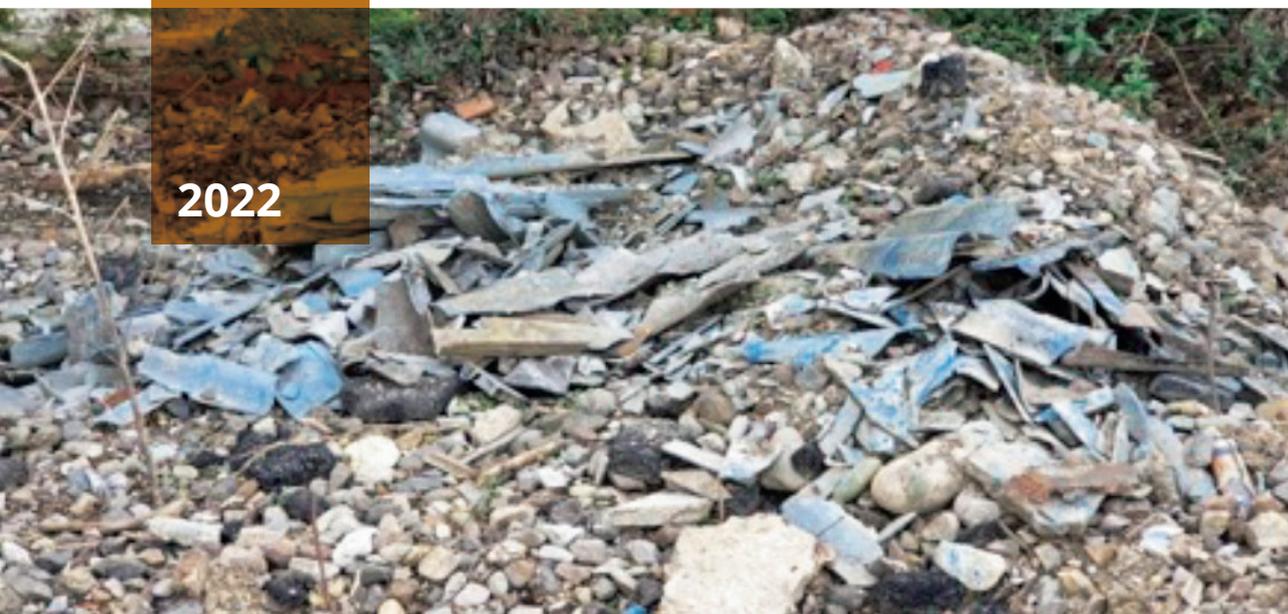


# GESTIONE IN SICUREZZA DI SUOLI CONTAMINATI DA AMIANTO DI ORIGINE ANTROPICA

**INAIL**

**2022**



**COLLANA RICERCHE**





# GESTIONE IN SICUREZZA DI SUOLI CONTAMINATI DA AMIANTO DI ORIGINE ANTROPICA

**INAIL**

**2022**

## **Pubblicazione realizzata da**

### **Inail**

Dipartimento innovazioni tecnologiche  
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

### **Coordinamento scientifico**

Federica Paglietti, Sergio Malinconico

### **Autori**

Federica Paglietti<sup>1</sup>, Sergio Malinconico<sup>1</sup>, Sergio Bellagamba<sup>1</sup>, Paolo De Simone<sup>1</sup>,  
Girolamo Belardi<sup>2</sup>, Ivano Lonigro<sup>3</sup>, Daniele Taddei<sup>3</sup>, Crescenzo Massaro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Inail-Dit

<sup>2</sup> Cnr-Igag, Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria - Area della Ricerca di Roma 1

<sup>3</sup> Sapienza Università di Roma, Dicma - dottorandi 35° ciclo

### **Collaborazioni**

Sergio Clarelli, *Presidente Assoamianto*

Sabino Rosato, Leonardo Aquaro, *Serveco Srl- associata Assoamianto*

Davide Cattaneo, *Tecnologie industriali & ambientali SpA- associata Assoamianto*

Roberto Raffaele, *TB Teseco Bonifiche- associata Assoamianto*

Alberto Righi, *ATS Valpadana - Mantova*

Marco Giangrasso, *Ispra*

### **per informazioni**

**Inail** - Dipartimento innovazioni tecnologiche  
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici  
via Roberto Ferruzzi, 38/40 - 00143 Roma  
dit@inail.it  
**www.inail.it**

© **2022 Inail**

ISBN 978-88-7484-721-1

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nelle pubblicazioni, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.

Le pubblicazioni vengono distribuite gratuitamente e ne è quindi vietata la vendita nonché la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

## Premessa

Il Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti prodotti ed insediamenti antropici svolge attività di ricerca orientata allo sviluppo di procedure, metodologie, approcci, sistemi e dispositivi per la tutela dei lavoratori, la sicurezza delle attività produttive, degli impianti, delle attrezzature e degli ambienti di vita.

Con l'obiettivo di armonizzare, condividere e divulgare corrette procedure sicurezza, mitigare i rischi e diffondere una cultura della prevenzione vengono pubblicati opuscoli e manuali operativi contenenti indicazioni di riferimento per specifici settori lavorativi, rivolti a tutti gli attori della sicurezza.

Nell'ambito delle attività di ricerca svolte sulla tematica del rischio amianto, è stato prodotto il presente documento tecnico nel quale vengono indicati processi operativi per l'analisi e la gestione in sicurezza di suoli ad accertata contaminazione da amianto di origine antropica.

Si riscontrano infatti a scala nazionale situazioni di contaminazione derivante dalla presenza nel suolo/sottosuolo/materiale di riporto di materiale contenenti amianto in matrice cementizia, determinata da attività antropiche pregresse, illecite, o da fenomeni naturali estremi.

Le relative attività di gestione del suolo contaminato in cantiere e in laboratorio finalizzate alla determinazione della concentrazione dell'inquinante presente, non risultano ancora sufficientemente normate e pongono tuttora significative problematiche.

Obiettivo del lavoro è fornire strumenti gestionali specifici volti ad accrescere il livello di sicurezza nei cantieri di messa in sicurezza e bonifica di siti contaminati da amianto e fornire informative, basate su leggi, circolari, norme tecniche e linee guida, per il miglioramento delle misure di prevenzione contro i rischi professionali in presenza di materiali contenenti amianto.

Carlo De Petris  
*Direttore del Dipartimento innovazioni  
tecnologiche e sicurezza degli impianti,  
prodotti e insediamenti antropici*



# Indice

<b>Le attività dell’Inail Dit sul rischio amianto</b>	<b>7</b>
<b>Introduzione</b>	<b>9</b>
<b>Contesto di riferimento</b>	<b>18</b>
<b>1. Quadro normativo</b>	<b>21</b>
<b>2. La gestione di suoli contaminati da amianto di origine antropica</b>	<b>26</b>
<b>3. Iter procedurale da adottare per suoli/terreni con concentrazioni di amianto potenzialmente basse (caso C)</b>	<b>33</b>
3.1 Flow-chart 1A	36
3.1 Flow-chart 1B	37
3.2 Flow-chart 2	68
3.3 Flow-chart 3	71
3.4 Flow-chart 4	76
<b>4. Procedure di sicurezza, dispositivi di protezione, controlli</b>	<b>79</b>
4.1 Suoli/terreni con contaminazione accertata > ai valori limiti normativi (casi A e B)	79
4.2 Suoli/terreni con concentrazioni di amianto potenzialmente basse (caso C)	96
<b>5. Conclusioni</b>	<b>107</b>
<b>Allegato 1</b>	
Relazione utilizzata per il calcolo del peso del campione rappresentativo del lotto considerato, in funzione della dimensione massima dei grani presenti nel suolo/terreno	110

<b>Allegato 2</b>	
Linee guida generali da adottare per la corretta gestione delle attività di bonifica da amianto nei siti di interesse nazionale (sin)	117
<b>Allegato 3</b>	
Gruppo di studio del ministero della salute per la ricerca delle fibre asbestiformi nelle acque e nei suoli dei siti inquinati da attività antropiche	125
<b>Frequently asked questions (Faq)</b>	132
<b>Riferimenti normativi</b>	134
<b>Ringraziamenti</b>	137
<b>Bibliografia</b>	138
<b>Riferimenti alle immagini</b>	139
<b>Elenco degli acronimi</b>	140

## Le attività dell'Inail Dit sul rischio amianto

Il Dit si occupa, attraverso l'attività svolta nel Laboratorio VII, dello sviluppo di metodi, procedure e modelli per valutare il rischio dovuto alla presenza, negli ambienti di lavoro e di vita, di sostanze pericolose rilasciate da materiali e processi legati alle attività produttive. Inoltre, procede all'individuazione di misure per il contenimento del rischio, la protezione dei lavoratori e la salvaguardia delle comunità residenti. Specifica attenzione è rivolta alla problematica amianto, attraverso lo svolgimento di ricerche sia di tipo istituzionale che scientifico che conducono alla predisposizione, congiuntamente a Pubbliche amministrazioni, Enti di ricerca ed Università, di documenti tecnici di riferimento su scala nazionale ed internazionale. Detti elaborati, manuali tecnici, linee guida, buone prassi, sono volti ad assicurare l'armonizzazione, l'efficacia, l'efficienza e l'omogeneità dei sistemi di prevenzione e protezione dei lavoratori e della loro gestione nel territorio nazionale, nonché il loro continuo aggiornamento in coerenza con il quadro normativo nazionale ed internazionale. Essi sono rivolti agli operatori del settore, alle aziende e agli altri stakeholders, con l'obiettivo di tutelare i lavoratori esposti, gli ambienti di vita e le matrici ambientali e di fornire un supporto tecnico-scientifico per le PPAA e le imprese che porti ad interventi sempre più qualificati, omogenei ed integrati con le nuove tecnologie.

L'attività, che prevede interventi di ordine preventivo con un'attenzione specifica alla formazione ed alle competenze dei lavoratori, si espleta attraverso:

- l'individuazione, congiuntamente ad altre PPAA di siti contaminati da amianto e alla valutazione del loro grado di rischio, ai fini del relativo inserimento in Piani di bonifica a scala nazionale e regionale;
- l'elaborazione di Istruzioni operative contenenti l'indicazione di corrette procedure di bonifica per la tutela dei lavoratori e degli ambienti di vita soprattutto per situazioni ad elevata criticità (Siti da bonificare di interesse nazionale (Sin) e Siti da bonificare di interesse regionale (Sir) e in condizioni non convenzionali, emergenziali o di vacanza normativa);
- contributi tecnico-scientifici in supporto al legislatore e alle Amministrazioni pubbliche ed Autorità giudiziarie, anche attraverso la partecipazione a riunioni tecniche/conferenze dei servizi/procedimenti a scala nazionale e regionale;
- sopralluoghi ispettivi e specifiche campagne di monitoraggio ambientale atte ad individuare le concentrazioni dell'amianto presenti nei suoli, nei rifiuti, nell'aerodisperso, nelle acque superficiali e profonde, e realizzazione di specifiche mappature georiferite;
- attività di ricerca per la rilevazione, studio e mappatura di situazioni di rischio

di origine antropica e naturale, anche mediante l'utilizzo di tecniche di telerilevamento con sensoristica multibanda;

- attività di formazione, informazione per i lavoratori addetti al settore e per i vari Organi tecnici delle pubbliche amministrazioni (formazione delle Aziende Unità Sanitarie Locali (Ausl), uffici tecnici locali, Organi di vigilanza (Ov), etc.).

Al fine di incidere positivamente sul fenomeno delle malattie professionali correlate all'amianto sono state elaborate Linee guida, Buone prassi ed Istruzioni operative che risultano di riferimento a scala nazionale ed internazionale, disponibili sul sito web istituzionale.

In tale complessivo contesto si è colta la necessità di realizzare il presente elaborato, inerente strumenti operativi per la gestione di suoli ad accertata contaminazione da amianto di origine antropica, con l'obiettivo di fornire una descrizione dello stato attuale previsto dalla normativa vigente e delle principali prassi da seguire nelle diverse fasi lavorative, diffondendo le conoscenze tecnico-specifiche di settore. Esse sono state elaborate sulla base delle numerose esperienze acquisite con l'avanzamento di numerosi interventi in campo già realizzati, di numerosi pareri tecnici emessi dagli Enti Scientifici Nazionali e del confronto in riunioni tecniche e Conferenze di Servizi (nazionali e locali) con le Autorità di controllo regionali, sentiti altresì i massimi esperti del settore. Ciò al fine di mettere in campo una vera e propria strategia di contrasto alle esposizioni dirette o indirette all'amianto supportando i vari stakeholders e gli Ov competenti per territorio nelle azioni di prevenzione e sicurezza nei luoghi di lavoro.

È tuttavia fondamentale tenere presente che il presente elaborato è il frutto di una attività di ricerca e si propone dunque quale utile documento di riferimento che fornisce criteri generali ma non può sostituirsi ad una valutazione e gestione del rischio sito specifico, da integrare con la definizione di adeguate procedure di lavoro e di emergenza, attività di sorveglianza sanitaria, formazione, informazione ed addestramento degli operatori e quant'altro previsto dalle normative vigenti.

In un quadro internazionale ed europeo in cui mancano norme comuni in materia di gestione di suoli contaminati da amianto, si può pervenire a livelli di operatività che uniscano convenienza sociale, ambientale ed economica compatibili con elevati standard di sicurezza solo attraverso la condivisione dei saperi, il confronto multidisciplinare, la crescita culturale e tecnico-scientifica collettiva nonché il raccordo tra l'accademia, gli Enti pubblici, i professionisti e la società civile.

## Introduzione

Negli ultimi anni la cronaca ha portato alla ribalta la problematica amianto evidenziando diverse situazioni di criticità sanitarie ed ambientali. Secondo la normativa italiana (d.lgs. 81/2008 e s.m.i.), con il termine generico amianto si individuano alcuni minerali silicatici fibrosi di origine naturale, sfruttati commercialmente (Crisotilo, Crocidolite, Amosite, Tremolite, Antofillite e Actinolite). Dal punto di vista mineralogico, non esiste un gruppo di minerali chiamati amianti (termine commerciale), ma esistono varie forme minerali di silicati idrati afferenti alla serie degli anfiboli e dei serpentini, che si distinguono sulla base della loro composizione chimica e delle loro caratteristiche morfologiche (struttura fibrosa).

Dal dopoguerra risultano complessivamente prodotte in Italia circa tre milioni e ottocentomila tonnellate di amianto grezzo, con un'importazione di circa un milione e novecentomila tonnellate. Il successo commerciale, in particolare per i minerali Crisotilo, Crocidolite ed Amosite, è stato determinato dalle caratteristiche tecniche peculiari, definite "insuperabili", poiché nel contempo sono in grado di resistere al fuoco e al calore, all'azione di agenti chimici e biologici, all'abrasione e all'usura. Detti minerali risultano altresì facilmente filabili e possono essere tessuti. Sono dotati inoltre di proprietà fonoassorbenti e termoisolanti. Si legano facilmente con altre sostanze (calce, gesso, cemento) e con alcuni polimeri (gomma, Pvc, etc.). Alcune di queste proprietà sono anche elencate nella definizione merceologica del termine amianto o asbesto, identificato nel Dizionario di merceologia (1972) come quel "minerale che opportunamente preparato fornisce fibre utilizzate per essere filate e resistenti al calore, con sufficiente flessibilità, con elevata rigidità dielettrica ed elevata resistenza chimica". Le caratteristiche tecniche di tale sostanza, unitamente ad un costo contenuto, hanno portato alla realizzazione di diverse miscele, principalmente con cemento, plastiche, bitumi e vernici, ed alla lavorazione e produzione di oltre tremila tipologie di manufatti contenenti amianto con percentuali variabili tra il dieci e il novantotto per cento in peso.

Tali materiali sono stati impiegati principalmente nei settori della cantieristica navale, rotabili ferroviari, metallurgia, siderurgia, metalmeccanica, industria automobilistica, industria militare, industria del cemento-amianto, edilizia, zuccherifici, agricoltura, raffinerie (settore petrolifero), tessile e industria del vetro. L'attività industriale ebbe un notevole impulso in epoca post bellica, anni in cui l'amianto era considerato materiale strategico.

A seguito di numerosi studi epidemiologici che hanno dimostrato, già a partire dagli anni '60 del secolo scorso, la cancerogenicità di tali fibre, tutti i sopracitati minerali di amianto sono stati riconosciuti dall'Agenzia internazionale per la ricer-

ca sul cancro (IARC) come cancerogeni per l'uomo (Tabella 2). L'amianto è stato conseguentemente classificato dalla normativa europea in materia (Regolamento CE 1272/2008 inerente la "Classificazione, etichettatura ed imballaggio di sostanze e miscele" - Tabella 1) in:

- Categoria di pericolo 1A - nota per essere cancerogena per l'uomo, classificazione largamente dimostrata da evidenze umane;
- Categoria di pericolo STOT RE 1 - tossicità specifica per organi bersaglio, per esposizione ripetuta.

Le indicazioni di pericolo sono:

- H350: può provocare il cancro;
- H372: provoca danni agli organi in caso di esposizione prolungata e ripetuta.

**Tabella 1** - Classificazione EU-CLP per l'amianto

Numero della sostanza	Dati di identificazione internazionale	Numero CE	Numero CAS	Classificazione		Etichettatura		
				Codici di classe e di categoria di pericolo	Codici di identificazione e di pericolo	Pittogrammi, codici di avvertenza	Codici di identificazione di pericolo	Codici di identificazione di pericolo supplementari
650-013-00-6	asbestos	-	12001-28-4; 1332207-32-0; 12172-73-5; 77536-66-4; 77536-68-6; 77536-67-5; 12001-29-5.	Car. 1A STOT RE1	H 350, H 372 **	GHS08, Dgr	H350, H372 **	

**Tabella 2** - Classificazione IARC per l'amianto

CAS	Classificazione	Rif.	Anno	Note
1332-21-4; 77536-67-5*; 12172-73-5; 77536-66-4*; 12001-29-5; 12001-28-4; 77536-68-6*	Cancegoreno 1	14, Sup 7, 100C	2012	Anche le sostanze minerali (ad esempio talco o vermiculite) contenenti amianto dovrebbero essere considerate cancerogene per l'uomo. * la presenza di un asterisco indica che la registrazione riguarda una sostanza che il CAS non tratta nel suo normale indice.

**Tabella 3** - Classificazione della “Banca dati delle sostanze vietate (in restrizione o autorizzate)” del MiTE (vd. <http://bancasostanze.minambiente.it>)

Nome della sostanza, del gruppo di sostanze o della miscela	Numero CAS	Numero Indice	Allegato	Numero di Restrizione e Voce di autorizzazione	Normativa di riferimento	Normativa Specifica	Tipo Pericolo	Specificia Sostanza
Actinolite	77536-66-4	650-013-006	All. XVII	Restrizione 28 Restrizione 6	Reg (CE) 1907/2006	Reg. (CE) 52/2009 Reg. (UE) 09/2012 Reg. (UE) 26/2013 Reg. (UE) 018/675 Reg. (UE) 017/1510 Reg. (UE) 016/1005	Cancerogena (C) Categoria 1A	Fibra d'amianto
Crocidolite	12001-28-4	650-013-006	All. XVII	Restrizione 28 Restrizione 6	Reg (CE) 1907/2006	Reg. (CE) 552/2009 Reg. (UE) 109/2012 Reg. (UE) 126/2013 Reg. (UE) 2018/675 Reg. (UE) 017/1510 Reg. (UE) 2016/1005	Cancerogena (C) Categoria 1A	Fibra d'amianto
Tremolite	77536-68-6	650-013-006	All. XVII	Restrizione 28 Restrizione 6	Reg (CE) 1907/2006	Reg. (CE) 552/2009 Reg. (UE) 109/2012 Reg. (UE) 126/2013 Reg. (UE) 2018/675 Reg. (UE) 2017/1510 Reg. (UE) 2016/1005	Cancerogena (C) Categoria 1A	Fibra d'amianto
Antofillite	77536-67-5	650-013-006	All. XVII	Restrizione 28 Restrizione 6	Reg (CE) 1907/2006	Reg. (CE) 552/2009 Reg. (UE) 109/2012 Reg. (UE) 126/2013 Reg. (UE) 2018/675 Reg. (UE) 2017/1510 Reg. (UE) 2016/1005	Cancerogena (C) Categoria 1A	Fibra d'amianto
Crisotilo	12001-29-5, 132207-32-0	650-013-006	All. XVII	Restrizione 28 Restrizione 6	Reg (CE) 1907/2006	Reg. (CE) 552/2009 Reg. (UE) 109/2012 Reg. (UE) 126/2013 Reg. (UE) 2018/675 Reg. (UE) 2017/1510 Reg. (UE) 2016/1005	Cancerogena (C) Categoria 1A	Fibra d'amianto
Amosite	12172-73-5	650-013-006	All. XVII	Restrizione 28 Restrizione 6	Reg (CE) 1907/2006	Reg. (CE) 552/2009 Reg. (UE) 109/2012 Reg. (UE) 126/2013 Reg. (UE) 2018/675 Reg. (UE) 2017/1510 Reg. (UE) 2016/1005	Cancerogena (C) Categoria 1A	Fibra d'amianto

L'Italia ha dunque provveduto, tra le prime nazioni in ambito europeo ed internazionale, a mettere al bando l'amianto con la legge quadro 257/1992 e ad emanare norme tecniche di settore, volte alla tutela dei lavoratori e degli ambienti di vita. Sono stati stabiliti numerosi provvedimenti normativi ed applicativi volti, tra l'altro, a definire le modalità di censimento dei siti con presenza di amianto, di valutazione del rischio specifico, di gestione dei manufatti contenenti amianto, di attuazione degli interventi di bonifica, di gestione e smaltimento dei Rifiuti contenenti amianto (Rca), nonché la definizione dei valori limite per le matrici ambientali, aria acqua e suolo.

Tuttavia, le attività di caratterizzazione, campionamento, gestione del suolo contaminato e relative analisi non risultano ancora sufficientemente normate e pongono tuttora significative problematiche, correlabili alla complessità strutturale e

composizionale di tale matrice. Il suolo può risultare contaminato da amianto sia a causa di attività antropiche inquinanti (ex-stabilimenti di produzione del cemento amianto, fenomeni di abbandono in superficie o di interrimento di Rca, etc.) che di processi naturali di disgregazione di rocce contenenti amianto (c.d. Pietre verdi) in aree in cui tali litotipi insistono (*Natural Occurring Asbestos* - Noa). Fenomeni naturali quali l'erosione, il trasporto, il dilavamento delle superfici, o attività antropiche quali sbancamenti e attività di scavo/estrazione possono contribuire all'alterazione del suolo ed alla sua contaminazione con tali minerali.

La presenza di suoli/terreni contaminati da amianto è diffusa nel nostro Paese in maniera eterogenea, con hot-spot nelle aree industriali e nelle zone orogenetiche (Alpi e Appennini). Nella maggior parte dei casi, in ambito nazionale, si riscontrano situazioni di contaminazione derivante dalla presenza nel suolo/sottosuolo/materiale di riporto di materiale contenenti amianto (Mca) in matrice cementizia, determinata sia da attività antropiche pregresse (ex-stabilimenti del cemento amianto, stabilimenti industriali di varia natura, etc.) o illecite (se attuali), che da fenomeni naturali estremi (terremoti, trombe d'aria, alluvioni, etc.) che alterano o distruggono strutture con Mca disperdendo nel suolo/sottosuolo/materiale di riporto l'agente inquinante. Per i casi particolarmente critici lo Stato, attraverso il Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) e le regioni, è intervenuto autorizzando e finanziando interventi di risanamento ambientale, in particolar modo per ciò che concerne i Sin e i Sir. Ciò grazie anche al supporto consulenziale ed operativo degli Enti Scientifici Nazionali tra cui Ispra, Inail ed Iss. Sono state pertanto valutate, implementate, approvate e realizzate numerose procedure di caratterizzazione e bonifica di suoli/terreni contaminati da amianto; tra le più rilevanti si ricordano quelle riferite a:

- i Sin di Broni e Bagnoli, in cui sono stati rilevati layers di amianto puro ed Mca frantumati nei suoli/terreni di pertinenza degli ex-stabilimenti di produzione dell'ex-Eternit;
- i Sin di Balangero e Biancavilla, ascrivibili a siti Noa, in cui vi è stata estrazione a scopi commerciali di rocce e suoli/terreni contenenti amianto o contaminati da fibre asbesto-simili (Fluoro-edenite);
- il Sir del Fiume Sarno, in cui è stata rilevata una diffusa presenza di Mca frantumati, generati dall'alluvione del Maggio 1998, dispersi nei suoli/terreni e nei sedimenti del letto del fiume.

In questi ultimi anni sono stati compiuti grandi sviluppi tecnologici che hanno consentito di pervenire a significativi progressi nella fase di caratterizzazione dei suoli, condizione indispensabile per una corretta progettazione dei successivi interventi. Tuttavia persistono difficoltà nel portare a compimento in sicurezza le attività di gestione di suoli contaminati da amianto, sia per le complessità tecniche ed analitiche del settore che per difficoltà di interpretazione o sovrapposizione della normativa di settore, che afferisce per ciò che concerne la tutela dei lavoratori al d.lgs. 81/08 e per la tutela delle matrici ambientali (suolo-sottosuolo-acque) al d.lgs. 152/06.

Considerando l'elevato numero di aree del territorio nazionale interessate da suoli contaminati da amianto, si comprende quanto la loro gestione in sicurezza rivesta un ruolo strategico per la tutela della salute degli operatori coinvolti e per la salvaguardia degli ambienti di vita, anche in una ottica di riqualificazione del territorio e recupero di uso del suolo in aree compromesse, con positivi risvolti anche economici e normativi.

Sulla base delle esperienze fin qui maturate e tenuto conto della sempre maggiore frequenza di situazioni in cui si rinvenivano suoli/terreni contaminati da amianto o Mca, si è dunque reso necessario predisporre le presenti procedure operative volte ad evitare esposizioni indebite a tale agente cancerogeno.



**Figura 1:** Suolo con Mca; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 2:** Suolo con Mca; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 3:** Suolo con Mca; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 4:** Suolo con Mca; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 5:** Suolo con Mca; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 6:** Suolo con Mca; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 7:** Mca sul e nel suolo; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 8:** Mca sul e nel suolo; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 9:** Mca sul e nel suolo; vedi Riferimenti alle immagini

## Contesto di riferimento

Negli ultimi anni si è registrato un significativo incremento di consapevolezza sociale verso la cultura della sicurezza e dell'ambiente, richiedendo una sempre maggior dinamicità e velocità nella gestione delle risorse ambientali. Si registra dunque una continua richiesta di nuove strategie per la gestione in sicurezza delle matrici ambientali contaminate. La riqualificazione dei siti contaminati è regolamentata da dettami normativi indicati al titolo V, parte quarta, del d.lgs. n. 152/2006 e s.m.i, congiuntamente a quelli previsti nei decreti applicativi/tecnici emanati a seguito della l. n. 257/1992 e d.lgs. 81/2008.

Il d.lgs. n. 152/2006 e s.m.i, noto anche come Testo Unico Ambientale, disciplina gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati, definisce in armonia con i principi e le norme comunitarie le procedure, i criteri e le modalità per lo svolgimento delle operazioni necessarie per l'eliminazione delle sorgenti dell'inquinamento e comunque per la riduzione delle concentrazioni di sostanze inquinanti, tra cui anche l'amianto nei suoli. Nello specifico, la norma prevede che nel caso in cui si rinvenga presenza di amianto o Mca nel suolo il responsabile dell'area, dopo aver attuato le necessarie prime misure di prevenzione, provveda ad un'indagine preliminare e, ove accerti che il livello delle concentrazioni soglia di contaminazione (Csc) sia stato superato, provveda a darne immediata notizia alle Autorità competenti per territorio, nonché a presentare alle predette amministrazioni, entro trenta giorni, il piano di caratterizzazione (Pdc).

Sulla base delle risultanze della caratterizzazione, la norma prevede l'applicazione della procedura di analisi del rischio sito specifica per la determinazione delle concentrazioni soglia di rischio (Csr) e valutare la differenza tra le Csc e le CSR. Qualora gli esiti della procedura dell'analisi di rischio dimostrino che la concentrazione dei contaminanti presenti nel sito è superiore alle CSR, per definizione normativa (art. 240 d.lgs. n. 152/2006 e s.m.i), il sito è "contaminato".

Il soggetto responsabile deve quindi sottoporre alle amministrazioni competenti, ai fini dell'approvazione, il documento di analisi di rischio, la progettazione degli interventi di bonifica o di messa in sicurezza (operativa o permanente) e, ove necessario, le ulteriori misure di ripristino ambientale, al fine di minimizzare e ricondurre ad accettabilità il rischio derivante dalla contaminazione presente.

L'analisi di rischio sito specifica, prevista dal d.lgs. n. 152/2006 come strumento chiave per la definizione di un sito contaminato, non è però applicabile alla contaminazione da amianto come illustrato nel diagramma di flusso (Figura 10). Ciò a causa della sua struttura fibrosa e delle proprietà chimico-fisiche. Le sue fibre, attraverso processi naturali o antropici, possono essere rilasciate in acqua, suolo

e aria; attraverso quest'ultima matrice esse vengono trasportate anche a notevole distanza dalla sorgente prima di essere depositate.

Si evidenzia che il sollevamento delle fibre di amianto dal suolo e il loro successivo trasporto in atmosfera sono due fenomeni che non possono essere quantificati analiticamente. Tenuto conto della morfologia fibrosa che condiziona le caratteristiche fluido-dinamiche dei minerali di amianto, non si riesce ad effettuare simulazioni attendibili per carenza di efficaci modelli matematici e conseguentemente non è possibile utilizzare i comuni software per l'analisi del rischio (punto 6 nella Figura 10) sviluppati per gli altri inquinanti (particelle assimilate a sferiche).

Questo in quanto le fibre di amianto, a differenza di altri inquinanti, (ad esempio pesticidi, idrocarburi):

- non evaporano dal suolo all'aria (punto 1 nella Figura 10);
- non migrano significativamente attraverso il suolo (punto 2 nella Figura 10);
- non sono solubili in acqua (punto 2 nella Figura 10);
- non migrano significativamente attraverso le acque sotterranee (punto 3 nella Figura 10);
- non vengono assorbite dal corpo attraverso la pelle (punto 4 nella figura 1).

Si rappresenta altresì che non è stato ancora sufficientemente dimostrato da studi sulla popolazione e da esperimenti sugli animali il rischio per la salute umana causato dall'ingestione di tale sostanza (punto 5 nella Figura 10). Pertanto, allo stato attuale delle conoscenze, il principale rischio per la salute umana associato all'amianto è l'inalazione delle sue fibre aerodisperse.

Inoltre, risulta difficile individuare la sorgente primaria e determinare l'estensione e la profondità della contaminazione, spesso distribuita in maniera random nel sito indagato. Si evidenzia che la rimozione delle sorgenti primarie è essa stessa causa dell'insorgenza di potenziali situazioni di rischio per gli operatori e gli ambienti di vita limitrofi, determinata principalmente dalla manipolazione e rimozione dei rifiuti. Sulla base di quanto sopra esposto si registra una prassi consolidata in cui per tale parametro, la Csr si assume coincidente con la Csc.

In Figura 10 vengono messe in evidenza le restrizioni relative all'applicazione dell'analisi di rischio (sorgente, vie di migrazione, bersaglio) al contaminante amianto.

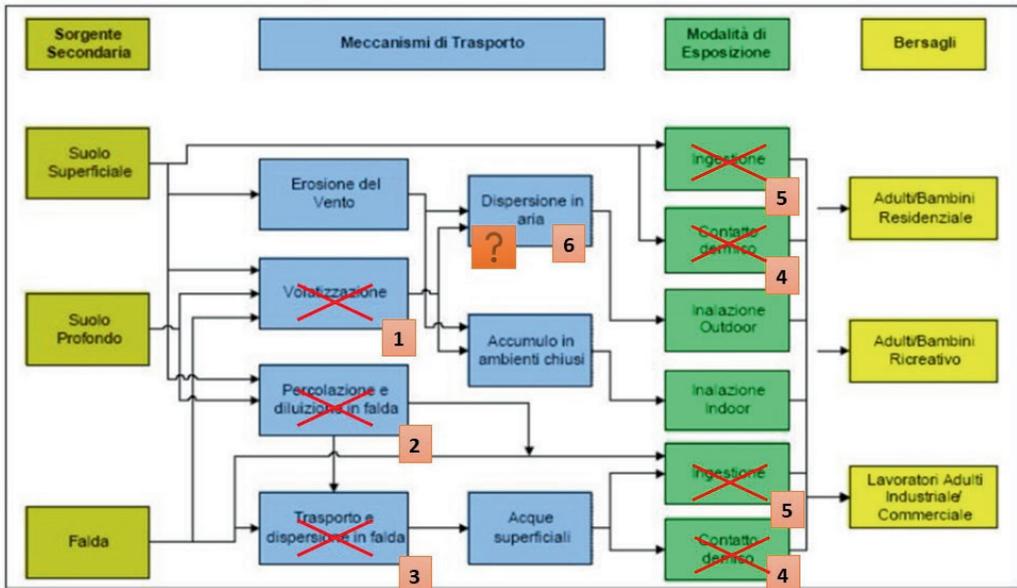


Figura 10: Modello del diagramma di flusso per l'analisi di rischio

Si ricorda infine che per il parametro amianto non esiste un valore di dose/soglia minima che definisca un livello di esposizione sotto il quale il rischio di malattia sia pari a zero. Da non confondere, tra le altre, con la relazione dose/risposta in quanto il rischio di contrarre la malattia è invece strettamente connesso con la durata e l'intensità dell'esposizione.

Quanto sopra riportato, evidenzia come il ricorso al solo d.lgs. n. 152/2006 e s.m.i, sia insufficiente a gestire in sicurezza gli interventi di riqualificazione di suoli contaminati da amianto, e sia invece indispensabile adottare procedure operative basate sul confronto ed interazione anche con le norme del Ministero della Salute e del Lavoro, nonché con le norme tecniche di standardizzazione nazionale ed internazionale (Uni, Cen, Iso, Astm, etc.).

Il presente lavoro, elaborato sulla base delle molteplici esperienze maturate dall'Inail Dit e dal Cnr nonché dal confronto con i maggiori esperti in materia, ha lo scopo di fornire un utile riferimento per gli operatori del settore. In particolare, si ritiene che esso possa risultare di supporto non solo per le aziende e relative associazioni di categoria, ma anche per gli Ov che contribuiscono significativamente e positivamente alla valutazione dei progetti (Piano di lavoro - Pdl) ed alla verifica della corretta esecuzione degli interventi.

