

# **Effetti delle Fibre Artificiali Vetrose sulla salute umana**

**Massimo Bovenzi**

U.C.O. di Medicina del Lavoro

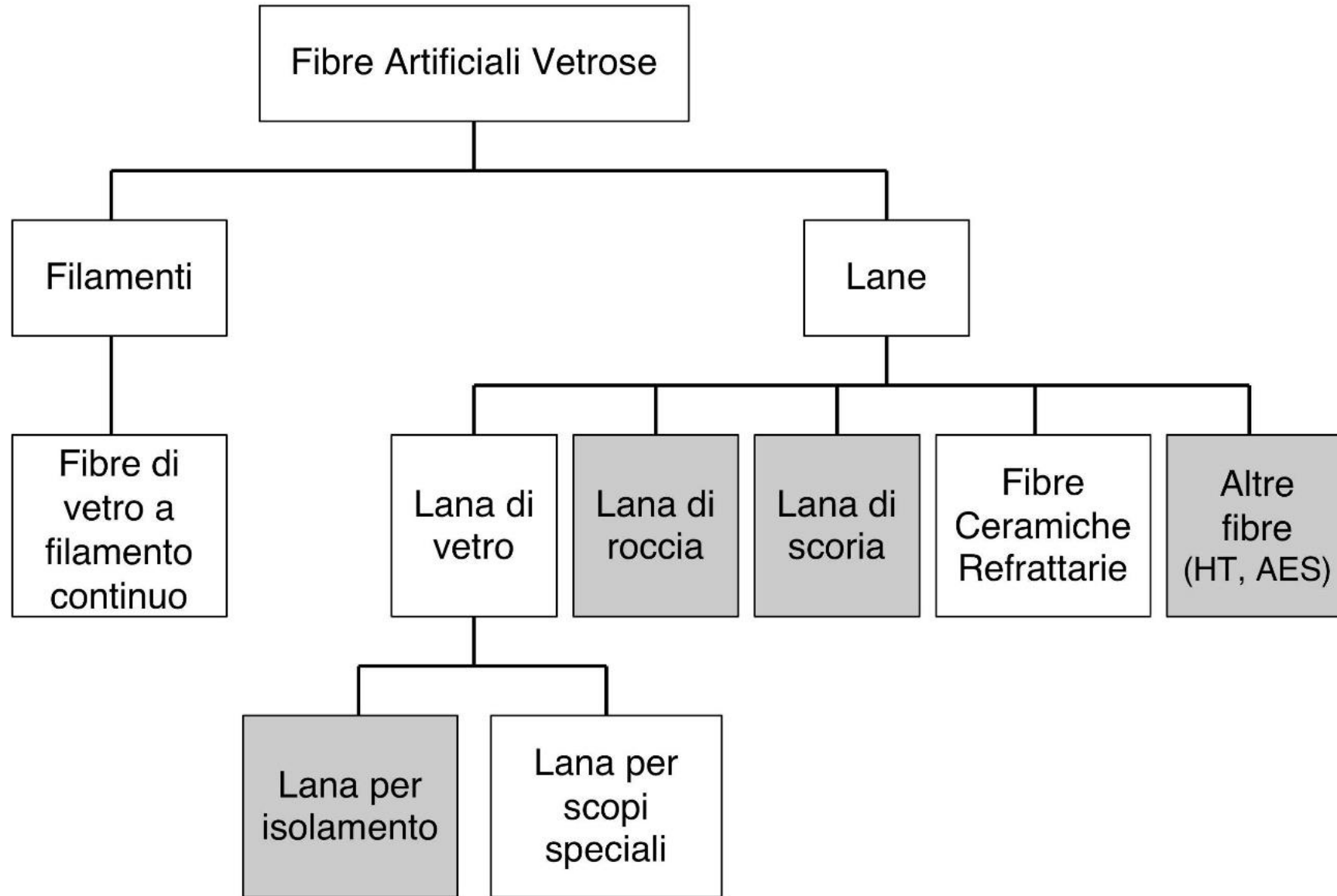
Dipartimento di Scienze Mediche, Chirurgiche e della Salute

Università degli Studi di Trieste

# Definizioni e Classificazione

- **Fibra**: particelle allungate con lunghezza maggiore di 5  $\mu\text{m}$  e un diametro minore di 3  $\mu\text{m}$ , con rapporto lunghezza/diametro  $\geq 3:1$  (WHO, 1992);
- Fibre Naturali (struttura cristallina), **Fibre Artificiali** (struttura amorfa);
- **Fibre Artificiali Vetrose (FAV)**: prodotti e materiali costituiti da fibre che includono una grande varietà di prodotti inorganici fibrosi ottenuti sinteticamente;
- **Ingredienti di FAV**: quarzo ( $\text{SiO}_2$ ) + ossidi inorganici, ossidi alcalino terrosi, alcali, alluminio, boro, ferro e zirconio.

