

---

# PROTOCOLO PARA LA TOMA DE MUESTRA EN AIRE DE: ACIDO CLORHIDRICO, ACIDO SULFURICO Y ACIDO NITRICO

---

**PROTOCOLO PARA LA TOMA DE MUESTRA EN AIRE DE:**  
ACIDO CLORHIDRICO, ACIDO SULFURICO Y ACIDO NITRICO

**EDITOR RESPONSABLE:**

Christian Albornoz Villagra  
Jefe de Sección Riesgos Químicos.  
Instituto de Salud Pública.

**REVISOR:**

Juan Alcaíno Lara  
Jefe Subdepartamento de Ambientes Laborales.  
Instituto de Salud Pública

**D006-PR-500-02-001**

Versión 1.0  
Noviembre, 2013

---

**Para citar el presente documento:**

Instituto de Salud Pública de Chile, Protocolo para la toma de muestra de ácidos en aire (ácidos clorhídrico, sulfúrico, nítrico) 2013, Versión 1.0.

Primera versión 2013. Disponible en:  
<http://www.ispch.cl/saludocupacional>, en publicaciones de referencia.

Consultas o comentarios: Sección OIRS del Instituto de Salud Pública de Chile, [www.ispch.cl](http://www.ispch.cl).

---

# PROTOCOLO PARA LA TOMA DE MUESTRA EN AIRE DE: ACIDO CLORHIDRICO, ACIDO SULFURICO Y ACIDO NITRICO

---

## INDICE

<b>1.- PRESENTACIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2.- OBJETIVO</b>	<b>4</b>
<b>3.- ALCANCE</b>	<b>4</b>
3.1.- Alcance teórico	4
3.2.- Población objetivo	4
3.3.- Población usuaria	4
<b>4.- MARCO LEGAL</b>	<b>4</b>
<b>5.- TERMINOLOGÍA</b>	<b>5</b>
5.1.- Cabeza de muestreo	5
5.2.- Reductor de caudal	5
5.3.- Tubo silica gel	5
5.4.- tren muestreo	5
<b>6.- MATERIALES E INSUMOS Y EQUIPOS</b>	<b>5</b>
<b>7.- PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO</b>	<b>5</b>
7.1.- Calibración inicial del tren de muestreo	5
7.2.- Muestreo	6
7.3.- Calibración final del tren de muestreo	6
7.4.- Volumen de muestreo	7
<b>8.- CRITERIOS Y ESTRATEGÍAS DE MUESTREO</b>	<b>7</b>
<b>9.- BIBLIOGRAFÍAS</b>	<b>7</b>
<b>10.- PARTICIPANTES</b>	<b>8</b>

## 1. PRESENTACIÓN.

Una de las acciones importantes que debe realizarse en la práctica de la higiene ocupacional consiste en la evaluación de la concentración de los contaminantes en el aire de los ambientes de trabajo: Aerosoles sólidos (polvos, humos), aerosoles líquidos (rocíos, nieblas), gases y vapores. Esta evaluación se realiza determinando la cantidad de contaminante que se encuentra presente en un volumen conocido de aire. Con este fin es necesario recolectar muestras, las que deben ser enviadas a un laboratorio especializado para su análisis.

## 2. OBJETIVO.

Establecer una metodología estandarizada para la toma de muestra de ácido clorhídrico, sulfúrico y nítrico, que permita conocer los niveles de exposiciones de los trabajadores que se desempeñan en lugares de trabajo donde se utilicen estas sustancias, así como las concentraciones existentes en los ambientes de trabajo.

## 3. ALCANCE.

### 3.1. Alcance Teórico.

Este protocolo se podrá aplicar en las siguientes situaciones:

- a) Verificar cumplimiento del límite permisible ponderado y temporal para los ácidos sulfúrico y nítrico.
- b) Verificación de cumplimiento del límite permisible absoluto para ácido clorhídrico.
- c) Estudios epidemiológicos de exposición y programas de vigilancia ambiental.
- d) Verificación de eficacia y eficiencia de medidas de control.

### 3.2. Población Objetivo.

Trabajadores expuestos a ácido clorhídrico, sulfúrico y nítrico existentes en los lugares de trabajo producto de sus actividades laborales.

### 3.3. Población Usuaría.

Profesionales que se desempeñan en el área de la higiene ocupacional.

