Workshop ISS-Roma 28 maggio 2014
La qualità dell'aria *indoor*: attuale situazione nazionale e comunitaria. L'esperienza del Gruppo di Studio Nazionale Inquinamento *Indoor*

Strategia di monitoraggio per la determinazione della concentrazione di fibre di amianto e fibre artificiali vetrose aerodisperse in ambiente indoor.

Loredana Musmeci, Sergio Fuselli e Biagio Maria Bruni
Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, ISS, Roma

Orietta Sala e Tiziana Bacci
Polo Analitico Regionale Amianto, ARPA Emilia-Romagna, Reggio Emilia

Anna Benedetta Somigliana
Centro di Microscopia Elettronica, Settore Laboratori, ARPA Lombardia, Milano

Antonella Campopiano
Laboratorio Polveri e Fibre INAIL Settore Ricerca, Monte Porzio Catone - Roma

Sonja Prandi
Laboratorio – Analisi Strumentale Microscopia Elettronica, ARPA Liguria, Genova

Patrizia Garofani
U.O. Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro ASL Umbria 1, Perugia

Claudio Martinelli
U.O. CRA – CRR, ARPA Veneto- Dipartimento Regionale Laboratori, Verona

Fulvio Cavariani
U.O. Laboratorio Igiene Industriale CRA – AUSL VT, Civita Castellana (Viterbo)

Fulvio D'Orsi
Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro ASL RM C, Roma

Achille Marconi
Esperto ISS, Roma

Claudio Trova
Polo Amianto – Centro Ambientale Amianto ARPA Piemonte, Grugliasco (Torino).

INDICE

Introduzione.

1. Scopo e campo di applicazione.

2. Definizioni.

3. Riferimenti tecnici e normativi.

4. Sorgenti e dispersione di fibre.

5. Monitoraggio delle fibre aerodisperse.
    - 5.1. Campionamento.
    - 5.2. Obiettivo del campionamento.
    - 5.3. Definizione di “unità-ambiente".
    - 5.4. Strategie di campionamento.
        - 5.4.1. Parametri strumentali.
        - 5.4.2. Parametri del campionamento.

6. Metodi per la determinazione della concentrazione di fibre inorganiche aerodisperse in ambienti indoor.

7. Calcolo dei risultati.
    - 7.1. Espressione del risultato.
    - 7.2. Incertezza di misura.
    - 7.3. Limite di Rilevabilità (DL).

8. Controllo della qualità.

ALLEGATO A. Amianto: normative di riferimento.

ALLEGATO B. Fibre Artificiali Vetrose: normative di riferimento.

ALLEGATO C. Normativa per i laboratori che effettuano campionamento ed analisi di fibre.

Riferimenti Bibliografici

Workshop ISS-Roma 28 maggio 2014
La qualità dell'aria *indoor*: attuale situazione nazionale e comunitaria. L'esperienza del Gruppo di Studio Nazionale Inquinamento *Indoor*

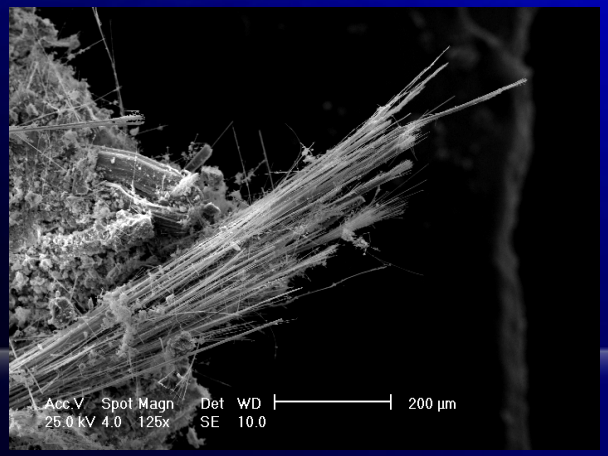
Nell'ambito del Gruppo di Studio Nazionale (GdS) sull'inquinamento indoor, è emersa la necessità di predisporre un documento condiviso con lo scopo di **armonizzare** e **standardizzare** le modalità operative per la **caratterizzazione**, il **campionamento** e **l'analisi** delle **FIBRE INORGANICHE AERODISPERSE**.