## 1. Quadro normativo

Le attività di bonifica da amianto risultano di estrema complessità in quanto possono essere espletate in sicurezza solo rispettando i dettami indicati dall' articolato quadro legislativo nonché da norme tecniche (Uni, Cen, Iso, etc.), linee guida e buone prassi. Numerosi decreti di settore sono stati emanati dal Ministero del Lavoro per ciò che attiene la tutela dei lavoratori (A), dal Ministero della Salute per garantire la salubrità pubblica (B), dal Ministero della Transizione Ecologica per tutelare le matrici ambientali aria, acqua e suolo (C).

- A. La sicurezza nei luoghi di lavoro è una tematica d'incessante attualità che vede coinvolte differenti figure professionali con compiti e responsabilità definite dal testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro (d.lgs. 81/2008 e s.m.i. emanato dal Ministero del Lavoro). Tale decreto ha stabilito che la sicurezza nei luoghi di lavoro assume il carattere di requisito imprescindibile che occorre pianificare fin dalle fasi di progettazione degli interventi, in particolare nei casi in cui siano presenti più imprese.

Nello specifico il modello di sicurezza indicato dal D.lgs. 81/2008, non è incentrato esclusivamente sulla figura del Datore di Lavoro (DL) e dei titolari di posizioni di garanzia, ma è basato sull'apporto di diverse figure professionali che, partecipando e/o collaborando attivamente alla gestione della prevenzione e protezione dei lavoratori, contribuiscono al raggiungimento dell'obiettivo di rendere più sicuro l'ambiente di lavoro.

Per quanto riguarda la tutela dal rischio amianto nei luoghi di lavoro, si deve far riferimento ai criteri ed agli adempimenti stabiliti dal d.lgs. 81/2008 e s.m.i., e nello specifico al Titolo IX, capo III. In particolare, esso stabilisce di verificare nel tempo il mantenimento dei livelli di tutela previsti dalla valutazione aziendale dei rischi, effettuando opportune azioni di verifica e controllo. Tra queste si ritiene opportuno prevedere, secondo le modalità e le frequenze individuate nel Documento di valutazione dei rischi (Dvr), monitoraggi personali sugli operatori esposti. Si ricorda che il valore limite di esposizione per i lavoratori addetti ad attività di manutenzione, rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto, smaltimento e trattamento dei relativi rifiuti, nonché bonifica delle aree interessate, viene fissato in 0,1 fibre per centimetro cubo di aria, misurato come media ponderata nel tempo di riferimento di otto ore (articolo 254, comma 1).

Tale limite verrà più volte richiamato nel presente documento in riferimento alle attività di bonifica di suoli/terreni/materiali di riporto contaminati da

amianto ed in particolare per le fasi in cui i lavoratori si trovano a diretto contatto con i Rca (cernita, insaccamento, trasporto, smaltimento, etc.). I datori di lavoro devono provvedere affinché nessun lavoratore sia esposto a una concentrazione di amianto nell'aria superiore al valore limite.

- B. Per ciò che concerne la tutela della salute pubblica, si ricorda che la l. 257/1992 e s.m.i. ha stabilito numerosi dettami normativi ed applicativi volti, tra l'altro, a definire le modalità di censimento dei siti con presenza di amianto, di valutazione del rischio specifico, di gestione dei manufatti contenenti amianto, di attuazione degli interventi di bonifica, etc.. In particolare, l'articolo 1, comma 2, ha consentito l'utilizzo di materiali contenenti amianto ad uso civile e industriale per due anni dalla data di entrata in vigore della Legge. In conseguenza di ulteriori proroghe ed "interpretazioni" normative (Allegato 3 del d.m. 14/05/1996) l'utilizzo in deroga di tali manufatti è stato consentito fino all'emanazione del d.m. 14/12/2004, che ne ha vietato definitivamente il nuovo impiego, ferma restando la possibilità dell'utilizzo di quanto già in opera. Con il d.m. 06/09/1994, sono state definite per le strutture edilizie anche le metodologie tecniche per la valutazione del rischio<sup>1</sup>, il controllo, la manutenzione e la bonifica di materiali contenenti amianto ivi presenti. Detto decreto quindi non prende in esame situazioni specifiche, quali ad esempio rimozioni di Mca in ambiente outdoor, diversi dalle coperture. A tal proposito è stato emanato il d.m. 14/05/1996, nel quale vengono contemplati diversi casi di attività in presenza di amianto (bonifica di cassoni, tubazioni e siti industriali, scavo di pietre verdi, etc.), sia parziali che totali (bonifica di un solo lotto, rimozione di alcune porzioni, etc.); il relativo allegato dispone che i criteri di valutazione e di bonifica da prendere in considerazione, siano quelli indicati al punto 2<sup>1</sup> del d.m. 06/09/1994, da adattare alle particolari tipologie dei manufatti presi in esame. In proposito il d.m. 14/05/1996 richiama l'attenzione delle competenti amministrazioni sulla esigenza di programmare in tempi rapidi la progressiva e sistematica eliminazione dei manufatti contenenti amianto, sia in matrice friabile che compatta, via via che lo stato di manutenzione degli stessi e le circostanze legate ai vari interventi di ammodernamento delle strutture diano l'occasione per la dismissione.
- C. Per ciò che concerne la tutela dell'ambiente, sono state emanate diverse norme relative alla mappatura dei siti contaminati, alla gestione dei rifiuti e dei materiali provenienti da attività di scavo e alla definizione dei valori limite nelle diverse matrici ambientali. In merito alla possibile contaminazione da fibre di amianto delle matrici aria e suolo, che potrebbe generarsi a seguito del deterioramento dei materiali contenenti amianto, ci si trova a dover considerare diversi atti normativi. In relazio-

---

1 Punto 2 del d.m. 06/09/1994 - "Valutazione del rischio".

ne ai valori limite di esposizione in aria ambiente, si ricorda che per gli ambienti di vita out-door non esistendo un riferimento normativo è prassi consolidata l'adozione del valore di 1 f/l (fibra/litro), come indicato dall'Organizzazione mondiale della sanità (Oms) per esposizioni della popolazione (Air Quality Guidelines for Europe, 2000); ciò è altresì riportato nelle Linee guida IspeSl, oggi Inail, per la bonifica dei Sin, prescritte dal MiTE a tutte le regioni.

Per ciò che concerne la contaminazione dei suoli, il d.lgs. 152/2006 e s.m.i.<sup>2</sup>, fissa il valore limite in 1.000 mg/kg (0,1% in peso di amianto nella frazione secca di granulometria inferiore a 2 cm); tale valore scende, con il Decreto 46/2019, inerente il Regolamento relativo agli interventi di bonifica delle aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento, a 100 mg/kg (0,01%). Tali limiti, stabiliti dal legislatore a priori in analogia ad altri inquinanti, risultano tuttavia difficilmente misurabili con le strumentazioni analitiche commercialmente disponibili.

Per quanto riguarda la gestione delle terre e rocce da scavo, la normativa principale è rappresentata dal d.p.r. 120/2017, che ha riordinato e semplificato il settore recependo la Direttiva 2008/98/CE. Tale d.p.r. indica i criteri e i requisiti essenziali per la gestione dei rifiuti (deposito temporaneo) e il riutilizzo in situ dei materiali scavati per opere quali riempimenti e rilevati, oppure in altri cicli produttivi in qualità di sottoprodotti. Il d.p.r. fornisce, negli Allegati 1-4, indicazioni per la caratterizzazione delle terre e delle rocce (campionamento e analisi) in linea con la normativa ambientale sulla protezione del suolo (Titolo V Parte IV d.lgs. 152/2006). In particolare, l'amianto risulta inserito nel set analitico minimale (Tabella 4.1 Allegato 4), ovvero nei parametri obbligatori da ricercare ai fini della valutazione della qualità ambientale. Il riutilizzo delle terre e delle rocce da scavo può avvenire anche all'interno di cantieri di bonifica, a condizione che siano rispettati i parametri di concentrazione di amianto indicati dal d.lgs. 152/2006.

In merito alla possibile dispersione di fibre di amianto nell'acqua, si ricorda che il principale riferimento vigente è costituito dal d.lgs. 114/1995 relativo alle acque di scarico provenienti da impianti industriali e da operazioni di bonifica; il valore limite riportato è di 30 gr di materia totale in sospensione per metro cubo di effluente liquido scaricato (applicando il fattore di conversione per la matrice aria ivi indicato = 600 M di ff/l). Tale limite è riconosciuto dalla comunità scientifica come eccessivamente elevato e lo stesso decreto riporta la possibilità di fissare valori limite diversi, anche in relazione alla natura dei prodotti contenenti amianto presenti negli scarichi liquidi, ai sensi dell'articolo 3, comma 3 della l. 257/1992.

2 Le disposizioni in materia di bonifica non si applicano:

- a) all'abbandono dei rifiuti disciplinato dalla parte quarta del d.lgs. 152/2006 (in tal caso qualora, a seguito della rimozione, avvio a recupero, smaltimento dei rifiuti abbandonati o depositati in modo incontrollato, si accerti il superamento dei valori di attenzione, si dovrà procedere alla caratterizzazione dell'area ai fini degli eventuali interventi di bonifica e ripristino ambientale);
- b) agli interventi di bonifica disciplinati da leggi speciali, se non nei limiti di quanto espressamente richiamato dalle medesime o di quanto dalle stesse non disciplinato.

In merito alla classificazione e gestione dei rifiuti si può rappresentare che il già citato d.lgs. 152/2006 e s.m.i. stabilisce l'obbligo di iscrizione all'Albo nazionale dei gestori ambientali (Anga) in categoria 9 per la bonifica dei siti inquinati e 10 B<sup>3</sup>, per le imprese che svolgono attività di bonifica da amianto, ed in categoria 5<sup>4</sup> o 2 bis<sup>5</sup> per quelle che effettuano il trasporto dei rifiuti pericolosi, tra cui quelli di amianto generatisi da tali attività. Stabilisce altresì che un rifiuto deve essere classificato come pericoloso, ai sensi della Direttiva 2008/98/CE, qualora contenga "una sostanza riconosciuta come cancerogena (Categorie 1 o 2) in concentrazione  $\geq 0,1\%$ ". Poiché l'amianto è una sostanza di Categoria 1, tutti i rifiuti che ne contengono concentrazioni maggiori dello 0,1% devono essere classificati come speciali pericolosi. Si ricorda a tal proposito che tutti i rifiuti speciali vengono classificati come pericolosi quando rispondono ai criteri riportati all'Allegato I (caratteristiche di pericolo) alla parte IV del d.lgs. 152/2006 come sostituito dal d.lgs. 205/2010. Tutti i rifiuti speciali pericolosi e speciali non pericolosi, tra cui anche quelli contenenti amianto, sono quindi catalogati secondo la provenienza in un apposito elenco europeo rifiuti (Eer) definito a livello comunitario. Per quanto riguarda lo smaltimento dei rifiuti prodotti le norme di settore prevedono che i rifiuti di amianto o contenenti amianto possono essere conferiti a smaltimento definitivo in discarica:

- a) per rifiuti pericolosi, dedicata o dotata di cella dedicata;
- b) per rifiuti non pericolosi, dedicata o dotata di cella monodedicata:
  - per i rifiuti individuati dal codice dell'Eer 17.06.05\*;
  - per le altre tipologie di Rca, purché sottoposti a processi di trattamento ai sensi di quanto previsto dal d.m. 248/2004.

Per ciò che concerne la mappatura dei siti contaminati da amianto sul territorio, un primo quadro a scala nazionale è stato restituito a seguito dell'applicazione della l. 93/2001 e del d.m. 101/2003; tali atti normativi definiscono le procedure per una completa mappatura della presenza di amianto sul territorio nazionale. I dati registrati dalle regioni e catalogati in una banca dati informatica georiferita gestita dal MiTE, sono riferiti ad oggi ad oltre centomila siti; tale mappatura risulta in continuo aggiornamento per ciò che concerne il numero di siti con contaminazione sia di origine antropica che naturale. Si evidenzia che la mappatura risulta ancora incompleta ed inorganica in quanto non sono

3 Categoria 10A: attività di bonifica di beni contenenti amianto effettuata sui seguenti materiali: materiali edili contenenti amianto legato in matrici cementizie o resinoidi;

Categoria 10B: attività di bonifica di beni contenenti amianto effettuata sui seguenti materiali: materiali d'attrito, materiali isolanti (pannelli, cospelle, carte e cartoni, tessili, materiali spruzzati, stucchi, smalti, bitumi, colle, guarnizioni, altri materiali isolanti), contenitori a pressione, apparecchiature fuori uso, altri materiali incoerenti contenenti amianto.

4 Categoria 5: raccolta e trasporto di rifiuti speciali pericolosi.

5 Categoria 2 bis: produttori iniziali di rifiuti non pericolosi che effettuano operazioni di raccolta e trasporto dei propri rifiuti, nonché i produttori iniziali di rifiuti pericolosi che effettuano operazioni di raccolta e trasporto dei propri rifiuti pericolosi in quantità non eccedenti 30 Kg o 30 litri al giorno di cui all'articolo 212, comma 8 del d.lgs. 152/2006.

ad oggi incluse le reti di tubazioni in cemento amianto (i relativi dati fin qui acquisiti sono esclusivamente puntuali).

Il campionamento dei terreni oggetto del presente documento riguarderà rifiuti e sottoprodotti e sarà quindi finalizzato, oltre alla gestione delle terre e rocce da scavo (d.p.r. 120/2017), al rispetto di quanto previsto dai decreti legislativi 116/2020 (Attuazione della direttiva (UE) 2018/851 che modifica la direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti e attuazione della direttiva (UE) 2018/852 che modifica la direttiva 1994/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio) e 121/2020 (Attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti).

## 2. La gestione di suoli contaminati da amianto di origine antropica

Gestire il rischio amianto prevede il dover considerare e ottemperare alle norme specifiche di tutela della salute per ciò che concerne principalmente le procedure di valutazione del rischio, la formazione degli addetti e le procedure di bonifica; altresì è previsto il rispetto di specifici valori limite di esposizione e iter autorizzativi per le attività di manutenzione e rimozione dei Mca. Una corretta gestione di tale rischio può e deve essere realizzata, inoltre, anche rispettando i dettami stabiliti dalle norme in materia di tutela delle matrici ambientali (aria, acqua, suolo). La notevole complessità della materia richiede competenze specifiche da parte degli operatori del settore e maturata esperienza. Questi ultimi, pur ottemperando alle varie norme fin qui citate, rilevano difficoltà operative nella gestione in sicurezza di suoli contaminati da amianto.

Al fine di agevolare l'operato degli addetti al settore, si ritiene dunque opportuno indicare, di seguito, specifiche procedure operative e di sicurezza volte a stabilire, per quanto possibile, criteri omogenei di intervento a scala nazionale; esse sono basate sulla "cultura della sicurezza" ed hanno come obiettivo prioritario il perseguimento di nessun incidente o malattia professionale. Una corretta progettazione degli interventi, infatti, porta oltre alla drastica riduzione del numero di infortuni/malattie e di tutte le conseguenze sociali, legali ed economiche che ne derivano, anche ad un sensibile aumento della produttività, o comunque ad un aumento dell'efficacia degli interventi e ad una riduzione delle tempistiche esecutive.

In un'ottica di economia circolare in cui vi è una visione strategica e lungimirante nella gestione della sicurezza e del territorio, emerge l'importanza di riqualificazione e riutilizzo di un terreno contaminato, dando talvolta luogo anche a ricavi economici con vantaggi per le aziende di settore, la collettività e la tutela dell'ambiente.

Come precedentemente ricordato, il rinvenimento di amianto o Mca di origine antropica nei suoli/terreni, porta alla necessità di effettuare una valutazione del rischio sito-specifica, basata sulle risultanze della caratterizzazione del suolo/sottosuolo/materiale di riporto. In particolare nell'ambito dei procedimenti regolamentati dal d.lgs. 152/2006 e d.p.r. 120/2017, la fase di caratterizzazione del suolo/sottosuolo/materiale di riporto prevede l'esecuzione di campionamenti ed analisi strumentali, al fine di individuare le concentrazioni degli inquinanti e confrontarle con le Csc.

Si ritiene necessario specificare che "nei casi in cui le terre e rocce da scavo contengano materiali di riporto, la componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale non può superare la quantità massima del 20% in peso, da quantificarsi secondo la metodologia di cui all'allegato 10 del

d.p.r. 120/2017. Oltre al rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui al comma 2, lettera d), le matrici materiali di riporto sono sottoposte al test di cessione, effettuato secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro della Transizione Ecologica del 5 febbraio 1998, recante «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero», pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 16 aprile 1998, per i parametri pertinenti, ad esclusione del parametro amianto, al fine di accertare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, o, comunque, dei valori di fondo naturale stabiliti per il sito e approvati dagli enti di controllo”.



**Figura 11:** Carote di suolo; vedi Riferimenti alle immagini

Si ricorda in particolare che il d.p.r. 120/2017 stabilisce che per le attività di scavo da realizzare nei siti oggetto di bonifica, già caratterizzati ai sensi dell'articolo 242 del d.lgs. 152/2006, si applicano le seguenti procedure: *a) nella realizzazione degli scavi è analizzato un numero significativo di campioni di suolo insaturo prelevati da stazioni di misura rappresentative dell'estensione dell'opera e del quadro ambientale conoscitivo. Il piano di dettaglio, comprensivo della lista degli analiti da ricercare è concordato con l'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente che si pronuncia entro e non oltre il termine di trenta giorni dalla richiesta del proponente, even-*

*tualmente stabilendo particolari prescrizioni in relazione alla specificità del sito e dell'intervento. Il proponente, trenta giorni prima dell'avvio dei lavori, trasmette agli Enti interessati il piano operativo degli interventi previsti e un dettagliato cronoprogramma con l'indicazione della data di inizio dei lavori...*

Tale norma, dunque, sebbene riporti nell'Allegato 1 criteri specifici per una corretta caratterizzazione ante-operam da inserire nella progettazione dell'opera, non indica il numero significativo di campioni da rilevare ed analizzare nel corso delle fasi gestionali operative di cantiere. Ciò in quanto tale numero di campioni va determinato caso per caso in base alla situazione sito-specifica. Gli operatori del settore hanno più volte evidenziato tale vacanza normativa che crea significative difficoltà non solo alle loro aziende ma anche agli Ov. Le fasi gestionali in campo relative ai suoli/terreni post caratterizzazione, risultano particolarmente critiche poichè l'agente cancerogeno amianto potrebbe risultare invisibile all'occhio umano e facilmente aero-disperdibile; pertanto risulta sempre necessario adottare specifiche misure di prevenzione e protezione a tutela dei lavoratori addetti e degli ambienti di vita limitrofi le aree di intervento.

Alla luce di quanto sopra esposto, il presente documento si prefigge di fornire agli operatori del settore un indirizzo di carattere generale per condurre in sicurezza le fasi gestionali in cantiere di suoli/terreni già caratterizzati in via preliminare come contaminati da amianto di origine antropica, sia ai sensi del 152/06 che ai sensi dei criteri indicati dal d.p.r. 120/2017.

Tale procedura risulta ancor più necessaria se si tiene conto del fatto che anche a caratterizzazione eseguita, è quasi impossibile determinare puntualmente a priori i quantitativi in tonnellate di Rca per singola tipologia di rifiuto che verranno prodotti nel corso delle attività di scavo, essendovi nella maggior parte dei casi una contaminazione "a macchia di leopardo". Spesso la caratterizzazione viene effettuata seguendo approcci diversificati (ad es. random o a griglia), a seconda della storia del sito o della contaminazione presunta (ad es. puntuale o diffusa). In generale, soprattutto nei Sin in cui si è lavorato l'amianto come materia prima (Eternit, Fibronit, Sacelit, etc.), si è sempre applicato il principio della massima precauzione adottando misure geognostiche ed una griglia ristretta, con una maglia di 16x16 m o, nei casi in cui si riscontra una contaminazione particolarmente elevata, fino a 8x8 m. Tale determinazione viene discussa in sede di Conferenza dei Servizi istruttoria presso il MiTE, sentiti gli Enti Scientifici nazionali, ed assunta in seguito in sede di Conferenza dei Servizi decisoria da parte di codesto Ministero. Nei Sir o Sic (siti di interesse comunale) nonchè in siti industriali o urbani da riqualificare, qualora si riscontri o si sospetti in considerazione della storia del sito, una accidentale presenza di amianto o Mca nel suolo/sottosuolo/materiale di riporto, generalmente si adotta per la caratterizzazione una maglia più ampia, al massimo da 25x25 m da realizzare tenendo conto della topografia dell'area in questione (da concordare con l'Organo di vigilanza competente per territorio). In tutte queste aree, i carotaggi andrebbero sempre eseguiti fino ad una profondità di scavo tale da consentire il raggiungimento del substrato roccioso originario (per rilevare tutta

la profondità dei terreni di riporto) oppure in funzione della destinazione d'uso dell'area fino alla profondità prevista di scavo, maggiorata di 30 o 50 cm in via cautelativa, da valutare con l'Organo di vigilanza competente per territorio (Arpa).

Sulla base di tali criteri generali viene dunque effettuata la caratterizzazione, i cui risultati consentono di stabilire esclusivamente una estensione preliminare dell'area contaminata e la relativa profondità, che andrà aggiornata sulla base di ulteriori evidenze registrate in campo durante l'esecuzione dell'opera.

La complessità delle operazioni è altresì determinata dalla difficoltà di effettuare determinazioni analitiche esaustive sia in campo che in laboratorio. Infatti, si ricorda in proposito che l'All.5 al Tit. V del d.lgs. 152/2006 stabilisce per l'analisi dell'amianto nei suoli e nei terreni l'impiego della Spettroscopia Infrarosso in Trasformata di Fourier (FTIR) e/o della Diffrazione a Raggi X (DRX) e stabilisce 1.000 mg/kg come valore limite, pari allo 0,1% in peso. L'All. 2 al Tit. V del d.lgs. 152/2006 prescrive inoltre che tali tecniche debbano garantire una sensibilità analitica 10 volte maggiore del limite di legge. Il d.m. 46/2019, a sua volta, stabilisce nel caso dei suoli agricoli un valore limite pari a 0,01%. Tuttavia va evidenziato che tale formulazione non è congrua con la pratica corrente di laboratorio. Infatti gli strumenti commerciali attualmente disponibili garantiscono limiti di rilevabilità uguali o superiori all'1% in peso; pertanto permangono significative criticità per quanto concerne la determinazione dell'amianto in basse concentrazioni (§ Cap.3). Atteso quanto sopra, dal 2006 ad oggi si è assistito ad un proliferare di procedure di laboratorio, peraltro in svariati casi di dubbia attendibilità, tese a superare tale impasse dato che il legislatore non ha inteso, finora, procedere ad una revisione di tali norme, nonostante numerose sollecitazioni provenienti dal mondo scientifico. L'attuale formulazione ha portato a scala nazionale ed internazionale, in via cautelativa, ad applicare sui medesimi campioni da analizzare, in aggiunta alle metodiche previste dalla legislazione vigente, ulteriori tecniche (Molp, Sem, Tem, Stem, etc.) e ad un conseguente, significativo, incremento dei tempi di risposta analitica e dei relativi costi. Inoltre, non essendo definita una procedura di riferimento standardizzata o normata che definisca tutti i passaggi esecutivi relativamente alle fasi di campionamento ed analisi, ne conseguono difficoltà applicative sia in termini di riproducibilità ed attendibilità dei risultati analitici sia sul piano degli effetti legali. Sotto tali profili, nelle more della modifica normativa di cui sopra, che rimane lo strumento principe per superare tale "collo di bottiglia", nelle pagine che seguono si propone, nell'interesse primario di assicurare un più elevato standard di sicurezza per i lavoratori al fine di minimizzare incidenti e malattie professionali, una procedura alternativa che si sottopone alla comunità scientifica e laboratoristica al fine di una sua ottimizzazione. Dopo tale fase di concertazione, potrà essere valutata la possibilità di sottoporre tale procedura all'attenzione del legislatore. Ciò al fine di superare una situazione incerta, suscettibile di provocare ricadute negative in primis sulla sicurezza dei lavoratori addetti alle bonifiche, alle attività di campionamento e di laboratorio nonché alla gestione dei rifiuti. Si specifica che le indicazioni formulate nel presente documento si applicano alla bonifica, autorizzata a

seguito di un Progetto Operativo di Bonifica (POB), di siti già caratterizzati nei quali sia emersa la presenza di materiali contenenti amianto di origine antropica.

Si ricorda altresì che il procedimento generale di seguito proposto dovrà comunque sempre essere contestualizzato ed adeguato alla situazione sito-specifica, sentiti anche gli Ov competenti per territorio. Si evidenzia che esso non entra nel merito della definizione delle procedure per la caratterizzazione di base del suolo/sottosuolo/materiale di riporto nè del Pdc del sito, ma si limita alla verifica della conformità del medesimo per il suo recupero in situ o ammissione presso un impianto di smaltimento, nonché l'eventuale aderenza a normative estere nel caso di sua spedizione transfrontaliera.

Nel prosieguo della trattazione si presuppone che non si abbiano sempre precise informazioni circa il processo da cui il rifiuto primario, che inquina il suolo/sottosuolo/materiale di riporto, sia stato originato, nonché la sua distribuzione granulometrica, il grado dell'eterogeneità spaziale e temporale (fluttuazioni cicliche ed indotte) dei parametri chimico-fisici, varianza temporale o spaziale tra compositi, la varianza all'interno del composito, e la varianza dell'errore totale.

Per affrontare l'eterogeneità insita nei suoli, molti dei protocolli tecnici disponibili prevedono la raccolta di campioni molto grandi e/o un campionamento composito. Ci sono vantaggi e svantaggi tecnici e di qualità per la formazione in situ del sotto-campionamento. Se esso risulta eseguito correttamente, i campioni risulteranno rappresentativi dei maggiori volumi di terreno a cui afferiscono; tuttavia, nel caso di contaminazione del suolo/sottosuolo/materiale di riporto da Rca, e ancor più nel caso di frammenti di cemento amianto, ci sono delle insidie ed in particolare, relativamente alla rappresentatività del campione. Ignorare o escludere tali frammenti porta a risultati erroneamente bassi; la considerazione di troppi frammenti di grandi dimensioni porta a livelli eccessivamente alti e risultati sovrastimati.

Dal punto di vista tecnico, si propone una procedura operativa che consente di minimizzare i sopramenzionati errori e che è riferita a tre situazioni a decrescente grado di rischio. Tuttavia si evidenzia che in un singolo sito contaminato possono essere presenti più Lotti a diverso grado di rischio. Inoltre, ai fini dell'efficacia e dell'efficienza del procedimento è necessario considerare e trattare singolarmente i Lotti di riferimento secondo quantitativi di analisi ben definiti e illustrati al successivo capitolo 3. Le predette tre situazioni a cui ricondurre l'analisi dei singoli Lotti sono le seguenti:

- A. Nel caso in cui dalle prime risultanze della caratterizzazione si riscontri la presenza di amianto in matrice friabile (sacchi interrati di amianto, livelli stratigrafici con amianto in fibre libere, etc.; es: Foto 1), tali da ritenere le concentrazioni di amianto nel suolo indagato sicuramente superiori allo 0,1% o allo 0,01% in peso, cioè superiori ai Valori limite indicati rispettivamente dal d.lgs. 152/06 e d.m. 46/2019, si adotteranno le consolidate procedure di messa in sicurezza/bonifica indicate dai d.m. 06/09/1994 e 14/5/1996, procedendo

altresì ad adottare le misure di sicurezza per i lavoratori riportate nel successivo Capitolo 4.1, che risultano in linea con quanto indicato dal d.lgs. 81/2008.



**Figura 12:** Suolo con Mca incapsulati; vedi Riferimenti alle immagini

- B. Nel caso si riscontri una significativa presenza di Mca in matrice compatta (lastre, tubazioni, comignoli, cassoni, etc. in cemento amianto; es: Foto 2), sia integri che in frammenti di dimensioni variabili, riconoscibili a vista in quantitativi tali da ritenere le concentrazioni di amianto nel suolo indagato superiori ai Valori limite indicati rispettivamente dal d.lgs. 152/2006 (terreni da bonificare) e d.m. 46/2019 (terreni agricoli), si adotteranno le consolidate procedure di messa in sicurezza/bonifica indicate dai d.m. 06/09/1994 e 14/5/1996, procedendo analogamente a quanto sopra, ad adottare le misure di sicurezza per i lavoratori riportate nel successivo Capitolo 4.1, che risultano in linea con quanto indicato dal d.lgs. 81/2008.
- C. Di particolare rilevanza risulta il caso in cui si riscontri, in uno o più lotti, una presenza di Mca in matrice compatta, sia integri che in frammenti di dimensioni variabili (es: Foto 3), tale da non far presumere un superamento dei valori limite; negli intervalli  $1\% <> 0,1\%$  (d.lgs. 152/2006) o  $1\% <> 0,01\%$  (d.m. 46/2019) si rilevano le problematiche analitiche sopra menzionate. In tal preciso caso si propone di adottare l'iter procedurale indicato nel capitolo 3 e, nello specifico, nella Flow-chart 1 per le attività in campo e nelle Flow-chart 2-3-4 per le attività di laboratorio.



**Figure 13 e 14:** Cumuli con frammenti di Mca; vedi Riferimenti alle immagini

In ogni caso, tenuto conto che le attività di bonifica citate sono previste in siti inquinati e con presenza nel suolo/sottosuolo/materiale di riporto di RCA non più integri, si ritiene opportuno che la gestione degli interventi venga affidata a Società iscritte all'Albo Gestori Ambientali nella categoria 9 e 10 B precedentemente citate, nonché per il trasporto alle categorie 5 e 2 bis.

### 3. Iter procedurale da adottare per suoli/terreni con concentrazioni di amianto potenzialmente basse (caso C)

Al di là delle concentrazioni di amianto presenti in un suolo/sottosuolo/materiale di riporto e del rispetto dei Valori limite precedentemente menzionati (che incidono esclusivamente sul riutilizzo o lo smaltimento), è sempre necessario presentare in caso di rimozione dell'amianto o di Mca uno specifico Pdl, da redigersi ai sensi del d.lgs. 81/2008 e s.m.i. almeno 30 giorni prima dell'inizio dei lavori. Si ricorda che in casi emergenziali, la presentazione del Pdl può assumere carattere di urgenza, come previsto dall'art. 256 comma 5 del d.lgs. 81/2008 e successive modifiche ai sensi del d.lgs. 106/2009, Art. 118. In particolare ivi è stabilito che "l'obbligo del preavviso di 30 giorni .... non si applica ai casi di urgenza".

Le società addette ai lavori dovranno inoltre essere iscritte all'Anga, Cat. 10 per ciò che concerne le operazioni a diretto contatto con l'amianto o Mca ed alle categorie 5 o 2 bis per il trasporto di rifiuti pericolosi contenenti amianto. Dovranno essere anche adottate tutte le misure di sicurezza stabilite dal d.lgs. 81/2008 sia in termini di misure di prevenzione che di dispositivi di protezione collettiva (Dpc) e Dpi, per i quali si rimanda alle specifiche riportate nel Capitolo 4. È necessario, infine, l'adozione costante di sistemi di abbattimento della polverosità, al fine di ridurre l'eventuale aerodispersione delle fibre.

Il tema della gestione di suolo/sottosuolo/materiale di riporto contaminato da amianto o Mca ed in particolare da cemento-amianto risulta estremamente dibattuto a scala nazionale ed internazionale. Si registrano posizioni diversificate sia in merito al loro possibile recupero parziale/totale o avvio a smaltimento, sia sulle metodologie analitiche da adottare per valutare la concentrazione di inquinante presente nel suolo/sottosuolo o nel materiale di riporto.

Rispetto alla destinazione d'uso (recupero parziale o totale) si segnalano sia posizioni cautelative che prevedono l'avvio nella maggior parte dei casi a discarica per rifiuti pericolosi o non pericolosi in caso di concentrazioni di amianto limitate (Arpa Veneto "Modalità operative per la gestione delle terre e rocce da scavo e dei rifiuti contaminati dall'amianto" - 2018) sia la tendenza, già a partire dal 2015, verso attività di recupero dello stesso, in considerazione dei dettami impartiti dall'economia circolare. Infatti, nel parere del 04/02/2015 n. 3226 riguardante un sito da bonificare nella Provincia di Milano, l'Istituto Superiore di Sanità indica come nel caso di suoli/terreni contaminati da frammenti di Mca si possa contemplare una valutazione caso per caso della possibilità di recupero parziale o totale dei medesimi. Esso può essere realizzato mediante rimozione dei frammenti di Mca dall'intera massa e verifica analitica della concentrazione di amianto nel rimanente suolo/sottosuolo/materiale di riporto. Tale possibilità di recupero risulta in

accordo anche con quanto autorizzato in altri siti di bonifica da parte di Autorità territorialmente competenti per territorio (Arpa). Nell'ottica dell'economia circolare che invita alle attività di recupero dei rifiuti, rientra anche il provvedimento di approvazione del MiTE n. prot. DVA-2013-0014268 del 19/6/2013 relativo al piano di utilizzo delle terre e rocce contenenti amianto del "Progetto stradale ed autostradale di Genova. Adeguamento del sistema A7 - A10 - A12" che ha autorizzato un possibile riutilizzo in situ del suolo/sottosuolo/materiale di riporto risultato, dopo caratterizzazione analitica, con concentrazioni inferiori al valore limite; evitando in tal modo il conferimento in discarica di ingenti masse di materiale.

Ulteriori dettami in merito sono disciplinati dal d.p.r. 120/2017 sulla qualifica delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto. Esso infatti prevede al Titolo V "Terre e rocce da scavo nei siti oggetto di bonifica" che il riutilizzo in situ è sempre consentito a condizione che sia garantita la conformità alle Csc per la specifica destinazione d'uso o ai valori di fondo naturale. Nel caso specifico di utilizzo delle terre e rocce da scavo all'interno di un progetto di bonifica approvato, si applica quanto previsto dall'articolo 242, comma 7, del d.lgs. 152/2006 che prevede per il parametro amianto il rispetto dei Valori limite indicati nella Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del d.lgs. 152/2006, cioè il più volte citato  $1.000 \text{ mg/kg} = 0,1\%$ , riproponendo così l'impasse sopra descritta. Per tale motivo, nonostante le sollecitazioni volte al recupero, secondo i principi comunitari dell'economia circolare, anche la gestione in cantiere delle terre e rocce da scavo potrebbe portare ad applicazioni diversificate sul territorio nazionale e contestazioni legali.

