



Dipartimento Ambiente e
Connessa Prevenzione
Primaria



Dipartimento di
Prevenzione
AULSS 12 Veneziana

INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

Dipartimento Installazioni di Produzione e
Insediamenti Antropici



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto

Protocollo per il monitoraggio dell'aria indoor/outdoor ai fini della valutazione dell'esposizione inalatoria nei siti contaminati

Sito di Venezia – Porto Marghera

Settembre 2014

Elaborato da:

D.ssa Loredana Musmeci (ISS)

Ing. Simona Berardi (INAIL)

D.ssa Eleonora Beccaloni (ISS)

Ing. Elisabetta Bemporad (INAIL)

D.ssa Federica Scaini (ISS)

D.ssa Maria Gregio (AULSS 12 Veneziana)

Dott. Gaetano Settimo (ISS)

Dott. Gianmaria Formenton (ARPAV)

Premessa

Lo scopo del presente lavoro è quello di definire una procedura e dei criteri atti a verificare il livello di rischio sanitario per le Sostanze Volatili (SV) di natura organica e inorganica, in cui rientrano i Composti Organici Volatili (COV) e il Mercurio (Hg) volatile totale, nel caso in cui risulti necessario prevedere l'attivazione di specifiche campagne di monitoraggio della qualità dell'aria indoor e outdoor (ad esempio: quando il soil-gas non è campionabile a causa delle specifiche condizioni idrogeologiche del sito). Tale procedura è finalizzata esclusivamente alla valutazione e gestione del rischio sanitario per la popolazione potenzialmente esposta. Per gli aspetti di protezione ambientale e per le connesse modalità di intervento si rimanda a quanto previsto dal D.L.gs. 152/2006 e s.m.i.

Il presente documento è stato elaborato per il Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Porto Marghera, si ritiene comunque che possa essere un utile riferimento per qualsiasi altro sito contaminato da SV, o potenzialmente tale.

Introduzione

La migrazione delle SV dal suolo, dal sottosuolo e dalla falda in ambienti indoor e outdoor può alterare la qualità dell'aria indoor e/o outdoor. Le attività di monitoraggio e la valutazione dell'esposizione inalatoria sono le procedure idonee per quantificare il rischio e per individuare le misure necessarie a ridurre la presenza degli inquinanti nell'ambiente. L'inalazione di SV provenienti dal suolo insaturo e/o dalle acque di falda in ambienti indoor, rispetto a quella outdoor, può essere considerata la modalità espositiva maggiormente critica.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) classifica i Composti Organici in 4 gruppi (molto volatili, volatili, semivolatili, materiale particolato) in base ai punti di ebollizione. Secondo tale classificazione sono considerati COV i composti con punti di ebollizione compresi nel limite inferiore di 50-100°C e limite superiore di 240-260 °C.

Nella nostra normativa, il D.Lgs. 152/06 alla Parte V, all'art. 268 riporta "Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera, al Titolo I – Prevenzione e limitazione delle emissioni in atmosfera di impianti e attività,– Tra le definizioni al punto II) esplicita come composto organico volatile (COV): qualsiasi composto organico che abbia a 293,15 K una pressione di vapore di 0,01 kPa o

superiore, oppure che abbia una volatilità corrispondente in condizioni particolari di uso. Per cui Il termine “volatile” sta ad indicare la capacità che queste sostanze chimiche hanno ad evaporare facilmente a temperatura ambiente.

Sempre nel già citato D.L.gs. 152/06 all’ Allegato 5 della Parte IV-*Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati* Titolo V-*Bonifica di siti contaminati*, sono riportati i valori limite per 52 COV potenzialmente presenti nel suolo e nel sottosuolo e nelle acque sotterranee.

Per quanto riguarda la qualità dell’aria ambiente, l’attuale riferimento normativo è il D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155 *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa*, che ha aggiornato la normativa nazionale sulla qualità dell’aria abrogando una serie di decreti precedenti. Tra gli inquinanti normati dal D.Lgs è presente unicamente il benzene che presenta un valore limite di riferimento sul lungo termine (media annuale).

Per l’aria indoor, in ambito normativo italiano non sono presenti valori di riferimento finalizzati alla tutela della salute umana. In assenza di riferimenti nazionali, possono essere utilizzati i riferimenti reperiti nella letteratura scientifica [OMS, 2010] o nella normativa di altri paesi europei ed extra europei oppure, per analogia, quelli relativi all’aria ambiente [Settimo, 2013].

Campo di applicazione

La procedura proposta si ritiene applicabile, con i dovuti distinguo, nel caso di uso del suolo residenziale/ricreativo o industriale/commerciale, per i lavoratori potenzialmente soggetti a rischio di esposizione inalatoria da SV non connesse con la propria attività lavorativa (es. uffici pubblici e privati, centri commerciali, negozi, bar, ristoranti, cinema, ecc.) , ma bensì provenienti dal suolo e/o dalla falda sottostante il sito. In tali casi si ritiene che non possano essere applicati i limiti di esposizione professionale presenti negli Allegati XXXVIII e XLIII del D.L.gs, 81/08 s.m.i., ma che i riferimenti da utilizzare quali valori guida/di riferimento da porre a confronto con i dati ottenuti dai campionamenti personali/ambientali, sia in ambienti indoor che outdoor, siano i valori reperiti nella letteratura scientifica o nella normativa di altri paesi europei ed extra europei, oppure, per analogia, quelli relativi all’aria ambiente. Quanto detto comprende anche i casi in cui l’ambiente di lavoro è assimilabile ad un ambiente di vita (es.

ospedali, scuole, uffici pubblici e privati, caserme, alberghi, banche, ecc.). Riguardo a tali ambienti è possibile fare riferimento all'Accordo Stato-Regioni, pubblicato nella Gazz. Uff. del 27/09/2001 n. 276, concernente "Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati".

