

DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS A LA SALUD POR EXPOSICION OCUPACIONAL A  
MONOXIDO DE CARBONO



JENNY JOHANNA BOBADILLA RODRIGUEZ  
DIANA AIDÉ OROZCO ZAMBRANO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
ESPECIALIZACIÓN SALUD OCUPACIONAL  
FACULTAD DE ENFERMERIA  
BOGOTÁ D.C.  
2012

DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS A LA SALUD POR EXPOSICION OCUPACIONAL A  
MONOXIDO DE CARBONO



JENNY JOHANNA BOBADILLA RODRIGUEZ  
DIANA AIDÉ OROZCO ZAMBRANO

Revisión documental

Asesora de Tesis  
SANDRA PATRICIA ARIZA USECHE  
Ingeniera Industrial

Trabajo de grado para  
Optar al título de Especialista en Salud Ocupacional

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
ESPECIALIZACIÓN SALUD OCUPACIONAL  
FACULTAD DE ENFERMERIA  
BOGOTÁ D.C.  
2012

## **NOTA DE ADVERTENCIA**

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en su trabajo de grado. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque los trabajos de grado no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vean en ellos el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

**Artículo 23 de la resolución No. 13 de julio de 1946**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá D.C., diciembre de 2012

## RESUMEN

Este estudio se realizó a través de una revisión documental entre los años 2000 y 2012, con el fin de obtener información de diferentes artículos de revistas indexadas, sobre los efectos a la salud ocasionados por la exposición ocupacional a monóxido de carbono. Mediante la revisión documental se identificaron los diferentes efectos a la salud y la necesidad de implementación de medidas de control, así como la importancia de profundizar en este campo, generando líneas de investigación, y de esta manera fortalecer la creación de normatividad o programas gubernamentales que orienten a la prevención de enfermedades relacionadas con la exposición a este agente tóxico.

La búsqueda de la información se realizó a través de las diferentes bases de datos tales como PUBMED, NCBI PMC, WOLTERS KLUWER HEALTH OVID, SCIELO, BIOMED, EBSCOHOST, SCIENCEDIRECT, MEDLINE. Se eligieron quince documentos que cumplieran con los criterios metodológicos, con el fin de dar respuesta a los objetivos planteados para la presente revisión documental.

Como resultado de la investigación se encontró que un porcentaje importante de la información recolectada, se enfoca en los efectos agudos por exposición a altas concentraciones de monóxido de carbono y muy pocos hacen un análisis de los efectos crónicos a la salud por exposición continua a través del tiempo, en el ámbito laboral.

Durante la búsqueda se evidenció que el abordaje ocupacional no es el principal foco de estudio para este agente tóxico, y se resume en estudios de casos puntuales en algunas profesiones como los son: bomberos, cocineros y trabajadores de manejan equipos con motores diesel o a gasolina.

## **ABSTRACT**

This study was conducted through a literature review between 2000 and 2012, in order to obtain information from various indexed journal articles on the health effects caused by occupational exposure to carbon monoxide. Through literature review identified the various health effects and the need for implementation of control measures, and the importance of deepening the field, generating research lines, and thereby strengthens the creation of regulations or government programs target the prevention of diseases related to exposure to the toxic agent.

The search for information is performed using different databases such as PUBMED, PMC NCBI, OVID WOLTERS KLUWER HEALTH, SCIELO, BIOMED, EBSCO HOST, SCIEDIRECT, MEDLINE. Fifteen documents were chosen that met the methodological criteria, in order to respond to the objectives set for this literature review.

As a result of the investigation it was found that a significant percentage of the collected data focuses on the acute effects of exposure to high concentrations of carbon monoxide and very few make an analysis of the chronic health effects of continuous exposure through time at work.

During the search was shown that the approach is not the primary occupational focus of study for this toxic agent, and is summarized in specific case studies in some professions as are firefighters, cooks and workers handling equipment with diesel or gasoline engines.