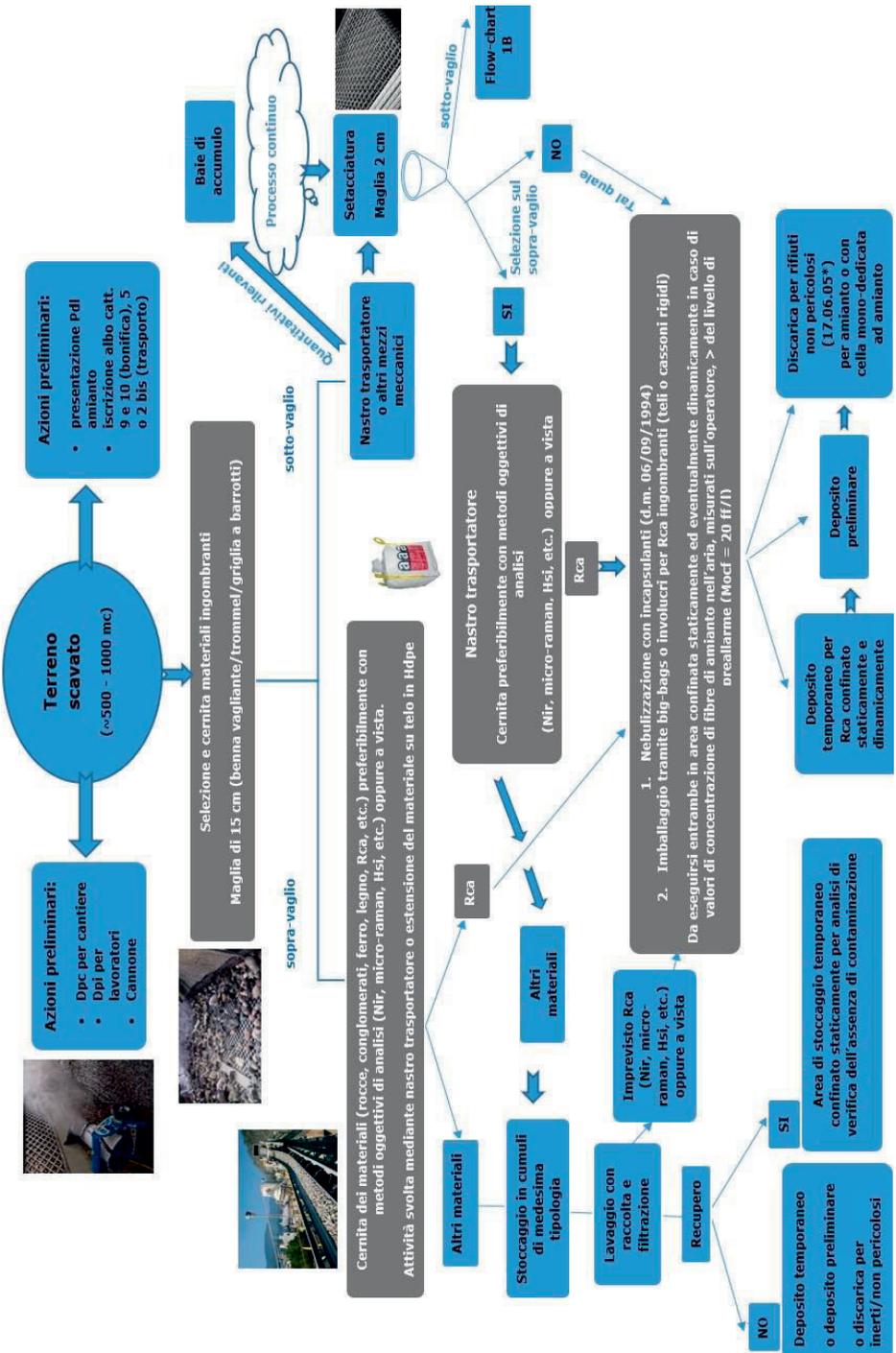
Tuttavia, affinché una procedura di gestione del suolo/sottosuolo/materiale di riporto risulti efficace e riproducibile, è necessario che il quantitativo indagato per valutare la concentrazione di amianto presente, risulti rappresentativo dell'intera massa escavata. A tal fine, sulla base di indicazioni di tipo tecnico fornite dalle norme Iso/Cen/Uni, si ritiene condivisibile gestire l'intera massa con ripartizione in volumi ridotti, da realizzare mediante Lotti aventi volumi compresi nell'intervallo 500-1.000 mc., a seconda dell'estensione del sito. La definizione del volume dei Lotti considerati e delle relative baie di accumulo incide sul perimetro dell'area di cantiere. L'adozione di tale intervallo è avvenuta dopo ampio e approfondito studio della bibliografia di settore, nazionale ed internazionale, nonché su valutazioni di tipo statistico (vedi allegato 1) per ottenere una ridotta massa di campione da sottoporre ad analisi di laboratorio; tale sotto-campione risulterà dunque rappresentativo di quantitativi molto più grandi di suolo/sottosuolo/materiale di riporto e rifletterà in misura adeguata le caratteristiche di interesse della sua popolazione. Da precisare che le norme tecniche prese a riferimento sono dedicate principalmente alla caratterizzazione dei rifiuti, ma tali volumi sono stati ritenuti adeguati anche per la gestione del suolo/sottosuolo/materiale di riporto contaminato da Rca. Nello specifico le considerazioni quali-quantitative relative alla gestione del suolo/sottosuolo/materiale di riporto sono state redatte tenendo presente la Uni/TR 11682:2017, par. 4.20, la 10802:2013 nonché le altre norme in esse citate. Rivestono particolare importanza la Uni EN 14899:2005 e la Uni Cen TR 15310-

1:2013 per quanto concerne la preparazione e l'applicazione delle operazioni di riduzione dimensionale e di campionamento nonché i principi statistici del campionamento e gli strumenti statistici necessari per la definizione dei programmi di prova. Le norme tecniche considerate riguardano anche la progettazione di piani di campionamento e le modalità operative da adottare.

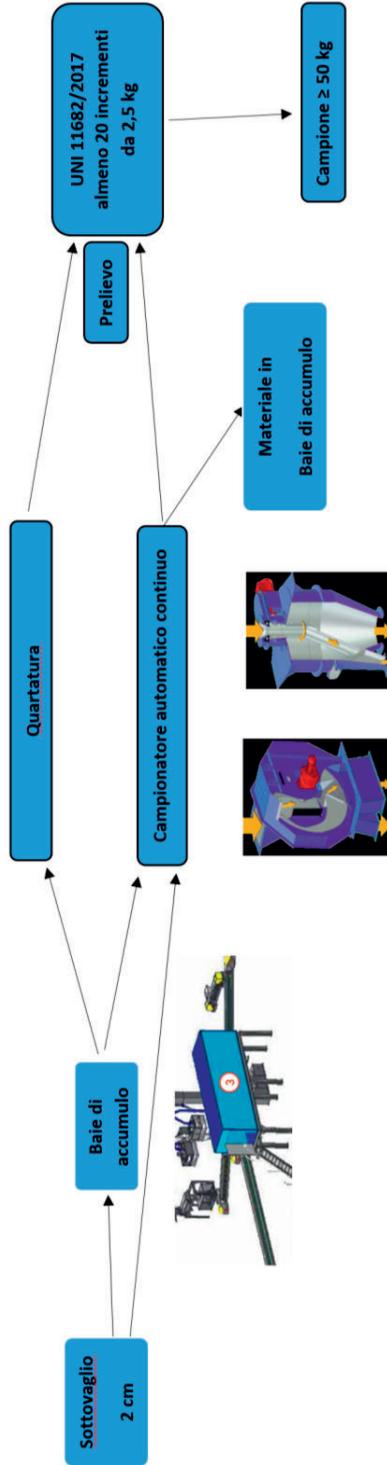
È utile ricordare anche altri rapporti tecnici contenenti informazioni essenziali a supporto, di cui se ne citano i principali: Cen/TR 15310-2;3;4;5 integrate nella norma Uni 10802:2013, Uni EN 13956:2006, Uni EN 14899:2005, Iso 11648-1-2:2003, Iso 11074:2005, Uni Iso 3534-1:2000. Al fine di una esaustiva conoscenza della letteratura di settore sono state altresì indagate ulteriori normative e norme tecniche internazionali quali: Modalità operative per la gestione delle terre e rocce da scavo e dei rifiuti contaminati dall'amianto - Arpa Veneto 2 Luglio 2018, Hse-83/1996, Vdi 3866/2017, Vdi 3876/2018, Epa/540/R-97/028, Epa/600/R-12/679, Epa/600/R-92/128, Epa/600/R-11/003, Src Libby 02 rev.1, Colorado Dphe 2007 (303) 692-3300, Ciria C733/2014, Itrc-ism-1\_021512, Astm D7521-2013, Carb 435/1991, Japan Wmpca/2011, Serie Iso 22262, etc..

Alla luce di tutto quanto sopra esposto, si ritiene opportuno gestire i 500-1.000 mc di suolo/sottosuolo/materiale di riporto secondo le indicazioni riportate sinteticamente nelle Flow-chart 1-2-3-4. Nei seguenti paragrafi vengono esplicitati i contenuti delle predette Flow-chart.

### 3.1 FLOW-CHART 1A



### 3.1 FLOW-CHART 1B



Come indicato nella Flow-chart 1 A, i 500-1.000 mc dovranno essere sottoposti ad una prima selezione e cernita dei materiali ingombranti adottando strumenti da cantiere quali benna vagliante/trommel/griglia a barrotti, aventi maglia di 15 cm.

- Il sopravaglio a 15 cm, costituito da rocce, conglomerati, ferro, legno, Rca, etc., sarà sottoposto ad una successiva attività di cernita, da eseguirsi preferibilmente con metodi oggettivi di analisi, quali la spettroscopia nell'infrarosso vicino (Nir), la spettroscopia Raman, l'*Hyperspectral imaging* (Hsi) etc.; oppure, qualora ciò non risulti possibile in considerazione di difficoltà operative o di costi troppo elevati, a vista. Tale attività di cernita potrà essere realizzata sia prevedendo lo spandimento del materiale di sopravaglio su telo in HDPE sia utilizzando idoneo nastro trasportatore.

1. Qualora si riscontri la presenza di Rca nelle fasi di cernita, i rifiuti prodotti dovranno essere sottoposti ad attività di nebulizzazione con l'adozione di specifici incapsulanti, ai sensi del d.m. 06/09/1994 e d.m. 20/08/1999; in particolare la tipologia del rivestimento incapsulante da adottare deve appartenere alla classe D "ausiliario", essendo un prodotto applicato per evitare la dispersione di fibre nell'ambiente a supporto dell'intervento di rimozione (art. 5, comma 5, del d.m. 06/09/1994). Si ritiene opportuno utilizzare prodotti di tipo colorato e biodegradabili da nebulizzare (come previsto dall'art. 5, comma 5-b, paragrafo 8, del d.m. 06/09/1994) a pioggia con apparecchiature a spruzzo airless, in modo da non generare rischi di liberazione di fibre. Tali indicazioni tecnico-operative andranno applicate in tutti i casi citati nel presente documento relativi all'utilizzo di prodotti incapsulanti.
2. Si potrà dunque procedere al loro imballaggio in big-bags o involucri per Rca ingombranti (teli o cassoni rigidi) provvedendo anche durante tali fasi di riempimento al loro costante incapsulamento. Si suggerisce altresì di impiegare attrezzatura idonea per tenere ben aperti i big-bags durante le fasi di riempimento con mezzi meccanici e/o automatizzati. I Big-bags o altri contenitori utilizzati dovranno essere sottoposti a procedure di lavaggio prima dell'allontanamento dall'area di lavoro e successivo trasporto in area di deposito temporaneo.



**Figura 15:** Big-bag per suoli contaminati; vedi Riferimenti alle immagini

Le citate attività andranno eseguite entrambe in area confinata staticamente, ed eventualmente dinamicamente in caso di valori di concentrazione di fibre di amianto nell'aria, misurati sull'operatore a più elevato rischio, maggiori del livello di preallarme ( $Mocf > 0 = 20 \text{ ff/l}$ ).

Nei casi di incertezza su possibili rilasci di fibre durante le operazioni di bonifica che prevedono la selezione e vagliatura del materiale; sarebbe opportuno eseguire una prova pilota preferibilmente da concordare con gli Organi di controllo competenti per territorio, con la finalità di verificare l'incidenza delle lavorazioni previste sull'eventuale rilascio in atmosfera di fibre aerodisperse e sull'eventuale presenza di fibre libere nel terreno. Tale prova, allestita in area confinata staticamente e dinamicamente, prevede l'utilizzo di un vaglio mobile preferibilmente vibrante, a bassa velocità dei nastri, nonché ispezione visiva da parte di operatori amianto, preposti alla individuazione e separazione di frammenti di amianto o assimilati. Saranno poi i risultati delle analisi sui campioni di aria e di terreno a orientare la scelta dell'approccio di lavorazione più appropriato.

I Rca idoneamente imballati dovranno essere contrassegnati con etichette indicanti il produttore del rifiuto, la presenza di amianto, l'identificativo R

(rifiuti pericolosi), ed il codice Eer del rifiuto ivi contenuto. I rifiuti così prodotti potranno essere avviati a “deposito temporaneo prima della raccolta” per Rca. Generalmente, come prevede il d.m. 06/09/1994, i rifiuti devono essere depositati temporaneamente in un’area nell’ambito del cantiere, chiusa ed inaccessibile agli estranei. Possono essere utilizzati in alternativa anche container scarrabili, purché chiusi anche nella parte superiore e posti in un’area controllata. Pertanto, potrebbe essere allestita un’apposita area confinata solo staticamente. In quest’ultima ipotesi, solo nel caso dei SIN, potrebbe eventualmente adottarsi, in aggiunta al confinamento statico, anche un confinamento dinamico, in ogni caso da vagliare caso per caso, di concerto con l’Organo di controllo, a seconda delle specifiche condizioni di cantiere.

Alternativamente essi potranno essere avviati con il codice Eer 17.06.05\* direttamente verso un “deposito preliminare alla raccolta” o verso una discarica per rifiuti non pericolosi o pericolosi per amianto o con cella mono-dedicata ad amianto, autorizzati ad accettare tale codice.

3. Qualora, invece, non si riscontri la presenza di Rca, i materiali cerniti andranno stoccati in un primo deposito temporaneo realizzando cumuli della medesima tipologia (analogo codice Eer). Essi dovranno successivamente essere sottoposti a lavaggio in apposita piattaforma con raccolta e filtrazione delle acque, le cui caratteristiche tecniche sono specificate nel Capitolo 4. Tale lavaggio risulta opportuno al fine di rimuovere eventuali depositi superficiali che possono interferire nel riconoscimento dei Rca e pertanto consentire una cernita più accurata. Qualora anche dopo il lavaggio non si evidenzia la presenza di Rca, i materiali cerniti prodotti potranno essere gestiti avviandoli a stoccaggio (temporaneo o preliminare), smaltimento o recupero; in tal caso andrà prevista un’area di stoccaggio temporaneo confinato staticamente per l’esecuzione di verifiche analitiche per la verifica del contenuto di amianto e di altre sostanze inquinanti (raccolta di polveri su stub da 25 mm ed analisi al Sem, test di cessione, etc.) a campione, con eventuali controlli anche da parte dell’Autorità competente per territorio (Ausl/Arpa) per appurare la totale assenza di fibre sulle relative superfici.
  4. Nel caso, infine, si rilevi durante le fasi di lavaggio dei rifiuti la presenza accidentale di Rca, si dovrà procedere a verifiche ulteriori con metodi oggettivi di analisi superficiali (Nir, Raman, Hsi, etc.) da concordare preferibilmente con l’Organo di controllo o a vista, ed alle procedure sopra descritte di incapsulamento, imballaggio e smaltimento di Rca, di cui al punto 1.
- Il sottovaglio a 15 cm, dovrà essere a sua volta movimentato e convogliato direttamente verso un impianto di vagliatura a 2 cm o, in caso di quantitativi rilevanti (maggiori della capacità operativa di ingresso di tale impianto), verso baie di accumulo con idonei apprestamenti di sicurezza analoghi a quelli del deposito temporaneo, da concordare con l’Organo di vigilanza (Arpa). L’intero sistema può comunque operare in un processo continuo volto alla minimizzazione delle tempistiche.

5. Il sopravaglio a 2 cm, può essere oggetto di selezione o meno, a discrezione. Nel caso si opti per la selezione, il suolo/sottosuolo/materiale di riporto dovrà essere sottoposto ad una attività di cernita, da eseguirsi preferibilmente con metodi oggettivi di analisi (Nir, Raman, Hsi, etc.) oppure, qualora ciò non risulti possibile in considerazione di difficoltà operative o di costi troppo elevati, a vista. Nel caso si rilevino Rca si dovranno applicare le procedure sopra descritte di incapsulamento, imballaggio e smaltimento di Rca, di cui al punto 1. Nel caso non si evidenzino Rca si dovranno applicare le procedure inerenti gli "altri rifiuti" sopra menzionate per il sopravaglio a 15 cm, di cui ai punti 2 e 3.

Nel caso si opti per non procedere con la selezione del sopravaglio a 2 cm, si potrà operare gestendo tutto il materiale tal quale come Rca, adottando conseguentemente le indicazioni di cui al punto 1.

6. Come indicato nella Flow-chart 1 B, il sottovaglio a 2 cm verrà stoccato in baia di accumulo per il successivo campionamento manuale selettivo (Uni 11682, par. 4-20, pala metallica, sessola, telo per quartatura, pala meccanica...) tramite quartatura. Alternativamente, in caso di quantitativi rilevanti, il campionamento potrà essere effettuato utilizzando un campionatore automatico continuo (con ulteriori baie di accumulo per il materiale in attesa delle risultanze analitiche che ne determineranno la destinazione). Ciò per il raggiungimento di un campione rappresentativo dell'intera massa, pari a circa 50 kg. La massa minima di campione rappresentativo è stata calcolata applicando la nota relazione di Gy, altresì riportata sul documento Epa/600/R-92/128 e Uni 15310-1. I relativi nomogrammi, costruiti in base alla tipologia del Rca considerato e parametri fisici dell'insieme suolo/sottosuolo/materiale di riporto + Rca, sono riportati in allegato 1. Questi nomogrammi vengono riportati in quanto possono risultare di utilità per coloro che volessero determinare il quantitativo della massa del campione rappresentativo, da selezionare in funzione della varianza dell'errore fondamentale.

Considerando la variabilità media dei campioni di Rca, si consiglia quindi di prelevare un campione rappresentativo di peso non inferiore a 50 Kg, anche in considerazione della Uni 11682, paragrafo 4.20 che suggerisce di operare procedendo a prelevare 20 incrementi di peso di 2,5 kg per la frazione inferiore a 2 cm. Si può adottare anche una metodica di campionatura su nastro trasportatore, a seguito di arresto temporizzato dello stesso, con l'ausilio di divisori manuali e palette per recupero dell'incremento. È bene sottolineare l'importanza che la massa degli incrementi risulti uniforme e con un coefficiente di variazione non superiore al 20%.

Il quantitativo di campione da 50 Kg, rappresentativo dell'intera massa considerata, verrà dunque trasferito dal cantiere in laboratorio per le successive determinazioni analitiche da effettuarsi secondo le modalità riportate nella Flow-chart 2.

## ALLEGATO FOTOGRAFICO DELLE PRINCIPALI FASI DI LAVORO

### Campionamento e Quartatura



**Figura 16:** Campionamento e quartatura; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 17:** Campionamento e quartatura; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 18:** Campionamento e quartatura; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 19:** Frammenti di Mca incapsulati; vedi Riferimenti alle immagini

## Messa in sicurezza ed incapsulamento suoli contaminati



**Figura 20:** Frammenti di Mca incapsulati; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 21:** Incapsulamento di fronti di scavo con Mca; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 22:** Suolo con Mca incapsulati; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 23:** Suolo con Mca incapsulati; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 24:** Suolo con Mca incapsulati; vedi Riferimenti alle immagini



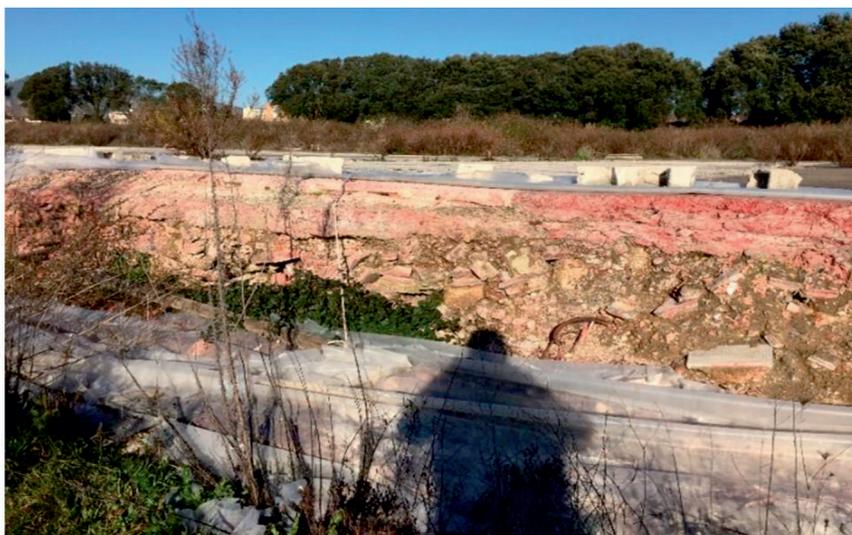
**Figura 25:** Suolo con Mca incapsulati; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 26:** Suolo con Mca incapsulati; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 27:** Suolo con Mca incapsulati; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 28:** Suolo con Mca incapsulati; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 29:** Scavo di suolo contaminato; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 30:** Frammenti di Mca incapsulati; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 31:** Mca su suolo ricoperti; vedi Riferimenti alle immagini

## Vagliatura e cernita



**Figura 32:** Vagliatura e cernita; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 33:** Vagliatura e cernita; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 34:** Vagliatura e cernita; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 35:** Cumulo di suolo contaminato; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 36:** Cumulo del sopravaglio; vedi Riferimenti alle immagini

## Macchine operatrici ed attrezzature



**Figura 37:** Benna per roto-vagliatura; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 38:** Vagliatore a tamburo rotante (trommel); vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 39:** Vagliatore a tamburo rotante (trommel); vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 40:** Cernita manuale; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 41:** Vagliatura; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 42:** Cumulo per campionamento; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 43:** Cumuli per campionamento; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 44:** Vagliatura e confezionamento; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 45:** Tubazione in cemento-amianto; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 46:** Operazioni di scavo in suoli con Mca; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 47:** Movimentazione suoli con Mca in ambiente confinato statico e dinamico; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 48:** Movimentazione suoli con Mca in ambiente confinato statico e dinamico; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 49:** Movimentazione suoli con Mca; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 50:** Tubazione in cemento-amianto; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 51:** Tubazione in cemento-amianto; vedi Riferimenti alle immagini

## Gestione dei Rifiuti Contenenti Amianto



**Figura 52:** Tratto di tubazione rimossa e imballata; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 53:** Cantiere di bonifica suolo contaminato da Mca; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 54:** Big-bags contenenti suoli contaminati; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 55:** Big-bag contenente suolo contaminato; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 56:** Fase di insaccamento suoli contaminati da Mca in big-bags; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 57:** Fase di insaccamento suoli contaminati da Mca in big-bags; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 58:** Incapsulamento dei cumuli di suoli contaminati preliminarmente all'insaccamento in big-bags; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 59:** Incapsulamento dei cumuli di suoli contaminati preliminarmente all'insaccamento in big-bags; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 60:** Big-bags contenenti suoli contaminati da Mca; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 61:** Big-bags contenenti suoli contaminati da Mca; vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 62:** Movimentazione big-bag contenente suolo contaminato da Mca; vedi Riferimenti alle immagini

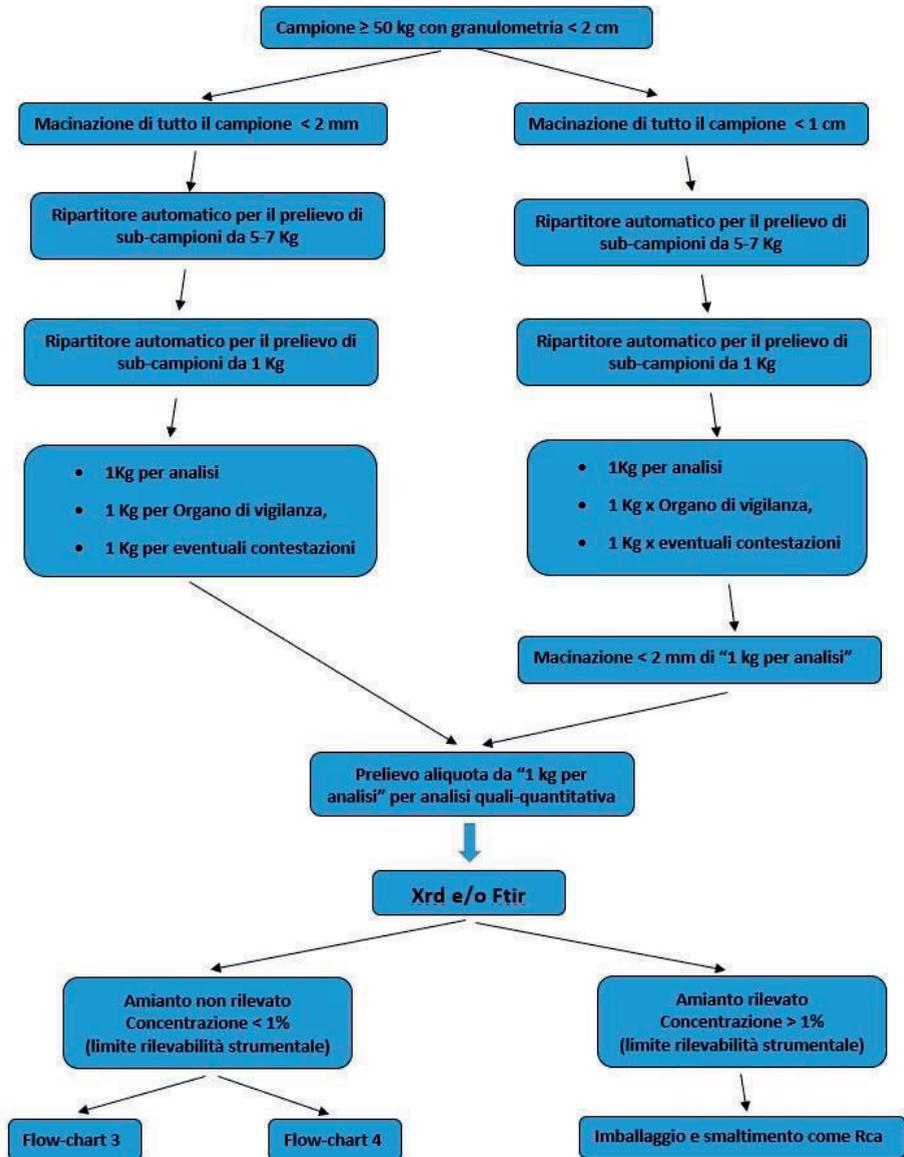


**Figure 63 e 64:** Insaccamento e incapsulamento di suoli contaminati da Mca; vedi Riferimenti alle immagini



Figure 65 e 66: Insaccamento e movimentazione di suoli contaminati da Mca; vedi Riferimenti alle immagini

### 3.2 FLOW-CHART 2



Come indicato nella Flow-chart 2, dai 50 kg si dovrà pervenire ad ottenere un campione di 1 kg con dimensioni inferiori a 2 mm, come stabilito dal d.lgs. 152/2006 e dal d.p.r. 120/2017. Tale obiettivo potrà essere raggiunto adottando la metodologia di seguito descritta.

Nel caso di campione primario coesivo ed umido questo deve essere preventivamente pesato ed essiccato a temperatura non superiore ai 105 °C fino all'ottenimento di un materiale che non dia adito a fenomeni di "impaccamento" (peso costante o 24h) ed all'interno delle macchine adibite alla riduzione dimensionale del materiale stesso. Nel calcolo del peso del campione rappresentativo e degli incrementi si dovrà comunque tenere in debita considerazione il contenuto di acqua evaporato. La massa di campione sarà quindi sottoposta a riduzione dimensionale.

Essa potrà essere realizzata a secco mediante frantoi o mulini le cui tipologie sono riportate ad esempio nella norma Uni 10802:2013 ottenendo dimensioni massime inferiori o uguali a 2 mm. Oppure si può procedere alla riduzione dimensionale del campione primario sotto 1 cm (per evitare impaccamento o eccessiva aerodispersione, in considerazione della disponibilità in laboratorio di mulini idonei).

Si potranno ottenere campioni rappresentativi mediante l'ausilio di ripartitori automatici che consentono di minimizzare gli errori sistematici determinati dalla manualità degli operatori di laboratorio; inoltre essi consentono il trattamento di volumetrie decrescenti fino al raggiungimento del peso di 1 Kg di sub-campione. Andranno dunque accantonati tre kg di campione da gestire separatamente: il primo kg per analisi, il secondo kg per gli Ov ed il terzo kg per eventuali contestazioni.

Nel caso la macinazione iniziale sia stata effettuata ottenendo una granulometria del sub-campione di 1 cm, il kg da sottoporre ad analisi dovrà essere sottoposto ad ulteriore macinazione per l'ottenimento di una granulometria inferiore a 2 mm. Ottenuta tale granulometria si può dunque procedere al prelievo di piccole aliquote, di circa 1 gr, da sottoporre ad analisi in Spettroscopia Infrarosso in Trasformata di Fourier (FTIR) o in Diffrazione a Raggi X (XRD), adottando le procedure analitiche indicate dal d.m. 06/09/1994 e dalla letteratura scientifica di settore e relativa fase preparativa.

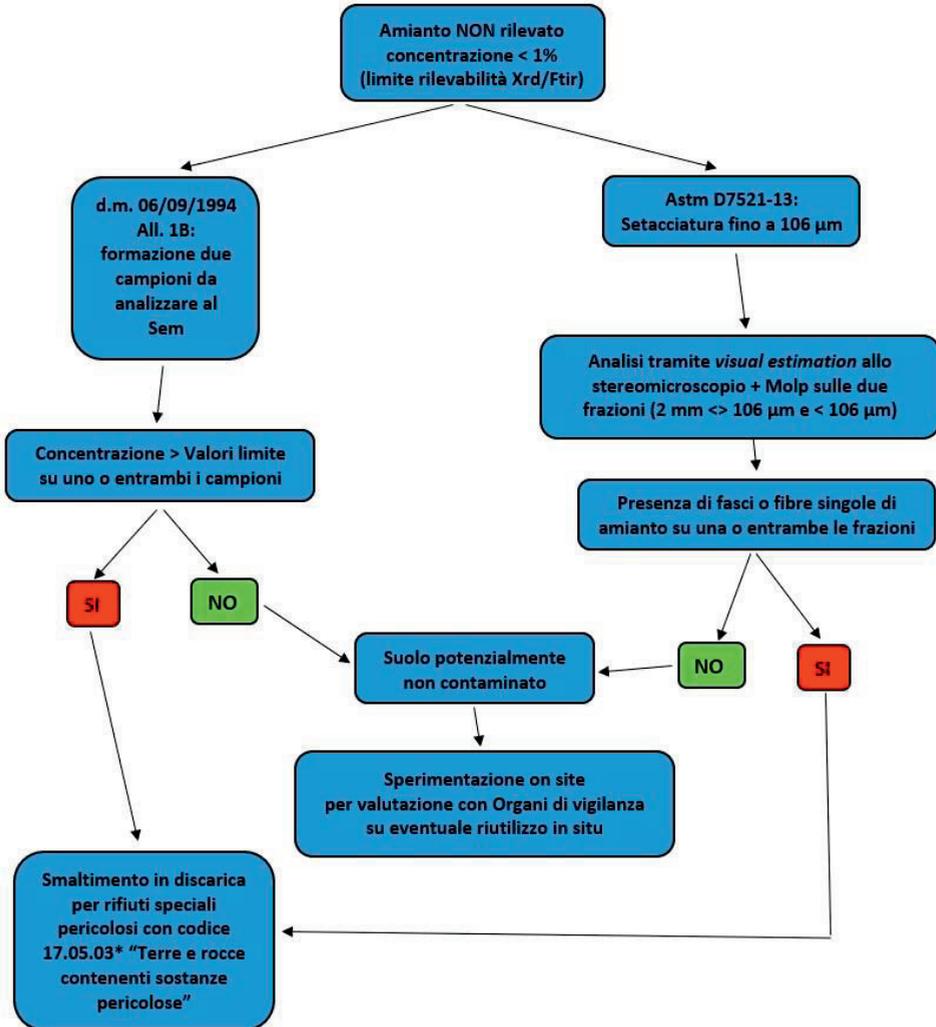
Tali due metodiche analitiche, come sopra menzionato, hanno tuttavia un limite di rilevabilità per il parametro amianto all'incirca pari all'1%, uno o due ordini di grandezza superiore ai valori limite stabiliti per i suoli da bonificare (1.000 mg/kg=0,1%) o agricoli (100 mg/kg=0,01%).

Pertanto in caso con tali metodiche si rilevi la presenza di amianto nel campione, essa risulta certamente maggiore dell'1% e conseguentemente maggiore del limite di legge (0,1% in peso ai sensi del d.lgs. 152/2006 e 0,01% in peso per terreni agricoli); in tal caso il campione e l'intero volume corrispondente al suddetto andranno considerati come contaminati da amianto e gestiti come Rca, adottando procedure di imballaggio, etichettatura e smaltimento analoghe a quelle riportate nella Flow-chart 1 - punto 1.

In caso, invece, non si rilevi la presenza di amianto nel campione, andranno effet-

tuati ulteriori accertamenti analitici che consentano di aumentare la rilevabilità di amianto nel campione. Si segnalano in due Flow-chart, la n. 3 o la n. 4 alcune procedure alternative che consentono di migliorare tale sensibilità analitica, da valutare a seconda della situazione sito specifica. Tale scelta andrà effettuata in base ai quantitativi di suolo/sottosuolo/materiale di riporto da gestire e analizzare, alla strumentazione analitica disponibile, a criteri economicamente vantaggiosi, etc.; si ritiene altresì opportuno che tale scelta venga concordata con gli Organi competenti per territorio.

