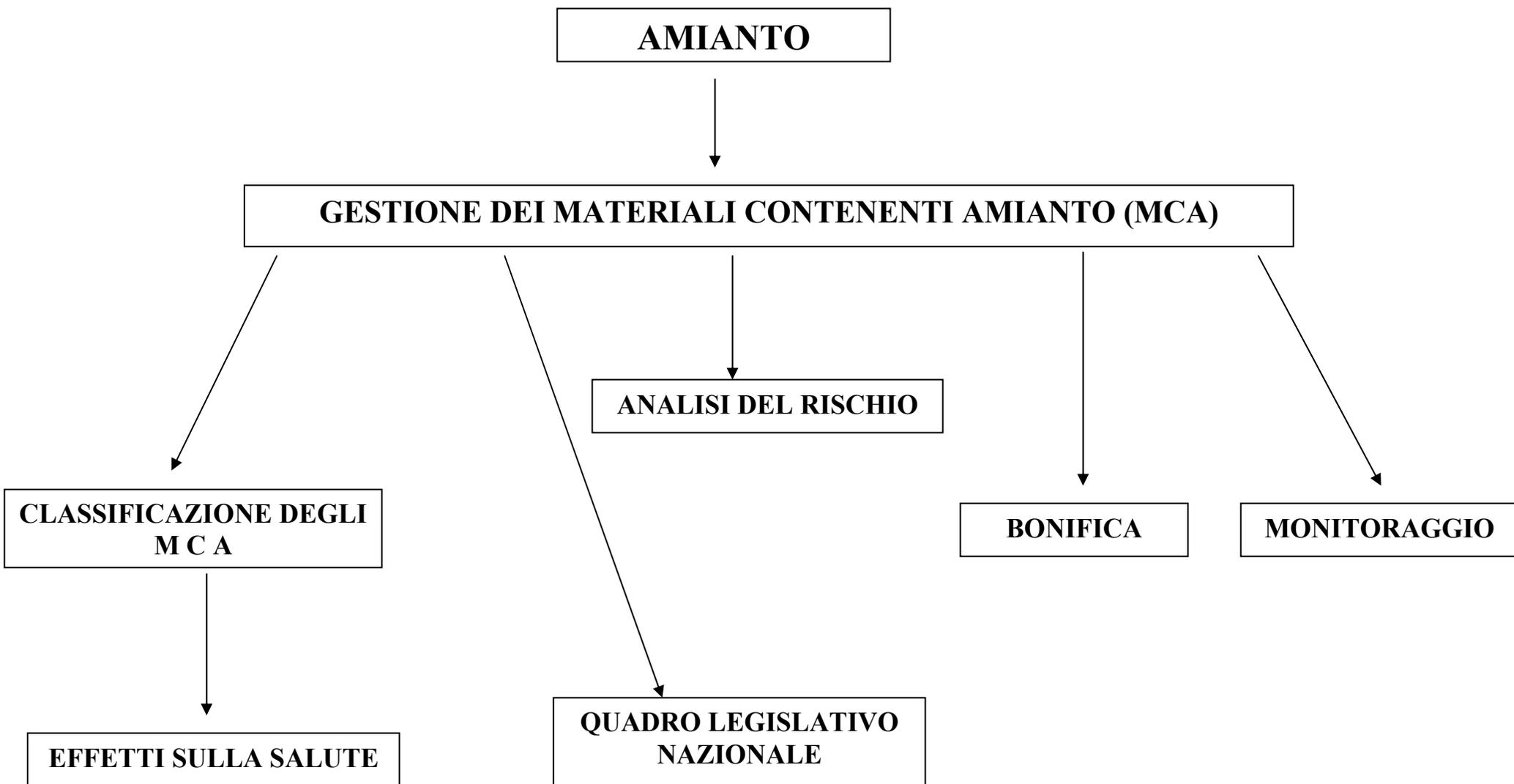




**SECONDA UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI**  
**Scuola di Alta Formazione in *Sicurezza***  
*(istituita con D.R. n.1450 del 10.05.2006)*

# **I RISCHI CONNESSI ALLE BONIFICHE DA AMIANTO**

**Ing. Maurizio Avallone**



## COS'E' L'AMIANTO?

Con il termine **amianto** si identifica una serie commerciale di varietà fibrose di silicati idrati. Il termine amianto è un termine commerciale, mentre il termine scientifico è **ASBESTO**.