Nel campo dell'igiene industriale vengono definite **fibre** tutte le particelle che presentano un rapporto Lunghezza/ Diametro (Aspect Ratio) > 3/1. Vengono definite respirabili tutte quelle fibre che possono essere inalate fino a giungere nella zona alveolare del sistema respiratorio (d. a. inferiore a 3 µm).

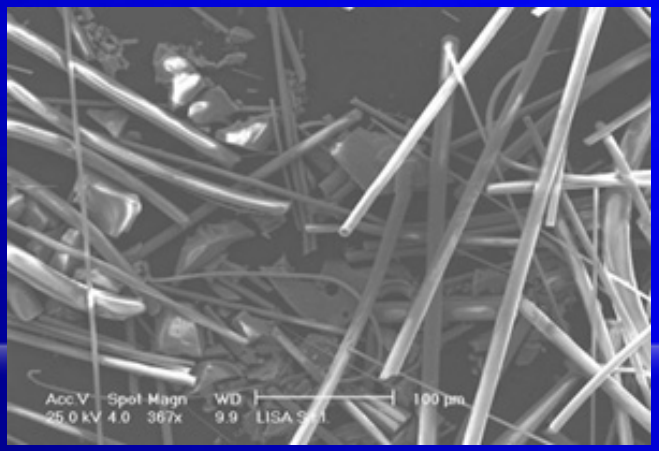
Nel 1986 la World Health Organisation (WHO) definì implicitamente pericolose tutte le fibre con Lunghezza > 5 µm, Diametro < 3 µm e rapporto dimensionale L/D ≥ 3, raccomandandone l'identificazione ed il conteggio durante le analisi.

Non tutte le fibre risultano essere pericolose. Attualmente, esiste una vasta gamma di materiali fibrosi sia naturali che artificiali, ma le fibre che hanno un maggior interesse sanitario-ambientale sono quelle che trovano, o hanno trovato, un largo uso soprattutto nel settore industriale e nell'ambito dei materiali edili. Tra queste tipologie di fibre una particolare attenzione va rivolta alle fibre di AMIANTO ed alle FIBRE ARTIFICIALI VETROSE (FAV) che sono oggetto di questo documento.

Amianto →



FAV →



La normativa italiana (art. 247 D. Lgs. 81/2008) considera e disciplina come amianto esclusivamente i silicati fibrosi appartenenti a due gruppi mineralogici principali, quello degli anfiboli e quello del serpentino.

Silicato fibroso	Formula chimica	n° CAS	Descrizione
Crocidolite	$Na_2Fe^{3+}(MgFe^{2+})_3(Si_8O_{22})(OH)_2$	12001-28-4	Varietà fibrosa dell'anfibolo riebeckite
Grunerite d'amianto (Amosite)	$(Mg,Fe^{2+})_7\ Si_8O_{22}(OH)_2$	12172-73-5	Varietà fibrosa della serie di anfiboli grunerite – cummingtonite
Antofillite d'amianto	$(Mg,Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$	77536-67-5	Varietà fibrosa dell'omonimo anfibolo
Actinolite d'amianto	$Ca_2(Mg,Fe^{2+})_5Si_8O_{22}(OH)_2$	77536-66-4	Varietà fibrosa dell'omonimo anfibolo
Tremolite d'amianto	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	77536-68-6	Varietà fibrosa dell'omonimo anfibolo.
Crisotilo	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	12001-29-5	Varietà fibrosa del serpentin o

Le FAV fanno parte del grande gruppo delle Man-Made Mineral Fiber (MMMF). Sono a base di silice e contengono quote variabili di altri ossidi inorganici. Appartengono alle FAV le fibre/lane di vetro, le lane di roccia, le lane di scoria, le fibre ceramiche refrattarie (FCR), lane di vetro allumo-silicatiche (ASW) e le lane di vetro silicatiche alcalino-terrose (AES).

