

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
CAMPUS LOS ÁNGELES
ESCUELA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA VEGETAL**



**RIESGO DE EXPOSICIÓN LABORAL A SÍLICE EN UNA FÁBRICA
DE LADRILLOS DE LA COMUNA DE NACIMIENTO, REGIÓN DEL
BÍO BÍO.**

Profesor Guía: Eduardo Navarrete Espinoza
Magister en Ciencias Forestales
Profesor Co-guía: Jaime Parra Fuentes
Ingeniero en Prevención de Riesgos y
Medio Ambiente

**SEMINARIO DE TITULACIÓN PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
EN PREVENCIÓN DE RIESGOS**

YISLEIN ZANETTI ALBORNOZ

Los Ángeles – Chile

2016

RIESGO DE EXPOSICIÓN LABORAL A SÍLICE EN UNA FÁBRICA DE LADRILLOS DE LA COMUNA DE NACIMIENTO, REGIÓN DEL BÍO BÍO.

Profesor Guía

Eduardo Navarrete Espinoza
Profesor Asistente
Ingeniero de Ejecución Forestal
Magíster en Ciencias Forestales

Profesor Co-guía

Jaime Parra Fuentes
Ingeniero en Prevención de Riesgos y
Medio Ambiente

Jefe de Carrera

Juan Patricio Sandoval Urrea
Profesor Asistente
Ingeniero en Ejecución Forestal
Magister en Ergonomía

Director de Departamento

Pablo Novoa Barra
Profesor Asistente
Ingeniero en Ejecución Forestal
Magíster en Ciencias Forestales
Magister en Ergonomía

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitir cumplir mis sueños, por nunca abandonarme en este largo camino que comenzó hace cinco años atrás y por siempre escucharme cuando necesite de su ayuda. A mi abuelita María y a mi tío Alex primero que todo por asumir un rol que no les correspondía el de padres y entregarme mucho amor, por siempre alentarme a cumplir mis sueños, por la contención que me entregaron durante estos cinco años de estudio, por siempre inculcarme que la educación es fundamental para nuestro desarrollo y sobre todo por darme la oportunidad de seguir estudiando y ayudarme de todas las maneras posibles. A toda mi familia tíos, primos, hermanos, mamá por apoyarme siempre y alentarme a seguir y a Camilo por su paciencia, apoyo y contención en todo momento.

Agradezco a mi profesor guía Eduardo Navarrete que aceptó el desafío de guiar mi tesis no siendo experto en mi tema, siempre tuvo muy buena disposición para atender a cada una de mis dudas desde la primera vez que me hizo clase hace ya algunos años atrás, por sus consejos en los momentos difíciles y por su paciencia infinita al momento de corregir mis escritos, gracias por el gran aporte que hizo a mi formación académica. A mi profesor coguía Jaime Parra por su gran ayuda desde el primer día que llegue a su oficina con ideas dispersas, por encaminarme y ayudar a ordenar mi cabeza y hacer todos los contactos para concretar mi trabajo, por aceptar ayudarme, aunque no me conocía, por confiar en mí y atender todas mis dudas siempre, su ayuda fue fundamental para concluir este trabajo.

Agradezco a Cerámica Bio Bio por permitirme desarrollar mi tesis, a cada uno de sus trabajadores por su buena disposición a ayudarme siempre.

Y por último, pero no menos importante a mis amigos de universidad que siempre me apoyaron y me brindaron su ayuda, doy gracias por haberlos conocido hicieron que mi vida universitaria fuera la mejor.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. MATERIALES Y MÉTODO	7
3.1 Muestra.....	7
3.2 Variables en estudio e instrumentos.....	7
3.3 Metodología.....	8
3.4 Análisis de la Información.....	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
4.1 Caracterización sociodemográfica y laboral de los participantes.....	12
4.2 Descripción de los puestos de trabajo y determinación de grupos de exposición similar.....	14
4.3 Variable cualitativa.....	18
4.4 Variable cuantitativa.....	20
4.5 Vigilancia de la Salud de los Trabajadores expuestos a sílice.....	22
V. CONCLUSIONES	27
VI. BIBLIOGRAFÍA	28
VII. ANEXOS	32

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Límites Permisibles Ponderados (LPP) en Fracción Respirable, según Tipo de Sílice Libre Cristalizada.....	9
Tabla 2. Periodicidad de la Vigilancia Ambiental según Nivel de Riesgo	10
Tabla 3. Periodicidad de la Vigilancia de la Salud según el Grado de Exposición con Evaluación Cuantitativa.....	11
Tabla 4. Distribución de la edad de los trabajadores.....	12
Tabla 5. Caracterización de la población según años de antigüedad en el rubro y empresa.....	13
Tabla 6. Caracterización de la población según sintomatología asociada a silicosis.....	14
Tabla 7. Áreas de trabajo con sus respectivos puestos de trabajo.....	16
Tabla 8. Tiempo de exposición al agente contaminante según área y puesto de trabajo.....	19
Tabla 9. Resultados mediciones de tipo personal para el agente Polvo Sílice Cuarzo.....	22
Tabla 10. Periodicidad de la evaluación ambiental en el lugar de trabajo	24
Tabla 11. Periodicidad de la Vigilancia de la Salud según el Grado de Exposición con Evaluación Cuantitativa.....	24
Tabla 12. Resultados de las medidas ingenieriles recomendadas por el ISL.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución de las áreas y puestos de trabajo.....	17



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Consentimiento informado.....	32
Anexo 2. Encuesta sociodemográfica.....	33
Anexo 3. Nota 1; nivel de riesgo 4.....	34
Anexo 4. Descripción de áreas y puestos de trabajo.....	36



I. RESUMEN

La silicosis es un tipo de neumoconiosis producida por la inhalación, retención y reacción de los pulmones a la presencia de sílice. Esta es una enfermedad pulmonar profesional grave y potencialmente mortal. Se realizó un estudio en una fábrica de ladrillos con el objetivo de determinar el nivel de exposición sílice al cual se ven afectados los trabajadores, para ello se realizaron evaluaciones cualitativas, cuantitativas, de salud y sociodemográficas. La muestra estuvo constituida por un total de 35 trabajadores, los cuales se desempeñaban elaborando ladrillos. Los resultados de la evaluación cualitativa, determinaron que los 35 trabajadores estaban expuestos al agente contaminante. La evaluación cuantitativa determinó al interior de los hornos, una concentración ambiental de $0,106 \text{ mg/m}^3$, la cual sobrepasaba el límite permisible, estableciendo la existencia de 18 trabajadores expuestos a sílice y 17 con exposición. En la empresa se encontró un caso de silicosis, siendo este trabajador reubicado de su puesto de trabajo y derivado a evaluación médica. Basado en los resultados obtenidos se propusieron algunas medidas de control, entre ellas: aspirar lo hornos antes de ser cargados; contar con duchas y casilleros para que los trabajadores puedan bañarse y cambiarse de ropa terminada su jornada laboral y utilizar aserrín libre de partículas de tierra para cocer los ladrillos.

Palabras claves: Silicosis, Sílice, fábrica de ladrillos, nivel de exposición, agente contaminante.

I. INTRODUCCIÓN

El sílice está formado por la unión de un átomo de silicio y dos átomos de oxígeno, la alta abundancia de estos elementos en la corteza terrestre generan que sea muy común encontrarlos en la naturaleza. Las formas más comunes de sílice son el cuarzo, la tridimita y la cristobalita, los que son estables a diferentes temperaturas. 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 & Lujan, 1992). La sílice cristalina tiene diferentes usos, como por ejemplo, en las industrias del vidrio, cerámica, porcelana y en el rubro de la construcción, entre otros (Alcaíno, Quintanilla y Solís, 2007).

Desde la antigüedad se sabe que respirar el polvo de las minas es perjudicial para la salud. Desde entonces, ha ido creciendo el conocimiento sobre los diferentes aspectos del depósito de polvo en los pulmones asociado a una respuesta patológica, que es lo que hoy se denomina neumoconiosis. El sílice es uno de los principales causantes de la neumoconiosis en el mundo, debido a su abundancia en la corteza terrestre (Linares, Orozco y Santana, 2011).