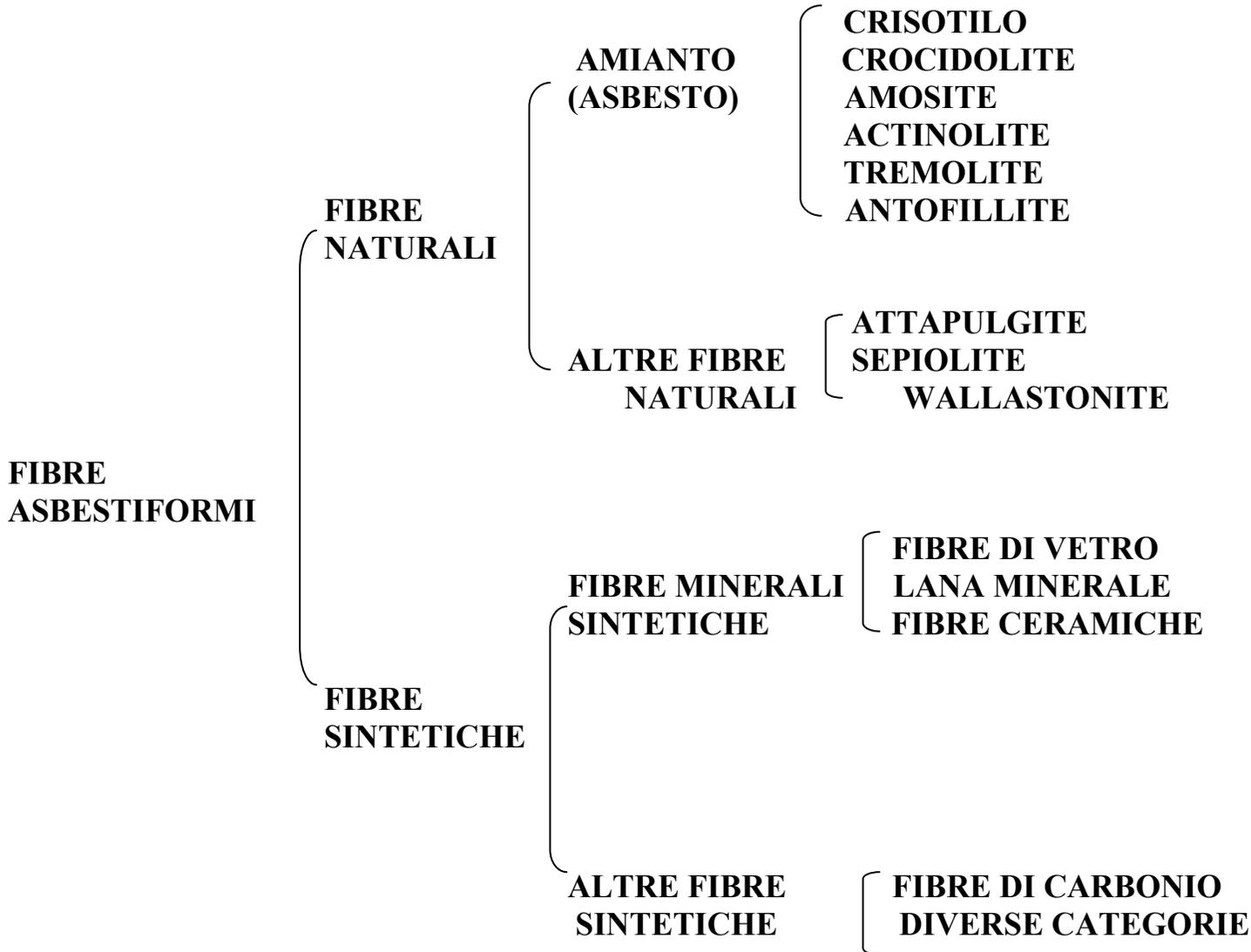
Questi minerali silicatici hanno la proprietà di separarsi in fibre estremamente sottili (di diametro anche inferiore a 20-30 nm), le **fibre asbestiformi**. Esistono circa 30 varietà di minerali che hanno questa caratteristica, ma solo 6 di queste hanno avuto importanza tecnologica e commerciale.

