

**"SILICOSIS EN ATACAMA"
FRECUENCIA Y ALGUNAS
CARACTERISTICAS ASOCIADAS**

*Drs. Nelson Montaña Navarro
José Rodríguez Arancibia
Srs. Lorenzo Lay Fuentes
Aliro Alfaro Alvarez(*)*

Cuad. Méd. - Soc., XXVII, 4; 159 - 165. 1986

ABSTRACT: Frequency of silicosis among mining workers in the North of Chile is studied, through radiological examination, giving 17.9 0/o.

Key Words: SILICOSIS, OCCUPATIONAL MEDICINE, CHILE.

I. INTRODUCCION:

Chile es un país en el cual la actividad minera es muy importante, dado su impacto económico traducido tanto en divisas como en la proporción de la fuerza de trabajo que ocupa.

En la Región de Atacama, esta actividad es una de las principales fuentes de trabajo, tanto en los ámbitos de la Gran Minería del Cobre, como también en la Mediana y Pequeña Minería. De hecho, una importante proporción de la fuerza de trabajo de la Región (200/o) se encuentra en la explotación de minas y canteras. Ello significa una actividad en la que se desempeñan alrededor de 10.000 trabajadores, en diferentes condiciones según sea la tecnología empleada en la explotación de los minerales.

En efecto, las diferencias tecnológicas en el desarrollo de las actividades mineras, suelen ser notables en tres empresas de la Gran Minería del Cobre y aquellas de la Pequeña Minería, determinando diferencias claras cuantitativas y cualitativas en los riesgos laborales que involucra la actividad.

De acuerdo con publicaciones anteriores (5), entre los riesgos en Salud Ocupacional que enfrentan los trabajadores mineros, se encuentra el de contraer Silicosis, neumoconiosis ocupacional provocada por la acumulación de partículas sólidas de SiO₃ en los pulmones y la reacción tisular consiguiente. Dadas estas condiciones, el factor am-

biental es determinante en la aparición de la Silicosis. En las faenas de extracción de minerales se sitúa el trabajador especialmente en ambientes en que se produce polvo respirable debido a la fragmentación de material que por lo general contiene sílice en distintas proporciones y forma de presentación. En general el 20/o de la corteza terrestre es material silíceo, lo cual explica el riesgo que involucran estas faenas (2). Así, en aquellas faenas en que es mayor la proporción de sílice libre en el polvo, presentan un mayor riesgo silicógeno. Las formas cristalinas tridimita y cristobalita son las más patógenas e incluso aunque no estuvieran presentes en forma natural en la faena, pueden generarse a partir de otras presentaciones naturales de sílice (cristales amorfos) que por calor se transforman en tridimita y cristobalita (calentamiento industrial en la fabricación de vidrio, calentamiento por roce en la perforación en los frentes de trabajo minero, o por explosión durante la extracción de material con explosivos).

El tamaño de la partícula que contamina la atmósfera respirable en el sitio de trabajo, es también un factor determinante. En efecto, las partículas que se describen como de mayor riesgo son aquellas que miden menos de diez micrones de diámetro

(*) Servicio de Salud Atacama. Departamento de Programas sobre el Ambiente.

y especialmente las de menos de cinco micrones, que ingresan al árbol respiratorio y penetran hasta el alvéolo(1). Partículas de diámetros inferiores a un micrón parecieran tener menos riesgo por cuanto no permanecen en el alvéolo sino que son expelidas nuevamente.

La concentración de partículas en suspensión en el aire también determina riesgo, el cual aumenta al aumentar la concentración especialmente sobre 5 millones por pie cúbico (180.000 partículas por litro). No obstante, la concentración ambiental máxima permisible, de acuerdo con la nueva reglamentación (Decreto N° 78 del 09.02.1983), se relaciona con la proporción de sílice libre en las partículas y se determina por el método gravimétrico (mg./m³). Se utiliza la siguiente fórmula para determinar la concentración ambiental máxima permisible (CAMP.) para polvo respirable.

$$\text{CAMP.} = \frac{8}{\% \text{ de cuarzo} + 2}$$

Para polvo total en atmósfera de trabajo se utilizan:

$$\text{CAMP.} = \frac{24}{\% \text{ de cuarzo} + 3} \quad \text{mg/m}^3.$$

Los factores vinculados a las personas y que influyen en la aparición de silicosis son:

- Tiempo de Exposición. A mayor tiempo de exposición, mayor es el riesgo.