La procedura proposta nel presente documento, invece non è utilizzabile per le valutazioni legate alla salute e sicurezza dei lavoratori impegnati nelle attività di cantiere, nelle attività di bonifica o di messa in sicurezza del sito contaminato in cui si utilizzano i valori limite di esposizione professionale presenti negli Allegati XXXVIII e XLIII del D.L.gs 81/08 s.m.i.

Procedura

La procedura sviluppata è finalizzata esclusivamente alla tutela sanitaria dei recettori umani coinvolti e in ottemperanza a quanto stabilito all'art.5, comma 1, lettera f) dell'Accordo di Programma per la bonifica e la riqualificazione ambientale del Sito di Interesse Nazionale di Venezia – Porto Marghera e aree limitrofe, sottoscritto il 16/04/2012, dove viene richiesta una procedura per la "*valutazione del rischio sanitario, basata su misurazioni delle effettive emissioni in atmosfera di inquinanti presenti nei suoli e nelle acque di falda*". Tale procedura si articola in strategie di monitoraggio e tecniche di campionamento, studio dei livelli di fondo del sito e stima del rischio sanitario attraverso una procedura di valutazione del rischio diretta.

Strategie di Monitoraggio

Le attività di rilevamento sul campo sono finalizzate ad accertare i livelli ambientali e a valutare l'effettiva esposizione dei bersagli alla contaminazione di un suolo, insaturo e/o saturo, per inalazione di SV. Si tratta quindi di agire con una strategia integrata che permetta di raccogliere una serie di campioni della matrice aria in posizioni rappresentative sia dal punto di vista spaziale che temporale e che tengano conto delle effettive esposizioni da parte dei frequentatori delle aree.

Per definire la strategia di monitoraggio negli ambienti di vita e di lavoro, quest'ultimi se assimilabili con quelli di vita [Accordo Stato-Regioni, 2001] è possibile fare riferimento a quanto contenuto nel documento [ISS, 2013], e ai riferimenti presenti nel

D.L.gs. 155/2010 e s.m.i. Per tutti gli altri ambienti di lavoro, vale invece quanto contenuto nel D.Lgs. 81/2008 s.m.i..

Nel seguito sono riportate alcune indicazioni che si è ritenuto opportuno fornire in considerazione del fatto che l'esposizione a SV è legata alla contaminazione del suolo e che la destinazione d'uso del sito può essere di tipo industriale.

In accordo con quanto contenuto nel Protocollo operativo per la caratterizzazione dei siti per Porto Marghera (2013), le modalità con cui condurre il monitoraggio dovranno essere concordate con le Autorità competenti.

Tipologia di campionamento

Il campionamento di aria in ambienti indoor e outdoor può essere effettuato a mezzo di:

- Campionatore personale: dispositivo applicato alla persona che raccoglie campioni di aria nella zona di respirazione.
- Campionatore ambientale d'area statico: dispositivo posizionato in un punto fisso (quindi non applicato ad una persona) che raccoglie campioni nella zona di interesse.

Nel caso specifico molto spesso risulta complesso effettuare dei campionamenti personali, tanto più se la destinazione d'uso del sito è di tipo residenziale. Quindi, anche se non si esclude la possibilità di effettuare tale tipo di campionamento, nel seguito si farà riferimento ad un campionamento di tipo ambientale.

Il numero di campionamenti è strettamente correlato con l'estensione e con le caratteristiche della sorgente di contaminazione.

Per gli **ambienti outdoor**, è opportuno prevedere un campionamento per ogni area omogenea di contaminazione, e comunque lo stesso si ritiene essere rappresentativo per un'area avente un'estensione fino a 2500 m² (50 m x 50 m), che rappresenta l'area minima di esposizione al di sotto della quale non si può ragionevolmente supporre che il recettore possa permanere per tutta la durata di esposizione [APAT, 2008]. Nel caso di aree omogenee di rilevanti dimensioni (indicativamente > 5 ha) la selezione dei punti di campionamento può avvenire in base a criteri ragionati, tali comunque da garantire la rappresentatività del monitoraggio per l'intera area omogenea.

Nei casi di contaminazione da idrocarburi, per i quali è ipotizzabile aspettarsi rimarchevoli gradienti di concentrazione, si consiglia un interesse tra i punti di

campionamento minore (ad esempio da 10 a 20 m). Per l'individuazione delle aree omogenee di contaminazione è possibile far riferimento alla suddivisione in sub-aree del sito effettuata per l'applicazione della procedura di analisi di rischio. I criteri per effettuare tale suddivisione sono comunque descritti nel documento [APAT, 2008].