Questi 6 minerali asbestiformi rientrano in due diversi gruppi mineralogici:

**GRUPPO DEL SERPENTINO : *CRISOTILO***

**GRUPPO DEGLI ANFIBOLI : *AMOSITE, ANTOFILLITE, CROCIDOLITE, TREMOLITE, ACTINOLITE***

**SCHEMA DELLE DIVERSE CATEGORIE DI FIBRE ASBESTIFORMI**



## CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI CONTENENTI AMIANTO

### FRIABILI

Materiali che possono essere facilmente sbriciolati o ridotti in polvere con la semplice pressione delle dita



### COMPATTI

Materiali duri che possono essere sbriciolati o ridotti in polvere con l'impiego di attrezzi meccanici



## CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'AMIANTO

- INCOMBUSTIBILITÀ
- ELEVATA RESISTENZA ALLA TRAZIONE
- FLESSIBILITÀ
- BUONE CARATTERISTICHE DI FRIZIONE E RESISTENZA ALL'USURA
- ISOLAMENTO TERMICO
- ISOLAMENTO ELETTRICO
- BUONE CARATTERISTICHE PER IL CONTROLLO CONDENSE (veniva usato negli acquedotti)
- RESISTENZA ALLA CORROSIONE DA AGENTI CHIMICI
- RESISTENZA ALL'AZIONE DI AGENTI BATTERICI

Tali caratteristiche rendono l'asbesto adeguato ai molteplici usi sia industriali che domestici.

In Italia è presente essenzialmente crisotilo utilizzato per il cemento-amianto (ETERNIT dalla omonima azienda produttrice).

Era utilizzato anche per attutire le vibrazioni (ad esempio nelle palestre) e come materiale coibentante negli edifici e nei treni.

**Si definiscono MCA (Asbestos Containing Material) tutti quei materiali che contengono amianto.**

La caratteristica principale dell'amianto è la sua struttura fibrosa. Tale caratteristica comporta che l'amianto si suddivida in fibre sempre più piccole che si aerodisperdono. In generale le particelle aerodisperse si dividono in :

### **POLVERI TOTALI AERODISPERSE**

Sono quelle polveri che, per il loro tempo di permanenza in sospensione, possono essere interessate da movimenti di dispersione, e possono essere considerate INALABILI, in relazione alla probabilità che una fibra o particella ha di entrare nelle vie respiratorie.

### **POLVERI RESPIRABILI**

Sono rappresentate da quella porzione di polveri aerodisperse che, dopo essere stata inalata, può raggiungere la parte non ciliata dei polmoni, ovvero la zona alveolare ed ha probabilità di depositarvisi.

$$\mathbf{K = coefficiente di ripartizione = \frac{\text{porzione respirabile}}{\text{polveri totali}}}$$

se  $\mathbf{K \approx 1}$  esistono maggiori difficoltà per attuare un disinquinamento ambientale

## EFFETTI SULLA SALUTE

L'amianto, in relazione all'elevata aerodispersione, può essere inalato dal corpo umano. Le fibre inalate tendono ad allinearsi con l'asse di flusso delle vie respiratorie. Le malattie prodotte dall'inalazione dell'amianto sono:

- **ASBESTOSI** (o fibrosi dei polmoni): si manifesta dopo 10-20 anni dall'inizio dell'esposizione.
- **MALATTIE PLEURICHE BENIGNE DA AMIANTO**: si manifestano dopo 5-10 anni dall'esposizione, anche di bassa intensità.
- **MESOTELIOMA** (o tumore maligno della pleura): compare dopo un periodo di latenza che può essere anche di 20-40 anni; in questo caso è molto importante la suscettibilità individuale .

Per quanto riguarda l'ingestione e il contatto con la pelle delle fibre di amianto non si hanno ancora dati certe sulle eventuali patologie prodotte. L'ingestione è in ogni caso un'altra via di contaminazione, ma non è stato ancora dimostrato che l'ingestione associata all'alimentazione (cibi e bevande contaminati nei processi di produzione e/o preparazione) possa dare luogo a degenerazioni cellulari. Comunque negli USA sono stati fissati dei limiti al contenuto di fibre in acqua ed in prodotti utilizzati per il confezionamento dei cibi. Per quanto riguarda il contatto con la pelle, non è stato ancora provato che l'amianto possa penetrare nei tessuti della pelle, ma alcuni operai hanno però accusato, a seguito del contatto epidermico con fibre di amianto, pruriti simili a quelli generati da altri materiali fibrosi, quali le fibre di vetro.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (I.A.R.C.) dell'O.M.S. ha riconosciuto l'impossibilità di individuare un valore soglia di concentrazione di fibre di amianto al di sotto del quale non ci sia rischio per la salute. L'amianto blu (crocidolite) e l'amianto bruno (anfibioli) sono più attivi dell'amianto bianco (serpentino) nel provocare questa patologia. La crocidolite è stata definita "minerale killer". **DOSE CUMULATIVA**: la quantità di fibre ritrovate nei polmoni è tanto maggiore quanto maggiore è la concentrazione atmosferica e la durata di esposizione.

