UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2022

Evaluación del impacto del Plan Nacional de Erradicación de Sílice en tareas de desbaste y picado de muros en la construcción de edificios en altura

CRUZ JORQUERA, MAURICIO JAVIER

https://hdl.handle.net/11673/53198

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN– REY BALDUINO DE BÉLGICA

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL PLAN NACIONAL DE ERRADICACIÓN DE SÍLICE EN TAREAS DE DESBASTE Y PICADO DE MUROS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS EN ALTURA

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional de
INGENIERO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y AMBIENTALES

Alumno:

Mauricio Cruz Jorquera

Profesor Guía:

Ricardo Pastenes Marchant

2021

RESUMEN

La silicosis es una enfermedad de la cual hace algunos años no se tenía mucha información, cuanta genta la padecía y cuantos estaban potencialmente expuestos. Para comenzar a aclarar ciertos temas se conocerán aspectos generales de la sílice libre cristalizada, y el marco normativo que se enfoca en este contaminante, como el D.S. 594, el cual es el cuerpo legal que nos entrega los límites máximos a los que se puede exponer un trabajador.

Si bien se tenía cierto conocimiento sobre la silicosis, esta enfermedad se asociaba solamente a la Gran y Pequeña Minería, solo para el año 2004-2004, cuando se realizó un estudio de exposición a Sílice, iniciado por el Instituto de Salud Pública de Chile, se verificó que hay más rubros donde los trabajadores se encuentran expuestos a Sílice, entre ellos la Construcción.

En base a este estudio, se implanta el Plan de Erradicación de la Silicosis, el cual es un plan estratégico, que incluye las empresa grandes, medianas y pequeñas, y cualquier empresa en que los trabajadores se encuentren expuestos a sílice en cualquiera de sus procesos. Para que este Plan se concrete es necesario que se trabaje en conjunto, empresas, trabajadores y organismos administradores de la Ley 16.744, con cierta supervisión de entidades públicas.

Para verificar cumplimientos del PLANESI, se tomaron como ejemplos 2 tareas del rubro de la Construcción, el picado y desbaste de muros. Se toman muestras y se verifica la forma de trabajo que las empresas adoptan para este tipo de tareas.

Finalmente se realiza un análisis del PLANESI en general parta ver su avance y que influencia tiene sobre las empresas respecto a su implementación.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN. 1

OBJETIVOS 3

Objetivo General 3

Objetivos Específicos 3

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 4

1 CAPITULO I ANTECDENTES 5

1.1 Antecedentes Generales. 5

1.2 Antecedentes de la Sílice Libre Cristalizada 6

1.3 Antecedentes Legales 7

1.3.1 Constitución Política De La República De Chile 7

1.3.2 Código Sanitario 7

1.3.3 Código del Trabajo 8

1.3.4 Normativas relacionadas directamente a Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales. 9

1.4 Estudio de Exposición a Sílice 2004-2005 13

1.5 Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis 14

1.5.1 Programas de Vigilancia de la Silicosis. 15

2 CAPITULO II MARCO TEORICO 18

2.1 Generalidades 18

2.2 Historia de la Silicosis en Chile 18

2.3 Aerosoles 20

2.4 Comportamiento General de las Partículas 21

2.4.1 Resistencia 22

2.4.2 Proyección de partículas 23

2.4.3 La Fracción Respirable 25

2.5 Partículas en las vías Respiratorias 25

2.5.1 Factores Anatómicos y Fisiológicos para retener partículas 26

2.6 Neumoconiosis 27

2.6.1 Efectos de la Sílice Libre Cristalizada sobre la Salud 28

3 CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO 30

3.1 Universo y Periodo de Estudio 30

3.2 Descripción de los Procesos de Desbaste y Picado de Muro 30

3.2.1 Desbaste con Esmeril Angular 30
3.2.2 Picado de Muro con Martillo Neumático 31
3.3 Muestreo Ambiental 32
3.3.1 Procedimiento de Muestreo 32
3.3.2 Descripción de los Equipos e Instrumentos Utilizados 33
3.3.3 Calibración del Tren de Muestreo 37
3.3.4 Técnica Analítica 38
4 CAPITULO IV. PRESENTACION DE RESULTADOS 41
4.1 Muestras Ambientales 41
4.1.1 Muestras de Aire 41
4.2 Medidas de Control y Capacitación 47
4.2.1 Controles de Ingeniería 47
4.2.2 Controles Administrativos 47
4.2.3 Elementos de Protección Personal 49
4.2.4 Capacitación 50
5 CAPITULO V. EVALUACIÓN DEL PLANESI 51
5.1 Principales contribuciones del PLANESI al sistema de gestión del riesgo. 51
5.1.1 Visibilidad de la Silicosis como enfermedad incapacitante 51
5.1.2 Importancia del PLANESI de acuerdo a los principales involucrados 51
5.1.3 Equidad del Plan 52
5.2 Evaluación de la implementación del Plan de Erradicación de la Silicosis 52
5.2.1 Sistemas de Gestión de Riesgos 52
5.2.2 Vigilancia Ambiental 54
5.2.3 Vigilancia de Salud 57
5.2.4 Medidas de control 59
5.3 Logros del PLANESI 62
5.3.1 Sensibilidad frente a la enfermedad 62
5.3.2 Descentralización 63
5.3.3 Modelo Integral 63
5.3.4 Cobertura 63
5.3.5 Difusión 63
5.4 Problemas de PLANESI 64
5.4.1 Información 64
5.4.2 Otros Riesgos 64

5.4.3 **Relación con los Trabajadores** 64
5.4.4 **Vigilancia ambiental** 65
5.4.5 **Niveles de riesgo** 65
5.4.6 **Vigilancia de Salud** 65
6 CAPITULO VI. CONCLUSIONES 67
7 CAPITULO VII. RECOMENDACIONES 70
8 CAPITULO VIII. BIBLIOGRAFÍA 72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Limite Permisible ponderado en fracción respirable para Sílice Cristalina (Cuarzo, Cristobalita y Tridimita). 11

Tabla 2. Periodicidad de la Vigilancia Ambiental en Relación al Limite Permisible Ponderado (LPP). 16

Tabla 3. Periodicidad de la Vigilancia de la Salud según el Grado de Exposición con Evaluación Cuantitativa. 17

Tabla 4. Código de Muestra, Trabajador Evaluado, Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina y Polvo total no clasificado. Se indica además el Período de Muestreo para cada trabajador evaluado en la Constructora I. 41

Tabla 5. Código de Muestra, Trabajador Evaluado, Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina y Polvo total no clasificado, Período de Muestreo. Constructora II. 42

Tabla 6. Muestra, Trabajador Evaluado, Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina y Polvo total no clasificado, Período de Muestreo. Constructora III. 43

Tabla 7. Muestra, Trabajador Evaluado, Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina y Polvo total no clasificado, Período de Muestreo. Constructora IV. 44

Tabla 8. Muestra, Trabajador Evaluado, Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina y Polvo total no clasificado, Período de Muestreo. Constructora V. 45

Tabla 9. Puesto de trabajo, media aritmética y la desviación estándar de la concentración promedio ponderada de sílice cristalina y de la concentración promedio ponderada de polvo total no clasificado en fracción respirable de cada puesto de trabajo. 46

Tabla 10. Acceso a la toma Rx de tórax en su lugar de trabajo, según grupo etario 59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Relación entre velocidad terminal y diámetro de las partículas 24

Gráfico 2. Metodología de evaluación para clasificación de las empresas según nivel de riesgo (%) 56

Gráfico 3. Existencia de un programa de protección respiratoria por tamaño de empresas ... 61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estructura anatómica del bronquiolos y alveolos 26

Ilustración 2. Trabajador de la construcción utilizando esmeril angular 31

Ilustración 3. Trabajador de la construcción utilizando esmeril angular 31

Ilustración 4. Trabajador Utilizando Martillo Neumático. 32

Ilustración 5. Trabajador Utilizando Martillo Neumático. 32

Ilustración 6. Disposición del Tren de Muestreo para Toma de Muestra de Tipo Personal... 33

Ilustración 7. Bomba de Muestreo MSA, Modelo ESCORT ELF. 34

Ilustración 8. Ciclón Dorr Olive utilizado en el estudio 35

Ilustración 9. Jarra de Calibración utilizada en el estudio 36

Ilustración 10. Calibrador Digital utilizado en el estudio 37

Ilustración 11. Tren de Muestreo utilizado en el estudio..... 38

Ilustración 12. Espectro Visible para el Ojo Humano y zona del espectro ultravioleta infrarrojo..... 39

INTRODUCCIÓN.

En los últimos años existe gran interés por estudiar la exposición de los trabajadores al material particulado presente en los lugares de trabajo, especialmente debido al mayor conocimiento sobre los efectos que puede producir sobre la salud la sílice cristalina. La "Agencia Internacional de Investigación contra el Cáncer" (IARC 1997) concluyó que la exposición ocupacional a la sílice cristalina puede causar cáncer de pulmón en seres humanos. Más recientemente, el "Scientific Committee on Occupational Exposure Limits" (SCOEL 2003) reconoció que el principal efecto de la sílice cristalina sobre los humanos es la silicosis.

La construcción en altura es una actividad que ha experimentado un alto crecimiento en las últimas décadas en nuestro país, específicamente en la región metropolitana, lugar en donde se ha concentrado la mayor cantidad de edificaciones. El desarrollo de esta actividad productiva conlleva una serie de riesgos asociados a accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, generando desafíos para las empresas constructoras, para los organismos administradores y para la autoridad sanitaria en materia de higiene, seguridad y medio ambiente.

La implementación de nuevas tecnologías constructivas, asociadas al uso de moldajes y encofrados industriales, ha introducido tareas como el desbaste (pulido) y picado de muros y losas, labores que podrían provocar efectos sobre la salud de los trabajadores expuestos. El desarrollo tecnológico ha permitido que las tareas que se realizaban de forma manual ahora se realicen con herramientas eléctricas (martillo neumático y esmeril angular) las cuales trabajan a altas revoluciones, incrementando la productividad, pero aumentando considerablemente la presencia de polvo en suspensión con contenido de Sílice Cristalina, sustancia cancerígena que genera la silicosis.

Así mismo, para la aplicación de cualquier control de riesgo respecto a lo concerniente a la silicosis, debemos tener conocimiento de lo que establece el Plan de Erradicación de Silicosis, el cual es un plan estratégico que entrega los lineamientos o directrices respecto a la eliminación de esta enfermedad invalidante presente en nuestro país.

Dado que hoy en día se cuenta con más conciencia de los problemas sanitario-laborales de la silicosis y hay una mayor fiscalización por parte de las autoridades y leyes que protegen a los trabajadores, además de una mayor tecnología que contribuiría a una menor exposición al polvo de sílice, se espera que en el sector inmobiliario las medidas de control aplicadas

disminuyan las concentraciones de Sílice Libre Cristalizada presente en las labores de desbaste y picado de muros a niveles inferiores al límite permisible ponderado.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el impacto del PLANESI en el rubro de la construcción, comparando cuantitativamente los niveles ambientales de sílice libre cristalizada en las tareas de desbaste y picado de muro en la construcción de edificios en altura.

Objetivos Específicos

a. Determinar las concentraciones de sílice libre cristalizada en las tareas de desbaste y picado de muro y comparar los resultados con el Limite Permisible Ponderado para Cuarzo y Cristobalita.

b. Determinar si existen diferencias de exposición para las dos tareas escogidas en diferentes empresas de construcción.

c. Demostrar la implicancia del PLANESI en el rubro de la construcción, mediante las diferencias de concentraciones entre mediciones realizadas en 2005 y 2017.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia de realizar esta investigación radica en la escasa información que existe en nuestro país respecto de los niveles de exposición a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores de la construcción. Producto de lo anterior es que en este estudio se investigarán las concentraciones de sílice libre cristalina presente en las tareas de Desbaste y Picado de Muro y se compararán los resultados obtenidos con el Limite Permisible Ponderado (LPP) para el cuarzo y cristobalita establecidos en el Decreto Supremo N° 594 de 1999, del Ministerio de Salud, Sobre Condiciones Ambientales y Sanitarias Básicas en los Lugares de Trabajo.

Finalmente los resultados obtenidos permitirán corroborar la eficacia de las medidas de control (Ingenieriles, Administrativas y uso de Elementos de Protección Personal) utilizadas en el rubro de la construcción para disminuir la exposición de los trabajadores expuestos a dicho agente, catastrar si existen puestos de trabajo para los cuales no existen medidas de control eficientes y establecer, en base a los datos obtenidos, el número de veces que se debiese aplicar periódicamente la vigilancia ambiental de los puestos de trabajo seleccionados en base al decreto supremo N° 594.

Esto permitirá contribuir con la salud de los trabajadores y con el Plan Nacional de erradicación de la Silicosis, liderado por el Ministerio de Salud. En dicho plan se encuentran los lineamientos del Programa Global de Erradicación de la Silicosis, administrado por el Comité Conjunto de la Organización Mundial de Salud y la Organización Internacional del Trabajo OMS/OIT.

ALCANCE

Este documento presentará datos respecto a la concentración de Sílice Libre Cristalizada en el rubro de construcción, para las tareas de desbaste y picado de muros. Establecerá una comparación de concentraciones de acuerdo al marco legal y se verificará la importancia del PLANESI en los resultados.

1 CAPITULO I ANTECDENTES

1.1 Antecedentes Generales.

En el mundo existen millones de trabajadores con riesgo de adquirir silicosis puesto que el SiO_2 (Dióxido de Silicio) es uno de los minerales más abundante en la superficie de la tierra y es el principal componente de la arena. La silicosis es una antigua patología ocupacional y aunque en la actualidad se cuenta con mayor tecnología para controlar la exposición a este agente, diariamente son diagnosticados nuevos casos en el mundo, según datos de la OIT en América Latina padecen dicha enfermedad el 37% de los mineros, porcentaje que asciende al 50% en los mayores de 50 años (OIT 2005).

La silicosis es una fibrosis pulmonar crónica e irreversible que altera la capacidad respiratoria de las personas y puede evolucionar a insuficiencia respiratoria, debido a la inhalación, retención y reacción pulmonar a sílice. Es así que la IARC (Agencia Internacional de Investigación Contra el Cáncer) clasificó en el año 1997 a la Sílice como una sustancia cancerígena en humanos (grupo I), confirmando la asociación causal entre la exposición a este contaminante y el cáncer.

La exposición laboral se asocia a trabajadores que intervienen la corteza terrestre o que procesan rocas, arena o minerales con contenido de sílice, así como también en actividades del sector manufacturero (industria del vidrio, de la cerámica, fabricación de ladrillos refractarios, entre otros) y de la construcción. Según antecedentes del Ministerio del trabajo de Canadá (2004) la sílice es el componente principal de muchos materiales utilizados en el sector de la construcción.

Considerando que esta enfermedad ocupacional es prevenible, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en el año 1995 establecieron el Programa Global de Erradicación de la Silicosis en el mundo al año 2030. A raíz de lo anterior, los Ministerios de Salud, del Trabajo y Previsión Social de Chile, a través de una declaración conjunta realizada el 13 de Julio del año 2007, ratificaron el compromiso del Gobierno de Chile de trabajar para conseguir la Erradicación de la Silicosis.

1.2 Antecedentes de la Sílice Libre Cristalizada

El silicio es un elemento químico que se encuentra en el ambiente de forma natural como Dióxido de Silicio. Esta molécula está formada por la unión de un átomo de silicio con dos átomos de oxígeno (SiO_2). Dada la abundancia de los elementos oxígeno y silicio en la corteza terrestre, es muy común encontrar este compuesto en la tierra. La sílice puede existir en dos tipos de estructura: Amorfa y cristalina, de ahí que dicha sustancia es polimórfica.

En la sílice de tipo amorfa el arreglo de los átomos ocurre de tal manera que no puede encontrarse un patrón regular que se repita en la estructura. Por el contrario, en la estructura cristalina los átomos y las moléculas se disponen en una estructura tridimensional que se repite. Dicho patrón puede ser alterado modificando la estructura interna del cristal. Producto de lo anterior, se pueden encontrar siete diferentes formas o polimorfismos, de los cuales cuatro de ellos son muy raros de encontrar. Las formas más comunes son el cuarzo, la tridimita y la cristobalita, las que se caracterizan por ser estables a diferentes temperaturas. Se ha comprobado que el cuarzo es estable a temperatura ambiente y que además existen dos tipos, donde la transformación de cuarzo alfa a cuarzo beta ocurre a 574 °C. La transformación a tridimita ocurre a los 867 °C, permaneciendo estable hasta los 1470 °C, temperatura en la cual comienza a formarse la configuración cristalina cristobalita (Besoain 1985). El cuarzo tipo alfa es tan abundante en la naturaleza que comúnmente se utiliza el término cuarzo para referirse a todo el grupo de sílice cristalina (Ary 1992, Lujan 1992).

La sílice desde épocas muy remotas y hasta nuestros días ha sido uno de los minerales más usados en todo el mundo. Los mayas, aztecas, egipcios y fenicios utilizaron dicho mineral. Desde la prehistoria el hombre ha hecho uso de este mineral para darle infinidad de usos desde forjar monumentos dedicados a sus dioses, hasta la confección de ciertas armas que le servían para defenderse de los animales y enemigos (Reguero & González 2009).

Actualmente la sílice cristalina es utilizada en diferentes rubros, como por ejemplo la industria del vidrio, la industria de la cerámica y de la porcelana, donde se utiliza harina de sílice (Reguero & González 2009).

En el rubro de la construcción se puede encontrar la presencia de sílice en el concreto, cemento, granito y arena. En el proceso de fundición (gran minería) se utiliza durante el moldeo. Igualmente se encuentra presencia de sílice en la fabricación de ladrillos para hornos refractarios. En las aplicaciones de alta tecnología se ha utilizado para la fabricación de

componentes de comunicación de teléfonos y radios móviles militares. También se ha utilizado para la fabricación de lentes y prismas en instrumentos ópticos (Reguero & González 2009).