# Classificazione delle FAV (IARC, 2001)



# Caratteristiche delle FAV

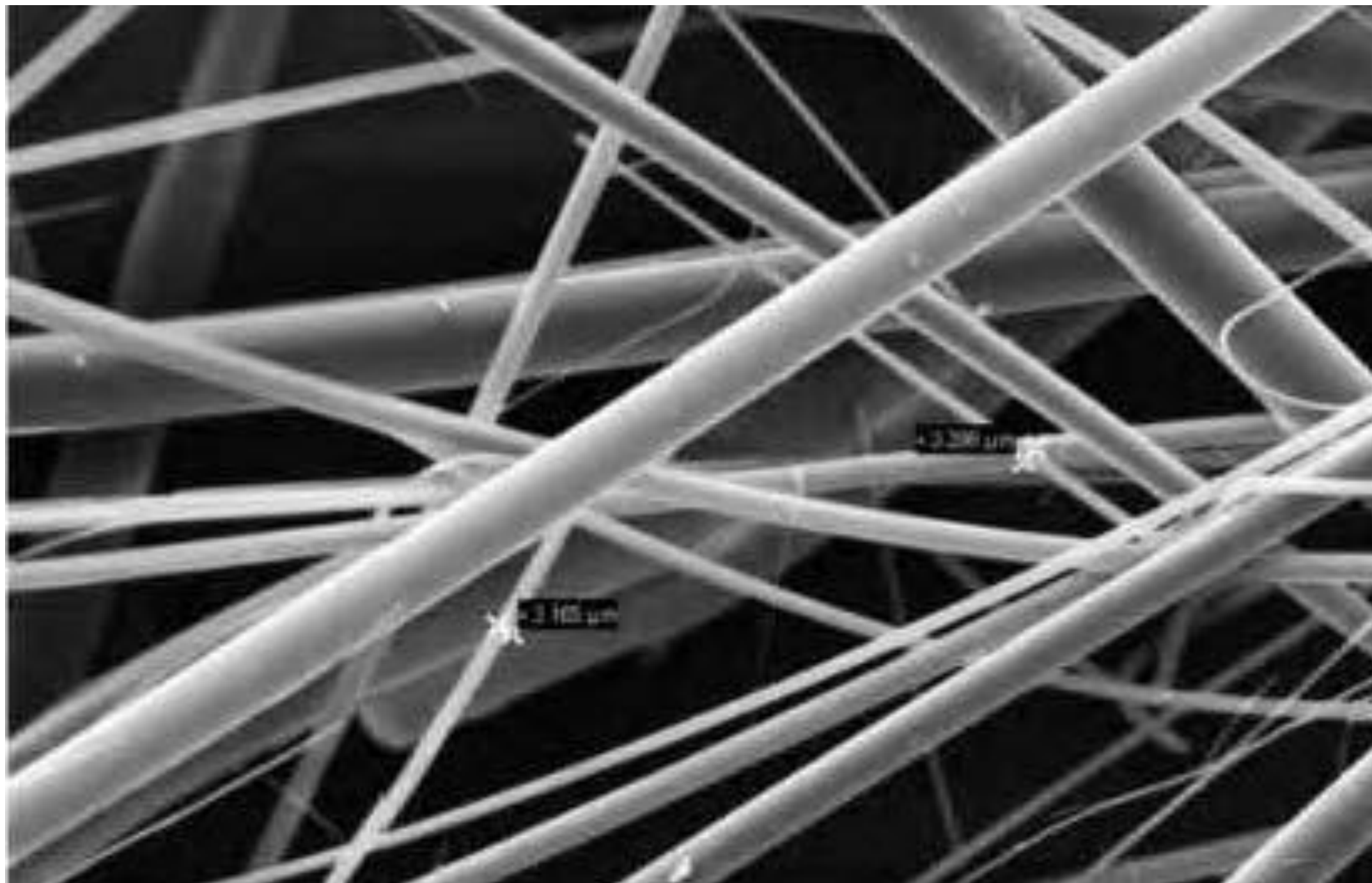
- Alta stabilità chimica e fisica (resistenza e inestensibilità);
- Ininfiammabilità;
- Resistenza all'umidità e agenti chimici corrosivi;
- Flessibilità;
- Alta qualità isolante (acustica e termica);
- Ottimo rapporto peso-durezza;
- Proprietà dielettrica;
- Insensibilità alla degradazione da parte di microorganismi.