La silicosis es un tipo de neumoconiosis, la cual corresponde a una enfermedad fibrótica de los pulmones causada por la inhalación, retención y reacción pulmonar a la sílice cristalina. A pesar de conocer la causa de este proceso (exposiciones respiratorias a polvos que contienen sílice), esta enfermedad pulmonar profesional grave y potencialmente mortal, sigue siendo prevalente en todo el mundo. La enfermedad se produce cuando las partículas de sílice son inhaladas, y las de mayor tamaño (10 micrones) se depositan en el tracto respiratorio superior y son expulsadas a través del sistema mucociliar. Las de menor tamaño (menos de 5 micrones) que alcanzan el epitelio de los bronquiolos respiratorios pasan al interior de los alveolos, lo cual produce la aparición de los macrófagos, que fagocitan las partículas del agente contaminante y ocasionan una reacción inflamatoria con fibrosis, y la lesión silicótica anatomopatológica resultante es el nódulo hialino (John, Parker & Wagner, 2001). Clínicamente

existen tres formas de silicosis, la primera es la silicosis clásica o crónica, la cual se produce luego de exposiciones a cantidades bajas de sílice, pero por un largo periodo de tiempo (más de 10 años) (Calatayud, Castellón, Gonzáles, Tardáguila y Trinidad, 2013). Existen dos formas de manifestación: la silicosis crónica simple que es la más frecuente, los nódulos identificados en este tipo tienen un diámetro de 1-10 milímetros, y la silicosis crónica complicada, asociada a un aumento del tejido fibroso, también es denominada fibrosis masiva progresiva y los nódulos miden más de 10 milímetros (Calvo, Prieto y Rivera, s/f). La segunda es la silicosis aguda, la cual se presenta luego de exposiciones muy intensas, pero en un corto periodo de tiempo, entre seis meses y dos años, los afectados presentan un cuadro de disnea progresiva en unas semanas o meses, con importante pérdida de peso y progreso hacia la insuficiencia respiratoria (Abú, Shams, Fanlo y Lorente, 2005). Por último, la silicosis acelerada, Jones, Weill y Zinkind (1976) la describieron como una entidad intermedia entre la forma aguda y la crónica, es idéntica a la crónica, pero requiere de un menor tiempo de exposición, entre cuatro a ocho años, progresando más rápidamente hacia la fibrosis y la muerte.

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), en 1996 calificó la sílice cristalina respirable proveniente del ámbito laboral en forma de cuarzo o cristobalita, como carcinógeno de grupo uno, lo que significa que existía suficiente evidencia de su efecto carcinogénico en humanos, lo cual genera que sea más grave la exposición de trabajadores a sílice (IARC, 1997).

La situación mundial de la silicosis señala que en China, entre 1991 y 1995, se diagnosticaron 500.000 casos de silicosis, con 6.000 casos nuevos cada año, esto se acompaña de 24.000 muertes al año por silicosis. En Estados Unidos, en 1991, se calculó que 1,7 millones de trabajadores estaban potencialmente expuestos a polvo de sílice, y que entre 1992 y 1995 se produjeron 300 muertes anuales asociadas a silicosis. Brasil registra aproximadamente 1,9 millones de trabajadores potencialmente expuestos a sílice, presentándose los mayores

porcentajes en los sectores de la construcción y minería (Alcaíno, Solís y Quintanilla, 2007).

En la Estrategia Nacional de Salud para el Cumplimiento de los Objetivos Sanitarios de la Década 2011-2020 para Chile, se plantean 8 objetivos estratégicos, dentro de los cuales se menciona la necesidad de “disminuir la mortalidad por accidentes del trabajo” y “disminuir la incapacidad laboral por enfermedades profesionales”. Respecto de la silicosis, reconoce la existencia de programas específicos, pero no plantea metas concretas, relegando esta patología a un lugar secundario, junto con el resto de las enfermedades profesionales (Ministerio de Salud [MINSAL], 2010). Sin embargo, en Chile, en el año 2007, y por iniciativa de la Organización Internacional del trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), los Ministerios de Salud, y del Trabajo y Previsión Social firmaron una declaración conjunta, señalando el compromiso del Gobierno de Chile de trabajar para lograr erradicar la silicosis al año 2030. Lo anterior es importante, ya que en Chile existe, según los organismos administradores de la Ley 16.744, para el año 2013, 36.790 trabajadores expuestos a Sílice, 46.027 en vigilancia y 1.022 trabajadores con silicosis (Abarca, Concha, Contreras, Criapi, Galleguillos y Muñoz et al., 2015).

La silicosis está calificada en Chile como una enfermedad de origen profesional, según el Decreto Supremo 109 que aprueba el reglamento para la calificación y evaluación de los accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, de acuerdo con lo dispuesto en la ley 16.744, de 1° de febrero de 1968, que estableció el seguro social contra accidentes y enfermedades profesionales (Ministerio del Trabajo y Previsión Social, 1968). El Decreto Supremo N° 594 establece los límites permisibles ponderados de exposición laboral a sílice cristalina en Chile (MINSAL, 1999). Para poder cumplir lo que establece, se deben tomar mediciones de las concentraciones ambientales de sílice y la vigilancia de la salud de los trabajadores con exposición; para esto, se creó el Protocolo de Vigilancia del Ambiente de Trabajo y de la Salud de los Trabajadores con Exposición a Sílice (MINSAL, 2015), el cual establece las

normas mínimas que deberán incorporar y cumplir los organismos administradores en la implementación y desarrollo de los programas de vigilancia epidemiológica de la silicosis. Para la vigilancia ambiental se creó el Protocolo para la Toma de Muestra de Sílice Libre en su Fracción Respirable y de Polvo no Clasificado Total y Fracción Respirable (Instituto de Salud Pública de Chile [ISP], 2013), el cual establece la forma de tomar las muestras ambientales y personales de sílice libre en el ambiente. La vigilancia de la salud de los trabajadores se realiza mediante radiografía de tórax, para lo cual el legislador creó la Guía para la Lectura de Imágenes Radiográficas de Tórax Análogas y Digitales según Normas OIT (ISP, 2012), esta guía asegura la adecuada lectura de las radiografías tanto análogas como digitales.

El Estudio de Exposición a Sílice Chile 2004-2005 determinó que de los 31 rubros estudiados, 11 de ellos sobrepasaban a nivel nacional los límites permisibles ponderados de la Sílice libre cristalizada en fracción respirable. Las fábricas de ladrillos obtuvieron una concentración ambiental de $0,226 \text{ mg/m}^3$ a nivel nacional, las actividades de este rubro que presentaron las mayores concentraciones fueron corte y pulido de enchape de ladrillos ($2,0 \text{ mg/m}^3$) y molinero de ladrillo refractario ($5,41 \text{ mg/m}^3$) (Alcaíno, Solís y Quintanilla, 2007), siendo el límite permisible ponderado de $0,08 \text{ mg/m}^3$, según el D.S. N°594 (MINSAL, 1999), lo cual evidencia que los trabajadores que se desempeñan en este rubro están en riesgo de presentar silicosis.

Por lo anterior, el objetivo general del estudio fue determinar el nivel de exposición a sílice al cual se ven afectados los trabajadores de una empresa de fabricación de ladrillos de la comuna de Nacimiento. Como objetivos específicos se propusieron i) Describir las labores que se realizan en cada uno de los puestos de trabajo para determinar grupos de exposición similar al agente contaminante sílice ii) Establecer grupos de exposición similar y número de trabajadores expuestos a sílice iii) Determinar las concentraciones ambientales de sílice presentes en los diferentes puestos de trabajo iv) Detectar signos y síntomas de silicosis en los trabajadores expuestos al riesgo; y v) Determinar la periodicidad

de la vigilancia tanto de salud, como ambiental; así como también proponer medidas de control para minimizar la exposición de los trabajadores al agente contaminante sílice.



II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó bajo un diseño no experimental, de tipo transversal y descriptivo. La población bajo estudio correspondió a trabajadores de una fábrica de ladrillos de la Comuna de Nacimiento, Región del Bío Bío, Chile.

3.1 Muestra

La muestra estuvo constituida por 35 trabajadores que se desempeñaban en la fabricación de distintos tipos de ladrillos y baldosas en una empresa de la Comuna de Nacimiento, y que debido a sus labores, se encontraban expuestos a sílice. Los trabajadores fueron seleccionados a través de un muestreo no probabilístico.

Criterio de inclusión

-Trabajadores que hayan firmado el consentimiento informado (Anexo 1).

Criterio de exclusión

-Trabajadores que se desempeñaban en el área administrativa.

- Trabajadores que se encontraban con vacaciones en el momento que se realizó el estudio.

3.2 Variables en estudio e instrumentos

Para llevar a cabo la investigación se utilizaron instrumentos específicos, los cuales registraron distintas variables, tales como exposición laboral a sílice, concentración de sílice libre en fracción respirable, caracterización sociodemográfica y vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a sílice.

Variable cualitativa

Para la determinación de esta variable se utilizó la Ficha de Evaluación Cualitativa de Exposición a Sílice, que se encuentra en el Protocolo de Vigilancia del Ambiente de Trabajo y de la Salud de los Trabajadores con Exposición a Sílice (MINSAL, 2015).

Variable cuantitativa

Para determinar la variable de concentración de sílice libre se utilizó el instrumento de evaluación denominado “Tren de Muestreo” (ISP, 2013).

Variables sociodemográficas

Para determinar estas variables se utilizó un cuestionario de elaboración propia (Anexo 2).

Variable vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a sílice

Esta variable se evaluó mediante radiografía de tórax, realizada de acuerdo a lo establecido en la “Guía para la Lectura de Imágenes Radiográficas de Tórax Análogas y Digitales según Normas OIT” (ISP, 2012).

3.3 Metodología

Descripción de puestos de trabajo y determinación de grupos de exposición similar.

