

**DEPARTAMENTO DE HIGIENE OCUPACIONAL**  
**INFORME DE CONDICIONES AMBIENTALES**

**EMPRESA** : CODELCO DIVISION VENTANA (VIÑA DEL MAR)  
**Nº ADH.** : 09546  
**INFORME Nº** : 417 / 2008  
**PREPARADO POR** : JULIO EDUARDO CORTÉS CORTÉS

**1.- ANTECEDENTES**

A solicitud de la empresa y en cumplimiento del Programa de silicosis Cero sustentado por este Departamento de Higiene Ocupacional, el 11 Y 12 de agosto de 2008 el suscrito visitó la faenas de extracción ubicadas en la comuna de Puchuncaví, con el objeto de realizar evaluaciones cuantitativas de las concentraciones ambientales de polvo respirable y sílice libre cristalizada en puestos de trabajo considerados críticos del área Refino a Fuego.

**2.- CORRECCIONES A LOS LÍMITES PERMISIBLES**

El Decreto Supremo Nº 594/99 del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo establece en su artículo 66 los límites permisibles ponderados para los agentes en estudio:

<b>TABLA Nº 1</b> <b>LÍMITES PERMISIBLES DE AGENTES QUÍMICOS</b>			
<b>Agente</b>	<b>Ponderado (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Temporal (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Observaciones</b>
Polvo respirable	2,4		Fracción respirable
Sílice libre cristalizada (SiO <sub>2</sub> ) *	0,08		Fracción respirable

\* : En 1996 el agente Sílice Libre Cristalizada fue clasificada en el Grupo I (carcinógeno en humanos) por la IARC (International Agency for Research on Cancer).

El cuerpo legal en estudio establece en su artículo 32 que todo lugar de trabajo deberá mantener por medios naturales o artificiales una ventilación que contribuya a proporcionar condiciones ambientales confortables y que no causen molestias o perjudiquen la salud del trabajador. Esto lo complementa Art. Art. 35º que limita la velocidad de circulación del aire en las áreas ocupadas por los trabajadores a 1 metro por segundo.

La clasificación del riesgo de originar daños a la salud de carácter profesional, se obtiene a partir del siguiente criterio, que establece los requerimientos mínimos para considerar la exposición a los agentes químicos como controlada.

<b>TABLA Nº 2</b> <b>CLASIFICACIÓN DE LA EXPOSICIÓN PARA AGENTES QUÍMICOS</b>		
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>CONCENTRACIÓN MEDIDA ©</b>	<b>REQUISITOS PARA PROTECCIÓN RESPIRATORIA</b>
MUY ALTA	$© > 5 \text{ LPP}$ $© > \text{LPA}$ $© > \text{LPT}$	Implementar sistemas de control de ingeniería y evaluación de los sistemas de extracción y ventilación habilitados. Además, uso de protección de alta eficiencia (P100) en buen estado. En exposiciones que superan a 10 LPP usar respirador de rostro completo. En exposiciones que superan a 25 LPP usar equipo de aire autocontenido.**
ALTA	$1 \text{ LPP} < © \leq 5 \text{ LPP}$ o $© < \text{LPT}$	Uso de máscara de medio rostro con filtros de eficiencia 99,97% de retención, en buen estado.
MEDIA	$0,5 \text{ LPP} < © \leq 1 \text{ LPP}$	En caso de agentes químicos, el uso de protección se condiciona para minimizar la exposición. En caso de existir agentes biológicos, productores de asma bronquial o clasificados como A.1 o A.2, el uso de la protección es obligatorio.
BAJA	$0,1 \text{ LPP} < © \leq 0,5 \text{ LPP}$	No requiere protección respiratoria. En caso de existir agentes biológicos, productores de asma bronquial o sustancias cancerígenas, el uso de la protección es obligatorio.
MUY BAJA	$© \leq 0,1 \text{ LPP}$	No requiere protección respiratoria, excepto si la sustancia es cancerígena

\*\* : Si el índice de exposición, definido como el cociente entre la concentración medida y el límite permisible ponderado (  $© / \text{LPP}$  ), es superior a 10 la instalación en estudio requiere la implementación de sistemas de control de ingeniería con evaluación de los sistemas de ventilación habilitados, uso de respiradores de presión positiva, reducción del tiempo de exposición o una combinación de las anteriores.

