

INFORME N° 34/11

**EVALUACIÓN DE SÍLICE LIBRE CRISTALIZADA Y POLVO TOTAL NO
CLASIFICADO, AMBOS EN FRACCIÓN RESPIRABLE,
DIVISIÓN VENTANA - CODELCO**

Santiago, 30 de Diciembre de 2011

**EVALUACIÓN DE SÍLICE LIBRE CRISTALIZADA Y POLVO TOTAL NO
CLASIFICADO, AMBOS EN FRACCIÓN RESPIRABLE,
DIVISIÓN VENTANAS - CODELCO**

I.- Introducción.

1.1.- Antecedentes Generales.

Entre los días 30 de noviembre y 2 de Diciembre de 2011, el Instituto de Salud Pública, a través de su Departamento de Salud Ocupacional, evalúa a trabajadores de la División Ventanas, con el propósito de establecer los niveles de exposición a sílice libre cristalizada (cuarzo, tridimita y cristobalita) y de polvo total no clasificado, ambos en fracción respirable. Los trabajadores evaluados realizan labores en áreas de trabajo con presencia de tales sustancias.

Fueron tomadas un total de 33 muestras; sin embargo, 2 muestras fueron no representativas. La distribución de éstas se muestra en la Tabla I-1. Las muestras fueron tomadas tanto en el Turno A-B (de 8 horas diarias), como en los Turnos Grupo2 y Grupo 3 (ambos de 12 horas diarias).

Tabla I-1. Distribución de Muestras Representativas Tomadas.

Área Evaluada	Nº de Muestras
Gerencia de Operaciones	30
Gerencia de Mantención y Servicios.	1
Total	31

La siguiente tabla individualiza cada una de las muestras no representativas y la causa respectiva.

Tabla I-2. Muestras no Representativas y su Causa.

Muestra	Causa no Representatividad
(Si 4/1-67) (Encargado Preparación Mezcla)	Se detuvo la bomba de muestreo, a los 197 minutos, por estrangulamiento de la manguera de conexión.
(Si 10/1-69). (Operador CPS)	Se retiro la bomba a los 499 minutos. No se completo el tiempo mínimo para una muestra representativa.

1.2.- Parámetros de Muestreo y Análisis de las Muestras.

Las muestras fueron tomadas de acuerdo al protocolo oficial del Instituto de Salud Pública: "Protocolo para la Toma de Muestra de Sílice Libre en su Fracción Respirable y de Polvo no Clasificado Total y Fracción Respirable".

Los caudales de muestreo de las muestras representativas, fluctuaron entre 1,640 (l/min) y 1,735 (l/min), y los volúmenes de muestreo fueron de entre 573,249 (l) y 1.014,806 (l). Como tren de muestreo se utilizó una bomba de muestreo portátil, manguera de conexión y como cabezal de muestreo un filtro de PVC, de 37 mm de diámetro y tamaño de poro de 5 micrómetros, colocado en portafiltros de dos cuerpos, el cual se monta en el ciclón Dorr Oliver, que trabaja con un caudal de $1,7 \pm 4\%$ (l/min).

Todas las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Toxicología Ocupacional, del Instituto de Salud Pública, utilizando las siguientes técnicas analíticas para las sustancias que se indican:

- a) Polvo total no clasificado en fracción respirable: Gravimetría (NMAM 600 NIOSH, Modificado).
- b) Sílice Libre Cristalizada (cuarzo, tridimita, cristobalita): Infrarrojo con Transformada de Fourier (NMAM 7602, Modificado).

1.3.- Antecedentes Legales.

El D.S. Nº 594, de 1999, del Ministerio de Salud, que establece el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, determina los Límites Permisibles Ponderados de las diferentes sustancias evaluadas.

Tabla I-3. Límites Permisibles Ponderados (LPP), para Fracción Respirable, de las Diferentes Sustancias Evaluadas.