La determinación de los grupos de exposición similar se realizó mediante una descripción detallada de todas las actividades involucradas en cada uno de los puestos de trabajo expuestos a sílice, y según lo que establece el Protocolo de Vigilancia del Ambiente de Trabajo y de la Salud de los Trabajadores con Exposición a Sílice (MINSAL, 2015), el cual lo define como “Grupo de trabajadores que realizan una misma actividad o tarea, en el o los mismos lugares o sitios de trabajo, utilizando las mismas materias primas, herramientas, equipos o maquinarias, para tiempos de exposición específicos al agente”.

Variable cualitativa

La evaluación de esta variable se basó en los criterios definidos en el Protocolo de Vigilancia del Ambiente de Trabajo y de la Salud de los Trabajadores con Exposición a Sílice (MINSAL, 2015). Si producto de esta evaluación se determina que un trabajador o un grupo de trabajadores de exposición similar, supera el 30% de permanencia en lugares con presencia de

sílice, en uno o más puestos de trabajo, del tiempo total de horas de trabajo semanal o de las horas de un ciclo de turno, según corresponda, se establece que los trabajadores están expuestos al agente contaminante sílice; además, se debe aplicar la evaluación cuantitativa dentro de los 12 meses siguientes, tomando muestras de tipo personal. Además, esta metodología evalúa los controles del riesgo de exposición a sílice mediante una lista de chequeo, determinándose el porcentaje de cumplimiento de los controles mediante la fórmula $(N^{\circ} \text{ controles cumplidos} / (41 - \text{no aplica})) \times 100 \%$ (MINSAL, 2015).

Variable cuantitativa

La medición de esta variable se realizó según lo establecido por el Protocolo para la Toma de Muestra de Sílice Libre Cristalizada en su Fracción Respirable y de Polvo no Clasificado Total y Fracción Respirable (ISP, 2013). Las muestras fueron tomadas por medio del tren de muestreo, el cual es fijado al trabajador, quien debe portarlo toda la jornada laboral, o al menos el 70% de ésta. Las muestras fueron enviadas a un laboratorio especializado en la ciudad de Antofagasta. Luego de obtener los resultados de las muestras de concentraciones de sílice, son comparados con los límites permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 594 (MINSAL, 1999). Si producto de esta evaluación se determina que la concentración alcanzó el 50% o más del Límite Permissible Ponderado (LPP) de sílice cristalina, se concluye que los trabajadores están expuestos al agente contaminante, de lo contrario los trabajadores se clasifican como con exposición (Tabla 1).

Tabla 1. Límites Permisibles Ponderados (LPP) en Fracción Respirable, según Tipo de Sílice Libre Cristalizada.

Tipo de Sílice Libre Cristalizada	LPP (mg/m ³)
Cuarzo	0,08
Tridimita	0,04
Cristobalita	0,04

Fuente: MINSAL (1999). Decreto Supremo N°594

Variable vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a sílice

La vigilancia de la salud de los trabajadores se realizó por medio del organismo administrador ISL, el cual, a través de un profesional de la salud, realizó radiografías de tórax, y leídas de acuerdo a la “Guía para la Lectura de Imágenes Radiográficas de Tórax Análogas y Digitales según Normas OIT” (ISP, 2012) y cuestionario de salud. El Protocolo de Vigilancia del Ambiente de Trabajo y de la Salud de los Trabajadores con Exposición a Sílice determina la Periodicidad de las Evaluaciones de Salud, diferente a lo que establece el artículo 71 de la ley N°16.744 (Tabla 3).

Para determinar cada cuanto tiempo se deben realizar las mediciones se determinó el número de veces que las concentraciones supera el límite permisible ponderado (MINSAL, 2015) (Tabla 2).

Tabla 2. Periodicidad de la Vigilancia Ambiental según Nivel de Riesgo

Nivel de Riesgo	Relación entre Cpp y el LPP	Periodicidad de la Evaluación
1	Menor al 25% del LPP	Cada 5 años
2	Mayor o igual al 25% del LPP y menor al 50% del LPP	Cada 3 años
3	Mayor o igual al 50% del LPP y hasta el valor del LPP	Cada 2 años
4	Supera el valor del LPP	Nota 1

Cpp: Concentración Promedio Ponderada. LPP: Límite Permisible Ponderado, corregido si corresponde; Nota 1: Nivel de Riesgo 4 (Anexo 3). Fuente: MINSAL (2015). Protocolo de vigilancia del ambiente de trabajo y de la salud de los trabajadores con exposición a sílice.

Cuando se determina un Nivel de Riesgo 4, se debe realizar lo que establece el Protocolo de Vigilancia del Ambiente de Trabajo y de la Salud de los Trabajadores con Exposición a Sílice (MINSAL, 2015) (Anexo 3).

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

Grado de Exposición	Nivel de Exposición	Periodicidad de la Vigilancia
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

LPP: Limite Permisible Ponderado.

Fuente: MINSAL (2015). Protocolo de vigilancia del ambiente de trabajo y de la salud de los trabajadores con exposición a sílice.

3.4 Análisis de la información

Se realizó un análisis descriptivo de las variables en estudio, de modo de obtener medidas de tendencia central y dispersión, las cuales permitieron resumir los datos obtenidos en el estudio (Mallou Y Boubeta, 2008).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización sociodemográfica y laboral de los participantes

La población en estudio estuvo constituida por un total de 35 trabajadores voluntarios del género masculino de una empresa de fabricación de ladrillos. La edad de los trabajadores evaluados fluctuó entre 28 y 70 años (promedio de 51,9 \pm 9,5 años). El 74,3% de los trabajadores evaluados se encontraba en un rango etario de 40 y 60 años, presentándose un 14,2% de trabajadores con edades sobre 60 años (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución de la edad de los trabajadores.

Rango de edad (años)	Trabajadores	
	N	%
20 – 30	1	2,8
30 – 40	3	8,7
40 – 50	10	28,6
50 – 60	16	45,7
60 – 70	4	11,4
70 – 80	1	2,8
Total	35	100,0

La totalidad de los trabajadores contaban con contrato indefinido, presentando una antigüedad promedio en el rubro y empresa de 25,6 y 22,8 años, respectivamente. El mayor porcentaje de los trabajadores presentaba entre 20 y 30 años de antigüedad, tanto en el rubro como en la empresa. Un 31,5% de los trabajadores presentaba entre 30 y 50 años de antigüedad en el rubro (Tabla 5). Anido, Fernández, González, Groleo, Milano, Lavecchina et al. (1989) determinaron en un estudio sobre la prevalencia de silicosis en una fábrica de vidrios, que la relación entre el tiempo de exposición y la presencia de alteraciones radiográficas era estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Estos autores mencionan que el hallazgo de alteraciones en las radiografías de tórax compatible con silicosis fue superior en el grupo de trabajadores con más de 10 años de exposición al polvo. A su vez, Rodríguez & Kirschbaum (1989) en un

estudio sobre silicosis en la pequeña minería de Atacama, establecieron que la tasa de prevalencia de silicosis aumentaba con el tiempo de exposición, desde 0,9% en el grupo con menos de 5 años de exposición, hasta 46,7% en el grupo con 30 años de exposición. Un estudio sobre la prevalencia de la silicosis en trabajadores de ágata diagnosticado con rayo X, determinó que por cada año adicional de exposición, la probabilidad de padecer silicosis incrementaba en alrededor de un 12% (Chaudhury, Paliwal, Phatak & Raichaudhari, 2010).

Tabla 5. Caracterización de la población según años de antigüedad en el rubro y empresa.

Rango de años	Antigüedad en el Rubro		Antigüedad en la Empresa	
	Trabajadores		Trabajadores	
	N	%	N	%
1 - 10	3	8,5	8	22,8
10 - 20	8	22,8	6	17,2
20 - 30	13	37,2	11	31,4
30 - 40	5	14,3	5	14,3
40 - 50	6	17,2	5	14,3
Total	35	100,0	35	100,0

Del total de trabajadores, 22,9% manifestó ser fumador (Tabla 6). El tabaquismo contribuye a la obstrucción de la vía aérea en los trabajadores que se han expuestos a sílice, por lo cual, fumadores expuestos a sílice tienen mayor prevalencia de compromiso de la función pulmonar, en comparación con similar exposición sin tabaquismo (Meléndez, Segura y Toral, 2009). De los encuestados, un 31,4% afirmó que el último tiempo había perdido peso significativamente, 28,6% admitió presentar dificultades respiratorias al realizar alguna actividad que le implicara un mayor esfuerzo (disnea de esfuerzo), mientras que un 11,4% manifestó dificultad al respirar cuando realizaba actividades que no le producían mayor esfuerzo (disnea de reposo) (Tabla 6). La silicosis crónica y acelerada pueden ser asintomáticas o sintomáticas, en este último caso, se presenta tos crónica y disnea de esfuerzo (Rees & Murray, 2007;

Roce, 2009). Por último, 8,6% de los encuestados presentó alguna enfermedad relacionada con las vías respiratorias (asma, molestias en la garganta y bronquitis) (Tabla 6).

Tabla 6. Caracterización de la población según sintomatología asociada a silicosis.