- Susceptibilidad individual. Individuos de mayor edad presentan mayor riesgo, así como aquellos que presenten alteraciones de las vías aéreas superiores(2).

- También influyen el hábito de respiración bucal, secuelas de TBC. o bien la TBC. activa.

La silicosis se caracteriza por una fibrosis pulmonar difusa secundaria al depósito de partículas de sílice libre, la cual se presenta cuando las condiciones de limpieza broncoalveolares son insuficientes o ineficaces.

Luego de la inhalación de las partículas de sílice, éstas son fagocitadas por los macrófagos alveolares, lo que estimula el desplazamiento de otros

macrófagos y células responsables de la fibrogénesis hacia el área lesionada.

Este proceso repetitivo de fagocitación y colagenización probablemente es de origen inmunitario en el que las proteínas desnaturalizadas harían de antígeno.

El nódulo silicótico es la lesión morfológica característica de esta neumoconiosis y su diámetro varía entre 1 y 3 mm. Su distribución es difusa e irregular con predominio en los campos pulmonares superiores y medios. Los nódulos pueden calcificarse y extenderse por el tejido pulmonar comprometiendo otras estructuras (ganglios, hilios pulmonares).

Los nódulos silicóticos también pueden progresar y llegar a confluír, dando origen a conglomerados fibróticos mayores de 10 mm. -localización preferentemente apical- creciendo en forma progresiva, alterando el parénquima pulmonar adyacente y ulcerándose centralmente por necrosis y/o sobreinfección tuberculosa.

Clínica: La silicosis puede cursar muchas veces en forma asintomática, aunque por lo general se acompaña de tos y/o expectoración y disnea de esfuerzos de diferente cuantía. La asociación con el hábito tabáquico que presentan habitualmente los trabajadores expuestos al sílice, hace difícil discernir la especificidad de estos síntomas con los silicóticos.

El examen físico puede ser normal o a lo más presentar signos de obstrucción al flujo aéreo (roncus y/o sibilancias, estertores basales de intensidad variable, o murmullo vesicular disminuído o ausente).

La evaluación funcional puede ser absolutamente normal, sobre todo en las formas leves, o bien revelar una alteración ventilatoria (restrictiva, obstructiva o mixta). Las formas más avanzadas tienden a asociarse a severas anomalías ventilatorias restrictivas y/o obstructivas.

Las alteraciones funcionales guardan en general paralelismo con las imágenes radiográficas, pero sin embargo, pueden encontrarse disociaciones bastantes llamativas, de tal forma que no pocas veces, lesiones radiológicas extensas pueden acompañarse de mínimas o nulas alteraciones funcionales.

Las manifestaciones radiográficas de la silicosis son variadas, éstas son evaluadas de acuerdo a la clasificación Internacional de Radiografías de Neu-

moconiosis de la O.I.T. de 1971 que establece la profusión, áreas de distribución, grados de confluencia y tipos de opacidades pulmonares y alteraciones pleurales (engrosamiento y calcificación) producidas por las neumoconiosis.

Complicaciones: La principal complicación es la T.B.C. o Sílico-TBC. Su diagnóstico es en muchas ocasiones muy difícil ya que las manifestaciones clínicas radiográficas pueden ser mínimas, sobre todo en las formas avanzadas.

La insuficiencia respiratoria, la hipertensión pulmonar y el corazón pulmonar son las complicaciones más frecuentes de la silicosis, después de la TBC.

El síndrome de Caplan tiene poca incidencia y la asociación con esclerodermia es indiscutible. La silicosis no predispone a neoplasias pulmonares.