## 4. MARCO LEGAL.

- a) DFL N° 1, de 2005, del Ministerio de Salud, refunde el texto del Decreto con Fuerza de Ley N° 2.763 de 1979 y las Leyes N° 18.933 y N° 18.469.
- b) Decreto Supremo N° 1.222, de 1996, del Ministerio de Salud, Reglamento del Instituto de Salud Pública de Chile.
- c) Decreto Supremo N° 594, de 1999, del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo: Establece en sus artículos 61° y 66° los límites permisibles ponderados (LPP), temporales (LPT) y absoluto (LPA), para las sustancias que contiene el presente protocolo:

SUSTANCIA	LÍMITE PERMISIBLE PONDERADO (1) (2) (MG/M3)	LÍMITE PERMISIBLE TEMPORAL (3) (MG/M3)	LÍMITE PERMISIBLE ABSOLUTO (4) (MG/M3)
Ácido Clorhídrico	----	----	6,0
Ácido Sulfúrico	0,8	3,0	----
Ácido Nítrico	4,2	10,0	----

### OBSERVACIONES:

- (1) EL Límite Permisible Ponderado puede ser superado momentáneamente, pero en ningún caso superar cinco veces el valor del límite.
- (2) Límite para jornadas de 48 horas semanales y hasta 1000 metros sobre el nivel del mar.
- (3) Límite para un período de 15 minutos dentro de la jornada de trabajo, y no puede ser excedido en ningún momento de la jornada.
- (4) El Límite Permisible absoluto no puede sobrepasarse en ningún momento de la jornada de trabajo.

## 5. TERMINOLOGÍA.

- 5.1.- Cabezal de Muestreo:** dispositivo en el que queda retenida la sustancia durante un muestreo.
- 5.2.- Reductor de Caudal:** dispositivo con el cual se disminuye y se ajusta el caudal requerido (se utilizará cuando la bomba de muestreo lo requiera).
- 5.3.- Tubo de Sílica Gel:** tubo que contiene el material que retiene la sustancia a través del fenómeno de adsorción.
- 5.4.- Tren de Muestreo:** compuesto por una bomba de muestreo portátil, una manguera de conexión y un tubo de sílica gel, el que puede o no ser montado en un dispositivo reductor de caudal, según bomba de muestreo a utilizar.

## 6. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS.

- a) Bomba de muestreo portátil.
- b) Dispositivo reductor de caudal si corresponde.
- c) Mangueras de conexión y pinzas de sujeción.
- d) Tubo de sílica gel.
- e) Calibrador de flujos.
- f) Etiquetas de rotulado.

- g) Ficha de registro de calibración y toma de muestra.
- h) Cinturón de ajuste rápido tipo velcro si corresponde.

## 7. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.

### 7.1. Calibración Inicial del Tren de Muestreo.

- a) Armar el tren de muestreo, conectando el cabezal de muestreo (romper ambos extremos del tubo de sílica gel) a la bomba de muestreo portátil, a través de la manguera de conexión. Este cabezal debe pertenecer al mismo lote de los que se ocuparán en terreno, según norma europea (UNE – EN 232).
- b) Si el cabezal de muestreo (tubo) es de dos secciones, la menor parte irá en dirección a la bomba.
- c) Previo a la calibración, verificar si el tren de muestreo presenta fugas.
- d) Realizar chequeo físico del calibrador.
- e) Unir el calibrador de flujo al tren de muestreo.
- f) Encender la bomba de muestreo portátil.
- g) Ajustar el caudal de la bomba de muestreo portátil al caudal requerido (entre 0,2 l/min y 0,5 l/min). Dejar que la bomba de muestreo se estabilice entre cinco a diez minutos aproximadamente.
- h) Calibrar el tren de muestreo, tomando la cantidad de lecturas parciales que exija el tipo de calibrador de flujo. El “Caudal Inicial” será el promedio de estas lecturas, aceptando un rango de dispersión respecto del caudal de referencia de un 4 %.

#### NOTAS:

El Cabezal de Muestreo utilizado en la Calibración Inicial y Calibración Final corresponderá al mismo lote que se utilizará para la toma de muestra, y será de uso exclusivo para esta actividad.

En caso de utilizar más de un tren de muestreo, repetir los pasos desde a) hasta h) para cada uno de ellos.

## 7.2. Muestreo.

- a) Identificar cada tubo de sílica gel (muestra) con alguna codificación.
- b) Conectar los componentes del tren de muestreo: bomba de muestreo portátil, manguera de conexión y cabezal de muestreo. Para este último romper ambos extremos del tubo de sílica gel, sin perder material adsorbente. De suceder esto último, desechar el tubo y cambiarlo por otro.
- c) Preparar una muestra testigo o blanco, la que deberá ser manipulada de la misma manera que las muestras reales, pero sin hacer pasar aire por ellas (no se conecta a la bomba de muestreo portátil). Una vez manipulado este testigo se sellará con algún tipo de cinta adhesiva resistente y adaptable o tapón (nunca use tela adhesiva o cinta scotch).
- d) Poner en funcionamiento la bomba de muestreo portátil.
- e) Instalar el tren de muestreo tanto para muestras de tipo personal o del ambiente de trabajo a la altura de la zona respiratoria de los trabajadores. En caso de muestreo de tipo personal instruir al trabajador a evaluar.
- f) Anotar en la ficha utilizada para la calibración y toma de muestra, hora de inicio de muestreo, fecha y las observaciones más relevantes en la toma de muestra.
- g) Una vez instalado el tren de muestreo, revisar que no existan obstrucciones o desconexiones que puedan provocar un error en la toma de muestra.
- h) El tiempo de muestreo para comprobación del cumplimiento del límite permisible ponderado, será como mínimo el 70 % de la jornada de trabajo.
- i) Para el caso del límite permisible temporal el tiempo de muestreo para la comprobación del cumplimiento de este límite será de, al menos, 15 minutos.
- j) Mantener un control directo del muestreo por el Profesional de Terreno.