1.3 Antecedentes Legales

El marco legal nos permite establecer el cumplimento de los requisitos mínimos para proteger la salud de los trabajadores. Los diferentes cuerpos legales establecen una obligatoriedad por parte de los empleadores, organismos administradores, trabajadores y de manera importante del Estado de Chile. Estos antecedentes son entregados para entender las medidas de prevención y erradicación de la silicosis en el contexto de la presente tesis.

1.3.1 Constitución Política De La República De Chile

(Decreto N°100 del 22-09-2005 del Ministerio General de la República, que Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la constitución política de la república de chile).

Siempre se establece la constitución política del estado como el principal cuerpo legal que permite que desde este marco se establezcan las diferentes leyes, normas y decretos relacionados con la protección en cuanto a seguridad y salud del trabajador. Por ejemplo, en su artículo Nº 19 inciso Nº 9 se establece el derecho a la protección de la salud: "*El Estado protege el libre e igualitario acceso a las acciones de promoción, protección y recuperación de la salud y de rehabilitación del individuo. Le corresponderá, asimismo, la coordinación y control de las acciones relacionadas con la salud, sea que se presente a través de instituciones públicas o privadas, en la forma y condiciones que determine la ley, la que podrá establecer cotizaciones obligatorias*" (Ministerio secretaria general de la Presidencia 2005). Con esto, la Constitución Política del Estado establece que quienes tengan deterioros en su salud, sea por razones profesionales o cotidianas, se asegura la atención hasta su rehabilitación.

1.3.2 Código Sanitario

(Decreto N°725 del 31-01-1968 del Ministerio de Salud Pública)

En términos de jerarquía, el código sanitario es el cuerpo legal que sigue a la Constitución del Estado, Este cuerpo legal es específico para el tema sanitario para toda la población que se encuentra en territorio chileno y establece en su Artículo N°3 "*Corresponde al Servicio Nacional de Salud, sin perjuicio de las facultades del Ministerio de Salud Pública,*

atender todas las materias relacionadas con la salud pública y el bienestar higiénico del país". Así mismo en su Artículo 82, en su literal a) indica que "*las condiciones de higiene y seguridad que deben reunir los lugares de trabajo, los equipos, maquinarias, instalaciones, materiales y cualquier otro elemento, con el fin de proteger eficazmente la vida, la salud y bienestar de los obreros y empleados*". En su literal b) se indica que "*las medidas de protección sanitaria y de seguridad que deben adoptarse en la extracción, elaboración y manipulación de substancias producidas o utilizadas en los lugares en que se efectúe trabajo humano"*; y en su literal c) se indica que "*las condiciones de higiene y seguridad que deben reunir los equipos de protección personal y la obligación de su uso"*.

1.3.3 Código del Trabajo

(Decreto con Fuerza de Ley N° 1 del 16-01-2003, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social; Subsecretaría del Trabajo, que Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del Código del Trabajo)

Este marco normativo es específico para las relaciones laborales entre los empleadores y trabajadores y su fiscalización corresponde a la dirección del trabajo. Donde se establece en su Artículo N° 184 que, "*El empleador estará obligado a tomar todas las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y la salud de los trabajadores, manteniendo las condiciones adecuadas de higiene y seguridad en las faenas, como los implementos necesarios para prevenir accidentes y enfermedades profesionales. Deberá asimismo prestar o garantizar los elementos necesarios para que los trabajadores en caso de accidente o emergencia puedan acceder a una oportuna y adecuada atención médica, hospitalaria y farmacéutica"*. En el mismo artículo, se hace referencia a la fiscalización del cumplimento de las normas de higiene y seguridad en el trabajo, donde se indica que "*Corresponderá también a la Dirección del Trabajo fiscalizar el cumplimiento de normas de higiene y seguridad en el trabajo, en los términos señalados en el artículo 191, sin perjuicio de las facultades conferidas a otros servicios del Estado en virtud de las leyes que los rigen. La Dirección del Trabajo deberá poner en conocimiento del respectivo Organismo Administrador de la ley Nº 16.744, todas aquellas infracciones o deficiencias en materia de higiene y seguridad, que se constaten en las fiscalizaciones que se practiquen a las empresas*".

1.3.4 Normativas relacionadas directamente a Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales.

Si bien los cuerpos normativos indicados anteriormente entregan lineamientos respecto a la salud de la población en general y de los trabajadores. Luego, se presentan algunos cuerpos legales que tienen relación directamente a la seguridad e higiene laboral.

1.3.4.1 Ley Nº 16.744.

(Establece Normas Sobre Accidentes Del Trabajo Y Enfermedades Profesionales de 01-02-1968 del Ministerio del Trabajo y Previsión Social; Subsecretaria de Previsión Social).

Desde la entrada en vigencia de esta ley, todos los trabajadores dependientes y grupos de trabajadores independientes quedan protegidos contra riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, cuyo principal objetivo es la obligatoriedad del seguro social contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, establecido en su Artículo N° 1 donde "*Declárase obligatorio el Seguro Social contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, en la forma y condiciones establecidas en la presente ley*".

Se establece en este cuerpo legal lo que es accidente de trabajo en su Artículo N°5 donde "*Para los efectos de esta ley se entiende por accidente del trabajo toda lesión que una persona sufra a causa o con ocasión del trabajo, y que le produzca incapacidad o muerte. Son también accidentes del trabajo los ocurridos en el trayecto directo, de ida o regreso, entre la habitación y el lugar del trabajo, y aquéllos que ocurran en el trayecto directo entre dos lugares de trabajo, aunque correspondan a distintos empleadores*", así mismo se establece lo que es enfermedad profesional en su Artículo N° 7 donde, "*Es enfermedad profesional la causada de una manera directa por el ejercicio de la profesión o el trabajo que realice una persona y que le produzca incapacidad o muerte".*

Este marco normativo se fundamentaba originalmente en cuatro principios de la seguridad social, agregándose uno más. Los principios indicados por la Superintendencia de Seguridad Social son:

a. Solidaridad: Todos los beneficios que otorga se financian exclusivamente con aporte del empleador o del trabajador independiente.

b. Universalidad: Protege a todos los trabajadores por cuenta ajena e independientes que cotizan.

c. Integridad: Las prestaciones cubren todas las contingencias laborales, desde la prevención hasta las prestaciones médicas y económicas.

d. Unidad: Los beneficios que otorga la ley son iguales para todos los trabajadores/as.

e. Automaticidad de las prestaciones: Los trabajadores dependientes están cubiertos desde el momento en que comienza la relación laboral, aun cuando no tengan contrato escrito ni se hayan pagado las cotizaciones respectivas.

1.3.4.1 Decreto Supremo Nº 594

(Aprueba Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo de 29-04-2000 del Ministerio de Salud).

Este cuerpo legal establece específicamente las condiciones mínimas en las que se debe desenvolver un trabajador, para que no se vea afectada su seguridad y salud. Es así que, para efectos de este trabajo, podemos considerar lo indicado en el Párrafo II "Los Contaminantes Químicos" en su Artículo N° 66 donde, "*Los límites permisibles ponderados y temporales para las concentraciones ambientales de las sustancias que se indican…*", dentro de los cuales se encuentran los Límites Permisibles Ponderado para las sustancias de Sílice Cristalina (Cuarzo, Cristobalita y Tridimita) en Fracción Respirable, los que se presentan en la Tabla 1. El Límite Permisible Ponderado (LPP) es el "*valor máximo permitido para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos existentes en los lugares de trabajo durante una jornada normal de 8 horas con un total de 45 horas semanales"* (Artículo N°59 del D.S. 594). El Cuarzo, Cristobalita y Tridimita son considerados como sustancias A1, es decir, que se ha demostrado que son cancerígeno en seres humanos (Artículo N°66 del D.S. 594).

Tabla 1. Limite Permisible ponderado en fracción respirable para Sílice Cristalina (Cuarzo, Cristobalita y Tridimita).

Tipo de Sílice Libre Cristalizada	LPP (mg/m3)
Cuarzo	0,08
Cristobalita	0,04
Tridimita	0,04
Polvo Total no Clasificado	2,4

Articulo 66º, D.S Nº 594/99 Agentes Químicos.

1.3.4.2 Decreto Supremo Nº 101

Aprueba Reglamento para la Aplicación de La Ley Nº 16.744, que Establece Normas sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales de 07-06-1968 del Ministerio del Trabajo y Previsión Social).

El siguiente cuerpo normativo, establece los procedimientos que se deben seguir frente a un accidente de trabajo (o de trayecto) o frente a una enfermedad profesional. En este sentido para el caso de este trabajo, para el caso del diagnóstico de silicosis, el empleador debe seguir el procedimiento establecido en el Artículo N°72 del decreto en cuestión, donde se indica principalmente que los trabajadores tienen derecho a que se les efectúe exámenes de salud ante una eventual enfermedad profesional, el empleador ante un padecimiento o síntomas de una enfermedad de origen profesional de un trabajador, debe remitir una "Denuncia Individual de Enfermedad Profesional" (DIEP), el Organismo Administrador de emitir la resolución de que si la enfermedad es de origen común o profesional, así como si es de origen profesional debe dejar constancia de los datos del trabajador, su patología y el puesto de trabajo donde estuvo expuesto al riesgo, además deberá incorporar un programa de vigilancia epidemiológica. Esto último está relacionado a la implementación del PLANESI, considerando el riesgo de exposición a sílice.

1.3.4.3 Límite Permisible Ponderado y Control de Riesgo

Respecto al Límite Permisible Ponderado, para el caso de este trabajo, nos debemos dirigir al Artículo N° 66 del Decreto Supremo N° 594, donde se establece el límite para el Cuarzo de 0,4 mg/m3, para la Cristobalita de 0,2 mg/m3, para Tridimita de 0,2 mg/m3 y para

Polvo Total no Clasificado en Fracción Respirable 12 mg/m3. Ahora, es necesario mencionar que en este mismo cuerpo legal se establece en su Artículo N° 60 que, "el límite permisible ponderado puede ser superado momentáneamente, pero en ningún caso superar cinco veces el valor del límite". Sobrepasar el LPP, así como la exposición a límites permisibles temporales, no podrían repetirse más de cuatro veces en la jornada diaria, ni más de una vez en una hora.

Es importante, para el caso de la exposición a sílice, que el Decreto Supremo N° 594 expresa que ante la presencia de agentes definidos que afecten la salud del trabajador (tales como los aerosoles), estos deberán ser captados en su origen impidiendo que se dispersen en el lugar de trabajo. Esto mediante algún mecanismo de ventilación, lo que evitaría el aumento de la concentración del contaminante y que no sobrepasen el LPP (Artículo 33 del D.S: N°594).

Lo descrito en el párrafo anterior, es lo que corresponde a un control ingenieril. A sabiendas de que para realizar el control de riesgos para disminuir o eliminar la exposición (OHSAS 18.001, 2007), en este caso a la sílice, se deben implementar controles de manera jerarquizada. Esto quiere decir que para controlar el riesgo de exposición se debe implementar un control ingenieril (como un sistema de extracción), luego implementar control administrativo (señalética, advertencias, reducir el tiempo de trabajo en el lugar de donde se presente el agente contaminante) y finalmente el uso de Equipos de Protección Personal (EPP). Frente a esto último, en el año 2015 mediante el Decreto N° 123 del Ministerio de Salud, se modificó el D.S. N° 594 donde en su Artículo N° 53 se señala que: "*El empleador deberá proporcionar a sus trabajadores, libres de todo costo y cualquiera sea la función que éstos desempeñen en la empresa, los elementos de protección personal que cumplan con los requisitos, características y tipos que exige el riesgo a cubrir y la capacitación teórica y práctica necesaria para su correcto empleo debiendo, además, mantenerlos en perfecto estado de funcionamiento. Por su parte el trabajador deberá usarlos en forma permanente mientras se encuentre expuesto al riesgo*", donde se debe destacar no solo basta con entregar un EPP para cumplir con la normativa, si no que este debe ser el adecuado contra el riesgo del que se quiere proteger al trabajador, además se debe capacitar al usuario de manera teórica y práctica en su uso, características y limitaciones.

En la misma línea de los EPP el Artículo 54º, también modificado mediante el Decreto N°123 de 2015, establece que "*Los elementos de protección personal usados en los lugares de trabajo, sean éstos de procedencia nacional o extranjera, deberán cumplir con las normas y exigencias de calidad que rijan a tales artículos según su naturaleza, de conformidad a lo*

establecido en el decreto Nº 18, de 1982, del Ministerio de Salud, sobre Certificación de Calidad de Elementos de Protección Personal contra Riesgos Ocupacionales. Sin embargo, si no fuese posible aplicar dicho procedimiento, por la inexistencia de entidades certificadoras, el Instituto de Salud Pública de Chile podrá, transitoriamente, validar la certificación de origen". Es importante destacar de este artículo, que los EPP deben estar certificado en su calidad (sean de origen nacional o extranjero), y que para el caso de que no puedan dar certificados en Chile, el Instituto de Salud Pública de Chile (ISP) validará la certificación extranjera con la cual se interna el producto al país. El mecanismo que utiliza el ISP para validar la certificación de origen, es el Registro de Fabricante e Importadores de EPP.

Para poder evaluar el puesto de trabajo, y verificar que se está cumpliendo con no sobrepasar el LPP, se deben cumplir con 2 requisitos específicos para la toma de muestras:

1. Muestra de Tipo Personal: El trabajador es quien debe llevar el equipo (tren de muestreo) durante la jornada de trabajo.

2. La muestra debe ser representativa, es decir que es necesario que el porte del equipo debe ser al menos el 70% de la jornada laboral, el cual se determina en función de su jornada diaria de trabajo.

1.4 Estudio de Exposición a Sílice 2004-2005

Como se ha dicho, unas de las principales preocupaciones dentro de lo que son las enfermedades profesionales, es la prevalencia de la silicosis, siendo una prioridad la disminución las afecciones por el trabajo con materiales que contienen sílice. Bajo este criterio y con plan de trabajo de un periodo de 4 años (2006-2010), se inicia un estudio investigativo que permita contribuir efectivamente en la disminución de la morbimortalidad de neumoconiosis, como consecuencia de la disminución de la exposición a sílice.

Para lograr el objetivo, es necesario determinar los niveles de sílice libre cristalizada en ambientes laborales en empresas, de mayor importancia dentro de cada región, que presentaron exposición a sílice. Se logró evaluar un total de 132 empresas de 32 rubros diferentes, siendo esto último de gran importancia ya que se abre el abanico de ambientes donde existe exposición y no se centre únicamente en la minería.

El muestro se realizó mediante el método NIOSH 7601, utilizando bombas de muestreo de tipo personal, filtro de PVC de 37 mm de diámetro y 5 micrómetros de tamaño de poro, montados en ciclón tipo Dorr Oliver. Se consideró para este muestreo la determinación de sílice libre cristalizada en su fracción respirable.

De los resultados obtenidos, se tiene que, 11 (35.48%) de los 31 rubros evaluados, sobrepasan el límite permisible ponderado de sílice libre cristalizada en fracción respirable.

De las actividades evaluadas, la de desbastado de cemento en el rubro de la construcción, dio como resultado 1,85 mg/m^3 en la concentración de sílice libre cristalizada, superando en 23 veces el LPP de cuarzo y en 46 veces la cristobalita y Tridimita. Estableciendo este parámetro como base, para la evaluación en este trabajo.

1.5 Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis

En el año 2007, el Gobierno de Chile firma una declaración que tiene como compromiso un trabajo constante para erradicar la Silicosis, uniéndose al Programa Global de Erradicación de la Silicosis, amparado por la OMS y OIT. Con este acuerdo se establecieron metas y objetivos estratégicos que permitirían erradicar la Silicosis, presentándose el Plan Estratégico de Erradicación de la Silicosis (PLANESI)- Dichas metas serán monitoreadas durante el periodo 2009-2030.

Los 5 objetivos estratégicos que presenta el plan son:

1. Disminuir y controlar la exposición a sílice en los lugares de trabajo
2. Disminuir la incidencia y prevalencia de silicosis.
3. Mejorar el diagnostico oportuno y el control de salud de los trabajadores con silicosis.
4. Fortalece el Sistema de Información de Silicosis y de Exposición a sílice y desarrollar un Sistema de Vigilancia de Silicosis
5. Implementar, desarrollar y evaluar el Plan a través de mecanismos tripartitos que fortalezcan la participación de los trabajadores y el trabajo intersectorial

El PLANESI, toma como base y fundamento el estudio realizado por el Instituto de Salud Pública de Chile realizado entre 2004 y 2005, considerando que 35% de los rubros evaluados superaba el LPP establecido en la norma vigente en ese momento, así misma toma en cuenta la estimación realizada por el ISP, la cual indica que el 5.4% de la fuerza laboral chilena tiene una

alta probabilidad de exposición a sílice. Por otro lado, se tiene que los casos silicosis entre los años 200 y 2004 llegaron a 693, de acuerdo a lo declarado por los administradores del Seguro Social contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades profesionales.

Dentro de las 5 metas estratégicas que establece el Plan, se tiene:

1. Disminuir la exposición a sílice a los niveles permitidos por la norma, manteniéndolo en el tiempo, en el 502% de las empresas identificadas al 2015 y en el 100% al 2025-
2. Disminuir la incidencia de silicosis aguda y acelerada, logrando que no se generen nuevos casos en las empresas identificadas al 2015
3. Disminuir de forma sostenida la incidencia anual de silicosis a partir de año 2020
4. Implementar Programas de Vigilancia de la Salud y Ambiente en el 100% de las empresas identificadas con trabajadores expuestos al año 2018
5. Construir una mesa nacional tripartita al año 2009 y mesas tripartitas regionales en las 15 regiones al 2010.

