

P.G. Piolatto, M.G. Putzu, G.C. Botta

## Fibre di amianto e V.R.

Dipartimento di Traumatologia, Ortopedia e Medicina del Lavoro. Università di Torino

**RIASSUNTO.** La definizione di VR biologici presenta nel caso dell'asbesto non poche difficoltà legate all'interpretazione dei valori ottenuti su varie matrici biologiche (escreato, BALF, tessuto polmonare). Pertanto sembra opportuno estendere il concetto di VR dal versante biologico a quello ambientale con la determinazione di CRA, concentrazioni inevitabili per l'ubiquitarità delle fibre di asbesto.

In base agli studi disponibili è abitualmente citato come classico il valore di  $1 \text{ f L}^{-1}$ , per quanto i pochi, ma più attendibili studi più recenti, deporrebbero per valori inferiori per concentrazioni "outdoor" determinate in SEM.

Ovviamente sono necessari ulteriori studi; a tale proposito si ribadisce la necessità di adottare metodiche standardizzate basate sul SEM (opinione dell'autore) in quanto tecnica sufficientemente accurata per misure di concentrazioni a partire da  $0,05\text{-}0,1 \text{ f L}^{-1}$ , con il vantaggio di tempi e costi inferiori rispetto al TEM.

**Parole chiave:** valori di riferimento, amianto.

**ABSTRACT.** *www.gimle.fsm.it - Biological RV for asbestos implies several problems, due to the difficult interpretation of values obtained from various biological samples (sputum, BALF, lung tissue).*

*Therefore, it seems it advisable to refer to environmental concentrations (ERC), which are not avoidable, since asbestos is an ubiquitous contaminant.*

*On the basis of the available studies the  $1 \text{ f/L}$  value is usually reported as the most representative, although more recent and reliable studies would indicate lower values, at least for outdoor concentrations, as determined by SEM.*

*However, further studies are needed: standardized methods based on SEM (author's opinion) should be adopted; the accuracy of such technique is sufficient for air concentrations from  $0.05\text{-}0.1 \text{ f L}^{-1}$  upwards, with the advantage of lower costs and time as compared to TEM.*

**Key words:** *reference values, asbestos.*

Nel 1995 a Siena (1) ebbi già l'opportunità di trattare il problema dei Valori di Riferimento (V.R.) per l'amianto, un problema che per la natura stessa dell'inquinante si scosta da quello degli agenti chimici in quanto le fibre, come il particolato in genere, tendono previa deposizione intrapolmonare a permanere, salvo la quota riespirata o depurata dai meccanismi di clearance, e/o modificazioni dello stato fibroso legato al tipo di fibra.

Per questo sempre nella stessa occasione posi l'accento sull'incertezza che grava soprattutto sulla possibilità di definire V.R. biologici utilizzando l'indicatore più diffuso, il corpuscolo dell'asbesto (CA), in matrici biologiche.

La ricerca del C.A. nell'escreato, dal momento che la presenza di un solo CA denoterebbe esposizione professionale mentre l'assenza non la esclude (2), si propone immediatamente come mezzo inapplicabile per definire concentrazioni tipiche della popolazione generale.

La ricerca nel liquido di lavaggio bronco-alveolare (BALF) è certamente più sensibile ma presuppone in primo luogo, per avere una significatività nei confronti delle condizioni di esposizione, che sia corretta la proposta relazione  $1 \text{ CA mL}^{-1} \approx > 1000 \text{ CA g}^{-1}$  di polmone secco come suggestivo al 95% di probabilità di esposizione professionale (3). Il valore stesso di 1000 CA nel polmone è stato successivamente messo in discussione sia da chi lo considera eccessivo, sia da chi troppo basso almeno per un'esposizione professionale anamnesticamente rilevabile. In secondo luogo la metodica, se accettabile quale supporto eziologico in caso di sospetta malattia e presunta esposizione, è difficilmente proponibile, almeno nella nostra esperienza, a soggetti provenienti dalla popolazione generale esposta unicamente a concentrazioni di fondo.

Quest'ultima osservazione è ovviamente valida in senso generale e quindi anche laddove si voglia ricercare ed identificare il contenuto in fibre nel BALF.

