

PLAN NACIONAL MULTIMODAL 2024

**Comunidad Nacional de
Conocimiento en:**

**INVESTIGACIÓN DE
LA ENFERMEDAD
LABORAL**



**El cuidado de sí
suma a tu vida**

SESIÓN 9: ESTUDIO DE LAS ENFERMEDADES LABORALES POR NEUMOCOCONIOSIS DE LOS MINEROS DE CARBÓN

Experto Líder:

Cristian Alonso Ramírez

Perfil Profesional:

Médico Universidad Nacional Postgrado Salud Ocupacional UJTL. Maestría de Educación con énfasis en Investigación Cualitativa U de la Sabana. Diplomado Promoción de la Salud CIP-SALUD, U. de Antioquia, EVES - España Asesor internacional de Calificación de Invalidez y Origen, Certificador de Discapacidad, Profesor de Postgrado y Maestría U Externado de Colombia, U Nacional UDES, UJTL, U DE Cuenca Ecuador



cristianalonso_r@Hotmail.com



3165292972



Ruta del conocimiento



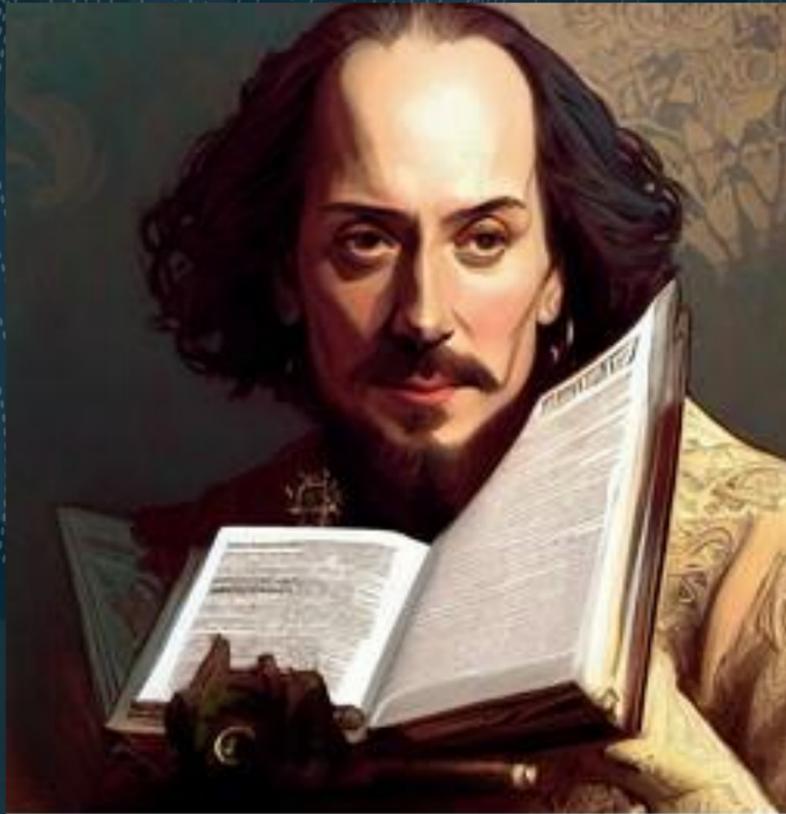
Ruta del conocimiento



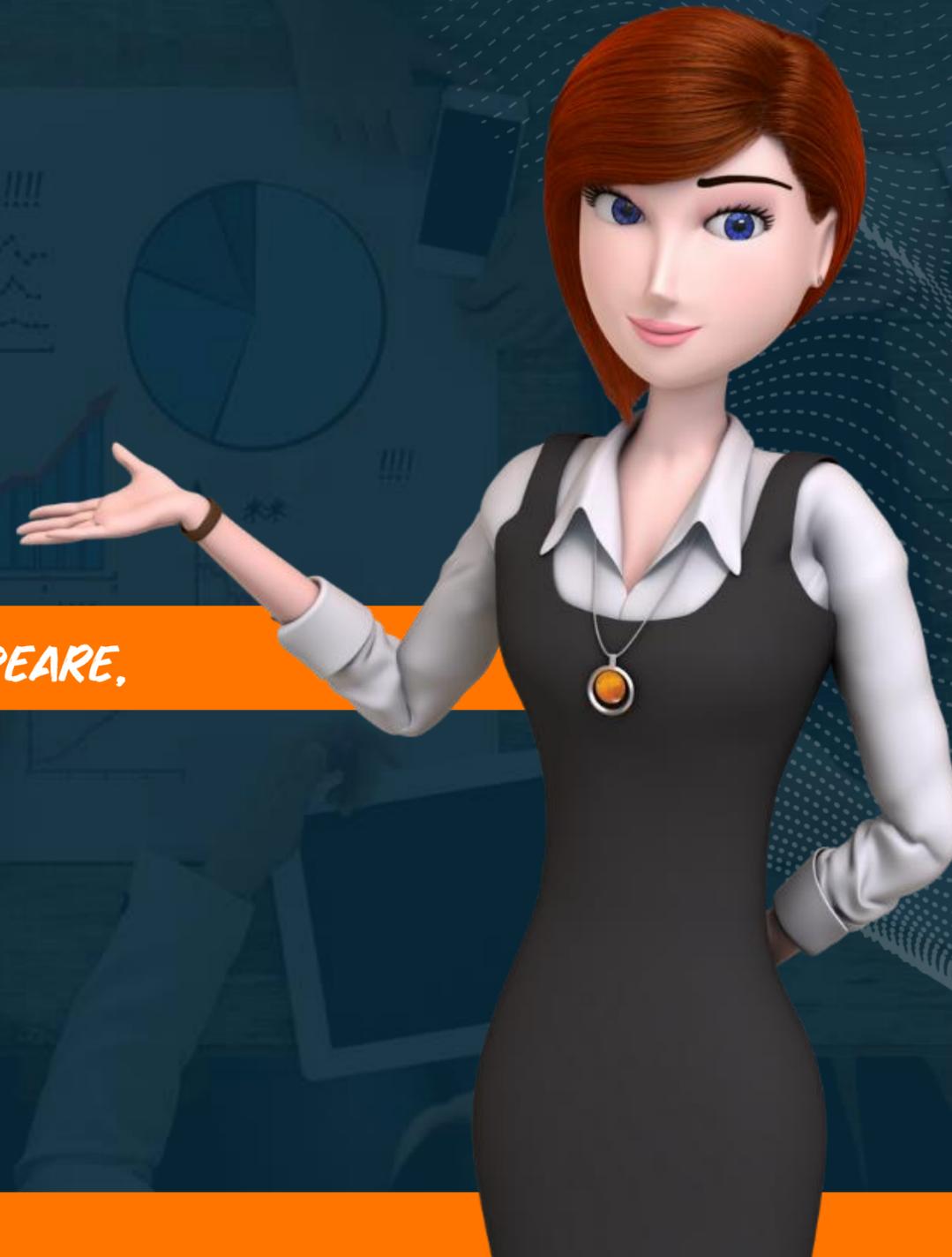
Evaluémonos



**“NUESTROS CUERPOS SON NUESTROS
JARDINES; NUESTRAS DECISIONES,
NUESTROS JARDINEROS”**



WILLIAM SHAKESPEARE.



Objetivo general

Revisar Exposición al carbón de manera ocupacional y las patologías laborales derivadas de la exposición al mismo.



Objetivos específicos



Anatomía y
fisiología pulmonar.