El Plan comienza actuar en diferentes áreas de acción como la exposición a sílice en los lugares de trabajo, es decir detectar los lugares y controlar los lugares de exposición; Capacidad diagnostica y evaluación de silicosis, donde los centros médicos posean las técnicas y equipos adecuados para dar prestación para detección y tratamiento de silicosis; Programas de vigilancia ambiental y de salud, donde es necesario realizar mediciones sistemáticas y periódicas de las concentraciones de sílice en el lugar de trabajo, así estableciendo las medidas de control satisfactorias; Acceso a prestaciones médicas y pecuniarias de los trabajadores con Silicosis y apoyo social, al ser una enfermedad crónica, los trabajadores deben ser objeto de evaluaciones medicas periódicas y tratamientos correspondientes; Sistema Nacional de Información pata la Vigilancia, debe existir un sistema que dé cuenta del número total de casos respecto a la población expuesta (prevalencia) y el número de casos nuevos (incidencia).

La prioridad el Plan, es sobre la fuerza trabajadora que tiene mayor riesgo, por altos niveles de exposición, precarias condiciones y falta de tecnología como control.

1.5.1 Programas de Vigilancia de la Silicosis.

A través de la Resolución Exenta Nº 847 del 20 de octubre de 2009, el Ministerio de Salud oficializó el Manual Sobre Normas Mínimas Para el Desarrollo de Programas de Vigilancia de la Silicosis (MINSAL 2007). En dicho Manual se establecen cuatro niveles de

riesgo con criterios de periodicidad para las evaluaciones ambientales de los lugares de trabajo en función del número de veces que se supera el Límite Permisible Ponderado establecido en el Decreto Supremo N° 594 (Ver tabla 2).

En el año 2015, se aprueba mediante Resolución Exenta N° 268 del 03 de junio de 2015 del Ministerio de Salud, el Protocolo de Vigilancia del Ambiente y de la Salud de los trabajadores con Exposición a Sílice, dejándose sin efecto el manual anterior. En el nuevo protocolo se establecen las responsabilidades de los empleadores y de los organismos Administradores de la Ley 16.744, siendo de carácter obligatorio la implementación de este protocolo en empresas donde exista presencia de sílice.

Tabla 2. Periodicidad de la Vigilancia Ambiental en Relación al Limite Permisible Ponderado (LPP).

Nivel de Riesgo	N° Veces que la concentración supera el LPP	Periodicidad establecida de Muestreos
1	Menor a 25% del LPP	Muestreos ambientales cada 5 años.
2	Mayor o igual a 25% del LPP y menor al 50% del LPP.	Muestreos ambientales cada 3 años.
3	Mayor o igual a 50% del LPP y hasta el valor del LPP.	Muestreos ambientales cada 2 años.
4	Supera el valor del LPP.	Se deberá proceder de acuerdo al numeral 6.6.1.1 del Protocolo de vigilancia

Fuente: Protocolo de vigilancia del ambiente de trabajo y de la salud de los trabajadores con exposición a sílice, Minsal 2015.

Además, se establece en el actual protocolo 3 grados de exposición, de los cuales se establece la periodicidad de vigilancia de salud con Evaluación Cuantitativa (Ver Tabla N°3).

Tabla 3. Periodicidad de la Vigilancia de la Salud según el Grado de Exposición con Evaluación Cuantitativa.

Nivel de Riesgo	N° Veces que la concentración supera el LPP	Periodicidad establecida de Muestreos
1	Mayor o Igual al 50% del LPP y Hasta 2 Veces el Valor del LPP	Cada 2 Años
2	Superior a 2 Veces el Valor del LPP y Hasta 5 Veces el LPP	Anual
3	Superior a 5 Veces el Valor del LPP	Evaluación Dentro de 60 Días

Fuente: Protocolo de vigilancia del ambiente de trabajo y de la salud de los trabajadores con exposición a sílice, Minsal 2015.

2 CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 Generalidades

Con la finalidad de evaluar correctamente el riesgo a través de una acertada estrategia de muestreo y establecer las medidas de control necesarias para disminuir la exposición de los trabajadores en los ambientes laborales, es imprescindible conocer las características físico – químicas de los aerosoles.

Según el tipo de trabajo, el material particulado se encuentra en el aire en diversas formas, tanto desde el punto de vista químico como físico. Esto genera diversas modalidades de exposición, condicionando el comportamiento de las partículas en las vías respiratorias, su potencialidad toxica y su dinámica en el ambiente laboral (Fernández 1979).

A continuación, se definen las características y aspectos más importantes de los aerosoles.

2.2 Historia de la Silicosis en Chile

El problema social de la silicosis en nuestro país surge a partir de la primera década del siglo XX con el ingreso de la gran minería del cobre en la zona norte de nuestro país. Un caso emblemático es el de la mina Potrerillos perteneciente a la compañía norteamericana Andes Copper, donde a partir del año 1916, comienzan a detectarse numerosos casos de silicosis, situación que genero la realización de varios estudios por parte de las autoridades del trabajo y salud de la época, con el objetivo de establecer una legislación laboral que protegiera a los trabajadores (Vergara 2001). Producto de lo anterior surge la ley N°3.170 de 1916, que hace efectiva la doctrina del riesgo profesional, estableciendo la responsabilidad de los empleadores. Asimismo, la ley permitió el derecho de los trabajadores para acceder a asistencia médica y al pago de subsidios. Sin embargo, estos beneficios excluían la compensación económica de los trabajadores portadores de enfermedades profesionales. Es así que, en el año 1924, por medio de la ley Nº4.055, se incluye la cobertura de las enfermedades profesionales (Vergara 2001).

El primer trabajo chileno relacionado con la silicosis, es presentado en la Revista Médica de Chile en el año 1931. En dicho artículo se presenta el estudio de tres casos de silicosis (2 mineros y un caso de molienda de cuarzo) (Andrade et al. 1931)

En 1940 el doctor Manuel de Viado estudió las condiciones médico-sociales de trabajadores de la gran minería. En dicho estudio señala: “A través de los datos estadísticos

podemos decir que la silicosis existe en un porcentaje (30%) que la convierte en un problema nacional, ya que estos datos se han obtenido de la mina mejor protegida (Potrerillos) de todo Chile. Que las medidas de higiene industrial (aunque totalmente desarrolladas) no logran evitarla en el momento actual del desarrollo técnico" (Vergara 2001).

Estudios realizados por la sociedad de Tisiología en el año 1933 en las cristalerías de Santiago de Chile, reveló luego de una serie de exámenes a trabajadores del rubro, varios casos de silicosis. Dicho informe generó un gran impacto pasando a ser la silicosis la preocupación más importante de estos especialistas (Vergara 2001).

Entre 1950 y 1960 se realizan diversos estudios en distintas actividades, especialmente en el rubro minero. Lo anterior queda demostrado en la presentación del Dr. Hernán Oyanguren, realizada en el año 1967, en el Seminario Regional de Silicosis, celebrado en la Paz, organizado por el instituto Nacional de Salud Ocupacional de Bolivia y la Organización Mundial de la Salud. En esta presentación se aprecia que la mayor prevalencia de casos de silicosis se dio en la gran minería del salitre (9.5%), en la industria de la cerámica (9.3%) y en la minería de la calcita (6.9%) (Oyanguren 1967).

En Atacama, el Servicio de Salud de la Región, en el año 1986, desarrollo un programa para pesquisar casos de silicosis, abarcando un total de 501 trabajadores. A continuación, se presentan los resultados de dicho estudio (Rodríguez et al. 1989):

- Se determinó una tasa de prevalencia del 18%, la que aumenta con la edad desde 4,8%, grupo menor de 30 años de edad, hasta 40%, grupo de 60 años y más.

- Se estableció que la tasa aumentaba con el tiempo exposición desde 0,9%, en el grupo de menos de 5 años de exposición, hasta 46,7% en grupo de 30 años y más.

- Se encontró, que la tasa de prevalencia para los pirquineros fue de 30% y para los no pirquineros de 11,2%.

Asimismo, el Servicio de Salud de Atacama realiza, en el año 1991, otro estudio de prevalencia de la silicosis en la pequeña minería. En dicho estudio se examinó a 256 pequeños mineros de Tierra Amarilla, Inca de Oro y Chañaral, alcanzando un total de 1500 trabajadores.

En el sector de Inca de Oro se encontró una prevalencia de 21,95%; en Tierra amarilla de 16,13%, y en Chañaral de 18,52%. En todos los grupos la prevalencia aumentaba a mayor edad (Servicio de Salud de Atacama 1991).

En el año 2005, el Instituto de Salud Pública de Chile elaboro una encuesta que se remitió a todos los organismos administradores, con la colaboración de la Superintendencia de Seguridad Social. En dicha encuesta se solicitaba indicar el número de trabajadores con silicosis diagnosticados entre los años 2000 y 2004. Los resultados obtenidos son los siguientes: año 2000: 108 casos; año 2001: 154 casos; año 2002: 207 casos; año 2003: 97 casos y año 2004: 127 casos (Bernales 2005). Otros antecedentes que se pudieron obtener en el mismo estudio fueron los registros de muertes por neumoconiosis. En el año 1995 se registraron 173 muertes; en 1996: 203 muertes y en 1999: 112 muertes (Bernales 2005).

2.3 Aerosoles

Las sustancias se pueden presentar de diferentes formas en ambiente, para nuestro caso, al ser una sustancia que ingresa mediante vía respiratoria, podemos acotar las sustancias a su forma de aerosol (líquido o sólido) y de gases y vapores. En el caso de la sílice, esta sustancia es un aerosol sólido, el cual puede ser medible, a diferencia de los gases y vapores que su medición es a nivel molecular. El tamaño es una característica importante en función del punto de vista de la salud de los trabajadores expuestos, ya que este parámetro determina la posibilidad de ingreso a las vías respiratorias de una persona, esto si llega al alveolo pulmonar, este aerosol causara daños. El tamaño de las partículas dependerá fundamentalmente del cómo se forma el aerosol, como por ejemplo el desbaste produce partículas de aerosol más finas, mientras que el picado de muros, si bien también forman aerosoles, estos pueden ser de mayor tamaño.

El polvo (aerosoles formados por disgregación), tienen un tamaño aproximado de 100 a 200 micrones como máximo, y de 0,5 micrones de tamaño mínimo. Los aerosoles, son los formados por condensación y tienen un tamaño que varía entre 0,5 y 0,001 micrón y son conocidos como humos.

Las partículas sólidas tienden a ser irregulares, cuando su origen por disgregación mecánica, no así los formados por condensación, los cuales poseen una forma cristalina regular (floculación), esto por causa de cargas eléctricas, aglomerándose de manera rápida y fácil. Esto permite que al ir aumentando de tamaño rápidamente, también sedimenten más fácilmente.

Es así que el tamaño de las partículas, determina el efecto biológico de los aerosoles. La sílice es una sustancia insoluble, pero al estar dividida en partes tan pequeñas, podrían tener un comportamiento de solubilidad. Es así que, por su tamaño, tendrán un comportamiento dinámico que determinará hasta donde penetran en el organismo de quien las respira, o si son retenidas en alguna parte de las vías respiratorias, con ello se sabrá cual es el riesgo de exposición que aquellas partículas.

La concentración de los aerosoles, también determina el nivel de exposición. Se puede expresar esta concentración en masa por volumen, por ejemplo, mg. de contaminante por m^3 de aire. De acuerdo a lo establecido normativamente, los Limites Permisibles Ponderados no indican el nivel máximo de concentración en la que un trabajador puede estar expuesto sin tener consecuencias a la salud. Ahora, esto es referencial considerando que cada sur humano es distinto y que el hecho de la concentración, aunque se encuentre un poco por debajo del LPP, podría ser potencialmente peligroso.

2.4 Comportamiento General de las Partículas

La gravedad juega un rol fundamental en el comportamiento de las partículas, ya que estas quedan a expensas de esta fuerza e influye en el tiempo en que las partículas quedan suspendidas en el aire. A su vez, la partícula al comenzar a caer, se crea una resistencia creada por el mismo aire. La partícula cae a un movimiento acelerado, aumentando la velocidad hasta que el roce con el aire comienza a aumentar la resistencia. Este efecto se produce hasta que la fuerza gravitatoria se iguala con la resistencia alcanzando la “velocidad Terminal”, es decir que la velocidad de caída es uniforme y no sufre cambio.

El tamaño de las partículas infiere directamente en la velocidad terminal, siendo muy baja en partículas pequeñas (cm/hr o mm/hr). Considerando esto, las partículas muy pequeñas quedan suspendidas en el aire por mucho tiempo, siendo un riesgo para la salud de quien se encuentra expuesto. Además, las partículas pequeñas debido a su masa y la alta inercia que poseen, es muy difícil separarlas de aire. Ahora, las partículas más grandes, por su masa tienden a caer mucho más rápido, sedimentando. Los aerosoles al tener formas, composición.

Como se mueven más partículas en la masa de aire es de vital importancia para revelar su comportamiento y cómo podemos controlar una sustancia potencialmente peligrosa. Por ejemplo, en un taller de cerámicas, al pulir un objeto, este arroja al aire material particulado, en

un espacio cerrado, es necesario saber cómo se comportarán estas partículas, si caen rápidamente, o se mantienen en suspensión. Con ello, podemos establecer controles de ventilación o de extracción.

2.4.1 Resistencia

La resistencia al paso de las partículas a través del aire varía con el tamaño y forma de la partícula, con su velocidad, con la viscosidad y densidad del aire. La magnitud de la resistencia está dada por:

$$Fr = \left(\frac{\rho a \times V^2}{2}\right) Ap \times C$$

Donde:

Fr **:** Fuerza de resistencia en dinas.

Pa **:** Densidad del aire o fluido en gr/cm^3.

Ap **:** Proyección del área de la partícula, en cm^2 (área de proyección).

V **:** Velocidad de la partícula respecto al aire, en cm/seg.

C **:** Coeficiente de resistencia (sin dimensión)

El coeficiente de resistencia C, no tiene un valor constante, sino que depende del número de Reynolds, correspondiente al escurrimiento del aire alrededor de la partícula. Dicho número este dado por:

$$Re = \left(\frac{Dp \times V \times \rho a}{\mu}\right)$$

Donde:

Re **:** Número de Reynolds.

Dp **:** Diámetro de partículas especificas (en cm)

V **:** Velocidad relativa entre la partícula y el aire (cm/seg)

ρa **:** Densidad del aire o fluido gr/cm^3.

M **:** Viscosidad del aire (en poises = gr/cm seg).

Lapple y Sheppard (1999) determinaron el valor de coeficiente para distintos números de Reynolds (Re), estableciendo que para valores de Re mayores a 500, corresponde a la zona de flujo turbulento y valores de Re menores a 2, corresponde a la zona de flujo laminar.

2.4.2 Proyección de partículas

Los aerosoles no solo tienen un movimiento vertical, sino que también un movimiento horizontal, especialmente al momento de su formación. Las partículas se dispersan a una velocidad determinada la cual va disminuyendo al entrar en contacto con el aire, y por la fuerza de gravedad que las atrae hacia el suelo.

La velocidad de desplazamiento se ve influida por las corrientes de aire en contra, para partículas pequeñas, y la fuerza de gravedad para las partículas más grandes.

Para que estas partículas provoquen movimiento turbulento, deben ser mayores de 1 mm. Para partículas de cuarzo en movimiento laminar se tiene que:

$$\boxed{vt \ = 0{,}008\ Dp^2}$$

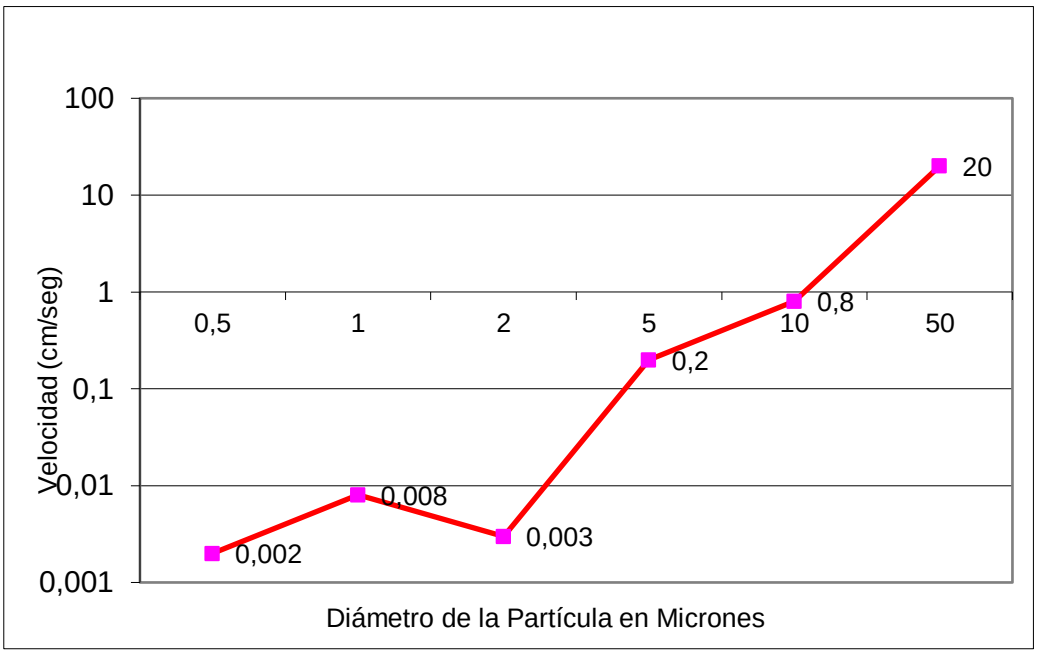
Donde:

Dp **:** Diámetro de partículas especificas (en cm).

Vt **:** Velocidad Terminal (en cm/s).

Con lo cual se pueden calcular las velocidades terminales de las partículas tal como se muestra en el Gráfico 1:

Gráfico 1. Relación entre velocidad terminal y diámetro de las partículas



Fuente: Pérez 2005.