Non credo che quanto detto in sintesi sia modificabile in futuro e pertanto ritengo che la via percorribile sia estendere il concetto di VR dal versante biologico a quello ambientale con l'acquisizione di Concentrazioni Ambientali di Riferimento (CRA), una alternativa che peraltro rientra negli scopi dichiarati dall'evoluzione dei temi di studio affrontati dalla Società Italiana Valori di Riferimento (SIVR).

Ciò non significa che tale percorso non sia irto di difficoltà, per cui è necessario un breve raccordo storico. Alla

fine degli anni '80 ed inizio anni '90 l'interesse per esposizione ad asbesto si è spostato dal versante professionale a quello ambientale. Ciò è tanto più vero per i paesi come l'Italia ove è stata successivamente imposta in via legislativa la cessazione dell'uso industriale dell'asbesto.

Questo interesse si è concretizzato nel quesito che si è posto in ambito internazionale se non ci si accingesse ad assistere alla cosiddetta terza ondata delle malattie da asbesto, termine coniato in occasione della conferenza di New York del 1990 (4).

Nella sua accezione più ampia questa definizione comprende gli effetti dell'inquinamento esterno di fondo delle aree urbane ed extraurbane, delle emissioni esterne da siti industriali attivi nei paesi ove l'uso è consentito o dismessi e non ancora bonificati come nel nostro paese e soprattutto del rilascio di fibre all'esterno o ancor più all'interno di edifici o altro coibentati con materiali d'asbesto friabili.

In quegli anni sono stati pubblicati numerosi studi relativi a concentrazioni di fibre sia all'esterno che all'interno di edifici i cui valori sono presentati nelle Tabelle I e II (1).

Dalla Tabella I si deduce un'estrema variabilità di dati in parte ascrivibile alle tecniche usate, prevalentemente la Microscopia Elettronica a Trasmissione (TEM), ed alla mancata definizione in molti casi della lunghezza delle fibre conteggiate, ma evidentemente anche al sito di campionamento con un range globale che va da  $< 0.2 \text{ fL}^{-1}$  a circa  $500 \text{ fL}^{-1}$ .

Altrettanto dicasi per la tabella 2 ove la variazione comprende valori da  $< 0.1 \text{ fL}^{-1}$  a  $15.500 \text{ fL}^{-1}$ , dati questi ultimi non certo recenti e forse di discutibile attendibilità.

È difficile capire come dall'insieme dei dati all'epoca disponibili sia nato il valore generalmente indicato negli anni '90-'95 come rappresentativo di una esposizione ambientale media, con il metodo della misura diretta in Mi-

croscopia Ottica Contrasto di Fase (MOCF) o con il criterio delle cosiddette fibre MOCF equivalenti, e pari ad una concentrazione di  $1 \text{ fL}^{-1}$  (5).

A parte le critiche mosse da almeno 10 aa (6) circa l'uso della Microscopia Ottica (M.O.) per determinare concentrazioni di amianto al di sotto di  $10 \text{ fL}^{-1}$  e nonostante tale metodo sia previsto dalla normativa italiana con il D.M. del 6/9/94, è oggi difficile trovare in letteratura esempi che non raccomandino la Microscopia Elettronica (M.E.) per valutare l'esposizione ambientale a basse o bassissime concentrazioni.

La giustificazione per il riferimento alle fibre MOCF equivalenti risiede essenzialmente nella necessità di rendere confrontabili concentrazioni ambientali ed industriali (in passato per l'Italia), con la finalità di ottenere stime del rischio di effetti biologici specie neoplastici mediante estrapolazione alle basse dosi a partire dalle concentrazioni occupazionali. In questi calcoli si sono cimentati numerosi Autori ed Enti, con variazioni che spaziano da circa 1 caso  $\times 10^{-5}$  persone "lifetime" di patologie neoplastiche per concentrazioni di  $1 \text{ fL}^{-1}$  ad oltre 15 casi per valori di  $0.4 \text{ fL}^{-1}$  e che sono influenzabili da almeno due fattori: il modello statistico ed i fattori di conversione M.E.-M.O. adottati che spaziano anch'essi da valori 4:1 a 320:1 (7). In ogni caso come detto lo stesso valore di  $1 \text{ fL}^{-1}$  non è supportato da solidi risultati di indagini ambientali.