## QUADRO LEGISLATIVO NAZIONALE

**Divieto d'uso in Italia:** L'impiego dell'amianto è fuori legge in Italia dal 1992. La **Legge n. 257 del 27 marzo 1992**, oltre a stabilire termini e procedure per la dismissione delle attività inerenti l'estrazione e la lavorazione dell'asbesto, è stata la prima ad occuparsi anche dei lavoratori esposti all'amianto. All'art. 13 essa ha introdotto diversi benefici consistenti sostanzialmente in una rivalutazione contributiva del 50% ai fini pensionistici dei periodi lavorativi comportanti un'esposizione al minerale nocivo. In particolare, tale beneficio è stato previsto: per i lavoratori di cave e miniere di amianto, a prescindere dalla durata dell'esposizione (comma 6); per i lavoratori che abbiano contratto una malattia professionale asbesto-correlata in riferimento al periodo di comprovata esposizione (comma 7); per tutti i lavoratori che siano stati esposti per un periodo superiore ai 10 anni (comma 8).

○ **Art. 140 del D.P.R. 1123 del 30 giugno 1965**

————> Assicurazione obbligatoria per gli addetti alla lavorazione dell'amianto

○ **D. Lgs n. 277 del 15 agosto 1991**

————> Protezione dei lavoratori contro i rischi connessi all'esposizione ad amianto durante il lavoro

————> Valori limite di esposizione alle polveri di amianto

(espressi come media ponderata su un periodo di riferimento di otto ore)

CRISOTILO 0,6 ff/cm<sup>3</sup> (equivalenti a 600 ff/l)

ALTRE FORME 0,2 ff/cm<sup>3</sup> (equivalenti a 200 ff/l)

MISCELE 0,2 ff/cm<sup>3</sup> (equivalenti a 200 ff/l)

○ **Legge n. 257 del 27 marzo 1992**

————> Cessazione dell'impiego dell'amianto, dismissione della produzione e del commercio, divieto di estrazione, importazione ed esportazione e utilizzazione dell'amianto e dei prodotti che lo contengono.

○ **D. M. 6 settembre 1994**

————> Criteri per la valutazione del rischio, controllo, manutenzione e bonifica dei materiali contenenti amianto