	Fumador		Pérdida de peso		Disnea de esfuerzo		Disnea en reposo		Enfermedad respiratoria	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Sí	8	22,9	11	31,4	10	28,6	4	11,4	3	8,6
No	27	77,1	24	68,6	25	71,4	31	88,6	32	91,4
Total	32	100,0	32	100,0	32	100,0	32	100,0	32	100,0

4.2 Descripción de los puestos de trabajo y determinación de grupos de exposición similar.

Descripción de los puestos de trabajo

Los trabajadores distribuyen sus funciones en 6 áreas y 13 puestos de trabajo (Tabla 7 y Figura 1). La descripción detallada de las áreas y puestos de trabajo se presenta en el Anexo 4.

La producción de ladrillos comienza en el área Carguío (E), la cual corresponde a un área móvil que interviene en todo el proceso productivo, se inicia con el acopio y movimiento de la greda, labor que está a cargo del Operador de Grúa (11). En esta área se encuentra además, el puesto de trabajo de Operador de Grúa Horquilla (10), encargado de transportar ladrillos al interior de las dependencias y de cargar los pedidos a los clientes. El proceso continúa en el área Buzón (A), en esta área trabaja el Operador de Planta (1), el cual se encarga de inspeccionar la materia prima, chequea los insumos, mantiene la limpieza del lugar y coordina los mecanismos de las operaciones. El proceso continúa en el área de Producción-Hornos (B), en donde se inspecciona la materia prima que llega, se retira el material sobrante y los productos dimensionados desde la mesa; además, se incluye el proceso de cocción de los ladrillos, ya que los trabajadores

se rotan entre producción y hornos. Los puestos de trabajo asociados a esta área son: Cortador (2), quien retira el material de rechazo; Supervisor Producción (3); Operario Producción (4), éste retira los productos dimensionados desde la mesa; y Cargadores y Descargadores de Hornos (5 y 6). Desde Producción (B) los ladrillos son trasladados a Hornaza (C), donde los productos dimensionados son secados en cámaras, las cuales funcionan con leña, en esta área labora el Encargado de Hornaza (7), el cual debe cortar la leña y mantener el fuego encendido; desde esta área, las piezas ya moldeadas y secas, son trasladadas a los hornos; el área Quemadores (D) es la responsable de aplicar llama y temperatura a las piezas moldeadas, los puestos de trabajo que intervienen son Quemadores 1 y 2 (8), encargados mantener el fuego a una cierta temperatura y Supervisor Quemadores (9); por último, del proceso de cocción se logra el producto final (ladrillos), estos son embalados y trasladados a la cancha de acopio. La última área es Producción-Soldador (F), donde se realiza mantención mecánica de los vehículos de carga, estructuras metálicas y se confeccionan pallets, definiéndose los puestos de trabajo Soldador (12) y Confección Pallet (13).

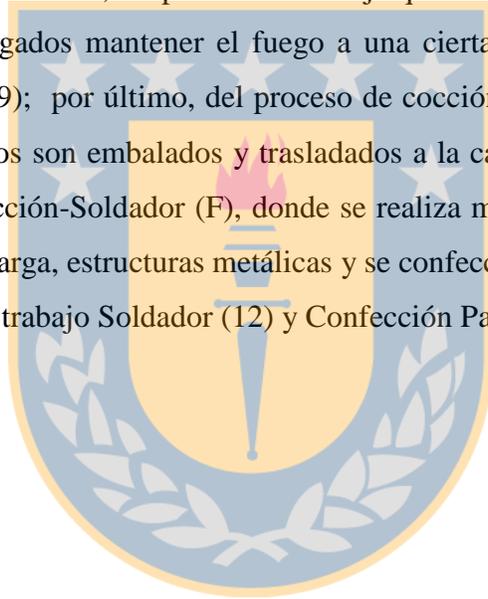


Tabla 7. Áreas de trabajo con sus respectivos puestos de trabajo.

Área	Puesto de Trabajo
Buzón (A)	Operador de Planta (1)
Producción-Hornos (B)	Cortador (2) Supervisor producción (3) Operario producción (4) Carga de hornos (5) Descarga de hornos (6)
Hornaza (C)	Encargado de hornaza (7)
Quemadores (D)	Quemador 1 y 2 (8) Supervisor quemadores (9)
Carguío (E)	Operador grúa horquilla (10) Operador grúa (11)
Producción-Soldador (F)	Soldador (12) Confección pallet (13)

Fuente: Elaboración propia



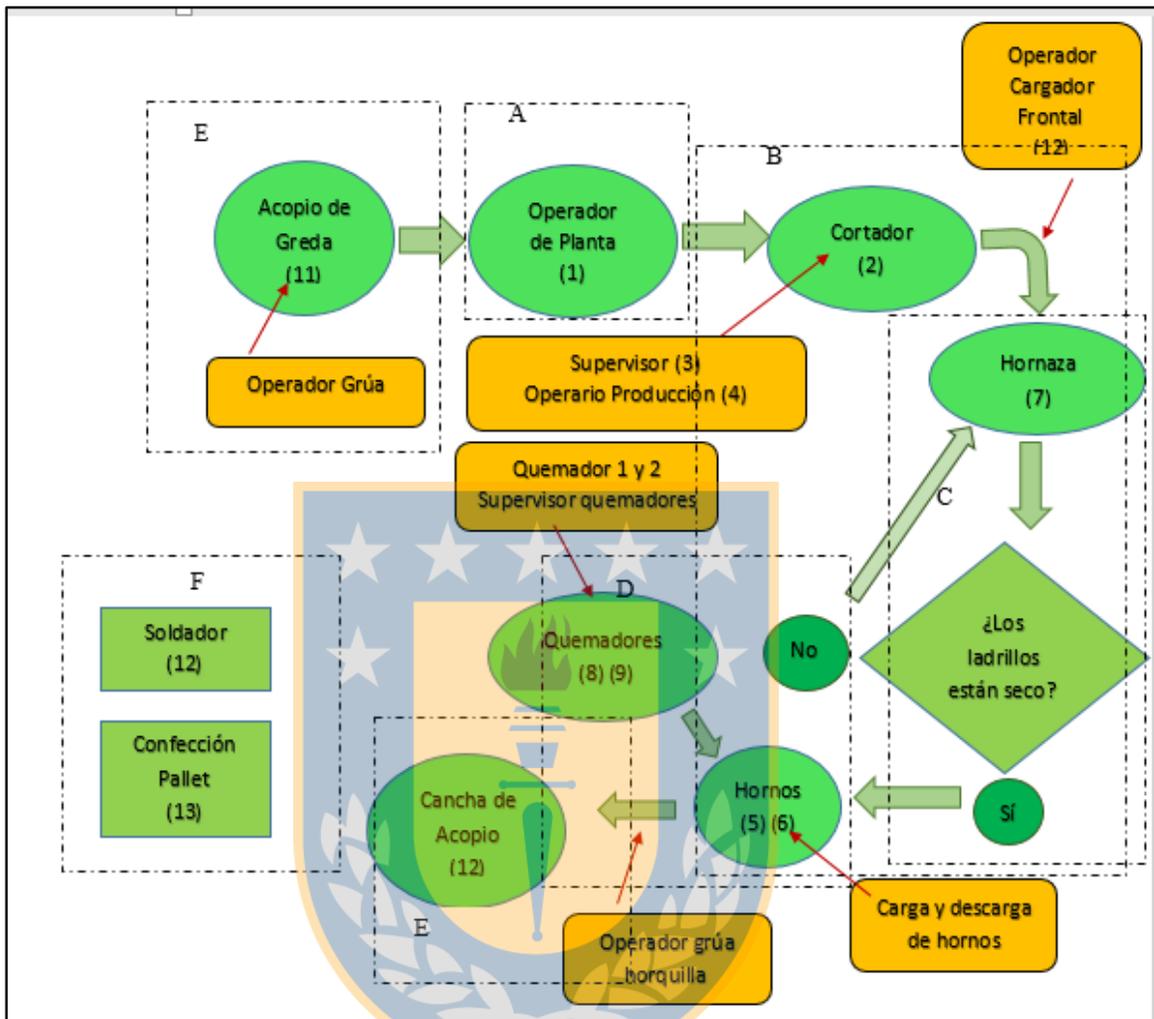


Figura 1. Distribución de las áreas y puestos de trabajo

Determinación de grupo de exposición similar

En la empresa se determinó un solo grupo de exposición similar, según lo que establece el Protocolo de Vigilancia del Ambiente de Trabajo y de la Salud de los Trabajadores con Exposición a Sílice (MINSAL, 2015), correspondiendo a 18 trabajadores del área de Producción-Hornos (B) (Tabla 7 y Figura 1), de los cuales 8 desarrollan sus labores en producción y 10 en los hornos y en actividades de carga y descarga de ladrillos. Ambos grupos de trabajadores rotan sus actividades mensualmente, de esta manera, los que están en producción se trasladan a los hornos y viceversa.