Nel Convegno sull'amianto dall'ambiente di lavoro all'ambiente di vita di Torino nel 1996 feci osservare (7), ma ricordo che ciò rappresenta una mia opinione personale, come tentativi di stabilire valori raccomandati o safe levels ambientali basati su tali presupposti e sull'uso esasperato dei metodi statistici fossero destinati a non fornire alcuna soluzione realmente utile e che pertanto fosse opportuno svincolarsi dai concetti sopraesposti.

**Tabella I. Concentrazioni di fibre in aria urbana ed extraurbana**

FONTE	TECNICA	LUNGHEZZA FIBRE	CONCENTRAZIONI	
USA (Mossmann 1991) aria esterna edif.coibentati	TEM?	$\geq 5 \mu\text{m}$	0.4	$\text{f.L}^{-1}$ media
CANADA (Sebastien 1990) zone rurali zone minerarie	TEM	$>5 \mu\text{m}$	0.7 - 0.9	$\text{f.L}^{-1}$ range
			33 - 110.4	$\text{f.L}^{-1}$ range
ITALIA (Chiappino 1991) Milano strade centrali	TEM	$>5 \mu\text{m}$	0.2 - 0.8	$\text{f.L}^{-1}$ range
GERMANIA (Friedricks 1983) città industriali	SEM	?	5.4	$\text{f.L}^{-1}$ media
ISRAELE (Ribak 1991) aree urbane	TEM	?	0.2 - 3	$\text{f.L}^{-1}$ range
Svezia (Boström 1994) aria Stoccolma	MOCF	?	0.2	$\text{f.L}^{-1}$ media
	TEM	?	5	$\text{f.L}^{-1}$ range
GIAPPONE (Kohyama 1990) zone varie zone minerarie-industriali	TEM	$>5 \mu\text{m}$	5 - 31	$\text{f.L}^{-1}$ range
	TEM	$>5 \mu\text{m}$	178 - 487	$\text{f.L}^{-1}$ range
ITALIA (Sala 1991) aria Legnano	TEM	$>5 \mu\text{m}$	$< 0.5 - 2.6$	$\text{f.L}^{-1}$ range

Tabella II. Concentrazioni di fibre in edifici

FONTE	TECNICA	LUNGHEZZA FIBRE	CONCENTRAZIONI	
USA (Mossmann 1991) edifici governativi-ACM integri ACM danneggiati	TEM?	≥5 µm	0.07	f.L <sup>-1</sup> media
			0.08	f.L <sup>-1</sup> media
USA (Keyes 1991) ore dopo disturbo ACM	MOCF	>5 µm	45 - 430	f.L <sup>-1</sup> range
USA (Corn 1994) edifici scolastici	TEM	>5 µm	0.24	f.L <sup>-1</sup> media
USA (Sawyer EPA 1997) libreria valore basale lettura vicino aree pulizia pulizia libri	TEM?	?	20	f.L <sup>-1</sup> media
			300	f.L <sup>-1</sup> punta
			15.500	f.L <sup>-1</sup> punta
GB (Burdett 1990) edifici amministrativi edifici scolastici	TEM	>5 µm	0.1 - 2	f.L <sup>-1</sup> range
			0.2 - 0.8	f.L <sup>-1</sup> range
ITALIA (Chiappino 1990) edifici coibentati	TEM	>5 µm	23.2	f.L <sup>-1</sup> media
			0.8 - 107	f.L <sup>-1</sup> range
ISRAELE (Ribak 1991) edifici coibentati	TEM?	?	5 - 4.330	f.L <sup>-1</sup> range
ITALIA (Sala 1991) edifici urbani	TEM	>5 µm	0.5 - 1	f.L <sup>-1</sup> range

Non credo sia solo una mia impressione, data la scarsità di dati reperibili in letteratura in questi ultimi anni, che l'ondata di interesse di cui sono testimonianze rilevanti pubblicazioni (8, 9, 10) si sia andata gradualmente smorzando.