La frecuencia de la enfermedad en Chile que refiere Medina y Kaempffer (1977) en mineros del cobre es inferior a 50%. Los casos nuevos predominantes vienen de la industria de molienda de cuarzo y fabricación de abrasivos. Lo anterior concuerda con los valores encontrados por Zamorano (1981) en Chuquicamata para prevalencia (1.280/o). En cuanto a incidencia, Zamorano (1981) encontró valores de 0.510/o anual. Otras comunicaciones, en especial de empresas (Enami) indican valores más altos (7.330/o en fundición) y llama la atención el alto número de trabajadores afectados en labores de planta de beneficio de minerales (Enami), que en 1981 alcanzó un 200/o, (comunicación de la Empresa) en la Planta Manuel A. Matta, Copiapó.

La prevalencia no ha sido estudiada en trabajadores de la Pequeña Minería. La puesta en marcha de un Programa Regional de Diagnóstico y Prevención de la Silicosis, por parte del Servicio de Salud de Atacama, permitirá determinarla.

II. OBJETIVOS

— Estudiar la incidencia de silicosis en una muestra de la población de Atacama que labora en la minería en puestos de riesgo silicógeno.

— Describir las características asociadas, como edad, tiempo de exposición, número de faenas en que ha laborado y edad de ingreso al riesgo, de los trabajadores con silicosis.

III. MATERIAL Y METODO:

1. Universo: Se consideró como Universo a los trabajadores de la Región de Atacama, que laboren en la minería, en puestos de trabajo bajo riesgo silicógeno, en empresas no afiliadas a Mutuales de Seguridad ni de Administración Delegada en cuanto al Seguro contra Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales establecido por la Ley Nº 16.744 y que se hayan examinado en el curso de 1985, determinándose un diagnóstico o su normalidad.

2. Muestra: La muestra corresponde a un 250/o del Universo, elegido al azar por muestreo aleatorio sistemático, estratificado por empresa a la que pertenece el trabajador examinado. En este caso, la muestra está constituida por las fichas de 364 trabajadores.

3. Unidad de Análisis: La unidad de análisis es el trabajador, quién fue examinado a través de abreugrafía y encuesta ocupacional. La abreugrafía de tórax fue practicada en las faenas mismas, con un equipo móvil marca General Electric dotado de cámara Odelca.

4. Material: Se utilizó el material del Servicio de Salud Atacama, correspondiente al Programa de Diagnóstico Precoz y Prevención de Silicosis:

a) **Unidad Móvil de Abreugrafía:** Corresponde a un equipo radiológico General Eléctric para toma de placas de radiografía y abreugrafía en terreno, que cuenta con una cámara fotográfica Odelca para la impresión del material fílmico de abreu.

b) **Equipo de revelado automático.** Corresponde al equipo de revelado existente en el Servicio de Radiología del Hospital de Copiapó.

c) **Equipo de muestreo de polvo:** Casco de Seguridad, zapato de seguridad, brochas y bolsas plásticas, lámpara minera.

d) **Ficha individual de cada trabajador:** Corresponde a una hoja en la que se incluyen datos de identificación, y una encuesta ocupacional que permite efectuar una determinación del tiempo trabajado en ambiente silicógeno.

Se asume que, en mayor o menor medida en las diferentes faenas mineras, los puestos de trabajo cercanos o adyacentes a labores en que hay fragmentación de material o manejo de material fragmentado con posible suspensión de éste en la atmósfera

circundante, es un puesto de trabajo con exposición al riesgo silicógeno.

5. Método: A cada trabajador de la muestra se le practicó una abreugrafía de tórax y una encuesta ocupacional. La abreugrafía fué efectuada en terreno, al mismo tiempo que la encuesta ocupacional. El equipo radiológico fué operado por un tecnólogo médico con mención en Radiología, quién estuvo a cargo de la toma de exámenes en terreno y del revelado de películas. Esta última operación se efectuó en el Servicio de Radiología del Hospital de Copiapó, con un equipo de revelado automático.

La encuesta ocupacional fue practicada en cada faena, y administrada por personal adiestrado y consistió básicamente en identificar al trabajador, su edad, actividad y puesto de trabajo (actuales y pretéritos), incluyendo lugares de trabajo (minas) faenas y tiempo servido en cada puesto y lugar.