I campionatori debbono essere posizionati nei punti di maggior rischio espositivo, ossia in corrispondenza sia dei punti in cui è stata riscontrata la massima contaminazione del suolo, sia nei luoghi più rappresentativi per presenza dei bersagli, o in aree che possano presentare una significatività particolare dal punto di vista ambientale e di esposizione della popolazione. Un ulteriore campionatore deve essere posizionato in un'area caratterizzata dall'assenza di sorgenti locali.

Per gli **ambienti indoor**, se si tratta di un edificio, generalmente non è necessario investigare tutti i suoi ambienti, ma è opportuno individuare l'area più rappresentativa e a maggior rischio espositivo, posizionata al piano terra. Se sono presenti locali interrati o seminterrati sarà opportuno prevedere un campionamento negli stessi.

La durata del singolo campionamento deve essere uguale alla frequenza giornaliera di esposizione. In generale si ha che:

- Nei siti ad uso del suolo residenziale la durata del campionamento è opportuno sia pari a 24 ore.
- Nei siti ad uso del suolo ricreativo la durata di campionamento può essere stabilita caso per caso in relazione alla effettiva durata dell'esposizione dei bersagli alla contaminazione. In assenza di informazioni sito specifiche, a titolo cautelativo, è possibile assumere tale parametro pari a 24 ore.
- Nei siti ad uso del suolo industriale/commerciale, la durata di campionamento può essere stabilita caso per caso in relazione alla effettiva durata dell'esposizione dei bersagli alla contaminazione. In assenza di informazioni sito specifiche, a titolo cautelativo, è possibile assumere tale parametro pari a 24 ore.

La durata minima della singola campagna di misura, al fine di determinare le concentrazioni ambientali, deve essere pari a 5-14 giorni [ISS, 2013].

La durata complessiva del monitoraggio deve essere rappresentativa del tempo associato al valore di riferimento, qualora esistente (OMS, USEPA, ecc., vedi Allegato

B) e in particolare deve essere rappresentativa di tutte le possibili condizioni espositive, con particolare riguardo a quelle più critiche. Anche in relazione a quanto riportato di seguito, si ritiene opportuno eseguire come minimo una campagna di misura nella stagione calda e una nella stagione fredda. Questo al fine di poter valutare eventuali variazioni stagionali dovute a condizioni meteorologiche e/o legate alla variabilità dei cicli delle attività civili (riscaldamenti, flussi di traffico, ecc.). Sulla base dei primi risultati ottenuti dal programma di monitoraggio, può essere utile aggiornare il programma di sorveglianza ambientale intensificando la periodicità delle campagne di misura.

Livello di fondo del sito

Una problematica rilevante ai fini delle misure in campo è rappresentata dalla possibile presenza di contaminanti provenienti da sorgenti diverse rispetto al suolo insaturo e/o alla falda. I livelli di contaminazione dovuti a tali sorgenti sono generalmente rilevabili e potrebbero persino superare il contributo specifico derivante dal suolo contaminato.

Nel presente documento si intende per “Livello di fondo del sito” il valore di concentrazione in aria che tiene conto dei contributi dovuti alle sorgenti emissive, con l’esclusione del contributo proveniente dal suolo, saturo e/o insaturo, potenzialmente contaminato.

Per la determinazione del livello di fondo del sito è comunque innanzitutto opportuno prendere in considerazione esclusivamente i contaminanti rilevati nel sito in sede di caratterizzazione e/o ad essi correlabili.

Alcune importanti informazioni sui livelli di fondo per diversi inquinanti in ambienti indoor sono presenti nel documento OMS *guidelines for indoor air quality: selected pollutants*, mentre un database di concentrazioni di fondo di diversi inquinanti in edifici residenziali, è stato realizzato dall’EPA [USEPA 2011a].

Nel caso degli ambienti indoor, le principali fonti interne sono determinate dall’uomo e dalle sue attività, dall’utilizzo di strumenti di lavoro quali stampanti, plotter e fotocopiatrici, dai materiali da costruzione, dagli arredi, dai prodotti per la pulizia e la manutenzione, dall’uso di colle, adesivi, solventi, dai processi di combustione, e dalla presenza di sistemi di trattamento dell’aria. Nell’Appendice B del doc [ISS, 2013] è

riportato un elenco dei principali COV che possono essere presenti negli ambienti indoor con alcune caratteristiche chimiche.

Nel caso di siti industriali, le sostanze contaminanti rilevate nelle matrici ambientali possono essere correlate ai cicli produttivi, ma possono anche derivare da situazioni di contaminazione pregresse e/o esterne al sito. Nel primo caso, può anche accadere che l'apporto delle attività condotte sul sito sia superiore a quello derivante dalle matrici ambientali (suolo, sottosuolo, acque sotterranee). E' quindi fondamentale individuare e differenziare, ove possibile, tali contributi.

Tecniche di campionamento

I metodi di campionamento non vengono differenziati per ambito (outdoor o indoor), ciò deriva dalla necessità di ricorrere alle tecniche di volta in volta più adeguate e disponibili. In Allegato A si riportano oltre ai metodi di campionamento anche i relativi Limiti di quantificazione (LoQ).