## 3.3 FLOW-CHART 3



Come indicato nella Flow-chart 3, si dovrà procedere ad ulteriori indagini per verificare se il suolo presenta una concentrazione di amianto superiore o inferiore al valore limite normativo.

La Flow-chart 3 lascia la possibilità di adottare una delle due procedure analitiche di seguito descritte, da scegliere in base alle condizioni e convenienze sito specifiche:

3.1 l'analisi del campione viene espletata adottando il metodo indicato nell'All. 1B del d.m. 06/09/1994, preparando due campioni da sottoporre ad analisi al Sem previa fase preparativa.

Quest'ultima prevede: a) macinazione (per ottenere una granulometria finale tra 10 e 100  $\mu\text{m}$ ); b) omogeneizzazione (con ripartitori automatici); c) sospensione (di una quantità non inferiore a 0,1 mg del campione polverulento in un volume noto di soluzione disperdente); d) filtrazione su un filtro in policarbonato a foro passante, di 0,4 - 0,8  $\mu\text{m}$  di porosità, di 25 mm di diametro; montaggio del filtro su un portacampioni per Sem e metallizzazione della sua superficie mediante *sputtering* catodico.

La fase analitica prevede: a) lettura a 2.000 ingrandimenti di un numero di campi microscopici tale da rilevare una superficie pari ad almeno 1  $\text{mm}^2$  per rilevare morfologie fibrose; b) riconoscimento mediante spettroscopia X a dispersione di energia delle fibre di amianto presenti e misura delle loro dimensioni; c) calcolo dei volumi e dei corrispondenti pesi delle fibre di amianto utilizzando i pesi specifici dei minerali corrispondenti; d) calcolo del peso totale di amianto sul filtro in base alla superficie di deposizione del campione, alla superficie del filtro letta, al numero e dimensioni delle fibre osservate e all'ipotesi di una distribuzione poissoniana delle fibre sul filtro.

Si specifica che la metodica Sem, riportata dal d.m. 06/09/1994 indica una sensibilità analitica fra lo 0,01% e l'1%; l'intervallo in cui il metodo fornisce risultati quantitativi è compreso fra lo 0,1% - 1%. Per concentrazioni di amianto inferiori allo 0,1% il metodo fornisce esclusivamente risultati semi-quantitativi. Inoltre tale procedura analitica è stata elaborata e standardizzata per i materiali in massa (Mca) e non per suoli/terreni contenenti fibre libere/fasci di amianto o Rca.

Pertanto, nel caso si rilevi su uno o entrambi i campioni con tale metodica una concentrazione superiore ai valori limite previsti normativamente, l'intero Lotto di suolo/sottosuolo/materiale di riporto a cui il campione afferisce dovrà essere avviato a smaltimento in discarica per rifiuti speciali pericolosi con codice 17.05.03\* - Terre e rocce contenenti sostanze pericolose.

Qualora invece non si rilevino fibre di amianto o si rilevino in concentrazioni <0,1% in peso (terreni da bonificare ai sensi del d.lgs.152/2006), si ritiene opportuna una specifica sperimentazione on-site su una ristretta area rappresentativa, come previsto dall'art.242, comma 7 del dlgs. 152/06; ciò da realizzarsi in ambiente confinato (con modalità da concordare auspicabilmente con gli Organi di Vigilanza competenti per territorio - Arpa), per la verifica dell'efficacia di tale metodica in termini di prevenzione dalla diffusione di fibre di

amianto in atmosfera e conseguente tutela dei lavoratori e degli ambienti di vita, come indicato dal citato comma integrato dal PNRR, legge 108/2021, art.37. Nel caso le risultanze di tale sperimentazione on-site portino a dimostrare l'assenza di rischio, si potrà procedere all'identificazione del suolo/sotto-suolo/materiale di riporto come non contaminato ed al suo riutilizzo on-site.

3.2 L'analisi del campione viene espletata adottando la metodica Astm D7521-13, semplificata come di seguito descritto. Questa prevede, per l'analisi qualitativa dei campioni, una setacciatura in più frazioni, fino a 106  $\mu\text{m}$ . Considerando che il d.lgs. 152/2006 indica che le determinazioni analitiche di laboratorio devono essere condotte sulla frazione <2 mm, esse andranno realizzate, in conformità con quanto indicato dalla citata norma Astm, su due frazioni (2mm < > 106  $\mu\text{m}$  e < 106  $\mu\text{m}$ ) allo stereo-microscopio per evidenziare la presenza o meno di fibre nel campione.

Qualora si rilevino fibre singole o fasci di fibre, esse andranno selezionate con le pinzette da laboratorio per essere deposte su vetrino da microscopia e sottoposte ad una ulteriore indagine di dettaglio al Molp. Tale metodica permette di rilevare con precisione i parametri ottici caratteristici dei singoli minerali e quindi di discriminare le fibre di amianto da altre tipologie di fibre (organiche, di vetro, lana minerale, etc.) grazie all'impiego di specifici liquidi di contrasto. Le indicazioni operative di dettaglio per l'analisi qualitativa in Molp dei Mca sono indicate in Italia dal d.m. 06/09/1994 e negli USA dalla metodica Epa/600/R-93/116, a sua volta ricordata sulla metodica Astm D7521-13. Quest'ultima stabilisce anche le procedure per effettuare analisi semi-quantitative. Nello specifico, sulle citate frazioni granulometriche (2 mm<>106  $\mu\text{m}$  e <106  $\mu\text{m}$ ) si applica la *visual estimation* per la frazione media (2 mm<>106  $\mu\text{m}$ ) nonché *visual estimation e/o point counting* per la frazione fine (<106  $\mu\text{m}$ ). Queste procedure analitiche consentono di effettuare una quantificazione in peso di amianto in relazione al numero di fibre visionate su una superficie data ed identificate come amianto. In particolare, la *visual estimation* permette di stimare la concentrazione tramite confronto con immagini di riferimento.

Per quanto riguarda la frazione media (2 mm<>106  $\mu\text{m}$ ) se viene osservata una singola fibra di amianto con la *visual estimation*, si considera un valore dello 0,25 % di sensibilità nominale.

Per quanto riguarda la frazione fine (<106  $\mu\text{m}$ ), se la concentrazione determinata con la *visual estimation* risulta <1% si prevede l'esecuzione di una ulteriore indagine mediante *point counting*; nello specifico devono essere preparati otto vetrini da esaminare a 100x con la metodologia indicata dall'Epa/600/R-93/116, selezionando casualmente e identificando almeno 400 oggetti tramite Molp.

Qualora si voglia ulteriormente aumentare la sensibilità analitica, si può procedere ad incrementare il conteggio random di particelle sul vetrino. Alternativamente, la norma tecnica Astm D7521-13 prevede ulteriori indagini di approfondimento al Tem per la frazione fine (<106  $\mu\text{m}$ ), da realizzarsi tramite apposita preparativa del campione di suolo. L'analisi al TEM consiste nell'a-

nalisi semi-quantitativa, tramite stima visuale della concentrazione, oppure in un conteggio basato sulle specifiche indicate nel Test Method Astm D6281.

Al fine di agevolare ed accelerare le determinazioni analitiche e le conseguenti attività di cantiere, la parte destra della Flow-chart 3 propone di adottare la parte della norma Astm D7521-13 relativa alla sola analisi qualitativa e semi-quantitativa tramite stereo-microscopio e Molp con *visual estimation*, non considerando le ulteriori determinazioni quantitative tramite *point counting* e Tem. Si specifica tuttavia che la metodica semi-quantitativa precedentemente citata e rappresentata in flow-chart 3 (semplificata) ha una sensibilità valutata dall'Astm pari allo 0,25% in massa. Pertanto, pur avendo il vantaggio di una facile applicazione e costi contenuti, non assicura una sensibilità sufficientemente adeguata ai limiti normativi.

In considerazione del fatto che le analisi allo stereo-microscopio ed alla Molp vengono eseguite su entrambe le frazioni media e fine (e soprattutto sulla frazione fine <106 µm, maggiormente indicativa), si ritiene dunque bassa la probabilità che vi possano essere fibre non evidenziate dalle procedure sopra citate e quindi scarsa la possibilità che vi siano concentrazioni in peso superiori al limite normativo.

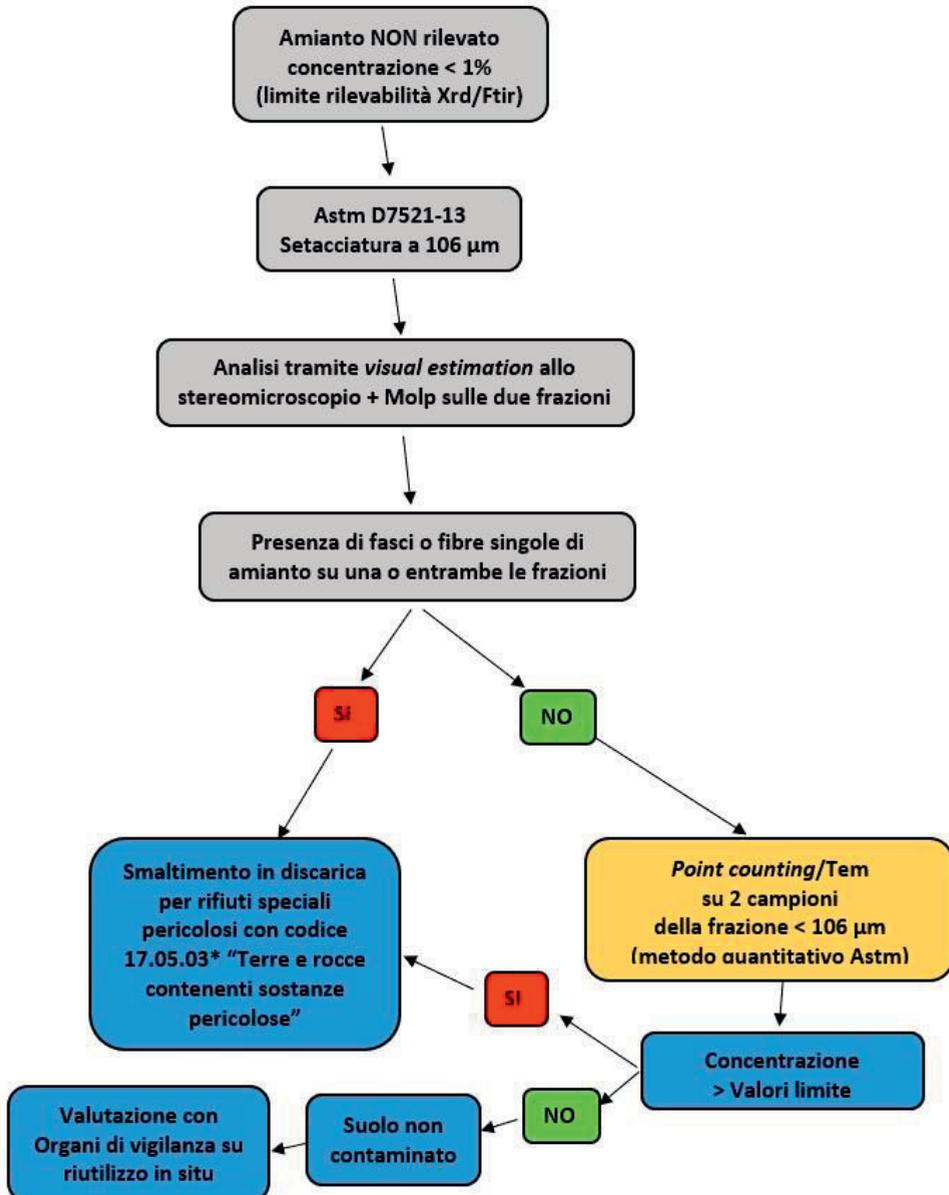
Alla luce delle considerazioni sopra esposte si ritiene che, qualora vengano identificate fibre di amianto con la metodologia semi-quantitativa Astm semplificata (non utilizzo *point counting* e Tem), l'intero lotto dovrebbe essere considerato contaminato ed avviato a smaltimento in discarica per rifiuti speciali pericolosi con codice 17.05.03\* - Terre e rocce contenenti sostanze pericolose. Qualora invece non si rilevino fibre di amianto con tale metodica semplificata, si ritiene opportuna una specifica sperimentazione on-site su una ristretta area rappresentativa, come previsto dall'art.242, comma 7 del dlgs. 152/06; ciò da realizzarsi in ambiente confinato (con modalità da concordare auspicabilmente con gli Organi di Vigilanza competenti per territorio - Arpa), per la verifica di eventuali rischi per i lavoratori e gli ambienti di vita, come indicato dal citato comma integrato dal PNRR, legge 108/2021, art.37. Nel caso le risultanze di tale sperimentazione on-site, che prevede specifici monitoraggi ambientali e personali, portino a dimostrare l'assenza di rischi, si potrà procedere all'identificazione del suolo/sottosuolo/materiale di riporto come non contaminato ed al suo riutilizzo on-site.

La Flow-chart 3 propone dunque due soluzioni gestionali che hanno una sufficiente attendibilità analitica ma che non garantiscono in toto il raggiungimento della sensibilità necessaria a stabilire concentrazioni dello 0,1% o 0,01%, in linea con quanto richiesto normativamente. Tuttavia, a parere degli autori, le due soluzioni sopra proposte risultano, alla luce delle numerose esperienze di laboratorio condotte, valide ed applicabili con un congruo rapporto costi/benefici.

Tali soluzioni sono inoltre di facile e consolidata applicazione in ambito nazionale (approvate anche per situazioni specifiche dagli Organi di controllo locali) nonché

richiedono tempi di esecuzione sufficientemente contenuti e compatibili con una agevole gestione in cantiere di grandi volumetrie di suolo/sottosuolo/materiale di riporto da trattare. Esse risultano altresì in linea con quanto indicato dal sistema Snpa per la valutazione della concentrazione di amianto presente in terre e rocce da scavo con amianto naturale (TIC VI-GdL VI/03-SO VI/03-01 "Linea guida per lo scavo, la movimentazione e il trasporto delle terre e rocce da scavo con amianto naturale e per i relativi criteri di monitoraggio" - in press).

### 3.4 FLOW-CHART 4



Come indicato nella Flow-chart 4, si dovrà procedere ad ulteriori indagini per verificare se il suolo presenta una concentrazione di amianto superiore o inferiore al valore limite normativo.

La Flow-chart 4 propone di accertare con sufficiente accuratezza una concentrazione superiore o inferiore al limite normativo; tuttavia risulta complessa e richiede tempi e costi maggiori rispetto alle due soluzioni proposte nella Flow-chart 3. La Flow-chart 4, nello specifico, prevede l'applicazione per intero della norma Astm D7521-13 ed i medesimi passaggi analitici indicati nella parte destra della Flow-chart 3 (punto 3.2 del testo), fino alla rilevazione della presenza di fibre/fasci di fibre o meno sul campione tramite *visual estimation*.

Qualora vengano identificate fibre in concentrazioni superiori alla sensibilità analitica descritta, il campione e l'intero volume da esso rappresentato dovrà essere considerato contaminato ed essere avviato a smaltimento in discarica per rifiuti speciali pericolosi con codice 17.05.03\* - Terre e rocce contenenti sostanze pericolose.

Qualora invece non si rilevino fibre o fasci di fibre, si ritiene che il suolo/sottosuolo/materiale di riporto debba essere sottoposto ad ulteriori indagini di dettaglio tramite *point-counting* e Tem, a differenza di quanto proposto nella Flow-chart 3. In particolare, come già ricordato precedentemente, per il *point counting* è prevista la preparazione di otto vetrini da esaminare al Molp a 100x con la metodologia indicata dall'Epa/600/R-93/116, selezionando casualmente e identificando almeno 400 oggetti. Per il Tem, invece, la procedura prevede che il campione venga sottoposto ad una ulteriore fase preparativa sulla frazione fine con granulometria < 106 micron tramite gravimetria e filtrazione, secondo quanto indicato al paragrafo 11.6.2 di tale norma. Si dovrà dunque procedere a preparare ed analizzare due campioni da sottoporre ad analisi Tem, applicando il *Test Method* Astm D6281, a 1.000 ingrandimenti fino alla registrazione di almeno 100 fibre/fasci di fibre o fino all'esame di un'area sufficiente del campione tale da ottenere la sensibilità analitica desiderata. In caso non si rilevino tali quantitativi di fibre/fasci si dovrà procedere ad esaminare dieci aperture della griglia a 20.000 ingrandimenti, registrando le fibre di amianto presenti di lunghezza maggiore di 0,5 µm aventi un rapporto lunghezza/larghezza pari a 5:1. Le strutture dovranno essere identificate tramite la loro morfologia, l'impiego della Saed e Edxa. L'area minima da analizzare dovrebbe essere almeno di 0,2 mm<sup>2</sup>. I risultati possono essere espressi come peso percentuale in cui la stima visiva dell'amianto al Tem è moltiplicato per la restante percentuale in peso del campione preparato.

Tale metodo analitico indicato dalla norma Astm D7521-13, che prevede tutte le fasi sopra citate (*visual estimation*, *point counting* e Tem), è l'unico a scala internazionale che dichiara di avere una sensibilità analitica pari allo 0,1% in peso, come richiesto dalla normativa vigente. Esso è dunque l'unico metodo in grado di assicurare determinazioni analitiche così precise da poter garantire il rispetto del citato valore limite di amianto nel suolo.

Si ritiene dunque che, ove i risultati delle analisi al Tem indichino l'assenza di contaminazione nel suolo indagato, la gestione dello stesso possa avvenire prevenendo

do il riutilizzo in situ previa concertazione con le Autorità di vigilanza preposte (tenuto conto che tale metodica statunitense, non risulta espressamente citata dalla legislazione italiana vigente in materia).

Tuttavia tale metodo pone alcune significative criticità: in primis si evidenzia che le relative procedure di preparativa ed analisi, sopra sinteticamente ricordate, risultano particolarmente complesse e richiedono tempi e costi significativi che ne inficiano la sostenibilità; inoltre le fibre da conteggiare con il presente metodo analitico non corrispondono a quelle "standard" per la normativa italiana, aventi un rapporto lunghezza/larghezza pari a 3:1 e lunghezza superiore a 5 µm, classificate come respirabili dalle norme vigenti italiane. Infine il numero di microscopi Tem disponibili in Italia è ridotto a causa degli elevati costi di acquisto e manutenzione e pochi di essi risultano impiegati per l'analisi dell'amianto; essi vengono utilizzati per tale scopo principalmente in centri di ricerca ed università.

Tutto ciò ha fatto sì che ad oggi non si registrano, nel corso di attività di bonifica in Italia, significative applicazioni della versione integrale di tale metodica quali/quantitativa per valutare la concentrazione di amianto presente nel suolo/sottosuolo/materiale di riporto e decidere conseguentemente la destinazione d'uso del materiale scavato; inoltre non vi sono nel nostro Paese esperienze scientifiche documentate di raggiungimento comprovato del valore limite indicato dalle norme vigenti.

Si segnala che sono state recentemente registrate proposte di sostituzione delle analisi finali al Tem con determinazioni analitiche al Sem nell'applicazione di tale norma Astm, riducendone in tal modo i costi ed i tempi di esecuzione; ciò al fine di ampliare la fattibilità del metodo americano citato. Tale proposta, seppur considerata maggiormente sostenibile economicamente e di più facile applicazione, meriterebbe comunque di essere sottoposta ad una specifica sperimentazione e controllo, come indicato dall'art. 242, comma 7 integrato dal PNRR, legge 108/2021, art.37 e susseguente validazione concertata possibilmente anche con gli enti scientifici nazionali.

Si rappresenta altresì che negli ultimi anni sono state formulate negli Stati Uniti ulteriori proposte metodologiche quali il metodo Carb 435/1991, il *fluidized bed* (Usepa OEAFIELDSOP-102 Region 10) e la procedura Epa per Libby-Montana. Nessuna di tali tre proposte garantisce una sensibilità pari allo 0,1%; inoltre la procedura per Libby è stata studiata e riferita esclusivamente alle fibre di amianto anfiboliche e pertanto ne andrebbe verificata l'applicabilità anche nel caso della presenza di amianto crisotilo nel suolo, che afferisce invece al gruppo mineralogico dei serpentini. Il Carb 435 è stato studiato per una applicazione sui suoli contaminati da amianto di origine naturale (Noa) e conseguentemente ne andrebbe verificata l'applicabilità ad un contesto di contaminazione da amianto di origine antropica; inoltre la tecnica di rilevazione propone analisi in Molp, che hanno scarsa probabilità di raggiungere la sensibilità voluta pari allo 0,1%. Il *fluidized bed* prevede l'impiego di una strumentazione sperimentale di laboratorio, attualmente non disponibile in commercio.

## 4. Procedure di sicurezza, dispositivi di protezione, controlli

La gestione di interventi di bonifica, affrontata secondo l'approccio imposto dai tempi odierni, richiede di saper armonizzare le varie discipline interessate, le relative normative di riferimento, le necessità degli stakeholder coinvolti e, naturalmente non da ultimo, eventuali attività produttive ancora operanti. Tra gli aspetti più rilevanti, in un quadro di sostenibilità ambientale, sociale ed economica, vi sono certamente la corretta gestione della salute e della sicurezza, una dettagliata pianificazione delle procedure da attuare ed i relativi controlli. Per far ciò, soprattutto in siti in cui è stata rilevata una contaminazione da amianto, si riportano di seguito indicazioni operative di sicurezza di carattere generale da attuare a tutela della salute, dei lavoratori e dell'ambiente.

### 4.1 Suoli/terreni con contaminazione accertata > ai valori limiti normativi (casi A e B)

1. Dovranno essere comunicate al Comune ed agli Organi di controllo, appena note e comunque prima dell'inizio dei lavori, le date effettive di inizio, durata e fine delle fasi di escavazione/movimentazione, al fine di consentire controlli a campione del rispetto delle misure di prevenzione ivi descritte.
2. L'intera area oggetto degli interventi deve essere opportunamente delimitata su tutti i lati del perimetro, deve essere altresì garantita una continua e puntuale manutenzione della recinzione perimetrale. L'area dovrà essere contrassegnata da cartellonistica idonea per dimensione e collocazione (anti-intrusione, divieto di accesso ai non addetti ai lavori, pericolo di inalazione di fibre di amianto, obbligo di adozione dei Dpi) ed eventuale sorveglianza in considerazione di eventuali criticità (furti, accessi indebiti, etc.), necessaria a garantire la completa interdizione ai non addetti ai lavori. La cartellonistica di cui sopra dovrà essere affissa in ogni punto di accesso. Dovrà altresì essere prevista una idonea segnalazione (diurna/notturna) del cantiere ai sensi del decreto interministeriale del 4 marzo 2013.
3. Ai fini della sicurezza potranno accedere all'intera area soltanto gli operatori addetti alle lavorazioni e gli enti preposti al controllo fino al termine di tutte le lavorazioni.
4. Non è consentito l'accesso all'area di cantiere a personale non adeguatamente formato circa le attività in atto e ai rischi specifici connessi a quelle da svolgere con particolare riferimento al rischio amianto. Tutto il personale non

- addetto agli interventi diretti sui suoli, dovrà essere allontanato dall'area di lavoro durante le fasi operative sugli stessi; a tal fine dovrà essere eventualmente previsto il coordinamento con le attività di ditte terze.
5. In ingresso all'area dovrà essere tenuto il registro di cantiere, dove devono essere riportati tutti i nomi dei soggetti che a vario titolo accedono all'interno del sito, il motivo per cui accedono, la data, l'ora di ingresso, l'ora di uscita, etc..
  6. È fatto divieto assoluto di transito all'interno dell'area di cantiere, a qualsiasi veicolo non direttamente impiegato nelle lavorazioni (veicoli privati). All'interno del sito non potrà essere prevista alcuna area parcheggio per la sosta dei veicoli privati.
  7. All'interno del cantiere i veicoli sono tenuti a circolare a velocità ridotta lungo le vie di transito. Queste ultime devono essere oggetto di frequente bagnatura, con frequenza da concordare con l'Organo di vigilanza.
  8. Tutte le attrezzature meccaniche e i mezzi impiegati per gli interventi dovranno preferenzialmente rimanere all'interno dell'area perimetrata, evitando frequenti entrate ed uscite giornaliere che possono comportare contaminazioni esterne.
  9. Deve essere prevista e installata specifica piattaforma lavaggio mezzi nelle immediate vicinanze dell'accesso al sito. Per la suddetta piattaforma, qualora si intenda riutilizzare le acque, dovrà essere prevista una unità di trattamento che, allo stadio finale, dovrà trattenerne le fibre superiori a 3 micron. Si segnala la necessità che vengano effettuati campionamenti per il controllo dello stato di intasamento di tali filtri, provvedendo in seguito ad analisi in Sem in contraddittorio con Ausl ed Arpa. La tempistica di tali controlli dovrà essere inizialmente bisettimanale. Sulla base delle risultanze ottenute, i successivi controlli dovranno essere stabiliti da parte degli Ov competenti per territorio.
  10. I mezzi in uscita dal Sin dovranno essere decontaminati mediante l'impiego di idoneo impianto di lavaggio a bassa pressione, al fine di non disperdere le fibre in aria. Si dovrà altresì prevedere una accurata aspirazione dell'abitacolo mediante aspiratore a filtri assoluti Hepa. Si chiede che tutti i mezzi meccanici o speciali operanti all'interno del perimetro siano sottoposti a frequenti lavaggi esterni ed aspirazione a filtri assoluti interna, secondo specifico programma.
  11. È vietato fumare, bere e mangiare all'interno dell'intero perimetro.
  12. È vietata l'installazione di aree ristoro e di riposo, degli uffici di cantiere e della direzione lavori, all'interno del perimetro. L'utilizzo di tali apprestamenti, implica infatti il mancato rispetto della normativa vigente (adozione dei Dpi). L'installazione di uffici ed aree ristoro deve essere prevista prioritariamente all'esterno del perimetro. Qualora ciò non risulti realizzabile per specifici contesti ambientali, le suddette dovranno essere allocate preferibilmente in prossimità dell'accesso all'area.
  13. In riferimento ai presidi necessari, si chiede che la posa delle infrastrutture di cantiere avvenga su terreni esenti da contaminazione da amianto. In caso

- contrario dovrà essere previsto preventivamente l'incapsulamento di aree già pavimentate o la posa su un geotessuto.
14. Si raccomanda che durante tutte le fasi di bonifica, i suoli contaminati in ambiente outdoor siano adeguatamente bagnati. In particolare andrà prevista una preventiva loro bagnatura con acqua additivata da incapsulanti, prima di iniziare la perturbazione del suolo. Tale bagnatura è da realizzarsi preferibilmente per iniezione o nebulizzazione controllata e non tramite allagamento superficiale (il quale crea una umidificazione poco omogenea e fangosità locali con difficoltà gestionali); inoltre si dovrà prevedere un tempo sufficiente affinché l'acqua penetri nel terreno (usualmente 24 ore). Il terreno uniformemente umido fornirà in tal modo il massimo controllo delle emissioni, con problemi minimi di aerodispersione di fibre e potenziale contaminazione incrociata tra diversi campioni/lotti.
  15. Lo scavo di terreno contaminato da amianto non deve superare i limiti di bagnatura. Si dovrà inoltre prevedere all'interno dell'area di scavo attività di nebulizzazione saltuaria per contenere eventuali emissioni; ciò può essere realizzato prevedendo l'impiego di uno o più cannoni per la nebulizzazione dell'acqua o altri sistemi di nebulizzazione statici opportunamente indirizzati, atti ad abbattere la polverosità nell'aria; esistono inoltre sistemi di nebulizzazione che possono essere montati sull'attrezzatura di scavo. I sistemi di nebulizzazione montati a terra sono molto più efficaci di quelli montati sulle attrezzature ma questi ultimi sono impiegati in caso di grandi progetti di scavo come utili sistemi integrativi di quelli a terra. Durante le lavorazioni, la bagnatura di cui sopra dovrà avvenire anche sulle superfici portate a giorno a seguito del procedere dei lavori.
  16. Lo scavo prodotto, in caso di lavorazioni aventi durata superiore ad una giornata lavorativa, dovrà essere asperso con una soluzione di acqua ed incapsulante per stabilizzare le superfici esposte all'aria durante le successive fasi lavorative.
  17. Si ricorda che è fatto divieto assoluto di installazione di servizi igienici all'interno dell'area, all'infuori di quelli previsti nello spogliatoio pulito dell' Udp. L'utilizzo di tali apprestamenti, infatti, comporta inevitabilmente la rottura della tuta monouso e ne consegue il necessario ricambio ivi non previsto e non disponibile. L'utilizzo di tali servizi comporterebbe il mancato rispetto delle misure previste dal d.lgs. 81/2008.
  18. È severamente vietato l'impiego di oggetti personali, quali orologi, cellulare, etc. all'interno del cantiere; nella maggior parte dei casi l'utilizzo di quest'ultimo comporta la rimozione della maschera per poter parlare, la presenza di tasche o borse/marsupi poste al di sopra della tuta per poterlo contenere (che si possono contaminare), l'apertura della tuta per poter accedere a tasche presenti nell'abbigliamento sottostante (con probabile contaminazione interna), etc.
  19. Si chiede di predisporre un piano definito per il monitoraggio ambientale e

personale delle fibre di amianto aerodisperse, stabilendo in particolar modo le frequenze, i punti di campionamento, il numero e la mansione del personale interessato, e le relative analisi. Si chiede che il monitoraggio personale venga effettuato sull'operatore a maggior rischio per ogni squadra operativa.



**Figura 67:** Campionamento del particolato aerodisperso; vedi Riferimenti alle immagini

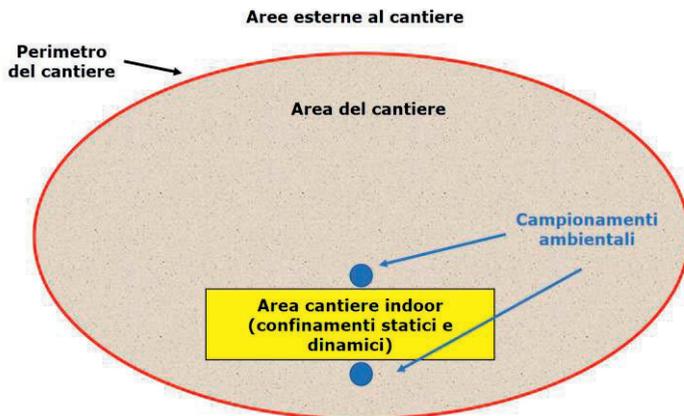
20. I parametri per i campionamenti ambientali di aerodisperso devono essere conformi a quanto indicato dal d.m. 06/09/1994 ed in linea con i parametri già adottati a scala nazionale secondo le Linee Guida per la bonifica dei Sin, riportate in allegato 2. Si specifica dunque che:

- **Per interventi che prevedono confinamenti statici e dinamici**, i campionamenti ambientali dovranno seguire i seguenti criteri:
  - Per ciò che concerne le aree di lavoro outdoor situate all'interno del perimetro del cantiere e prossime ai confinamenti statici e dinamici (Fig. 68): *Il monitoraggio deve essere eseguito quotidianamente dall'inizio delle operazioni di disturbo dell'amianto fino alle pulizie finali. Devono essere controllate in particolare:*
    - a) *le zone incontaminate in prossimità delle barriere di confinamento;*
    - b) *l'uscita del tunnel di decontaminazione o il locale incontaminato dello spogliatoio;*
    - c) *campionamenti sporadici vanno effettuati all'uscita degli estrattori, all'interno dell'area di lavoro e durante la movimentazione dei rifiuti.*

Si ritiene opportuno che tali campionamenti ambientali outdoor vengano eseguiti con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, 3.000 litri campionati, filtri in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm da analizzare alla Mpcf. I risultati dovranno essere disponibili entro le 24 ore successive al campionamento.

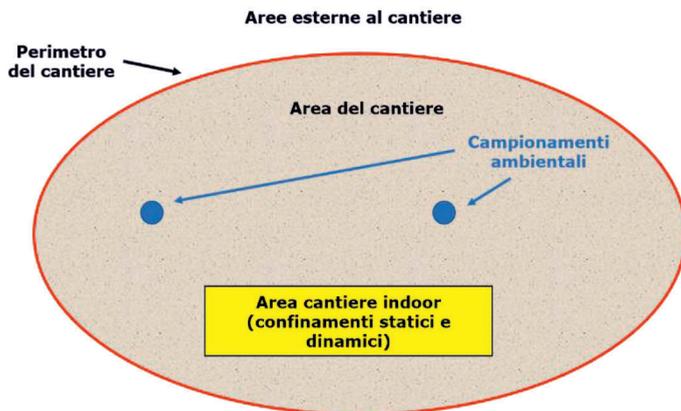
Qualora le analisi dei filtri dimostrino una netta tendenza verso un aumento della concentrazione di fibre aerodisperse o in tutti i casi di concentrazioni superiori ai valori limite, andranno modificate le tecniche di intervento, al fine di abbattere la polverosità.

Il valore limite da considerare è quello di 100 ff/l, ai sensi del d.lgs. 81/2008. Per questo tipo di monitoraggio, inoltre, sono previste due soglie: una di preallarme ed una di allarme. Quella di preallarme si raggiunge ogni qual volta i risultati dei monitoraggi effettuati all'esterno dell'area di lavoro mostrano una netta tendenza verso un aumento della concentrazione di fibre aerodisperse, comunque non superiore a 20 ff/l; quella di allarme si raggiunge quando la concentrazione di fibre aerodisperse supera il valore limite di 50 ff/l, ai sensi del d.m. 06/09/1994. In caso di allarme, oltre all'adozione di tutte le misure di seguito indicate, sarà necessario procedere ad un incapsulamento delle aree in lavorazione. Sempre in caso di allarme, sarà necessario avvertire l'Ausl immediatamente. Con la stessa comunicazione dovranno essere rese note le cause del superamento e le misure adottate dal DI per ovviare alla situazione, così come previsto dal comma 2 dell'art. 254 del d.lgs. 81/2008. In caso di preallarme andrà data comunicazione all'Ausl con specifico report settimanale contenente le cause del superamento e le misure adottate dal DI per ovviare alla situazione, così come previsto dal comma 2 dell'art. 254 del d.lgs. 81/2008.