La lectura del material radiográfico fue efectuada por un médico cirujano con adiestramiento especial en la técnica, quien determinó la calificación de los trabajadores en relación con silicosis. Esta calificación se efectuó en base a abreugrafía como método de pesquisa, por lo que en la primera etapa diagnóstica se producirán dos categorías:

a) **Abreu con alteraciones:** Corresponde a trabajadores a los cuales se ha practicado una abreugrafía que presenta alteraciones que sugieran silicosis. Este grupo de personas fué enviado al Servicio de Radiología del Hospital de Copiapó, para practicar una radiografía de tórax de 35 x 35 cm. que fué leída por el médico que leyó los abreu, quién además efectuó un examen clínico. El diagnóstico fue formulado por el médico, tomando como base las pruebas radiológicas.

b) **Sin alteraciones.** Trabajadores cuya abreugrafía no presenta alteración, fue considerado sano para los efectos del presente trabajo.

El diagnóstico de cada trabajador se anotó en una ficha que contenía su individualización, y la encuesta ocupacional. La Historia Ocupacional completa, se consigna en el formulario ad-hoc que utiliza el Servicio de Salud Atacama, y fue practicada a los trabajadores que presentaron alteraciones en las pruebas radiográficas.

6. Definiciones:

a) **Edad:** Es la edad expresada en años declarada por el trabajador al momento de la encuesta ocupacional.

b) **Tiempo de exposición:** Es aquel expresado en años, obtenido por la suma de los tiempos parciales declarados por el trabajador en la encuesta ocupacional, y trabajados en faenas con riesgo silicógeno.

c) **Nº de Faenas:** Es el número de lugares de trabajo en los que cada trabajador declaró haberse desempeñado durante su vida laboral hasta el momento de la encuesta ocupacional, y a los cuales se atribuye algún grado de riesgo silicógeno.

d) **Edad al primer trabajo con riesgo:** Es la edad en años, que refiere el trabajador en la encuesta ocupacional a la cual ingresó por primera vez a una faena con riesgo silicógeno.

e) **Faenas con riesgo silicógeno:** Fuente laboral en que los trabajadores se desempeñan en un ambiente cuya atmósfera respirable recibe contaminación por polvo procedente de fragmentación de material que contiene silicio en alguna de sus formas silicógenas.

IV. RESULTADOS:

1. Frecuencia. Se encontraron 65 trabajadores con diagnóstico de silicosis, lo que representa una frecuencia del 17,9 0/o.

2. Edad: La distribución por grupos de edad se muestra en la Tabla Nº 1.

Tabla Nº 1: Distribución por grupos de edad o de casos de silicosis. Región Atacama 1985

EDAD(AÑOS)	CASOS	%
Menor 30	3	4,5
Entre 30 y 39	10	15,4
Entre 40 y 49	20	30,8
Entre 50 y 59	17	26,1
Entre 60 y 69	12	18,5
De 70 y más	3	4,6
TOTAL	65	100,0

3. Tiempo de Exposición: La distribución según tiempo de exposición de los casos se muestra en la Tabla Nº 2.

Tabla Nº 2: Casos de silicosis según tiempo de exposición a polvo respirable
Atacama 1985

TIEMPO (AÑOS)	Nº CASOS	%
Menos de 5	2	3,1
Entre 5 y 9	4	6,2
Entre 10 y 14	9	13,8
Entre 15 y 19	14	21,6
Entre 20 y 24	9	13,8
Entre 25 y 29	6	9,2
Entre 30 y 34	9	13,8
35 y más	12	18,5
TOTAL:	65	100,0

Tabla Nº 3: Casos de silicosis según número de diferentes faenas en que hubo desempeño
Atacama 1985.

Nº DE FAENAS	Nº CASOS	%
1	5	7,7
2	8	12,3
3	8	12,3
4	10	15,4
5	7	10,8
6	8	12,3
7 y más	19	29,2
TOTAL	65	100,0

Tabla Nº 5: Casos de silicosis según edad y tiempo de exposición
Atacama 1985.

Edad (Años)	TIEMPO DE EXPOSICION (AÑOS)			
	Menos de 10	De 10 a 19	De 20 a 30	De 30 y más
Menor de 30	3	0	0	0
Entre 30 y 39	1	9	0	0
Entre 40 y 49	2	8	7	3
Entre 50 y 59		4	5	8
De 60 y más		2	3	10
TOTAL	6	23	15	21

Tabla Nº 4: Edad al ingreso al primer trabajo bajo riesgo silicógeno. Casos de silicosis
Atacama 1985.