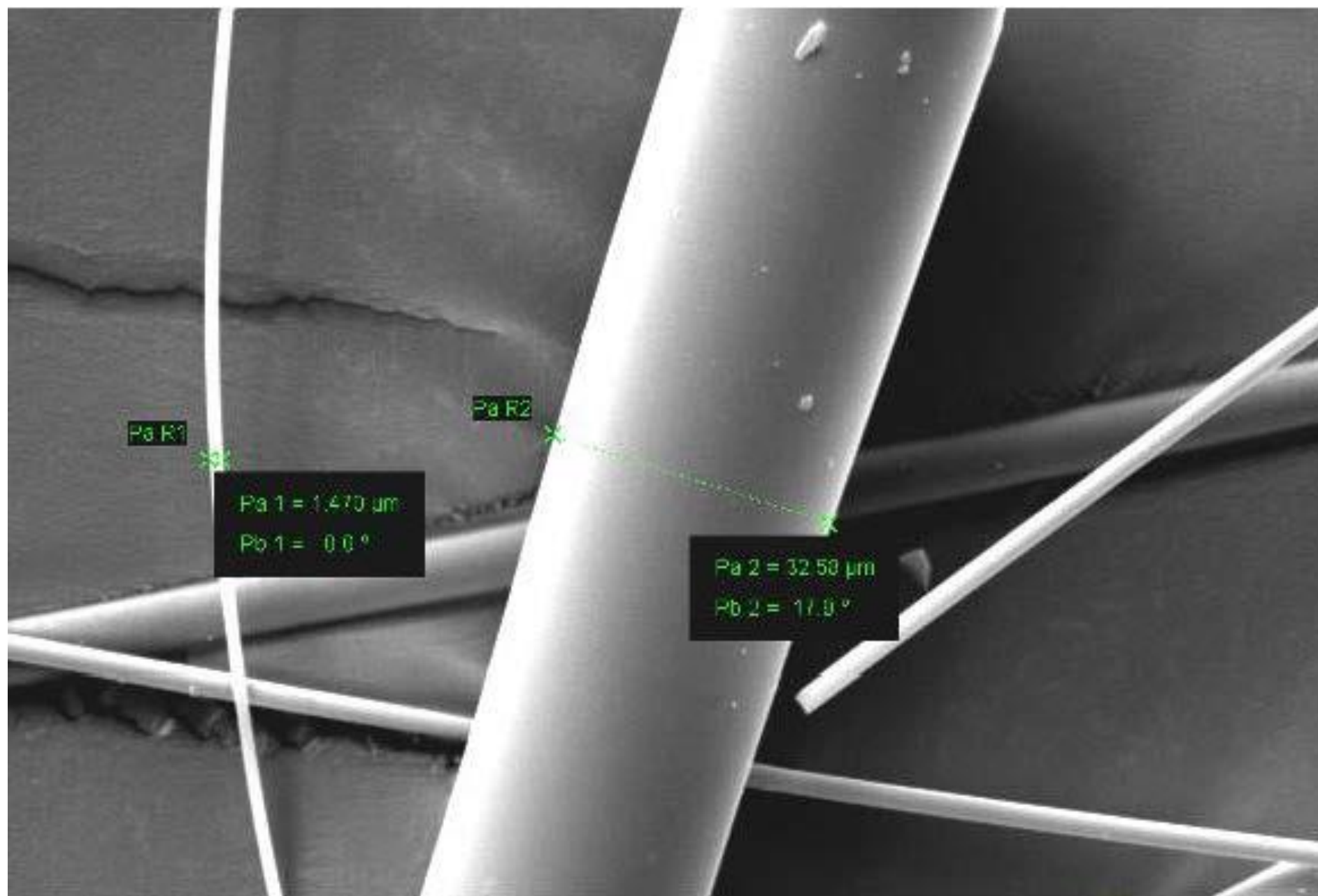
# Principali settori d'impiego

LANE	FIBRE CERAMICHE	FILAMENTI CONTINUI	FIBRE PER SCOPI SPECIALI
Edilizia (isolamento termoacustico)	Industria ceramica (forni)	Tessile	Filtri ad alta efficienza
Industria (isolamento impianti di processo)	Fonderie – trattamento primario metalli	Plastici rinforzati	Isolamento aerospaziale
Industria (settori del caldo e del freddo)	Industria petrolchimica	Se policristallini, produzioni tessili fino a 1600°C	
Applicazioni speciali (barriere acustiche, cabine, schermi)	Industria aeronautica		
Vetroresina	Processi chimici generali		
Trasporti (isolamento termoacustico)	Isolamenti processi ad alte temperature		