**Figura 68:** Punti campionamento aerodisperso in aree di lavoro outdoor situate all'interno del perimetro del cantiere e prossime ai confinamenti statici e dinamici

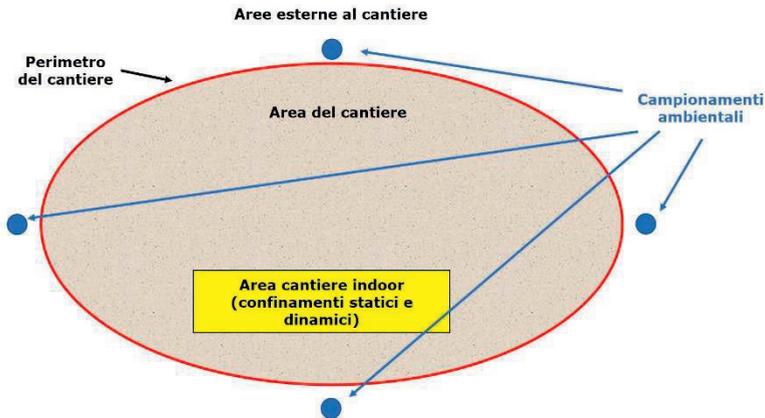
- Per le aree in ambiente outdoor, qualora esse risultino di rilevanti estensioni (Fig. 69), andranno previsti ulteriori campionamenti da concordare con l'Organo di vigilanza competente per territorio, da ubicare non in adiacenza all'area confinata statica e dinamica ma internamente al perimetro del sito. Le modalità di campionamento ed analisi consigliate, con la finalità di stabilire criteri univoci, sono le seguenti: campionamenti ambientali con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, almeno 3.000 litri campionati, filtri in policarbonato o in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm, analisi al Sem. La frequenza di detti campionamenti andrà stabilita da parte delle autorità di controllo locali (Asl e Arpa). I limiti delle soglie di preallarme ed allarme sono rispettivamente di 1 e 2 ff/l. Qualora le analisi dei filtri dimostrino il superamento delle soglie di preallarme ed allarme andranno adottate le misure cautelative indicate dal d.m. 06/09/1994. Inoltre, nel caso di preallarme sarà necessario avvertire entro le 24 ore, dal momento del risultato delle analisi, l'Asl e l'Arpa, mentre nel caso di allarme sarà necessario avvertire detti Enti immediatamente.



**Figura 69:** Punti campionamento aerodisperso per aree in ambiente outdoor di rilevanti estensioni

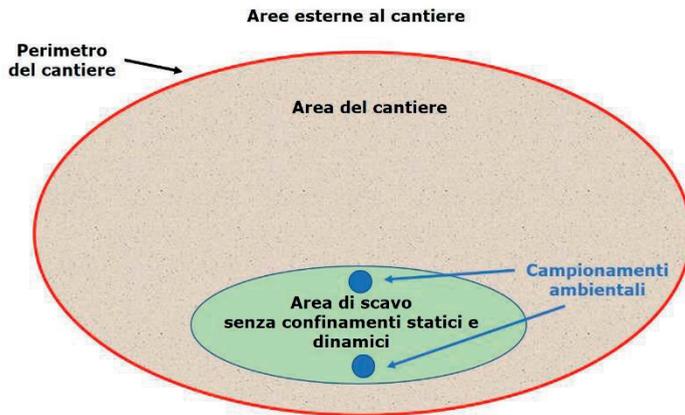
- Per le aree esterne al perimetro del sito, in ambienti di vita (Fig. 70), le modalità di campionamento ed analisi sono: campionamenti ambientali con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, 3.000 litri campionati, filtri in policarbonato da 25 o 47 mm, analisi al Sem. Il valore limite da considerare, non essendovi una normativa specifica di settore e trattandosi di ambienti outdoor assimilabili ad ambienti di vita, è pari a 1 f/l in analogia a quanto indi-

cato per l'amianto dall' Organizzazione mondiale della sanità (Oms) in ambiente cittadino (*Air quality guidelines*, 2000).



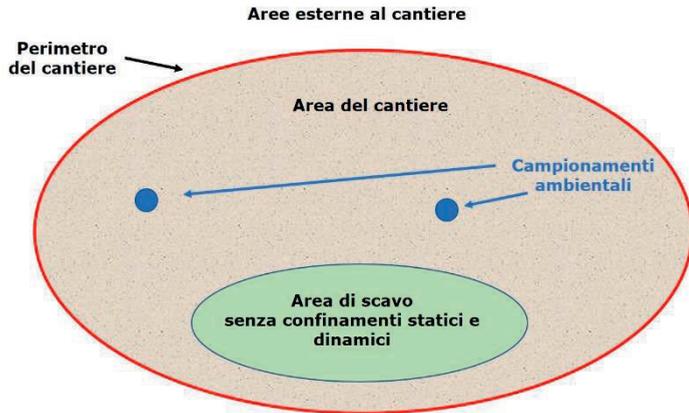
**Figura 70:** Punti campionamento aerodisperso in aree esterne al perimetro del sito

- **Per interventi che non prevedono confinamenti statici e dinamici**, i campionamenti ambientali dovranno seguire i seguenti criteri:
  - Durante le fasi di bonifica dovranno essere effettuati monitoraggi ambientali quotidiani all'interno dell'area di bonifica delimitata, in adiacenza all'area di lavoro (scavo, vagliatura, etc. Fig. 71). Le modalità di campionamento ed analisi consigliate, con la finalità di stabilire criteri univoci, sono le seguenti: campionamenti ambientali con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, almeno 3.000 litri campionati, filtri in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm, analisi al Mpcf. I risultati dovranno essere disponibili entro le 24 ore successive al campionamento. I limiti delle soglie di preallarme ed allarme sono rispettivamente di 20 e 50 ff/l. Qualora le analisi dei filtri dimostrino il superamento delle soglie di preallarme ed allarme andranno adottate le misure cautelative indicate dal d.m. 06/09/1994. Inoltre, nel caso di preallarme sarà necessario avvertire entro le 24 ore l'Asl e l'Arpa, mentre nel caso di allarme sarà necessario avvertire detti Enti immediatamente.



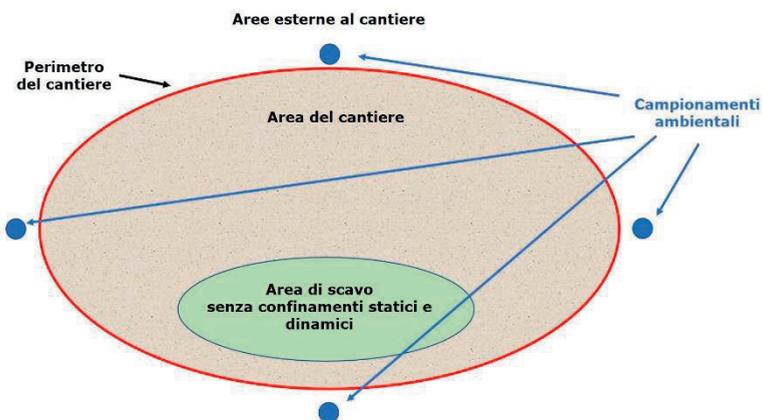
**Figura 71:** Punti campionamento aerodisperso all'interno dell'area di bonifica delimitata, in adiacenza all'area di lavoro

- Qualora sia presente all'interno del sito un'ulteriore area di cantiere outdoor esterna all'area di lavoro delimitata (scavo, vagliatura, etc.), anch'essa recintata ed inaccessibile, che inviluppa la precedente area di lavoro, dovranno essere effettuati monitoraggi ambientali (Fig. 72). Le modalità di campionamento ed analisi consigliate, con la finalità di stabilire criteri univoci, sono le seguenti: campionamenti ambientali con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, almeno 3.000 litri campionati, filtri in policarbonato o in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm, analisi al Sem. La frequenza di detti campionamenti andrà stabilita da parte delle autorità di controllo locali (Asl e Arpa). I limiti delle soglie di preallarme ed allarme sono rispettivamente di 1 e 2 ff/l. Qualora le analisi dei filtri dimostrino il superamento delle soglie di preallarme ed allarme andranno adottate le misure cautelative indicate dal d.m. 06/09/1994. Inoltre, nel caso di preallarme sarà necessario avvertire, dal momento del risultato delle analisi, entro le 24 ore l'Asl e l'Arpa, mentre nel caso di allarme sarà necessario avvertire detti Enti immediatamente.



**Figura 72:** Punti di campionamento aerodisperso in ulteriore area di cantiere out-door esterna all'area di lavoro delimitata

- Per le aree esterne al perimetro del sito, in ambienti di vita (Fig. 73), le modalità di campionamento ed analisi sono: campionamenti ambientali con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, 3.000 litri campionati, filtri in policarbonato da 25 o 47 mm, analisi al Sem. Il valore limite da considerare, non essendovi una normativa specifica di settore e trattandosi di ambienti out-door assimilabili ad ambienti di vita, è pari a 1 f/l in analogia a quanto indicato dall'Oms in ambiente cittadino (*Air quality guidelines*, 2000).



**Figura 73:** Punti di campionamento aerodisperso in aree esterne al perimetro del sito

21. Relativamente al Piano di monitoraggio ambientale, si specifica che in caso vengano registrate situazioni di eccessivo carico di polverosità sui filtri che infici la lettura ed il conteggio delle fibre o dei fasci fibrosi, è necessario riportare l'evento sul quaderno di cantiere, adottando contemporaneamente misure per la riduzione dell'eccessiva polverosità. Solo successivamente potrà essere valutata e concordata con gli Enti di Controllo competenti per territorio la modifica dei parametri di campionamento. In tal caso si consiglia l'utilizzo di filtri da 47 mm, anziché da 25 mm e/o l'utilizzo di più filtri per pari volumi di campionamento.
22. In caso di presenza di condizioni meteo estreme, accertate o previste, tali da ingenerare sulla struttura di confinamento statica e dinamica delle sollecitazioni che si avvicinino a quelle massime di progetto della struttura stessa, è opportuno procedere alla sospensione delle lavorazioni sia in ambiente indoor che out-door ed alla evacuazione delle maestranze; ciò a tutela degli operatori coinvolti e degli ambienti di vita circostanti. In tali situazioni si raccomanda di considerare: la velocità del vento, carichi accidentali di esercizio, carico neve sui teli protettivi, etc.. Inoltre le modalità di evacuazione in tali circostanze (terremoto, trombe d'aria, tornado, alluvioni, etc.) andranno inserite nel piano di sicurezza e coordinamento (Psc).
23. Anche i parametri per i campionamenti personali di aerodisperso devono essere conformi a quanto indicato dal d.m. 06/09/1994 ed in linea con i parametri già adottati a scala nazionale secondo le Linee Guida per la bonifica dei Sin, riportate in allegato 2.

Nello specifico andrà previsto un monitoraggio personale per singola mansione sull'operatore maggiormente esposto. Le modalità di campionamento ed analisi consigliate sono le seguenti: pompe di prelievo a basso flusso, 2-3 l/min, almeno 480 litri campionati, filtri in esteri misti di cellulosa da 25 mm, analisi al Mpcf. I risultati dovranno essere disponibili entro le 24 ore successive al campionamento. Qualora le analisi dei filtri dimostrino una netta tendenza verso un aumento della concentrazione di fibre aerodisperse o in tutti i casi di concentrazione superiore ai valori limite di preallarme (20 ff/l) ed allarme (50 ff/l), andranno modificate le tecniche di intervento, al fine di abbattere la polverosità. In caso di allarme, sarà necessario procedere ad un incapsulamento delle aree in lavorazione e avvertire l'Ausl immediatamente. Con la stessa comunicazione dovranno essere rese note le cause del superamento e le misure adottate dal DI per ovviare alla situazione, così come previsto dal comma 2 dell'art. 254 del d.lgs. 81/2008 "Attuazione dell'articolo 1 della l. 123/2007, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella G.u. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i.. In caso di preallarme andrà data comunicazione all'Ausl con specifico report settimanale contenente le cause del superamento e le misure adottate dal DI per ovviare alla situazione così come previsto dal comma 2 dell'art. 254 del d.lgs. 81/2008 "Attuazione dell'articolo 1 della l. 123/2007, in materia di tutela della salute e

della sicurezza nei luoghi di lavoro” pubblicato nella G.u. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i..

24. Tutti i controlli delle diverse fasi operative da effettuarsi prima e durante gli interventi di bonifica del terreno, dovranno essere previsti e concordati preferibilmente con le Autorità locali (Ausl /Arpa).
25. I Rca prodotti dalle attività di bonifica del suolo, sia compatti che friabili, previo opportuno confezionamento, dovranno essere avviati immediatamente a smaltimento o, in caso di necessità, depositati in una o più aree di stoccaggio temporaneo confinate staticamente e dinamicamente. Si chiede l'apposizione del codice Eer. su ogni big-bag o imballo/confezione di rifiuti. I rifiuti posti all'interno dell'area confinata staticamente e dinamicamente, dovranno essere abbancati per categorie omogenee e distinte per codice Eer. Si ricorda a tale proposito che la norma prescrive che “l'area prevista come deposito temporaneo di rifiuti dovrà essere adeguatamente segnalata con idonea cartellonistica ben visibile per dimensione e collocazione, inaccessibile alle persone non autorizzate e protetta in modo opportuno onde evitare la contaminazione dell'ambiente circostante”.
26. Andrà previsto in cantiere un ulteriore deposito temporaneo per rifiuti non contenenti amianto. Qualora si preveda il loro avvio a recupero, dopo una preliminare fase di lavaggio, andranno effettuate verifiche da parte dell' Ausl riguardo l'assenza di fibre di amianto sugli stessi, da effettuarsi mediante scotch-test; si consiglia di effettuare tali test campionando eventuali polveri depositate sulle superfici dei rifiuti con stub biadesivi, preferibilmente da 46 mm, da sottoporre a successive analisi al Sem. Il numero degli scotch test verrà stabilito dall' Ausl in base ai quantitativi di rifiuti da avviare a recupero. In linea generale si ritiene opportuno eseguire almeno 2 test per ogni abbancamento di rifiuti omogenei presenti nel deposito.
27. Dovrà essere indicato il luogo di conferimento dei Rca prodotti in cantiere, sia esso presso idoneo “deposito preliminare alla raccolta” o discarica, presentando altresì le relative autorizzazioni. In tal caso, inoltre, la ditta incaricata del trasporto dovrà essere in possesso di tutti i necessari documenti autorizzativi ed essere iscritta alla categoria 5 o 2 bis dell'Albo Gestori Ambientali.
28. Tutte le operazioni dovranno essere eseguite nel rispetto di quanto previsto dal d.lgs. 81/2008 e s.m.i.. Conseguentemente dovranno essere adottati tutti gli idonei Dispositivi di protezione collettiva ed individuale, definiti a seguito della valutazione dei rischi (indumenti ad alta visibilità, elmetto di protezione, occhiali di protezione, cuffie/tappi auricolari, etc.). In particolare, per assicurare la tutela della salute degli operatori addetti a lavorazioni a diretto contatto con Mca, è obbligatorio che essi siano equipaggiati con Dpi di terza categoria specifici per amianto che, se riutilizzabili, dovranno essere contrassegnati individualmente con il nominativo dell'operatore. I lavoratori addetti, dovranno utilizzare in modo appropriato i Dpi messi a loro disposizione, conformemente all'informazione/formazione e addestramento ricevuti, segnalando imme-

- diatamente al DI, al dirigente o al preposto eventuali deficienze dei dispositivi in uso.
29. Si ricorda che tutti i lavoratori operanti a diretto contatto con l'amianto dovranno rispettare altresì le procedure indicate negli allegati dei d.m. 06/09/1994 e 14/5/1996 - allegato 1.
- Si ricorda che per tutti i Dpi di terza categoria, destinati a salvaguardare da rischi di morte o di lesioni gravi e di carattere permanente, ai sensi dell'art. 77 del d.lgs. 81/2008, oltre all'attività d'informazione e formazione, è obbligatorio prevedere per gli utilizzatori un adeguato addestramento. Si richiama l'attenzione sul corretto impiego dei Dpi specifici per amianto (no a maschere monouso reimpiegate più volte; no a maschere portate sul collo o sopra il capo ed indossate solo durante azioni puntuali; assicurarsi che il cappuccio della tuta non copra gli occhi durante le fasi operative; etc.).
30. I Dpi esausti utilizzati dal personale che ha operato a diretto contatto con Rca, rimossi dopo idonea bagnatura, dovranno essere opportunamente imballati e contrassegnati con etichette indicanti il produttore del rifiuto, la presenza di amianto, l'identificativo R (rifiuti pericolosi), ed il codice Eer del rifiuto ivi contenuto; in particolare si consiglia che essi siano classificati e smaltiti con codice 15.02.02\* "Assorbenti, materiali filtranti, stracci ed indumenti protettivi, contaminati da sostanze pericolose" ed inviati ad idoneo deposito temporaneo, preliminare o discarica.
31. Nel caso sia necessario indossare indumenti ad alta visibilità, gli stessi dovranno essere indossati dal personale solo mentre si trova all'esterno dello scavo. A fine lavorazione gli stessi dovranno essere riposti in buste chiuse e sigillate per essere riutilizzati in altro cantiere con presenza di Mca o imballati in appositi big-bags per essere smaltiti come rifiuti. I big-bags dovranno essere successivamente avviati a deposito temporaneo, preliminare o smaltimento definitivo, come rifiuti contaminati da amianto. Si consiglia l'adozione del codice Eer 15.02.02\* - "Assorbenti, materiali filtranti, stracci ed indumenti protettivi, contaminati da sostanze pericolose".
32. Andranno altresì verificate le caratteristiche di idoneità e adeguatezza dei Dpi, specifici per amianto e non, da fornire agli operatori, non solo in termini di tipologia ma anche di vestibilità. I Dpi da adottare, non solo dovranno essere conformi alle regole di normazione tecnica per gli aspetti legati alla prevenzione e protezione dai rischi per i quali sono utilizzati, ma si dovranno anche perfettamente adattare alle esigenze ergonomiche, di morfologia e di salute dell'addetto che li deve utilizzare. Ciascun DI dovrà quindi porre massima attenzione nella scelta della tipologia, delle misure/taglie e delle quantità dei Dpi da fornire successivamente in cantiere a ciascun lavoratore (es. no all'acquisto di una unica taglia di tuta per tutti gli operatori, con il rischio di essere sovrabbondante e di intralcio per alcuni o troppo piccola e a rischio rottura lungo le cuciture per altri).
33. Tutti i soggetti in accesso al cantiere dovranno indossare i Dpi durante l'intero

periodo di permanenza all'interno del medesimo, avendo cura di mantenerli in condizioni di piena efficienza, o in caso contrario, di sostituirli prontamente.

34. Per assicurare la tutela della salute di tutti coloro che accedono all'area di cantiere, è indispensabile che gli stessi siano equipaggiati con idonei Dpi: in particolare si consiglia l'utilizzo di guanti, tute in tessuto non tessuto o similari a perdere (con cappuccio da indossare sotto il casco e cuciture rivestite da nastro isolante), e calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche idrorepellenti (da pulire molto bene con acqua a fine turno e da lasciare in cantiere). I pantaloni della tuta devono essere inseriti fuori dei calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche e sigillati con nastro isolante. Analoga sigillatura andrà prevista tra i guanti ed i polsini della tuta. L'uso di calzari in tessuto non tessuto o similari è da evitare perché si lacerano facilmente.

Per ciò che concerne la protezione delle vie aeree andrà previsto:

- a) per gli addetti alle operazioni di Messa in sicurezza/bonifica, l'utilizzo di semimaschera con filtro P3 o l'utilizzo di dispositivi di categoria superiore, sia in ambiente indoor che in quello outdoor;
- b) per le altre figure professionali che accedono in ambiente outdoor (trasportatori, organi di controllo, addetti alla pulizia delle Udp, etc.) si ritiene opportuno l'utilizzo del facciale filtrante usa e getta con filtro P3;
- c) chiunque acceda alle aree confinate staticamente e dinamicamente dovrà essere dotato di semimaschera con filtro P3 o in casi particolari di maschera pieno facciale con filtro P3 o di dispositivi di categoria superiore.

Si ricorda che barba, baffi e basette lunghe, non consentono una perfetta aderenza tra Dpi delle vie respiratorie e viso. Pertanto esse devono necessariamente essere evitate.

35. Gli operatori alla guida degli automezzi dovranno indossare comunque i Dpi e nello specifico Ffp3 monouso. Solo quando saranno idoneamente equipaggiati potranno transitare all'interno del sito. Gli operatori non dovranno uscire dall'automezzo, a meno che non sia strettamente necessario per l'espletamento delle funzioni lavorative, al fine di evitare il più possibile la contaminazione della cabina.
36. Nel caso di lavorazioni condotte da addetti che svolgeranno più operazioni di grado differenziato, si dovrà sempre prevedere l'adozione del Dpi a protezione delle vie aeree adeguato di volta in volta al tipo di attività effettuata oppure l'adozione del dispositivo con il più elevato fattore di protezione.
37. Dovranno essere definite le procedure di emergenza da applicare nei casi di rottura o malfunzionamento improvviso dei Dpi, per la tenuta dei confinamenti o degli imballaggi dei Rca nonché per l'evacuazione di eventuali feriti.
38. Dovrà essere prevista una Unità decontaminazione personale (Udp) da porre in ingresso al sito. In caso di estensione rilevante del perimetro del suddetto si ritiene che nell'area, obbligatoriamente dovranno essere previste due Udp, una posta in ingresso al sito e una contigua all'area di cantiere oggetto di specifici interventi di risanamento (da spostare di volta in volta), ciò al fine di con-

- sentire le opportune attività di decontaminazione nei pressi dell'area a maggior rischio (ove sono in corso le attività di bonifica), e la sostituzione dei Dpi sporchi con ulteriori Dpi puliti per attraversare in sicurezza le restanti porzioni outdoor del sito (potenzialmente ancora contaminate). L'accesso/uscita di tutto il personale al sito dovrà avvenire solo attraverso l'Udp principale posta in ingresso, effettuando le corrette procedure di ingresso/uscita previste dal d.m. 06/09/1994. Ciò a tutela dei lavoratori e degli ambienti di vita circostanti.
39. Devono essere specificate le procedure di accesso e uscita al sito tramite la Udp principale e quelle di ingresso e di uscita dalla Udp secondaria da posizionare, di volta in volta, vicino al cantiere in lavorazione. Si dovranno altresì specificare i Dpi da utilizzare nel trasferimento tra le due Udp.
  40. Devono essere stabilite le procedure da adottare per la pulizia delle due Udp a fine giornata lavorativa ed il relativo personale addetto, dovrà essere debitamente equipaggiato di idonei Dpi e formato sulle corrette procedure di utilizzo delle Udp.
  41. Devono essere stabilite le tempistiche e le procedure per lo smaltimento dei rifiuti prodotti nelle Udp.
  42. Deve essere sempre garantita la fornitura di acqua calda per i servizi igienici e le docce presenti all'interno delle Udp.
  43. In caso sia presente contaminazione anche in ambiente outdoor, si consiglia di prevedere un punto esterno all'Udp per il lavaggio delle calzature, prima dell'ingresso dell'operatore nel "locale contaminato" della suddetta, al fine di ridurre la contaminazione interna di tale locale.
  44. L'Udp ubicata in prossimità dell'area di cantiere dovrà essere realizzata almeno a 4 stadi, conformemente a quanto previsto dal d.m. 06/09/1994.
  45. All'interno dello "spogliatoio contaminato" dell'Udp andranno previsti armadietti personali per gli operatori, ove riporre i Dpi nominali re-indossabili (casco, stivali, ciabatte lavabili, etc.).
  46. Tutti i lavoratori addetti agli interventi a diretto contatto con Mca dovranno essere formati e addestrati, oltre che sul corretto uso dei Dpi ai sensi del d.lgs.81/08, anche con corsi specifici ai sensi del d.p.r. 08/08/1994 da 30 ore per i lavoratori addetti alle attività di rimozione, smaltimento e bonifica (operativi) e 50 ore per chi dirige sul posto tali attività (gestionale). Tali lavoratori dovranno altresì dimostrare di aver frequentato il relativo corso di aggiornamento con periodicità preferibilmente quinquennale, o come previsto dai regolamenti regionali. Si ricorda inoltre che, ai sensi della Deliberazione Albo gestori del 16 luglio 1999, n. 3, l'iscrizione alla categoria 10 "bonifica dei beni contenenti amianto" prevede che i responsabili tecnici di cantiere abbiano comprovata qualificazione e siano in possesso di idonea certificazione attestante il relativo conseguimento.
  47. Si ricorda che nel caso di subappalto per l'esecuzione di lavori di bonifica amianto, l'impresa subentrante dovrà presentare all'Ausl competente per territorio un nuovo Pdl con i propri dati (ai sensi di quanto previsto dall'art. 256

- del d.lgs. 81/08) ed essere in possesso degli idonei requisiti tecnico professionali di cui sopra.
48. Tenuto conto dello stress fisico a cui saranno sottoposti gli operatori, dovranno essere previsti idonei turni lavorativi ridotti in considerazione delle condizioni meteorologiche (generalmente di 4-6 ore ciascuno), e pause che tengano conto delle specifiche lavorazioni.
  49. Si chiede che tutte le attrezzature manuali utilizzati durante la bonifica, ivi comprese quelle di sicurezza, siano conservate quali attrezzature da lavoro nel previsto spogliatoio contaminato dell' Udp. Nel caso in cui sia previsto un loro riutilizzo esternamente al cantiere, esse dovranno essere necessariamente bonificate in apposita Unità decontaminazione materiali (Udm) posta in prossimità del cantiere.
  50. L'Udm dovrà essere realizzata in conformità a quanto indicato dal d.m. 06/09/1994. Per l'uscita dei materiali attraverso l' Udm dovranno operare diverse squadre di operatori. Si suggerisce che la prima squadra operi all'interno del modulo filtro (chiusa d'aria); la seconda all'interno del modulo lavaggio e la terza nel terzo modulo. Quest'ultima squadra potrà anche accedere alle aree esterne all' Udm. Un ulteriore squadra dovrà essere prevista per la movimentazione dei rifiuti verso il deposito temporaneo in situ. È necessario che i lavoratori addetti alle diverse aree operino esclusivamente all'interno della propria area di competenza, al fine di evitare la diffusione di contaminazione tra i diversi stadi; le aree di competenza possono essere identificate con colori differenti ed i relativi operatori con corrispondente etichetta sulla tuta. Ciò al fine di consentire facili verifiche da parte degli Organi di controllo. Si segnala l'opportunità che i mezzi operativi vengano utilizzati per la propria area di intervento evitando attraversamenti in moduli adiacenti.
  51. Tutti i mezzi, i materiali e le attrezzature necessari per eseguire le lavorazioni devono essere introdotte nell'area di lavoro attraverso l'Udm. Le stesse potranno uscire solo dopo decontaminazione all'interno di detta area. Nel caso di siti particolarmente complessi ed estesi in cui si preveda l'entrata ed uscita di mezzi ed attrezzature dall'area confinata staticamente e dinamicamente, deve essere prevista un'apposita Unità di Decontaminazione dei Materiali e dei Mezzi, sufficientemente grande, da consentire tale passaggio per gli stessi, e non solo per i rifiuti prodotti insaccati; oppure, in alternativa, è possibile prevedere una Unità di dimensioni limitate solo per i materiali/rifiuti ed una aggiuntiva per i mezzi, a discrezione del proponente (nel qual caso da realizzare comunque a 3 stadi, ai sensi del d.m. 06/09/1994).



**Figura 74:** Unità di decontaminazione dei materiali e dei mezzi di grandi dimensioni - vista interna;  
vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 75:** Unità di decontaminazione dei materiali e dei mezzi di grandi dimensioni - vista esterna;  
vedi Riferimenti alle immagini

52. Nessun operatore dovrà mai utilizzare l' Udm per entrare o uscire dall'area di lavoro.
53. Si ricorda che tutte le acque utilizzate in cantiere in caso di un loro riutilizzo (sia derivanti dall' Udp, dall' Udm, dal lavaggio mezzi, etc.), dovranno essere oggetto di depurazione con l'impiego di sistemi filtranti in grado di trattenere particelle di dimensioni uguali o superiori a 3 micron. Inoltre le acque dovranno essere oggetto di controlli mensili nei primi tre mesi, la cui frequenza potrà essere rivalutata a seguito delle risultanze analitiche. Dovrà essere prevista, a seguito di installazione e consultazione di apposita strumentazione di controllo dell'efficienza (ad es. manometro), una periodica sostituzione dei filtri. Le analisi andranno condotte al Sem, preferibilmente a 4.000 ingrandimenti. Il valore di concentrazione di amianto nelle acque di risulta non dovrebbe eccedere le 100.000 ff/l, come indicato dal parere dell'Arpa Piemonte "Relazione tecnica circa la presenza di elementi fibrosi di amianto e metalli pesanti nel Rio Acque Striate (comune di Voltaggio - Al) sulla base di una pubblicazione scientifica (Webber *et alii*, 1988). I filtri, qualora non più efficienti, dovranno essere sostituiti e smaltiti con codice Eer 15.02.02\*.
54. Tutti i confinamenti statici e dinamici devono essere realizzati mediante l'impiego di un sistema di estrazione d'aria che metta in depressione il cantiere di bonifica rispetto all'esterno. Il sistema di estrazione deve garantire un gradiente di pressione tale che si verifichi un flusso d'aria dall'esterno verso l'interno del cantiere in modo da evitare qualsiasi fuoriuscita di fibre. Il numero di estrattori deve essere sufficiente per assicurare un gradiente di pressione negativa. L'uscita del sistema di aspirazione deve attraversare le barriere di confinamento e l'integrità di quest'ultimo va mantenuta sigillando i teli di polietilene con nastro adesivo intorno all'estrattore o il tubo di uscita. Gli estrattori devono essere muniti di filtro Hepa (alta efficienza) e devono essere messi in funzione prima degli interventi di manomissione dei Rca e restare in funzione 24 ore su 24 per tutta la durata degli interventi e fino al rilascio del certificato di restituibilità del cantiere da parte di Ausl e/o Arpa. Le condizioni di depressione andranno mantenute costanti. La prova di tenuta del confinamento andrà realizzata, alla presenza di Ausl mediante l'utilizzo di fumogeni. Nel caso in cui le volumetrie delle aree da confinare siano eccessive, il confinamento deve essere effettuato in maniera da "garantire la saturazione dell'area di lavoro, osservando dall'esterno del cantiere le eventuali fuoriuscite di fumo. Tutte le falle individuate vanno sigillate dall'interno".
55. È auspicabile che, nel caso dell'allestimento di aree confinate staticamente e dinamicamente, le stesse abbiano dimensioni non superiori a 10.000 mc; ciò in relazione alla esigenza di compartimentazione e di mantenimento di un sufficiente ricambio d'aria/ora al loro interno, previsti dal d.m. 06/09/1994 e dal d.lgs. 81/08 e s.m.i..
56. Si dovrà provvedere, in base a quanto stabilito dall'Art. 255, comma b) del d.lgs. 81/08, all'affissione di cartelli per segnalare che si prevede il superamento del valore limite di esposizione".

57. Al termine di tutte le operazioni previste, è opportuna una verifica per la restituitività da parte di Ausl /Arpa; a tal fine andrà effettuata una ispezione visiva, campionamenti ed analisi di materiali in massa prelevati sia sul fondo che sulle pareti dello scavo, nonché campionamenti ambientali di aerodisperso da concordare con l'Organo di vigilanza competente per territorio (Ausl). Si ricorda che i valori limite di riferimento sono per i suoli lo 0,1% (d.lgs. 152/06), per l'aria in ambiente indoor 2 f/l ed in ambiente outdoor 1 f/l (Oms).
58. Prima delle operazioni di rimozione dei teli di tutte le aree confinate sia staticamente che dinamicamente, si dovrà procedere all'incapsulamento dei medesimi.
59. Nel caso di interventi di bonifica di suoli è necessaria la certificazione di assenza dell'agente inquinante amianto a fondo scavo e sui lati del medesimo secondo le modalità indicate dal Parere Tecnico del Ministero della Salute riportato in allegato 3.
60. Si raccomanda che eventuali rifiuti con spigoli e punte acuminate (sfridi, spezzoni, etc.) siano confezionati in contenitori rigidi tali da garantire l'integrità dell'imballaggio.
61. Si ritiene improprio assegnare il codice 17.06.01\* "Materiali isolanti contenenti amianto" ai rifiuti in matrice friabile presenti nel suolo; si ritiene invece opportuno utilizzare il codice 17.05.03\* "Terre e rocce contenenti sostanze pericolose".

A seguito delle operazioni di bonifica effettuate conformemente alle procedure sopra indicate, i terreni di risulta valutati, adottando le procedure indicate nel presente documento, come analiticamente esenti da amianto anche a seguito di contraddittorio con gli Enti di controllo, potranno essere riutilizzati solo in situ. Si ricorda che nel caso in cui dalla caratterizzazione risultino presenti in situ ulteriori contaminanti oltre l'amianto, ai sensi delle normative vigenti, si dovrà procedere ad ulteriori fasi di bonifica e verifica analitica prima del riutilizzo del suolo/sottosuolo/materiale di riporto in situ.

A fini cautelativi, a tutela della salute dei lavoratori e della popolazione circostante, in considerazione della nota problematica inerente la determinazione analitica dell'amianto in basse concentrazioni, si ritiene opportuna una ricopertura con almeno 30-50 cm di terreno vergine (certificato come non contaminato da parte dell'Organo di vigilanza competente per territorio) o altra procedura concordata con gli Organi di controllo locali.