EDAD (AÑOS)	Nº CASOS	%
Menos de 14	4	6,2
Entre 15 y 19	19	29,2
Entre 20 y 24	20	30,8
Entre 25 y 29	11	16,9
Entre 30 y 34	8	12,3
De 35 y más	3	4,6
TOTAL	65	100,0

4. **Número de Faenas:** La distribución de los casos según el número de faenas en que hubo desempeño bajo riesgo silicógeno, se muestra en la Tabla Nº 3.

5. **Edad al Primer Trabajo:** La distribución de los casos según la edad de ingreso al primer trabajo bajo riesgo silicógeno, se muestra en la Tabla Nº 4.

6. **Edad y tiempo de exposición:** La distribución de los casos según edad y tiempo de exposición se muestra en la Tabla Nº 5.

V. DISCUSION:

1. Los trabajadores que integraron la muestra fueron 364, de los cuales 65 resultaron con diagnóstico de Silicosis en alguna de sus formas, lo que arroja una frecuencia de 17,90%.

La frecuencia encontrada revela que, entre los trabajadores de la Pequeña Minería, que efectúan labores en faenas y condiciones semejantes a los de la muestra, y afiliados al Servicio de Seguro Social en cuanto a la administración del Seguro contra Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, la frecuencia de silicosis debe ser razonablemente semejante.

Llama la atención que la cifra obtenida es muy superior a los valores que señala la literatura consultada. La diferencia podría deberse a que existen variaciones entre los métodos de explotación de las faenas de la Gran Minería y las de la Pequeña Minería, especialmente en lo relativo al desarrollo de programas de prevención, educación y fiscalización estricta de la adopción de actitudes de prevención entre los trabajadores. Abundar en este punto constituye un desafío de importancia para futuras investigaciones.

Por otra parte, esta cifra muestra que cuantitativamente la Silicosis es, tal vez, el más importante riesgo en el ámbito de la Salud Ocupacional en Atacama. De hecho, comparada esta frecuencia con otras de enfermedades crónicas de la población general tales como Hipertensión Arterial (1,30%) y TBC (6,5 por 10.000), resulta varias veces mayor el riesgo de enfermar por silicosis (en las faenas mineras) que los riesgos por otras patologías.

2. Distribución de casos:

a) **Edad y tiempo de exposición:** Más del 50% de los casos diagnosticados tienen 40 ó más años de edad al momento del diagnóstico. Esta distribución concuerda con el hecho que los trabajadores de más edad han tenido la "oportunidad" de estar sometidos a un mayor tiempo de exposición. Este último hecho se aprecia con claridad al examinar la Tabla Nº 5 en la que se advierte que la frecuencia de casos aumenta concordantemente con la edad y el tiempo de exposición.

Más del 50% de los casos presenta un tiempo de exposición superior a 20 años. El examen de las

Tablas Nos. 1, 2 y 5 permite señalar que con razonable certeza, las variables edad y tiempo de exposición se encuentran asociadas. No es posible afirmar con entera seguridad que existe un fenómeno de causalidad de estas dos variables en la aparición de la silicosis, pero es relativamente clara la participación del tiempo de exposición en el desarrollo de la enfermedad en el individuo, más aún dado el carácter de "crónica", de esta patología.

Llama la atención la existencia de casos con menos de 5 años de exposición, fenómeno que podría explicarse por los niveles de presencia de SiO₃ en las faenas en que estos trabajadores contrajeron Silicosis, y/o por el fenómeno de susceptibilidad individual que se asocia al desencadenamiento de esta enfermedad.

b) **Número de faenas:** El número de faenas en que se desempeñó el trabajador es una variable cuyo estudio demuestra la gran movilidad interfaenas que caracteriza a este grupo de trabajadores. Esto explica el hecho de que más del 52% de los casos de silicosis había trabajado en 5 ó más faenas mineras diferentes, con riesgo silicógeno.