Dato che anche nei Paesi ove l'uso dell'amianto è stato dismesso il problema non si è automaticamente esaurito, l'attenzione ad esso rivolta richiede forse oggi un'impostazione diversa derivante dalla necessità emergente di ottenere CRA, con il presupposto che tali valori rappresentino concentrazioni di fondo o di base in assenza di specifiche fonti di emissione interne o esterne, vale a dire concentrazioni in pratica inevitabili data l'ubiquitarietà della presenza di fibre dovuta a molteplici fattori non controllabili: ciò che di fatto esiste non ciò che si presume produca un effetto.

L'ottenimento di tali valori, che sembrano comunque essere in generale molto bassi, consentirebbe di disporre di termini di confronto per eventuali situazioni anomale o di significativo scostamento da essi, indicando quelle meritevoli di controllo e di correzione ed è in linea con i principi enunciati dalla SIVR (11). In altre parole ciò significa poter intervenire laddove è auspicabile e possibile, indipendentemente dalle stime del rischio, peraltro inattuabili per i motivi anzidetti, che una determinata situazione comporta.

Un buon esempio di ottenimento di dati utili per determinare CRA è costituito dallo studio di Minoia (12) nella città di Pavia nel 1996, ove mediante l'impegno della dosimetria individuale ed un'accurata analisi del numero di campi osservati in Microscopia Ottica a Scansione (SEM) necessari per stabilire i valori di concentrazione di amianto al di sotto di 0.1 fL<sup>-1</sup>, si è pervenuto a

rilevare concentrazioni atmosferiche integrate outdoor e indoor inferiori a 0.05 fL<sup>-1</sup> per il solo crisotilo, valore molto basso e comunque inferiore ai dati internazionali presentati dianzi.

Oltre alle considerazioni tecniche fatte dagli autori sulla metodica utilizzata (13) e presentata nello stesso Convegno (Torino 1996) circa la possibilità di aumentare la sensibilità del metodo a concentrazioni così basse, permane da un punto di vista pratico a mio avviso la difficoltà di ottenere, nonostante gli indubbi vantaggi rispetto al campionamento in postazione fissa, un numero di campionamenti personali molto elevato nella popolazione generale onde stimare CRA attendibili, da intendersi come n°f/die respirate.

Se la dose/die pro-capite ha un significato biologico importante per stimare l'esposizione globale delle 24 ore (outdoor + indoor) resta il fatto che il fattore variabile è la concentrazione ambientale dal momento che l'aria respirata ipotizzata (circa 18 m<sup>3</sup>/die) rappresenta pressoché una costante.

Quindi come riferimento in termini di CRA userò i valori riportati di concentrazione ambientale, come detto inferiori a 0.05 fL<sup>-1</sup>.

Peraltro studi di Chiappino (14) nella città di Roma (1993) riportano concentrazioni outdoor inferiori a 0.1 fL<sup>-1</sup> sempre per il crisotilo. Se è valido il presupposto che tali valori si riferiscano a situazioni di "fondo" in assenza di inquinamento specifico, occorre ammettere che si tratta anche in questo caso di concentrazioni molto basse.

Un supporto indiretto al fatto che anche in ambiente indoor le concentrazioni di fibre di amianto tendono verso valori molto bassi è derivabile dall'esperienza del nostro Istituto nell'ambito di due situazioni:

**Tabella III. Concentrazioni ambientali in ambienti confinati**

TIPOLOGIA EDIFICI	n° CAMPIONAMENTI	f.L <sup>-1</sup> MEDIANA	f.L <sup>-1</sup> RANGE	n° (%) >1 f.L <sup>-1</sup>	n° (%) >2 f.L <sup>-1</sup>
Aziende private	30	0.3	< 0.1-1	0 (0%)	0 (0%)
Edifici pubblici	60	0.2	< 0.1 - 1.8	7 (11.8%)	0 (0%)
Centrali elettriche	28	0.3	< 0.1 - 4.2	2 (7.2%)	1 (3.2%)

- misurazioni effettuate in ambienti confinati relativi ad aziende, edifici pubblici (comprendenti scuole) e centrali elettriche, caratterizzati dall'aspetto comune di contenere rivestimenti contenenti amianto, in alcuni casi dopo interventi di bonifica non necessariamente comportante la rimozione
- misure effettuate in carrozze ferroviarie bonificate, su richiesta delle FF.SS onde ottenere il certificato di restituibilità o la decisione di avvio alla demolizione (fusione).