Las partículas de mayor tamaño (>1mm de diámetro), siempre tendrán un movimiento turbulento, desde que inician su trayectoria hasta perder velocidad y sedimentar por la fuerza de gravedad. Las partículas de menor tamaño, perderán velocidad, en función de las corrientes de aire, manteniéndose en la masa de aire una vez que alcanzan la velocidad terminal. Las distancias que recorren las partículas

Se ha calculado que las partículas de mayor tamaño recorren una menor distancia que las partículas de mayor tamaño, esto debido a que las partículas se ven afectas a la atracción de gravedad, y sedimentan con mayor rapidez.

De acuerdo a estudios médicos realizados, el tamaño de las partículas que producen silicosis en los trabajadores va entre 5 y 0,5 micrones. Como se ve, las partículas que producen esta enfermedad, son de tamaño pequeño que permanecen en la masa de aire y se mueven de acuerdo a las corrientes de aire existentes.

En el caso de que las partículas pequeñas se encuentren en un ambiente sin corrientes de aire, estas sedimentaran al igual que las partículas más grandes, pero a una velocidad mucho más lenta.

2.4.3 La Fracción Respirable

Como se discutió previamente, el tamaño de las partículas determina la localización y extensión de su depósito en las vías respiratorias. De esta manera, solamente las partículas inferiores a 5 micrones pasan por los bronquiolos para depositarse en los alveolos, en donde los macrófagos producen la fagocitosis (Fernández 1979).

El tamaño de la partícula influye sobre su solubilidad y consecuentemente sobre su absorción en los tejidos y los efectos tóxicos que genera. Puesto que hay una relación geométrica entre el diámetro y el área de una partícula, puede suponerse que las partículas más pequeñas, al tener una razón diámetro/superficie proporcionalmente mayor que las partículas grandes, tendrán una acción más pronunciada sobre el organismo. Así, el efecto de las partículas más pequeñas será proporcional a su masa y el de las más grandes al área superficial (Fernández 1979).

Cuando una persona respira en una atmosfera pulvígena, una parte de las partículas que inhala se detienen en las vías respiratorias superiores, otra constituida de partículas más finas, penetra en los alveolos pulmonares en donde queda depositada. Finalmente, durante la espiración una parte de las partículas finas que han sido retenidas son expulsadas del organismo.

De una manera general, se puede establecer que la deposición del polvo en los pulmones depende de tres factores principales: 1) diámetro de la partícula, 2) tasa de respiración y 3) anatomía del árbol respiratorio.

2.5 Partículas en las vías Respiratorias

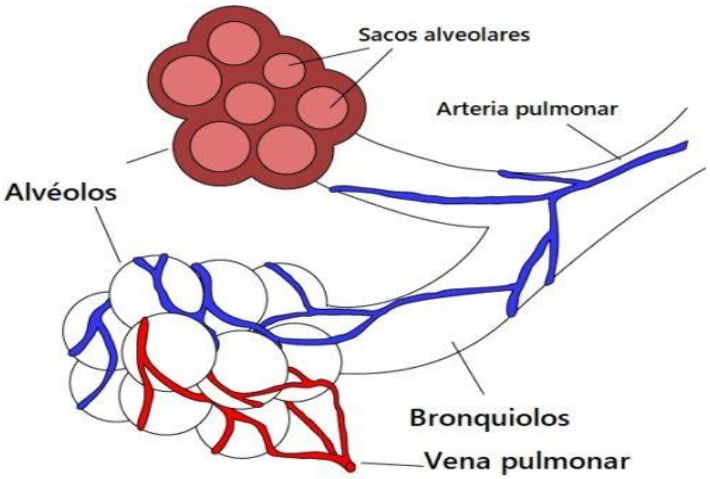
La retención de partículas en las vías respiratorias es producto de factores anatómicos, fisiológicos y físicos. Estos factores nos permiten determinar donde las partículas quedan resentidas Además es importante conocer la tasa de respiración de la persona, es decir, un trabajador en estado de reposo tendrá una tasa de respiración mucho más baja en comparación a un trabajador que se encuentra en plena faena, en estado de agitación. Es sabido que las partículas de 30 micrones hacia arriba, no entran en las vías respiratorias, por lo que no son de importancia para este caso.

2.5.1 Factores Anatómicos y Fisiológicos para retener partículas

Las diferente partes o secciones de las vías respiratorias retienen partículas, en función a l tamaño de estas. La sección de la cavidad nasal retiene las partículas de gran tamaño, llevándolas a la sección de la faringe. Las paredes húmedas permiten que se adhieran las partículas, gracias al movimiento turbulento por la alta velocidad del aire y los cambios de dirección. Esta zona no retiene muchas partículas, mientras que la zona siguiente como la traqueobronquial solo retiene partículas de tamaño entre 3 a 5 micrones

Considerando que la zona nasofaríngea y traqueobronquial, no retienen la mayor cantidad de partículas, debemos buscar la zona que, si lo hace, y esta es donde se produce el intercambio gaseoso, es decir los bronquiolos. La función primordial de los bronquiolos es asegurar que el aire entrante se suministre a cada alvéolo. Los pulmones cuentan con millones de alvéolos encargados de permitir una alta tasa de intercambio de gases con la atmósfera. La red bronquial, al igual que la mayoría de las vías respiratorias, contiene cilios (pequeñas células) en su superficie interior para ayudar a mover el aire a través de todo el sistema respiratorio. Partiendo de los bronquios, los bronquiolos se ramifican en bronquiolos terminales y bronquiolos respiratorios. Los bronquiolos al ramificarse, se dividen en bronquiolos terminales, aún más pequeños, con un diámetro de 0,5 mm o menos. Los bronquiolos terminales ramifican en bronquiolos respiratorios, éstos son los más estrechos de las vías respiratorias y se dividen a su vez en conductos alveolares. (ver Ilustración 1).

Ilustración 1. Estructura anatómica del bronquiolos y alveolos



Fuente: Sheldahl

Los conductos se hacen más estrecha al llegar a la zona pulmonar de los alveolos con un diámetro de 200 a 300 micrones. Así mismo, la velocidad de circulación del aire pasa de

100 cm/s al momento de ingresar por la boca a casi cero en los alveolos pulmonares. Cabe señalar que la superficie total de los pulmones alcanza durante la inspiración profunda 100 m^2.

Una muestra de polvo acumulado en el aparato respiratorio presenta las siguientes características: el 50% de las partículas son inferiores a 0.5 micrones, 49.8% presentan tamaños comprendidos entre 0.5 y 5 micrones, y sólo el 0.21% restante superan los 5 micrones. (Fernández 1979).

2.6 Neumoconiosis

Las neumoconiosis han ocupado un lugar relevante entre las enfermedades profesionales, situación que queda demostrada en el siglo XVI en la obra "De Re Metallica", de George Bauer (1494-1555), en donde hace referencia a las minas ubicadas en los Cárpatos, señalando que se podían encontrar mujeres viudas de hasta siete maridos, escenario que expresa la poca expectativa de vida de dichos trabajadores. Sin embargo, es Paracelso (1493-1541) quien hace la primera publicación dedicada a las enfermedades laborales de los mineros, bajo el nombre "Von der Bergssuchtund Anderen Bergkrankheiten" (De la Minería y Otras Enfermedades Inherentes) (Reyes 1937).

A pesar de que son muchas las enfermedades incluidas dentro de las neumoconiosis, es la silicosis la que más presencia tiene dentro del ámbito laboral, principalmente por la abundancia de este agente, encontrándose presente en productos que se utilizan ampliamente en la construcción como en ladrillos, cemento, asfalto, las pinturas, los barnices, los revestimientos, las tejas de cemento, el vidrio, los plásticos, y los productos de limpieza.

Aún con el actual desarrollo tecnológico, el esfuerzo de organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), de las regulaciones en el ámbito de la prevención y protección de la salud de los trabajadores, de los altos costos que deben asumir los países afectados y de la toma de conciencia a nivel mundial y local sobre la importancia de erradicar la silicosis, las estadísticas siguen mostrando nuevos casos de esta enfermedad.

Tanto en países desarrollados como en países en desarrollo, la exposición a sílice cristalina y sus efectos adversos a la salud todavía es un problema crítico. China registró más de 500.000 casos de silicosis entre el período de 1991-1995. En Brasil, sólo el estado de Minas Gerais reportó más de 4.500 casos de silicosis en trabajadores. Estas cifras se han venido

registrando acumulativamente. Solamente en la India, millones de trabajadores están en riesgo (World Health Organization 2000). En 1995, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) iniciaron una campaña para eliminar la silicosis en el mundo para el año 2030. Es así que, en el año 2005, la OMS y su oficina regional, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la OIT y el Ministerio de Salud de Chile solicitaron asistencia técnica al Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional de Estados Unidos (NIOSH) para desarrollar capacidades adecuadas para eliminar la silicosis en la Región de las Américas (World Health Organization 2000).

En Chile existe un gran número de trabajadores expuestos a sílice, y por lo tanto con riesgo de adquirir silicosis, aspecto que quedo demostrado por el Instituto de Salud Pública (ISP) de Chile en el estudio nacional de Exposición a Sílice, realizado entre los años 2004 y 2005, evidenciando una gran variedad de rubros con presencia de sílice. Asimismo, con la información obtenida en el estudio de la "Situación de Exposición Laboral a Sílice en Chile" del Instituto de Salud Pública, a través de la Metodología de Matriz de Exposición Ocupacional estimó que un 5.4% de la fuerza de trabajo ocupada tiene alta probabilidad de exposición a sílice (Bernales et al. 2008).

2.6.1 Efectos de la Sílice Libre Cristalizada sobre la Salud

La silicosis es una enfermedad fibrósica-cardiovascular de carácter irreversible, considerada enfermedad profesional incapacitante por muchos países.

Consiste en la fibrosis nodular de los pulmones y la dificultad para respirar causadas por la inhalación prolongada de sílice libre cristalina. Actividades como cortar, romper, aplastar, perforar y triturar materiales pueden generar partículas de sílice. Las partículas pequeñas de sílice pueden estar en el aire que se respira y quedar atrapadas en los pulmones. Estas son las más peligrosas dado que son las que pueden alcanzar los bronquios. A medida que el polvo se acumula en los pulmones, estos sufren daños y se hace más difícil respirar con el paso de los años.

Desde el punto de vista histológico, la lesión morfológica típica de la silicosis es el nódulo silicótico, que se inicia como una acumulación de macrófagos cargados de partículas de sílice, localizados en el intersticio pulmonar, cerca del bronquiolo respiratorio. Al desarrollarse, el nódulo silicótico crece y en su área central se disponen concéntricamente capas de colágeno.

Una alteración de características similares puede hallarse en los ganglios linfáticos (Sanz–Gallén et al. 2001).

La silicosis aguda o silicoproteinosis es una variante específica de la silicosis. Es causada por la inhalación de grandes cantidades de sílice cristalina en un corto periodo de tiempo, situación que puede darse en los trabajadores que utilizan arena de sílice como abrasivo (arenadores).

La incidencia de tuberculosis pulmonar en la población de pacientes con silicosis es superior a la observada en la población general, por lo que debe plantearse siempre este diagnóstico ante un paciente afecto de esa enfermedad intersticial que presenta un empeoramiento progresivo de su estado general (Sanz–Gallén et al. 2001).

La silicosis pulmonar simple es bien tolerada, ya que únicamente causa una limitación mínima al ejercicio que puede desarrollar el paciente. En esta situación las pruebas funcionales respiratorias son a menudo normales o únicamente reflejan un trastorno ventilatorio restrictivo, obstructivo o mixto de grado ligero. Los casos de silicosis que presentan tendencia a la progresión, contrariamente, son mucho más sintomáticos y generan disnea limitante. El patrón de alteración ventilatoria muestra entonces un empeoramiento de moderado a severo respecto de los valores de referencia, con una clara tendencia a la progresión de la alteración respiratoria en el tiempo. Estos casos pueden avanzar hasta la insuficiencia respiratoria crónica y requerir oxigenoterapia paliativa (Sanz–Gallén et al. 2001).

La inexistencia de un tratamiento específico de la enfermedad obliga a focalizar las intervenciones al campo de la prevención. Es así que las evaluaciones ambientales que determinan la concentración de sílice libre cristalizada en los lugares de trabajo, las medidas de control y la detección precoz de los casos son imprescindibles, para disminuir o eliminar la exposición de los trabajadores expuestos a dicho agente. Los casos de silicosis avanzados únicamente pueden ser tratados sintomáticamente, utilizando broncodilatadores cuando muestran un cierto grado de reversibilidad pulmonar. La rehabilitación pulmonar supone una ayuda complementaria para el manejo de estos pacientes, ya que consigue mejorar la calidad de vida y la tolerancia al esfuerzo.

3 CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

Para la determinación de los niveles de Sílice libre cristalizada en ambientes laborales se trabajó en forma conjunta con la Seremi Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana y profesionales del Instituto de Salud Pública de Chile.

3.1 Universo y Periodo de Estudio

La primera etapa de esta investigación consistió en establecer los puestos de trabajo a evaluar con información obtenida a través de estudios científicos.

Una vez definidos los puestos de trabajo, se solicitó a la SEREMI de la Región Metropolitana elaborar un listado con las empresas constructoras que se encuentran en proceso de edificación en la ciudad de Santiago. Con la información obtenida se procedió a seleccionar 10 constructoras para su posterior visita.

En terreno se definieron las 5 constructoras a evaluar a través del criterio de grupos de exposición similar, es decir grupos de trabajadores que realizan una misma tarea, usando las mismas materias primas, herramientas y durante el mismo tiempo de manera que su exposición a sílice sea equivalente durante la jornada de trabajo (8 horas). Siendo todos los proyectos evaluados pertenecen a la comuna de Santiago.

3.2 Descripción de los Procesos de Desbaste y Picado de Muro

La mayoría de los productos de concreto y albañilería contienen grandes cantidades de arena común, la que se compone prácticamente de cuarzo. Las partículas finas que se generan durante las operaciones de corte, desbaste y picado de superficies pueden penetrar profundamente en el interior del pulmón del trabajador.

3.2.1 Desbaste con Esmeril Angular

El desbaste de concreto es la eliminación de imperfecciones como grietas, poros, pinturas, recubrimientos, y oquedades del piso. Esto se logra nivelando, alisando y lijando protuberancias o porosidades. Para esta tarea se utiliza como herramienta el esmeril angular, la

cual es una herramienta eléctrica de gran uso en las faenas en construcción. Generalmente se utiliza para cortar o desbastar distintos tipos de materiales, por medio de la rotación de un disco abrasivo a altas revoluciones, algunos trabajos que se pueden realizar son: el corte de cerámicos, baldosas y el pulido de hormigón.

El esmeril angular está compuesto de un motor eléctrico con su carcasa, un cable de alimentación blindado y un enchufe. Utiliza discos abrasivos de corte para metal y piedra, así como de desbaste para ambos materiales.

Ilustración 2. Trabajador de la construcción utilizando esmeril angular

Ilustración 3. Trabajador de la construcción utilizando esmeril angular

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Picado de Muro con Martillo Neumático

El picado de concreto se realiza para perforar paredes o pisos, por donde pasarán tuberías que se requieren en la construcción de un edificio. Para tal tarea se utiliza el martillo neumático, la cual es una herramienta eléctrica usada precisamente para picar, perforar o demoler elementos de hormigón, asfalto o similares. Trabaja sobre superficies horizontales o verticales, en cuyo caso la forma se adapta para que un solo operario pueda aplicar la fuerza necesaria.

Esta herramienta permite la incorporación de accesorios tales como punteros, barrenas, barrenas huecas y cinceles.G

Ilustración 4. Trabajador Utilizando Martillo Neumático.

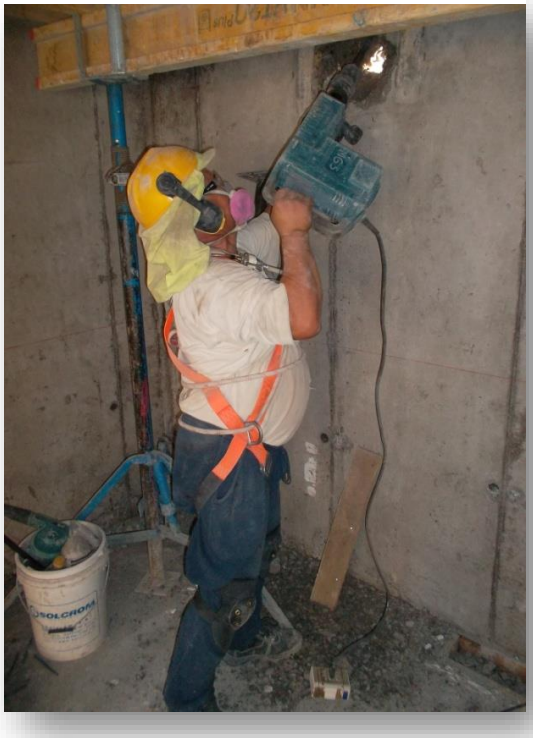


Ilustración 5. Trabajador Utilizando Martillo Neumático.

Fuente: Elaboración propia

3.3 Muestreo Ambiental

En la práctica de la higiene ocupacional, una de las acciones más importante es la evaluación de la concentración de los contaminantes en el aire o en materiales presentes en los lugares de trabajo. Esto sin dejar ausente las etapas de detección y control de los agentes involucrados.

3.3.1 Procedimiento de Muestreo

Para definir las concentraciones ambientales existentes en los lugares de trabajo, se tomaron muestras de aire de tipo personal, de acuerdo al Protocolo para la Toma de Muestra de Sílice Libre Cristalina y Polvo No Clasificado Total (ISP 2012), ambos en Fracción Respirable para un posterior análisis. Para ello se utilizaron bombas de muestreo de tipo personal y como

cabezal de muestreo un filtro de PVC de 37 mm de diámetro y 5 micrómetros de tamaño de poro, todo montado en un ciclón Dorr Oliver. Los trenes de muestreo fueron calibrados para caudales de entre 1,645 l/min y 1,735 l/min. El estudio considero muestras de tipo personal para determinar sílice libre cristalizada en su fracción respirable. Los muestreos fueron representativos de las jornadas de trabajo. El total de las muestras abarcaron al menos el 70% de la jornada diaria de cada uno de los trabajadores evaluados. Debe tenerse presente que las jornadas de trabajo fueron de 8 horas diarias.