I metodi di campionamento e di determinazione analitica, in generale, si ritiene che debbano essere validati a livello nazionale e/o internazionale. In tale ambito è possibile fare riferimento ai seguenti documenti/standard:

- “Strategie di monitoraggio dei COV in ambiente indoor” predisposto dal “Gruppo di Studio Nazionale sull’Inquinamento Indoor dell’ISS” <http://www.iss.it/binary/iasa/cont/tredici4web.pdf>;
- Appendice S “Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati” rev.2 del marzo 2008;
- Metodi UNI EN, NIOSH, OSHA, EPA;
- D.L.gs. 155/2010, D.L.gs. 250/2012 e D.L.gs. 81/2008.

Stima del rischio cancerogeno

Il rischio cancerogeno per la via di esposizione inalatoria è espresso dalla seguente equazione:

$$\text{Risk} = \text{IUR} \cdot \text{EC}$$

dove:

- **IUR**: ”Inhalation Unit Risk” espressa in $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$,

- **EC:** “Concentrazione di esposizione” espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

A sua volta la concentrazione di esposizione viene definita dalla seguente equazione:

$$\text{EC} = (\text{CA} \cdot \text{ET} \cdot \text{EF} \cdot \text{ED}) / \text{AT}$$

dove

- **CA:** concentrazione del contaminante in aria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- **ET:** tempo di esposizione (ore/giorno),
- **EF:** frequenza d’esposizione (giorni/anno),
- **ED:** durata d’esposizione (anni),
- **AT:** tempo sul quale l’esposizione è mediata (tutta la vita in anni x 365 giorni/anno x 24 ore/giorno).

Stima del rischio cancerogeno per sostanze genotossiche

In accordo con i documenti USEPA 2005 e EFH 2011, per le sostanze cancerogene che agiscono attraverso un’azione genotossica, si raccomanda di considerare il fattore di aggiustamento (ADAF) in funzione dell’età del bersaglio potenzialmente esposto.

I fattori di aggiustamento ADAF sono pari a:

- 10 per un’età compresa fra 0 e 2 anni;
- 3 per un’età compresa fra 2 e 16 anni;
- 1 per un’età maggiore di 16 anni (adulto).

Per quanto detto, il rischio cancerogeno per la via di esposizione inalatoria, è espresso dalla seguente equazione:

$$\text{Risk} = \text{IUR} \cdot \text{EC} \cdot \text{ADAF}$$

dove:

- **IUR:** “Inhalation Unit Risk” espressa in $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$,
- **EC:** “Concentrazione di esposizione” espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
- **ADAF:** fattore di aggiustamento dipendente dall’età.

A sua volta la concentrazione di esposizione viene definita dalla seguente equazione:

$$\text{EC} = (\text{CA} \cdot \text{ET} \cdot \text{EF} \cdot \text{ED}) / \text{AT}$$

dove

- **CA:** concentrazione del contaminante in aria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- **ET:** tempo di esposizione (ore/giorno),
- **EF:** frequenza d'esposizione (giorni/anno),
- **ED:** durata d'esposizione (anni),
- **AT:** tempo sul quale l'esposizione è mediata (tutta la vita in anni x 365 giorni/anno x 24 ore/giorno).

Stima del rischio tossico

Il rischio tossico o "Indice di rischio" per la via di esposizione inalatoria viene calcolato mediante la seguente equazione:

$$\mathbf{HQ = EC / (Toxicity Value \cdot 1000 \mu\text{g}/\text{mg})}$$

dove

- **EC:** "Concentrazione di esposizione" espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
- **Toxicity Value:** valore di tossicità per inalazione che nel caso specifico è dato dalla Reference Concentration (**RfC**) espressa in mg/m^3 .

La concentrazione di esposizione è data da

$$\mathbf{EC = (CA \cdot ET \cdot EF \cdot ED) / AT}$$

dove

- **CA:** concentrazione del contaminante in aria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- **ET:** tempo di esposizione (ore/giorno).
- **EF:** frequenza d'esposizione (giorni/anno).
- **ED:** durata d'esposizione (anni).
- **AT:** tempo sul quale l'esposizione è mediata (ED in anni · 365 giorni/anno · 24 ore/giorno)

Nella Tabella 1 sono rappresentati i valori di esposizione da usare nel calcolo del rischio

Tab. 1 - Fattori di esposizione utilizzati

FATTORI DI ESPOSIZIONE (EF)	Simbolo	Unità di Misura	Residenziale		Com/Ind	Ricreativo	
			Adulto	Bambino	Adulto	Adulto	Bambino
Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene	ATc	anni	70	70	70	70	70
Tempo medio di esposizione per le sostanze non cancerogene	ATn	anni	24	6	25	24	6
Durata di esposizione	ED	anni	24	6	24	24	6
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno	350	350	350	350	350
Tempo di esposizione	ET	ore/giorno	24	24	8	3	3
Fattore di aggiustamento per sostanze cancerogene e mutagene	ADAF	[adim.]	1	3-10 (*)	1	1	3-10 (*)

(*) Secondo Exposure Factor Handbook del 2011, il fattore di aggiustamento è da assumersi pari a 10 per la fascia di età 0 - <2, pari a 3 per la fascia di età 2 - <16 e pari a 1 per gli adulti

Nella Tab. 2 sono riportati i fattori di esposizione indicativi per alcuni specifici scenari e possono essere variati secondo l'effettiva esposizione dei soggetti presenti nell'area in studio.