Sustancia	LPP (1)(2) (mg/m ³)
Polvo Total no Clasificado	2,4
Cuarzo	0,08
Tridimita	0,04
Cristobalita	0,04

- Obs.:** (1) Límites Permisibles Ponderados establecidos en el D.S. Nº 594, de 1999, del Ministerio de Salud, válidos para 48 horas semanales y hasta una altura geográfica de 1.000 metros sobre el nivel del mar.
- (2) Límites Permisibles Ponderados (LPP) válidos para la Fundición Ventanas, de la División Ventanas. En esta División se trabaja en turnos de 12 horas/día en ciclos de turno de 4x4 (Turnos A-B) y en turnos de 8 horas/día en ciclos de 6x1 Turnos Grupo 2 y 3), con un total de 48 horas semanales en ambos turnos. La fundición está ubicada a nivel del mar (P = 760 mm Hg). Luego, de acuerdo al D.S. Nº 594, de 1999, los LPP no deben ser corregidos ni por altura ni por jornada.

II.- Presentación de Resultados.

En las Tablas II-1, II-2, II-3 y II-4 se muestran las concentraciones promedio ponderadas de las distintas muestras, de tipo personal, tomadas a trabajadores que se desempeñan en las distintas labores de las áreas evaluadas, para sílice libre cristalizada (cuarzo, tridimita, cristobalita) en fracción respirable.

En estas tablas, además, se indica en que turno fueron evaluados los trabajadores, el ciclo de turno, los horas diarias de trabajo, así como los volúmenes y tiempos de muestreo. También se presentan observaciones relacionadas con los límites inferiores de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el Laboratorio de Toxicología Ocupacional.

Tabla II-1. Gerencia de Operaciones: Muestra, Trabajador Evaluado, Tipo de Muestra, Turno Evaluado, Volumen de Muestreo, Tiempo de Muestreo y Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina, en Fracción Respirable. División Ventanas. Codelco. Noviembre 30 de 2011.

Muestra	Trabajador Evaluado	Tipo de Muestra	Turno (1)	Volumen de Muestreo (litros)	Tiempo de Muestreo (2) (min)	Concentración Promedio Ponderada (mg/m3)			Ciclo del Turno	Horas/Día Turno	Altura Geográfica (m.s.n.m.)	Cumple LPP (6)
						Polvo (4) mg/m3	Cuarzo	Tridimita				
Si 1/1-67	Carlos Bravo Herrera Encargado Preparación Mezcla	Personal	A-B	629,624	373	0,11	<20 µg (5)	<20 µg (5)	6x1	8	0	Si
Si 2/1-67	Marco Bernal Gaete Operador de Terreno - Comando 2/Relleno de Tolvas	Personal	A-B	628,269	381	0,78	<20 µg (5)	<20 µg (5)	6x1	8	0	Si
Si 3/1-67	Victor Mena E. Operador de Terreno - Pesometrista	Personal	A-B	628,501	361	0,08	<20 µg (5)	<20 µg (5)	6x1	8	0	Si
Si 4/1-67	José Díaz Pérez Encargado Preparación Mezcla	Personal	A-B	335,294	197 (3)	0,16	<20 µg (5)	<20 µg (5)	6x1	8	0	Si
Si 5/1-67	Victor Acevedo Leiva Operador Romana	Personal	A-B	609,336	364	0,05	<20 µg (5)	<20 µg (5)	6x1	8	0	Si
Si 6/1-67	José Buguño Carvajal Encargado de Tablero - Sala de Control	Personal	A-B	608,646	361	0,05	<20 µg (5)	<20 µg (5)	6x1	8	0	Si
Si 7/1-67	Claudio Abarca Astudillo Operador de Terreno - Transporte 1	Personal	A-B	580,672	344	0,4	<20 µg (5)	<20 µg (5)	6x1	8	0	Si
Si 8/1-67	Francisco Urrutia Pérez Operador de Planta Secado	Personal	Grupo 3	896,125	535	0,33	<20 µg (5)	<20 µg (5)	4x4	12	0	Si
Si 9/1-67	Manuel Vergara Olivares Encargado de Planta Secado - Sala de Control	Personal	Grupo 3	893,031	537	0,07	<20 µg (5)	<20 µg (5)	4x4	12	0	Si
Si 10/1-67	Marco Olivier Sepúlveda Operador Puente Grúa - Convertidores TTE y PS	Personal	Grupo 3	894,450	534	0,4	<20 µg (5)	<20 µg (5)	4x4	12	0	Si
Si 11/1-67	Idacio Ibacache Pizarro Sangrador RAF	Personal	Grupo 3	872,890	518	0,28	<20 µg (5)	<20 µg (5)	4x4	12	0	Si