Es importante señalar que todas las muestras de aire fueron tomadas por las mismas personas, situación similar sucedió con el análisis de las muestras.

Ilustración 6. Disposición del Tren de Muestreo para Toma de Muestra de Tipo Personal.

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Descripción de los Equipos e Instrumentos Utilizados

Para la toma de muestras de aire se utilizaron bombas de muestreo portátiles, ciclones, mangueras de conexión, una jarra de calibración y un calibrador digital de caudales.

a. Bombas de Muestreo Portátiles.

Estas bombas de muestreo poseen un rango de flujo normal de 0.5 l/min a 3.5 l/min, las cuales son de caudal constante.

Estos equipos de muestreo (ver Figura 8) pueden ser utilizados con distintos dispositivos de muestreo (cabezales de muestreo) tales como cassette con filtros, tubos de carbón activado e impactadores de burbuja, lo que permite recoger distintos contaminantes, según sea el caso, tales como: partículas orgánicas e inorgánicas, fibras, gases y vapores.

Con estas bombas de muestreo se pueden tomar muestras personales y ambientales, de acuerdo a los criterios y estrategias de muestreo planificados, acorde a los objetivos del estudio.

b. Ciclón

En este aparato, el aire contenido es aspirado sobre los bordes de un tubo, recibiendo así un movimiento circular que permite a las partículas gruesas sedimentar en el fondo y a las pequeñas ser llevadas en la corriente de aire hacia la parte superior para ser retenidas por el filtro.

Ilustración 7. Bomba de Muestreo MSA, Modelo ESCORT ELF.

Fuente: Elaboración propia

Las características de este aparato varían en función del caudal, de la forma del conducto de entrada de aire y de la forma y la densidad de las partículas.

La interpretación teórica de los mecanismos que determinan la separación de partículas en un ciclón es muy compleja, puesto que no se trata de un flujo de régimen laminar, y, por otra parte, las fuerzas que intervienen no son muy bien conocidas.

Esta técnica es muy práctica y de utilización sencilla, por lo que se está implantando cada vez más su empleo. Existen métodos normalizados con bombas de muestreo portátil para su aplicación, tanto en minería como en otras atmosferas pulvígenas.

El ciclón está diseñado de modo tal que puede separar el polvo total suspendido en el aire de la fracción respirable (la más fina), la cual queda retenida en el filtro de membrana del portafiltro. El ciclón utilizado en las evaluaciones corresponde a un Dorr Oliver (ver Figura 8). Cabe señalar, que para este tipo de ciclón el caudal recomendado es de 1.7 l/min, ya que es el flujo que más se ajusta al convenio de fracción respirable. El filtro de membrana que se utiliza es de PVC (cloruro de polivinilo), de 5 micrones (micrómetros) de tamaño de poro, el cual debe ser pesado y ambientado previamente.

Ilustración 8. Ciclón Dorr Olive utilizado en el estudio

Fuente: Elaboración propia

c. Jarra de Calibración.

Es un dispositivo especialmente diseñado para calibrar trenes de muestreo que incorporan un ciclón que no permite ser calibrado en forma directa (ver Figura 9).

Ilustración 9. Jarra de Calibración utilizada en el estudio

Fuente: Elaboración propia

d. Calibrador de Flujo

Para la calibración de los trenes de muestreo se utilizó un calibrador digital que mide flujos volumétricos entre 0.005 l/m y 3 l/m (ver Figura 10). Dicho dispositivo funciona con un pistón borosilicatado, lo cual le confiere una gran repetibilidad en las mediciones, mejorando considerablemente las prestaciones de la técnica clásica de la burbuja. Este dispositivo posee las siguientes características:

- Pistón seco (No requiere el uso de líquidos).
- Capacidad de lectura continúa.
- Precisión de ± 1 %.
- Incorpora sensores de temperatura y presión.

Ilustración 10. Calibrador Digital utilizado en el estudio

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Calibración del Tren de Muestreo

Una de las variables básicas de todos los muestreos es el volumen de aire muestreado, de ahí la importancia de poder determinarlo con la mayor exactitud posible. La única forma de efectuarlo es mediante una adecuada calibración del tren de muestreo (ver Figura 11), que permite conocer el flujo o caudal (volumen de aire que aspira la bomba por unidad de tiempo, expresado en l/m).

Ilustración 11. Tren de Muestreo utilizado en el estudio.

Fuente: Elaboración propia

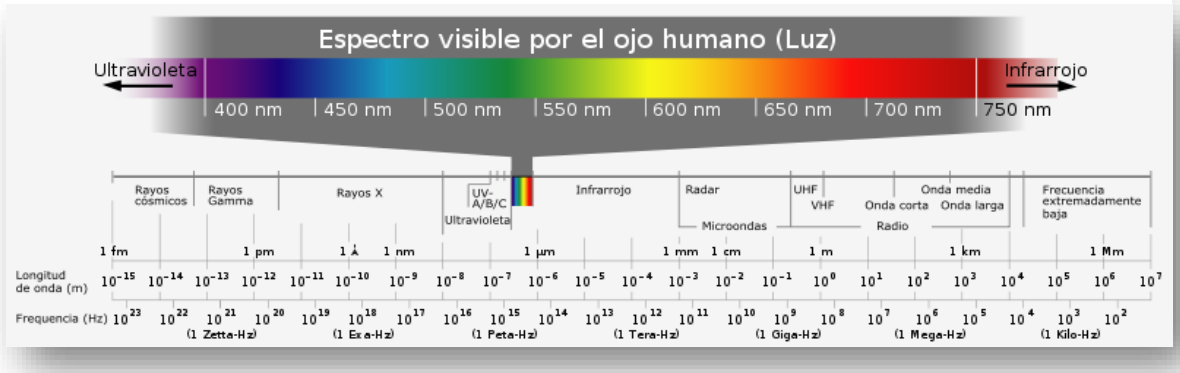
3.3.4 Técnica Analítica

Todas las muestras obtenidas durante el estudio fueron analizadas por el Laboratorio de Toxicología del Instituto de Salud Pública de Chile, mediante el método analítico de Espectroscopia Infrarroja con Transformada de Fourier (FT-IR), con el Método analítico NMAM 7602 NIOSH Modificado.

La Espectroscopia Infrarroja es una técnica instrumental que permite la determinación cualitativa y cuantitativa de especies moleculares. En principio, cada molécula presenta un espectro infrarrojo (IR) característico o "huella dactilar" debido a que presentan determinadas vibraciones que, al activarse, provocan la absorción de energía a una longitud de onda específica en la zona del espectro electromagnético correspondiente al infrarrojo. La zona IR va desde 400 a 4000 cm^{-1} (ver Ilustración 12).

De este modo, analizando las longitudes de onda a las cuales absorbe una sustancia en alguna determinada zona del espectro IR, podemos obtener información de las moléculas que componen dicha sustancia.

Ilustración 12. Espectro Visible para el Ojo Humano y zona del espectro ultravioleta infrarrojo.



Fuente: Elaboración propia

Una de las técnicas más populares para caracterizar mediante espectroscopia IR muestras sólidas que absorben en esta zona del espectro electromagnético, corresponde a la fabricación de pastillas de KBr (Bromuro de Potasio). Esta técnica consiste en mezclar el Bromuro de Potasio en exceso con la muestra a analizar en el orden del miligramo o menos, finamente pulverizado y/o con un tamaño de partícula homogéneo. Posteriormente, se aplica presión a la mezcla sólida con el fin de obtener un disco transparente. A continuación, el disco se coloca en una trayectoria del haz del instrumento para su examen espectroscópico. En el caso del análisis de sílice cristalina depositada en filtros de PVC, el filtro es calcinado durante 3 horas a 600 ºC para calcinar toda la muestra, a excepción de la sílice cristalina que se desea analizar, inmediatamente las cenizas son mezcladas homogéneamente con el Bromuro de Potasio, luego se fabrica la pastilla y se analiza mediante espectroscopia IR. En dicho espectro se identifican los peaks característicos de la sílice cristalina, especialmente a 800 cm^{-1} y 695 cm^{-1}.

Cabe señalar, que en cada oportunidad en que se evalúa ambientalmente un lugar de trabajo, debe tomarse una muestra testigo (TR) con la finalidad de determinar la posible contaminación de los cabezales de muestreo a causa de la manipulación. Así, a las concentraciones encontradas en las muestras respectivas se les debe descontar la correspondiente contaminación.

4 CAPITULO IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 Muestras Ambientales

4.1.1 Muestras de Aire

En las Tablas 4 a 8 se presenta la información referente a los muestreos ambientales realizados a las constructoras. En ellas se muestran los puestos de trabajo muestreados y las concentraciones ambientales promedio ponderadas, considerando la representatividad de tal periodo de muestreo (al menos el 70% de la jornada diaria de trabajo).

El promedio descrito se calculará sobre la base de la Concentración Promedio Ponderado para cada trabajador, ya que son valores obtenidos de muestreos representativos de la jornada diaria de trabajo.

En la tabla 9 se presenta el promedio aritmético y la desviación estándar de las concentraciones ambientales obtenidas para cada puesto de trabajo.

Tabla 4. Código de Muestra, Trabajador Evaluado, Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina y Polvo total no clasificado. Se indica además el Período de Muestreo para cada trabajador evaluado en la Constructora I.

Muestra	**Trabajador Evaluado**	**Concentración Promedio Ponderada Sílice Cristalina (mg/m^3)**		**Concentración Promedio Ponderada de Polvo Total no Clasificado (mg/m^3)**
		Cuarzo	**Cristobalita**	
SI 1/1-03	Kanguero Interior	0,019(1)	0,019(1)	1,30 (1)
SI 2/1-03	Desbastador Esmeril Angular	0,020(2)	0,020(2)	0,36 (2)
SI 4/1-03	Kanguero Exterior	0,019(3)	0,019(3)	1,46 (3)

Fuente: Elaboración propia.

¡

OBS.:

(1) Corresponde a un período de muestreo 428 min.

(2) Corresponde a un período de muestreo 425 min.

(3) Corresponde a un período de muestreo 421 min.

En relación a los niveles de exposición a sílice libre cristalizada (cuarzo y cristobalita) y Polvo Total no Clasificado en fracción respirable, ninguna Concentración Promedio Ponderada está por sobre el límite determinado en el D.S Nº 594 del MINSAL.

Todas las concentraciones de Cuarzo y Cristobalita fueron menores o iguales a 0,020 mg/m3.

Las concentraciones de Polvo Total no Clasificado fueron menores o iguales a 1, 46 mg/m3.

Tabla 5. Código de Muestra, Trabajador Evaluado, Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina y Polvo total no clasificado, Período de Muestreo. Constructora II.

Muestra	**Trabajador Evaluado**	**Concentración Promedio Ponderada Sílice Cristalina (mg/m3)**		**Concentración Promedio Ponderada de Polvo Total no Clasificado (mg/m3)**
		Cuarzo	**Cristobalita**	
SI 1/1-10	Kanguero exterior	0,020 (1)	0, 020 (1)	0,12 (1)
SI 2/1-10	Kanguero interior	0,018 (2)	0,018 (2)	0,73 (2)
SI 3/1-10	Desbastador Esmeril Angular	NHR (*)	NHR (*)	NHR (*)

Fuente: Elaboración propia.

OBS.:

(1) Corresponde a un período de muestreo 432 min.

(2) Corresponde a un período de muestreo 467 min.

(*) No hay resultado por exceso de interferencias. Imposible de cuantificar.

Ninguna Concentración Promedio Ponderada para Cuarzo y Cristobalita está por sobre el límite determinado en el D.S Nº 594 del MINSAL.

Todas las concentraciones de Cuarzo y Cristobalita fueron menores o iguales a 0,020 mg/m3.

Respecto de las concentraciones promedio ponderadas obtenidas de polvo total no clasificado en fracción respirable se puede señalar:

- Todas las muestras tomadas, presentaron concentraciones bajo el límite permisible ponderado establecido en el Decreto Supremo N° 594, de 1999, del Ministerio de Salud:

Tabla 6. Muestra, Trabajador Evaluado, Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina y Polvo total no clasificado, Período de Muestreo. Constructora III.

Muestra	**Trabajador Evaluado**	**Concentración Promedio Ponderada Sílice Cristalina (mg/m^3)**		**Concentración Promedio Ponderada de Polvo Total no Clasificado (mg/m^3)**
		Cuarzo	**Cristobalita**	
SI 1/1-12	Kanguero exterior	0,040 (1)	0,020 (1)	1,55 (1)
SI 3/1-11	Kanguero interior	0,019 (2)	0,019 (2)	2,69 (2)
SI 5/1-11	Desbastador esmeril angular	0,020 (3)	0,020 (3)	1,95 (3)

Fuente: Elaboración propia.

OBS.:

(1) Corresponde a un período de muestreo 429 min.

(2) Corresponde a un período de muestreo 436 min.

(3) Corresponde a un período de muestreo 422 min.

Ninguna Concentración Promedio Ponderada para Cuarzo y Cristobalita está por sobre el límite determinado en el D.S Nº 594 del MINSAL.

Todas las concentraciones de Cuarzo y Cristobalita fueron menores o iguales a 0,040 mg/m3.

Respecto de las concentraciones promedio ponderadas obtenidas de polvo total no clasificado en fracción respirable se puede señalar:

- De las 3 muestras tomadas, 2 presentan concentraciones bajo el límite permisible ponderado y una presentó una concentración promedio ponderada superior al límite permisible ponderado establecido en el Decreto Supremo N° 594, de 1999, del Ministerio de Salud:
    - SI 3/1-11 (Kanguero Interior): 2,69 mg/m^3.

Tabla 7. Muestra, Trabajador Evaluado, Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina y Polvo total no clasificado, Período de Muestreo. Constructora IV.

Muestra	**Trabajador Evaluado**	**Concentración Promedio Ponderada Sílice Cristalina (mg/m^3)**		**Concentración Promedio Ponderada de Polvo Total no Clasificado (mg/m^3)**
		Cuarzo	**Cristobalita**	
SI 3/1-08	Desbastador esmeril angular	0,020 (1)	0,020 (2)	1,64 (1)

Fuente: Elaboración propia.

OBS.:

(1) . Corresponde a un período de muestreo 430 min.

En relación a los niveles de exposición a sílice libre cristalizada (cuarzo y cristobalita) y Polvo Total no Clasificado en fracción respirable, ninguna Concentración Promedio Ponderada está por sobre el límite determinado en el D.S Nº 594 del MINSAL.

Tabla 8. Muestra, Trabajador Evaluado, Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina y Polvo total no clasificado, Período de Muestreo. Constructora V.

Muestra	**Trabajador Evaluado**	**Concentración Promedio Ponderada Sílice Cristalina (mg/m^3)**		**Concentración Promedio Ponderada de Polvo Total no Clasificado (mg/m^3)**
		Cuarzo	**Cristobalita**	
SI 2/1-16	Kanguero Interior	0,05 (1)	0,019 (1)	2,6 (1)
SI 3/1-16	Desbastador esmeril angular	0,019 (2)	0,019 (2)	3,3 (2)
SI 5/1-16	Kanguero Exterior	0, 020 (3)	0,0 20 (3)	0,44 (3)

Fuente: Elaboración propia

OBS.:

(1) Corresponde a un período de muestreo 440 min.

(2) Corresponde a un período de muestreo 430 min.

(3) Corresponde a un período de muestreo 421 min.

Ninguna Concentración Promedio Ponderada para Cuarzo y Cristobalita está por sobre el límite determinado en el D.S Nº 594 del MINSAL.

Todas las concentraciones de Cuarzo y Cristobalita fueron menores o iguales a 0,05 mg/m3.

Respecto de las concentraciones promedio ponderadas obtenidas de polvo total no clasificado en fracción respirable se puede señalar:

- De las 3 muestras tomadas, 1 presenta una concentración bajo el límite permisible ponderado y 2 presentaron concentraciones promedio ponderadas superior al límite permisible ponderado establecido en el Decreto Supremo N° 594, de 1999, del Ministerio de Salud:
    - SI 2/1-16 (Kanguero Interior): 2,6 mg/m^3.
    - SI 3/1-16 (Desbaste Muro y Cielo): 2,6 mg/m^3.

Tabla 9. Puesto de trabajo, media aritmética y la desviación estándar de la concentración promedio ponderada de sílice cristalina y de la concentración promedio ponderada de polvo total no clasificado en fracción respirable de cada puesto de trabajo.

Puesto de trabajo	**Media Aritmética y desviación estándar Concentración Promedio Ponderada Sílice Cristalina**			**Media Aritmética y desviación estándar Concentración Promedio Ponderada de Polvo Total no Clasificado**	**Nivel de Riesgo**
		Cuarzo	**Cristobalita**		
Picador de muro usando martillo demoledor (exterior)	***M***	0,0250 mg/m^3	0,020 mg/m^3	0,89 mg/m^3	2
	DS	0,01	0,0005	0,71	
Picador de muro usando martillo demoledor (interior)	***M***	0,027 mg/m3	0,0188 mg/m3	1,83 mg/m3	2
	DS	0,0157	0,0005	0,97	
Desbastador esmeril angular	***M***	0,020 mg/m3	0,020 mg/m3	1,813 mg/m3	2
	DS	0,0005	0,0005	1,21	

M: Media Aritmética. ***DS:*** Desviación Estándar Fuente: Elaboración propia

La media aritmética obtenida para Cuarzo, Cristobalita y Polvo Total no Clasificado en Fracción Respirable para cada uno de los puestos de trabajo evaluados alcanzo valores por debajo de los Límites Permisibles Ponderados Establecidos en el D.S Nº 594 del MINSAL.