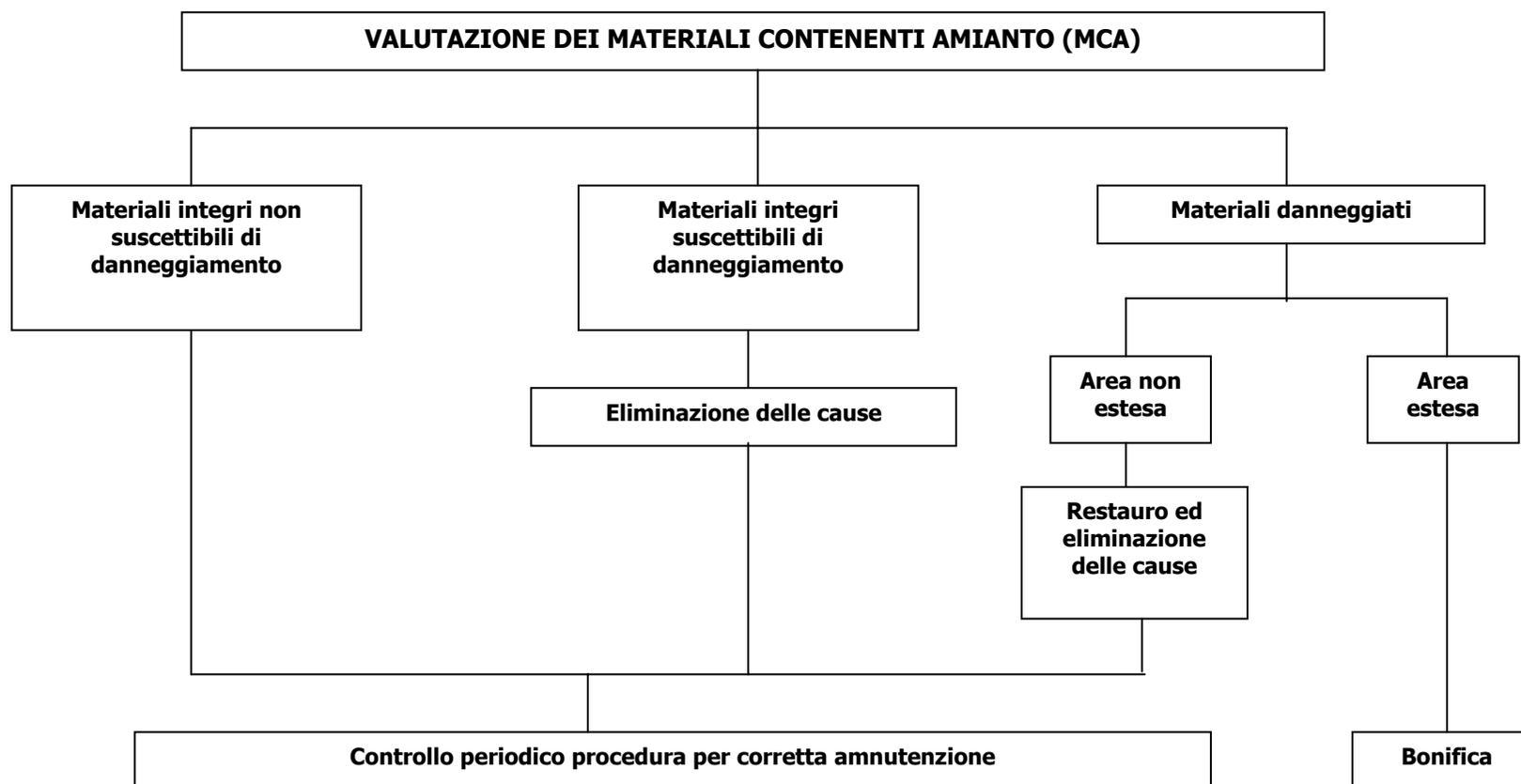
————> Monitoraggio ambientale

**VALUTAZIONE DELLE FONTI INQUINANTI (PROGRAMMA DI ISPEZIONE)**

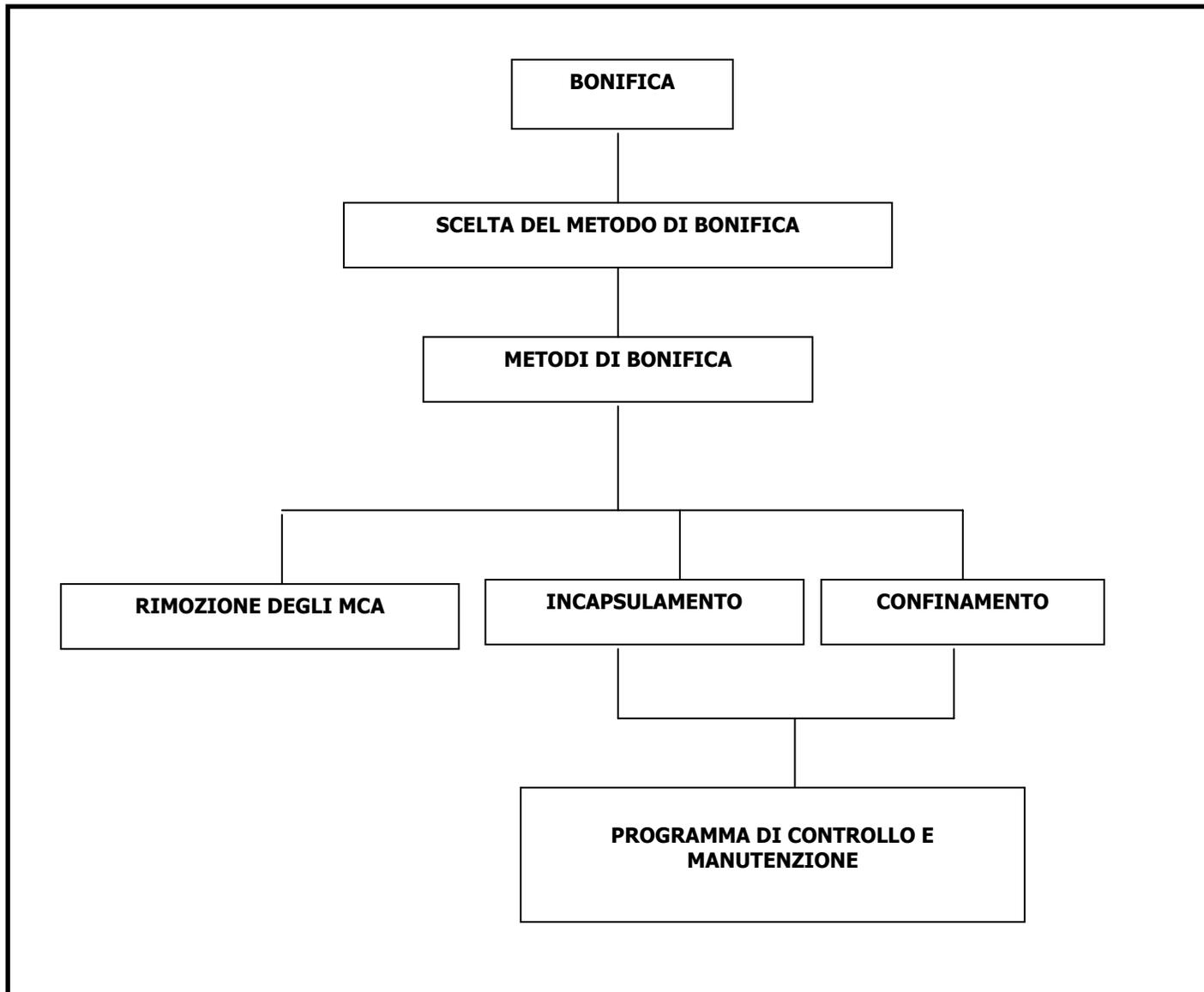
- Revisione dei documenti progettuali
- Ispezione degli edifici per valutare lo stato di conservazione degli MCA
- Individuazione di aree omogenee
- Sviluppo di un piano per la raccolta dei campioni
- Raccolta campioni previsti nel piano
- Analisi in laboratori accreditati
- Acquisizione delle informazioni sulle condizioni fisiche dell'edificio e le sue caratteristiche (ad esempio: flussi di aria che possano facilitare il rilascio ed il trasporto di fibre di amianto)
- Stesura di un rapporto