4.3 Variable cualitativa

La evaluación cualitativa se realizó mediante observación directa en el lugar de trabajo. Se determinaron, según el criterio del evaluador, 6 áreas con sus respectivos puestos de trabajo; en 4 de estas áreas el porcentaje de exposición semanal al agente de riesgo sílice fue de 86,6%, y en las 2 áreas restantes, de 66,6% (Tabla 8). Por lo tanto, según lo que establece el Protocolo de Vigilancia del Ambiente de Trabajo y de la Salud de los Trabajadores con Exposición a Sílice (MINSAL, 2015), los trabajadores se encuentran expuestos al agente contaminante sílice, ya que permanecen más del 30% de su jornada laboral en un puesto de trabajo con presencia de dicho agente, debiéndose realizar evaluaciones cuantitativas de tipo personal dentro de los 12 meses siguientes.



La evaluación de los controles del riesgo de exposición a sílice que se encuentran en la Ficha de Evaluación Cualitativa de Exposición a Sílice (MINSAL, 2015) determinó, entre lo más relevante, que: los puestos de trabajo en los cuales existe emisión de material particulado o polvo no se encuentran en áreas bien ventiladas; no cuentan con aspiración forzada y no se procede a humectar para reducir la emisión; el personal no se encuentra libre de signos evidentes de exposición a sílice libre cristalizada, tales como polvo en la cara, cejas y pestañas, en la realización de tareas con exposición directa a polvo con sílice libre cristalizada; no se disponen y no se usan equipos de protección personal y tampoco se realizan humectaciones en las áreas donde se realiza aseo. Es importante mencionar que algunas de las medidas anteriores mencionadas no son posibles de implementar, debido a la infraestructura y por el tipo de producción que se lleva a cabo, ya que algunas medidas podrían incidir en la calidad de los productos. La empresa presentó un porcentaje de cumplimiento de las medidas de control de tan solo un 3,0%. El estudio de Albornoz, Alcaino, Quintanilla y Vilasau (s/f) sobre la evaluación cualitativa, plantea que ésta es una herramienta complementaria a la evaluación cuantitativa para determinar la eficacia de las medidas de control.

4.4 Variable cuantitativa

La muestra para la medición de tipo personal estuvo constituida por 4 trabajadores, los cuales se desempeñaban en los siguientes puestos de trabajo: carga y descarga de hornos (Producción-Hornos), operador cargador frontal (Carguío) y supervisor de producción (Producción-Hornos). Estos puestos fueron seleccionados para su evaluación mediante observación directa en el lugar de trabajo, lo cual determinó que en estos había una mayor presencia de material particulado en el ambiente y porque en esta área se encuentra el grupo de exposición similar. Los trabajadores evaluados presentaban un promedio de edad de 52 años, con una antigüedad en el rubro de 22 años y 12,7 años en la empresa. Dichos trabajadores no fumaban, ninguno presentaba problemas respiratorios al

realizar actividad física y tampoco cuando estaban en reposo, y solo uno indicó que presentaba asma. Los trabajadores no contaban con exámenes ocupacionales de exposición a polvo neumoconiótico y tampoco estaban capacitados en relación al riesgo de exposición al agente polvo sílice. Las muestras fueron tomadas entre las 08:30 y 15:30 horas, lo cual correspondió al 87,5% de la jornada laboral.

Los resultados obtenidos del muestreo de tipo personal del agente de riesgo Polvo Sílice Cuarzo para la determinación de su concentración ambiental en el ambiente de trabajo, concluyeron que, de las cuatro secciones evaluadas, solo en la sección Interior de los Hornos había una concentración ambiental ($0,106 \text{ mg/m}^3$) que superaba ampliamente el LPP establecido en el D.S. 594 (MINSAL 1999) ($0,08 \text{ mg/m}^3$). En España, el límite permisible ponderado para cuarzo es de $0,1 \text{ mg/m}^3$ (Aguilar, Aragón, Argemí, Cañedo, Carbonell, Cavallé et al., 2014), siendo este límite menos estricto que el establecido en Chile. El resultado anterior clasifica a la empresa en un nivel de riesgo 4 (Tabla 9). Al respecto, Alcaíno, Quintanilla y Sólis (2007) determinaron que en Fábricas de Ladrillos Refractarios y de Pulido y Grabado de Vidrios, todas las muestras individuales superaron ampliamente el límite permisible, cuyos rangos fluctuaron entre $0,19 \text{ mg/m}^3$ y $5,41 \text{ mg/m}^3$, lo cual coincide con la alta concentración que se encontró en la sección Interior Horno. Según este mismo estudio, las fábricas de ladrillos evaluadas, obtuvieron una concentración ambiental de $0,226 \text{ mg/m}^3$, lo cual sobrepasa ampliamente el LPP. Las altas concentraciones de polvo sílice cuarzo producen diversos efectos para la salud de los trabajadores tales como: tos, irritación, siendo lo más grave, cuando estas partículas son inhaladas a través del sistema respiratorio, ya que pueden producir silicosis, enfermedad progresiva, incurable y que puede provocar la muerte, no por padecer esta enfermedad necesariamente, sino por las complicaciones que trae asociada. Además, cabe mencionar que la Agencia Internacional para Investigación del Cáncer (IARC) ha concluido que el sílice cristalina en la forma de cuarzo o cristobalita de fuentes ocupacionales debe clasificarse como carcinógeno para humanos (Grupo 1) (Centro Canadiense de Seguridad y Salud Laboral, 1997), todo esto hace que la

exposición laboral a altas concentraciones de polvo sea grave para la salud de los trabajadores.

Tabla 9. Resultados mediciones de tipo personal para el agente Polvo Sílice Cuarzo

Sección	Trabajador Muestra	Concentración (mg/m ³)	LPP (mg/m ³)	Nivel de Riesgo
Interior Horno	1	0,106	0,08	4
Horno y Secado	2	0,033	0,08	2
Cargador	3	< 0,017	0,08	1
Jefe producción	4	< 0,016	0,08	1

< Menor que el límite de detección; LPP: Límite Permisible Ponderado

Fuente: Informe emitido por Instituto de Salud Laboral (ISL)

El resultado anterior permite establecer la existencia de un total de 18 trabajadores expuestos al agente contaminante sílice, correspondiendo al personal que se desempeña en el área Producción -Hornos. Lo anterior, como consecuencia que la medición ambiental realizada en ese lugar superó el 50% del LPP. Adicionalmente, se determinaron 17 trabajadores con exposición al agente contaminante sílice, los cuales se desempeñaban en las otras áreas de trabajo cuyas mediciones no superaban el 50% del LPP. Abarca, Concha, Contreras, Criapi, Galleguillos, Muñoz et al. (2015) determinaron que en Chile, según los organismos administradores de la ley 16.744, para el periodo 2011 a 2013 existían 30.197 trabajadores expuestos al agente contaminante y para el año 2013 esta cifra aumentó en un 21,8%, quedando un total de 36.790 trabajadores expuestos.

4.5 Vigilancia de la Salud de los Trabajadores expuestos a sílice.

Se evaluaron 32 trabajadores por medio de Radiografía de Tórax de acuerdo a la “Guía para la Lectura de Imágenes Radiográficas de Tórax Análogas y Digitales según Normas OIT” (ISP, 2012). Cabe mencionar que 3 trabajadores

no se realizaron el examen por decisión propia, dejando constancia de esto en una declaración simple. Como resultado de la evaluación, la empresa fue notificada de un caso de Silicosis. El trabajador afectado fue retirado de la exposición y reubicado en un nuevo puesto de trabajo (confección pallet), siendo derivado a evaluación por el médico del organismo administrador correspondiente. Si bien se determinó un único caso de silicosis en la primera evaluación, no se puede descartar que sigan apareciendo nuevos afectados, ya que en el estudio de Fan (2014), se estableció que cuatro décadas después de la exposición a polvo, la prevalencia de silicosis en los trabajadores de la construcción de túneles de tren sigue siendo grave. Chen, Yang H, Yang L & Zhang (2006) en un estudio sobre el curso natural de la silicosis en trabajadores expuestos a polvo, determinaron que la silicosis es de naturaleza crónica, y que progresa rápidamente, constituyendo una enfermedad profesional que puede reducir significativamente el tiempo de vida de los trabajadores expuestos.

Programa con periodicidad de la vigilancia de salud y ambiental.

La periodicidad de la vigilancia ambiental se llevó a cabo según lo que establece el Protocolo de Vigilancia del Ambiente de Trabajo y de la Salud de los Trabajadores con Exposición a Sílice (MINSAL, 2015). Se determinó que las mediciones ambientales se realizarán cada 5 años en la sección cargador y jefe de producción, y cada 2 años en la sección de horno y secado, debiendo adoptarse medidas inmediatas al interior hornos y volver a medir una vez implementadas las medidas de control sugeridas por el Organismo Administrador de la Ley (O.A.L.) (Nota 1) (Tabla 10 y Anexo 4).