Neumoconiosis



EVALUACIONES
AMBIENTALES Y
MEDICAS



RECOMENDACIONES



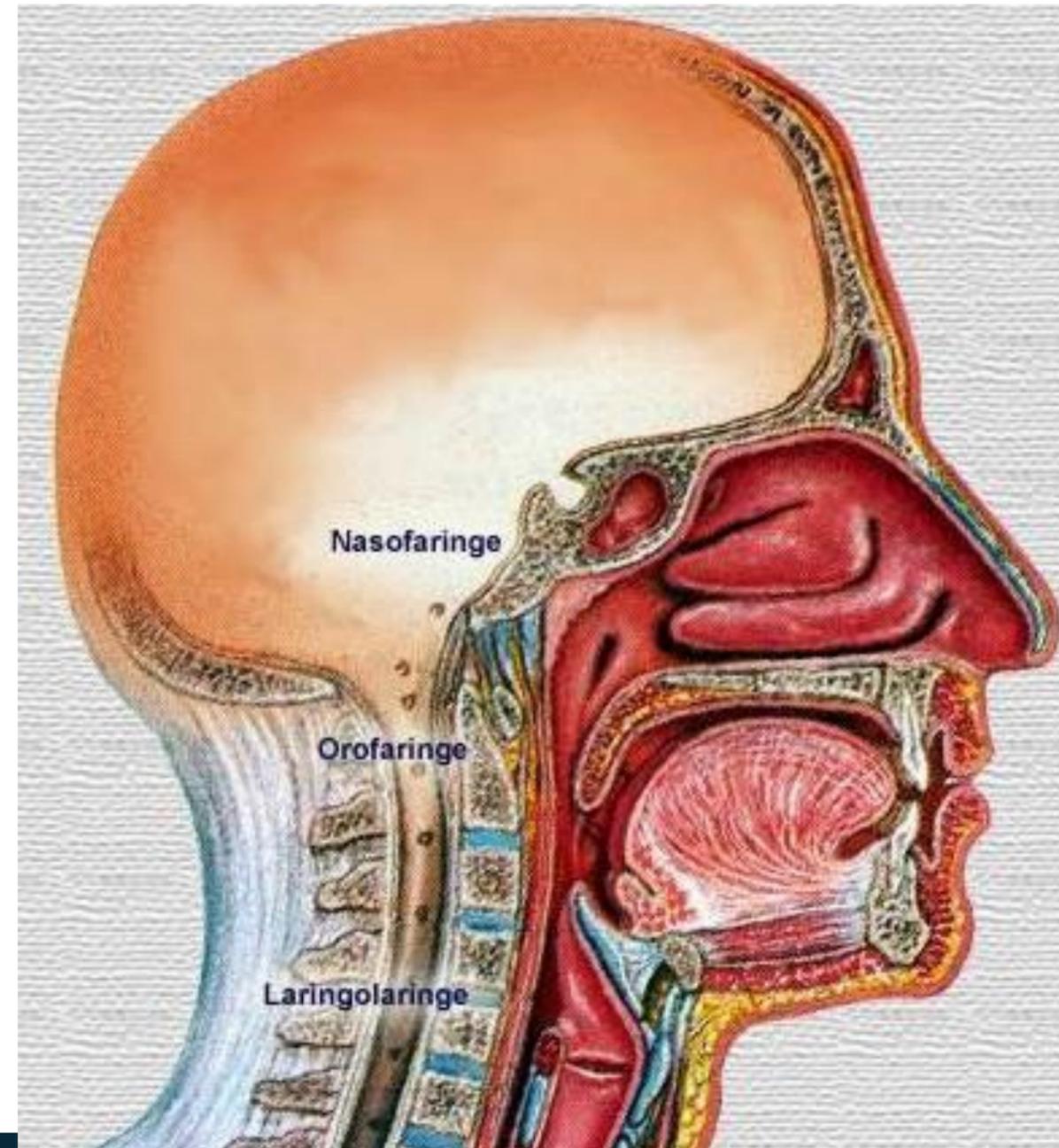
Anatomía y Fisiología Pulmonar

Anatomía Sistema Respiratorio

Cavidad nasal, boca, garganta (faringe), glotis (laringe), Tráquea, bronquios y pulmones

Los cilios de la nariz atrapan polvo y partículas extrañas y los “barren” fuera de la nariz

Las corrientes de aire que entran por la boca y la nariz se reúnen en la parte trasera de la garganta (la faringe)

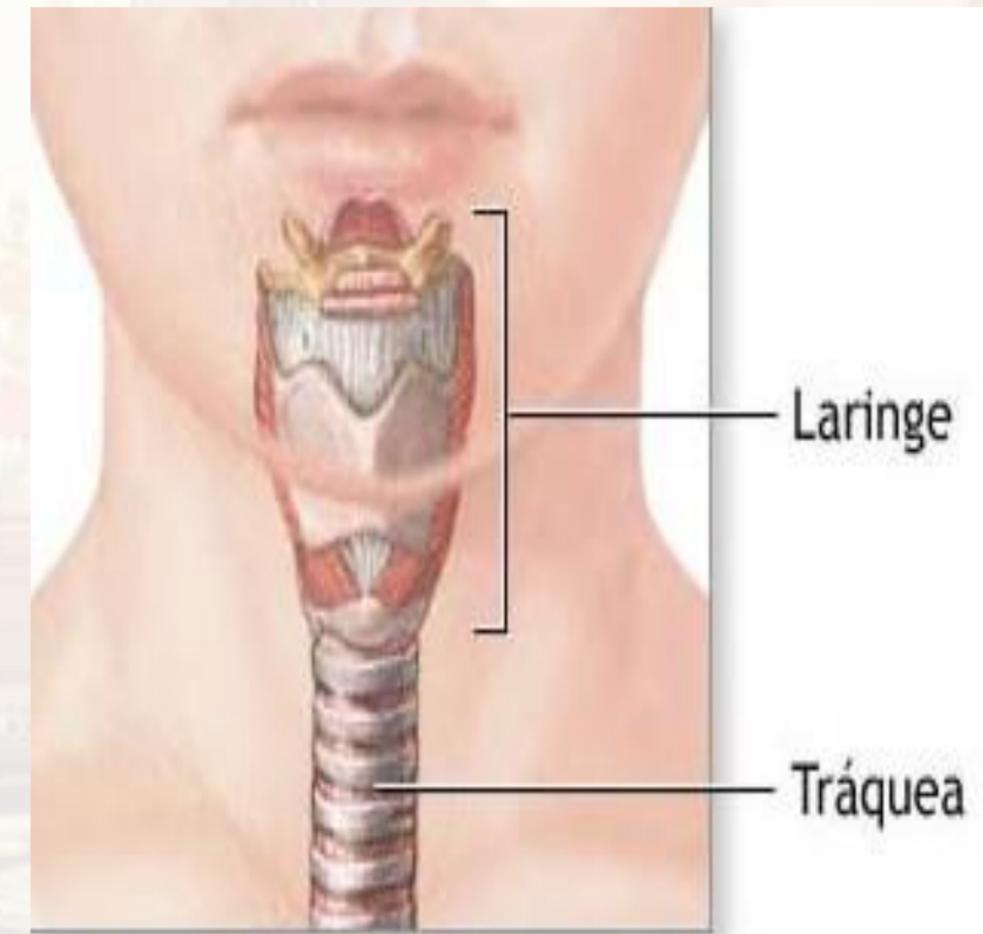


Anatomía Sistema Respiratorio

TRAQUEA:

- Del borde inferior de C6 hasta borde superior de la T5 donde se bifurca en los bronquios
- 16 a 20 anillos cartilagosos
- Mucosa tapizada por epitelio ciliar vibrátil en movimiento constante