## VALUTAZIONE DEL RISCHIO

- Valutazione delle condizioni del materiale
- Valutazione della potenziale esposizione a fibre di amianto del personale presente nell'edificio



## METODOLOGIE DI BONIFICA



# METODI DI BONIFICA

Amianto in matrice **COMPATTA**

Amianto in matrice **FRIABILE**

- **RIMOZIONE:** Eliminazione definitiva degli MCA
- **INCAPSULAMENTO:** Trattamento dell'amianto con prodotti penetranti o ricoprenti
- **CONFINAMENTO:** Installazione di una barriera a tenuta che separi l'amianto dalle aree occupate dell'edificio

- Tecnica del **GLOVE-BAG**

Tecniche di bonifica	Vantaggi	Svantaggi
<b>Rimozione</b>	Elimina la fonte di inquinamento	Produce rifiuti contenenti amianto E' necessario sostituire il materiale rimosso Costi maggiori
<b>Incapsulamento</b>	Basso costo Riduce al minimo il rilascio di fibre Non necessita di materiale sostitutivo Migliora la resistenza agli agenti chimici Non sono prodotti rifiuti contenenti amianto	Resta la fonte di inquinamento Durante la pulizia vi è un elevato rilascio di fibre Sono necessari interventi di manutenzione e ripristino
<b>Confinamento</b>	Riduce al minimo il rilascio di fibre Non sono prodotti rifiuti contenenti amianto	Resta la fonte di inquinamento La parte confinata continua a rilasciare fibre

## TECNICA DEL GLOVE – BAG Per interventi limitati su tubazioni rivestite in amianto

### Celle di polietilene dotate di guanti interni



Tecnica delicata e pericolosa per:

1. Discreta probabilità che la cella si rompa
2. Scarsa manualità degli operatori

## **PREDISPOSIZIONE DEL PIANO DI LAVORO**

- Descrizione dell'intervento
- Allestimento del cantiere e materiali, attrezzature e macchine da utilizzare
- Misure di protezione per i lavoratori – procedura per la decontaminazione
- Piano di sicurezza da attuare
- Gestione dei rifiuti