Este hecho sugiere la interconexión de condiciones sociológicas que determinan esta actitud migratoria y que tal vez también se encuentre en alguna medida asociado a la frecuencia de silicosis. Sin embargo, para precisar esta situación, se haría necesario y justificable realizar un estudio puntual hacia este aspecto en particular.

c) **Edad al ingreso al primer trabajo:** La distribución de casos según esta variable sugiere que existe relación con la frecuencia de silicosis. En efecto, a más temprana edad de inicio de exposición, existe también una mayor 'oportunidad' para un más largo tiempo de exposición al riesgo. Por otra parte, se advierte que un alto porcentaje de los casos inició sus actividades antes de los 20 años de edad (35%).

Una aproximación más clara a este fenómeno daría lugar a investigaciones especiales, y que permitan también definir la dependencia de la frecuencia de silicosis frente a esta variable.

VI. CONCLUSIONES:

1. La frecuencia de Silicosis en trabajadores de la Pequeña Minería de Atacama, afiliados al Servicio

de Seguro Social en lo que corresponde al Seguro contra Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, resulta ser en 1985 de 17,90% en una muestra de 364 individuos que representan el 250% de la población sujeta a riesgo.

2. La cifra de Silicosis encontrada en este grupo de trabajadores, es superior a los de otros grupos laborales investigados precedentemente por otros autores en Chile.

3. En grupos laborales semejantes al estudiado en el presente trabajo, puede esperarse una frecuencia de Silicosis también semejante.

4. El nivel de riesgo significa que la silicosis es un problema de salud de gran trascendencia entre los trabajadores mineros de Atacama, y que merece atención preferencial.

5. La distribución de casos de Silicosis según edad, tiempo de exposición, número de faenas en que ha laborado el trabajador, y edad al primer trabajo bajo riesgo silicógeno, sugiere que estas variables están relacionadas con la frecuencia de silicosis, lo que constituye una razonable hipótesis de trabajos futuros.

RESUMEN

Se estudió una muestra constituida por 364 trabajadores expuestos a riesgo silicógeno, a través de métodos radiográficos, obteniéndose una frecuencia de silicosis del 17,90%. Se estudió también el comportamiento de las variables edad, tiempo de exposición, número de faenas en que cada trabajador se desempeñó y, edad al ingreso en el primer trabajo con riesgo silicógeno, las que sugieren una participación activa en la producción de la enfermedad.

SUMMARY

A randomized, stratified sample of 364 mining workers exposed to silicosis risk in Atacama,

Chile was studied through radiologic examination. Silicosis frequency was 17.9 0/o.

The variables: age of worker, exposition time, number of mining posts for each worker, age at the time of initiation risk were also studied, suggesting an active influence in the production of the disease.

RESUME

Un·chantillon composé par 364 travailleurs exposés au risque d'une silicose fût étudié à travers de méthodes radiographiques. La maladie était présente dans 65 cas, soit le 17,90%.

On étudie en même temps le comportement de variables telles que, âge du sujet, temps d'exposition, nombre de chantiers dans lesquels il travailla et, âge auquel il commença à s'exposer au risque, variables qui suggèrent une active participation dans la production de la maladie.

BIBLIOGRAFIA

1. Manual de Bronconeumoatías Ocupacionales. Ministerio de Salud, Chile, 1981.
2. Medina, E. y Kaempffer, A.M. Elementos de Salud Pública. Ed. Andrés Bello. Santiago de Chile, 1978.
3. Oyanguren, H. La Salud Ocupacional en Chile. Problemas de Salud y Medio Ambiente. Recopilación temática. Ministerio de Salud, Chile, 1978.
4. Prenafeta, J. y Cols. Pronóstico en Silicosis. Revista Médica de Chile. Vol. 105, Nº 11. Noviembre 1977.
5. Seminario Regional de Silicosis. Conclusiones y Recomendaciones. Publicación Científica Nº 200. O.P.S., 1970.
6. Zamorano T. Estudio de la Silicosis en Chuquicamata. Rev. Méd. Hospital Roy Glover. Vol. 1, Nº 1. 1981.
7. Instituto Nacional de Estadísticas. Localidades pobladas, Región de Atacama, Chile. 1982.