- ❑ Se necesita cubierta de mucus para la función de los cilios



Anatomía Pulmonar

Vías con 20 a 23 subdivisiones

Un millón de bronquiolos respiratorios

300 millones de alvéolos

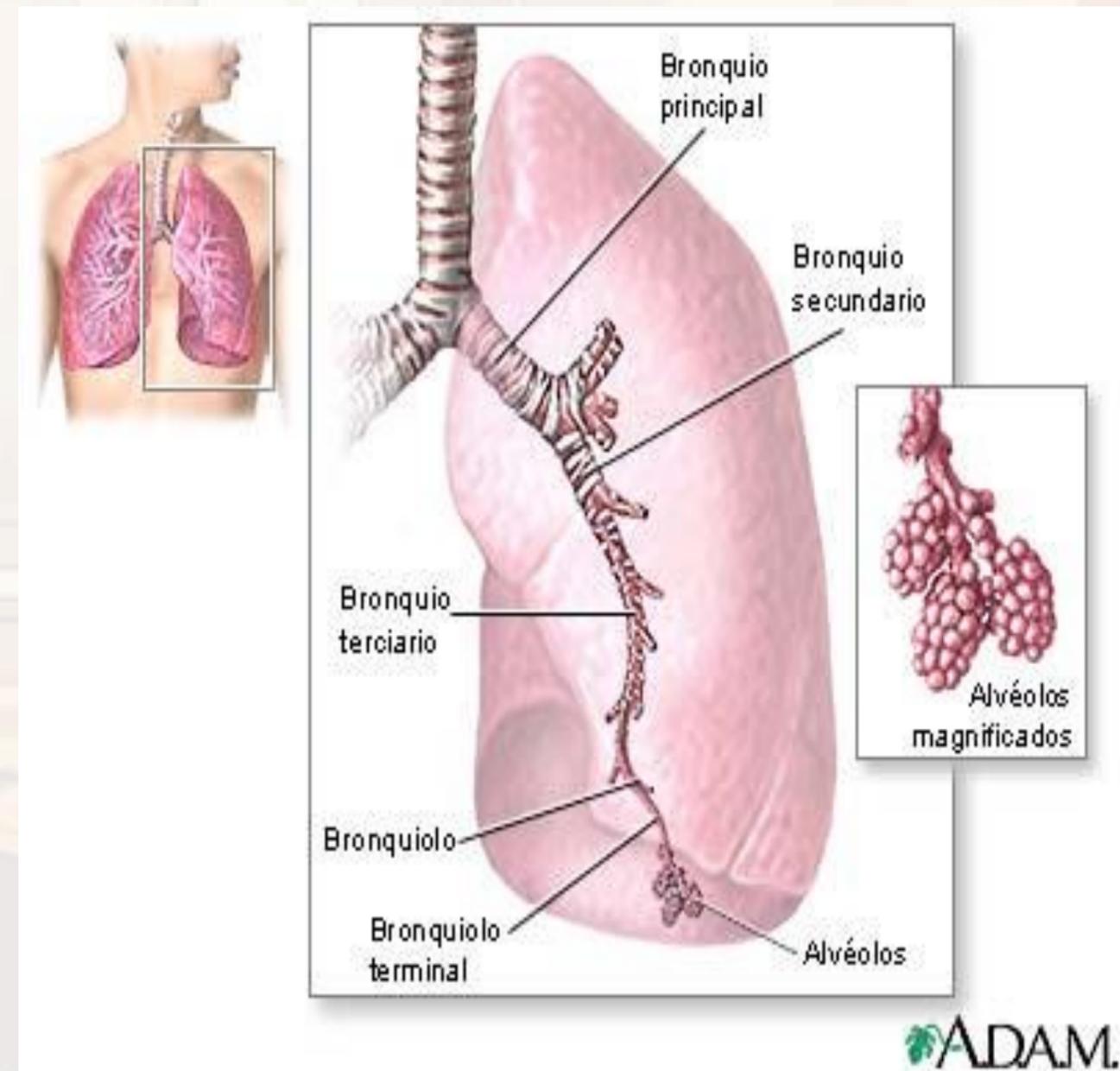
Entre 70 y 100 m²

Unas 80 veces la superficie corporal

10.000 l de aire al día

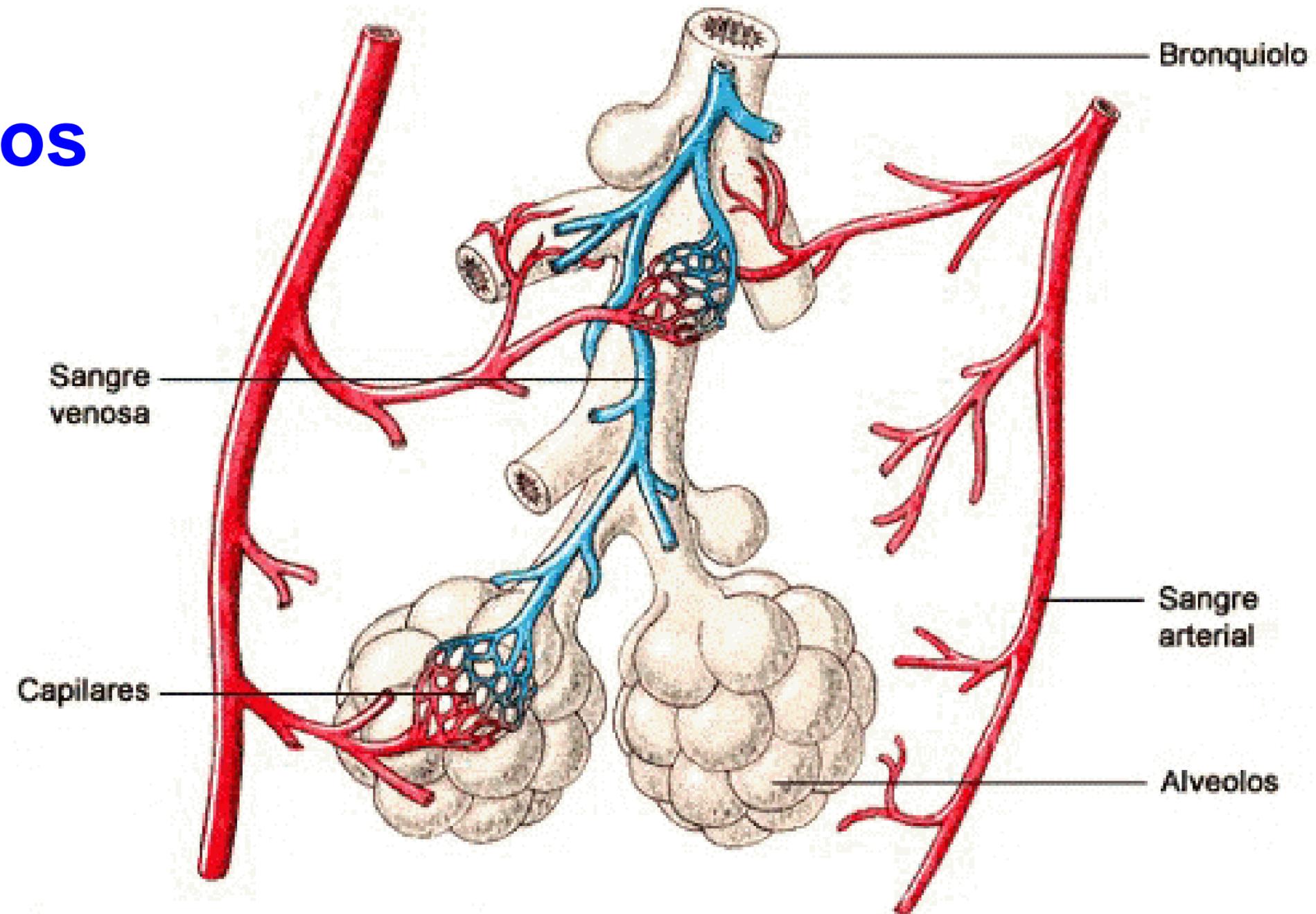
BRONQUIOS Y SUS RAMIFICACIONES

- El bronquio derecho es más corto (3 cm), ancho e inclinado, se divide en 3 ramas
- El bronquio izquierdo es más largo (4-5 cm), estrecho y horizontal, se divide en 2 ramas
- Cada rama se divide en bronquiolos
- Los bronquiolos se subdividen en bronquiolos de 1º, 2º y 3er orden, finalizando en el bronquiolo terminal, bronquiolo respiratorio, conducto alveolar, sacos alveolares y atrios



Anatomía Pulmonar

Alveolos



Fisiología Pulmonar



La función principal

- Aportar al organismo el oxígeno necesario para el metabolismo celular
- Eliminar el dióxido de carbono producido como consecuencia de ese mismo metabolismo

Fisiología Pulmonar

Regulación de la ventilación

- **Ventilación Pulmonar:** cantidad de aire que entra o sale del pulmón cada minuto
- **Volumen Corriente:** cantidad de aire que entra en el pulmón en cada respiración (500 cc)
- **Volumen minuto:** volumen corriente x frecuencia respiratoria

Mecánica de la Respiración

- La respiración implica:
 - **INSPIRACIÓN:** activa músculos
 - **EXPIRACIÓN:** proceso pasivo
- **Regulación:** Factores mecánicos, químicos, distensibilidad, tamaño de la vías y la resistencia al flujo de aire
- **Control neurológico:** respiración automática , involuntaria , dado por los centros de la respiración neuronas del bulbo y protuberancia anular
- **Quimiorreceptores** responder a cambios de CO₂, O₂ y ph

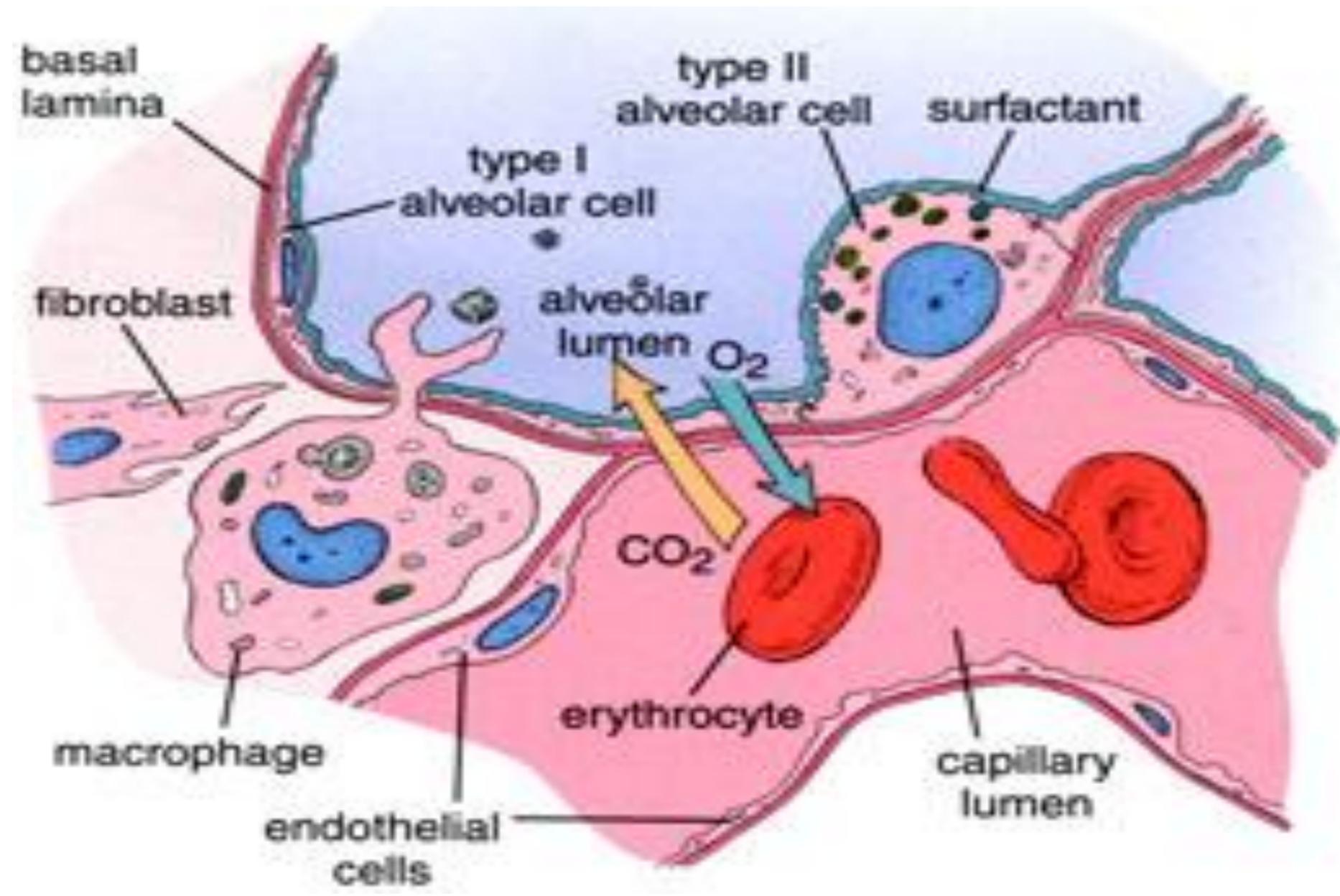
Fisiología Pulmonar

Regulación de la ventilación

- El intercambio gaseoso se da gracias al fenómeno de **difusión** (de mayor a menor concentración)
- Durante la **inspiración** el aire entra al pulmón (presión intra alveolar menor a la presión barométrica)
- Durante la **espiración** el aire sale del pulmón (presión intra alveolar mayor a la presión barométrica) gracias a la elasticidad pulmonar

Fisiología Pulmonar

Membrana Alveolo - Capilar



Uso de minerales

Desde la antigüedad el hombre ha explotado los recursos de la corteza terrestre:

- Piedra tallada, pulida, habilitación de cuevas, agricultura, explotación minera, procesamiento de materiales, construcción ...