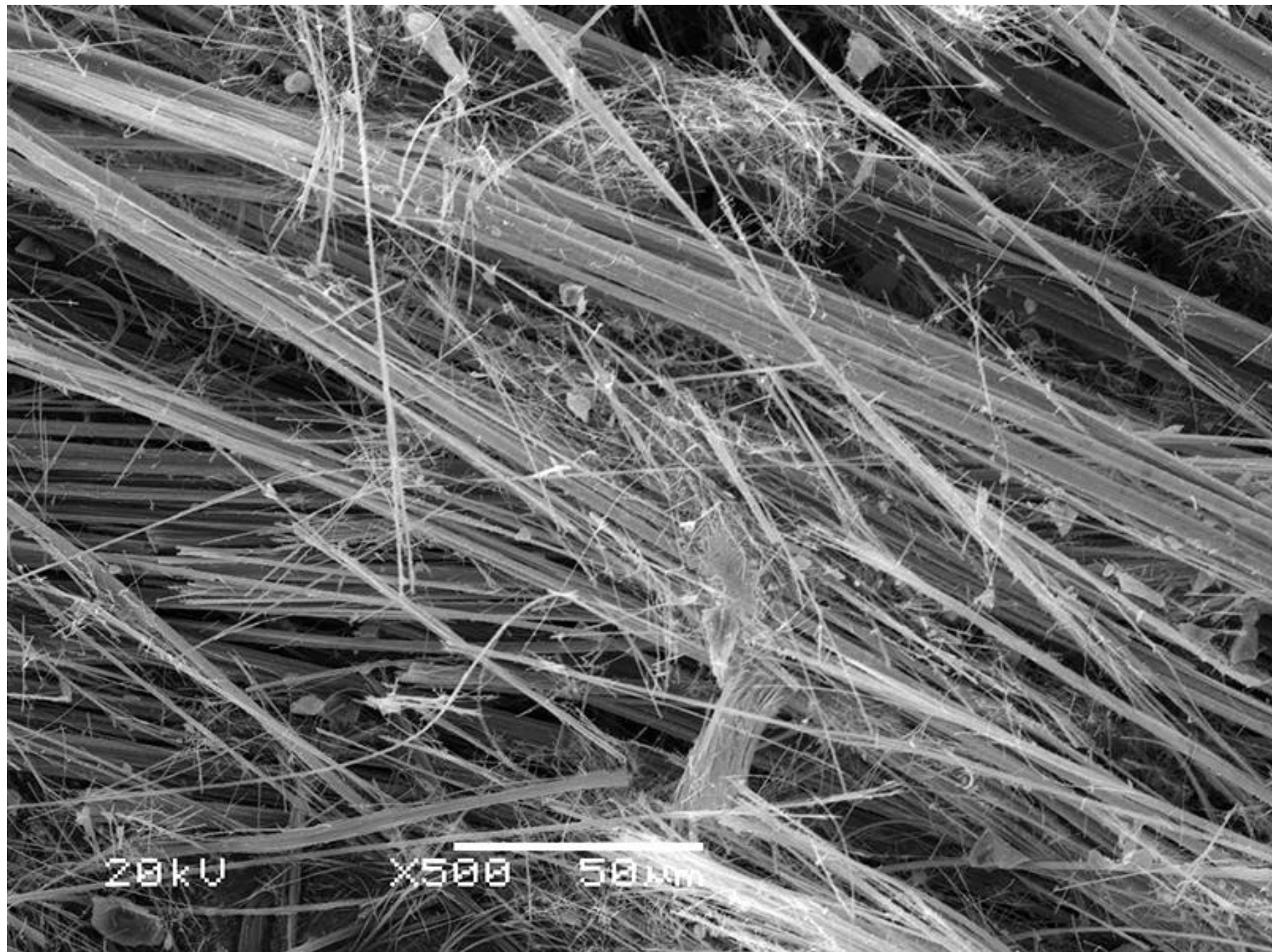
# Esposizione a FAV nei luoghi di lavoro

- Produzione della fibra o del manufatto (> 9 milioni tons/anno);
- Immagazzinamento (azienda, rivenditori, cantiere);
- Trasporto del prodotto;
- Lavorazioni successive alla produzione;
- Rifinitura del prodotto;
- Rimozione, bonifica, smaltimento dei manufatti in posa;
- Contatto: per via inalatoria, per contatto della cute.