In entrambi i casi le determinazioni sono state eseguite in SEM, secondo i parametri definiti dal citato D.M. applicativo della 257/92, esaminando circa 2000 campi, onde aumentare, seppure in grado modesto, la sensibilità del metodo rispetto al numero minimo previsto (400 campi).

La Tabella III riassume la prima situazione.

La mediana nelle tre tipologie di edifici esaminati si aggira sulle 0.2-0.3 fL<sup>-1</sup>. Nel caso di edifici pubblici solo il 12% circa supera in valore di 1 fL<sup>-1</sup> che scende nel caso delle centrali a circa il 7% con un caso di superamento delle 2 fL<sup>-1</sup>. Esaminando i casi singoli abbiamo osservato che i valori che si discostano dalla mediana, in particolare quelli eccedenti 1 fL<sup>-1</sup> si riferivano a situazioni in cui i materiali apparivano visibilmente danneggiati, quali una scuola in provincia di Torino con valori medi di 1.5 fL<sup>-1</sup>.

Nel secondo caso (Tabella IV) il valore mediano su circa 1400 osservazioni è leggermente superiore così come la percentuale di campioni in cui le fibre eccedono il valore di 1 fL<sup>-1</sup> con tre casi in cui il valore eccede le 2 fL<sup>-1</sup>. Ricordo che il riscontro di concentrazioni di fibre più elevate dopo operazioni di rimozione rispetto a quelli precedenti (in presenza di rivestimento d'amianto) è stato storicamente descritto (15) come fatto comune per la permanenza di fibre libere aerodisperse, anche se nel nostro caso non può essere confermato per la mancanza dei valori pre-bonifica. Con la riserva che quanto riscontrato rappresenta si-

tuazioni statiche, dai valori presentati si può dedurre che pur in presenza di materiali contenenti amianto non necessariamente integri o locali che li hanno contenuti si ritrovano a livelli abitualmente inferiori al già citato e classico valore di 1 fL<sup>-1</sup> (v. per confronto i dati di Mossmann in Tab. II).

Sulla base di queste considerazioni e dei dati riportati da Minoia e Chiappino sembrerebbe possibile ipotizzare se non valori definiti almeno un ambito in cui situare CRA espresse come concentrazioni in aria, essendo il criterio delle fibre/die stimate con dosimetria individuale certamente più accurato ma come dianzi detto più difficoltoso da perseguire.

Ritengo comunque che sia proponibile che tale ambito per concentrazioni determinate in SEM ed in riferimento a fibre d'amianto che corrispondono alla definizione classica (AR 3:1, diametro ≤ 3 µm, lunghezza ≥ 5 µm) in cui ricadono in pratica tutte le fibre d'amianto ad eccezione del parametro lunghezza, sia più vicino al valore di 0.1 fL<sup>-1</sup> che a 1 fL<sup>-1</sup> vale a dire di un ordine di grandezza inferiore.

Occorrono ulteriori studi per caratterizzare ed eventualmente differenziare CRA indoor e outdoor.

Nonostante la tecnica raccomandata per le misure nell'ambiente generale sia il TEM (5), almeno negli USA e in generale in paesi anglosassoni, il SEM corredato da microanalisi rappresenta una tecnica sufficientemente accurata per misure di concentrazioni nell'ordine di 0.05 - 0.1 fL<sup>-1</sup>, con il vantaggio di tempi e costi inferiori.

Naturalmente è opportuno ribadire quanto già affermato in dettaglio nei citati Convegni circa la necessità di proporre e adottare una metodica standardizzata (campionamento + analisi) che non necessariamente coincide, e anzi è bene che non coincida, con la vigente normativa, e di applicabilità tale da consentire l'ottenimento di campioni su vasta scala.

Ritengo questo uno dei primi compiti che la SIVR dovrebbe affrontare nello studio dei V.R. per l'amianto.