Siempre hemos estado expuestos



Neumoconiosis

*Código de enfermedad: CIE 10:
J64*

- *Definición:*
- *“la acumulación de polvo en los pulmones y las reacciones tisulares provocadas por su presencia”.*
- *Usualmente se asocia con períodos de latencia prolongados que pueden ir de meses hasta décadas.*
- *Se excluyen por convención de esta definición, entidades tales como cáncer, asma, bronquitis o enfisema.*



Neumoconiosis CIE 10 -J64

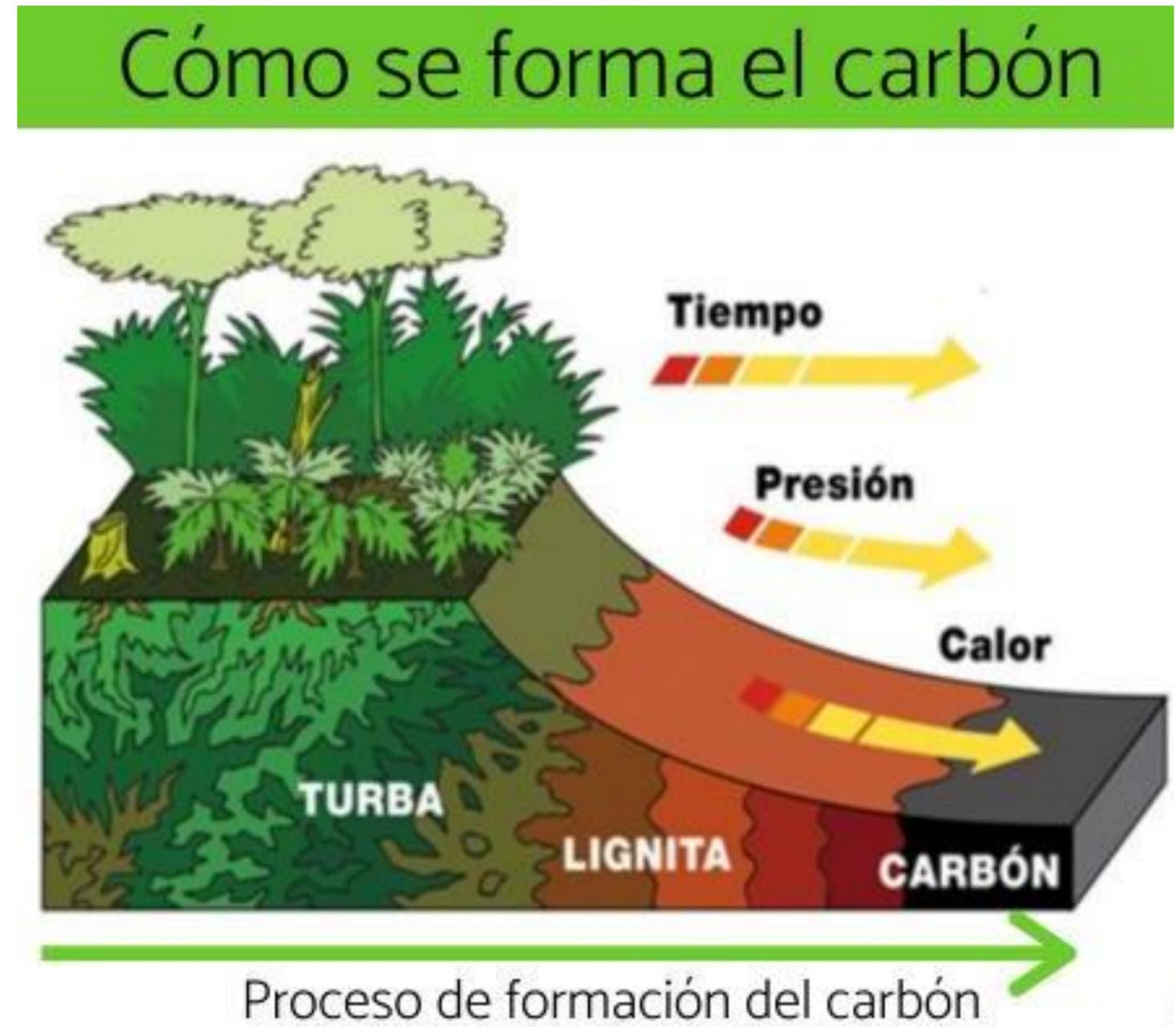
Silicosis CIE-10 J62

*Neumoconiosis del Minero
de Carbón CIE-10 J60*

Asbestosis CIE-10 J61

Carbón

- El carbón es una roca sedimentaria y combustible formada por acumulación, compactación y alteración fisicoquímica de restos vegetales, esencialmente leñosos.
- EL carbón fue formado durante la era carbonífera (hace 280 a 345 millones de años).
- Es una mezcla principalmente de carbono, oxígeno y sílice cristalina, que puede además contener otros elementos traza tales como boro, cadmio, níquel, hierro, antimonio, plomo y zinc.
- La antracita, una forma de carbón, tiene la mayor capacidad de combustión, con un contenido de carbón de alrededor del 98%. Otras formas de carbón (bituminoso y subbituminoso) tienen contenidos de carbón de 90- 95%.



Neumoconiosis del Minero de Carbón CIE-10 J60

- “La neumoconiosis de los mineros del carbón (NMC) es la enfermedad más frecuentemente asociada con la minería del carbón.
- No es una enfermedad de desarrollo rápido, y suele tardar al menos diez años en manifestarse, a menudo mucho más cuando las exposiciones son bajas.
- En sus fases iniciales, es un indicador de una excesiva retención pulmonar de polvo, y puede asociarse a escasos síntomas y signos propios.
- Sin embargo, a medida que avanza, sitúa al minero en un riesgo cada vez mayor de desarrollar fibrosis masiva progresiva (FMP), un proceso mucho más grave”.



Estimación de la concentración en el aire de polvos y fibras causantes de neumoconiosis métodos y técnicas de análisis



NIOSH 0600 - Manual de Métodos Analíticos. 4 edición. Volumen 1.
Partículas respirables.

Método totalmente validado.

Recolección de la muestra en filtros de PVC, utilizando ciclón de nylon de 10 mm de orificio.

Análisis gravimétrico.

Limite de detección: 0.03 mgs.

Limites Permisibles

Los niveles TLVs publicados anualmente por la ACGIH en el texto TLVs and BEIs

Los niveles REL (Recommended Exposure Limits) publicados por NIOSH

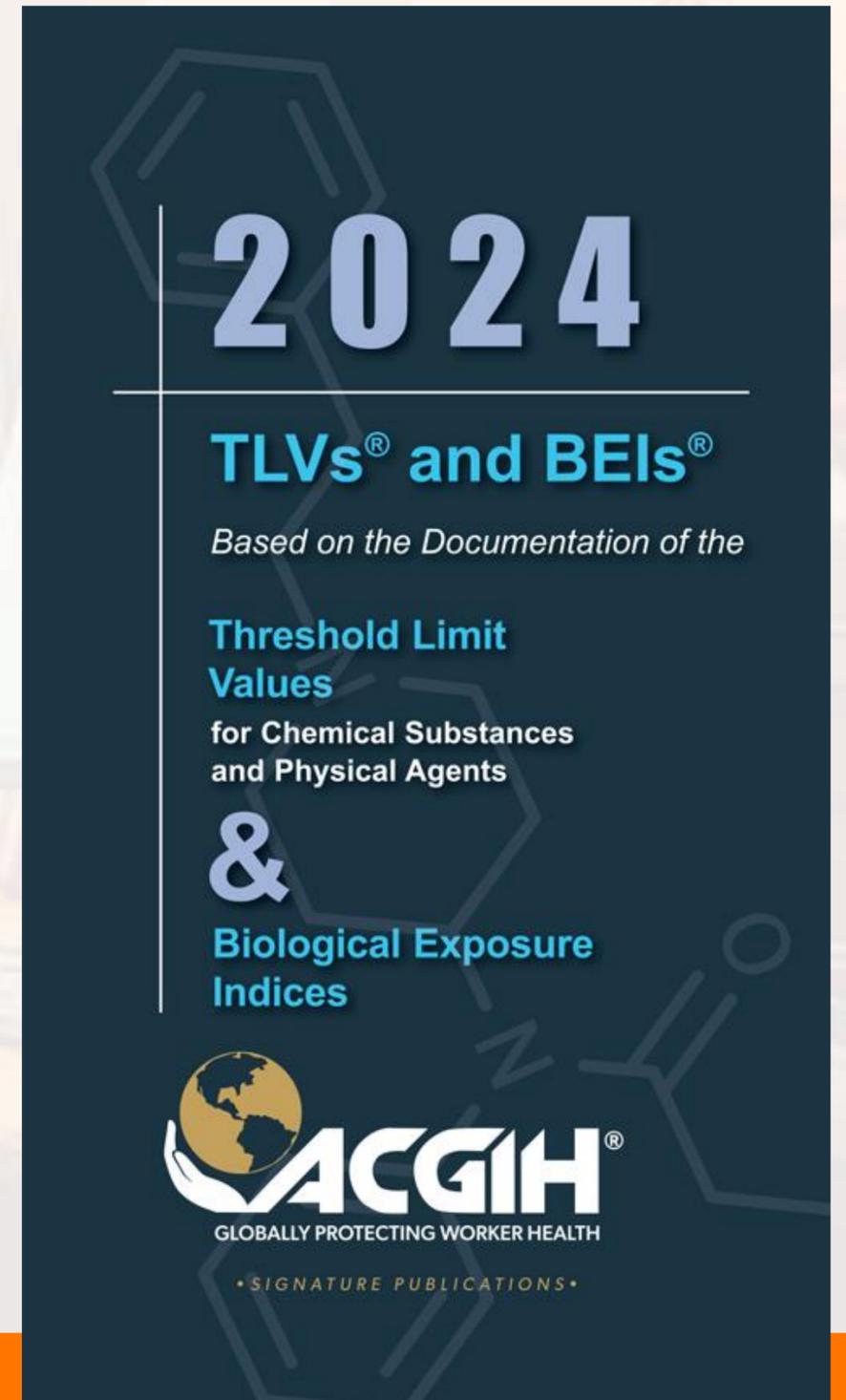
Los niveles PEL (Permissible Exposure Limits) publicados por OSHA