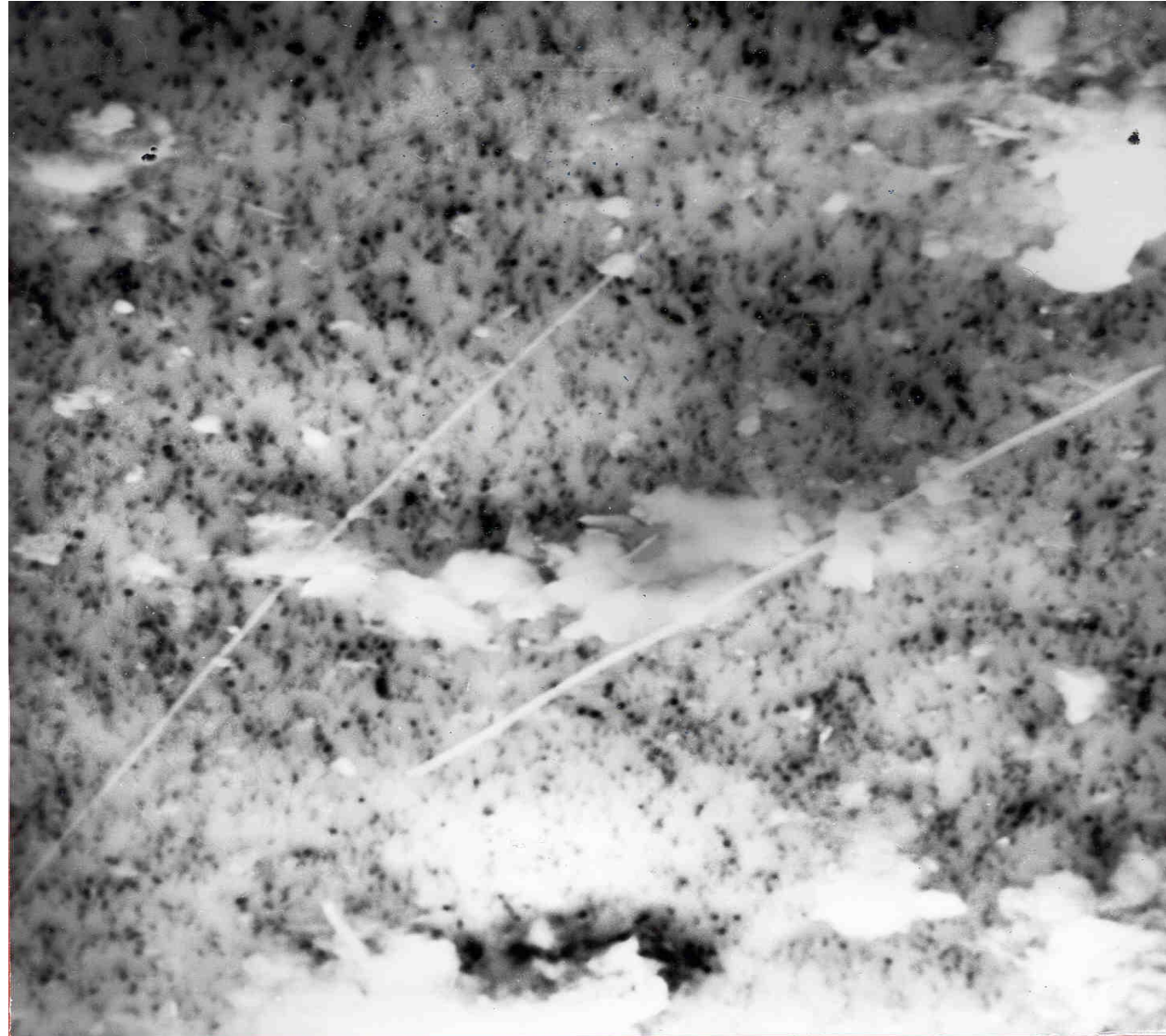








# Asbestos Fibers: Electron Microscopy



# Determinanti della tossicità delle FAV

- **Dimensioni** delle fibre (inalabili:  $\varnothing > 12 \mu\text{m}$ ; respirabili:  $\varnothing \leq 3 \mu\text{m}$ );
- **Attività biologica** (intermedi reattivi ossidanti);
- **Durabilità** (resistenza alla dissoluzione da parte dei fluidi biologici);
- **Biopersistenza** (periodo di ritenzione della fibra);
- **Biodegradabilità** (scomparsa/dissoluzione all'interno dei tessuti);

# Classificazione delle FAV (WHO, 1988)

Tipo di fibre	Diametro nominale ( $\mu\text{m}$ )	Metodo produttivo
Filamento continuo	6 – 24	Trafilatura
Lane isolanti (vetro, roccia, scoria)	2 – 9	Centrifugazione Centrifugazione/ Soffiatura
Fibre refrattarie (ceramiche e altre)	1,2 – 3	Soffiatura/filatura
Fibre speciali (microfibre di vetro)	0,1 – 3	Attenuazione di fiamma

# Biopersistenza di alcune FAV e di crocidolite (% ritenzione polmonare) in ratti esposti alle fibre per via inalatoria (1 anno), in funzione della lunghezza delle fibre (L)

Tipo di fibra	Fibra WHO ( $L \geq 5 \mu\text{m}$ , $D \leq 3 \mu\text{m}$ )	$L > 10 \mu\text{m}$	$L > 20 \mu\text{m}$
Lana di vetro	4	1	<1
Lana di roccia	8	6	1
Lana di scoria	0	0	<1
Crocidolite	55	61	83

# Durabilità di alcuni tipi di fibre minerali naturali ed artificiali di diverso diametro

Materiale	Mediana diametri ( $\mu\text{m}$ )	Velocità di dissoluzione (nm/die)	Vita della fibra (anni)
Lana di vetro TEL	3,5	3,45	0,4
Lana di vetro, superfine	0,38	1,4	1,0
Lana di scoria	4,8	0,69	2,0
Refrattaria, Silice	0,77	1,1	1,2
Crisotilo	(0,074)	0,005	( $\approx$ 100)
Crocidolite	(0,17)	0,011	( $\approx$ 170)
Erionite	(0,005)	0,0002	( $\approx$ 170)

# Meccanismi di azione per il potenziale tossico

- **Meccanismi diretti** sulle cellule e la matrice extracellulare della pleura o del polmone;
- **Meccanismi indiretti** → fagocitosi inefficace dei macrofagi → rilascio di fattori chemiotattici, radicali liberi, citochine infiammatorie, fattori di crescita;
- Citotossicità, infiammazione cronica, fibrosi, proliferazione e trasformazione neoplastica delle cellule (cancerogenesi);
- Effetti significativamente inferiori delle FAV rispetto all'amianto.

# Effetti delle FAV sulla salute umana

- **Effetti irritativi**
- **Effetti infiammatori**
- **Effetti cancerogeni**



# Effetti irritativi

- Fenomeni irritativi per esposizione a FAV con  $\varnothing > 4\mu\text{m}$  (fibre di vetro, lana di roccia, fibre ceramiche refrattarie);
- Irritazione oculare;
- Irritazione cutanea (dermatiti irritative);
- Ostruzione nasale;
- Tosse secca.