### 3.- MEDICIONES

#### 3.1 Metodología de análisis y muestreo

Las evaluaciones de sílice libre cristalizada se efectuaron acorde al método NIOSH 7602, análisis por espectrofotometría de rayos infrarrojos; las muestras se colectaron en cartucho de membrana de 37 milímetros con filtro de cloruro de polivinilo de poro 5,0 micrómetros; se emplearon bombas modelo Gillian 3500 o Gill Air 3, calibradas a 1,7 litros por minuto mediante un calibrador Gillibrator 2 de burbuja.



Las evaluaciones de polvo respirable se efectuaron acorde al método NIOSH 0600, análisis por gravimetría; las muestras se colectaron en cartucho de membrana de 37 milímetros con filtro de cloruro de polivinilo de poro 5,0 micrómetros; se emplearon bombas modelo Gillian 3500 o Gill Air 3, calibradas a 1,7 litros por minuto mediante un calibrador Gillibrator 2 de burbuja.

### 3.2 Resultados de mediciones

La Tabla N° 3 muestra el resultado de la evaluación de sílice libre cristalina en puestos de trabajo que se encuentran bajo exposición potencial.

<b>TABLA N° 3</b> <b>EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A SÍLICE LIBRE CRISTALIZADA</b>					
<b>Puesto de Trabajo</b>	<b>Volumen (Litros)</b>	<b>Concent. De sílice (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Exposición</b>	<b>Expuestos</b>	<b>Expuestos Controlados</b>
Zr. Rufino Rivera. Op. Horno reverbero	496	0,038	Baja	4	4***
Zr- Juan Díaz. Op. Horno reverbero	532	0,045	Media	4	4**
Zr. Camilo Villablanca. Op. Rueda de moldeo	549	<0,009	Muy baja	4	4***
Zr. Marcos Bustamante. Op. Rueda de moldeo	584	0,012	Baja	4	4**
Zr. Idecio Ibacache. Op. Rueda moldeo	557	<0,009	Muy baja	4	4***
Zr. Roberto Troncoso. Op. Soplado bóveda	534	<b>0,116</b>	<b>Alta</b>	<b>3</b>	<b>3**</b>
Zr. Rafael Villafoña. Op. Horno basculante	464	0,028	Baja	3	3**

**Notas:**

**Zr : Zona respiratoria**

**\*\* : Operario con protección respiratoria P-100 de cobertura suficiente**

**\*\*\* : Operario con protección respiratoria N-95 de cobertura suficiente**

**< : Valor bajo el límite de cuantificación del método**

La Tabla N° 4 muestra el resultado de la evaluación de polvo respirable en puestos de trabajo que se encuentran bajo exposición potencial.

**TABLA N° 4**  
**EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A POLVO RESPIRABLE**

<b>Puesto de Trabajo</b>	<b>Volumen (Litros)</b>	<b>Concent. De polvo (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Exposición</b>	<b>Expuestos</b>	<b>Expuestos Controlados</b>
Zr. Rufino Rivera. Op. Horno reverbero	496	0,423	Baja	4	4**
Zr- Juan Díaz. Op. Horno reverbero	532	0,207	Muy baja	4	4**
Zr. Camilo Villablanca. Op. Rueda de moldeo	549	<0,018	Muy baja	4	4**
Zr. Marcos Bustamante. Op. Rueda de moldeo	584	0,530	Baja	4	4**
Zr. Idecio Ibacache. Op. Rueda moldeo	557	0,179	Muy baja	4	4**
Zr. Roberto Troncoso. Op. Soplado bóveda	534	0,730	Baja	3	3***
Zr. Rafael Villafoña. Op. Horno basculante	464	0,151	Muy baja	3	3**