Los niveles MAK (Maximum Concentration Values) publicados por la República Federal de Alemania.

Ajuste recomendado valores límites permisibles (TLV TWA)

Para ajustar los valores límites permisibles cuando las jornadas de trabajo son diferentes a las 8 horas día o 40 horas a la semana, se recomienda aplicar el siguiente modelo matemático desarrollado por Brief & Scala:

- Factor de Corrección, ajuste semanal: FCAS
- $FCAS = (40/h \times (168-h))/128$
- Donde h = horas trabajadas por semana
- TLV-TWA corregido = (TLV-TWA 40 horas semanales) X (FCAS)





Polvo de carbón como causante de cáncer en humanos.

Descartar presencia de formas geométricas de la sílice libre, como cuarzo, cristobalita y tridimita, en las muestras de polvos de carbón.

ACGIH 2022,

Coal dust (1998)

Anthracite [8029-10-5]

TWA 0.4 mg/m³ (R) — A4

Lung dam; pulm fibrosis

Bituminous or Lignite [308062-82-0]

TWA 0.9 mg/m³ (R) — A4

Lung dam; pulm fibrosis.



Grado	Descripción	Comentario	Frecuencia de reevaluación
1	No exposición	Concentraciones o dosis inferiores al 10 % del TLV	De 3 a 5 años
2	Exposición baja	Concentraciones o dosis inferiores al 50% del TLV	De 1 a 3 años
3	Exposición moderada	Frecuente exposición a concentraciones o dosis por debajo del nivel de acción (50% del TLV) o exposiciones poco frecuentes a concentraciones o dosis entre el nivel de acción y el TLV	De 3 meses a 1 año
4	Alta exposición	Frecuente exposición a	De 1 a 3 meses Evaluación continua
5	Muy alta exposición	Frecuentes exposiciones a concentraciones o dosis por encima del TLV.	Evaluación continua

Protección Personal Respiratoria



La protección personal respiratoria solo debe utilizarse como medida provisional mientras se establecen medidas de ingeniería en la fuente y en el medio.



Se recomienda apoyarse en los códigos de regulación establecidos por NIOSH 29CFR84 y OSHA 29CFR1910.134



Se recomienda el **NO** uso de elementos de protección respiratoria que no posean el etiquetado de aprobación NIOSH/MSHA en dicho elemento o demostrado por certificación escrita de estos organismos.



Evaluación médica en los programas de vigilancia para neumoconiosis



Los componentes :

- Historia clínica estandarizada con énfasis en los antecedentes ocupacionales.
- Examen físico con énfasis en sistema respiratorio
- Radiografía de tórax:
- Espirometría.

Difusión de monóxido de carbono

Busqueda de cáncer pulmonar:

- TAC de tórax, citología o broncoscopio.

NIOSH y OSHA coinciden en recomendar que los componentes de la vigilancia médica:

Anamnesis:

- cuestionario enfocándose en las características del riesgo y en la identificación de síntomas relacionados con silicosis, tuberculosis, enfermedad pulmonar obstructiva, enfermedad del tejido conectivo y cáncer pulmonar. Los puntos a considerar sobre las características del riesgo incluyen la identificación del inicio y la duración de la exposición, intensidad, descripción de todos los trabajos asociados con la exposición a sílice, carbón o asbesto, una revisión de la protección respiratoria usada y de la calidad del programa de protección respiratoria y la presencia de otros factores de riesgo asociados tales como tabaquismo, factores no ocupacionales de riesgo para tuberculosis, en el caso de exposición a sílice. Cuando sea posible, la información sobre la exposición debe ser brindada por un higienista industrial. En cuanto a las preguntas relacionadas con síntomas, estas deben estar validadas.

Historia laboral:

- Indagar desde los inicios hasta el momento de la valoración. Nombre de empresas / Cargos desempeñados / tiempo de exposición.

Historia ambiental, de pasatiempos

- debe tenerse en cuenta en aquellos casos donde se plantee la posibilidad de otros diagnósticos distintos a la neumoconiosis.

Examen físico

- debe enfocarse hacia la condición general y el estado respiratorio del trabajador. De acuerdo con las respuestas obtenidas en el cuestionario, se apreciarán otros aspectos en el examen físico



Cuestionarios de síntomas respiratorios

- Son de utilidad en la evaluación de los trabajadores expuestos a polvo de sílice de carbón y a fibras de asbesto.
- Instrumento subjetivo mas comúnmente usado para mediciones en epidemiología respiratoria.
- Conveniente para investigar grandes poblaciones, bajo costo, fácil aplicación y a la buena aceptación.
- La validez y la exactitud expresan la calidad de los datos recolectados por el cuestionario.

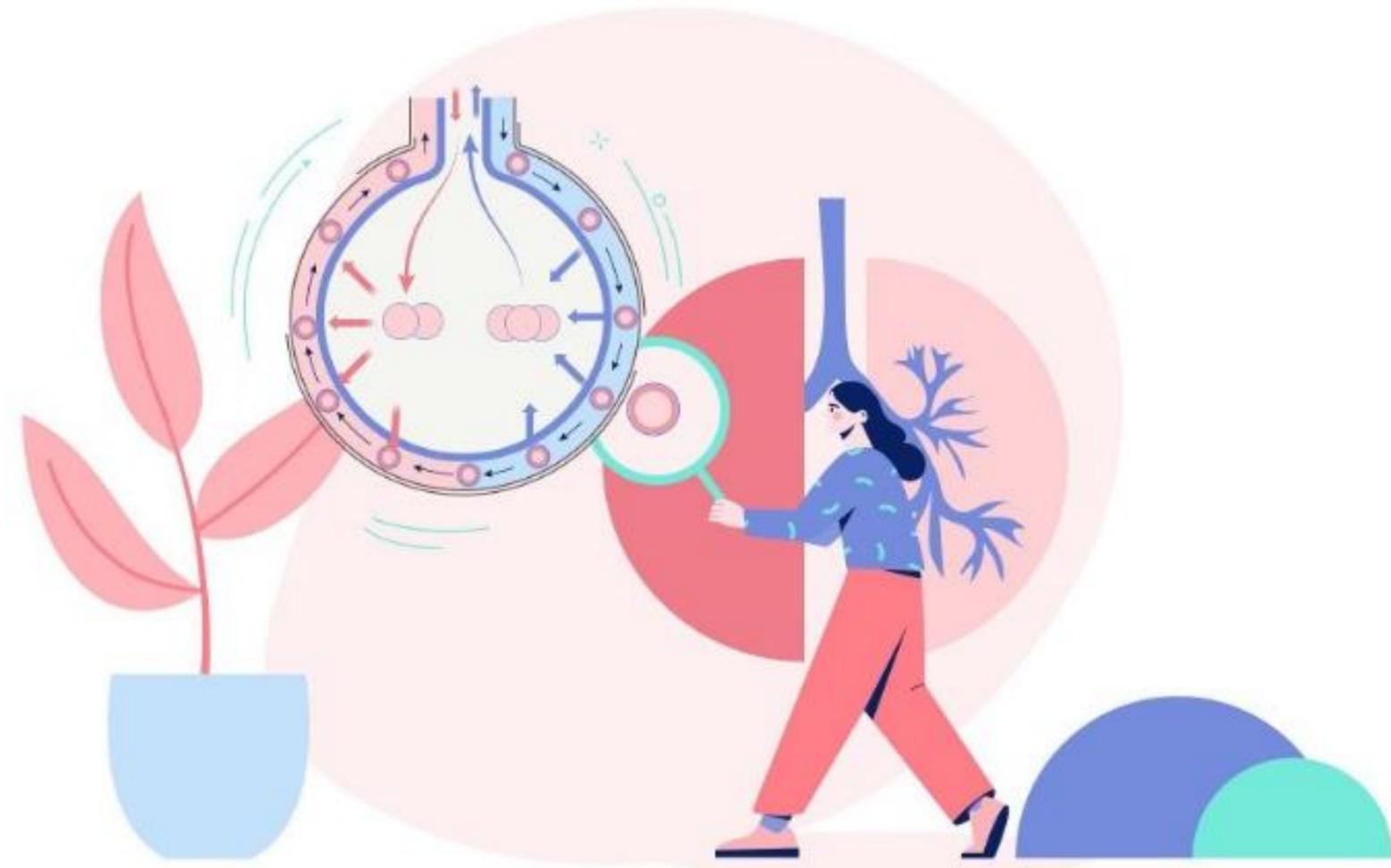
Cuestionario respiratorio estandarizado:

- British Medical Research Council (1960).
- the European Coal and Steel Community questionnaire.
- Estados Unidos e.g. the National Heart and Lung Institute (NHLI) questionnaire; the American Thoracic Society (ATS) y NHLI Division of Lung Diseases (DLD)- questionnaire -ATS-DLD-78 questionnaire;
- the Tucson (AZ, USA) epidemiological study questionnaires(Arizona questionnaires).