# Effetti infiammatori

- **Fibre di vetro, lana di roccia:**
  - ✓ Placche e ispessimenti pleurici (1.3% – 5.8%)
  - ✓ Dubbie alterazioni del polmone (fibrosi)
- **Fibre ceramiche refrattarie:**
  - ✓ Placche e ispessimenti pleurici (2% – 10%)
  - ✓ Opacità polmonari, possibile fibrosi polmonare
- Ruolo confondente di eventuale pregressa esposizione ad amianto, fumo di tabacco

# Studi sperimentali di cancerogenesi

- Somministrazione di FAV mediante inalazione, instillazione intracheale e intracavitaria nell'animale da esperimento;
- **Evidenze inadeguate**: filamenti di vetro continuo;
- **Evidenze limitate**: lane di vetro, lane di roccia, lane di scoria in rapporto al metodo e alle dosi di somministrazione;
- **Evidenze sufficienti**: fibre ceramiche refrattarie e fibre di vetro per impieghi speciali (fibre E-glass, fibre '475') per tumore pleurico e polmonare.

# Studi epidemiologici di cancerogenesi (1)

- Incidenza di tumore del polmone nei lavoratori addetti alla produzione di lane di scoria (n=3685) e lana di vetro (n=2611) nei Paesi Scandinavi
- **Tumore del polmone:**
  - ✓ Lane di scorie: SIR 1.08 (IC 95% 0.85 – 1.36)
  - ✓ Lane di vetro: SIR 1.28 (IC 95% 0.91 – 1.74)
- **Tumori testa-collo:**
  - ✓ Lane di scorie: SIR 1.46 (IC 95% 0.99 – 2.07)
  - ✓ Lane di vetro: SIR 1.41 (IC 95% 0.80 – 2.28)

## Studi epidemiologici di cancerogenesi (2)

- Studio caso-controllo in 2205 nuovi casi incidenti di tumore del polmone e 2305 controlli in 6 Paesi dell'Europa Centrale e Orientale e nel Regno Unito (1998 – 2002)
- **Tumore del polmone:**
  - ✓ Lane di roccia e di vetro: OR 1.23 (IC 95% 0.88 – 1.71)
  - ✓ Fibre ceramiche: OR 1.25 (IC 95% 0.33 – 4.74)

# Studi epidemiologici di cancerogenesi (3)

- Meta-analisi di 16 studi epidemiologici (EU, USA, Canada, Russia → 2002 – 2008)
- **Tumore del polmone:** RR 1.21 (IC 95% 1.11 – 1.32)
  - ✓ **Addetti alla produzione:** RR 1.26 (IC 95% 1.10 – 1.44)
  - ✓ **Utilizzatori:** RR 1.06 (IC 95% 0.77 – 1.48)
  - ✓ **Studi di comunità:** RR 1.18 (IC 95% 0.98 – 1.42)
- **Tumori testa-collo:** RR 1.36 (IC 95% 1.13 – 1.63)
- Nessuna evidenza di eccesso di rischio per **mesotelioma**

# Studi epidemiologici di cancerogenesi (4)

- Dubbia o assente relazione dose-risposta;
- Basso rischio negli utilizzatori;
- Ruolo confondente del fumo di tabacco e esposizione ad altri cancerogeni occupazionali (IPA, amianto);
- Stima WHO per tumore del polmone da FCR nella popolazione generale:  $1 \times 10^{-6}$  per 1 fibra/L.

# Effetti cancerogeni

- **Studi di mortalità in esposti a fibre di vetro e lana di roccia e di scoria:**
  - ✓ Gruppo **3 IARC**: non classificabile come cancerogeno per l'uomo
  - ✓ Classe **2 EU** (Reg. CLP): sostanze di cui si sospettano effetti cancerogeni per l'uomo
- **Studi di mortalità in esposti a fibre ceramiche refrattarie e fibre di vetro per impieghi speciali:**
  - ✓ Gruppo **2B IARC**: possibile cancerogeno per l'uomo (sufficiente evidenza negli animali ma ancora inadeguata per l'uomo)
  - ✓ Classe **1B EU** (Reg. CLP): sostanze di cui si presumono effetti cancerogeni per l'uomo



# Valori limite ACGIH

Fibre Vetrose Artificiali	TLV - TWA	Canc	Effetti Critici
Fibre ceramiche refrattarie	0,2 f/cm <sup>3</sup>	A2	Fibrosi polmonare Alterazioni funzione polmonare
Lana di roccia	1 f/cm <sup>3</sup>	A3	
Lana di scoria	1 f/cm <sup>3</sup>	A3	
Lana di vetro	1 f/cm <sup>3</sup>	A3	
Fibre di vetro a filamento continuo	1 f/cm <sup>3</sup>	A4	Irritazione tratto respiratorio superiore
Fibre di vetro per scopi speciali	1 f/cm <sup>3</sup>	A3	