### **Dispositivi di protezione**

A) Impiego di idonei mezzi di protezione personale

**Tute integrali monouso con cappuccio, guanti a perdere, calzari a perdere**



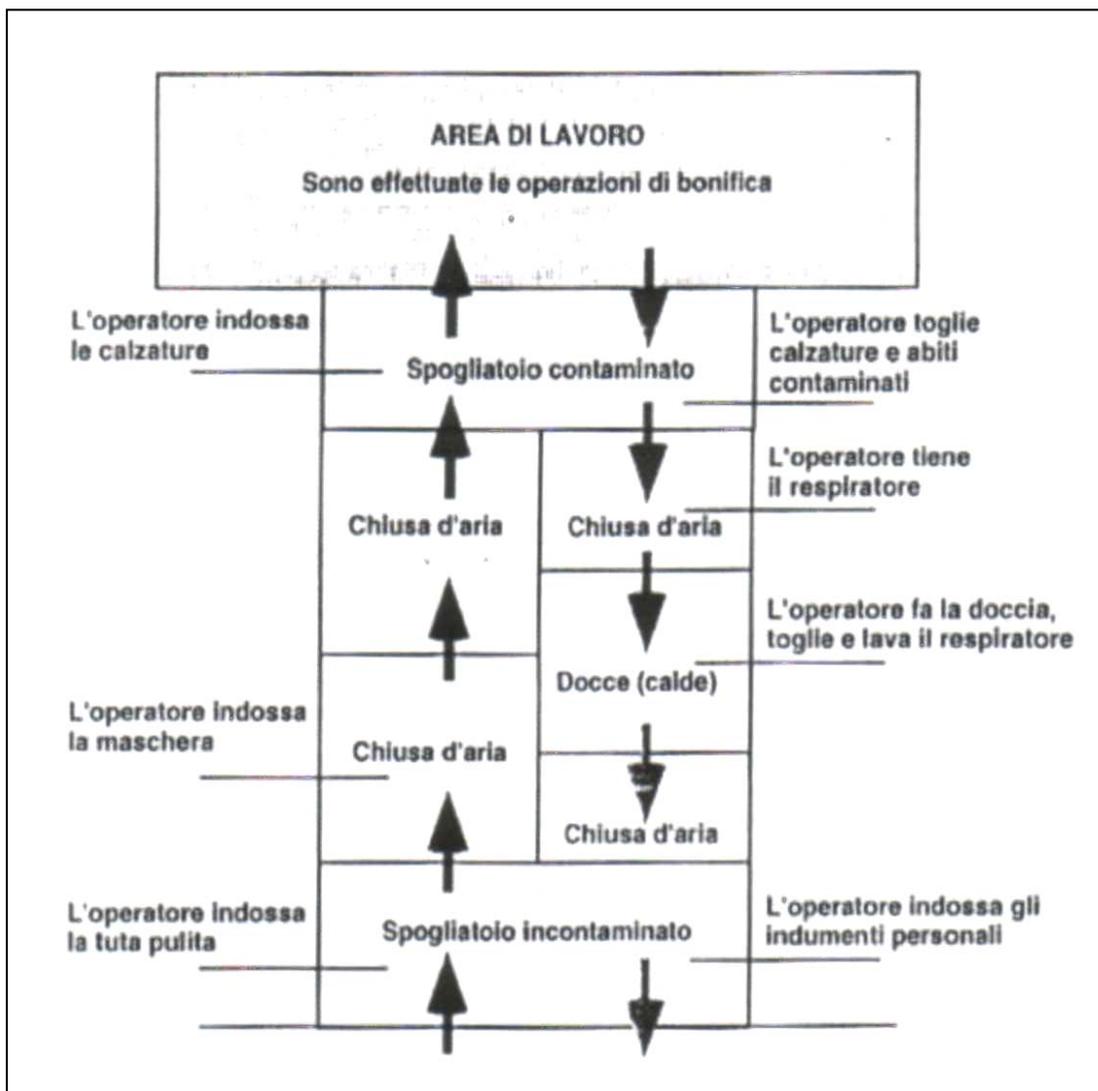
**Maschere integrali con respiratori**



B) Impiego di strumenti che limitino la dispersione di polveri e detriti, evitando azioni distruttive.

Evitare l'impiego di trapani, frese, scalpelli, lime, raspe, frullini, pinze, tenaglie, forbici, cesoie ecc..;

## Schema di unità di decontaminazione del personale



## Decontaminazione dei materiali

1. Lavaggio dei materiali o dei sacchi di rifiuti
2. Imballaggio in contenitori puliti
3. Stoccaggio provvisorio in attesa di allontanamento

## Trattamento delle acque di lavaggio

Filtrazione di particelle fino a 5  $\mu\text{m}$ , mediante filtri ricoperti di ossido di magnesio granulare

## Misure di sicurezza



## Gestione dei rifiuti

### Decreto Ministeriale n. 248 del 29 luglio 2004 - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio

—————► Modalità di imballaggio, trattamento e ricopertura di tali rifiuti nelle discariche.