Función Pulmonar

- El compromiso severo de la función pulmonar ocurre más frecuentemente en pacientes con neumoconiosis complicada,
- No es tan clara en aquellos con neumoconiosis simple del minero de carbón.
- Estudio de Wang (1999) en 205 mineros con neumoconiosis simple del minero de carbón / grupo de control sin evidencia radiográfica de enfermedad.
- No encontraron una relación estadísticamente significativa entre neumoconiosis del minero de carbón y enfisema.
- En todos los modelos, el riesgo se incrementaba en relación a la edad.
- El antecedente de tabaquismo tenía un efecto sobre VEF1 y del VEF1/CVF. La cantidad de años bajo tierra también se relacionaron con estas dos últimas variables.



Disnea

La disnea es un síntoma frecuente en los pacientes con neumoconiosis del minero de carbón.

La validación de la disnea en relación con grado de obstrucción pulmonar es motivo de controversia debido a que dicha obstrucción frecuentemente no se correlaciona con el grado de disnea.



Difusión de monóxido de carbono

Recomendación de NIOSH (1995) para mineros de Carbón.

Se ha sugerido para ser incluida en la vigilancia médica,

Periodicidad

No es práctica debido a su limitada disponibilidad, costos y su variabilidad inter-laboratorio.



Factores de riesgo del trabajador podrían favorecer el desarrollo de neumoconiosis

Tabaquismo

- Teniendo en cuenta el posible papel del tabaquismo en la iniciación y la progresión de neumoconiosis asociada, y su papel en el cáncer pulmonar, se recomienda que se tengan en cuenta prácticas para favorecer un ambiente sin tabaco.

Enfermedad respiratoria previa.

- Una vez detectados, se deben tomar las medidas necesarias para su erradicación o control.
- No hay evidencia suficiente que permita recomendar evaluación genética en el tamizaje, diagnóstico o como determinante pronóstico en neumoconiosis.



Factores de riesgo del trabajador podrían favorecer el desarrollo de neumoconiosis

El tejido pulmonar se expone a carbón inicia tres tipos de reacciones:

- Acumulación y activación de células inflamatorias en el tracto respiratorio inferior,
- Proliferación de fibroblastos y
- Aumento en la síntesis y/o rompimiento de los componentes de la matriz extracelular.
- Se ha demostrado el aumento en la liberación del factor de necrosis tumoral de monocitos periféricos de trabajadores con neumoconiosis temprana, hallazgo que se relacionó con una mayor progresión de la enfermedad de acuerdo con el seguimiento realizado en estos trabajadores.

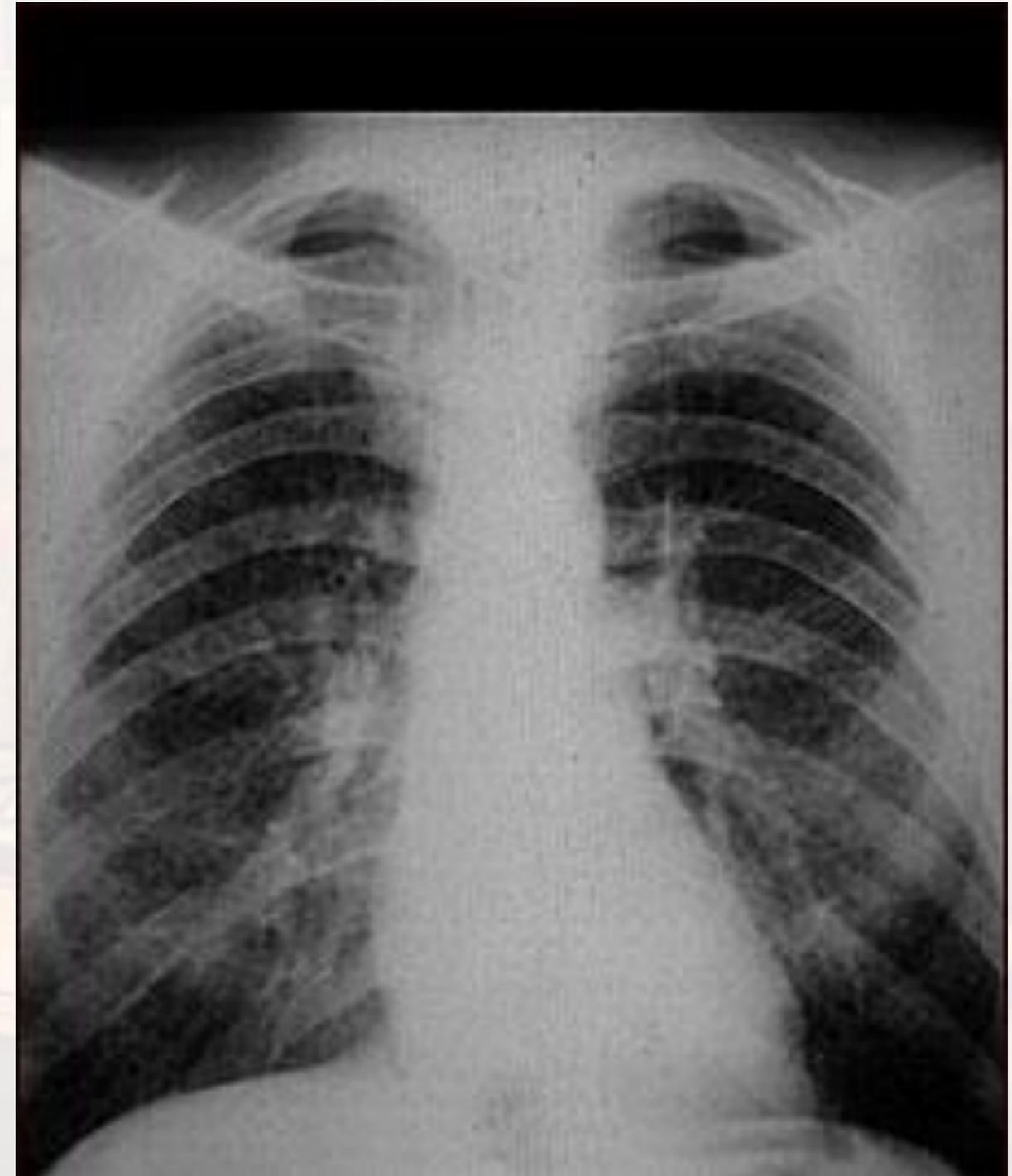
La frecuencia del genotipo A-308 estaba significativamente aumentada (50%) en mineros de carbón con neumoconiosis del minero de carbón en comparación con mineros sin neumoconiosis (25%) y controles (29%).