Tab. 2 – Scenari e Fattori di esposizione da utilizzare nelle formule di calcolo

Scenari	Fattori di esposizione		
	ED (anni)	EF (giorni/anno)	ET (ore/giorno)
Abitazioni			
<i>Adulti</i>	30	350	24
<i>Bambini</i>	6	350	24
Scuole			
<i>Bambini*</i>	Specifico dipende dalla Fascia di età e dal tipo di scuola		
<i>Lavoratori</i>	30	250	8
Uffici			
<i>Adulti(Fruitori)</i>	Specifico dipende dal tipo di ufficio		
<i>Lavoratori</i>	30	250	8
Alberghi			
<i>Adulti</i>	30	30	24
<i>Bambini</i>	6	15	24
<i>Lavoratori</i>	30	250	8
Attività ricreative e sociali			
<i>Adulti</i>	30	150	3
<i>Bambini</i>	6	150	3
<i>Lavoratori</i>	30	250	8

BIBLIOGRAFIA

ISS (2013) Rapporto ISTISAN 13/04 “Strategie di monitoraggio dei Composti Organici Volatili (COV) in ambiente indoor”, a cura del Gruppo di Studio Nazionale sull’Inquinamento Indoor dell’ISS.

Settimo G. Inquinamento dell’aria in ambienti confinati: orientamenti e valutazioni in campo nazionale e comunitario. In Rapporti ISTISAN 2013/39. *Workshop. Problematiche relative all’inquinamento indoor: attuale situazione in Italia. Istituto Superiore di Sanità. Roma, 25 giugno 2012. Atti* Fuselli S, Musmeci L, Pillozzi A, Santarsiero A, Settimo G per il Gruppo di Studio Nazionale sull’Inquinamento Indoor (Ed.). Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2013.

World Health Organization. WHO *guidelines for indoor air quality: selected pollutants*. WHO Regional Publications. Copenhagen: WHO; 2010. URL: http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf.

Criteri e strumenti per la valutazione e la gestione del rischio chimico negli ambienti di lavoro ai sensi del D.Lgs. n.81/2008 e s.m.i. (Titolo IX, Capo I “Protezione da Agenti Chimici” e Capo II “Protezione da Agenti Cancerogeni e Mutageni”), alla luce delle ricadute del Regolamento (CE) n. 1907/2006 (Registration Evaluation Authorisation Restriction of Chemicals - REACH), del Regolamento (CE) n. 1272/2008 (Classification Labelling Packaging - CLP) e del Regolamento (UE) n. 453/2010 (recante modifiche all’Allegato II del Regolamento CE 1907/2006 e concernente le disposizioni sulle Schede di dati di sicurezza). 2012 Commissione Consultiva Permanente per la Salute e Sicurezza sul Lavoro Comitato 9 – Sottogruppo “Agenti Chimici”.

ISPRA (2008). Criteri metodologici per l’applicazione dell’analisi assoluta di rischio ai siti contaminati (revisione 2).

USEPA (2011) Exposure Factor Handbook, EPA/600/R-09/052F, September 2011 <http://www.epa.gov/ncea/efh/pdfs/efh-complete.pdf>.

Accordo Stato-Regioni del 27/09/2001 tra il Ministero della salute, le regioni e le province autonome sul documento concernente: “Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati”. Pubblicato nella Gazz. Uff. 27 novembre 2001, n. 276, S.O.

“Accordo di programma per la bonifica e la riqualificazione ambientale del Sito di Interesse Nazionale di Venezia – Porto Marghera e aree limitrofe” (2012).

Protocollo operativo per la caratterizzazione dei siti del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e dell’accordo di programma per la chimica di Porto Marghera (Revisione ai sensi dell’Accordo di programma del 16/04/2012 – art. 5, comma 3) (2013).

ALLEGATO A

Elenco indicativo dei metodi adeguati all'applicazione della procedura; l'eventuale adozione di metodi alternativi a quelli sotto elencati dovrà garantire gli stessi, o superiori, livelli prestazionali.

Analita	Metodo di campionamento	Metodo di analisi	Limite di quantificazione
Inorganici gassosi			
Mercurio	UNI EN 15852:2010 NIOSH 6009, OSHA 140	UNI EN 15852:2010	10 ng/m ³
Aromatici			
Benzene	EPA TO15 1999 UNI EN 14662-2:2005 UNI EN 14662-4:2005 Unichim MU 1576: 2001 EPA TO17: 1999 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 UNI EN ISO 16000-5:2007 UNI EN 14662 parti 1, 2, 3, 4, 5-2005	EPA TO15: 1999 UNI EN 14662-2:2005 UNI EN 14662-4:2005 Unichim 1576: 2001 EPA TO17: 1999 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 ISO 16000-6:2004 UNI EN 14662 parti 1, 2, 3, 4, 5-2005	0,5 µg/m ³
Stirene	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 UNI EN ISO 16000-5:2007	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 ISO 16000-6:2004	0,5 µg/m ³
Toluene	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 UNI EN ISO 16000-5:2007	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 ISO 16000-6:2004	0,5 µg/m ³

(*) Per le sostanze oggetto del protocollo, ad eccezione per il campionamento del Mercurio gassoso totale, non sono riportati i metodi NIOSH – OSHA perché nati per l'applicazione in ambito lavorativo/industriale.