**Notas:**      **Zr : Zona respiratoria**  
**\*\* : Operario con protección respiratoria de cobertura suficiente**  
**\*\*\* : Operario con protección respiratoria de cobertura insuficiente**  
**< : Valor bajo el límite de cuantificación del método**

#### **4.- CONCLUSIONES**

Sobre la base de los resultados obtenidos en las mediciones, criterio de evaluación y condiciones observadas durante la visita, es posible inferir lo siguiente:

- ◊ La concentración de sílice libre cristalizada superó el valor límite permisible que establece la legislación vigente para el puesto de trabajo de soplado de bóveda.
- ◊ Para el caso del operador de soplado de bóveda, la cobertura P-100 del protector respiratorio era suficiente para las concentraciones de polvo y sílice cristalina medidas en esta ocasión.
- ◊ Todos los operadores usaban protección respiratoria de doble vía y tipo medio rostro con filtros P-100 o N-95.
- ◊ Las condiciones operacionales del área Refino a Fuego dificultan la implementación de medidas de control de polvo, lo que se refleja en elevados niveles puntuales observados durante la visita.
- ◊ La principal fuente de polvo son las emisiones fugitivas derivadas de la circulación de equipos de carga en la sección en estudio. Si bien existe la creencia que la contaminación proviene de las emisiones focalizadas de los hornos, estas emisiones son en lo principal humos metálicos y gases ácidos.

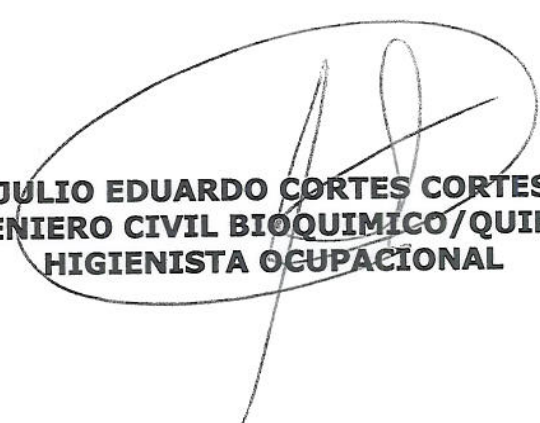


- ◊ La empresa instaló sistemas de acondicionamiento de aire en las salas de control de las unidades de proceso en estudio, sistema que filtra el aire y retiene una cantidad considerable de polvo.

## **5.- RECOMENDACIONES**

Teniendo presente los resultados de esta evaluación, condiciones observadas durante la visita, como medidas de control sobre la exposición a material particulado, y considerando la naturaleza del agente en estudio, se recomiendan las siguientes acciones preventivas:

1. Por las características de las operaciones y procesos que funcionan en las instalaciones evaluadas, la implementación de medidas de control exigen un estudio detallado de los sistemas de captación de contaminantes, alcance que escapa de los objetivos de este informe.
2. Las medidas deberán apuntar a reducir la generación de polvo fugitivo, por ejemplo aplicando un tensoactivo que incremente la aglomeración de polvo y así aumentar el tamaño de partícula a diámetros aerodinámicos superiores a los 10 micrómetros, a la vez que disminuirá la resuspensión de material particulado.
3. Como medida obligatoria los trabajadores que laboran en las operaciones de la empresa tipificadas en la Tabla N° 3, deben mantener el uso de protección respiratoria certificada mediante la norma NIOSH 42CFR84(OSHA) u otra.
4. Para el personal que labora en soplado de bóveda, es conveniente aumentar el nivel de cobertura a máscaras de rostro completo con filtro P-100.
5. Dentro de lo razonable la humectación de vías de circulación ayudará a reducir los niveles de emisión de polvo fugitivo.
6. Supervisar de manera rigurosa el cumplimiento del uso de protección respiratoria en los puestos de trabajo riesgosos.



**JULIO EDUARDO CORTES CORTES**  
**INGENIERO CIVIL BIOQUIMICO/QUIMICO**  
**HIGIENISTA OCUPACIONAL**

Santiago, 11 de septiembre de 2008  
JCC/jcc.  
Inf. N° 417