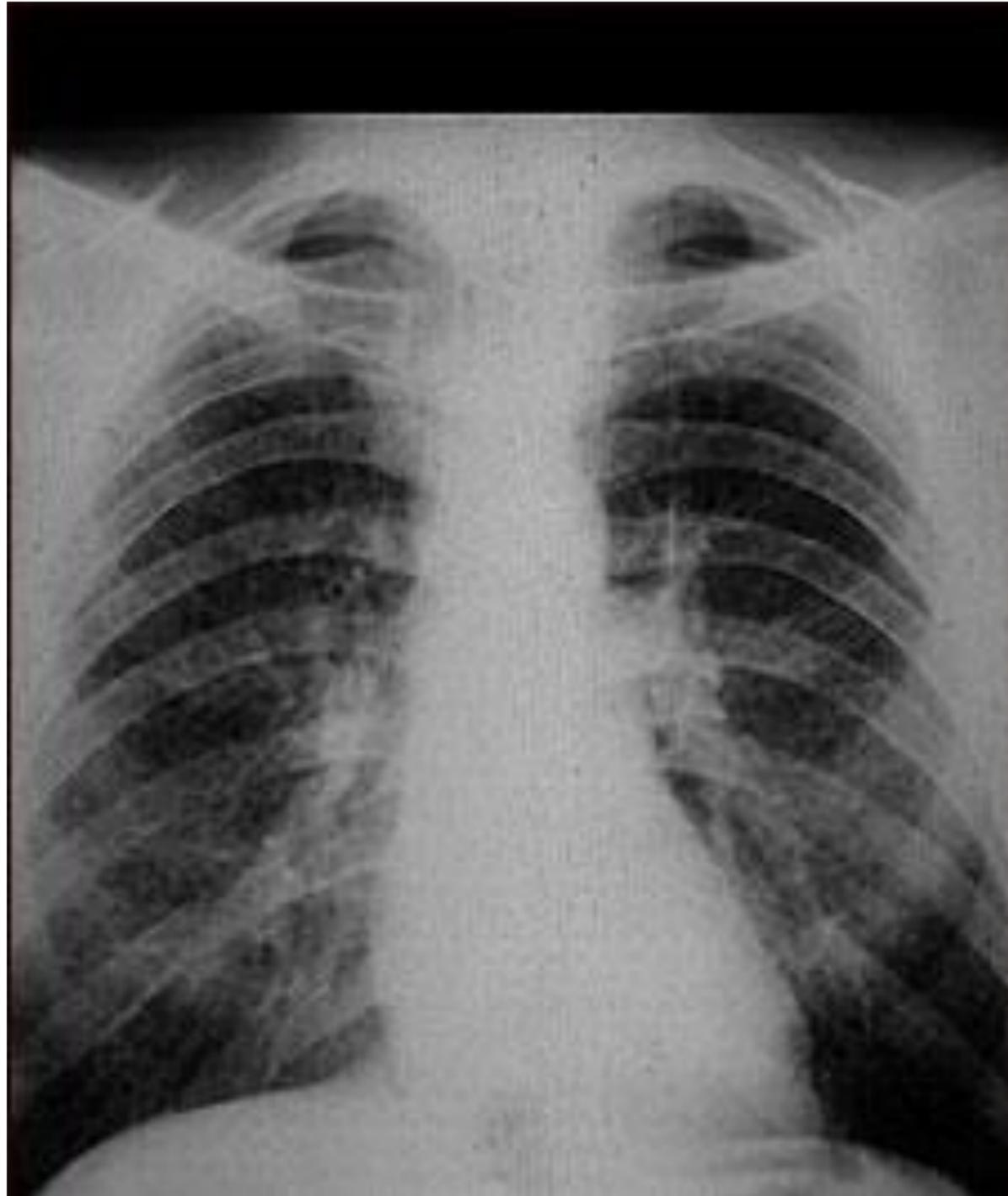
- Otros polimorfismos como MnSOD, GSTM1, GSTT1, o OGG1 no han demostrado incrementar la susceptibilidad para el desarrollo de neumoconiosis del minero de carbón.



Radiografía de tórax:

- AP y LATERAL adecuada inspiración
- Oblicuas o apicolordóticas: Determinar lesiones pleurales y apicales, TAC de tórax.
- Radiografía digital de tórax:
 - buena calidad de imagen, capacidad de almacenamiento en formato digital y de transmisión, y poder de manipulación y proceso de la imagen detección y el diagnóstico de las enfermedades intersticiales
- Lectura en la radiografía de tórax ILO (Internacional Labour Organization):
 - Tamaño, la forma y la profusión de las opacidades de las Rx. Esta lectura, requiere de un observador entrenado.





Neumoconiosis de minero de carbón

El modelo radiográfico de la neumoconiosis simple del minero de carbón típicamente se presenta:

- Opacidades redondeadas pequeñas que aparecen primero en los lóbulos superiores.
- Las zonas medias e inferiores de los pulmones comienzan a involucrarse a medida que se incrementan las opacidades.
- Los nódulos aumentan en profusión con una mayor exposición, pero un cambio en la profusión luego del retiro de la exposición es muy raro. La neumoconiosis complicada se define como una lesión de 1cm o más en su diámetro mayor.

La neumoconiosis complicada se divide en 3 categorías:

- Categoría A: Diámetro mayor de 1cm o más y menos de 5cm, o muchas opacidades con diámetro mayor de 1cm cuya suma es menor a 5cm.
- Categoría B: Una o más opacidades cuya suma de diámetros excede al de la categoría A, pero cuya área no excede a la del lóbulo superior derecho.
- Categoría C: Una o más opacidades cuya área excede a la del lóbulo superior derecho.

Radiografía de tórax:	TAC de tórax:
Realización simple	Mayor sensibilidad para el compromiso intersticial
Disponibilidad	Mayor especificidad para ciertas condiciones
Costo- Efectividad	Mayor acuerdo intra e interobservador comparado con la radiografía de tórax
Relativamente específica en ciertas condiciones	Evaluación precisa de otras enfermedades co-existentes.
Adecuada para la evaluación de enfermedad pleural benigna	Mayores dosis de radiación
Menos radiación ionizante	



Neumoconiosis de minero de carbón

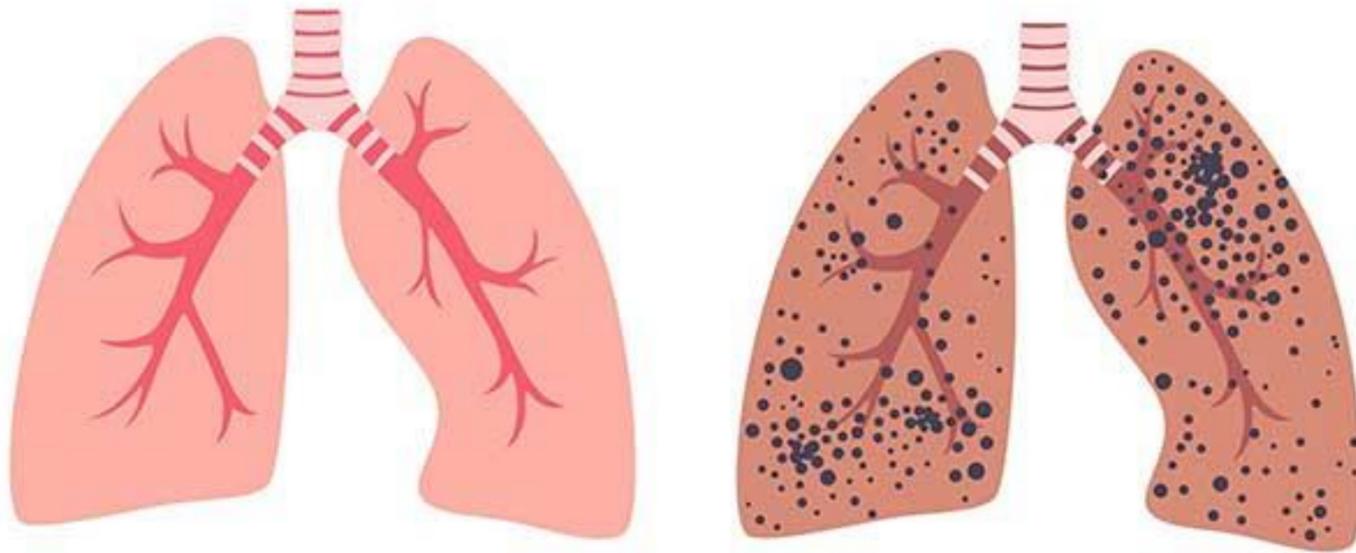
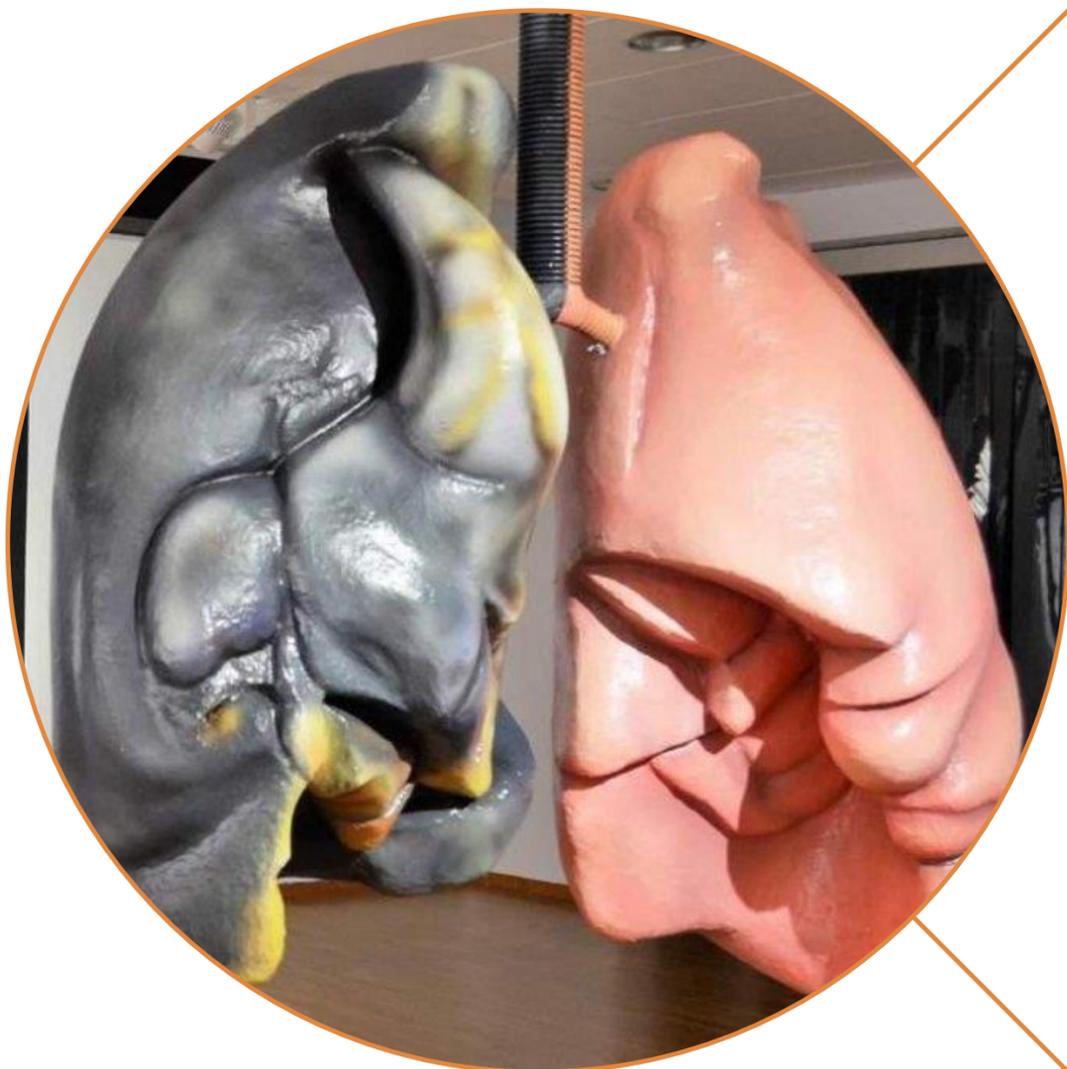


Figura 3. Muestra de patología donde se observa la fibrosis masiva en un minero de carbón. Tomado de: Vázquez M. Neumoconiosis. Enfermedades Laborales. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina.