Analita	Metodo di campionamento	Metodo di analisi	Limite di quantificazione
Alifatici clorurati (*)			
Cloruro di vinile	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 Unichim MU 1576: 2001 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 Unichim MU 1576: 2001 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004	0,3 µg/m ³
Tricloroetilene	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 Unichim MU 1576: 2001 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 UNI EN ISO 16000-5:2007	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 Unichim MU 1576: 2001 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 ISO 16000-6:2004	0,3 µg/m ³
Alifatici clorurati cancerogeni (*)			
1,2 Dicloroetano	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 Unichim MU 1576: 2001 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 UNI EN ISO 16000-5:2007	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 Unichim MU 1576: 2001 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 ISO 16000-6:2004	0,1 µg/m ³
Diclorometano	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 Unichim MU 1576: 2001 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 UNI EN ISO 16000-5:2007	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 Unichim MU 1576: 2001 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 ISO 16000-6:2004	0,1 µg/m ³
Tetracloroetilene	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 Unichim MU 1576: 2001 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 UNI EN ISO 16000-5:2007	EPA TO15: 1999 EPA TO17: 1999 Unichim MU 1576: 2001 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 ISO 16000-6:2004	0,1 µg/m ³
Idrocarburi alifatici (*)			
ÓC5-C8	EPA TO15: 1999 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 UNI EN ISO 16000-5:2007	MassDEP APH 2009 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 ISO 16000-6:2004	50 µg/m ³
ÓC9-C12	EPA TO15: 1999 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 UNI EN ISO 16000-5:2007	MassDEP APH 2009 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 ISO 16000-6:2004	50 µg/m ³
ÓC9-C10	UNI EN 15549:2008 EPA TO15: 1999 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 UNI EN ISO 16000-5:2007 UNI EN ISO 16000-12:2008	UNI EN 15549:2008 MassDEP APH 2009 UNI EN ISO 16017-1:2002 UNI EN ISO 16017-2:2004 ISO 16000-6:2004 UNI EN ISO 16000-12:2008	30 µg/m ³

ALLEGATO B

Parametri di riferimento

Nel presente Allegato sono riportati parametri quantitativi di riferimento da utilizzare per la stima del rischio:

- valori di *Reference Concentration* (RfC) definiti dall'U.S. EPA. La RfC, concentrazione di riferimento, rappresenta la stima dell'esposizione giornaliera della popolazione umana, inclusi sottogruppi sensibili, per l'intero arco della vita, che si prevede sia priva di effetti dannosi. La RfC viene generalmente espressa in mg/m^3 ;
- valori di *Inhalation Unit Risk* (IUR), parametro proposto dall'U.S. EPA, definito come il limite superiore di rischio di cancro stimato, per tutta la vita, derivante da una continua esposizione a un contaminante, presente nell'aria, ad una concentrazione $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La IUR viene espressa in $[\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$

Per le sostanze volatili presenti nell'Allegato 5 della Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06, sono riportati il numero CAS, la classificazione europea (secondo quanto definito dal CLP), la classificazione IARC, i parametri tossicologici di riferimento (Reference Concentration [RfC_i], Inhalation Unit Risk [IUR]).