En relación al nivel de riesgo establecido en el Manual Sobre Normas Mínimas para el Desarrollo de Programas de Vigilancia de la Silicosis, todos los puestos de trabajo alcanzaron

el Nivel de Riesgo 2, lo que significa que los empleadores a través del organismo administrador deberán realizar evaluaciones ambientales al menos cada 3 años.

4.2 Medidas de Control y Capacitación

Posterior a la identificación y evaluación de riesgos, es necesario implementar las medidas de control que permitan disminuir la exposición de los trabajadores expuestos a Sílice. En general, los métodos de control se agrupan en tres categorías (controles de ingeniería, controles administrativos y uso de protección personal), los que se presentan a continuación en orden de jerarquía. Es importante señalar que cuando las dos primeras categorías no son capaces de eliminar o disminuir la concentración ambiental de sílice, permaneciendo un riesgo residual, es en este momento en que se debe implementar el uso de elementos de protección personal.

4.2.1 Controles de Ingeniería

Los controles de ingeniería eliminan o reducen la exposición a un agente mediante la sustitución de materias primas, cambio en los procesos o utilización de sistemas de extracción.

Cabe señalar que en todas las constructoras evaluadas se utilizaban sistemas de extracción para las labores de desbaste y humectación para las labores de picado de muro, lo que en definitiva permitió mantener concentraciones por debajo del límite permisible ponderado.

Es importante implementar en cada una de las constructoras procedimientos de mantención preventiva de equipos, con el propósito de mantener en perfecto estado de funcionamiento los sistemas de extracción conectados a los equipos de desbaste.

4.2.2 Controles Administrativos

Complementario a las medidas de ingeniería, se deben implementar controles administrativos, relacionados con mejoras en las prácticas de trabajo, capacitación de los trabajadores y señalización de las áreas en donde se realicen labores de desbaste y picado de muro.

Es importante que las constructoras evaluadas implementen un programa de orden, limpieza y mantención de las instalaciones, maquinarias y herramientas, con el fin de mantener

el lugar de trabajo lo más limpio posible. En el programa se deben definir buenas prácticas de trabajo, para los cual es necesario la capacitación permanente de los trabajadores. Hay que tener en cuenta que un lugar de trabajo sucio muestra una baja prioridad en el cuidado de las tareas y crea una actitud de despreocupación en los trabajadores.

En relación a los sectores de almacenamiento y disposición de polvo con contenido de sílice, es necesario contar con lugares y recipientes adecuados (de material resistente e impermeables, sin agujeros o fracturas) y asegurar su correcto almacenamiento y disposición final. Toda materia prima o producto que contenga sílice debe ser etiquetado como tal.

Algunos principios básicos para buenas prácticas de trabajo incluyen:

- Minimizar el tiempo de exposición a polvo con contenido de sílice (rotación de trabajadores).
- Retirar lo antes posible productos y desechos en estado de polvo con contenido de sílice que contaminen el aire.
- Vaciar correctamente el polvo en los contenedores y sellarlos inmediatamente (sin movimientos enérgicos).
- Mantener cerrados los contenedores de polvo.

4.2.2.1 Educación, Entrenamiento y Comunicación del Peligro

Dentro de las estrategias preventivas es clave que los trabajadores estén informados sobre los peligros y su forma de controlarlos, de cómo realizar sus tareas en forma correcta y segura, operar procesos y usar equipos. También se les debe informar y capacitar en prácticas de trabajo seguro, selección, uso y control de elementos de protección personal, en particular de la protección respiratoria, higiene personal y consecuencias de la exposición a sílice.

4.2.2.2 Señalización

La señalización constituye otro punto a considerar. Ella debe presentar un mensaje claro y de fácil comprensión por parte del trabajador. Es necesario que las constructoras evaluadas coloquen señaléticas en los sitios en donde se realicen las labores de desbaste y picado de muro con el propósito de prevenir acciones o condiciones inseguras. Es importante informar que el ingreso a estas áreas deberá ser restringido única y exclusivamente al personal autorizado por

el encardado de prevención, siempre y cuando estén provistos de los elementos de protección personal adecuados al riesgo a cubrir.

4.2.3 Elementos de Protección Personal

Cuando las medidas de control ingenieriles y administrativas son insuficientes para eliminar o controlar el riesgo de exposición a sílice, se debe considerar el uso de elementos de protección personal para proteger al trabajador del riesgo residual. Tanto en las labores de desbaste y picado de muro interior y exterior las medias geométricas para las concentraciones promedio ponderadas de cuarzo fluctuaron entre 0,020 mg/m^3, 0,027 mg/m^3 y 0,025 mg/m^3 respectivamente. Estos niveles, a pesar de estar bajo el límite permisible ponderado según la legislación chilena, pueden enfermar a un trabajador expuesto sin el correcto equipo de protección personal, puesto que para las sustancias cancerígenas no existe dosis de exposición laboral ni ambiental segura.

Los elementos de protección personal que se sugieren para proteger adecuadamente a los trabajadores expuestos a sílice libre cristalizada es el equipo de protección respiratoria (mascara de rostro completo o medio rostro) con filtros para material particulado P100 certificado por norma americana o P3 certificado por norma europea. Además, es necesario contar con ropa de trabajo exclusiva para las labores de desbaste y picado de muro (overol) con el propósito de evitar que el trabajador en los momentos de descanso circule con ropa contaminada. Cabe señalar que el empleador debe proveer de casilleros exclusivos para guardar la ropa de trabajo (contaminada), además de encargarse del lavado de esta.

El objetivo de la protección respiratoria es preservar la salud y la vida de los trabajadores que la utilizan. Esto hace necesario la selección, uso y control de los respiradores en función de un programa escrito de protección respiratoria. A continuación, se mencionan los puntos más relevantes que debe contener un programa:

- Evaluar el riesgo.
- Identificar donde se requiere control.
- Identificar el riesgo residual.
- Informar a los trabajadores sobre los riesgos de exposición.
- Seleccionar el respirador adecuado.
- Asegurarse que el respirador no es riesgo adicional.

- Involucrar a los trabajadores en selección.
- Entrenar a trabajadores y supervisores en uso, mantención y almacenamiento.
- Inspeccionar periódicamente las máscaras y sus filtros.
- Elaborar un programa de muestreo y recambio de filtros.

Según las aprobaciones del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional de Estados Unidos (NIOSH) de Estados Unidos, cuando el respirador es de medio rostro, su uso es apropiado para concentraciones inferiores a 10 veces el LPP, en el caso de sílice el valor es de 0,8 mg/m^3. Para la protección respiratoria de rostro completo su uso se limita a concentraciones que no superen 5 veces el LPP, con un valor de concentración de sílice de 4 mg/m^3.

4.2.4 Capacitación

La empresa debe contar con un programa escrito de capacitación teórico-práctico dirigido a trabajadores y supervisores, se recomienda que dicho programa contenga a lo menos el siguiente contenido:

- Que es la sílice cristalina y en que materiales se encuentra.
- Información de los procesos y puestos de trabajo con riesgo de exposición.
- Información sobre los posibles efectos adversos a la salud producto de la exposición a sílice libre cristalina.
- Hojas de datos de seguridad de sustancias que contienen sílice cristalina.
- Medidas y controles ambientales para la seguridad del trabajador.
- Instrucciones sobre el uso y cuidado de la protección respiratoria y ropa de protección.
- Normas en materia de embalaje, señalización y etiquetado.
- Instrucción respecto de la información contenida en la señalética.
- Información respecto de la importancia de los controles de ingeniería, la higiene personal y las prácticas de trabajo seguras para reducir la exposición.

5 CAPITULO V. EVALUACIÓN DEL PLANESI

Se evaluará la influencia del PLANESI, respecto a su implementación en el sistema de gestión de riesgos en las empresas que tienen exposición a sílice en sus procesos productivos.

5.1 Principales contribuciones del PLANESI al sistema de gestión del riesgo.

5.1.1 Visibilidad de la Silicosis como enfermedad incapacitante

El estudio realizado en los años 2004-2005, a cargo del Instituto de Salud Pública de Chile, estableció parámetros que antes no se conocían en Chile respecto a la silicosis, desmitificando que este problema era ajeno al país y que la existencia solo se centraba en la minería. Se comprueba que, en los rubros incluidos en este estudio, como la construcción, la inexistencia de controles a la exposición a sílice. Así en 2005, se establece la primera reunión regional de Plan de Erradicación de la Silicosis, donde el Gobierno de Chile da un claro paso para enfrentar a la silicosis como un problema grave y que afectaba a muchos trabajadores. Permitiendo además se forme un equipo de expertos, quienes entregan los lineamientos iniciales para diseñar el PLANESI.

5.1.2 Importancia del PLANESI de acuerdo a los principales involucrados

De acuerdo al estudio realizado en los años 2017-2018, se logró establecer que el PLANESI es de vital importancia, y que se coincide en que los trabajadores se sienten involucrados con este Plan, consignado que fortaleció la vigilancia de la salud de los trabajadores, le dio visibilidad a los derechos de los trabajadores, le dio visibilidad a la enfermedad, permitió que se consideraran las opiniones de los trabajadores mediante un trabajo tripartito, y que es esencial gracias al objetivo principal como erradicar la silicosis.

Los distintos involucrados en el Plan, dentro de los cuales se encuentran las empresas, los organismos públicos, los organismos administradores de la ley y de administración delegada y los trabajadores, tienen el consenso de que el PLANESI es un paso importante para el fortalecimiento de la vigilancia en salud y para la obligación de cumplir de manera legal con los protocolos y normas aplicables, dejando de lado la voluntad para vigilar la exposición a sílice y de quienes ya tenían la enfermedad. Como ejemplo en el cambio normativo, es la prohibición de del uso del chorro de arena.

Se ve que para los trabajadores expuestos a sílice (especialmente para los mineros), el PLANESI es un hito histórico esperado por años, generando “milagros” en el sistema de salud ocupacional.

Para los profesionales de los organismos administradores, el PLANESI ha surgido como un medio que permitió que los trabajadores tuvieran conocimiento de sus derechos básicos respecto a seguridad y salud en el trabajo.

5.1.3 Equidad del Plan

El PLANESI es diseñado con la mirada de que se debe controlar la exposición a sílice de todos los trabajadores expuestos, sin importar el rubro o tipo de empresa, edad o género. Además, como se menciona anteriormente, la exposición a sílice no es propio de la minería, por lo que el Plan hace el esfuerzo de incorporar a los trabajadores de todos los rubros donde los trabajadores se encuentren expuestos.

La equidad también tiene referencia a la inclusión del tamaño de la empresa, sin importar si es pequeña o grande, es decir que en cualquier empresa que exista exposición a sílice, se debe realizar o implementar un sistema de gestión respecto al riesgo de que se presente silicosis en los trabajadores.

5.2 Evaluación de la implementación del Plan de Erradicación de la Silicosis

Para evaluar la implementación del PLANESI, es necesario verificar el funcionamiento de las diferentes partes necesaria para el funcionamiento del Plan, como los Sistema de Gestión de Riesgos, la Vigilancia Ambiental, la Vigilancia en Salud, y los Controles preventivos. En consideración a uno de los objetivos principales, “Exposición a sílice en lugares de trabajo”, la empresa debe identificar, cuantificar y controlar la exposición a sílice, para ello debe implementar y evaluar de manera constante un Sistema de Gestión de Riesgos.

5.2.1 Sistemas de Gestión de Riesgos

El hecho de que los Organismos Administradores tienen conocimiento de las empresas en las que sus trabajadores se encuentran expuestos a sílice, deberían tener la capacidad de

poder preparar a las empresas en cuanto a los Sistema de Gestión de Riesgos (SGR), así mismo poder planificar y programar los SGR que cumplen con el objetivo que establece el PLANESI.

Legalmente (art. 66, ley N°16.744), las empresas con más de 100 trabajadores están obligadas a contar con Departamento de Prevención de Riesgos, que cuya finalidad principal es tener un SGR, lo que se acopla perfectamente a la implementación del PLANESI. Esto sumado a que las empresas que contraten o subcontraten otras empresas, la empresa mandante vigilar el cumplimento de la normativa como implementar un SGR, cuando en su conjunto agrupen más de 50 trabajadores (art. 66 bis, ley N° 16.744). Cabe mencionar que en el D.S. N° 76 (2006) del MINSAL, define al SGR al "conjunto de elementos que integran la prevención de los riesgos, a fin de garantizar la protección de la salud y de la seguridad de todos los trabajadores".

Lo anterior ocurre para empresa con gran cantidad de trabajadores, pero existe un trabajo entre la Mesa Nacional Tripartita en conjunto con la OIT, quienes elaboran orientaciones para que se incluya la exposición a sílice en MIPYME, pero para ser aplicados de manera voluntaria. Esto se ve reflejado en un documento llamado "Directrices Especificas sobre Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para Empresas con Riesgo de Exposición a Sílice (SGSST – Sílice 2013)".

Se puede entender que una empresa tiene implementado un SGR relacionado a la exposición a sílice, cuando la empresa presenta los siguientes elementos:

- ✓ Identificación de los puestos de trabajo con exposición a sílice.
- ✓ Protocolo para la aplicación de las evaluaciones cuantitativas.
- ✓ Protocolo para la aplicación de las evaluaciones cualitativas.
- ✓ Implementación de medidas de control de la exposición a sílice.
- ✓ Capacitación de los trabajadores en materias de exposición a sílice y del riesgo de silicosis.
- ✓ Disponer de un programa de protección respiratoria.

De acuerdo al último estudio, se visitaron 214 empresas de las cuales solo 182 se pudo aplicar el cuestionario de consulta. De las 182 empresas encuestadas, 105 (57.69%) indicaron tener un Sistema de Gestión de Riesgos, 68 empresas (37.68%) indicaron no tener un SGR, y las 9 empresas restantes (4.95%) no contesta la pregunta (Fuente: "Evaluación del Plan

Nacional de Erradicación de la Silicosis: Áreas de Acción Exposición a Sílice en los Lugares de Trabajo y Vigilancia Ambiental y de Salud en las Empresas". 2019)

Es necesario considerar que el hecho de indicar que la empresa posee un SGR no es constitutivo de que se esté aplicando en la realidad, es por esto que las empresas deben demostrar mediante documentación para la verificación del cumplimento. En este sentido, del total de las empresas que informaron tener un SGR, solo 67 (36.8%) cumplieron los criterios mínimos de un sistema de gestión, esto incluye medidas de control para la exposición a sílice, contemplar la identificación de puestos de trabajo expuestos a sílice, aplicación de normas para la evaluación cualitativa y la aplicación de normas para la evaluación con mediciones cuantitativas. Solamente 4 empresas (2.2%) presentaron documentos que permitieron verificar lo señalado. Finalmente, solo 2 empresas (1.1%) posee un SGR que cumpla con los requisitos mínimos y que además posee documentación para respaldar lo anterior.

En cuanto a los rubros consultados, 98 fueron de la construcción, rubro de nuestro interés, de las cuales solo 2 empresas (2.04%) indicó que contaba con SGR con los cuatro criterios mínimos indicados anteriormente, 1 empresa (1.02%) con SGR con los cuatro criterios más un Programa de Protección Respiratoria (PPR), 33 empresas (33.67%) con un SGR, un PPR y capacitación, y 62 empresas (63.27%) no cuentan con SGR. Solo 3 empresas presentaron documentación y respaldo (Fuente: "Evaluación del Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis: Áreas de Acción Exposición a Sílice en los Lugares de Trabajo y Vigilancia Ambiental y de Salud en las Empresas". 2019).

5.2.2 Vigilancia Ambiental

Otro aspecto a evaluar es la implementación de programas de vigilancia ambiental, que tiene como finalidad disminuir la prevalencia e incidencia de casos de silicosis, llevando a la erradicación de nuevos casos de silicosis.

Con las mediciones ambientales para determinar si existe exposición, y de cuanto, de los trabajadores, así se puede determinar el periodo de las evaluaciones ambientales y de salud, y a su vez se pueden determinar los controles frente a tal exposición.

En el estudio del 2019, se detectó que, de las empresas evaluadas, sobre un 68% de los puestos de trabajo donde se define que hay un nivel de riesgo (capitulo 1.5.1 de este trabajo), esto se determinó mediante evaluación cuantitativa. No obstante, 26% determino el nivel de

riesgo de manera cualitativa, lo que es contraproducente de acuerdo a lo establecido por el protocolo. Pero cabe decir que el protocolo del 2015, la vigilancia ambiental para el rubro de la construcción, se puede definir el nivel de riesgo mediante evaluación cualitativa, dejando la evaluación cuantitativa para faenas de larga duración. Dentro de las empresas evaluadas, hubo 8 casos que informaron puestos de trabajo con nivel de riesgo 4, de las cuales 3 son del rubro de la construcción (60%).

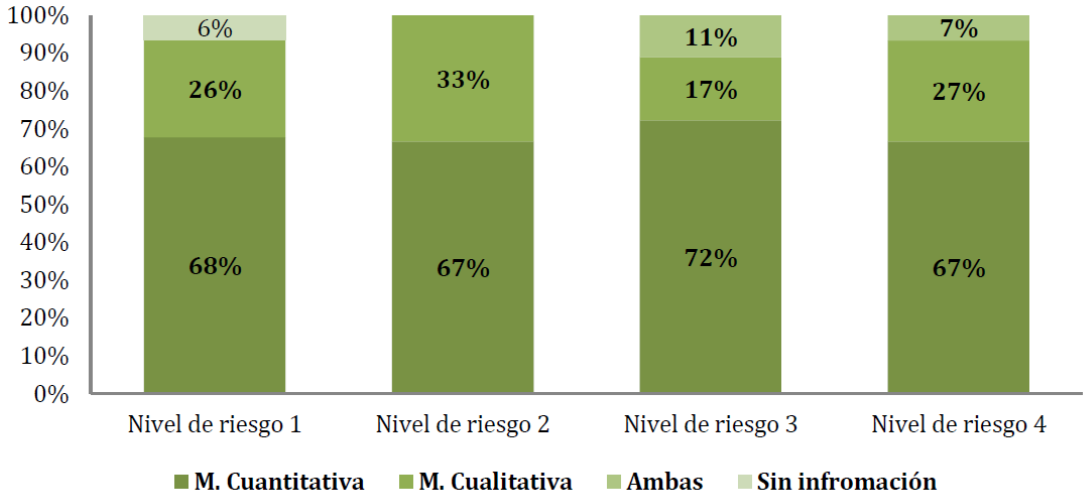
Lamentablemente el aspecto de la evaluación ambiental, es difícil de realizar primero por la capacidad de los organismos administradores para poder realizarlas. Por otro lado, las situaciones como las condiciones climáticas o realizar mediciones en proceso no crítico, no permiten una evaluación cuantitativa real y precisa, lo que en consecuencia existe una inadecuada clasificación del riesgo y por lo tanto se aplican controles por debajo de lo que se requiere, exponiendo a los trabajadores al contaminante.