Tabla 10. Periodicidad de la evaluación ambiental en el lugar de trabajo

Sección	Concentración (mg/m ³)	Nivel de Riesgo	Relación entre Cpp y el LPP	Periodicidad de la Evaluación
Cargador	< 0,017	1	Menor al 25% del LPP	Cada 5 años
Jefe Producción	< 0,016	1	Menor al 25% del LPP	Cada 5 años
Horno y Secado	0,033	3	Mayor o igual al 50% del LPP y hasta el valor del LPP	Cada 2 años
Interior Hornos	0,106	4	Supera el valor del LPP	Nota 1

Cpp: Concentración Promedio Ponderada; LPP: Límite Permisible Ponderado, corregido si corresponde; Nota 1: Nivel de Riesgo 4.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a las mediciones, la periodicidad de vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos al riesgo debe realizarse cada 2 años (Tabla 11). Meléndez, Segura y Toral (2009) demostraron que los trabajadores incluidos en un programa de vigilancia de la salud tienen una manifestación clínica menos severa ante un diagnóstico de silicosis que aquellos no incluidos en algún programa.

Tabla 11. Periodicidad de la Vigilancia de la Salud según el Grado de Exposición con Evaluación Cuantitativa

Sección	Concentración	Grado de Exposición	Nivel de Exposición	Periodicidad de la Vigilancia
Interior Hornos	0,106	1	Mayor o igual al 50% del LPP y hasta 2 veces el valor del LPP	Cada 2 años

LPP: Límite Permisible Ponderado, corregido si corresponde

Fuente: Elaboración propia

Luego de conocer las mediciones personales, el ISL recomendó algunas medidas ingenieriles para disminuir las concentraciones de polvo sílice libre. Por su parte, la empresa adoptó además medidas correctivas adicionales (Tabla 12).

Tabla 12. Resultados de las medidas ingenieriles recomendadas por el ISL.

Medida de mitigación	Resultados
Aplicación de melaza en caminos internos y externos de la empresa	Favorable, el acceso a la planta se mantiene libre de polvo.
Humectación de pasillos	Favorable, disminuyó el polvo dentro de la fábrica.
Instalación plancha de acero en hornos	Desfavorable, las planchas se deformaron producto del calor, se procedió a su retiro.*

Fuente: Elaboración propia

* La Autoridad Sanitaria posteriormente recomendó el aspirado del polvo que precipita y se deposita en el piso y superficies internas del horno, utilizando aspiradora industrial y filtro hepa, lo que aún está siendo evaluado por la empresa para su adquisición.

Luego de aplicar las medidas anteriormente mencionadas, se reevaluó la empresa mediante una evaluación cualitativa, determinándose que todos los trabajadores estaban expuestos al agente contaminante sílice al igual que en la primera evaluación. Se presentaron algunas variaciones en cuanto a la evaluación de los controles del riesgo de exposición a sílice, ya que la empresa presentó un porcentaje de cumplimiento de las medidas de control del 40,7% superior al de la evaluación anterior. Dentro de los controles del riesgo implementados se encuentran los siguientes: evitar liberar al ambiente de trabajo sustancias que contiene sílice libre cristalizada en forma de polvo o rocío; realizar humectación y aplicación de aditivos higroscópicos no nocivos para la salud de los trabajadores en las vías de tránsito de equipos motorizados; los trabajadores fueron capacitados acerca de los riesgos asociados a la inhalación de sustancias y se realizó la difusión del Manual sobre Normas Mínimas para el Desarrollo de Programas de Vigilancia de la Silicosis.

Basado en los resultados obtenidos se proponen algunas medidas de control según lo observado *in situ*: utilizar aserrín libre de partículas de tierra para cocer los ladrillos, puesto que los trabajadores manifestaron que éste, al contener mayor cantidad de tierra, genera una mayor polución en los hornos al momento de realizar la combustión; limpiar los hornos antes de cargarlos con ladrillos mediante una aspiradora industrial con filtro hepa, de modo de disminuir la cantidad de polvo al interior; restringir el acceso de los trabajadores que no realicen trabajos en los hornos, aislándolos del lugar en el cual se genera mayor cantidad de polvo; mantener humectados los pasillos y caminos de circulación recurrente; supervisar activamente el uso de mascarillas con filtro p-100, siendo ésta la más recomendada para trabajos expuestos a sílice; habilitar un camarín con duchas y casilleros (uno para la ropa limpia y otro para la ropa sucia) para que los trabajadores puedan bañarse y cambiarse de ropa una vez finalizada su jornada laboral (según lo establecido en el Art. N° 21 del D.S 594) y así evitar el traslado del agente contaminante sílice a sus hogares; asesorar al Comité Paritario de Higiene y Seguridad (C.P.H.S) en relación a la problemática existente, para que éste pueda generar campañas informativas y preventivas sobre la silicosis; capacitar a los trabajadores acerca del uso y mantenimiento del respirador y cambio oportuno de los filtros.

IV. CONCLUSIONES

- En la empresa existen 6 áreas y 13 puestos de trabajo, determinándose un solo grupo de exposición similar, el cual corresponde al área Producción-Hornos.
- La sección Interior Hornos presenta una concentración ambiental de 0,106 mg/m³, la cual sobrepasa el límite permisible (0,08 mg/m³). Este resultado determinó un total de 18 trabajadores expuestos al agente contaminante sílice, correspondiendo a la totalidad de trabajadores del grupo de exposición similar del área Producción-Hornos y 17 trabajadores con exposición al agente contaminante.
- De los 32 trabajadores evaluados mediante radiografía de tórax, uno resultó con silicosis, el cual fue retirado de su puesto de trabajo y reubicado derivándose a evaluación médica por parte del organismo administrador (ISL).
- La periodicidad de las mediciones ambientales se deberán realizar cada 5 años en las secciones: Cargador, Jefe Producción y Horno y Secado. En la sección Interior Hornos se deberán tomar medidas inmediatas para reducir las concentraciones ambientales encontradas (0,106 mg/m³). El ISL recomendó algunas medidas de control, las cuales son: aplicación de melaza en caminos internos y externos de la empresa, humectación de pasillos, instalación de planchas de acero en hornos; siendo efectivas sólo las dos primeras. Las medidas de control propuestas fueron ingenieriles y administrativas, dentro de las primeras están utilizar aserrín libre de partículas de tierra para cocer los ladrillos, lo que permitiría generar una menor polución en los hornos al momento de realizar la combustión; y dentro de las administrativas, asesorar al Comité Paritario de Higiene y Seguridad en relación a la problemática existente, de modo de generar campañas informativas y preventivas sobre la silicosis.

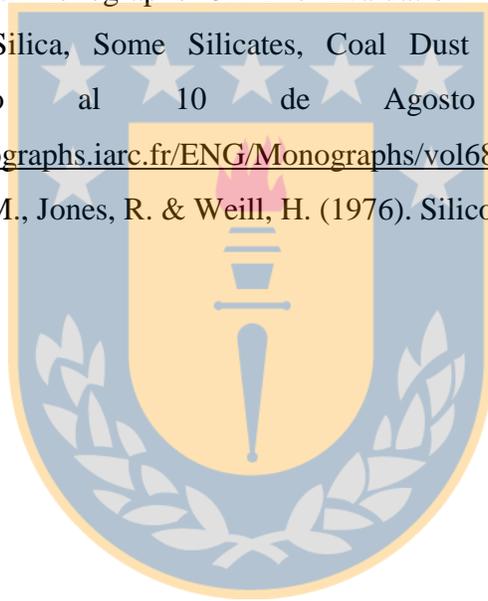
V. BIBLIOGRAFÍA

1. Abarca, G., Concha, M., Contreras, G., Criapi, F., Galleguillos, S., Muñoz, A., Libuy, M., Valenzuela, E. y Villar, P. (2015). La silicosis: ¿un problema de salud pública prioritario para Chile?. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 31, 39-47.
2. Abú, K., Fanlo, M., Lorente, P. y Shams, P. (2005). Silicosis. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 25(1), 83-83.
3. Aguilar, A., Aragón, M., Argemí, C., Cañedo, D., Carbonell, M., Cavallé, N. et al. (2014). Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. 2014. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)*. Recuperado al 30 de Diciembre de 2016, de: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20 VALORES%20LIMITE/Valores%20limite/Limites2014/FINAL%20-%20Web%20v5%20-%20LEP%202014%20-%2029-01-2014.pdf>
4. Albornoz, V., Alcaino, L., Quintanilla, B., Instituto de Salud Pública de Chile & Vilasau, D. (s/a). La Evaluación Cualitativa de la Exposición a Sílice es una Herramienta Complementaria de la Evaluación Cuantitativa para Determinar la Eficacia de las Medidas de Control. Recuperado al 30 de Diciembre de 2016, de: http://www.ispch.cl/sites/default/files/alerta_trabajo_construccion_final.pdf
5. Alcaino, J., Quintanilla, P. y Solis, R. (2007). Estudio de la Exposición a Sílice, Chile 2004-2005. Recuperado al 10 de Agosto de 2016, de: http://silicosis.ispch.cl/Estudio_Exposicion_Silice_Chile.pdf
6. Anido, T., Fernández, I., González, S., Groleo, M., Milano, E., Lavecchina, W. et al. (1989). *Estudio de prevalencia de silicosis en una fábrica de vidrios. Rev. Med. Uruguay*, 5(2/3),78-83.
7. Ary, T. & Lujan, M. (1992). Crystalline Silica Primer; Staff, Branch of Industrial Minerals. Recuperado el 10 de agosto de 2016, de: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/silica/780292.pdf>

