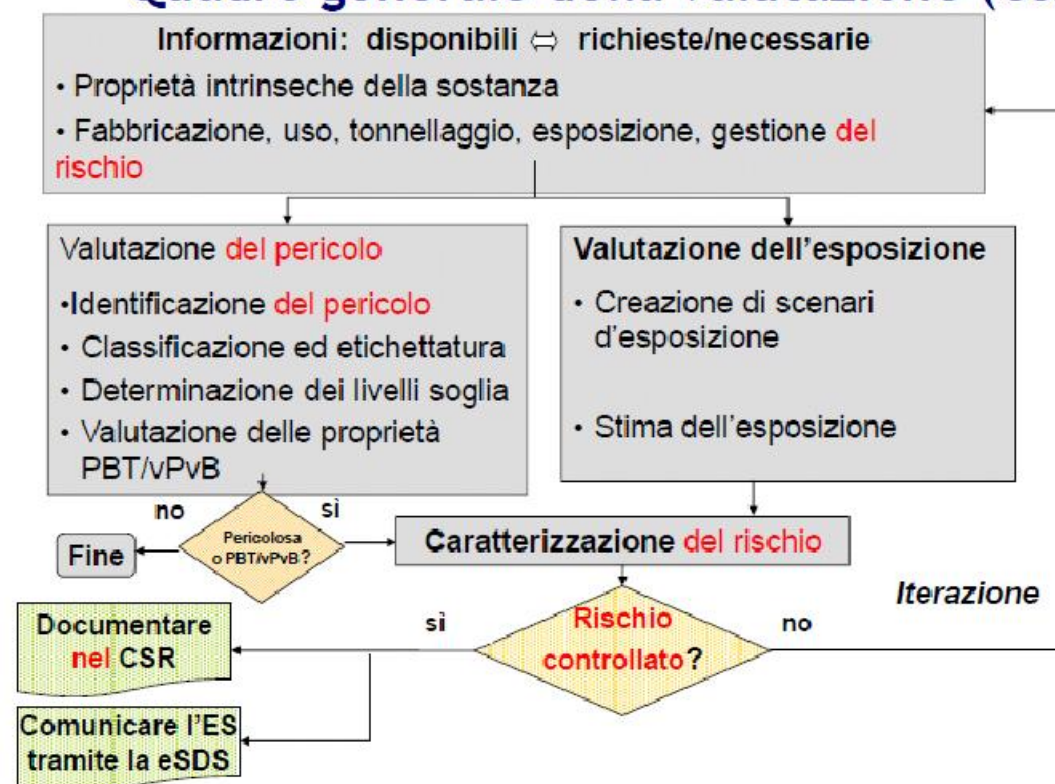




# Altri valori di riferimento per i lavoratori: REACH e CSA

All'interno del REACH la CSA, per le sostanze prodotte o importate in quantitativi pari o superiori a 10 t/a è lo strumento per assicurare che tutti i rischi sono identificati e sotto controllo ed è il procedimento che identifica e descrive le condizioni in base alle quali la produzione e l'uso di una sostanza è considerato sicuro

## Quadro generale della valutazione (CSA) [ECHA, 2009]



PBT = sostanza persistente, bio-accumulabile e tossica;

vPvB = sostanza ad alta persistenza e alta tendenza alla bioaccumulazione;

CSR = relazione sulla sicurezza chimica;

ES = scenario d'esposizione;

eSDS = scheda di dati di sicurezza estesa.

## ALTRI VALORI DI RIFERIMENTO PER I LAVORATORI: REGOLAMENTO REACH E CSA

Livelli di soglia (livelli di non effetto) per l'esposizione, al di sotto dei quali sono considerati essere controllati i rischi per la salute umana e l'ambiente. Per quanto riguarda gli effetti sulla salute:

- ✓ Il ***Derived no- effect level (DNEL)*** è il livello di esposizione alla sostanza sopra il quale l'uomo non dovrebbe essere esposto e misura il potenziale della sostanza di causare effetti avversi alla salute variabile in funzione del modello di esposizione della sostanza, generalmente definito dalla combinazione dei seguenti elementi:
  - la popolazione che ha la probabilità di essere esposta al prodotto chimico, es: **lavoratori**, consumatori o l'uomo esposto tramite l'ambiente (in alcuni casi possono esser presi in considerazione specifici sottogruppi vulnerabili come i bambini o le donne incinte);
  - la frequenza e la durata dell'esposizione, es: esposizione singola o continua per otto ore;
  - la via di esposizione: **dermica, inalatoria od orale**.

$$DNEL_{scen.spec.} = \frac{NOAEL_{corr}}{AF1 * AF2 * ... * AF_n} = \frac{NOAEL_{corr}}{AF} \quad [ECHA, 2010]$$



## ALTRI VALORI DI RIFERIMENTO PER I LAVORATORI: REGOLAMENTO REACH E CSA

Nel caso di sostanze con effetti cancerogeni, come è noto, non è in generale possibile individuare alcun livello soglia di sicurezza e, quindi, qualsiasi dose, anche molto bassa, può presentare un rischio per lo sviluppo di effetti cancerogeni. In tali casi, secondo il REACH, se i dati lo permettono, può comunque essere individuato un valore semi-quantitativo, noto come *Derived Minimal Effect Level (DMEL)*.