# Determinanti della sorveglianza sanitaria

- **Effetti irritativi** a carico della cute e mucose congiuntivali e delle vie aeree;
- **Effetti infiammatori e neoplastici (?)** a carico dell'apparato respiratorio;
- Indici di **pericolosità** delle fibre:
  1. Fibre ceramiche refrattarie, fibre policristalline
  2. Lane di roccia, scoria e di nuova concezione, fibre di vetro per impieghi speciali
  3. Lana di vetro per isolamento
  4. Filamento di vetro continuo

# Protocollo di Sorveglianza Sanitaria per FAV

- DLgs. 81/2008 (Titolo IX '**Sostanze Pericolose**', artt. 229 e 242);
- **Visita medica preventiva;**
- **Visita medica periodica;**
- Visita medica su richiesta del lavoratore;
- Visita medica in occasione di cambio di mansione;
- Visita medica alla cessazione del rapporto di lavoro;
- Esclusioni: **lavoratrici madri, minori** (codici di pericolo H350i, H351).

# Visita Medica Preventiva (1)

- Storia sanitaria e occupazionale;
- **Questionari ad hoc** per sintomi a carico degli organi bersaglio;
- **Visita medica** con valutazione degli apparati respiratorio, oculare e cutaneo;
- **Esame funzione respiratoria** (spirometria completa, diffusione alveolo-capillare dei gas  $D_{LCO}$ );
- **Diagnostica per immagini** (Rx torace con tecnica e lettura ILO-BIT 2000) a giudizio del medico competente.

## Visita Medica Preventiva (2)

- Istituzione della **cartella sanitaria e di rischio**; **registro degli esposti a cancerogeni** (fibre ceramiche refrattarie);
- Informazione e personalizzazione dei **DPI** (tute e calzari monouso, maschera protettiva FFP1-FFP2-FFP3, guanti EN 388, occhiali protettivi EN 166);
- **Informazione** sui rischi occupazionali, **promozione** di stili vita corretti.

# Visita Medica Periodica

Accertamenti sanitari	FCR	Altre FAV
<b>Visita medica</b>	Annuale	Annuale
<b>Questionari per sintomi</b>	Annuale	Annuale
<b>Esami funzione respiratoria</b> (spirometria, $D_{LCO}$ )	Biennale o annuale in caso di sintomi	Biennale o annuale in caso di sintomi
<b>Diagnostica per Immagini</b> (Rx torace, ev. TC)	Quinquennale per esposizione < 10 anni. Più frequente a giudizio del medico competente in presenza di alterazioni o dopo 10 anni di esposizione	A giudizio del medico competente se segni e sintomi di alterazioni respiratorie
<b>Visite specialistiche ORL, oculistica, dermatologica</b>	In caso di segni e/o sintomi a carico degli organi bersaglio	In caso di segni e/o sintomi a carico degli organi bersaglio

# Elenco delle malattie professionali con obbligo di denuncia (D.M. 11/12/2009)

LISTE	AGENTI	MALATTIE
<b>Lista 1</b>	FIBRE MINERALI (lana di roccia e lana di scoria) FIBRE VETROSE FIBRE LANA DI VETRO	Tracheobronchite  Tracheobronchite Dermatite irritativa da contatto
Lista 2	nessuna voce	
<b>Lista 3</b>	FIBRE CERAMICHE	Fibrosi polmonare Placche e/o ispessimenti della pleura Mesotelioma pleurico Tumori del polmone

# Tabella malattie professionali nell'industria

(D.M. 9 aprile 2008)