	Numero CAS	Class. UE	Class. IARC	Rif.	IUR [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ⁻¹	Rif.	RfC ₁ [mg/m^3]	Rif.
Mercurio	7439-97-6	Repr. 1B H360D*** Acute Tox. 2 * H330 STOT RE 1 H372** Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	3 (mercurio e composti del mercurio inorganico)	Monographs 58 (1993)			3,00E-04	1
Benzene	71-43-2	Flam. Liq. 2 H225 Carc. 1A H350 Muta. 1B H340 STOT RE 1 H372** Asp. Tox. 1 H304 Eye Irrit. 2 H319 Skin Irrit. 2 H315	1	Monographs 100F (2012)	7,80E-06	1	3,00E-02	1
Etilbenzene	100-41-4	Flam. Liq. 2 H225 Acute Tox. 4 * H332	2B	Monographs 77 (2000)	2,50E-06	1	1,00E+00	1
Stirene	100-42-5	Flam. Liq. 3 H226 Acute Tox. 4 * H332 Eye Irrit. 2 H319 Skin Irrit. 2 H315					1,00E+00	1
Toluene	108-88-3	Flam. Liq. 2 H225 Repr. 2 H361d*** Asp. Tox. 1 H304 STOT RE 2 * H373** Skin Irrit. 2 H315 STOT SE 3 H336	3	Monographs 71 (1999)			5,00E+00	1
<i>m</i> -Xilene	108-38-3	Flam. Liq. 3 H226 Acute Tox. 4 * H332 Acute Tox. 4 * H312 Skin Irrit. 2 H315					1,00E-01	1
<i>o</i> -Xilene	95-47-6	Flam. Liq. 3 H226 Acute Tox. 4 * H332 Acute Tox. 4 * H312 Skin Irrit. 2 H315					1,00E-01	1
<i>p</i> -Xilene	106-42-3	Flam. Liq. 3 H226 Acute Tox. 4 * H332 Acute Tox. 4 * H312 Skin Irrit. 2 H315					1,00E-01	1
1,1,2-Tricloroetano	79-00-5	Carc. 2 H351 Acute Tox. 4 * H332 Acute Tox. 4 * H312 Acute Tox. 4 * H302	3	Monographs 71 (1999)	1,60E-05	1	2,00E-04	1
1,1-Dicloroetilene	75-35-4	Flam. Liq. 1 H224 Carc. 2 H351 Acute Tox. 4 * H332	3	Monographs 71 (1999)			2,00E-01	1
1,2,3-Tricloropropano	96-18-4	Carc. 1B H350 Repr. 1B H360F*** Acute Tox. 4 * H332 Acute Tox. 4 * H312 Acute Tox. 4 * H302	2A	Monographs 63 (1995)			3,00E-04	1
1,2-Dicloroetano	107-06-2	Flam. Liq. 2 H225 Carc. 1B H350 Acute Tox. 4 * H302 Eye Irrit. 2 H319 STOT SE 3 H335 Skin Irrit. 2 H315	2B	Monographs 71 (1999)	2,60E-05	1	7,00E-03	1
1,2-Dicloropropano	78-87-5	Flam. Liq. 2 H225 Acute Tox. 4 * H332 Acute Tox. 4 * H302	3	Monographs 71 (1999)			4,00E-03	1
Clorometano	74-87-3	Carc. 2 H351 Flam. Gas 1 H220 Press. Gas STOT RE 2 * H373**	3	Monographs 71 (1999)	1,80E-06		9,00E-02	1

	Numero CAS	Class. UE	Class. IARC	Rif.	IUR [µg/m³]⁻¹	Rif.	RfC₁ [mg/m³]	Rif.
Cloruro di vinile	75-01-4	Press. Gas Flam. Gas 1 H220 Carc. 1A H350	1	Monographs 100F (2012)	4,40E-06	1	1,00E-01	1
Diclorometano	75-09-2	Carc. 2 H351	2B	Monographs 71 (1999)	1,00E-08	1	6,00E-01	1
Tetracloroetilene (PCE)	127-18-4	Carc. 2 H351 Aquatic Chronic 2 H411	2A	Monographs 63 (1995)	2,60E-07	1	4,00E-02	1
Tricloroetilene	79-01-6	Carc. 1B H350 Muta. 2 H341 Eye Irrit. 2 H319 Skin Irrit. 2 H315 STOT SE 3 H336 Aquatic Chronic 3 H412	2A	Monographs 63 (1995)	4,10E-06	1	2,00E-03	1
Triclorometano	67-66-3	Carc. 2 H351 Acute Tox. 4 * H302 STOT RE 2 * H373** STOT RE 2 * H373** Skin Irrit. 2 H315	2B	Monographs 73 (1999)	2,30E-05	1	9,80E-02	1
1,1,1-Tricloroetano	71-55-6	Acute Tox. 4 * H332 Ozone EUH059	3	Monographs 71 (1999)			5,00E+00	1
1,2-Dicloroetilene (miscela)	540-59-0	Flam. Liq. 2 H225 Acute Tox. 4 * H332 Aquatic Chronic 3 H412					6,00E-02	1
1,2-Dibromoetano	106-93-4	Carc. 1B H350 Acute Tox. 3 * H331 Acute Tox. 3 * H311 Acute Tox. 3 * H301 Eye Irrit. 2 H319 STOT SE 3 H335 Skin Irrit. 2 H315 Aquatic Chronic 2 H411	2A	Monographs 71 (1999)	6,00E-04	1	9,00E-03	1
Bromodiclorometano	75-27-4		2B	Monographs 71 (1999)	3,70E-05	1		
Cloronitrobenzeni	100-00-5	Carc. 2 H351 Muta. 2 H341 Acute Tox. 3 * H331 Acute Tox. 3 * H311 Acute Tox. 3 * H301 STOT RE 2 * H373** Aquatic Chronic 2 H411					6,00E-04	1
Nitrobenzene	98-95-3	Carc. 2 H351 Repr. 2 H361F*** Acute Tox. 3 * H331 Acute Tox. 3 * H311 Acute Tox. 3 * H301 STOT RE 1 H372** Aquatic Chronic 2 H411	2B	Monographs 65 (1996)	4,00E-05	1	9,00E-03	1
1,2,4-Triclorobenzene	120-82-1	Acute Tox. 4 * H302 Skin Irrit. 2 H315 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410					2,00E-03	1
1,2-Diclorobenzene	95-50-1	Acute Tox. 4 * H302 Eye Irrit. 2 H319 STOT SE 3 H335 Skin Irrit. 2 H315 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	3	Monographs 73 (1999)			2,00E-01	1
1,4-Diclorobenzene	106-46-7	Carc. 2 H351 Eye Irrit. 2 H319 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2B	Monographs 73 (1999)	1,10E-05	1	8,00E-01	1