OBS.: (1) Turno A-B: De 08:00 a 16:00 horas y Turno Grupo 3: De 08:00 a 20:00 horas.
(2) Tiempo mínimo de muestreo para muestra representativa para Turno 8 horas: 336 minutos y para Turno de 12 horas: 504 minutos.
(3) Se detuvo bomba de muestreo por estrangulamiento de la manguera de conexión.
(4) Polvo total no clasificado en fracción respirable.
(5) Inferior al límite de cuantificación de la técnica analítica.
(6) Límite permisible ponderado.

Tabla II-2. Gerencia de Operaciones: Muestra, Trabajador Evaluado, Tipo de Muestra, Turno Evaluado, Volumen de Muestreo, Tiempo de Muestreo y Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina, en Fracción Respirable. División Ventanas. Codelco. Diciembre 01 de 2011.

Muestra	Trabajador Evaluado	Tipo de Muestra	Turno (1)	Volumen de Muestreo (litros)	Tiempo de Muestreo (2) (min)	Concentración Promedio Ponderada (mg/m3)			Ciclo del Turno	Horas/Día Turno	Altura Geográfica (m.s.n.m.)	Cumple LPP (5)
						Polvo (3) mg/m3	Cuarzo	Tridimita				
SI 1/1-68	Carlos Báez Arancibia Operador Puente de Grúa – Relievo	Personal	Grupo 3	1014,806	598	0,38	<20 µg (4)	<20 µg (4)	4x4	12	0	Si
SI 2/1-68	Rosendo Villalón Araya Operador CPS	Personal	Grupo 3	865,944	513	0,09	<20 µg (4)	<20 µg (4)	4x4	12	0	Si
SI 3/1-68	John Vázquez Navia Operador Cargador Frontal - Equipos y Servicios	Personal	Turno A-B	724,574	422	0,2	<20 µg (4)	<20 µg (4)	6x1	8	0	Si
SI 5/1-68	Alex Vásquez Cisternas Operador Puente Grúa – Titular	Personal	Grupo 3	853,622	506	0,02	<20 µg (4)	<20 µg (4)	4x4	12	0	Si
SI 6/1-68	Emilio Figueroa Uribe Jefe Turno - Función	Personal	Grupo 3	882,824	523	0,03	<20 µg (4)	<20 µg (4)	4x4	12	0	Si
SI 7/1-68	Luis Arcaya Mora Operador Horno RAF	Personal	Grupo 3	890,085	519	0,19	<20 µg (4)	<20 µg (4)	4x4	12	0	Si
SI 8/1-68	Raúl Basáez Oyanedel Guero Cargador RAF	Personal	Grupo 3	862,625	515	0,18	<20 µg (4)	<20 µg (4)	4x4	12	0	Si
SI 9/1-68	Patricio Cortés Castillo Operador Equipo Horno Eléctrico	Personal	Grupo 3	936,700	551	0,8	<20 µg (4)	<20 µg (4)	4x4	12	0	Si
SI 10/1-68	Cristian Mena Navarro Operador Horno Basculante	Personal	Grupo 3	871,000	520	0,07	<20 µg (4)	<20 µg (4)	4x4	12	0	Si
SI 11/1-68	Rafael Villafañá A. Ayudante Horno Basculante RAF	Personal	Grupo 3	869,594	517	0,22	<20 µg (4)	<20 µg (4)	4x4	12	0	Si
SI 12/1-68	Sergio Guerra Fernández Operador Equipo Convertidor Teniente	Personal	Grupo 3	930,504	548	0,07	<20 µg (4)	<20 µg (4)	4x4	12	0	Si