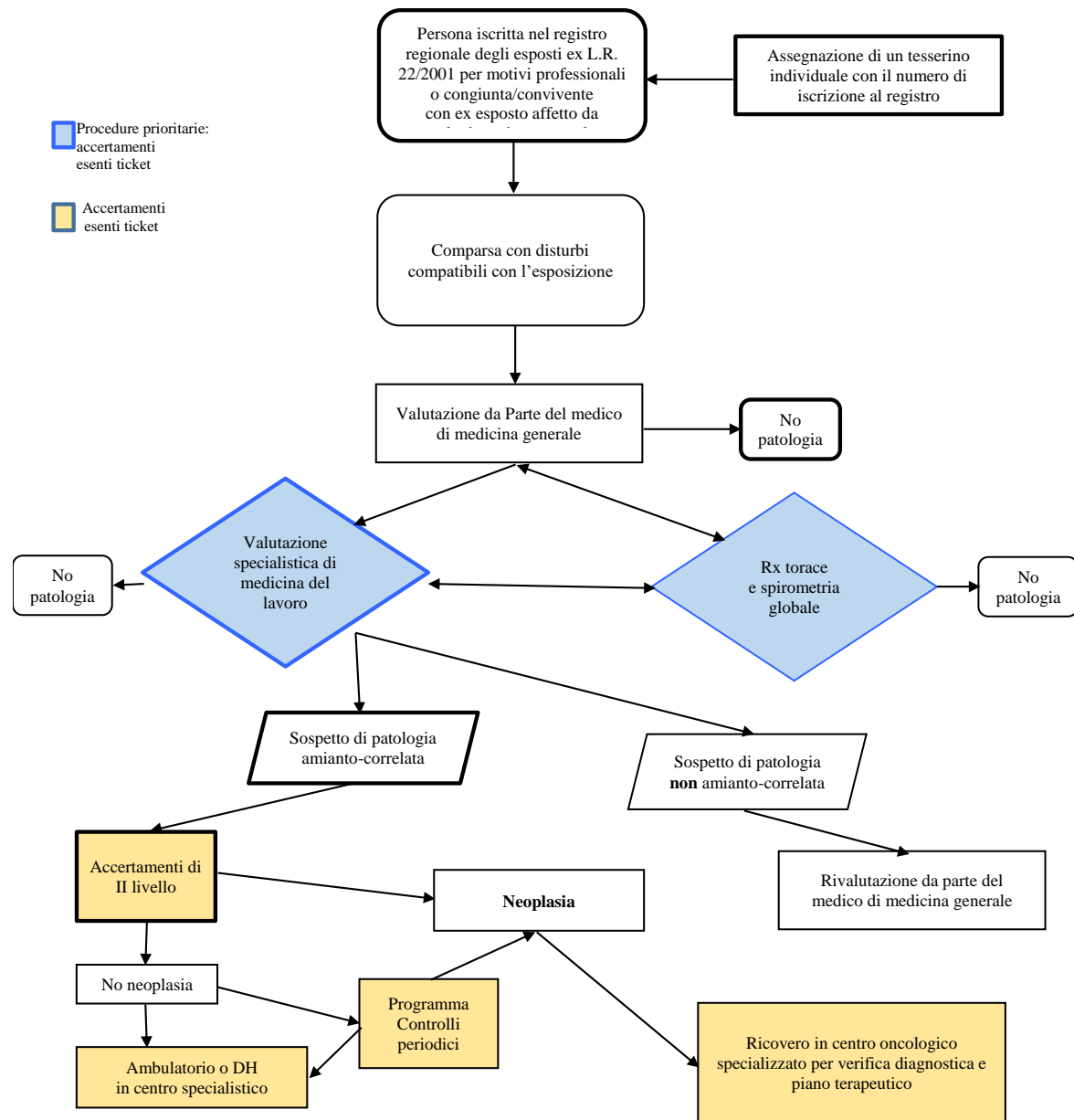
Malattia (ICD-10)	M.P. No.	Lavorazioni	Periodo max di indennizzabilità dalla cessazione della lavorazione
Dermatite irritativa o mista da fibre di vetro (L24)	73	Lavorazioni che espongono a fibre di vetro	6 mesi



**DGR n° 250 (19.0.2.2016)**

**«Percorso socio sanitario assistenziale del  
soggetto esposto o ex-esposto ad amianto  
nella Regione Friuli Venezia Giulia»**

INFORMAZIONE RIVOLTA AI M.M.G. ED AGLI SPECIALISTI





Registro  
Regionale  
Amianto  
Iscritto

**N° 123456**

*DGR n°250 del 19/2/2016*

Cognome Cognome Nome Nome

000 000 88088 0000X



Codice di esenzione **D01** da riportare sulla ricetta per la prescrizione delle seguenti procedure sanitarie, in presenza del tesserino ed in assenza di altre esenzioni.

Prestazioni sanitarie di I° livello	
89.7	Visita specialistica
87.44.1	Radiografia standard del torace
89.37.2	Spirometria globale
89.38.2	Diffusione alveolo-capillare

**INAIL**

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE  
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

DIREZIONE REGIONALE  
FRIULI VENEZIA GIULIA



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

# CONOSCERE L'AMIANTO

Informazioni sull'amianto - Trieste, 19 gennaio 2017

---

# SEZIONE 2

## Sorveglianza Sanitaria



## Dove ricevere informazioni

Oltre ai Medici di Medicina Generale, è possibile rivolgersi per ogni informazione di rispettiva competenza alle sedi degli Ambulatori dedicati dell'Azienda Sanitaria Universitaria di Trieste (ASUITS) e delle Aziende Sanitarie (AAS), alle Sedi provinciali INAIL e alle sedi dei Patronati:

Unità Clinica Operativa (UCO) Medicina del Lavoro,  
Università di Trieste, ASUITS, Via Pietà 19, Trieste.

Tel: 040 3992462;

e-mail: [rosalba.stuppia@asuits.sanita.fvg.it](mailto:rosalba.stuppia@asuits.sanita.fvg.it) (caposala)

sito: <http://www.asuits.sanita.fvg.it>

CRUA c/o Ospedale San Polo Via Galvani 34174 Monfalcone –  
0481487627 – 7695

AAS 3 Alto Friuli – Collinare - Medio Friuli, Piazza Baldissera, 2,  
33013 Gemona del Friuli Tel. 0432 989500

ASUIUD Via Chiusaforte 2, 33100 Udine - 0432 553280 -  
[www.aas4.sanita.fvg.it](http://www.aas4.sanita.fvg.it)

AAS 5 Friuli Occidentale Via della Vecchia Ceramica 1, 33170  
Pordenone – 0434 369800