- ✓ I valori DMEL rappresentano livelli di esposizione dove la probabilità che l'effetto identificato come avverso capiti in una popolazione sia sufficientemente basso da essere non preoccupante.
- ✓ Non vi è una definizione specifica a livello di normativa UE sul rischio di cancerogenesi considerato socialmente “tollerabile”, ma *in generale il livello di rischio cancerogeno generalmente considerato tollerabile è pari a  $10^{-5}$  per i lavoratori e  $10^{-6}$  per la popolazione*
- ✓ I DMEL possono essere usati nel processo di caratterizzazione del rischio allo stesso modo dei DNEL, ma i “dose-descriptor” in tal caso sono derivati da studi di coorte o di casi-controllo che riportano il Rischio Relativo o parametri comparabili ai fini di un'associazione dose-risposta quali il Rapporto Standardizzato di Mortalità (SMR) od il rapporto standardizzato di incidenza (SIR).

# CONFRONTO TRA LIMITI DI ESPOSIZIONE OCCUPAZIONALI E DN(M)EL

SPECIE CHIMICA	Occupational Exposure Limit OEL [mg/m <sup>3</sup> ]	DN(M)EL lavoratori, effetti sistemici, esposizione a lungo termine per inalazione [mg/m <sup>3</sup> ]	Tipo OEL	Tipo DN(M)EL	Cancerogenicità (Mutagenicità o Tossicità per le cellule germ.)
Mercurio	2,50E-02	2,00E-02	TLV-TWA	DNEL	Repr 1B (inorg)
Piombo tetraetile	1,00E-01	5,80E-04	TLV-TWA	DNEL	-
Benzene	3,25E+00	3,20E+00	D.Lgs. 81/2008	DMEL	Carc 1A
Etilbenzene	4,42E+02	7,70E+01	D.Lgs. 81/2008	DNEL	-
Toluene	1,92E+02	1,92E+02	D.Lgs. 81/2008	DNEL	-
Xileni	2,21E+02	7,70E+01	D.Lgs. 81/2008	DNEL	-
Cloruro di vinile	7,77E+00	7,70E+00	D.Lgs. 81/2008	DMEL	Carc 1A
Diclorometano	1,74E+02	3,53E+02	TLV-TWA	DNEL	Carc.2
Tetracloroetilene (PCE)	1,72E+02	1,38E+02	TLV-TWA	DNEL	Carc.2
Tricloroetilene (TCE)	5,47E+01	5,47E+01	TLV-TWA	DNEL	Carc 1B
1,2-Dicloroetano	4,12E+01	6,60E+00	TLV-TWA	DMEL	Carc 1B
1,1-Dicloroetilene	2,00E+01	4,00E+00	TLV-TWA	DNEL	Carc.2
1,2,3-Tricloropropano	6,00E+01	7,96E-03	TLV-TWA	DMEL	Carc 1B
Cloroformio	1,00E+01	2,50E+00	D.Lgs. 81/2008	DNEL	Carc.2
1,2-Dibromoetano	8,00E-01	5,00E-04	SMAK tedesco (TLV-TWA non stabilito)	DMEL	Carc 1B
Nitrobenzene	1,00E+00	7,00E-02	D.Lgs. 81/2008	DNEL	Carc.2
Monoclorobenzene	2,30E+01	2,30E+01	D.Lgs. 81/2008	DNEL	-
n-esano	7,20E+01	7,50E+01	D.Lgs. 81/2008	DNEL	-

**IMPORTANTE SOTTOLINEARE CHE:**

➤ **I DNEL NON HANNO VALORE LEGALE MA COSTITUISCONO UN RIFERIMENTO NELLE SITUAZIONI IN CUI NON SI HANNO VALORI CON CUI CONFRONTARE LE MISURE DI ESPOSIZIONE (COME AD ESEMPIO NEL CASO DI ESPOSIZIONE DERMICA);**

➤ **IL REACH NON SOSTITUISCE IL D.LGS. N.81/2008 E S.M.I.**

# CONFRONTO TRA LIMITI DI ESPOSIZIONE OCCUPAZIONALI E DN(M)EL