#### **4.2 Suoli/terreni con concentrazioni di amianto potenzialmente basse (caso C)**

1. Dovranno essere comunicate al Comune ed agli Organi di controllo, appena note e comunque prima dell'inizio dei lavori, le date effettive di inizio, durata

- e fine delle fasi di escavazione/movimentazione, al fine di consentire controlli a campione del rispetto delle misure di prevenzione ivi descritte.
2. L'intera area oggetto degli interventi deve essere opportunamente delimitata su tutti i lati del perimetro, deve essere altresì garantita una continua e puntuale manutenzione della recinzione perimetrale. L'area dovrà essere contrassegnata da cartellonistica idonea per dimensione e collocazione (anti-intrusione, divieto di accesso ai non addetti ai lavori, pericolo di inalazione di fibre di amianto, obbligo di adozione dei Dpi) ed eventuale sorveglianza in considerazione di eventuali criticità (furti, accessi indebiti, etc.), necessaria a garantire la completa interdizione ai non addetti ai lavori. La cartellonistica di cui sopra dovrà essere affissa in ogni punto di accesso. Dovrà altresì essere prevista una idonea segnalazione (diurna/notturna) del cantiere ai sensi del Decreto Interministeriale del 4 marzo 2013.
  3. Ai fini della sicurezza potranno accedere all'intera area soltanto gli operatori addetti alle lavorazioni e gli Enti preposti al controllo, fino al termine di tutte le lavorazioni.
  4. Non è consentito l'accesso all'area di cantiere a personale non adeguatamente formato circa le attività in atto e ai rischi specifici connessi a quelle da svolgere con particolare riferimento al rischio amianto. Tutto il personale non addetto agli interventi diretti sui suoli, dovrà essere allontanato dall'area di lavoro durante le fasi operative sugli stessi; a tal fine dovrà essere eventualmente previsto il coordinamento con le attività di ditte terze.
  5. In ingresso all'area dovrà essere tenuto il registro di cantiere, dove devono essere riportati tutti i nomi dei soggetti che a vario titolo accedono all'interno del sito, il motivo per cui accedono, la data, l'ora di ingresso, l'ora di uscita, etc..
  6. È fatto divieto assoluto di transito all'interno dell'area di cantiere, a qualsiasi veicolo non direttamente impiegato nelle lavorazioni (veicoli privati). All'interno del sito non potrà essere prevista alcuna area parcheggio per la sosta dei veicoli privati.
  7. All'interno del cantiere i veicoli sono tenuti a circolare a velocità ridotta lungo le vie di transito. Queste ultime devono essere oggetto di frequente bagnatura, con frequenza da concordare con l'Organo di vigilanza.
  8. Tutte le attrezzature meccaniche e i mezzi impiegati per gli interventi dovranno preferenzialmente rimanere all'interno dell'area perimetrata, evitando frequenti entrate ed uscite giornaliere che possono comportare contaminazioni esterne.
  9. Deve essere prevista e installata specifica piattaforma lavaggio mezzi a bassa pressione, nelle immediate vicinanze dell'accesso al sito, al fine di non disperdere le fibre in aria. Si dovrà altresì prevedere periodicamente una accurata pulizia dell'abitacolo mediante aspiratore a filtri assoluti Hepa. Per la suddetta piattaforma, qualora si intenda riutilizzare le acque, dovrà essere prevista una unità di trattamento che, allo stadio finale, dovrà trattenerne le fibre superiori a 3 micron.

10. È vietato fumare, bere e mangiare all'interno dell'intero perimetro.
11. È vietata l'installazione di aree ristoro e di riposo, degli uffici di cantiere e della direzione lavori, all'interno del perimetro. L'utilizzo di tali apprestamenti, implica infatti il mancato rispetto della normativa vigente (adozione dei Dpi). L'installazione di uffici ed aree ristoro deve essere prevista prioritariamente all'esterno del perimetro. Qualora ciò non risulti realizzabile per specifici contesti ambientali, le suddette dovranno essere allocate preferibilmente in prossimità dell'accesso all'area.
12. In riferimento ai presidi necessari, si chiede che la posa delle infrastrutture di cantiere avvenga su terreni esenti da contaminazione da amianto. In caso contrario dovrà essere previsto preventivamente l'incapsulamento di aree già pavimentate o la posa su un geotessuto.
13. Si raccomanda che durante tutte le fasi di bonifica, i suoli contaminati in ambiente outdoor siano adeguatamente bagnati. In particolare andrà prevista una preventiva loro bagnatura con acqua additivata da incapsulanti, prima di iniziare la perturbazione del suolo. Tale bagnatura è da realizzarsi preferibilmente per iniezione o nebulizzazione controllata e non tramite allagamento superficiale (il quale crea una umidificazione poco omogenea e fangosità locali con difficoltà gestionali); inoltre si dovrà prevedere un tempo sufficiente affinché l'acqua penetri nel terreno (usualmente 24 ore). Il terreno uniformemente umido fornirà in tal modo il massimo controllo delle emissioni, con problemi minimi di aerodispersione di fibre e potenziale contaminazione incrociata tra diversi campioni/lotti.
14. Lo scavo di terreno contaminato da amianto non deve superare i limiti di bagnatura. Si dovrà inoltre prevedere all'interno dell'area di scavo attività di nebulizzazione saltuaria per contenere eventuali emissioni; ciò può essere realizzato prevedendo l'impiego di uno o più cannoni per la nebulizzazione dell'acqua o altri sistemi di nebulizzazione statici opportunamente indirizzati, atti ad abbattere la polverosità nell'aria; esistono inoltre sistemi di nebulizzazione che possono essere montati sull'attrezzatura di scavo. I sistemi di nebulizzazione montati a terra sono molto più efficaci di quelli montati sulle attrezzature ma questi ultimi sono impiegati in caso di grandi progetti di scavo come utili sistemi integrativi di quelli a terra. Durante le lavorazioni, la bagnatura di cui sopra dovrà avvenire anche sulle superfici portate a giorno a seguito del procedere dei lavori.
15. Lo scavo prodotto, in caso di lavorazioni aventi durata superiore ad una giornata lavorativa, dovrà essere asperso con una soluzione di acqua ed incapsulante per stabilizzare le superfici esposte all'aria durante le successive fasi lavorative.
16. Si ricorda che è fatto divieto assoluto di installazione di servizi igienici all'interno dell'area. L'utilizzo di tali apprestamenti, infatti, comporta inevitabilmente la rottura della tuta monouso e ne consegue il necessario ricambio ivi non previsto e non disponibile. L'utilizzo di tali servizi comporterebbe il mancato rispetto delle misure previste dal d.lgs. 81/2008.

17. È severamente vietato l'impiego di oggetti personali, quali orologi, cellulare, etc. all'interno del cantiere; nella maggior parte dei casi l'utilizzo di quest'ultimo comporta la rimozione della maschera per poter parlare, la presenza di tasche o borse/marsupi poste al di sopra della tuta per poterlo contenere (che si possono contaminare), l'apertura della tuta per poter accedere a tasche presenti nell'abbigliamento sottostante (con probabile contaminazione interna), etc..
18. Si chiede di predisporre un piano definito per il monitoraggio ambientale e personale delle fibre di amianto aerodisperse, stabilendo in particolar modo le frequenze, i punti di campionamento, il numero e la mansione del personale interessato, e le relative analisi. Si chiede che il monitoraggio personale venga effettuato sull'operatore a maggior rischio per ogni squadra operativa.
19. I parametri per i campionamenti ambientali di aerodisperso devono essere conformi a quanto indicato dal d.m. 06/09/1994 ed in linea con i parametri già adottati a scala nazionale secondo le Linee Guida per la bonifica dei Sin, riportate in allegato 2.
  - Per ciò che concerne le aree di lavoro interne al cantiere, qualora le analisi dei filtri dimostrino una netta tendenza verso un aumento della concentrazione di fibre aerodisperse o in tutti i casi di concentrazioni superiori ai valori limite, andranno modificate le tecniche di intervento, al fine di abbattere la polverosità. Il valore limite da considerare è quello di 100 ff/l ai sensi del d.lgs. 81/2008. Si ritiene opportuno che i campionamenti ambientali vengano eseguiti con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, 3.000 litri campionati, filtri in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm. La norma vigente prevede che i campioni siano analizzati alla Mpcf. I risultati dovranno essere disponibili entro le 24 ore successive al campionamento. Per questo tipo di monitoraggio sono previste due soglie una di preallarme ed una di allarme. Quella di preallarme si verifica ogni qual volta i risultati dei monitoraggi effettuati mostrano una netta tendenza verso un aumento della concentrazione di fibre aerodisperse e comunque non superiore a 20 ff/l; quella di allarme, si verifica quando la concentrazione di fibre aerodisperse supera il valore limite di 50 ff/l ai sensi del d.m. 06/09/1994. In caso di allarme oltre all'adozione di tutte le misure di seguito indicate, sarà necessario procedere ad un incapsulamento delle aree in lavorazione. Sempre in caso di allarme sarà necessario avvertire l'Ausl immediatamente. Con la stessa comunicazione dovranno essere rese note le cause del superamento e le misure adottate dal DI per ovviare alla situazione, così come previsto dal comma 2 dell'art. 254 del d.lgs. 81/2008 "Attuazione dell'articolo 1 della l. 123/2007, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella G.u. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i.. In caso di preallarme andrà data comunicazione all'Ausl con specifico report settimanale contenente le cause del superamento e le misure adottate dal DI per ovviare alla situazione, così come previsto dal comma 2 dell'art. 254 del d.lgs. 81/2008

“Attuazione dell’articolo 1 della l. 123/2007, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” pubblicato nella G.u. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i..

- Per le aree esterne al perimetro del sito, le modalità di campionamento ed analisi sono: campionamenti ambientali con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, 3.000 litri campionati, filtri in policarbonato da 25 o 47 mm, analisi al Sem. Il valore limite da considerare, non essendovi una normativa specifica di settore e trattandosi di ambienti outdoor assimilabili ad ambienti di vita, è pari a 1 f/l in analogia a quanto indicato per l’amianto dall’ Oms in ambiente cittadino (*Air quality guidelines*, 2000).
20. Relativamente al Piano di monitoraggio ambientale, si specifica che in caso vengano registrate situazioni di eccessivo carico di polverosità sui filtri che infici la lettura ed il conteggio delle fibre o dei fasci fibrosi, è necessario riportare l’evento sul quaderno di cantiere, adottando contemporaneamente misure per la riduzione dell’eccessiva polverosità. Solo successivamente potrà essere valutata e concordata con gli Enti di Controllo competenti per territorio la modifica dei parametri di campionamento. In tal caso si consiglia l’utilizzo di filtri da 47 mm, anziché da 25 mm e l’utilizzo di più filtri per pari volumi di campionamento.
21. In caso di presenza di forti venti e/o condizioni climatiche estreme, è opportuno che le lavorazioni siano interrotte a tutela degli operatori coinvolti e degli ambienti di vita circostanti.
22. Anche i parametri per i campionamenti personali di aerodisperso devono essere conformi a quanto indicato dal d.m. 06/09/1994 ed in linea con i parametri già adottati a scala nazionale secondo le Linee Guida per la bonifica dei Sin, riportate in allegato 2.
- Le modalità di campionamento ed analisi consigliate sono le seguenti: pompe di prelievo a basso flusso, 2-3 l/min, almeno 480 litri campionati, filtri in esteri misti di cellulosa da 25 mm, analisi al Mocf. I risultati dovranno essere disponibili entro le 24 ore successive al campionamento. Qualora le analisi dei filtri dimostrino una netta tendenza verso un aumento della concentrazione di fibre aerodisperse o in tutti i casi di concentrazione superiore ai valori limite di preallarme (20 ff/l) ed allarme (50 ff/l), andranno modificate le tecniche di intervento, al fine di abbattere la polverosità.
  - In caso di allarme, sarà necessario procedere ad un incapsulamento delle aree in lavorazione e avvertire l’Ausl immediatamente. Con la stessa comunicazione dovranno essere rese note le cause del superamento e le misure adottate dal DI per ovviare alla situazione, così come previsto dal comma 2 dell’art. 254 del d.lgs. 81/2008.
  - In caso di preallarme andrà data comunicazione all’Ausl con specifico report settimanale contenente le cause del superamento e le misure adottate dal DI per ovviare alla situazione così come previsto dal comma 2 dell’art. 254 del d.lgs. 81/2008.

23. Tutti i controlli delle diverse fasi operative da effettuarsi prima e durante gli interventi di bonifica del terreno, andrebbero concordati preferibilmente con le Autorità locali (Ausl /Arpa).

*Rifiuti contenenti amianto:*

24. I Rca prodotti dalle attività di bonifica del suolo, sia compatti che friabili, previo opportuno confezionamento, dovranno essere avviati immediatamente a smaltimento o, in caso di necessità, depositati in una o più aree di stoccaggio temporaneo confinate staticamente e dinamicamente. Si chiede l'apposizione del codice Eer su ogni big-bag o imballo/confezione di rifiuti. I rifiuti posti all'interno dell'area confinata staticamente e dinamicamente, dovranno essere abbancati per categorie omogenee e distinte per codice Eer. Si ricorda a tale proposito che la norma prescrive che "l'area prevista come deposito temporaneo di rifiuti dovrà essere adeguatamente segnalata con idonea cartellonistica ben visibile per dimensione e collocazione, inaccessibile alle persone non autorizzate e protetta in modo opportuno onde evitare la contaminazione dell'ambiente circostante".
25. Andrà previsto in cantiere un ulteriore deposito temporaneo per rifiuti non contenenti amianto. Qualora si preveda il loro avvio a recupero, dopo la preliminare fase di lavaggio citata nella Flow-chart 1, andranno effettuate verifiche da parte dell'Ausl riguardo l'assenza di fibre di amianto sugli stessi, da effettuarsi mediante scotch-test; si consiglia di effettuare tali test campionando eventuali polveri depositate sulle superfici dei rifiuti con stub biadesivi, preferibilmente da 46 mm, da sottoporre a successive analisi al Sem. Il numero degli scotch test verrà stabilito dall'Ausl in base ai quantitativi di rifiuti da avviare a recupero. In linea generale si ritiene opportuno eseguire almeno 2 test per ogni abbancamento di rifiuti omogenei presenti nel deposito.
26. Dovrà essere indicato il luogo di conferimento dei Rca prodotti in cantiere, sia esso presso idoneo "deposito preliminare alla raccolta" o discarica, presentando altresì le relative autorizzazioni. In tal caso, inoltre, la ditta incaricata del trasporto dovrà essere in possesso di tutti i necessari documenti autorizzativi ed essere iscritta alla categoria 5 o 2 bis dell'Albo gestori ambientali.

*Dispositivi di protezione individuale:*

27. Tutte le operazioni dovranno essere eseguite nel rispetto di quanto previsto dal d.lgs. 81/2008 e s.m.i.. Conseguentemente dovranno essere adottati tutti gli idonei dispositivi di protezione collettiva ed individuale, definiti a seguito della valutazione dei rischi (indumenti ad alta visibilità, elmetto di protezione, occhiali di protezione, cuffie/tappi auricolari, etc.). In particolare, per assicurare la tutela della salute degli operatori addetti a lavorazioni a diretto contatto con Mca, è obbligatorio che essi siano equipaggiati con Dpi di terza categoria specifici per amianto che, se riutilizzabili, dovranno essere contrassegnati individualmente con il nominativo dell'operatore. I lavoratori addetti, dovranno uti-

- lizzare in modo appropriato i Dpi messi a loro disposizione, conformemente all'informazione/formazione e addestramento ricevuti, segnalando immediatamente al DI, al dirigente o al preposto eventuali deficienze dei dispositivi in uso.
28. Si ricorda che tutti i lavoratori operanti a diretto contatto con l'amianto dovranno rispettare altresì le procedure indicate negli allegati dei d.m. 06/09/1994 e 14/5/1996 - allegato 1.
- Si ricorda che per tutti i Dpi di terza categoria, destinati a salvaguardare da rischi di morte o di lesioni gravi e di carattere permanente, ai sensi dell'art. 77 del d.lgs. 81/2008, oltre all'attività d'informazione e formazione, è obbligatorio prevedere per gli utilizzatori un adeguato addestramento. Si richiama l'attenzione sul corretto impiego dei Dpi specifici per amianto (no a maschere monouso reimpiegate più volte; no a maschere portate sul collo o sopra il capo ed indossate solo durante azioni puntuali; assicurarsi che il cappuccio della tuta non copra gli occhi durante le fasi operative, etc.).
29. I Dpi esausti utilizzati dal personale che ha operato a diretto contatto con Rca, rimossi dopo idonea bagnatura, dovranno essere opportunamente imballati e contrassegnati con etichette indicanti il produttore del rifiuto, la presenza di amianto, l'identificativo R (rifiuti pericolosi), ed il codice Eer del rifiuto ivi contenuto; in particolare si consiglia che essi siano classificati e smaltiti con codice 15.02.02\* "Assorbenti, materiali filtranti, stracci ed indumenti protettivi, contaminati da sostanze pericolose" ed inviati ad idoneo deposito temporaneo, preliminarmente o discarica.
30. Nel caso sia necessario indossare indumenti ad alta visibilità, gli stessi dovranno essere indossati dal personale solo mentre si trova all'esterno dello scavo. A fine lavorazione gli stessi dovranno essere riposti in buste chiuse e sigillate per essere riutilizzati in altro cantiere con presenza di Mca o imballati in appositi big-bags per essere smaltiti come rifiuti. I big-bags dovranno essere successivamente avviati a deposito temporaneo, preliminarmente o smaltimento definitivo, come rifiuti contaminati da amianto. Si consiglia l'adozione del codice Eer 15.02.02\* - "Assorbenti, materiali filtranti, stracci ed indumenti protettivi, contaminati da sostanze pericolose".
31. Andranno altresì verificate le caratteristiche di idoneità e adeguatezza dei Dpi, specifici per amianto e non, da fornire agli operatori, non solo in termini di tipologia ma anche di vestibilità. I Dpi da adottare, non solo dovranno essere conformi alle regole di normazione tecnica per gli aspetti legati alla prevenzione e protezione dai rischi per i quali sono utilizzati, ma si dovranno anche perfettamente adattare alle esigenze ergonomiche, di morfologia e di salute dell'addetto che li deve utilizzare. Il DI dovrà quindi porre massima attenzione nella scelta della tipologia, delle misure/taglie e delle quantità dei Dpi da fornire successivamente in cantiere a ciascun lavoratore (es. no all'acquisto di una unica taglia di tuta per tutti gli operatori, con il rischio di essere sovrabbondante e di intralcio per alcuni o troppo piccola e a rischio rottura lungo le cuciture per altri).

32. Tutti i soggetti in accesso al cantiere dovranno indossare i Dpi durante l'intero periodo di permanenza all'interno del medesimo, avendo cura di mantenerli in condizioni di piena efficienza, o in caso contrario, di sostituirli prontamente. In particolare si consiglia l'utilizzo di guanti, tute in tessuto non tessuto o similari a perdere (con cappuccio da indossare sotto il casco e cuciture rivestite da nastro isolante), e calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche idrorepellenti (da pulire molto bene con acqua a fine turno e da lasciare in cantiere). I pantaloni della tuta devono essere inseriti fuori dei calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche e sigillati con nastro isolante. Analoga sigillatura andrà prevista tra i guanti ed i polsini della tuta. L'uso di calzari in tessuto non tessuto o similari è da evitare perché si lacerano facilmente.

Per ciò che concerne la protezione delle vie aeree andrà previsto:

- a) per gli addetti alle operazioni di cernita e per quelli a diretto contatto con Rca (di cui alle caselle evidenziate in nero nella Flow-chart 1), l'utilizzo di semimaschera con filtro P3 o l'utilizzo di dispositivi di categoria superiore da valutare in base alle concentrazioni di amianto rilevate tramite i monitoraggi ambientali e personali;
- b) per le altre figure professionali che accedono in ambiente outdoor (trasportatori, organi di controllo, etc.) si ritiene opportuno l'utilizzo del facciale filtrante usa e getta con filtro P3.

Si ricorda che barba, baffi e basette lunghe, non consentono una perfetta aderenza tra Dpi delle vie respiratorie e viso. Pertanto esse devono necessariamente essere evitate.

33. Gli operatori alla guida degli automezzi dovranno indossare comunque i Dpi e nello specifico Ffp3 monouso. Solo quando saranno idoneamente equipaggiati potranno transitare all'interno del sito. Gli operatori non dovranno uscire dall'automezzo, a meno che non sia strettamente necessario per l'espletamento delle funzioni lavorative, al fine di evitare il più possibile la contaminazione della cabina.
34. Nel caso di lavorazioni condotte da addetti che svolgeranno più operazioni di grado differenziato, si dovrà sempre prevedere l'adozione del Dpi a protezione delle vie aeree adeguato di volta in volta al tipo di attività effettuata, oppure l'adozione del dispositivo con il più elevato fattore di protezione.
35. Dovranno essere definite le procedure di emergenza da applicare nei casi di rottura o malfunzionamento improvviso dei Dpi, degli imballaggi dei Rca nonché per l'evacuazione di eventuali feriti.
36. In caso si operi in assenza di specifica Udp, al fine di garantire la massima sicurezza degli operatori, si ritiene opportuno indossare due tute una sopra l'altra; la corretta svestizione dei Dpi prevede che nel caso si indossi una singola tuta monouso debba essere tolta sempre indossando il dispositivo a protezione delle vie aeree e rispettando l'ordine delle azioni di seguito riportato:
  - a) prima della svestizione, inumidire la superficie esterna di tuta, guanti e cal-

- zari con acqua (spruzzata/nebulizzata); è necessario pertanto prevedere un'adeguata riserva di acqua in cantiere;
- b) rimuovere il nastro adesivo utilizzato per la sigillatura dei guanti e delle calzature;
  - c) staccare le parti adesive della tuta (a chiusura del collo e della cerniera sul tronco);
  - d) togliere i guanti;
  - e) aprire la cerniera della tuta;
  - f) liberarsi il capo dal cappuccio;
  - g) iniziare a svestirla, avendo cura di arrotolarla dall'alto verso il basso e verso l'esterno per segregare la parte contaminata al suo interno;
  - h) sfilare la tuta dalle calzature;
  - i) riporla immediatamente in busta monouso chiusa insieme al nastro adesivo rimosso di cui al punto a) ed ai guanti;
  - l) gettare la busta in apposito sacco chiuso, da riporre successivamente in Big-Bags;
  - m) rimuovere le calzature da lavoro, precedentemente pulite molto bene con acqua.

In caso di doppia tuta quella interna dovrà essere sfilata in zone non contaminate e continuando ad indossare il dispositivo a protezione delle vie aeree, che dovrà essere rimosso per ultimo.

Infine, soltanto a operazione conclusa, si potrà procedere e rimuovere il dispositivo a protezione delle vie aeree. I Dpi riutilizzabili dovranno essere lavati e conservati in busta chiusa; quelli monouso dovranno essere collocati in busta chiusa diversa da quella utilizzata per gli altri Dpi o rifiuti, prima del loro smaltimento. Si segnala che le tute protettive a perdere, essendo a tenuta, nel momento in cui vengono aperte o rimosse inevitabilmente si danneggiano/lacerano. Per tale motivo, dovranno necessariamente essere sostituite anche solo dopo essersi recati presso i servizi igienico-sanitari. Dopo la svestizione è necessario lavarsi le mani con sapone neutro e un abbondante flusso d'acqua prima di mangiare, toccare oggetti di uso comune, fumare, etc.

Prescrizioni generali:

37. Tutti i lavoratori addetti agli interventi a diretto contatto con Rca dovranno essere formati e addestrati, oltre che sul corretto uso dei Dpi ai sensi del d.lgs.81/08, anche con corsi specifici ai sensi del d.p.r. 08/08/1994 da 30 ore per i lavoratori addetti alle attività di rimozione, smaltimento e bonifica (operativi) e 50 ore per chi dirige sul posto tali attività (gestionale). Detti lavoratori dovranno altresì dimostrare di aver frequentato il relativo corso di aggiornamento con periodicità preferibilmente quinquennale, o come previsto dai regolamenti regionali. Si ricorda inoltre che, ai sensi della Deliberazione Albo gestori del 16 luglio 1999, n. 3, l'iscrizione alla categoria 10 - bonifica dei beni contenenti amianto - prevede che i responsabili tecnici di cantiere abbiano

- comprovata qualificazione e siano in possesso di idonea certificazione attestante il relativo conseguimento.
38. Si ricorda che nel caso di subappalto per l'esecuzione di lavori di bonifica amianto, l'impresa subentrante dovrà presentare all'Ausl competente per territorio un nuovo Pdl con i propri dati (ai sensi di quanto previsto dall'Art. 256 del d.lgs. 81/08) ed essere in possesso degli idonei requisiti tecnico professionali di cui sopra.
  39. Tenuto conto dello stress fisico a cui saranno sottoposti gli operatori, dovranno essere previsti idonei turni lavorativi in considerazione delle specifiche lavorazioni e delle condizioni meteorologiche.
  40. Si ritiene opportuno che tutte le attrezzature manuali utilizzate, ivi comprese quelle di sicurezza, vengano bonificate preliminarmente ad un loro riutilizzo esternamente al cantiere.
  41. Si ricorda che tutte le acque utilizzate in cantiere in caso di un loro riutilizzo, sia derivanti dal deposito temporaneo per Rca e/o dalla piattaforma lavaggio mezzi, nonché da una eventuale Udp, dovranno essere oggetto di depurazione con l'impiego di sistemi filtranti in grado di trattenere particelle di dimensioni uguali o superiori a 3 micron. Inoltre le acque dovranno essere oggetto di controlli mensili nei primi tre mesi, la cui frequenza potrà essere rivalutata a seguito delle risultanze analitiche. Dovrà essere prevista, a seguito di installazione e consultazione di apposita strumentazione di controllo dell'efficienza (ad es. manometro), una periodica sostituzione dei filtri. Le analisi andranno condotte al Sem, preferibilmente a 4.000 ingrandimenti. Il valore di concentrazione di amianto nelle acque di risulta non dovrà eccedere le 100.000 ff/l, come indicato dal parere dell'Arpa Piemonte "Relazione tecnica circa la presenza di elementi fibrosi di amianto e metalli pesanti nel Rio Acque Striate (comune di Voltaggio - Al) sulla base di una pubblicazione scientifica (Webber *et alii*, 1988). I filtri, qualora non più efficienti, dovranno essere sostituiti e smaltiti con codice Eer 15.02.02\*.
  42. Il confinamento statico e dinamico per l'abbancamento dei Rca deve essere realizzato mediante l'impiego di un sistema di estrazione d'aria che metta in depressione il confinamento rispetto all'esterno. L'uscita del sistema di aspirazione deve attraversare le barriere di confinamento e l'integrità di quest'ultimo va mantenuta sigillando i teli di polietilene con nastro adesivo intorno all'estrattore o il tubo di uscita. Gli estrattori devono essere muniti di filtro Hepa (alta efficienza) e devono essere messi in funzione prima degli interventi di manomissione dei Rca e restare in funzione 24 ore su 24 per tutta la durata del deposito. Le condizioni di depressione andranno mantenute costanti.
  43. Prima delle operazioni di rimozione dei teli dell'area di deposito temporaneo confinato staticamente e dinamicamente, si dovrà procedere all'incapsulamento dei medesimi.
  44. Nel caso di interventi di bonifica di suoli è necessaria la certificazione di assenza dell'agente inquinante amianto a fondo scavo e sui lati del medesimo

secondo le modalità indicate dal Parere Tecnico del Ministero della Salute riportato in allegato 3.

45. Si raccomanda che eventuali rifiuti con spigoli e punte acuminatae (sfridi, spezzoni, etc.) siano confezionati in contenitori rigidi tali da garantire l'integrità dell'imballaggio.
46. Si ritiene improprio assegnare il codice 17.06.01\* "Materiali isolanti contenenti amianto" ai rifiuti in matrice friabile presenti nel suolo; si ritiene invece opportuno utilizzare il codice 17.05.03\* "Terre e rocce contenenti sostanze pericolose".

A seguito delle operazioni di bonifica effettuate conformemente alle procedure sopra indicate, i terreni di risulta valutati come non contaminati, potranno essere riutilizzati solo in situ. A fini cautelativi, a tutela della salute dei lavoratori e della popolazione circostante, in considerazione della nota problematica inerente la determinazione analitica dell'amianto in basse concentrazioni, si ritiene opportuna una ricopertura con almeno 50 cm di terreno vergine certificato come non contaminato da parte dell'Organo di vigilanza competente per territorio.

## 5. Conclusioni

La situazione emergenziale pandemica internazionale ha portato ad un cambiamento radicale del vivere quotidiano e lavorativo ed ha posto in evidenza la necessità di regolare il futuro prossimo secondo valori di umanità, solidarietà, sicurezza sul lavoro e del diritto alla vita. Anche la globalizzazione dei sistemi produttivi e l'attuale realtà economica stanno conseguentemente apportando cambiamenti al ciclo di vita delle attività produttive, con un incremento di consapevolezza sociale verso la cultura della sicurezza e dell'ambiente; ciò richiede una sempre maggior dinamicità ed efficienza nella gestione delle risorse ambientali. Si registra dunque una continua richiesta di nuove strategie per il recupero di siti contaminati da sostanze pericolose, tra cui anche l'amianto, quale esigenza imprescindibile per tutelare la salute negli ambienti di lavoro e di vita e per recuperare e/o riutilizzare aree di interesse.

In tale contesto si inserisce il presente lavoro che fornisce una proposta operativa relativamente alla gestione di suoli ad accertata contaminazione da amianto di origine antropica sia nelle fasi in campo che di laboratorio. In particolare, si focalizza l'attenzione sulle misure di prevenzione da adottare nel corso delle operazioni di bonifica di tali suoli al fine di garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori impegnati in dette attività. Il documento evidenzia inoltre che solo con la partecipazione consapevole e pro-attiva di tutte le parti in causa (datori di lavoro, consulenti, RSPP, ASPP, lavoratori, medico competente, etc.) si potranno ottenere risultati efficaci con importanti ripercussioni positive anche all'esterno del contesto lavorativo; si ricorda in proposito quanto sostenuto dal grande Leonardo da Vinci: *Saper ascoltare significa possedere, oltre al proprio, il cervello degli altri.*

Vengono pertanto proposte specifiche misure organizzative (pianificazione e/o rimodulazione degli spazi di intervento, dell'orario di lavoro, dell'articolazione in turni, etc.) e misure di prevenzione e protezione (Dpc, Dpi, etc.) nell'ottica della mitigazione del rischio in conformità ai dettami generali del d.lgs. 81/2008 e s.m.i.. Il benessere dei lavoratori nei luoghi di lavoro è dunque un obiettivo da perseguire concretamente progettando le relative azioni in un'ottica di tutela crescente e specifica. Ciò deve avvenire ancor più in situazioni altamente complesse, tra cui gli interventi di bonifica di suoli contaminati da amianto nel corso dei quali l'attività è spesso svolta in condizioni difficili, quali ambienti confinati staticamente e dinamicamente o ambienti out-door. Questo richiede un'adeguata protezione per gli addetti agli interventi in campo, ma anche per eventuali altre persone presenti, a vario titolo, nelle aree interessate dai lavori (si pensi ai siti in esercizio), nonché per gli analisti di laboratorio.

Solo attraverso la sinergia dei vari attori, gli interventi di risanamento del territorio potranno essere eseguiti in sicurezza ed effettuati regolarmente, senza ingenerare nuovi rischi sanitari o ambientali né ritardi nei tempi di consegna dei lavori. I potenziali benefici derivanti da tale sinergia sono molti, tra cui la riduzione degli incidenti nei luoghi di lavoro e malattie professionali, la diminuzione dell'assenteismo e del turnover (quindi una più alta produttività), la riduzione dei costi dei premi assicurativi, la creazione di una cultura della prevenzione, della salute e della sicurezza (che incoraggia i lavoratori a svolgere un ruolo attivo), un miglioramento del morale dei lavoratori, un maggiore impegno dei vertici aziendali a migliorare le performance di salute e sicurezza sul lavoro, la capacità di soddisfare gli obblighi legali e normativi, un miglioramento dell'immagine e della reputazione delle aziende di settore.

Con tale scopo primario, questo elaborato fornisce preliminarmente una sintesi ragionata della legislazione e delle diverse norme tecniche nazionali ed internazionali di settore. Il documento inoltre formula alcune proposte operative per una gestione in sicurezza dei suoli contaminati da amianto da applicare sia in cantiere che in laboratorio per le relative determinazioni analitiche. Esso propone agli operatori del settore procedure il cui rispetto puntuale contribuisce a contrastare esposizioni dirette o indirette all'amianto e supportare i soggetti direttamente coinvolti, pubblici e privati, nonché i vari stakeholders. Il presente lavoro, che si inserisce in un quadro nazionale ed internazionale di vacanza normativa, ha quindi l'auspicio di portare ad una maggiore omogeneità degli interventi a scala nazionale; ciò mediante indicazioni specifiche sulla:

- gestione dei suoli in cantiere con particolare riferimento alla loro cernita e riduzione volumetrica nonché al loro avvio a smaltimento o recupero;
- procedure analitiche per la determinazione del contenuto di amianto anche a basse concentrazioni.

Il presente lavoro vuole dunque contribuire ad agevolare ed accelerare le attività di bonifica di suoli contaminati da amianto che possono rappresentare un volano economico e sociale per il territorio in cui insistono. Si mira dunque ad una riqualificazione orientata non alla produzione e smaltimento di Rca (che accresce esclusivamente le discariche con costi a volte insostenibili ed operazioni ambientali impattanti) ma al rilancio di una politica di riqualificazione ecosostenibile in linea con i dettami della *circular economy*. Dopo una fase di applicazione pratica delle proposte contenute nel presente volume e recepimento delle osservazioni provenienti dal comparto di settore, potrà essere valutata la possibilità di sottoporre tali proposte all'attenzione del legislatore. Ciò al fine di superare una situazione incerta, suscettibile di provocare ricadute negative in primis sulla sicurezza dei lavoratori addetti alle bonifiche, alle attività di campionamento e di laboratorio nonché alla gestione dei rifiuti.

Oggi, probabilmente siamo di fronte ad un cambio epocale da cui non si tornerà indietro; un volano che porterà a fare scelte maggiormente "sostenibili", alimen-

tando così un processo virtuoso di ricerca, business e comunicazione. Una ricerca dunque volta a contribuire sempre più alla sicurezza sul lavoro ed alla tutela ambientale, concorrendo alla riduzione dell'impatto sanitario e dell'impronta ambientale, obiettivi prioritari del futuro; una ricerca che concorre alle sfide sociali ed a creare un valore, non più soltanto scientifico ed etico, ma anche economico.

## Allegato 1

### RELAZIONE UTILIZZATA PER IL CALCOLO DEL PESO DEL CAMPIONE RAPPRESENTATIVO DEL LOTTO CONSIDERATO, IN FUNZIONE DELLA DIMENSIONE MASSIMA DEI GRANI PRESENTI NEL SUOLO/TERRENO

La relazione adottata per la costruzione dei nomogrammi è la relazione proposta da Gy:

$$S_{FE}^2 = \left( \frac{1}{M_s} - \frac{1}{M_L} \right) * I_{HL}$$

Con **SFE<sup>2</sup>** si indica la varianza dell'errore legata all'influenza della eterogeneità di fondo o fondamentale;  $M_s$  = peso del campione;  $M_L$  = peso del lotto;  $I_{HL}$  = termine legato alla eterogeneità costituzionale. Considerando che  $M_L \gg M_s$  la relazione si riduce a:

$$S_{FE}^2 = \left( \frac{1}{M_s} \right) * I_{HL}$$

dove  $I_{HL} = c * l * f * g * d^3$  con:

- c = fattore mineralogico legato alla tipologia di contaminante;
- l = fattore di liberazione dell'asbesto (variabile da 0,05 per minerali non liberati a 1 per minerali completamente liberati) ;
- f = fattore di forma del contaminante (variabile da 0,001 ad 1 con valori anche sino a 10 per minerali aghiformi/asbestiformi e serpentine);
- g = fattore granulometrico legato alla correzione per la distribuzione delle dimensioni delle particelle del materiale da campionare (variabile da 0,25 per materiale non calibrato a 1 per materiale perfettamente calibrato);
- d = dimensione massima dei grani (corrispondente alla dimensione del vaglio a maglie quadrate in corrispondenza del quale passa il 95% del materiale).