8. Calatayud, J., Castellon, D., Gonzáles, M., Tardáguilla, F. y Trinidad, L. (2013). Silicosis pulmonar: hallazgos radiológicos en la tomografía computarizada. *Radiología*, 55(6): 523-532.
9. Calvo, J., Prieto, A. y Rivera, M. (s/f). Diagnóstico por imagen. Silicosis y neumoconiosis de los mineros del carbón. Recuperado al 12 de Enero de 2017, de: http://www.ins.es/documents/10307/10505/fichero110_1.pdf
10. Centro Canadiense de Seguridad y Salud Laboral. 1997. *Sílice de Cuarzo - Efectos en la Salud*. Recuperado al 05 de Enero de 2017, de: http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/quartz_silica/health_qua.html# 1 1
11. Chaudhury, N., Phatak, A., Paliwal, R. & Raichaudhari, C. (2010). Silicosis among agate workers at Shakarpur: An analysis of clinic-based data. *Lung India*, 27(4), 221-224.
12. Chen, J., Yang, H., Yang, L. & Zhang, J. (2006). Natural course of silicosis in dust-exposed workers. *J Huazhong Univ Sci Med Sci Technolog*, 26(2), 257-60.
13. Fan, Y. (2014). Prevalence of silicosis among Xiangyang-Chongqing Railway construction workers 40 years after dust exposure. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing ZaZhi*, 32, 528-9.
14. Instituto de Salud Pública de Chile [ISP]. (2012). Guía Para la Lectura de Imágenes Radiográficas de Tórax Análogas y Digitales según Normas OIT. Disponible en: http://silicosis.ispch.cl/Guia_de_Lectura_Ultimo.pdf
15. Instituto de Salud Pública de Chile [ISP] (2013). Protocolo para la Toma de Muestra de Sílice Libre Cristalizada en su Fracción Respirable y de Polvo no Clasificado Total y Fracción Respirable. Disponible en: <http://www.ispch.cl/sites/default/files/ProtocoloMuestraSilice-30062015C.pdf>
16. John E. Parker, J. & Wagner, G. (2001). Aparato Respiratorio. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*, 1, 48-52.

17. Jones. R., Weill, H. y Ziskind, M. (1976). Silicosis. *American Review of Respiratory Disease*, 113(5): 643-645.
18. Linares, T., Orozco, J. y Santana, S. (2011). Silicosis, Actualidad y Metodología Diagnóstica. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 12(1), 53-58.
19. Mallou, J. y Boubeta, A. (2008). Estadística práctica para la investigación en Ciencias de la Salud. Disponible en: https://books.google.cl/books/about/Estad%C3%ADstica_pr%C3%A1ctica_para_la_investiga.html?id=5KdXV7lxHIEC
20. Meléndez, J., Segura, N. y Toral, R. (2009). Diagnóstico y tratamiento de neumoconiosis por silicosis. Recuperado al 05 de Enero de 2017, de: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/382_IMS_S_10_Neumoconiosis_por_Silice/GPC_Neumoconiosis_Silice.pdf
21. Ministerio de Salud [MINSAL]. (1999). Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. [Decreto Supremo N°594]. Disponible en: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766>
22. Ministerio de Salud [MINSAL]. (2010). Estrategia Nacional de Salud para el cumplimiento de los Objetivos Sanitarios de la Década 2011-2020. Recuperado el 10 de agosto de 2016 en: <http://web.minsal.cl/portal/url/item/c4034eddbc96ca6de0400101640159b8.pdf>
23. Ministerio de Salud [MINSAL]. (2015). Protocolo de Vigilancia del Ambiente de Trabajo y de la Salud de los Trabajadores con Exposición a Sílice. Disponible en: <http://www.juntoscontrasilicosis.cl/wpcontent/uploads/2012/09/PROTOCOLO1.pdf>
24. Ministerio de Trabajo y Previsión Social. (1968). Reglamento para la Calificación y Evaluación de los Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales de acuerdo a lo dispuesto en la Ley N° 16744. [Decreto Supremo N°109]. Disponible en: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=9391>

25. Ress, D. & Murray, J. (2007). Silica, Silicosis and tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis*, 11(5), 474-484.
26. Roce, C. (2009). Recuperado al 08 de Enero de 2017, de: <http://www.uptodate.com/patients/content/topic.do?topicKey=~oBoxOPGFVUk8Fd>.
27. Rodríguez, J. y 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.
28. World Health Organization International Agency For Research On Cancer. (1997). Iarc Monographs On The Evaluation Of Carcinogenic Risks To Humans: Silica, Some Silicates, Coal Dust and para-Aramid Fibrils. Recuperado al 10 de Agosto de 2016, de: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol68/mono68.pdf>
29. Ziskind, M., Jones, R. & Weill, H. (1976). Silicosis. *Am Rev Resp Dis*, 113: 643-665.



VII. ANEXOS

7.1 Anexo 1: Consentimiento informado

Título de la investigación:

Riesgo de exposición laboral a sílice en una fábrica de ladrillos de la comuna de Nacimiento, región del Bío Bío.

Objetivo general del estudio:

Determinar el nivel de exposición laboral a sílice al cual se ven afectados los trabajadores de una empresa de fabricación de ladrillos de la comuna de Nacimiento.

Investigador: Yislein Zanetti Albornoz

Correo: yzanetti@udec.cl

He recibido información suficiente sobre el estudio a realizar, por lo cual mi participación es voluntaria, autorizo a la investigadora para que utilice los datos obtenidos de mi persona para ser objeto de estudio y reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y que no será utilizada para ningún otro fin fuera de los de este estudio sin mi consentimiento.

Nombre: _____ Fecha: _____

Firma: _____

Firma del Investigador

Los Ángeles, Chile

7.2 Anexo 2: Encuesta sociodemográfica

Marque con una **X** o complete los campos requeridos según corresponda.

✚ Edad: _____ Años

✚ Antigüedad en el rubro: _____ Años

✚ Antigüedad en la empresa: _____ Años

✚ Fumador

SI _____ NO _____

✚ ¿El último tiempo a perdido peso de manera considerable?

SI _____ NO _____

✚ Cuando realiza algún tipo de esfuerzo, como caminar rápido o hacer algún deporte.

¿Siente que le cuesta respirar?

SI _____ NO _____

✚ Cuando está en reposo o caminando lento, o haciendo alguna actividad que no le produzca esfuerzo. ¿Siente que le cuesta respirar?

SI _____ NO _____

✚ ¿Padece de alguna enfermedad respiratoria diagnosticada (asma, bronquitis crónica, enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, etc.)?

SI _____ NO _____

Escriba cual

7.3 Anexo 3: Nota 1; nivel de riesgo 4

Cuando se determine un Nivel de Riesgo 4, en un lugar de trabajo, se deberá proceder de la siguiente manera:

a) El organismo administrador deberá prescribir a la empresa respectiva las medidas de control que ésta deberá implementar. Esta situación, el organismo administrador deberá informarla a la Autoridad Sanitaria Regional correspondiente, dentro de los primeros 10 días hábiles de mes siguiente al que se recibió los resultados analíticos de las muestras tomadas, utilizando el medio electrónico, en el formulario señalado en el Anexo N°7.

b) El Informe Técnico correspondiente a Nivel de Riesgo 4, el organismo administrador deberá remitirlo a la Autoridad Sanitaria Regional y a la empresa respectiva, dentro del plazo de 90 días a contar de la fecha en que se tomaron las muestras. En este informe se deberá señalar el plazo de cumplimiento de las medidas que prescriba el organismo administrador, sin perjuicio de otras medidas o plazos que dicha Autoridad estime pertinente. Para los Niveles de Riesgo 1, 2 y 3, en los Informes Técnicos respectivos, los organismos administradores deberán especificar las medidas prescritas a la empresa.

c) Hechas las correcciones por parte de la empresa, el organismo administrador deberá realizar una nueva evaluación, dentro de los plazos que determine la Autoridad Sanitaria respectiva. Luego, con los nuevos niveles de sílice encontrados se deberá reclasificar a la empresa en el Nivel de Riesgo que corresponda.

d) Cada vez que se produzca un cambio importante en el proceso productivo o haya un aumento significativo del nivel de producción, el organismo administrador deberá efectuar una nueva evaluación para establecer el nuevo Nivel de Riesgo en que se encuentra la empresa. Si este corresponde al 4, se aplicará lo establecido en las letras precedentes.

e) Si en una evaluación cuantitativa se establece que la concentración promedio ponderada es superior a 5 veces el límite permisible, el organismo administrador deberá, una vez conocidos los resultados analíticos de las muestras, dentro de las 48 horas siguientes, prescribir a la empresa las medidas necesarias inmediatas e informar a la Autoridad Sanitaria Regional, vía electrónica, utilizando el formulario definido en el Anexo N°7. El plazo para remitir el Informe Técnico tanto a la Autoridad Sanitaria Regional y a la Empresa será el determinado en la letra b) precedente.

f) Sin perjuicio de lo señalado en la Tabla N° 6-2, la Autoridad Sanitaria Regional podrá, de acuerdo a la potestad que le otorga el Código Sanitario, solicitar evaluaciones cuando lo estime necesario, de acuerdo a fundamentos técnicos.