Secondo l'Allegato VI del Regolamento n. 1272/2008 (CLP) come modificato dal Regolamento n. 790/2009 vengono definite: lane minerali (Num. Indice 650-016-00-2) le fibre artificiali vetrose (silicati) che contengono un tenore di ossidi alcalini e ossidi alcalino-terrosi ($Na_2O+K_2O+CaO+MgO+BaO$) > **18 %** in peso;

fibre ceramiche refrattarie (Num. Indice 650-017-00-8) le fibre artificiali vetrose che contengono un tenore di ossidi alcalini e ossidi alcalino-terrosi ($Na_2O+K_2O+CaO+MgO+BaO$) ≤ **18 %** in peso.

L'espressione ambiente indoor è riferita agli ambienti confinati di vita e di lavoro non industriali (per quelli industriali vige una specifica normativa nazionale) ed in particolare a quelli adibiti a dimora, svago, lavoro e trasporto. Quindi, con ambienti indoor ci si riferirà alle strutture di seguito descritte ed indicate nella Norma UNI EN ISO 16000-1.

Il presente documento è applicabile in tutte le situazioni in cui può esistere un'esposizione dovuta alla presenza di materiali contenenti fibre (inorganiche) come componente strutturale dell'ambiente entro il quale si svolgono attività di vita e prestazioni lavorative (edificio, mezzo di trasporto, ecc.). È possibile estendere l'applicazione di questo documento a situazioni che riguardano le esposizioni in fase di bonifica (per amianto e FAV), smaltimento (per amianto e FAV), produzione industriale (solo FAV) ed installazione (solo FAV), ferme restando le normative specifiche vigenti in materia.

L'attenta pianificazione della strategia di campionamento e analisi risulta di fondamentale importanza, perché dai risultati ottenuti si potranno decidere una serie di azioni e/o raccomandazioni per migliorare la qualità degli ambienti, delle aree in questione a vario titolo occupate. **Il monitoraggio ambientale ha lo scopo di evidenziare l'eventuale dispersione di fibre e valutare la possibile esposizione degli occupanti.** Queste misure si rendono necessarie per:

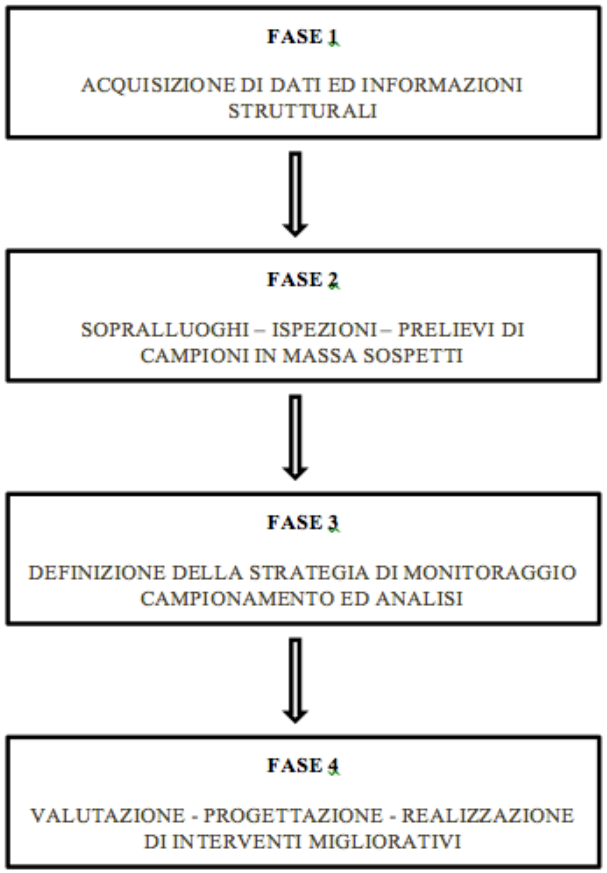
- rispondere agli interrogativi presentati dai fruitori degli ambienti;
- condurre attività di sorveglianza (presenza di MCF pericolosi);
- condurre attività di sorveglianza (a seguito di bonifica);
- agevolare i processi decisionali in sede di valutazione dell'esposizione degli occupanti/utenti con riferimento ai diversi tempi di permanenza in un determinato ambiente;
- verificare il rispetto di valori guida stabiliti dalle autorità competenti.