OBS.: (1) Turno A-B: De 08:00 a 16:00 horas y Turno Grupo 3: De 08:00 a 20:00 horas.
 (2) Tiempo mínimo de muestreo para muestra representativa para Turno 8 horas: 336 minutos y para turno 12 horas: 504 minutos.
 (3) Polvo total no clasificado en fracción respirable.
 (4) Inferior al límite de cuantificación de la técnica analítica.
 (5) Límite permisible ponderado.

Tabla II-3. Gerencia de Operaciones: Muestra, Trabajador Evaluado, Tipo de Muestra, Turno Evaluado, Volumen de Muestreo, Tiempo de Muestreo y Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina, en Fracción Respirable. División Ventanas. Codelco. Diciembre 02 de 2011.

Muestra	Trabajador Evaluado	Tipo de Muestra	Turno (1)	Volumen de Muestreo (litros)	Tiempo de Muestreo (2) (min)	Concentración Promedio Ponderada (mg/m3)			Ciclo del Turno	Horas/Día Turno	Altura Geográfica (m.s.n.m.)	Cumple LPP (7)
						Polvo (4) mg/m3	Cuarzo	Tridimita				
SI 1/1-69	Roberto Díaz Salinas Encargado Horno Eléctrico	Personal	Grupo2	882,416	524	0,17	<20 µg (5)	<20 µg (5)	4x4	12	0	Si
SI 2/1-69	Juan Veas Araya Operador Horno Eléctrico	Personal	Grupo2	914,208	534	0,45	<20 µg (5)	<20 µg (5)	4x4	12	0	Si
SI 3/1-69	Jacinto Pereira Contreras Operador Cargador Frontal - Equipos y Servicios	Personal	Turno A-B	718,491	417	0,08	<20 µg (5)	<20 µg (5)	6x1	8	0	Si
SI 4/1-69	José Vargas Vázquez Operador Horno Basculante	Personal	Grupo2	843,855	505	0,11	<20 µg (5)	<20 µg (5)	4x4	12	0	Si
SI 5/1-69	Dino Latorre Pino Operador Puente Grúa - Titular	Personal	Grupo2	894,600	525	0,15	<20 µg (5)	<20 µg (5)	4x4	12	0	Si
SI 6/1-69	Humberto Villegas Muñoz Operador Romana - Reemplazo	Personal	Turno A-B	561,418	338	0,06	<20 µg (5)	<20 µg (5)	5x1	8	0	Si
SI 7/1-69	Claudio Abarca Astudillo Operador de Terreno - Transporte 1 y Relleno	Personal	Turno A-B	573,249	339	0,38	<20 µg (5)	<20 µg (5)	6x1	8	0	Si
SI 8/1-69	Pablo Pérez Barraza Operador Equipo Convertidor Teneiente	Personal	Grupo2	873,600	525	0,56	0,05	<20 µg (5)	4x4	12	0	Si
SI 9/1-69	Roberto Troncoso González Ayudante Horno Basculante	Personal	Grupo2	846,032	506	0,66	NHR (3)	NHR (3)	4x4	12	0	Si
SI 10/1-69	Cristian Mena Escobar Operador CPS	Personal	Grupo2	824,847	499 (6)	0,04	<20 µg (5)	<20 µg (5)	4x4	12	0	Si

OBS.: (1) Turno A-B: De 08:00 a 16:00 horas y Turno Grupo 2: De 08:00 a 20:00 horas.
(2) Tiempo mínimo de muestreo para muestra representativa para Turno 8 horas: 336 minutos y para Turno 12horas: 504 minutos.
(3) No se determina sílice cristalina por exceso de interferencias.
(4) Polvo total no clasificado en fracción respirable.
(5) Inferior al límite de cuantificación de la técnica analítica.
(6) Bomba se retira antes del tiempo mínimo representativo.
(7) Límite permisible ponderado.