**Tabella IV. Concentrazioni ambientali in carrozze ferroviarie bonificate**

n° campionamenti	1380
Mediana (f.L <sup>-1</sup> )	0.6
Range (f.L <sup>-1</sup> )	< 0.1 - 3.3
n° (%) >1 f.L <sup>-1</sup>	248 (18%)
n° (%) >2 f.L <sup>-1</sup>	3 (0.3%)

## Bibliografia

- 1) Piolatto G. Valori di riferimento e valori limite per l'amianto. In: I valori di riferimento e i valori limite nella prevenzione ambientale e occupazionale. Aprea C, Sciarra G, Fiorentino ML, Minoia C (Edri) Morgan Ed. Tecniche. Milano 1996, pp. 153-161.
- 2) Meeting Report-Biological indicators and their clinical significance in persons exposed to mineral fibres: report of a workshop held in Japan, 24-25 November 1991. Brit J Industr Med 1993; 50: 412-417.
- 3) Roggli V, Piantadosi CA, Belli DY. Asbestos bodies in bronchoalveolar lavage fluid. Acta Cytologica 1986; 30: 470-476.

- 4) Landrigan PJ. Preface In: The third wave of asbestos disease: Exposure to Asbestos in place. Landrigan PJ, Kazemi H (Eds). Ann NY Acad Sc 1991; 643: XV-XVI.
- 5) Mossman BT. Fibre carcinogenesis and environmental risks. In: Environment and Prevention, Ellis Horwood Ltd., 1991, pp. 241-255.
- 6) Nicholson WJ. Airborne mineral fibre levels in the non occupational environment. In: Non Occupational Exposure to Mineral Fibres. Bignon J, Peto J, Saracci R (Eds). IARC Scientific Publications n. 90 Lyon, 1989 pp. 239-261.
- 7) Piolatto G. L'amianto domani. In: L'amianto: dall'ambiente di lavoro all'ambiente di vita. Nuovi indicatori per futuri effetti. Minoia C, Scansetti G, Piolatto G; Massola A (Edri). Fondazione Salvatore Maugeri, IRCCS, Pavia 1997. I documenti - 12, pp. 400-406.
- 8) Bignon J, Peto J, Saracci R (Edri). Non-Occupational Exposure to Mineral Fibres. IARC Scientific Publications n. 90. Lyon 1989.
- 9) Landrigan PJ, Kazemi H (Eds). The Third Wave of Asbestos Disease: Exposure to Asbestos in Place. Ann NY Acad Sc 1991; 643.
- 10) Gibbs GW, Kido M, Dunnigan J, Higashi T. Health Risks from Exposure to Mineral Fibres. An International Perspective. Captus Press Inc. 1993.
- 11) Minoia C, Apostoli P, Sabbioni E. Dal Gruppo Italiano alla Società Italiana Valori di Riferimento (SIVR): Basi e metodi di studio per elementi in traccia e sostanze organiche. In: Valori di riferimento di elementi in tracce e sostanze di interesse biotossicologico. Minoia C, Apostoli P, Sabbioni E (Edri). Morgan Edizioni Tecniche. Milano 1994, pp. 3-12.
- 12) Minoia C, Massola A, Turci R, Toccalini G, Berri A, Di Gregorio L. Concentrazione di riferimento ambientale dell'amianto crisotilo in aree urbane: l'esperienza della città di Pavia. In: L'amianto: dall'ambiente di lavoro all'ambiente di vita. Nuovi indicatori per futuri effetti. Minoia C, Scansetti G, Piolatto G, Massola A (Edri). Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS. I Documenti - 12 Pavia 1997, pp. 369-373.
- 13) Minoia C, Schiavi A, Massola A, Bosio E, Toccalini G. Microscopia elettronica a scansione ed affidabilità delle misure nella determinazione di amianto in atmosfera urbana. In: L'amianto: dall'ambiente di lavoro all'ambiente di vita. Nuovi indicatori per futuri effetti. Minoia C, Scansetti G, Piolatto G, Massola A (Edri). Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS. I Documenti - 12 Pavia 1997, pp. 147-151.
- 14) Chiappino G, Todaro A, Blanchard O. L'inquinamento atmosferico da amianto nell'ambiente urbano: Roma, Orbassano e località di controllo (2a parte). Med Lav 1993; 84: 187-192.
- 15) Burdett GJ, Jattrey SAMT, Rood AP. Airborne asbestos fibre levels in buildings: a summary of UK measurements. In: Bignon J, Saracci R (Eds). Non-Occupational Exposure to Mineral Fibres. IARC Scientific Publications n. 90 Lyon, 1989, pp. 277-290.