- k) Al finalizar el muestreo (del ambiente de trabajo o de tipo personal) se deberá detener la bomba de muestreo portátil (anotar hora de término). Posteriormente retirar el tubo de sílica gel sellando ambos extremos con cinta adhesiva resistente y adaptable o tapón. (nunca use tela adhesiva o cinta scotch).

### NOTAS:

El transporte de las muestras (tubos adsorbentes) se realizará cumpliendo con las especificaciones de temperatura dadas por el laboratorio que realizará el análisis, considerando las condiciones generales de aceptación y rechazo de las muestras.

## 7.3. Calibración Final del Tren de Muestreo.

- a) Realizar la calibración final de acuerdo a lo establecido en la letra g) del punto 6.1 y registrarla en la ficha utilizada para la calibración y toma de muestra. Previo a la calibración final dejar bomba de muestreo que se estabilice entre cinco a diez minutos aproximadamente.
- b) Verificar si la diferencia entre ambos caudales (caudal inicial y caudal final) se encuentra dentro del 5%. De ser así calcular el caudal de muestreo de acuerdo a la letra c) siguiente o de lo contrario desechar la muestra, enviar la bomba de muestreo portátil a mantención y volver a tomar la muestra.

Cálculo de la diferencia del 5%:

$$\Delta Q = \frac{(Q_{Mayor} - Q_{Menor})}{Q_{Menor}} \times 100$$

Dónde:

$Q_{Mayor}$ : Caudal Mayor.

$Q_{Menor}$ : Caudal Menor.

Cálculo del Caudal de Muestreo:

$$Q_M = \frac{(Q_i + Q_f)}{2}$$

Dónde:

$Q_M$  : Caudal de Muestreo.  
 $Q_i$  : Caudal Inicial.  
 $Q_f$  : Caudal Final.

Determinación del Volumen de Muestreo:

$$V_M = Q_M \times t_M$$

Dónde:

$V_M$  : Volumen Muestreado.  
 $Q_M$  : Caudal de Muestreo.  
 $t_M$  : Tiempo de Muestreo.

Enviar la(s) muestra(s) tomada(s) y la muestra Testigo, indicando el volumen de muestreo, al Laboratorio para su análisis.

#### 7.4. Volumen de Muestreo.

El volumen de muestreo tiene directa relación con el caudal específico de muestreo y el tiempo de muestreo. Cuando existan altas concentraciones en el ambiente, el volumen total de muestreo se podrá alcanzar tomando más de una muestra, para evitar la saturación de los tubos. En esta última situación, para cada una de las muestras, deberá tenerse presente el volumen o masa mínima de muestreo y el límite inferior de cuantificación, dependiendo de la técnica analítica. Consultar estos antecedentes al laboratorio que analizará las muestras.

## 8. CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE MUESTREO.

En caso que el muestreo tenga como finalidad verificar el cumplimiento del límite permisible ponderado, este deberá ser de tipo personal y durar como mínimo el 70% de la jornada de trabajo y para la comprobación del cumplimiento del límite permisible temporal, el muestreo deberá cubrir al menos 15 minutos, considerando el momento de mayor exposición. Para el caso del límite permisible absoluto el muestreo preferentemente debe ser instantáneo con equipos calibrados con patrones estándares.

## 9. BIBLIOGRAFIA.

- 9.1. Ministerio de Salud; "Decreto Supremo N° 594, de 1999: Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo".
- 9.2. Instituto de Salud Pública, "Manual Básico Sobre Mediciones y Toma de Muestras Ambientales y Biológicas en Salud Ocupacional", 2013.
- 9.3. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, "Notas Técnicas de Prevención" (NTP 777 y 778).
- 9.4. National Institute for Occupational and Safety Health (NIOSH), Método Analítico 7903, 1994.

## 10. PARTICIPANTES.

Agradecemos la participación y contribución de:

Julio Roselló Ovalle, Instituto de Seguridad del Trabajo.

Iván Inostroza Cáceres, Instituto de Seguridad del Trabajo.

Marcelo Molina Ibaceta, Mutual Cámara Chilena de la Construcción.

Patricia Valdés Soto, Mutual Cámara Chilena de la Construcción.

Diego Hidalgo Donoso, Instituto de Seguridad Laboral.

Pedro Quintanilla Barros, Instituto de Salud Pública.

Rolando Vilasau Dominguez, Instituto de Salud Pública.