La relazione, introducendo la costante di campionamento  $C = c * l * f * g$ ; e  $I_{HL} = c * l * f * g * d^3$ , può essere scritta come:

$$S_{FE}^2 = \frac{1}{M_s} * C * d^3$$

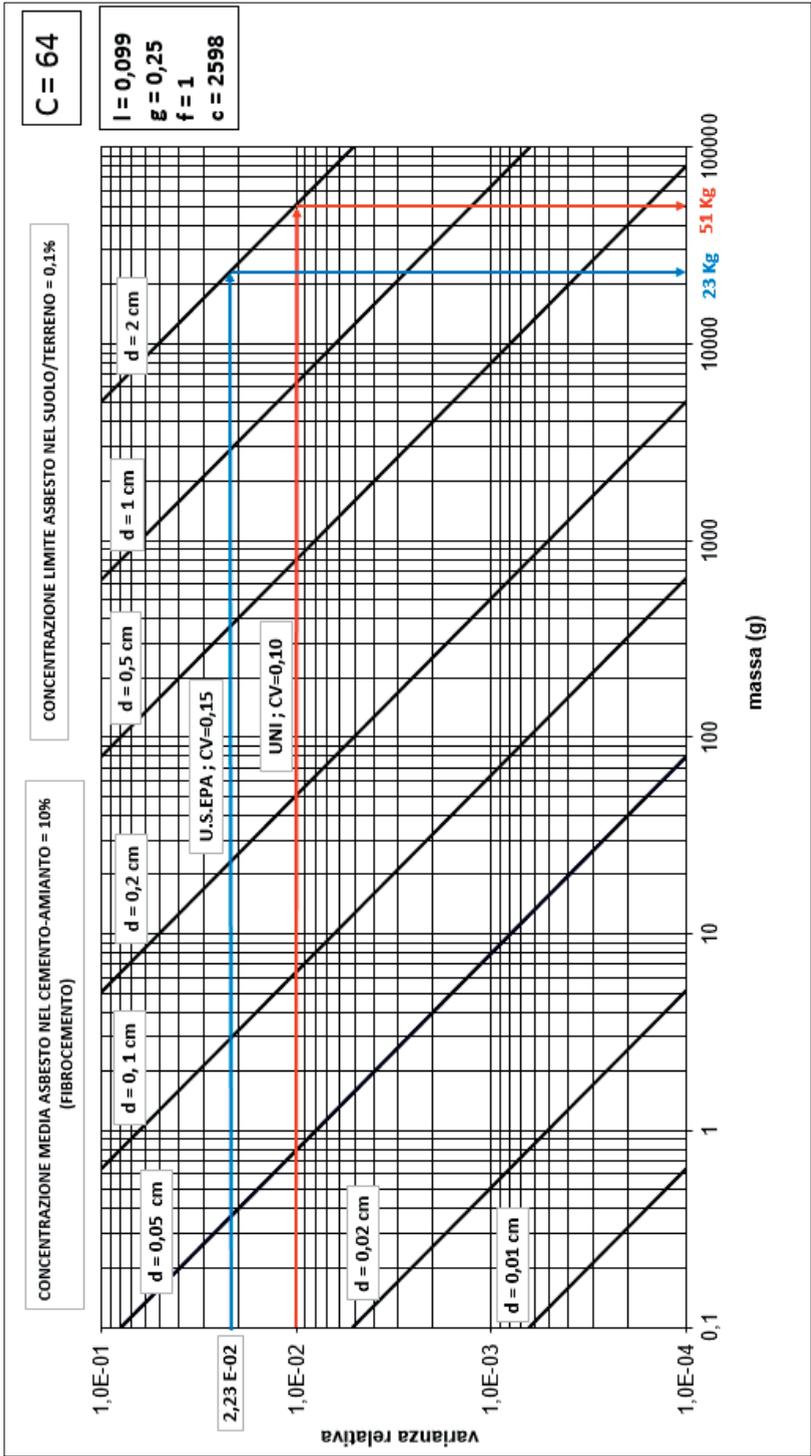
Per la costruzione dei nomogrammi sono stati utilizzati i seguenti valori:

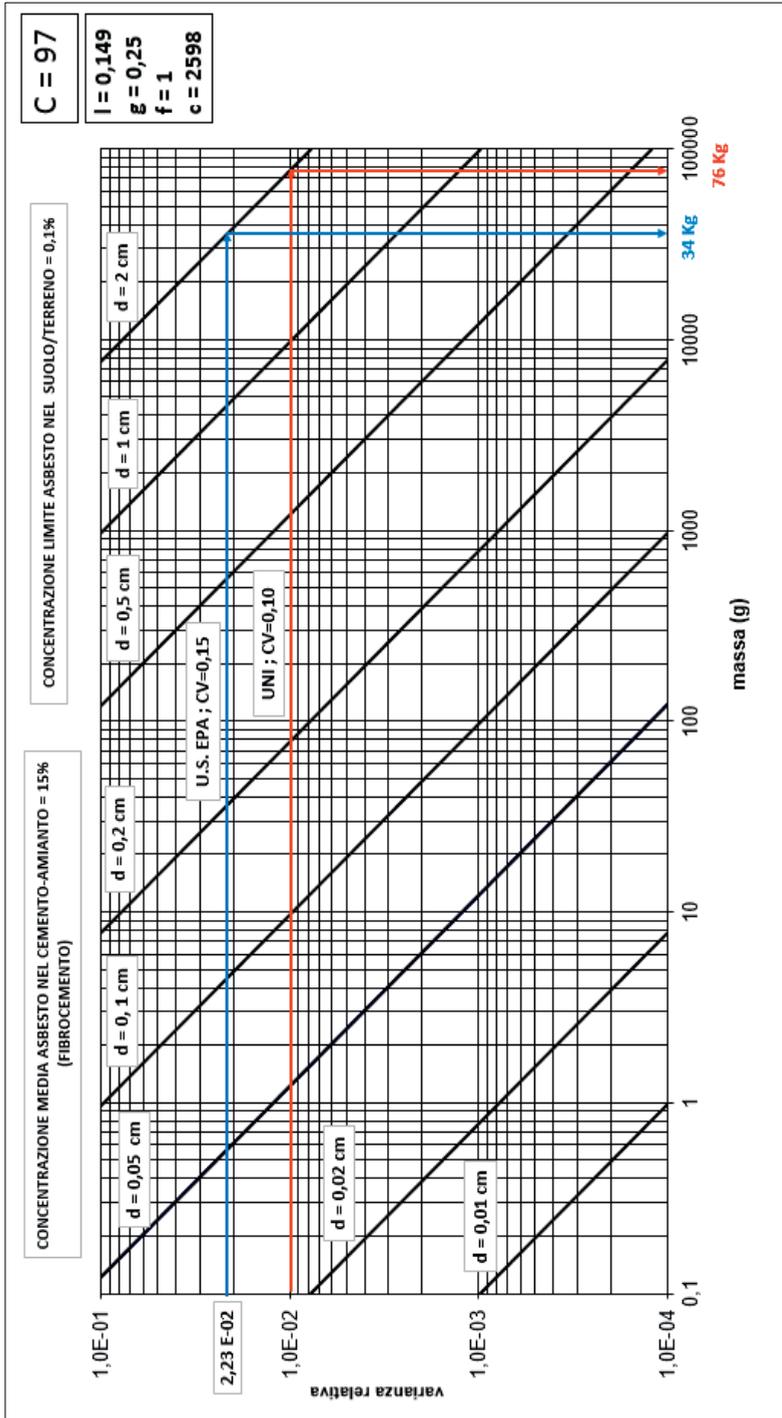
- g = 0,25;
- l = variabile da 0,099 a 0,3694 ;
- f = 1;
- d = variabile (per la costruzione delle linee corrispondenti alle dimensioni presenti nel nomogramma).

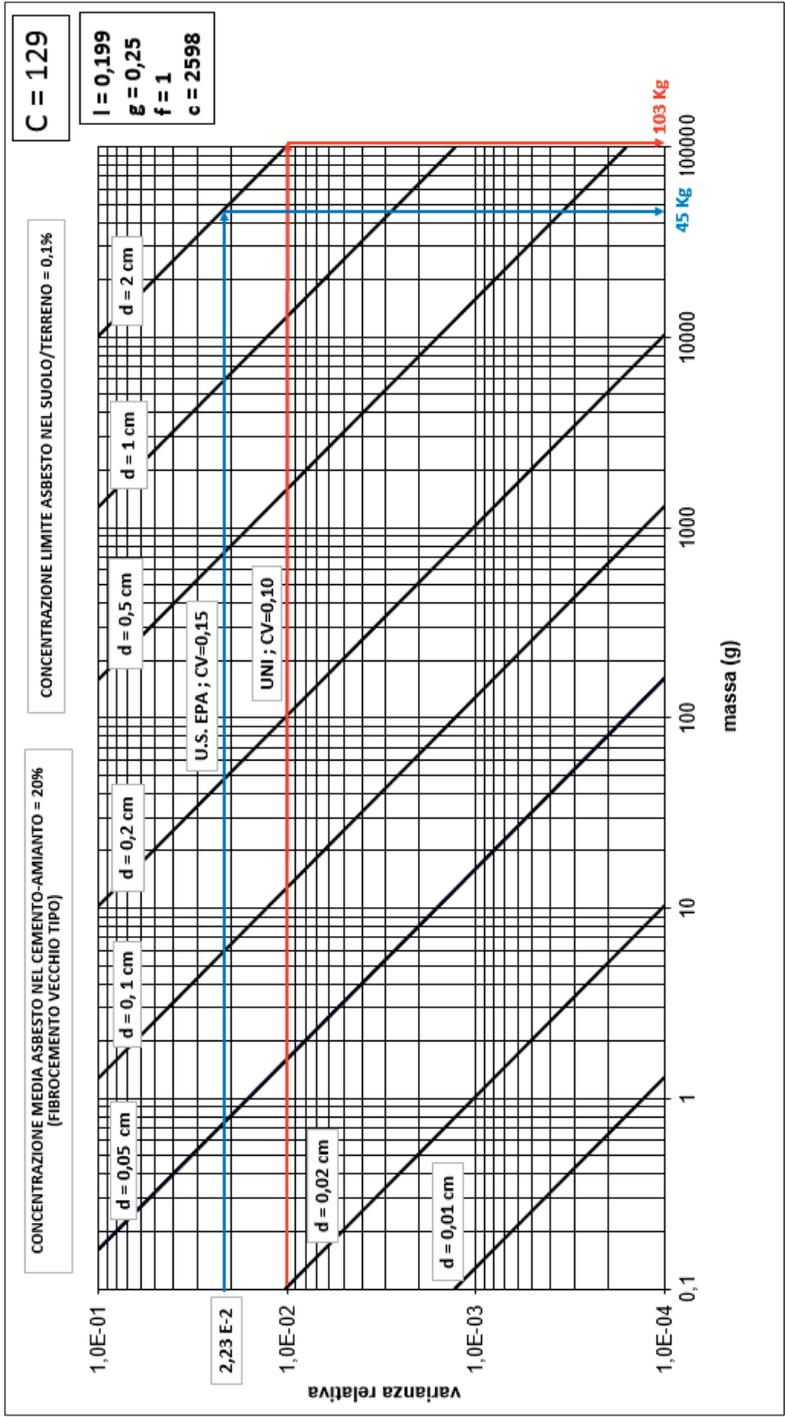
La concentrazione massima di amianto nel contaminante (Rca) è stata fissata variabile dal 10% al 35% w/w; il peso dell'unità di volume del contaminante è stato fissato a  $2,6 \text{ g/cm}^3$  mentre quello dei grani costituenti il suolo/terreno è stato assunto pari a  $2,65 \text{ g/cm}^3$ .

Per la determinazione del peso del campione rappresentativo del lotto, il valore della varianza legata all'errore di fondo (**SFE<sup>2</sup>**) è stata fissata al valore di 0,01 come suggerito dalla Uni 15310-1 (coefficiente di variazione CV = 0,1 cioè  $\pm 10\%$ ) e allo 0,023 come suggerito dall'U.S. Epa (coefficiente di variazione CV = 0,15 cioè  $\pm 15\%$ ). Si sottolinea come nel caso dell' Uni si assuma un valore di deviazione standard relativa più bassa rispetto a quanto indicato dall'U.S. Epa, quindi si fissa un errore inferiore che risulta più cautelativo.

I nomogrammi costruiti per i vari scenari possibili sono di seguito riportati:







1,0E-01

2,23 E-2

1,0E-02

1,0E-03

1,0E-04

d = 0,05 cm

d = 0,1 cm

d = 0,2 cm

d = 0,5 cm

d = 1 cm

d = 2 cm

100

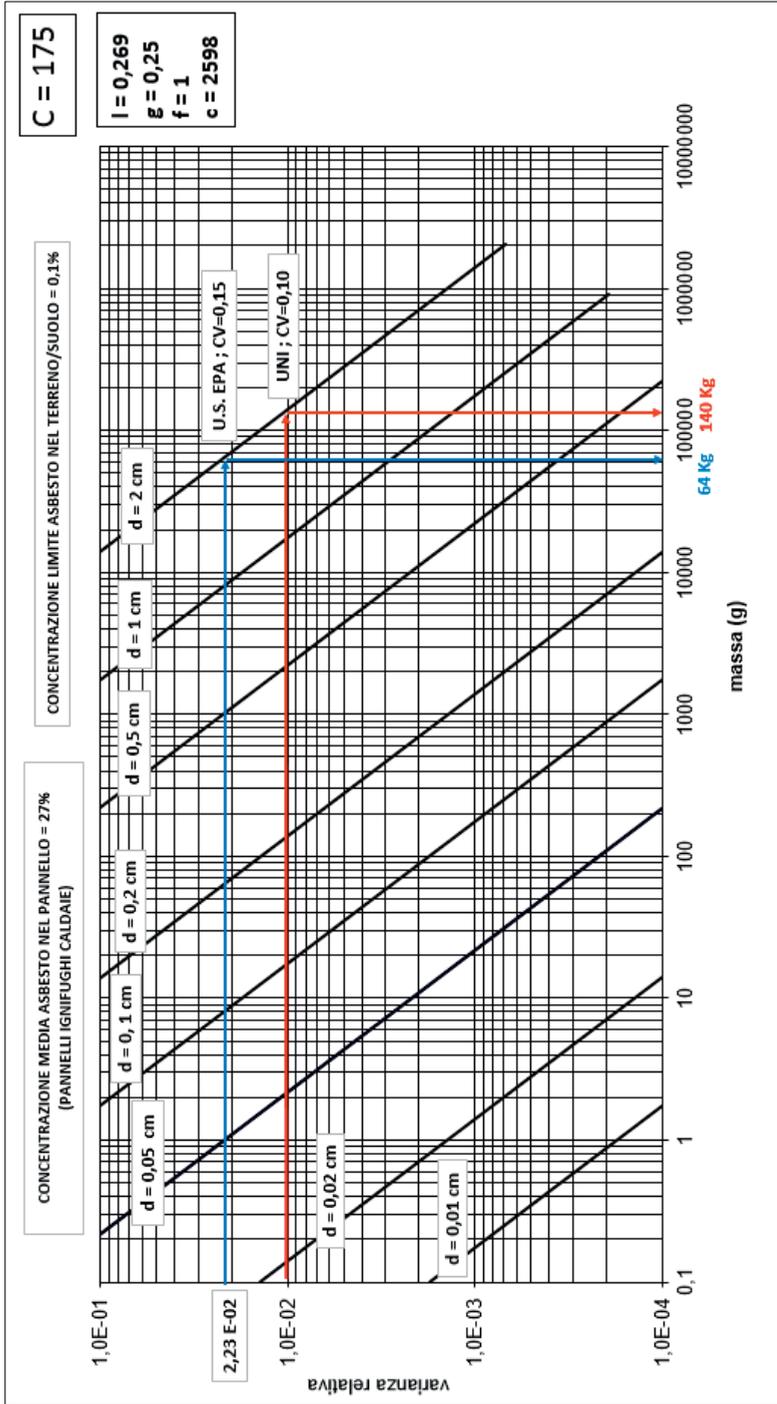
1000

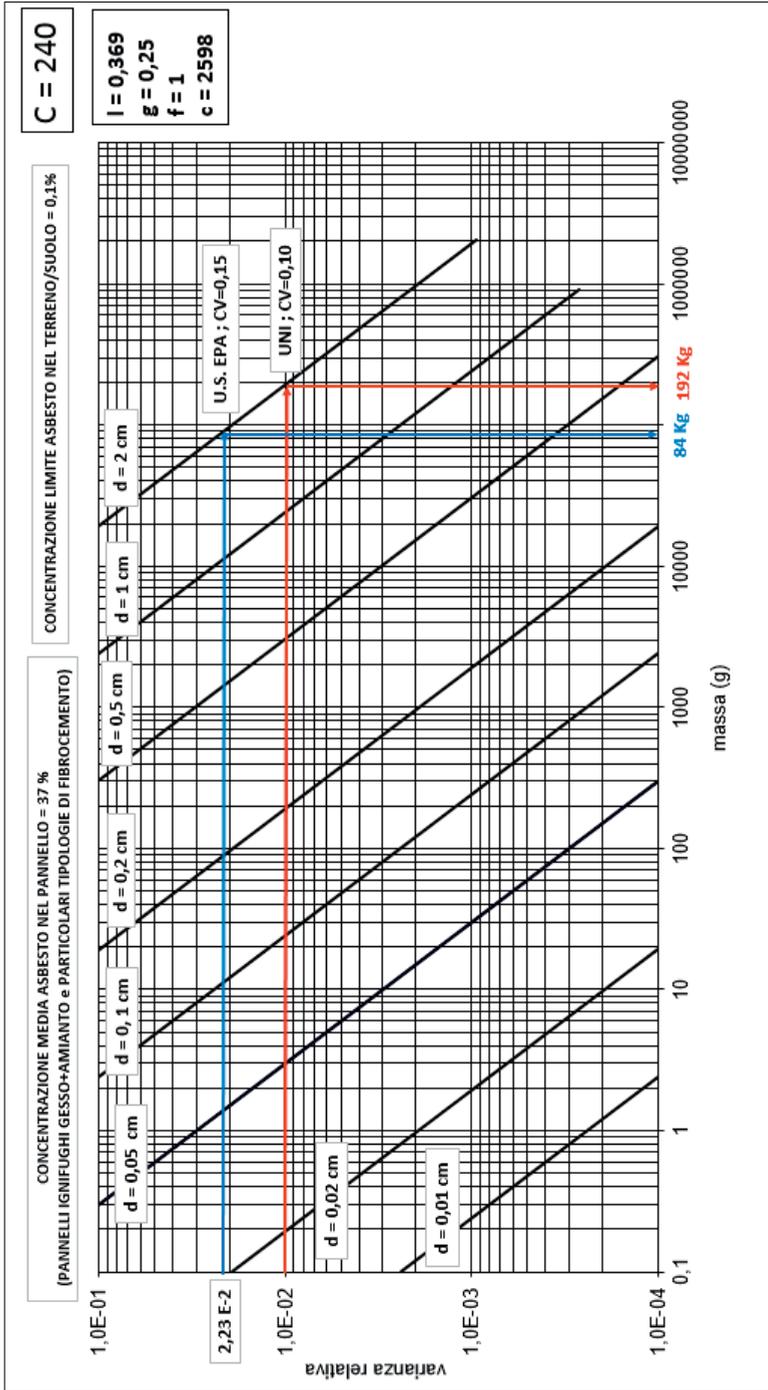
10000

100000

45 Kg

103 Kg





## Allegato 2

### LINEE GUIDA GENERALI DA ADOTTARE PER LA CORRETTA GESTIONE DELLE ATTIVITÀ DI BONIFICA DA AMIANTO NEI SITI DI INTERESSE NAZIONALE (Sin)

- Per gli ambienti di vita out-door, non essendovi una normativa specifica di settore, si ritiene opportuno considerare come valore limite di riferimento il valore di 1 ff/l in ambiente cittadino indicato per l'amianto dall' Oms (*Air quality guidelines*, 2000), al di sopra del quale segnalare l'allarme e procedere secondo le modalità previste dal d.m. 06/09/1994. Altresì potrà essere adottato come valore limite, con l'assenso dell' Arpa locale, il doppio del valore medio di fondo ambientale registrato prima dell'inizio dei lavori, calcolato su una media di almeno 15 giorni. Le modalità di campionamento ed analisi consigliate, con la finalità di stabilire criteri univoci, sono le seguenti: campionamenti ambientali con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, almeno 3000 litri campionati, filtri in policarbonato o in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm, analisi al Sem.
- Durante le fasi di bonifica andranno effettuati monitoraggi personali sugli operatori, il cui numero e frequenza andrà stabilito con l' Asl / Arpa locali. Le modalità di campionamento ed analisi consigliate, con la finalità di stabilire criteri univoci, sono le seguenti: pompe di prelievo a basso flusso, 2-3 l/min, almeno 480 litri campionati, filtri in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm, analisi al Mcof. I risultati dovranno essere disponibili entro le 24 ore successive al campionamento. Qualora le analisi dei filtri dimostrino il superamento del valore limite di esposizione per amianto (100 ff/l) stabilito dall'art. 254 del d.lgs. 81/08 andranno adottate le cautele previste nel citato decreto ed adottate, nello specifico, le misure cautelative indicate dal d.m. 06/09/1994 per il caso di allarme. Inoltre sarà necessario avvertire l'Asl immediatamente. Con la stessa comunicazione dovranno essere rese note le cause del superamento e le misure adottate dal DI per ovviare alla situazione, così come previsto dal comma 2 dell'art. 254 del d.lgs.81/08.
- Durante le fasi di bonifica qualora si intervenga in ambienti in-door andranno adottate le procedure previste dal d.m. 06/09/1994. Al termine della bonifica dei singoli cantieri, si dovrà procedere alla certificazione di restituibilità di questi da parte delle autorità di controllo locali (Asl) che avverrà qualora non venga riscontrato nelle aree indoor un valore superiore a 2 ff/l con analisi al Sem. Le modalità di campionamento consigliate, con la finalità di stabilire criteri univoci, sono le seguenti: campionamenti ambientali con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, almeno 3000 litri campionati, filtri in policarbonato o in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm.
- In ambienti out-door, l'area di intervento di bonifica deve essere di dimensioni limitate. Pertanto qualora essa risulti estesa, deve essere suddivisa in lotti funzionali.

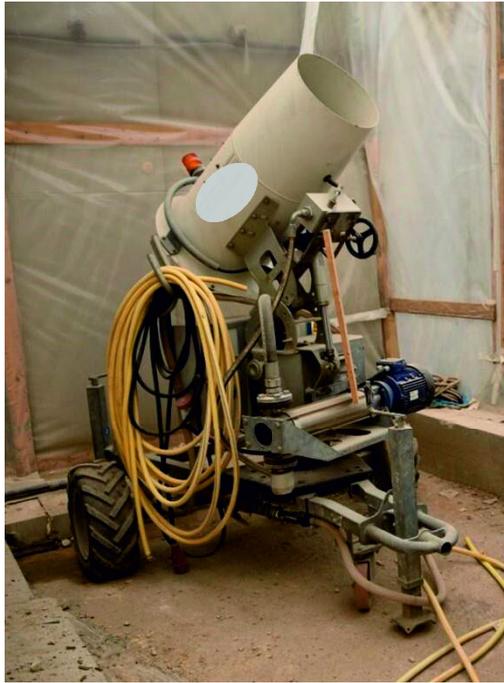
- In ambienti out-door per i quali è possibile realizzare confinamenti statici si dovranno adottare le procedure previste per gli ambienti in-door.
- In ambienti out-door per i quali non sia possibile realizzare confinamenti statici si dovranno adottare i seguenti parametri:
  - Delimitare l'area di intervento di bonifica ed impedirne l'accessibilità ai non addetti ai lavori;
  - Durante le fasi di bonifica dovranno essere effettuati monitoraggi ambientali quotidiani all'interno dell'area di bonifica delimitata. Le modalità di campionamento ed analisi consigliate, con la finalità di stabilire criteri univoci, sono le seguenti: campionamenti ambientali con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, almeno 3000 litri campionati, filtri in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm, analisi al Mpcf. I risultati dovranno essere disponibili entro le 24 ore successive al campionamento. I limiti delle soglie di preallarme ed allarme sono rispettivamente di 20 e 50 ff/l. Qualora le analisi dei filtri dimostrino il superamento delle soglie di preallarme ed allarme andranno adottate le misure cautelative indicate dal d.m. 06/09/1994. Inoltre, nel caso di preallarme sarà necessario avvertire entro le 24 ore l'Asl e l'Arpa, mentre nel caso di allarme sarà necessario avvertire detti Enti immediatamente.
  - Qualora sia presente all'interno del Sin una ulteriore area di cantiere out-door esterna all'area di bonifica delimitata, anch'essa recintata ed inaccessibile, che involuppa l'area di cantiere e bonifica, dovranno essere effettuati monitoraggi ambientali. Le modalità di campionamento ed analisi consigliate, con la finalità di stabilire criteri univoci, sono le seguenti: campionamenti ambientali con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, almeno 3000 litri campionati, filtri in policarbonato o in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm, analisi al Sem. La frequenza di detti campionamenti andrà stabilita da parte delle autorità di controllo locali (Asl e Arpa). I limiti delle soglie di preallarme ed allarme sono rispettivamente di 1 e 2 ff/l. Qualora le analisi dei filtri dimostrino il superamento delle soglie di preallarme ed allarme andranno adottate le misure cautelative indicate dal d.m. 06/09/1994. Inoltre, nel caso di preallarme sarà necessario avvertire, dal momento del risultato delle analisi, entro le 24 ore l'Asl e l'Arpa, mentre nel caso di allarme sarà necessario avvertire detti Enti immediatamente.
  - Al fine di abbattere la polverosità, è possibile utilizzare apparecchiature per la nebulizzazione di vaste aree quali il *fog cannon* con acqua non additivata da incapsulanti.



**Figura 76:** Cannone nebulizzatore; Vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 77:** Cannone nebulizzatore; Vedi Riferimenti alle immagini



**Figura 78:** Cannone nebulizzatore; Vedi Riferimenti alle immagini

- Per gli ambienti out-door, al termine dei singoli interventi di bonifica, dovrà essere rilasciata da parte della Provincia certificazione di avvenuta bonifica o messa in sicurezza permanente per ogni singolo lotto ai sensi dell'art. 242, comma 13, del d.lgs. 152/06 sulla base di accertamenti tecnici della Asl competente per territorio, ai sensi del d.m. 14/5/96 pubblicato sulla G.u. n.178 del 25/5/96 e/o d.lgs. 81/08 e successive integrazioni, e sulla base di accertamenti tecnici degli interventi ambientali eseguiti, rispetto a quelli previsti nel progetto approvato in Conferenza di servizi, emessi dalla Arpa competente per territorio.
- In ambienti out-door, qualora l'area di bonifica delimitata non confini direttamente con l'ambiente di vita, si ritiene opportuno considerare all'interno dell'area di bonifica delimitata, come valore limite di riferimento nell'aerodisperso 2 ff/l con analisi al Sem o il doppio del valore medio di fondo ambientale registrato prima dell'inizio dei lavori. Le modalità di campionamento ed analisi consigliate, con la finalità di stabilire criteri univoci, sono le seguenti: campionamenti ambientali con pompe ad alto flusso, 8-10 l/min, almeno 3000 litri campionati, filtri in policarbonato o in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm, analisi al Sem.

- In ambienti out-door, qualora l'area di bonifica delimitata confini direttamente con l'ambiente di vita, al termine della bonifica, si dovrà procedere alla restituibilità delle aree da parte delle autorità di controllo locali (Asl e Arpa) che avverrà qualora non venga riscontrato un valore superiore a 1 ff/l (Oms) con analisi al Sem o il doppio del valore medio di fondo ambientale registrato prima dell'inizio dei lavori. I campionamenti devono essere effettuati con pompe di prelievo ad alto flusso, 3000 litri, 8-10 l/min, filtri in policarbonato o in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm, analisi al Sem.
- In ambienti out-door, qualora sia presente all'interno del Sin una ulteriore area di cantiere out-door esterna all'area di bonifica delimitata, anch'essa recintata ed inaccessibile, che inviluppa l'area di cantiere e bonifica, al termine della bonifica, si dovrà procedere alla restituibilità di tale area da parte delle autorità di controllo locali (Ausl e Arpa) che avverrà qualora non venga riscontrato un valore superiore a 1 ff/l (Oms) con analisi al Sem o il doppio del valore medio di fondo ambientale registrato prima dell'inizio dei lavori. I campionamenti devono essere effettuati con pompe di prelievo ad alto flusso, 3000 litri, 8-10 l/min, filtri in policarbonato o in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm, analisi al Sem.
- Per gli ambienti out-door, al termine di tutti gli interventi di bonifica ricompresi nel sito perimetrato, dovrà essere rilasciata da parte della Provincia congiuntamente con Ausl, Arpa ed Inail - ex Ispesl, una certificazione di avvenuta bonifica o messa in sicurezza permanente per l'intero sito ai sensi del d.lgs. 152/06. Si ritiene opportuno considerare come valore limite di riferimento il valore di 1 ff/l o il doppio del valore medio di fondo ambientale registrato prima dell'inizio dei lavori. I campionamenti devono essere effettuati con pompe di prelievo ad alto flusso, 3000 litri, 8-10 l/min, filtri in policarbonato o in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm, analisi al Sem.
- Tutti i materiali che non contengono amianto provenienti dalle attività di bonifica di Sin contaminati da amianto, possono essere restituiti al proprio uso solo dopo opportuni trattamenti di decontaminazione da amianto e qualora non contengano altre sostanze pericolose. Essi devono essere accantonati in area confinata staticamente ove le autorità di controllo locali (Ausl e Arpa) effettueranno controlli saltuari (a discrezione), con emissione di una certificazione di restituzione delle merci a seguito di opportune analisi. Dette analisi potranno essere eseguite applicando una delle due metodologie di seguito riportate:

#### METODOLOGIA 1:

Le analisi delle polveri, effettuate in Mpcf, possono essere eseguite con prove tipo "scotch-test" eseguite a strappo. La periodicità dei controlli sarà legata al flusso dei materiali prodotti e comunque non superiore ai 15 giorni. Il numero di campioni per quantitativo di merce omologa verrà stabilito, di volta in volta, dagli Ov competenti per territorio.

La procedura analitica consigliata per il campionamento ed analisi delle porzioni di nastro è la seguente:

1. Prelievo delle polveri tramite strisce di nastro adesivo di altezza di 19 mm e di lunghezza di circa 10 cm (più circa 2,5 cm per lato per la presa con le dita; il nastro sarà preferibilmente del tipo usato in architettura, satinato, marca 3M, tipo Scotch 810. Tale nastro è da preferirsi per il ridotto contenuto in sostanze collanti che, se in eccesso, potrebbero inglobare le fibre, nascondendone o alterandone alcune caratteristiche. Inoltre fornisce un'immagine del fondo simile a quella dei filtri in esteri misti di cellulosa che permette di porre in maggior risalto gli oggetti dal substrato. Non si ritiene opportuno l'utilizzo del tipo di nastro adesivo previsto dalla norma UNI10608, concepito per la prova a strappo che richiede una elevata tenacità (non necessaria in detto caso in quanto prelievo di polveri depositate), che risulta di difficilissima reperibilità commerciale e con costi molto elevati. Inoltre il nastro tipo Scotch 810, diversamente da quello indicato nella norma Uni sopra menzionata, ha dimensioni compatibili con i vetrini da microscopia.
2. Posizionamento su un porta campioni consistente in una lastra di vetro o di materiale plastico della larghezza di 14 cm con 2 cm di bordo rialzato dal piano per permettere l'adesione della porzione di presa del nastro adesivo, ma non della porzione di nastro oggetto del campionamento.



Vista in sezione del porta campioni

3. Inserimento di tale porta campioni in idonea scatola chiusa per il trasporto in laboratorio di analisi.
4. Taglio, per ogni singola striscia di circa 3cm di nastro e suo posizionamento su vetrino da microscopia, tramite supporto biadesivo di altezza di 15 mm, con la superficie campionata rivolta verso l'alto. Rimuovere eventuali oggetti macroscopici dal nastro adesivo. Ricoprire il preparato con mezzo di contrasto e copri vetrino (per uniformare e stabilizzare il preparato).
5. Preparare 3 vetrini nelle modalità di cui al punto 4.
6. Sottoporre detti 3 vetrini all'analisi in Mofc per la visualizzazione di fibre di dimensioni standard (lunghezza  $>$  di 5  $\mu\text{m}$ , diametro  $<$  a 3  $\mu\text{m}$ , rapporto di allungamento (lunghezza/diametro)  $>$  di 3); si dovrà osservare l'in-

tera superficie del vetrino in esame a bassi ingrandimenti con obiettivo 10X o 20X (125 o 250 ingrandimenti) ed, ove possibile, in contrasto di fase, per una visione complessiva del medesimo. Successivamente si dovranno osservare almeno 100 campi su ogni singolo vetrino con obiettivo acromatico a contrasto di fase positivo parafocale a 40 ingrandimenti e oculari a compensazione a 12,5X (500 ingrandimenti).

7. Qualora venga riscontrata la presenza di fibre di dimensioni standard evidenziate sull'insieme di tali tre vetrini, analizzati in Mofc, occorrerà ripetere le procedure di decontaminazione su tutti i materiali omologhi presenti nell'area confinata.
8. Qualora si sospettino situazioni di non completa rimozione dell'amianto da tali merci nella fase di pulitura ed incapsulamento (residui sotto lo strato incapsulato etc.) si lascia la facoltà agli Ov di effettuare campionamenti ed analisi integrative.