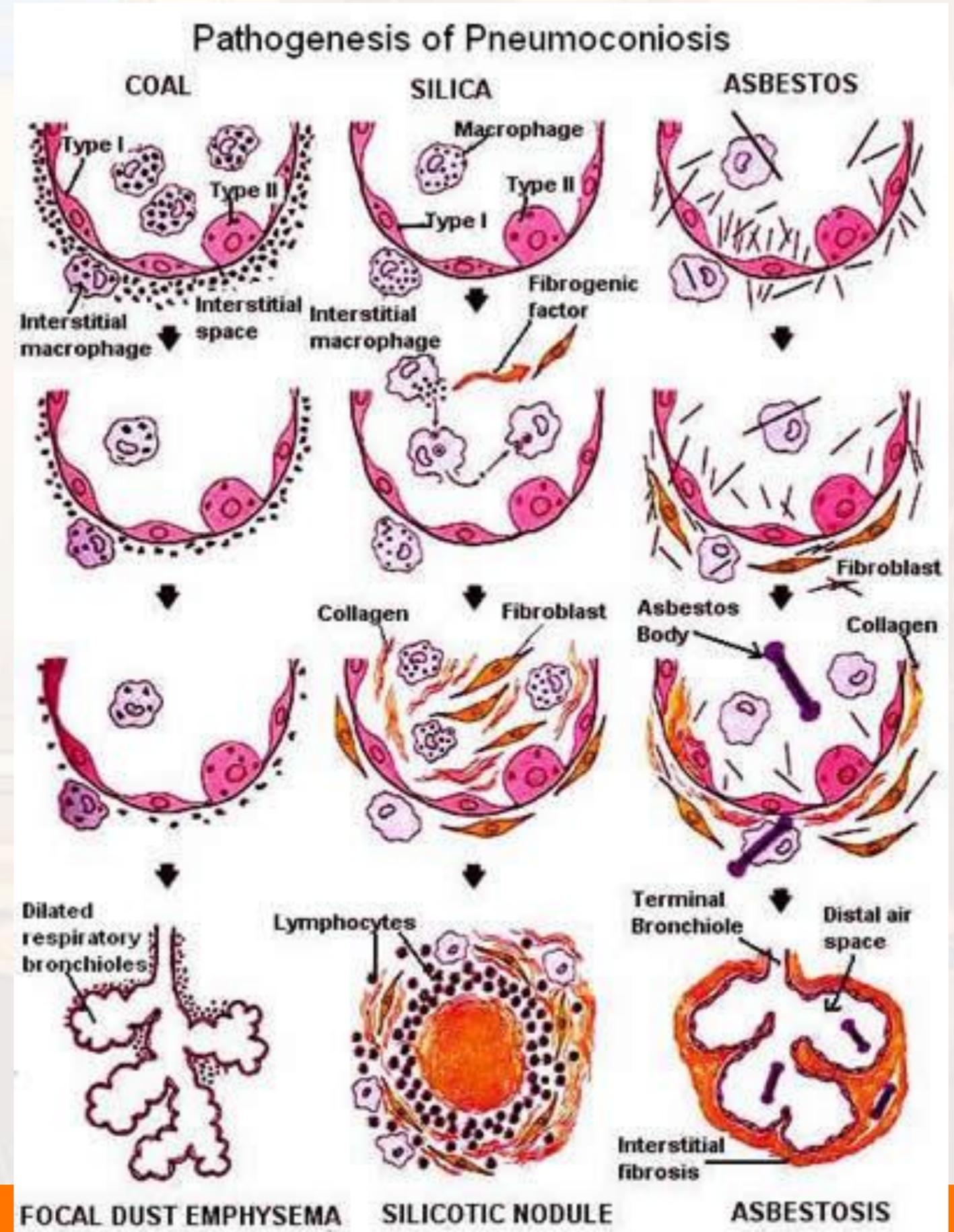
Con respecto a la neumoconiosis del minero de carbón, un estudio prospectivo realizado por Soutar et al (2004), del Instituto de Medicina Ocupacional Británico entre 1953 y 1991, incluyó a 25 minas de carbón

En la **fibrosis pulmonar masiva** encontraron que los factores relacionados positivamente eran la exposición al polvo, edad, estatura, presencia de neumoconiosis simple del minero de carbón y la proporción de carbono en carbón.

El riesgo de fibrosis masiva progresiva aumentaba a 0,8% en exposición de 1,5mg/mm³ hasta cerca de 5% a 6mg/mm³.

El riesgo de neumoconiosis categoría II era mayor, incrementándose de 1,5% en concentraciones medias de 1,5mg/mm³ hasta 9% a concentraciones de 6mg/mm³.

En la mayoría de las minas se documentó la presencia de cuarzo, en concentraciones de menos de 10%. El riesgo de silicosis (asumiendo exposición de 15 años y seguimiento a 15 años) fue calculado y demostró que era de 2,5% en concentración promedio de 0,1mg/m³, que aumentaba a 20% con 0,3mg/m³.



Espirometría:

- VEF1 y del VEF1/CVF se afecta por el tabaquismo y el tiempo bajo tierra.
- Obstrucción de la vía aéreas con disminución del FEF25- 75
- Baja correlación con la disnea

De acuerdo con los resultados.

- Otras pruebas de función pulmonar imágenes diagnósticas e incluso estudios invasivos tales como fibrobroncoscopia, o biopsias.

Valoraciones periódicas:

- Para el caso de los expuestos a polvo de carbón (NIOSH 1995):
- **Espirometría** cada año durante los 3 primeros años después de iniciar la exposición y luego cada 2 ó 3 años hasta que cese la exposición del trabajador.
- **RX de tórax** cada 4 a 5 años durante los primeros 15 años de exposición y cada 3 años después de este periodo. Estas evaluaciones de seguimiento deberán incluir los demás parámetros de la valoración inicial.
- **Evaluación postocupacional:** mismas características del examen preocupacional.
- Si al momento de esta evaluación no han transcurrido más de 6 meses desde el último examen de seguimiento, se recomienda omitir la toma de la RX de tórax.



Incluir medidas antitabáquicas en los programas debido a la evidencia del desarrollo de EPOC en los trabajadores expuestos y al efecto sinérgico para las otras patologías.

Anormalidad en síntomas, examen físico, radiografía de tórax ó espirometría: remitir a neumología para completar la evaluación.

Cuando se detecte un caso de neumoconiosis en una empresa debe hacerse búsqueda activa de otros casos entre los trabajadores expuestos GES



Bibliografía



Banks D. Coal Worker's pneumoconiosis. En: Schwarz MI, King TE Jr. Interstitial lung disease. Hamilton: BC Decker Inc, 2003: 402- 417.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33153687/>



Soutar CA, Hurley JF, Miller BG, Cowie HA, Buchanan D. Dust concentrations and respiratory risks in coalminers: key risk estimates from the British Pneumoconiosis Field Research. Occup Environm Med 2004; 61: 477- 481.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15150385/>



ACGIH. 2906 TLVs and BEIs based on the documentation of the Threshold limit Values for Chemical substances and Physical agents and Biological Exposure Indices.



American Industrial Hygiene Association. A strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures. Second Edition. Fairfax.VA 22031.USA. o DHHS (NIOSH) Publication No. 77-173. Occupational Exposure Sampling Strategy Manual January, 1977



Evaluémonos





¿Preguntas?

Recuerda que POSITIVA tiene para ti:

Posipedia

<https://posipedia.com.co/> 



Cursos virtuales



Artículos



Audios



Juegos digitales



OVAS



Guías



Mailings



Videos

POR MUCHAS CONEXIONES MÁS

Andrés

Despierta todos los días seguro y feliz, porque permanece informado de las noticias y actividades nuevas en SST con su comunidad educativa Positiva Educa en WhatsApp.



1

Escanea el Código QR con tu celular.



2

Síguenos y entérate de todas las actualizaciones de nuestro Plan Nacional de Educación.



3

¡Recuerda!

El canal lo encuentras en la pestaña de Novedades de tu Whatsapp



¡SIGUENOS EN NUESTRA COMUNIDAD EDUCATIVA!



Escanea el código
QR con tu celular