El grafico N°1, muestra los niveles de riesgos informados por las empresas evaluadas según el método utilizado para determinarlo.

Muchas de las trabas para las mediciones sean fidedignas las pone la empresa, esto justamente solicitando la evaluación en invierno, donde el ambiente es más húmedo y por lo tanto la concentración de la sílice es menor, y por otro lado realizan presiones para que no sean catalogadas con niveles de riesgo alto.

En el proceso de vigilancia ambiental, es muy importante que los grupos de exposición sean homogéneos, es decir que “realizan una misma actividad en el mismo lugar de trabajo, utilizando las mismas materias primas, herramientas, equipos o maquinarias, para tiempos de exposición específicos del agente” (MINSAL, 2015).

Gráfico 2. Metodología de evaluación para clasificación de las empresas según nivel de riesgo (%)



Fuente: "Evaluación del Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis: Áreas de Acción Exposición a Sílice en los Lugares de Trabajo y Vigilancia Ambiental y de Salud en las Empresas", 2019.

Una vez que se han evaluado y catalogado los niveles de riesgos, los organismos administradores deben prescribir controles al riesgo, en el estudio realizado del total de las empresas evaluadas, el 54.7% indican que han adoptado medidas prescitas, de este total el 18.3% son catalogadas con nivel de riesgo 4, y el 47.3% fueron catalogadas con niveles 1, 2 o 3. Un 14% indican que están en un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), pero no entregan información sobre su nivel de riesgo, y un 20.4% informan que no se encuentran en un PVA, y por lo tanto no tienen una clasificación de riesgo definido (Fuente: "Evaluación del Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis: Áreas de Acción Exposición a Sílice en los Lugares de Trabajo y Vigilancia Ambiental y de Salud en las Empresas", 2019).

Dentro de los controles de riesgo establecidas por los organismos administradores, se repite el aislamiento, aplicación de humedad, aspirado, capacitación, cambio de materias primas. Estas medidas, son adoptadas por el 89.4% de las empresas para las cuales se les indicó su prescripción. Esta cifra difiere según otros actores, como los propios trabajadores de las empresas.

Cabe señalar, que, en el rubro de la construcción, si bien se han implementado algunos controles, como la humectación, este no es aplicado con la frecuencia requerida. Además, se acusa que no existe una cultura preventiva por parte de los mismos trabajadores, respecto a los controles impuestos por el empleador. EN ese sentido, el comité paritario si bien podría estar conformado, su rol final es insuficiente para aplicar y vigilar los controles de riesgo. Respecto a esto, el 91.6% de la empresa indico tener un comité paritario, pero solo un 7.4% pudo demostrar la conformación con documentación.

La efectividad de las medidas preventivas, dependerá de varios aspectos, por ejemplo, el enfoque que se le da a dichas medidas, ya que muchas veces se le adosa al trabajador la responsabilidad de que implementen las medidas (construcción), por lo que ya dejan de ser efectivas. Otra cosa es la edad de los trabajadores, esto porque hay personas de edad más avanzada que son reacias al cambio, y no cambian sus costumbres.

Es importante la implementación de controles de riesgo o medidas preventivas y que estas y mantengan en el tiempo, ya que una vez reevaluada la empresa (según el protocolo), esta puede bajar el nivel de riesgo por la cual fue clasificada la empresa.

La fiscalización de la Vigilancia Ambiental, se realiza la autoridad sanitaria, de acuerdo a lo que establece la normativa vigente, “la autoridad sanitaria debe velar por el cumplimiento de las normas, planes, programas, actualización del diagnóstico epidemiológico, vigilancia permanente, etc.” (MINSAL, 2009).

Para que la fiscalización sea realizada de manera adecuada, se les debe informar por parte de los organismos administradores a la Autoridad Sanitaria el Nivel de Riesgo 4, así como las medidas de control prescritas.

5.2.3 Vigilancia de Salud

La vigilancia en salud, trata del análisis de manera constante, la interpretación y retroalimentación de la información respecto a la salud de los trabajadores y trabajadoras en su lugar de trabajo. Esta información puede ser individual, es decir la salud propia del trabajador y colectiva, donde se realiza una vigilancia epidemiológica de la población.

Para el caso del PLANESI, la vigilancia de salud está enfocada en la evaluación médica de los trabajadores expuestos a sílice, así obteniendo diagnósticos de presencia precoz de

silicosis, o preventivamente antes de que exista algún síntoma o señal de enfermedad. Así con ello, se puede evitar que evoluciones la enfermedad, o que nunca aparezca.

La vigilancia de salud básicamente es que los trabajadores de empresas donde existe presencia de sílice, se puedan realizar chequeos médicos con regularidad. Esta periocidad está dada por el nivel de riesgo establecida en el protocolo de vigilancia (tabla N°3)

De acuerdo a la información obtenida, 59.6% de los trabajadores indican que han tenido control médico en su trabajo actual, 40.18% señala que no lo han tenido. En cuanto a rubro, la Minería presenta una mayor proporción de trabajadores con control médico con un 71.26%, seguido por el rubro de Manufactura con 66.67% (fuente: "Evaluación del Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis: Áreas de Acción Exposición a Sílice en los Lugares de Trabajo y Vigilancia Ambiental y de Salud en las Empresas", 2019). Lo destacable de manera negativa, que la información de respaldo es casi nula.

Si bien los trabajadores, aprueban el hecho de poder acceder a controles médicos, esto se ve frenado por la logística si el centro de atención no se encuentra cerca del lugar de trabajo.

Además de los controles médicos, la vigilancia de salud incluye el control por radiografía de tórax, acceso y calidad. La diferencia entre estos es precisamente es la calidad del examen y su lectura.

Respecto al acceso a la toma del examen, la proporción aumenta según el grupo etario, es decir, entre más edad, mayor la cantidad de trabajadores que se toma el examen radiológico, esto considerando el tiempo que cada trabajador está expuesto a la sílice.

En la tabla N°10, se puede observar lo indicado anteriormente, también se observa que una cantidad importante, no ha sido evaluado medicamente.

Esta misma situación, pero llevado al rubro de cada empresa, la Minería presenta la mayor proporción de trabajadores con radiografía (62,59%), luego Manufactura (42,62%), en tercer lugar, el rubro Otros (40%), y el rubro Construcción presenta la menor proporción de trabajadores con radiografía (25,75%) (Fuente: "Evaluación del Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis: Áreas de Acción Exposición a Sílice en los Lugares de Trabajo y Vigilancia Ambiental y de Salud en las Empresas", 2019).

Tabla 10. Acceso a la toma Rx de tórax en su lugar de trabajo, según grupo etario

	Si		No		No recuerda		Total	
Grupo etario	n	%	n	%	n	%	n	%
Menor de 25 años	13	20,97	48	77,42	1	1,61	62	100
25 a 44 años	169	40,33	250	59,67	0	0	419	100
45 a 64 años	159	45,82	183	52,74	5	1,44	347	100
65 o más años	17	37,78	28	62,22	0	0	45	100
Total	358	41,01	509	58,30	6	0,69	873	100

Fuente: "Evaluación del Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis: Áreas de Acción Exposición a Sílice en los Lugares de Trabajo y Vigilancia Ambiental y de Salud en las Empresas", 2019.

Respecto a la toma de radiografía de tórax de calidad, está controlado por el Programa de Evaluación Externa de la Calidad de los Exámenes Médicos Relacionados con a Silicosis (PEECASI), con el fin de mantener un estándar de calidad. Par ello debe haber personal capacitado para tomar imágenes como para la lectura de estas. Así mismo el equipamiento debe ser el adecuado que permita una toma de radiografías precisa. El problema mayor en este aspecto es a lectura de las radiografías, ya que se diagnostican de manera errónea otras enfermedades, primero por la falta de tecnología y otro porque no hay personal capacitado.

5.2.4 Medidas de control

Al implementar un Sistema de Gestión de Riesgos, se identifica y se evalúa el riesgo de exposición a sílice, con ello se deben aplicar medidas de control, como sabemos deben ser controles ingenieriles, administrativos y en caso de existir un riesgo residual, la implementación de Elementos de Protección Personal.

El control ingenieril es el prioritario, y su función es eliminar o disminuir en el origen de la emisión del contaminante, donde se puede destacar la sustitución de materia prima, aislamiento, ventilación o cambios en los procesos. Es probable que este tipo de control sea el menos utilizado por los costos que conlleva para las empresas, independientemente que este

tipo de control es de mayor beneficio para el trabajador. Para poder aplicar un control ingenieril, es necesario tener una evaluación cuantitativa.

Los controles administrativos, se aplican posterior a los controles ingenieriles, y son complementarios a ellos, dentro de los que más se repiten son disminuir el tiempo de exposición, tiempos de ventilación, capacitación, información del riesgo asociado a su trabajo, señalización, etc.

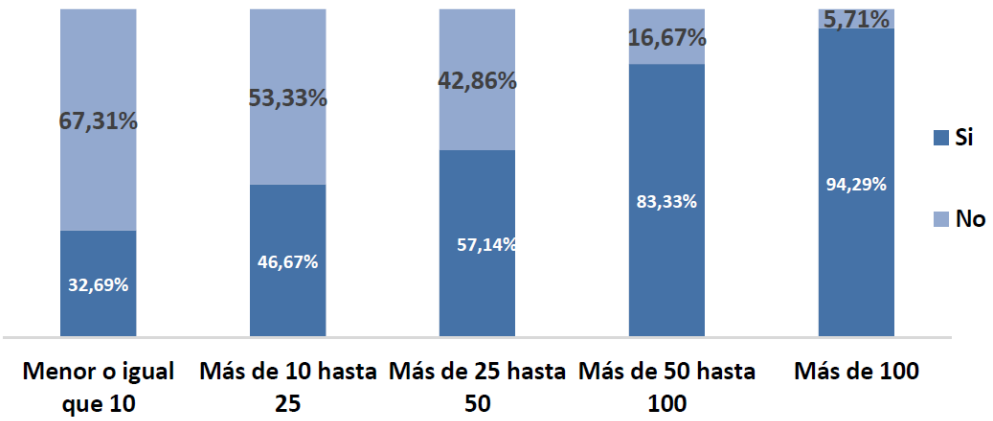
Elementos de Protección Personal, es la última barrera entre el riesgo y la persona, y es por ello que este tipo de control es para riesgos residuales, es decir que se deben entregar luego de que se apliquen los controles anteriores, o en el caso de que no sea posible aplicar dichos controles.

Para la aplicación de este control, es necesario la implementación de un Sistema de Gestión de Elementos de Protección Personal, lo que se traduce en un programa de protección respiratoria (PPR), lo que incluye la forma de entrega, mantención del EPP, y reposición de estos, además se debe considerar la capacitación de uso y limitaciones del EPP. El protocolo del 2015, indica la necesidad de que exista un programa de protección respiratoria para empresas con trabajadores expuestos a sílice.

Con el estudio del 2019, de un total de 178 empresas que entregaron información al respecto, solo 102 (57.3%) contaban con programa, y de estas solo 14 (7.7%), presentaron medios de verificación. El grafico N°2. Nos muestra la existencia de un programa de protección respiratoria según el tamaño de la empresa (respecto a la cantidad de trabajadores).

Dentro del mismo estudio, se detectó que independientemente de tener o no un programa de protección respiratoria, no todos los trabajadores tienen a disposición equipos de protección respiratoria (EPR). El 93% de las empresas indican que entregan EPR, mientras que el 7% restante no lo hace. Esto hace pensar que las empresas que no lo entregan es por no tener un PPR o porque no hay disponibilidad de poder entregar EPR a todos los trabajadores de la empresa, considerando que las empresas evaluadas, todas tienen un grado de exposición a sílice.

Gráfico 3. Existencia de un programa de protección respiratoria por tamaño de empresas



Fuente: "Evaluación del Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis: Áreas de Acción Exposición a Sílice en los Lugares de Trabajo y Vigilancia Ambiental y de Salud en las Empresas", 2019.

Como se indicó en el capítulo del marco legal, el D.S. N°18 del 1982 (MINSAL), los EPP debe estar certificados en su calidad, para ello y de acuerdo a lo establecido en el D.S. N°173 de 1982 (MINSAL), el ISP autorizará a las entidades que quieran cumplir el rol de certificadores de EPP. En caso de que los EPP no puedan ser certificados por que no existan entidades que lo puedan hacer, el ISP validará la certificación de origen, esto establecido en el D.S: 594 del 1999 (MINSAL). En consecuencia, el PPR debe considerar que, para la entrega de EPR, estos deben estar certificados en su calidad por una entidad nacional, y si no es posible esta gestión deben estar validados mediante el Registro de Fabricantes e Importadores de EPP administrado por el ISP.

En este sentido, de acuerdo a lo evaluado, 149 empresas (81.65%) informan que entregan EPP con calidad certificada, pero solo 2 de estas pudieron respaldar esta información. Además, está vinculado el recambio de las máscaras y sus filtros, de ello 111 empresas (63.07%) informan un recambio, pero solo 5 tienen respaldo documental. Para los filtros específicamente, 113 empresas (62.09%) indican tener registro de cambio de filtros y 65 empresas (35.16%) informan que no tienen registros de cambios (fuente: "Evaluación del Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis: Áreas de Acción Exposición a Sílice en los Lugares de Trabajo y Vigilancia Ambiental y de Salud en las Empresas", 2019).

Respecto a la calidad pero desde el punto de vista del rubro de la empresa, en Construcción el 55.1% de las empresas informan entrega de EPP de calidad certificada, Mientras que Minería indica que un 64.86% entrega EPP de calidad certificada, y Manufactura informa que 47.37% de sus empresas entregan EPP de calidad certificada (Fuente: "Evaluación del Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis: Áreas de Acción Exposición a Sílice en los Lugares de Trabajo y Vigilancia Ambiental y de Salud en las Empresas", 2019).

Un punto importante es que el protocolo indica que los EPR para protección contra exposición a sílice, no deben ser desechables, aun así, existen empresas (55) que entregan este tipo de protección respiratoria. El protocolo indica que los EPR deben cumplir algunos aspectos, que no sea un producto desechable, debe ser de medio o rostro completo y que el filtro sea como mínimo P3 o P100.

5.3 Logros del PLANESI

5.3.1 Sensibilidad frente a la enfermedad

Esto tiene relación con la visión que se tiene actualmente de la silicosis, respecto a las empresas, organismos administradores y trabajadores. Existe una mayor comunicación entre los diferentes actores respecto a la problemática de la exposición a sílice y que existe una conciencia distinta a la presencia de este contaminante.

Se tiene la información de que este problema no se centra en un solo rubro, como la Minería, si no que se puede encontrar en cualquier rubro donde se trabaje con materiales compuestos por sílice, así mismo no se centra en tareas específicas como por ejemplo corte de concreto, sino que también en picado, desbaste y pulido de concreto.

Frente a esto, gracias al PLANESI, también las empresas han presentado una actitud más colaborativa para mejorar los lugares de trabajo donde existe exposición a sílice, así como implementar controles preventivos.

5.3.2 Descentralización

Se ha establecido una descentralización primero geográfica, al presentar mesas de trabajo regionales, donde cada empresa tiene situaciones totalmente diferentes respecto al lugar geográfico en la que se encuentra. Por otro lado, y como se ha dicho anteriormente, no solo se centra en el rubro de la gran Minería, sino que hay otros rubros donde también existe la exposición a sílice.

5.3.3 Modelo Integral

Este Plan incluye desde la evaluación de riesgos, implementando un Sistema de Gestión de Riesgos, Sistema de Protección Respiratoria, Vigilancia Ambiental y de Salud, controles, hasta la rehabilitación del trabajador que haya presentado algún grado de la enfermedad.

La idea de PLANESI, se ha plasmado en el colectivo de manera sistemática, presentando bases para programas de vigilancia que se puedan implementar a futuro.

5.3.4 Cobertura

Se ha establecido una mejora en la cobertura de vigilancia ambiental para empresas y vigilancia de salud para los trabajadores, siendo esta una consecuencia directa de la implementación del PLANESI. Es decir, antes, la silicosis era tomada como una enfermedad "normal", por tanto, no existía una vigilancia exhaustiva, hoy si bien no es una cobertura absoluta, la mejora ha sido constante.

5.3.5 Difusión

Gracias a la difusión del Plan, se sabe qué se está haciendo respecto a la silicosis. El PLANESI ya no es una estrategia desconocida, y por lo tanto trabajadores y empresas saben los procedentes que debe implementar en caso de que exista una exposición a sílice, por ejemplo, los niveles de riesgo que pueden catalogar a una empresa y que controles debe implementar. Así mismo, los trabajadores tienen conocimiento de la misma enfermedad, a que están expuestos y los derechos y deberes que se deben tomar en cuenta.

5.4 Problemas de PLANESI

5.4.1 Información

Esto tiene relación a la información base con la que se inicia el Plan, que prácticamente no existía, por lo que se tuvo que empezar desde las bases, y esto claramente fue un problema ya que recabar información relevante influye en el tiempo de implementación.