#### METODOLOGIA 2:

1. Sopralluogo finalizzato alla verifica dell'assenza di residui di materiali fibrosi.
2. Campionamento, mediante spolveratura dei manufatti da effettuare con pennello e raccolta della polvere in contenitori sigillabili.
3. Pesatura del campione ottenuto.
4. Osservazione allo stereo-microscopio per la separazione del materiale fibroso con morfologia riconducibile all'amianto (max 50 ingrandimenti).
5. Identificazione delle fibre mediante microscopia ottica a dispersione cromatica (Modc), (cfr. metodo d.m. 06/09/1994);
6. Pesatura dei fasci separati;
7. Restituzione del risultato come percentuale di amianto nel campione;
8. In merito al limite da applicare, oltre il quale il materiale non può essere considerato "pulito", pare opportuno far riferimento a quanto indicato dalla normativa sui rifiuti, ovvero 0.1% (limite valido per le sostanze classificate in cat. C1 R45/R49);
9. Qualora la procedura sopra menzionata mostri la presenza di fibre potenzialmente pericolose sul materiale abbancato all'interno dell'area confinata, occorrerà ripetere le procedure di decontaminazione su tutti i materiali presenti nell'area confinata.

Si evidenzia che l'adozione della metodologia n.1 ha costi contenuti e tempi di esecuzione limitati consentendo altresì l'immediata adozione di misure di tutela; la seconda metodologia consente una analisi più accurata (determinazione delle specie minerali e loro quantificazione) ma con tempi e costi maggiori.

- Si ricorda inoltre che l'Asl o l'Arpa dovrà contro-analizzare e certificare almeno il 10% di tutti i campioni (aerodispersi ambientali e personali, acque, suoli, merci etc.).
- Si ricorda che ai sensi dell'Art.10 del d.p.r. 08/08/1994, i lavoratori addetti alle

attività di rimozione, smaltimento e bonifica di amianto devono aver frequentato specifici corsi di formazione professionale di tipo operativo (30 ore) e gestionale (50 ore). Inoltre ai sensi della Deliberazione Albo gestori del 16 luglio 1999, n. 3, l'iscrizione alla categoria 10 - bonifica dei beni contenenti amianto - prevede che i responsabili tecnici di cantiere abbiano effettuato corsi specifici di formazione professionale della durata complessiva di 80 ore (40 modulo di base + 40 modulo F).

- Si ricorda inoltre che la ditta incaricata dei lavori dovrà ottemperare ai dettami previsti nel d.m. di cui alla G.u. n. 87 del 14/4/2004 e presentare tutta la documentazione richiesta dalla Delibera del 30/3/2004 dell'Albo - categoria 10 - bonifica dei beni contenenti amianto- per la relativa iscrizione secondo quanto riportato sulla G.u. n.88 del 15/4/2004.
- Per quanto concerne la protezione dei lavoratori addetti ai lavori è indispensabile che il personale sia equipaggiato con idonei Dpi. In particolare si consiglia l'utilizzo di guanti, tute in *tyvek* o similari a perdere (con cappuccio e cuciture rivestite da nastro isolante), e calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche idrorepellenti (da pulire molto bene con acqua a fine turno e da lasciare in cantiere). I calzari devono essere inseriti all'interno dei pantaloni della tuta e sigillati con nastro isolante. Per ciò che concerne la protezione delle vie aeree si dovrà far riferimento a quanto previsto dal d.m. 20/8/99, g.u. n.249 del 22/10/99 ed in particolare si ritiene opportuno, tenendo conto della presenza di fibre di amianto sia di tipo serpentinitico (crisotilo) sia di tipo anfibolico (crocidolite, amosite, tremolite, actinolite, antofillite), l'utilizzo di maschere intere con filtro P3 o di elettrorespiratori di classe 3 per uso con maschera per il personale addetto a sopralluoghi, controlli etc., e di elettrorespiratori Thp3 e/o Tmp3 per il personale addetto a lavori di messa in sicurezza di emergenza o bonifica.
- Il MiTE dovrebbe prevedere un opportuno supporto finanziario per gli Ov per effettuare i citati controlli.

## Allegato 3

### GRUPPO DI STUDIO DEL MINISTERO DELLA SALUTE PER LA RICERCA DELLE FIBRE ASBESTIFORMI NELLE ACQUE E NEI SUOLI DEI SITI INQUINATI DA ATTIVITÀ ANTROPICHE

#### *Parere tecnico in merito al campionamento di suoli con possibile presenza di amianto ed altre fibre asbestiformi*

## INTRODUZIONE

Il GdL ha avuto incarico da parte della Commissione per la Valutazione dei Problemi Ambientali e dei Rischi Sanitari Connessi all'Impiego dell'amianto (CNA) di elaborare dei pareri tecnici sulle modalità di esecuzione del campionamento e delle analisi per i suoli e le acque con la potenziale presenza di amianto o di fibre anfiboliche asbestiformi, in quanto attualmente a livello nazionale mancano specifici metodi di riferimento da impiegare nelle attività di monitoraggio.

Tale iniziativa ha il fine di fornire indicazioni utili a tutti i soggetti interessati alle attività di bonifica, con particolare riferimento a quelli che operano sui siti di interesse nazionale ai sensi del d.m. 471/99, i quali hanno l'obbligo di verificare la presenza di amianto o fibre anfiboliche nelle aree indagate.

Il d.m. 471/99 indica un valore limite (VL) di concentrazione accettabile nel suolo e nel sottosuolo riferito alla destinazione d'uso dei siti da bonificare, che nel caso dell'amianto è pari a 1000 mg/kg di sostanza secca, corrispondente allo 0.1 % in peso. Per le fibre asbestiformi diverse dall'amianto non è stato stabilito un VL, ma, pur in assenza di riferimenti normativi specifici, per analogia viene per il momento assunto quello dell'amianto.

Il VL indicato nella norma, tuttavia, non risulta scaturito da un'attività di stima di rischio basata su analisi sperimentali come è avvenuto in altri paesi, ma appare quale una semplice trasposizione dei criteri adottati dall'Unione Europea nel caso del livello accettabile di presenza di cancerogeni in una matrice. La mancanza di una valutazione (anche estimativa) di rischio basata su dati sperimentali è un problema sentito, che meriterebbe di essere al più presto affrontato.

L'amianto si riscontra in un gran numero di rocce metamorfiche sia come costituente della roccia che come riempimento formato successivamente di vene e cavità. In Italia prima dell'emanazione della l. 257/92 che ha vietato l'estrazione e la commercializzazione di amianto e di prodotti contenenti amianto, nel caso in cui si riscontrava la presenza di un affioramento/giacimento litoide con percentuali di amianto superiori all'1%, detto affioramento/giacimento veniva in alcuni casi sfruttato commercialmente per l'estrazione delle fibre di amianto destinate alla produzione di una grande varietà di manufatti

Se, al contrario, l'amianto risulta presente nella roccia in quantità inferiore all'1%, l'amianto è considerato un contaminante del prodotto che viene estratto. In prati-

ca gli amianti, ma anche altri tipi di fibre asbestiformi, possono essere presenti in vari tipi di pietre da cava, in diversi minerali, in materiali sedimentari e prodotti commerciali. Quando a questi vengono aggiunti i suoli contaminati da amianto, la lista delle matrici potenzialmente contenenti amianto si allunga infinitamente.

La comunità tecnico-scientifica ha riconosciuto che non esiste attualmente un singolo metodo di analisi in grado di determinare con affidabilità statistica la presenza di amianto (o di altre fibre asbestiformi) in una così grande varietà di materiali massivi a costi accettabili (vedi ad es. *Analyst*, vol. 123: 1393-1400, 1998).

Il generico riferimento all'utilizzo delle tecniche analitiche di diffrazione a raggi X (DRX) e di spettroscopia infrarossa a trasformata di Fourier (FTIR) per l'analisi dell'amianto riportato nel d.m. n. 471 risulta insufficiente agli scopi definiti nel decreto stesso.

I metodi di analisi basati sull'uso delle sopra citate tecniche analitiche soffrono di limitazioni intrinseche, quali il limite di quantificazione (in condizioni ideali non inferiore allo 0.5/1.0 % peso), l'incapacità di discriminare le forme fibrose da quelle non fibrose dei minerali appartenenti al gruppo degli amianti, la suscettibilità alle interferenze da parte di altre fasi minerali e di composti di altra natura (prevedibilmente presenti nei suoli). Pertanto esse vengono comunemente affiancate da analisi microscopiche.

## STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO

Il GdL ha ritenuto appropriato affrontare il problema con un approccio di tipo "dinamico" e non statico. Ha, cioè, individuato la necessità di affrontare l'attività di caratterizzazione dei siti inquinati (o potenzialmente inquinati) da amianto, o altri tipi di fibre asbestiformi, mediante un processo graduale, che tenga conto delle diversità proprie di ciascuna situazione.

Facendo riferimento anche agli Allegati 2 e 4 del d.m. 471/99, in cui vengono dettagliatamente indicati i requisiti necessari per l'esecuzione dei campionamenti, si dovrà procedere alla definizione generale della strategia di campionamento partendo dall'acquisizione di tutte le informazioni reperibili sulle attività svolte e sulla presenza di rifiuti nello specifico sito.

Durante lo svolgimento di questa fase verranno eseguiti sopralluoghi nel sito d'interesse, durante i quali si potranno eseguire anche determinazioni visuali della eventuale presenza di amianto grazie all'ausilio di semplice strumentazione di campagna, quali lenti di ingrandimento appropriate (10 X).

Sulla base delle informazioni acquisite in questa fase sarà impostata un'appropriata strategia di campionamento, che tenga conto anche delle indicazioni fornite nell'Allegato 2 del d.m. 471/99.

Le decisioni sulle attività di campionamento saranno condizionate dalla specifica destinazione d'uso del sito.

Dato l'elevato livello di specificità del tipo di determinazione, risulta condizione

fondamentale che il personale destinato all'esecuzione dell'indagine preliminare e dei campionamenti stessi debba essere in possesso di un'esperienza specifica qualificata, che fornisca agli operatori la capacità di riconoscere con affidabilità le varie tipologie di materiali contenenti amianto e di amianti stessi (e di altri tipi di fibre asbestiformi). Queste capacità dovranno essere possedute almeno dal personale coordinatore delle attività.

## **INDICAZIONI GENERALI SUL CAMPIONAMENTO DEI SUOLI**

Il campionamento dei suoli con possibile contaminazione da amianto o altre fibre asbestiformi deve essere effettuato da personale qualificato e dotato di specifica esperienza tecnica sugli aspetti analitici ed ambientali associati alle fibre di amianto ed alle altre fibre asbestiformi, nonché adeguatamente informato, sui rischi sanitari derivanti dall'esposizione a queste sostanze.

Il campionamento può essere eseguito dal personale Ausl e Arpa competente per territorio, avvalendosi della collaborazione dei Centri regionali amianto (Cra) ove esistenti, o dal personale dei laboratori autorizzati ai sensi del d.m. 14/5/96 e successive modifiche. I campionamenti potranno essere altresì eseguiti da personale in possesso dei requisiti minimi richiesti dall'Allegato 5, punto 1, del d. m. 14/5/96, G.u. n. 251 del 25/10/96 (diploma di scuola media superiore e documentata esperienza nel settore) operante sotto la direzione di un laureato in discipline tecnico-scientifiche in possesso di attestato di frequenza di un corso di formazione di 50 ore ai sensi dell'art.10 del d.p.r. 08/08/1994.

Le Arpa e/o i Cra sono tenuti ad esser presenti e a validare detto campionamento documentandone altresì fotograficamente le diverse fasi del prelievo.

Prima di effettuare sopralluoghi, il personale incaricato dovrà documentarsi sulla storia del sito da indagare al fine di stimare le probabilità di riscontrare presenza di Mca sul posto o di Rca abbandonati in superficie o nel sottosuolo, di valutare il livello di rischio per gli operatori durante il sopralluogo, nonché per predisporre le appropriate misure cautelative. È dunque indispensabile acquisire, prima di procedere al campionamento, tutti gli elementi necessari a descrivere lo scenario dell'insieme delle circostanze che possono aver provocato il presunto inquinamento del sito. Pertanto, in base alle informazioni raccolte, sarà necessario effettuare un sopralluogo preliminare (sopralluogo 0) che andrà ad integrare quanto acquisito dai dati storici.

## **ESECUZIONE DEI CAMPIONAMENTI**

La strategia di campionamento e le appropriate modalità del suo svolgimento verranno impostate in base alle caratteristiche dello stato di contaminazione del sito, tenendo conto della flow-chart allegata.

Durante questa fase si dovranno compiere accertamenti consistenti nella verifica visiva di dettaglio della superficie del sito indagato, al fine di evidenziare la eventuale presenza in superficie di materiali o rifiuti, friabili e/o compatti, contenenti amianto, dispersi o raccolti in cumuli abbandonati, in carote ivi giacenti o eseguite per l'individuazione di altri inquinanti, in vasche di decantazione etc. Nel corso di questa verifica il personale potrà anche utilizzare sistemi di ingrandimento ad almeno 10 X per meglio caratterizzare, in via preliminare, i materiali sospetti.

In base alle informazioni acquisite a seguito di queste indagini iniziali, potranno presentarsi due tipi generali di situazioni:

1. la storia documentale del sito non fornisce indicazioni positive riguardo ad una possibile contaminazione da amianto derivante da attività antropiche e l'indagine ambientale visiva di dettaglio non ha evidenziato presenza di materiali sospetti di contenere amianto.

In tal caso per almeno il 10% di tutti i campioni da prelevare, secondo specifiche redatte dal MATT, si dovrà prevedere un campionamento, e successiva analisi, dei primi 15 cm di terreno dal piano campagna (*Top-soil*).

Il campionamento dello strato superficiale dovrà essere condotto manualmente (ad ex. Mediante sessola, o altro appropriato strumento) previa nebulizzazione con acqua durante la fase di campionamento al fine di evitare o minimizzare dispersione di polvere in atmosfera e, quindi rischio di inalazione per gli operatori. Al termine di ciascun campionamento dovrà essere posta particolare cura nella pulizia degli attrezzi, sia per evitare la contaminazione incrociata dei campioni, sia per condurre le operazioni in sicurezza. A tal fine, in via generale, si dovrà procedere alla pulizia ad umido con carta usa e getta da smaltire in appositi contenitori di plastica chiusi).

Nel caso in cui i risultati analitici dei campioni di top-soil prelevati secondo le modalità precedentemente descritte evidenzino presenza di amianto nel top soil, si procederà ad effettuare ulteriori indagini anche in profondità, con le modalità di seguito riportate, infittendo anche la maglia dei punti di prelievo. La profondità da indagare e la mappa di campionamento sarà stabilita dagli Ov competenti per territorio.

2. Qualora la storia del sito faccia presupporre contaminazione da amianto (ad es. aree interessate da insediamenti industriali produttivi di Mca o utilizzatori di Mca etc.), e/o l'indagine ambientale visiva di dettaglio (sopralluogo 0) abbia evidenziato una significativa presenza di materiali sospetti di contenere amianto ancora *in situ* o Rca abbandonati (la cui caratterizzazione definitiva deve essere effettuata in laboratorio) e vi siano informazioni affidabili riguardo al possibile rimaneggiamento del terreno causata da attività antropiche, si dovrà procedere all'infittimento della maglia dei punti di prelievo con punti di campionamento aggiuntivi in corrispondenza delle aree in cui siano stati riscontrati Mca e/o Rca. In dette aree di accumulo e/o dispersione di Mca / Rca, dopo la rimozione degli stessi come attività di messa in sicurezza di emergenza, dovrà essere effettuata

come misura preventiva la rimozione di almeno 15 cm di terreno nell'area interessata da detti accumuli e direttamente adiacente, secondo il principio della massima precauzione, in quanto i Rca potrebbero aver rilasciato parte del loro contenuto di sostanza pericolosa.

I successivi campionamenti dovranno prevedere, a quota -15 cm, ulteriori indagini del fondo scavo (per ulteriori 15 cm di profondità) ed indagini profonde mediante carotaggi o, esclusivamente in casi particolari in cui il substrato non consenta la perforazione del terreno mediante carotatori (solette in cemento etc.) e/o non sia raggiungibile da dette strumentazioni (terreno paludoso etc.), mediante trincee, in accordo con quanto prescritto dalla Conferenza di Servizi sul Sito da bonificare di Interesse Nazionale.

In detti casi in cui risulta necessario effettuare i campionamenti profondi realizzando trincee, le probabilità di dispersione di fibre nell'ambiente circostante incrementano in maniera rilevante, in quanto vi è:

- possibilità di contaminare l'atmosfera con notevoli quantità di fibre libere, in occasione del disturbo meccanico di materiali friabili interrati;
- possibilità di frantumazione di eventuali Mca interrati con conseguente rilascio di fibre nel terreno e nell'aria ambiente;
- possibilità di contaminazione incrociata dei campioni;
- incremento del rischio di sollevamento polveri, contenenti potenzialmente fibre, nel caso in cui si debba procedere a rompere eventuali solette in cemento o materiali litoidi per accedere al terreno.

Le precauzioni minime da osservare in caso di ricorso all'utilizzo di escavatori o martelli demolitori sono le seguenti:

- la dispersione di acqua nebulizzata, possibilmente additivata da prodotti incapsulanti, nell'area oggetto di intervento, assicurandone il più possibile la completa imbibizione ;
- l'uso di idonei dispositivi di protezione respiratoria ed individuale da parte degli operatori ai sensi dell'All.3 del d.m. 20/8/99;
- la predisposizione di adeguate coperture per le trincee scavate, al fine di evitare l'esposizione degli strati profondi agli agenti atmosferici.

Per ciò che concerne le modalità di prelievo delle carote, si consiglia l'utilizzo di carotieri a rotazione che consentono il prelievo del campione di terreno entro fustelle. Si consiglia l'uso di fustelle in policarbonato trasparente (vedi Figure 1 e 2), che non interagisce con il materiale terroso, estraibili e sigillabili dopo l'estrazione. Questo tipo di contenitori presenta diversi vantaggi:

- permette l'osservazione diretta del campione, anche ad eventuali ingrandimenti, evitando l'esposizione all'aria del materiale terroso estratto;
- consente la chiusura sicura del contenitore della carota, mentre la superficie esterna del carotiere, che viene a contatto con il materiale eventualmente contaminato, può essere facilmente "ripulita" per via umida, dopo ogni carotaggio.

In tal modo vengono minimizzate le possibilità di rilascio di fibre nell'ambiente circostante ed introdotte migliori condizioni di sicurezza per i lavoratori.

L'utilizzo di carotieri con fustella estraibile dopo ciascun prelievo, consente, inoltre, di limitare al massimo la possibilità di contaminazione incrociata tra più carote, e garantisce anche una migliore maneggevolezza e conservazione delle carote, rispetto a quelle conservate in cassetta.

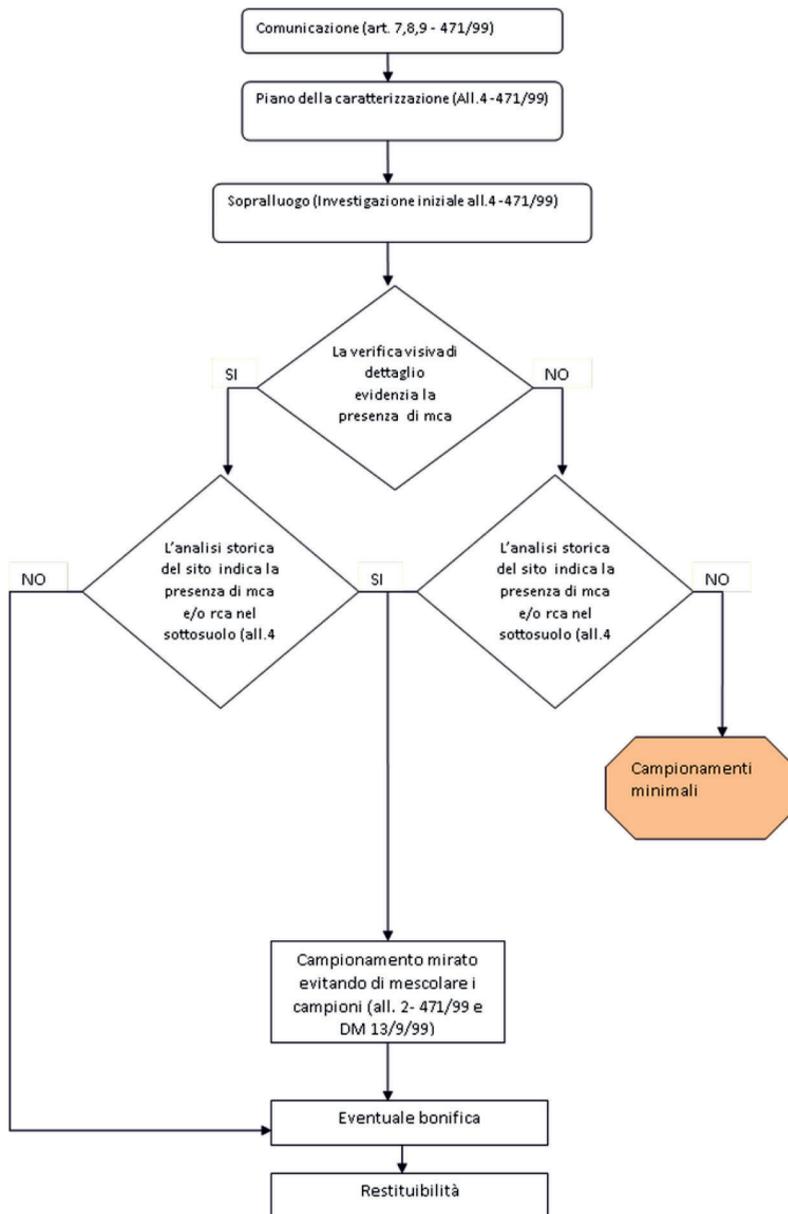


Allegato 3 - Figura 1



Allegato 3 - Figura 2

È necessario, infine, realizzare per ogni sito indagato una mappa dettagliata indicante la posizione di eventuali Mca / RCA presenti evidenziando quali e quanti di questi verranno rimossi nel corso delle attività di bonifica e, soprattutto, quali, quanti e dove verranno lasciati in posto nel corso di una messa in sicurezza permanente. Ciò affinché, nel caso venga successivamente cambiata la destinazione d'uso del suolo, rimanga nota la presenza di amianto e si possano adottare le relative misure cautelative.



Allegato 3 - Figura 3

## Frequently asked questions (Faq)

- D. Quale testo normativo regola la salute e sicurezza nei luoghi di lavoro?
- R. Il testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro (t.u. sicurezza) emanato con il Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 coordinato con il Decreto Legislativo 3 agosto 2009 n. 106 e con i successivi ulteriori decreti integrativi e correttivi.
- D. Quali sono gli obblighi del DI in relazione all'impiego dei Dpi?
- R. Destina ogni Dpi ad un uso personale; provvede a che il Dpi sia utilizzato soltanto per gli usi previsti; informa il lavoratore dei rischi dai quali il Dpi lo protegge; assicura una formazione adeguata del lavoratore; organizza, nei casi previsti o comunque consigliabili, uno specifico addestramento; fornisce istruzioni comprensibili per il lavoratore; rende disponibili in azienda informazioni adeguate sul Dpi; mantiene in efficienza il Dpi e ne assicura le condizioni di igiene mediante la manutenzione, le riparazioni e le sostituzioni necessarie; qualora le circostanze richiedano l'uso di uno stesso Dpi da parte di più lavoratori, prende misure adeguate affinché tale uso non ponga alcun problema sanitario e igienico ai vari utilizzatori; fornisce al lavoratore indicazioni per la procedura di riconsegna del Dpi.
- D. Quali sono gli obblighi del lavoratore in relazione all'impiego dei Dpi?
- R. Seguire il programma di formazione e addestramento organizzato dal DI; utilizzare i Dpi messi a disposizione dal DI; provvedere alla cura dei Dpi messi a disposizione; non modificare di propria iniziativa i Dpi. Il lavoratore deve segnalare immediatamente al DI o al dirigente o al Pr qualsiasi difetto o inconveniente rilevato.
- D. Qual è il valore limite di esposizione all'amianto per i lavoratori addetti al cantiere?
- R. In tutte le attività di cui all'articolo 246, la concentrazione nell'aria della polvere proveniente dall'amianto o dai materiali contenenti amianto nel luogo di lavoro deve essere sempre ridotta al minimo e, in ogni caso, al di sotto del valore limite di 100 ff/l fissato nell'art. 254, comma 1, del d.lgs. 81/08 e s.m.i..
- D. Quale deve essere la formazione minima obbligatoria prevista per i lavoratori addetti agli interventi a diretto contatto con materiali contenenti amianto?
- R. I lavoratori devono essere formati e addestrati con corsi specifici ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 8 agosto 1994 da 30 ore per i lavora-

tori addetti alle attività di rimozione, smaltimento e bonifica (operativi) e 50 ore per chi coordina e sovrintende le attività di rimozione, smaltimento e bonifica (gestionale).

- D. A chi deve essere presentato il Pdl?  
R. L'art. 256, comma 2, del d.lgs. 81/2008 prevede che il datore di lavoro dell'impresa esecutrice della demolizione o rimozione materiali contenenti amianto, prima dell'inizio dei lavori, predisponga un Pdl da inviare all'Ausl competente per territorio.
- D. Nel caso in cui intervenga in subappalto una nuova ditta per l'esecuzione dei lavori in sostituzione o integrazione della precedente, è valido il Pdl già presentato alla Ausl?  
R. No, ogni ditta deve presentare il proprio Pdl in riferimento alla propria attività ed al personale coinvolto.
- D. Qual è la setacciatura prevista dal d.lgs. 152/2006?  
R. 2 cm
- D. Quali sono le operazioni da eseguire sui i Rca dopo la loro cernita?  
R. Incapsulamento, imballaggio, avvio a deposito/smaltimento.
- D. Quali sono le funzioni del ripartitore e dove si usa?  
R. Viene usato in laboratorio per il prelievo di quantitativi ridotti ed omogenei di campioni.
- D. I suoli contenenti Rca vanno sempre smaltiti in discarica?  
R. No, secondo i dettami dell'economia circolare sono previste attività di cernita e smaltimento dei Rca e riutilizzo *in situ* della frazione di suolo non contaminata.
- D. Le analisi al Sem sono sufficienti per quantificare la concentrazione di amianto nel suolo?  
R. No, secondo il d.lgs. 152/2006 devono essere effettuate analisi mediante Xrd o Ftir; nel presente documento si suggerisce l'utilizzo integrativo del Sem per suoli a basse concentrazioni di amianto (<1%)

## Riferimenti normativi

Decreto Legislativo, 9 Aprile 2008, n. 81, "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 Aprile 2008.

Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2008, relativo alla "classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea n. L 353/1 del 31 dicembre 2008.

Legge 27 marzo 1992, n. 257, "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto", pubblicata nel Supplemento Ordinario n. 64 alla Gazzetta Ufficiale n. 87 del 13 Aprile 1992.

Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 18 Settembre 2001, n. 468, "Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati", pubblicato sul Supplemento Ordinario n. 10 alla Gazzetta ufficiale n. 13 del 16 Gennaio 2002.

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale", pubblicato nel Supplemento Ordinario n. 96 alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 Aprile 2006.

Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 18 Marzo 2003, n.101, "Regolamento per la realizzazione di una mappatura delle zone del territorio nazionale interessate dalla presenza di amianto, ai sensi dell'articolo 20 della legge 23 Marzo 2001, n. 93", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 106 del 9 Maggio 2003.

Decreto Ministero 6 settembre 1994, n. 94, "Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto" pubblicato nel Supplemento Ordinario n. 156 alla Gazzetta Uff. n. 288 del 10 Dicembre 1994.

Decreto Ministeriale del 14/05/1996 Normative e metodologie tecniche per gli

interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante: "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto".

Decreto Ministero della Salute, 14 Maggio 1996, "Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante: "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto".", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 251 del 25 Ottobre 1996, Serie Generale.

Decreto Ministero della Salute del 14 dicembre 2004, "Divieto di installazione di materiali contenenti amianto intenzionalmente aggiunto", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 31 del 8 febbraio 2005.

Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 1 marzo 2019, n. 46, Regolamento relativo agli interventi di bonifica, di ripristino ambientale e di messa in sicurezza, d'emergenza, operativa e permanente, delle aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento, ai sensi dell'articolo 241 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 114, "Attuazione della direttiva 87/217/CEE in materia di prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'ambiente causato dall'amianto", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 92 Serie Generale Parte Prima del 20 aprile 1995.

Direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea n. L 312/3 del 22 novembre 2008.

Decreto Legislativo 3 dicembre 2010, n. 205, "Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive", pubblicato sul Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 288 del 10 dicembre 2010.

Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 27 Settembre 2010, "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 Agosto 2005.", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 281 del 1 Dicembre 2010.

Decreto Ministero della Salute, 29 luglio 2004, n. 248 Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto.

Legge 23 Marzo 2001, n. 93, "Disposizioni in campo ambientale", pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 79 del 4 Aprile 2001.

Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 Codice dei contratti pubblici.

Decreto del Presidente della Repubblica 8 agosto 1994, "Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni ed alle province autonome di Trento e di Bolzano per l'adozione di piani di protezione, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica dell'ambiente, ai fini della difesa dei pericoli derivanti dall'amianto."

Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, 3 giugno 2014, n. 120, Regolamento per la definizione delle attribuzioni e delle modalità di organizzazione dell'Albo nazionale dei gestori ambientali, dei requisiti tecnici e finanziari delle imprese e dei responsabili tecnici, dei termini e delle modalità di iscrizione e dei relativi diritti annuali.

Lettera circolare del Ministero del Lavoro, 25 gennaio 2011 (prot. 15/SEGR/0001940), approvazione degli orientamenti pratici per la determinazione delle esposizioni sporadiche e di debole intensità (ESEDI) all'amianto nell'ambito delle attività previste dall'art. 249 commi 2 e 4, del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 come modificato e integrato dal d.lgs. 3 agosto 2009, n. 106.

## Ringraziamenti

*Si ringrazia per il prezioso contributo tecnico-scientifico:*

- Prof.ssa Silvia Serranti e Prof. Giuseppe Bonifazi, supervisori dei dottorandi 35° ciclo, Dipartimento di Ingegneria Chimica Materiali Ambiente - Sapienza Università di Roma
- Ing. Edoardo Robortella Stacul - Invitalia
- Commissariato Straordinario per la bonifica del fiume Sarno
- Commissariato Straordinario per la bonifica del Sito da bonificare di Interesse Nazionale di Bagnoli

## Bibliografia

Clarelli S., 2020 - "La gestione tecnica del rischio amianto: Accertamento, valutazione, controllo, bonifica, smaltimento e consulenza" ISBN: 978-88-481-3994-6.

Amicucci G.L. et al., 2019 - "La manutenzione per la sicurezza sul lavoro e la sicurezza nella manutenzione", Volume Inail, ISBN 978-88-7484-154-7.

"Il decommissioning di grandi siti industriali", 2019 - Monografia "Ambiente e sicurezza".

Ispettorato Nazionale del Lavoro, 2017 - "Regole operative comuni per la costruzione in sicurezza del megatunnel sulla line ferroviaria Torino-Lione - Tratta transfrontaliera".

Telt S.a.s., 2017 - Piano di sicurezza e coordinamento lato Italia - Parte generale;

Rossi I. et al 2016 - "Sistemi di protezione degli scavi a cielo aperto" Volume Inail, ISBN 978-88-7484-494-4.

Di Donato L., et al 2012 - "Manuale illustrato per lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinamento ai sensi dell'art. 3 comma 3 del Dpr 177/2011", Volume Inail, ISBN 978-88-7484-298-8.

Campopiano A., et al., 2015 - "Progetto di mappatura dell'amianto nelle scuole", Volume Inail, ISBN 978-88-7484-747-6.

Webber JS, Syrotynski S, King MV. Asbestos-contaminated drinking water: its impact on household air. Environmental research, 1988, 46:153-167. DOI: 10.1016/s0013-9351(88)80029-x.

## Riferimenti alle immagini

- Figure 16-18, 32-36, 38-42, 55, 67: Commissario delegato per il superamento dell'emergenza socio-economico ambientale del bacino idrografico del fiume Sarno - Report fotografico operazioni di rimozioni frammenti di MCA giugno/luglio 2011.
- Foto copertina in basso, figure 1-9, 11-13, 19-31, 37, 43-46, 50-54, 77: Commissario straordinario del Governo per la bonifica ambientale e rigenerazione urbana dell'area di rilevante interesse nazionale Bagnoli-Coroglio - Report Eternit bonifica MCA 2011 - Invitalia.
- Foto copertina in alto, figure 56, 57-62, 76: *TB* (Teseco Bonifiche) Srl.
- Figure 15, 49, 63-66: Reggiani Alberto (ACR Spa).
- Figure 47, 48, 74, 75, 78: Sergio Malinconico.

## Elenco degli acronimi

Anga	Albo nazionale gestori ambientali
Arpa	Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente
Astm	American Society for Testing and Materials
Ausl	Azienda unità sanitaria locale
Cen	Comitato europeo di normazione
Cnr	Consiglio nazionale delle ricerche
Cra	Centri Regionali Amianto
Csc	Concentrazioni soglie di contaminazione
Csr	Concentrazioni Soglia di Rischio
Di	Datore di lavoro
Dit	Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti prodotti ed insediamenti antropici
d.lgs.	Decreto legislativo
d.m.	Decreto ministeriale
Dpc	Dispositivi di protezione collettiva
d.p.r.	Decreto del Presidente della Repubblica
Dpi	Dispositivi di protezione individuale
Dvr	Documento di valutazione dei rischi
Eer	Elenco europeo rifiuti
Epa	United States Environmental Protection Agency
EU CLP	European Union Classification, Labeling and Packagin
f/l	fibra/litro
Iarc	International agency for research on cancer
Inail	Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro
Ispira	Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale
Iso	International Organization for Standardization
Iss	Istituto Superiore di Sanità

L	Legge
Mca	Materiali contenenti amianto
MiTE	Ministero della Transizione Ecologica
Mocf	Microscopia ottica in contrasto di fase
Molp	Microscopia Ottica a Luce Polarizzata
Noa	Natural Occurring Asbestos
Oms	Organizzazione mondiale della sanità
Ov	Organi di vigilanza
Pdc	Piano di caratterizzazione
Pdl	Piano di lavoro
PPAA	Pubbliche Amministrazioni
Rca	Rifiuti contenenti amianto
Sem	Scanning Electron Microscope
Sin	Sito da bonificare di interesse nazionale
Sir	Sito da bonificare di interesse regionale
Tem	Transmission electron microscope
Udm	Unità decontaminazione materiali
Udp	Unità decontaminazione personale
Uni	Ente nazionale italiano di unificazione