Tabla II-4. Gerencia Mantenición y Servicios: Muestra, Trabajador Evaluado, Tipo de Muestra, Turno Evaluado, Volumen de Muestreo, Tiempo de Muestreo y Concentración Promedio Ponderada de Sílice Cristalina, en Fracción Respirable.
 División Ventanas. Codelco. Diciembre 02 de 2011.

Muestra	Trabajador Evaluado	Tipo de Muestra	Turno (1)	Volumen de Muestreo (litros)	Tiempo de Muestreo (2) (min)	Concentración Promedio Ponderada (mg/m3)			Ciclo del Turno	Horas/Día Turno	Altura Geográfica (m.s.n.m.)	Cumple LPP (5)	
						Polvo (3) mg/m3	Cuarzo	Tridimita					
SI 4/1-68	Rinaldo Tosetti Campusano Encargado Mantenición Mecánica Horno Eléctrico	Personal	Administrativo	625,135	371	0,03	<20 µg (4)	<20 µg (4)	<20 µg (4)	5x2	8	0	Si

OBS.: (1) Turno de 8 horas.
 (2) Tiempo mínimo de muestreo para muestra representativa: 336 minutos.
 (3) Polvo total no clasificado en fracción respirable.
 (4) Inferior al límite de cuantificación de la técnica analítica.
 (5) Límite permisible ponderado.

Es importante especificar que el límite inferior de cuantificación es un término cuantitativo (menor cantidad medible); o sea, es la menor cantidad de analito de una muestra que puede ser determinada con aceptable precisión y exactitud bajo las condiciones experimentales establecidas por cada técnica analítica.

III.- Conclusiones.

- a) Se tomó un total de 33 muestras, siendo las representativas 31 (ver Tabla I-2).
- b) En relación a los niveles de exposición a sílice libre cristalizada, en fracción respirable, se puede señalar:

b.1) Gerencia de Operaciones

De las 32 muestras tomadas, 30 son representativas. De estas últimas solo en una se encontraron presencia de cuarzo (Si 7/1-69: Operador de Terreno – Transporte 1 y Relleno), con una concentración promedio ponderada de 0,05 mg/m³, inferior al límite permisible.

Si embargo, la muestra Si 9/1-69 (Ayudante Horno Basculante), no se pudo determinar sílice cristalina por exceso de interferencias.

b.2) Gerencia de Mantenimiento y Servicios

Para la muestra tomada se determinó una masa de sílice cristalina (cuarzo, tridimita, cristobalita) inferior al límite de cuantificación.

- c) Respecto de las concentraciones de polvo total no clasificado, en fracción respirable, se puede establecer:

c.1) Gerencia de Operaciones

En las 30 muestras representativas (se tomaron 32 muestras) se encontró polvo no clasificado, fracción respirable, fluctuando sus concentraciones promedio ponderadas entre 0,02 mg/m³ y 0,80 mg/m³, valores inferiores al límite permisible ponderado igual a 2,4 mg/m³.

c.2) Gerencia de Mantenimiento y Servicios

En la muestra representativa tomada se encontró polvo no clasificado, fracción respirable, con una concentración promedio ponderada es de 0,03 mg/m³, valor inferior al límite permisible ponderado igual a 2,4 mg/m³.

INSTITUTO DE SALUD PUBLICA DE CHILE
Depto. de Salud Ocupacional y Contaminación Ambiental

JEFE

SECCIÓN RIESGOS QUÍMICOS



ING. CRISTIAN FUENTES TIRAPEGUI
SECCIÓN RIESGOS QUÍMICOS

CFT/CAV/JAL/PQB

Santiago, 30 de Diciembre de 2011.