7.4 Anexo 4: Descripción de áreas y puestos de trabajo

BUZÓN (A)

En esta área de trabajo se realiza la limpieza de la greda. Mientras ésta pasa por la correa transportadora se le retiran todos aquellos objetos ajenos a su composición (ramas, piedras y otros elementos), también se realiza la humectación de la greda y se manejan los comandos que encienden y apagan las maquinarias en caso de emergencia o de ser necesario. Existe un trabajador encargado de estas labores y su puesto de trabajo se denomina cajón dosificador.

Puestos de trabajo

Puesto de trabajo	Descripción
Operador de planta	Realiza la labor de limpieza de la greda, retira los cuerpos extraños y además humecta la greda. También se encarga de controlar mediante una botonera cada máquina de producción.

PRODUCCIÓN-HORNOS (B)

En esta área de trabajo se elaboran los diferentes tipos de ladrillos y baldosas que son producidos en la empresa, mediante maquinarias, las cuales se encargan de preparar la greda y darle forma según el tipo de ladrillo que se requiere, hasta llegar a la máquina cortadora; además, en esta área se realiza la cocción de ladrillos, hay personas encargadas de la carga y descarga del horno. Además, en esta área se encuentra un grupo de exposición similar, ya que los trabajadores se van rotando entre producción y hornos.

Puestos de trabajo

Puesto de trabajo	Descripción
Cortador	Encargado de retirar el rechazo de la máquina cortadora y cambia el alambre que corta los ladrillos cuando éste se rompe.
Supervisor Producción	Debe cambiar la matriz del cortador, realizar mantención y reparación a las maquinarias de producción, supervisar el personal de producción, contabilizar la producción diaria, controlar el uso de la greda para que esta no falte y humedecer la greda.
Operario producción	Sacan los ladrillos de la corre transportadora que sale de la maquina cortadora y los van ordenando en bandejas que luego son llevadas a hornaza.
Carga de Hornos	Es el encargado de buscar los ladrillos secos a hornaza, en ese lugar los deben cargar en un carro y luego llevarlos a los hornos. Realizan entre 8 a 10 vueltas por hora, los trabajadores cumplen esta labor mes por medio, ya que están un mes en hornos y otro mes en producción. Los trabajadores deben usar mascarilla respiratoria con filtro p-100 por la cantidad de polvo generado.
Descarga de hornos	Se retiran los ladrillos cocidos de los hornos y se depositan en un carro para posteriormente hacer los pallets. Se trasladan entre 50 y 60 ladrillos por carro y realizan entre 8 a 10 vueltas por hora. Algunos trabajadores deben pasar toda la jornada al interior de los hornos y otros entrar y salir. Los trabajadores deben usar mascarilla respiratoria con filtro p-100 por la cantidad de polvo generado.

PRODUCCIÓN-SOLDADOR (F)

En esta área se soldan todas las piezas que se necesitan para producir, por ejemplo, partes de la máquina que se descomponen y también se confeccionan los pallets en los cuales se colocan y embalan los ladrillos terminados y listos para su venta.

Puestos de trabajo

Puesto de trabajo	Descripción
Soldador	Encargado de soldar estructuras metálicas, reparar base de motores de las cámaras de secado, confeccionar y reparar matrices para maquinaria de producción y mantenciones en general.
Confección Pallets	Se debe cortar madera con una sierra de mesa para luego unir las piezas y hacer los pallets que luego son usados para colocar los ladrillos.

HORNAZA (C)

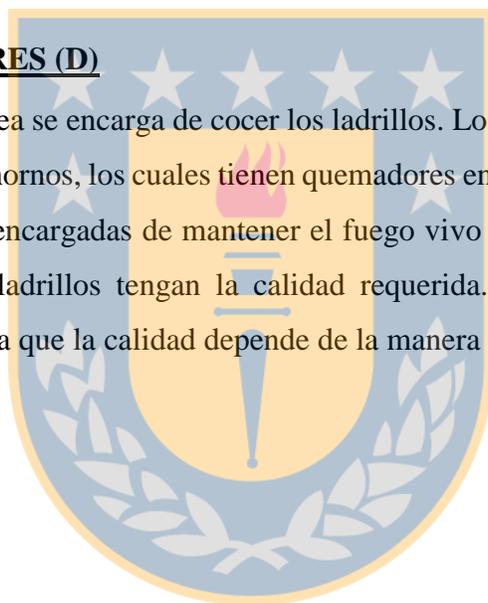
En el área de hornaza se secan los ladrillos que salen de producción, estos son llevados a las cámaras de secado, las cuales son temperadas mediante hornazas, las cuales funcionan con leña de pino, hay una persona encargada, la cual se preocupa de mantener el fuego para que funcione la cámara de secado.

Puestos de trabajo

Puesto de trabajo	Descripción
Encargado de hornaza	El trabajador debe mantener el fuego constante para el correcto secado de los ladrillos, también debe estar pendiente del buen funcionamiento de los ventiladores, cortar la leña para mantener un stock y revisar las cámaras de secado.

QUEMADORES (D)

Esta área se encarga de cocer los ladrillos. Los ladrillos pasan del área de hornaza a los hornos, los cuales tienen quemadores en la parte superior, en la cual hay personas encargadas de mantener el fuego vivo y a una cierta temperatura, para que los ladrillos tengan la calidad requerida. Es una de las áreas más importantes, ya que la calidad depende de la manera en que fueron quemados.



Puestos de trabajo

Puesto de trabajo	Descripción
Quemadores 1y 2	Controla la temperatura a la cual se deben cocer los ladrillos, deben alimentar la maquina cocedora con aserrín, carbón y pellet. Deben mover un tubo de 3 metros aproximadamente, este tubo traspasa calor desde los hornos a hornazas; además, deben sacar las tapas del horno para que se enfríe y los encargados de descargar los hornos no se expongan a altas temperaturas.
Supervisor Quemadores	Supervisa la existencia de materia prima (aserrín, carbón y pellet), supervisan que la temperatura de los quemadores sea la adecuada y coordina con Producción-Hornos que tipos de ladrillos ingresaran a los hornos

CARGUÍO (E)

Esta es un área móvil, no se puede situar en un lugar exacto, en ella se llevan a cabo las labores de: mover la greda y colocarla en la máquina que la convierten ladrillo mediante una grúa; transporte de ladrillos desde producción a hornaza y desde los hornos a la zona de acopio donde son almacenados para su posterior venta mediante una grúa horquilla.

Puestos de trabajo

Puesto de trabajo	Descripción
Operador Grúa	Encargado de sacar greda de las minas, ordenar la greda por capas y la mueve y limpiar los caminos de acceso.
Operador Grúa Horquilla	Se encarga de trasladar los ladrillos moldeados desde producción a hornazas y luego traslada los pallets con los productos terminados a la cancha de acopio. También trasladan otro tipo de cargas dentro de la empresa



Tabla 8. Tiempo de exposición al agente contaminante según área y puesto de trabajo.

Descripción proceso productivo: Desarrollo de actividades en área Buzón-Producción-Horno-Quemadores-Hornaza-Secado-Grúa-Horquilla						
Descripción materia prima : Arcilla-Creda-Agua						
Tipo de sílice : Cuarzo						
Área/Sección	Puesto trabajo	Descripción tarea	N° trabajadores	JLS (horas)	TES (horas)	ES (%)
Buzón	Operador de Planta	Operación en Buzón Chequeo de insumos Limpieza de instalaciones Coordinación mecanismos de operaciones	3	45	39	86,6
Producción-Horno	Cortador Supervisor producción Operario producción	Retiro de rechazo desde mesa. Inspección de productos moldeados Retiro de material moldeados desde la mesa	18	45	39	86,6
	Carga y descarga de horno	Carguio de carros con productos a procesar y descarga				
Producción-Soldador	Soldador Confección pallet	Mantenición mecánica de vehiculos Mantenición estructuras metálicas Confección de pallet	2	45	39	86,6
Hornaza	Encargado de Hornaza	Mantenición fuego cámara secado Cortar leña para alimentar fuego	3	45	39	86,6
Quemadores	Quemador 1 y 2 Supervisor quemadores	Aplicación de llama y temperatura a piezas moldeadas	4	45	30	66,6
Carguio	Operador grúa horquilla Operador grúa	Carga, descarga, acopio y clasificación de material	2	45	30	66,6

JLS: Jornada Laboral Semanal; TES: Tiempo Exposición Semanal; ES: Exposición Semanal ((TES/JLS)×100)

Fuente: Instituto de Salud Laboral (ISL)