**Imballaggio:** sacchi impermeabili di polietilene di spessore di almeno 0,15 mm, muniti di etichetta con la scritta “*Rifiuti contenenti amianto*”

### Trattamento:

1. Riduzione del rilascio di fibre dei R.C.A senza modificare la struttura cristallografica dell'amianto
  - ❖ Stabilizzazione/solidificazione in matrice organica o inorganica stabile non reattiva.
  - ❖ Incapsulamento
  - ❖ Modificazione parziale della struttura cristallografica
2. Totale modifica della struttura cristallografica dell'amianto e annullamento della pericolosità connessa ai minerali di amianto
  - ❖ Modificazione chimica
  - ❖ Modificazione mecanochimica
  - ❖ Vetrificazione
  - ❖ Vetroceramizzazione

Per definire le caratteristiche della discarica per lo smaltimento finale, si calcola l'indice di rilascio, ovvero la percentuale di amianto in peso presente nel campione e il valore della sua densità assoluta. I.R. =  $\frac{\% \text{ Peso Amianto} \times \text{Densità assoluta}}{\text{Densità apparente} \times 100}$

### Destinazione finale:

<b>R.C.A. con un I.R. maggiore o uguale a 0,6</b>	<b>Discarica per rifiuti pericolosi ai sensi del D. Lgs. n. 36 del 13 gennaio 2003</b>
<b>R.C.A. con un I.R. minore o uguale a 0,6</b>	<b>Discarica per rifiuti non pericolosi ai sensi del D. Lgs. n. 36 del 13 gennaio 2003</b>
<b>Rifiuti privi di amianto</b>	<b>Riutilizzo come materia prima</b>

## CAMPIONAMENTO DELL'ARIA

- Monitoraggio ambientale
- Monitoraggio personale dinamico

### FASI:

#### 1. UTILIZZO DI CAMPIONATORI:

##### Pompa statica campionamento ambientale



Le modalità operative per effettuare il campionamento prevedono:

- campionamenti ambientali a 1.6 mt dal suolo
- campionatori a flusso costante
- filtri di esteri di cellulosa e policarbonato con porosità di 0.8  $\mu\text{m}$
- durata dei prelievi compresa tra 4 - 8 ore

**Pompa per campionamenti personali**



Le modalità operative per il campionamento personale prevedono:

- campionamento personale con sistemi di prelievo a flusso costante su filtri di esteri di cellulosa con porosità  $0.8 \mu\text{m}$
- durata dei prelievi subordinata alla polverosità presente nell'ambiente

**2. PREPARAZIONE DEI CAMPIONI**

**3. ANALISI MICROSCOPICA DEI CAMPIONI**

- ❖ Microscopio ottico a contrasto di fase – MOCF
- ❖ Microscopio elettronico a scansione – SEM
- ❖ Microscopio elettronico a trasmissione – TEM

**MICROSCOPIO OTTICO A CONTRASTO DI FASE – MOCF**



Prelievo di campionatura dell'aria per analisi in MOCF da 1 a 12 litri/min., volume minimo da prelevare lt. 480.

Con questo metodo di analisi tutte le fibre regolamentari vengono contate come fibre di amianto, per cui il dato può essere sovrastimato.

Il metodo è quindi più garantista dal punto di vista della prevenzione.

Richiede meno di 6 ore di tempo per l'analisi, e, attualmente, è il più utilizzato a causa dei costi limitati delle apparecchiature e dei costi di analisi minori (da 2 a 10 volte inferiori agli altri due).

**MICROSCOPIO ELETTRONICO A SCANSIONE – SEM**



Prelievo di campionatura dell'aria per analisi in SEM da 6 a 9 litri/min, volume minimo da prelevare lt. 3.000.

E' questa una analisi molto precisa in quanto ha un maggiore potere risolutivo, permette di determinare con esattezza il numero e il tipo delle fibre di amianto.

Richiede da 6 a 24 ore di tempo per l'analisi.

MICROSCOPIO ELETTRONICO A TRASMISSIONE – TEM



Riconosce le fibre senza ambiguità e distingue fibre con diametro di  $0,0025 \mu\text{m}$ .  
Richiede da 2 a 7 giorni di tempo per l'analisi.