Le fibre aerodisperse presenti in ambienti indoor possono provenire da diverse fonti, sia interne che esterne.
L'affermazione presente nel D.M. 6/9/1994 del Ministero della Sanità riguardante i Materiali Contenenti Amianto (MCA) risulta applicabile a tutti i Materiali Contenenti Fibre (MCF) potenzialmente pericolose ovvero: "La semplice presenza di MCA in un edificio non comporta di per sé un pericolo…..".
I meccanismi fondamentali che si possono indagare per individuare le possibile sorgenti e valutare il rilascio e la conseguente dispersione di fibre sono:

- FALLOUT ;
- MPATTO ;
- DISPERSIONE SECONDARIA.

Workshop ISS-Roma 28 maggio 2014
La qualità dell'aria *indoor*: attuale situazione nazionale e comunitaria. L'esperienza del Gruppo di Studio Nazionale Inquinamento *Indoor*

Gli approcci metodologici per la valutazione della qualità dell'aria interna ai fini della tutela della salute si devono basare sull'esecuzione d'indagini multilivello secondo una sequenza logica di fasi successive che consenta di condurre studi completi senza che si debba ricorrere all'esecuzione di ricerche complesse, che spesso comportano impegni finanziari e organizzativi molto onerosi.



Il monitoraggio ambientale da **solo** non può rappresentare un criterio adatto e valido per valutare il rischio di esposizione a fibre, in quanto consente essenzialmente di misurare la concentrazione di fibre presente nell'aria nel preciso momento in cui si effettua il campionamento, senza ottenere alcuna informazione sulla reale probabilità che i materiali possano deteriorarsi o essere danneggiati nel corso delle normali attività.

Per ridurre il rischio di esposizione in ambienti indoor durante le normali attività di vita e di lavoro è necessario eseguire una valutazione del rischio associato al rilascio di fibre nell'ambiente; tale valutazione si ottiene attraverso due fasi di studio cronologicamente ben precise e distinte fra loro:

- **ispezione visiva** (compilaz. schede tipo DM 6/9/94)**;**
- **monitoraggio ambientale**.

Il monitoraggio delle fibre aerodisperse in un ambiente indoor è una fase delicata a causa della reale possibilità di commettere errori che potrebbero portare ad un risultato fuorviante.

E' un processo complesso e decisivo per il risultato finale, che deve essere eseguito con idonea strumentazione e da personale esperto e qualificato (secondo il Decreto Ministeriale del 14/5/96).

Il **metodo utilizzato per il campionamento di fibre aerodisperse** è quello indicato all'**Allegato 2 del D.M.6/9/94** per gli ambienti indoor e alle norme di buona tecnica (ISO 16000/7 del 2008) per l'amianto e consigliato per le FAV.

Sulla base delle informazioni, delle ispezioni e dell'obiettivo del monitoraggio si svilupperà un preciso piano di campionamento.

Le variabili fondamentali da considerare per programmare un idoneo piano di campionamento sono, a seguito dell'individuazione della sorgente d'inquinamento, la scelta dei **punti di prelievo**, **durata** e **periodicità** del campionamento stesso.

Questi parametri dipendono a loro volta dall'**obiettivo** delle misurazioni, dal **valore limite** di controllo stabilito dalle leggi e dal **metodo di analisi**.

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

Si possono utilizzare una serie di modalità diverse di campionamento a seconda dell'obiettivo del monitoraggio ovvero:

1) "campionamento del livello prevalente " (normale occup./utilizzo);
2) "campionamento del fondo" (precedono eventuali lavori);
3) "campionamento di convalida della procedura" (manut. ordinaria);
4) "campionamento investigativo" (attiv. simulate o danneg.);
5) "campionamento di valutazione della dispersione";
6) "campionamento per la restituibilità" (sia per il campionamento che per i limiti di concentrazione si deve fare riferimento esclusivamente al D.M. 6/9/94);
7) "campionamento personale".

La numerosità dei prelievi d'aria da effettuare dipende da **numero**, **dimensione** e **disposizione** delle aree in cui si è evidenziata la presenza di MCF. Per effettuare un campionamento significativo risulta conveniente esprimere e suddividere l'intera struttura di studio (soprattutto nel caso di edifici con numerosi locali), sulla base dei dati e delle ispezioni effettuate precedentemente, in unità ben definite denominate "**unità ambiente**" (UA). In questo modo sarà sempre possibile individuare in modo preciso il punto di campionamento ed il numero di campioni da effettuare.