Además de eso, mucha información no se correspondía a lo que exponían los organismos administradores respecto a los expuestos a sílice, debido a que no estima una evaluación de los puestos de trabajo en función de la exposición a sílice.

5.4.2 Otros Riesgos

Si bien se visibiliza el riesgo de la exposición a sílice, se invisibilizan los otros riesgos, es decir que la silicosis al tomar una mayor importancia, los esfuerzos se centran en ella, más se despreocupa por otro tipo de riesgos que puedan existir en la empresa.

5.4.3 Relación con los Trabajadores

A o que se refiere este título, no es que el problema sean los trabajadores en sí, sino que es lo que se relaciona con ellos, por ejemplo, la vigilancia de salud está enfocado a trabajadores formales, dejando de lado a trabajadores informales, los que no son contabilizados.

Si bien se han visibilizados derechos que tienen los trabajadores, aun se observa una falta de educación en esta materia, ya que no todos los trabajadores se sienten capacitados o en conocimiento de los derechos respecto a lo que pueden exigir considerando su exposición a sílice.

Otro tema respecto a los trabajadores, es su participación en conjunto a la empresa y los organismos administradores. Muchos indican que todo está enfocado a un tema político ya que en las mesas ocupan los espacios representantes de organizaciones mas no los trabajadores mismos.

5.4.4 Vigilancia ambiental

Uno de los problemas que se observan en este aspecto es que los organismos administradores no poseen grupos de trabajo capacitados respecto al PLANESI, silicosis y los protocolos. Esto es primordial para el avance del PLAN.

El hecho de que no están equipos de trabajo competentes, produce diferencias en la interpretación del protocolo, y por lo tanto se producen diferentes tipos y controles y acciones en la vigilancia. La interpretación varía entre personas, entre equipos de trabajo y lo que interpreta la misma empresa.

Por otro lado, el protocolo no es conocido por los trabajadores, considerando que la capacitación respecto a esto, solo se realiza a mandos superiores.

5.4.5 Niveles de riesgo

El problema que se ve con los niveles de riesgos, es que puede que no sean representativas de la empresa, debido a que las mediciones han sido erradas por consecuencia de una mala capacitación, por condiciones de la empresa, por condiciones atmosféricas, procesos no críticos, etc., lo que conlleva que el nivel de riesgo sea menor a la realidad.

Además de lo anterior, el hecho que los organismos administradores no poseen recursos necesarios para controlar todos los riesgos, se prioriza a los niveles 3 y 4, postergando el resto.

5.4.6 Vigilancia de Salud

La vigilancia está supeditada a la vigilancia ambiental, es decir si no estés esta última, no se realiza la vigilancia de salud, es decir que mientras no haya evaluación cuantitativa, si existen trabajadores expuestos, estos no se les realizaría un control médico ni emanes radiológicos.

Así mismo, para empresas medianas y pequeñas, poder tener una vigilancia de salud se hace más dificultoso y por lo tanto comienza a desistir de implementar un protocolo.

Por otro lado, la toma de exámenes radiológicos comienza a ser un problema por la falta de centros controlados por PEECASI, por lo que la calidad de estos emanes no es uniforme para todas las empresas ni para todos los trabajadores. Este es uno de los problemas principales,

considerando que al 2016 solo existe un centro PEECASI, el cual perdió esta condición ese año, no existiendo ninguno en la actualidad (Fuente: “Evaluación del Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis: Áreas de Acción Exposición a Sílice en los Lugares de Trabajo y Vigilancia Ambiental y de Salud en las Empresas”, 2019).

Se suma a lo anterior, que muchas empresas no cooperan en un 100%, ya que no envían a sus trabajadores a los controles o toma de exámenes, esto por voluntad de la empresa, locación de la empresa, horarios de funcionamiento de los centros de atención u horario de trabajo del trabajador.

6 CAPITULO VI. CONCLUSIONES

Con el paso de los años en nuestro país se ha tomado conciencia respecto de las consecuencias que provoca a la salud la exposición a sílice libre cristalizada. Esto se debe principalmente al trabajo realizado por instituciones públicas a través de estudios, campañas de comunicación y la generación de mesas de trabajo tripartita a nivel nacional y regional con la presencia de autoridades de gobierno, empresarios y trabajadores. Es así que nuestro país en el año 2009 firma el lanzamiento oficial del Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis en Chile, asumiendo el compromiso de erradicarla para el año 2030, para lo cual se han implementado diversas actividades como el desarrollo de encuestas por empresa, la implementación de una plataforma informática destinada a generar un catastro nacional de trabajadores expuestos a sílice y por último la implementación del protocolo de vigilancia ambiental y de salud de trabajadores (Minsal 2009).

A pesar de contar con diversos programas destinados a disminuir y controlar la exposición a sílice libre cristalizada, aún podemos encontrar puestos de trabajo en donde no se han realizado evaluaciones cuantitativas, no se han implementado los programas de vigilancia y no existe un registro de trabajadores expuestos. Lo anterior se pudo constatar en el rubro de la construcción, puesto que ninguna de las empresas visitadas y evaluadas contaba con la implementación de alguno de los programas exigidos por los organismos públicos.

Los organismos administradores son los encargados de otorgar las prestaciones médicas, preventivas y económicas que establece la Ley 16.744 a los trabajadores que coticen con este seguro. Sin embargo, en el rubro de la construcción de edificios en altura, dichas actividades no están siendo realizadas por los organismos administradores y los propios organismos administradores justifican que las fiscalizaciones no se han realizado puesto que en la construcción existe una alta rotación de trabajadores y la duración de las obras no supera los dos años.

Este trabajo entrega información respecto de las concentraciones promedios ponderadas a la cual se encuentran expuestos los trabajadores que realizan labores de desbaste y picado de muro, entregando información valiosa para la implementación de programas de vigilancia en la construcción.

Los resultados de este trabajo indican que las empresas evaluadas tienen conocimiento y han implementado medidas de prevención de la silicosis en el rubro inmobiliario de edificación en altura. En todas las evaluaciones realizadas, los trabajadores contaban con alguna medida de control, independiente del tipo de empresa (i.e. mandante o contratista). Todos los desbastadores contaban con sistemas de extracción localizada (conectada a la desbastadora) y equipo de protección respiratoria. Además, los picadores utilizaban humectación para las labores de picado y equipo de protección respiratoria.

Tanto para las labores de desbaste y picado de muro interior y exterior, las medias para las concentraciones promedio ponderadas son, respectivamente:

- Cuarzo: 0,020 mg/m^3; 0,027 mg/m^3 y 0,025 mg/m^3.
- Cristobalita: 0,020 mg/m^3; 0,019 mg/m^3 y 0,020 mg/m^3.
- Polvo total no clasificado: 1,813 mg/m^3; 1,83 mg/m^3 y 0,89 mg/m^3.

Lo anterior corrobora la eficacia de las medidas de control implementadas por las empresas, las que permiten disminuir las concentraciones a valores inferiores al límite permisible ponderado. Además de la eficacia de las medidas de control, existe un riesgo residual que en todos los casos evaluados está siendo controlado con equipos de protección respiratoria (i.e. mascaras). Sin embargo, al momento de evaluar los equipos de protección respiratoria se pudo constatar que estos no se seleccionaban ni utilizaba según lo establecido en la guía de selección y control de protección respiratoria del Instituto de Salud Pública de Chile.

Para cada uno de los puestos de trabajo evaluados se determinó en base a la norma, la periodicidad de las evaluaciones ambientales (cuarzo) en función del nivel de riesgo establecido en el manual sobre normas mínimas para el desarrollo de programas de vigilancia de la silicosis. Todos los puestos de trabajo permanecieron en el nivel de riesgo 2, lo que significa que las empresas deben realizar muestreos ambientales al menos cada 3 años, siempre y cuando no existan cambios importantes en las medidas de control de riesgo implementadas o haya un aumento significativo de la producción. Bajo estas condiciones se deberá realizar una nueva evaluación para determinar nuevamente el nivel de riesgo al que están siendo sometidos los trabajadores de este rubro laboral.

Finalmente, la implementación del PLANESI ha sido bajo respecto al periodo actual, esto considerando la implementación de un Sistema de Gestión de Riesgos, implementación de un Sistema de Vigilancia Ambiental y de Salud, esto considerando que a pesar muchas empresas indican tener alguno de estos aspectos en funcionamiento, no tenían respaldo

documental para poder verificar lo informado. Dentro de los rubros con mayor exposición a sílice, la Gran Minería es la que presenta la mayor cantidad de puestos de trabajo en nivel de riesgo 4, la fábrica de baldosas presenta una mayor cantidad de puestos en nivel de riesgo 3. La construcción es el rubro que presenta puestos de trabajo en los 4 diferentes niveles de riesgo, pero disminuyendo en el nivel de riesgo 4. en empresas como la construcción ha sido de gran mejora respecto a la salud de los trabajadores expuestos a sílice.

Un problema que no permite precisar el avance concreto del PLANESI, es la falta de información, en consideración de que la meta final del PLAN es que no existan nuevos casos de silicosis, ya que no se tiene este dato relacionado a los periodos de exposición, de latencia y su diagnóstico. Así mismo, la información respecto al nivel de silicosis al momento de su diagnóstico, ya que esto permitirá saber si la enfermedad se produjo antes o después de la implementación del PLAN en la empresa.

Si bien se han presentado muchos problemas para el avance del PLAN, de todas maneras, hay mejoras en los procesos, implementación de protocolos y controles de riesgo, instalación de vigilancia sea ambiental y de salud, ha permitido que se visibilice la silicosis como enfermedad invalidante, y que no solo esta referida a un rubro específico, como la gran Minería.

7 CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

1) Es necesario que los prevencionistas de riesgos de las empresas constructoras soliciten evaluaciones cuantitativas a los organismos administradores, manteniendo un registro de todas las solicitudes realizadas.
2) Las empresas constructoras deben desarrollar en cada una de las faenas programas de vigilancia de la silicosis, con el propósito de establecer la periodicidad de las evaluaciones ambientales y médicas, de forma que permita a sus trabajadores desempeñarse en lugares seguros.
3) Las empresas deben implementar un programa de mantención preventiva para todos los equipos que cuentan con sistemas de control (sistemas de extracción y humectación), con el propósito de mantener en óptimo funcionamiento los sistemas destinados a disminuir la concentración de sílice libre cristalizada.
4) Es recomendable realizar las labores de limpieza en húmedo y evitar la acumulación de material y de polvo sedimentado en las áreas de trabajo.
5) Las empresas deben mantener un registro escrito de las capacitaciones que realicen a los trabajadores sobre los riesgos que se presentan cuando se trabaja en ambientes con presencia de sílice, de las medidas preventivas y de los métodos de trabajo seguros.
6) Es recomendable que todo trabajador que tenga que utilizar protección respiratoria utilice un equipo reutilizable de medio rostro con filtros P100 (filtros para material particulado), asimismo el trabajador que utilice protección respiratoria debe ser capacitado en cuanto al uso, mantención, limpieza y almacenamiento del equipo. Además, para las labores de desbaste y picado de muro los trabajadores deben contar con ropa de trabajo (overol), para evitar transitar con ropa contaminada durante las horas de descanso.
7) El empleador debe hacer el esfuerzo de abastecer en faena de 2 casilleros guardarropías para los trabajadores expuestos a sílice libre cristalizada, con el propósito de separar la ropa contaminada de la ropa de uso personal.
8) Los empleadores están obligados a informar oportuna y convenientemente a sus trabajadores (supervisores y operarios) acerca de los riesgos propios de sus labores, de las medidas preventivas y de los métodos de trabajo correcto (Título VI, del D.S. Nº 40, de 1969, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social). En el caso particular de exposición a sílice, la información debería referirse específicamente al riesgo de

silicosis, informando qué es la silicosis, cuáles son los tipos de silicosis, cuáles son sus síntomas, cómo puede diagnosticarse y qué medidas de prevención y protección existen para este riesgo. Además, se debe considerar la capacitación relativa a los procedimientos correctos de mantención y limpieza, junto con el uso correcto de los medios de control y el chequeo de estos, como así mismo de las medidas a adoptar en caso que los equipos y controles no funcionen correctamente.

9) Independientemente de las dificultades que tiene la implementación de PLANESI, seria ideal que las empresas sean mas colaborativas respecto a la exposición a sílice. Las empresas están en conocimiento de las consecuencias para el trabajador expuesto, es por ello que parte la iniciativa de la empresa poder proteger la salud de sus trabajadores.
10) Los organismos administradores deben reforzar el tema de la información que manejan, para ello además, deben reforzar sus equipos de trabajo capacitándolos en cuanto a protocolos, evaluaciones, controles, con esto se puede levantar información fidedigna y clara para poder avanzar con la implementación del PLANESI.
11) Las empresas deben capacitar a sus trabajadores en cuanto a los deberes y derechos que tienen, esto con el fin de inculcar la cultura del cuidado respecto a la exposición a sílice.
12) El sector público debe actuar como un pilar que solidarice en el sentido de entregar mayores lineamientos para una implementación en mas empresas, que abarquen todo tipo de rubro y tamaño.
13) Implementación de pruebas de ajuste, respecto al uso de los equipos de protección respiratoria, es decir que no se debe solo entregar un elemento de protección adecuado al riesgo residual, si no que se deben entregar de acuerdo a la fisionomía del trabajador y verificar su buen ajuste.

8 CAPITULO VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Andrade, L., Herrera, O., Hermansen l. (1931); "Consideraciones Sobre Pneumoconiosis"; *Revista Médica de Chile, 59,* 181-194.
2. Alcaino, J. (1993). *El seguro Social contra Riesgos de Accidentes y Enfermedades Ocupacionales en Chile: Análisis de su Aplicación y Financiamiento.* Tesis para Optar al Título de Magister en Salud Publica con Mención en Salud Ocupacional, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
3. Ary, T., Lujan, M. (1992). *Crystalline Silica Primer.* Staff Branch of Industrial Minerals. U.S. Department of the Interior.
4. Bernales, B. (2005). *Encuesta de Casos de Silicosis*. Instituto de Salud Pública de Chile.
5. Besoain, Eduardo. (1985). *Mineralogía de Arcillas de Suelo*. Instituto Iberoamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica,
6. Drinker, Ph., & Hatch, TF. (1954). *Industrial Dust*. New York, NY, EE.UU: McGraw – Hill.
7. Fernández, J. (1979). *El Control de Partículas en Ambientes Laborales*. Madrid, España: Mapfre.
8. Hemeon, W.C.L. (1955.). *Plant and Process Ventilation*. New York, NY, EE. UU: Industrial Press Inc.
9. Hornung, R., Reed, L. (Enero, 1990*). Estimation of Average Concentration in the Presence of Nondetectables Values*. Applied Occupational and Environmental Hygiene. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, USA.
10. Hatch, T. (1959). *Respiratory Dust Retention and Elimination of the Pneumoconiosis.* Conference Johannesburg, Sudafrica.
11. International Agency for Research on Cancer IARC (1997). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. *Volume 68 Silica.*
12. Ministerio del Trabajo y Previsión Social (1968). Ley N° 16744. Establece Normas sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado el 1 de junio de 2012, de http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=28650

13. Ministerio de Salud (1999). Decreto Supremo Nº 594/99. Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado el 1 de junio de 2012, de http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766
14. Ministerio de Salud. (2015). Manual Sobre Normas Mínimas para el Desarrollo de Programas de Vigilancia de la Silicosis. Recuperado el 1 de junio de 2012, http://www.minsal.gob.cl/portal/url/item/7d35c3dc765d0f33e04001011e015333.pdf
15. Ministerio del Trabajo y Previsión Social (2003). Fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado del Código del Trabajo. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado el 5 de junio de 2012, de http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=207436
16. Ministerio Secretaria General de la Presidencia (2005). Fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Constitución Política de la Republica de Chile. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado el 5 de junio de 2012, de http://www.bcn.cl/lc/cpolitica/index_html
17. Ministerio de Salud Pública (1968). Código Sanitario. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado el 5 de junio de 2012, de http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5595
18. Ministry of Labour Canada. (2004). *Guidelines Silica on Construction Projects*. Ontario, Canada. Occupational Health and Safety Branch.
19. Regueiro, M & González B. (2009). Del Pedernal al Microchip: La Historia del Uso de los Minerales Industriales. *Revista de la Sociedad Española de Mineralogía.*
20. Organización Internacional del Trabajo (2005). *La Prevención: Una Estrategia Global*. Informe de la OIT para el Día Mundial Sobre la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Ginebra.
21. Oyanguren, H. (julio, 1967). *Epidemiologia de la Silicosis en Chile*. Seminario Regional de Silicosis. La Paz; Bolivia.
22. Rodríguez, J. Kirschbaum, A. (1989). *Silicosis en la Pequeña Minería de Atacama.* IX Jornadas Chilenas de Salud Pública. Escuela de Salud Pública de la Universidad de Chile.
23. Reyes, A. (1937). Las Neumoconiosis Profesionales. *Revista de Medicina y Alimentación, 2, 407-416. Chile.*
24. Servicio de Salud de Atacama. (1991). *Estudio de Prevalencia de Silicosis en la Pequeña Minería de Atacama*. Copiapó, Chile.

25. Vergara, A. (2002). Por el Derecho a un Trabajo sin Enfermedad: Trabajadores del Cobre y Silicosis. Potrerillos, (1930 – 1973). *Revista Electrónica Pensamiento Crítico.*
26. World Health Organization (2000). Silicosis. *Fact Sheet Nº 238.*
27. Instituto de Salud Pública de Chile y Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (2019). Evaluación del Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis: Áreas de Acción Exposición a Sílice en los Lugares de Trabajo y Vigilancia Ambiental y de Salud en las Empresas". *Serie Proyectos de Investigación e Innovación*. *Superintendencia de Seguridad Social.* Santiago – Chile.
28. Instituto de Salud Pública de Chile (Alcaíno, J.). Estudio de la Exposición a Sílice. *Chile 2004-2005.* Santiago – Chile.