	Numero CAS	Class. UE	Class. IARC	Rif.	IUR [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ⁻¹	Rif.	RfC ₁ [mg/m^3]	Rif.
Esaclorobenzene	118-74-1	Carc. 1B H350 STOT RE 1 H372** Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2B	Monographs 79 (2001)	4,60E-04	1		
Monoclorobenzene	108-90-7	Flam. Liq. 3 H226 Acute Tox. 4 * H332 Aquatic Chronic 2 H411					5,00E-02	1
Fenolo	108-95-2	Muta. 2 H341 Acute Tox. 3 * H331 Acute Tox. 3 * H311 Acute Tox. 3 * H301 STOT RE 2 * H373** Skin Corr. 1B H314	3	Monographs 71 (1999)			2,00E-01	1
<i>m</i> -Metilfenolo	108-39-4	Acute Tox. 3 * H311 Acute Tox. 3 * H301 Skin Corr. 1B H314					6,00E-01	1
<i>o</i> -Metilfenolo	95-48-7	Acute Tox. 3 * H311 Acute Tox. 3 * H301 Skin Corr. 1B H314					6,00E-01	1
<i>p</i> -Metilfenolo	106-44-5	Acute Tox. 3 * H311 Acute Tox. 3 * H301 Skin Corr. 1B H314					6,00E-01	1
2,4,6-Triclorofenolo	88-06-2	Carc. 2 H351 Acute Tox. 4 * H302 Eye Irrit. 2 H319 Skin Irrit. 2 H315 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2B ma sotto la voce Policlorofenoli e loro Sali di sodio	Monographs 71 (1999)	3,10E-06	1		
Pentaclorofenolo	87-86-5	Carc. 2 H351 Acute Tox. 2 * H330 Acute Tox. 3 * H311 Acute Tox. 3 * H301 Eye Irrit. 2 H319 STOT SE 3 H335 Skin Irrit. 2 H315 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2B ma sotto la voce Policlorofenoli e loro Sali di sodio	Monographs 71 (1999)	5,10E-06	1		
Anilina	62-53-3	Carc. 2 H351 Muta. 2 H341 Acute Tox. 3 * H331 Acute Tox. 3 * H311 Acute Tox. 3 * H301 STOT RE 1 H372** Eye Dam. 1 H318 Skin Sens. 1 H317 Aquatic Acute 1 H400			1,60E-06	1	1,00E-03	1
DDD	72-54-8				6,90E-05	1		
DDE	72-55-9				9,70E-05	1		
α -esaclorocicloesano	319-84-6	Carc. 2 H351 Acute Tox. 3 H301 Acute Tox. 4 * H312 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2B	Sup 7 (1987)	1,8E-03	1		
β -esaclorocicloesano	319-85-7				5,3E-04	1		
Acrilamide	79-06-1	Carc. 1B H350 Muta. 1B H340 Repr. 2 H361f*** Acute Tox. 3 * H301 STOT RE 1 H372** Acute Tox. 4 * H332 Acute Tox. 4 * H312 Eye Irrit. 2 H319 Skin Irrit. 2 H315 Skin Sens. 1 H317	2A	Monographs 60 (1994)	1,00E-04	1	6,00E-03	1

	Numero CAS	Class. UE	Class. IARC	Rif.	IUR [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ⁻¹	Rif.	RfC ₁ [mg/m^3]	Rif.
MTBE	1634-04-4	Flam. Liq. 2 H225 Skin Irrit. 2 H315	3	Monographs 73 (1999)			3,00E+00	1
ETBE	637-92-3						3,00E-01	2
Idrocarburi leggeri C _≤ 12							2,00E-01	---
Idrocarburi (Classificazione TPHCWG)								
Alifatici C5-C6 [b]							6,7E-01 - 1,8E+01	2
Alifatici >C6-C8 [b]							6,7E-01 - 1,8E+01	2
Alifatici >C8-C10							5,00E-01	2
Alifatici >C10-C12							5,00E-01	2
Alifatici >C12-C16							5,00E-01	2
Aromatici >C7-C8							1,90E+00	2
Aromatici >C8-C10							2,00E-01	2
Aromatici >C10-C12							2,00E-01	2
Aromatici >C12-C16							2,00E-01	2
Idrocarburi (Classificazione MADEP)								
Alifatici C5-C8							2,00E-01	3
Alifatici C9-C18							2,00E-01	3
Aromatici C9-C10							5,00E-02	3
Aromatici C11-C22							5,00E-02	3
<p>(1) [EPA - Region 9, 2013] US Environmental Protection Agency, Toxicity and chemical/physical properties for Regional Screening level (RSL) of Chemical Contaminants at Superfund Sites, http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/, 2013/11/1</p> <p>(2) [Texas, 2012] Texas Commission on Environmental Quality, Toxicity and chemical/physical properties for the protective concentration levels (PCLs) in the Texas Risk Reduction Program, http://www.tceq.state.tx.us/remediation/trrp/trrppcls.html, 2012/11/1</p> <p>(3) [MADEP, 2002] Massachusetts Department of Environmental Protection, Characterizing Risks posed by Petroleum Contaminated Sites: Implementation of the MADEP VPH/EPH Approach Policy WSC-02-411, 2002</p>								