Una "UA" è un'area che ha una superficie massima di **100 m^2**.
Per ogni UA si consiglia di effettuare 2 campionamenti.
Strutture con una superficie inferiore a 10 m^2 e con un ridotto volume, viene considerato come una UA dove si può effettuare 1 prelievo.

Numero di unità ambiente in fase di valutazione N_{UA}	**Massima superficie in m^2**	**Numero minimo di campionamenti da effettuare**	
		Tipo di Campionamento 1. investigativo; 2. livello prevalente.	Tipo di Campionamento 3. fondo; 4. dispersione.
da 1 a 2	fino a 200	2	2
da 3 a 4	da 201 a 400	2	3
da 5 a 6	da 401 a 600	3	4
da 7 a 8	da 601 a 800	3	5
da 9 a 11	da 801 a 1100	3	6
da 12 a 14	da 1101 a 1400	3	7
da 15 a 17	da 1401 a 1700	4	8
da 18 a 20	da 1701 2000	4	9
da 21 a 25	da 2001 a 2500	5	10
da 26 a 31	da 2501 a 3100	5	11
da 32 a 38	da 3101 a 3800	6	12
da 39 a 46	da 3801 a 4600	6	13
da 47 a 55	da 4601 a 5500	7	14
Più di 55	Più di 5500	N_{UA} / 8	N_{UA} / 4

Per quanto riguarda le operazioni di certificazione di restituibilità in ambienti bonificati dall'amianto (campionamento per la restituibilità), ci si dovrà riferire esclusivamente al D.M. 6/9/94 che al punto 6 specifica il numero di campionamenti da effettuare in base alla superficie dell'area bonificata.

Ovvero si dovranno effettuare, indicativamente, almeno 2 campionamenti per superfici fino a 50 m^2, almeno 3 campionamenti per superfici fino a 200 m^2, un ulteriore campionamento ogni 200 m^2 in più. Per aree bonificate maggiori di 600 m^2 si può decidere di effettuare un numero minore di prelievi motivandone la causa.

Nel caso in cui l'obiettivo del monitoraggio sia quello di valutare una possibile esposizione, il campionamento ideale è quello "personale" eseguito dotando uno o più occupanti della strumentazione di campionamento. Questa scelta, pur risultando ottimale in quanto descrittiva della reale esposizione del soggetto, è tuttavia applicabile in un numero limitato di casi.

Più comunemente i campionamenti vengono effettuati utilizzando postazioni "fisse". Il numero di postazioni fisse è influenzato, oltreché dalle limitazioni in termini di risorse economiche, dalla complessità della realtà oggetto di studio e dall'obiettivo dello studio.

Sulla base dell'obiettivo specifico che si vuole raggiungere, sarà necessario quindi definire una strategia di monitoraggio che tenga in considerazione il punto, il periodo, l'intensità e la frequenza del campionamento.

Tutte le fasi del campionamento dovranno essere eseguite da personale "esperto" come indicato dal Decreto del Ministero della Sanità del 14/5/96.

A seconda della tecnica analitica (microscopia ottica in contrasto di fase o microscopia elettronica a scansione) con cui si intende analizzare il campione, possono essere utilizzati diversi protocolli operativi purché conformi a quelli descritti nella normativa nazionale o a protocolli scientifici riconosciuti a livello internazionale.

L'**analisi** delle fibre aerodisperse si effettua allo scopo di determinare, **quantitativamente**, la concentrazione di fibre presente nell'aria in un determinato ambiente.

Le **tecniche analitiche** da utilizzare per eseguire l'analisi dei campionamenti d'aria sono, sempre **secondo la vigente normativa D.M. 6/9/94** (valida per tutte le tipologie di fibre), attualmente riconducibili a tecniche di microscopia quali la microscopia ottica a contrasto di fase (MOCF) e la microscopia elettronica a scansione (SEM) equipaggiata con microanalisi (EDS).

Le capacità analitiche delle due microscopie presentano delle differenze e i risultati ottenuti da MOCF e SEM-EDS **non sono generalmente comparabili**, pertanto l'una o l'altra tecnica analitica non possono essere utilizzate indifferentemente in tutte le situazioni.

Grazie