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo en primer lugar a Dios quien siempre ha guiado nuestros pasos y nos da valor día a día para continuar aún con los obstáculos que se presentan en la vida, haciéndonos más fuertes, y mejores seres humanos.

A nuestros padres quienes con su apoyo nos han orientado a continuar con nuestros proyectos de vida y a la culminación de esta etapa. A mi hijo Martin Felipe quien es mi mayor motivación, quién me inspira todos los días a continuar y cumplir las metas que me he proyectado.

A nuestra asesora la Ingeniería Sandra Patricia Ariza porque fue un apoyo fundamental en la elaboración, desarrollo y análisis de este documento.

Diana y Jenny

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	23
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	24
1.1 ANTECEDENTES	24
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
1.3 JUSTIFICACION	28
1.4 DEFINICIÓN OPERATIVA DE TERMINOS	29
1.4.1 Combustible	29
1.4.2 Combustión incompleta	29
1.4.3 Contaminante químico	29
1.4.4 Asfixiante químico	30
1.4.5 Concentración del agente contaminante en el ambiente de trabajo	30
1.4.6 Tiempo de exposición	30
1.4.7 Vía respiratoria	30
1.4.8 Efecto agudo	31
1.4.9 Efecto crónico	31
1.4.10 Valores Límites Umbrales (TLV's)	31
1.4.11 Media ponderada en el tiempo (TLV-TWA)	31
1.4.13 Toxicología	32
1.4.14 Toxicología ocupacional	32
1.4.15 Monóxido de carbono (CO)	32
1.4.16 Carboxihemoglobina	33
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	34
1.5.1 Objetivo General	34
1.5.2 Objetivos Específicos	34
1.6 PROPOSITOS	35
2. MARCO TEORICO	36
2.1 ACTIVIDADES LABORALES CON EXPOSICION A MONOXIDO DE CARBONO	36
2.2 PELIGROS ASOCIADOS A LA EXPOSICIÓN A MONÓXIDO DE CARBONO	38
2.3 FACTORES CONDICIONANTES DEL RIESGO	39
2.4 TOXICOCINETICA DEL MONOXIDO DE CARBONO	40

2.5 EFECTOS A LA SALUD DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN A MONÓXIDO DE CARBONO	43
2.5.1 Efectos agudos sobre la salud derivados de la inhalación a monóxido de carbono	44
2.5.2 Síndrome tardío por inhalación de monóxido de carbono	44
2.5.3 Efectos crónicos sobre la salud por inhalación a monóxido de carbono	45
2.6 MONITOREO Y MEDICIÓN DE LA EXPOSICION LABORAL A MONOXIDO DE CARBONO	46
2.6.1 Valores límite para el año 2010 de exposición a monóxido de carbono en partes por millón (ppm) en exposiciones promedio diarias para 8 horas y en exposiciones de corta duración promedio para 15 min aportados por diferentes instituciones.	53
2.7 RECOMENDACIONES Y CONTROLES	54
2.8 CONTEXTO LEGAL EN COLOMBIA	56
3. DESARROLLO METODOLOGICO	71
3.1 BÚSQUEDA DE DOCUMENTOS	71
3.2 SELECCIÓN DE DOCUMENTOS	72
3.3 ANALISIS DE DOCUMENTOS	76
4. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS	77
4.1 OCUPACIONES CON MAYOR RIESGO LABORAL DE INTOXICACION POR MONOXIDO DE CARBONO	77
4.2 EFECTOS A LA SALUD POR EXPOSICIÓN A MONOXIDO DE CARBONO	79
4.2.1 Efectos agudos por intoxicación con monóxido de carbono	80
4.2.2 Efectos crónicos posteriores a la intoxicación aguda	84
4.2.3 Efectos crónicos por exposición continua y por largos periodos a bajas concentraciones de monóxido de carbono	85
4.2.4 Tipos de alteraciones a la salud por exposición a monóxido de carbono	87
4.2.4.2 Alteraciones neuropsicológicas	90
4.3 CONTROLES FRENTE A LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A MONÓXIDO DE CARBONO	93
4.3.1 Controles generales frente a la exposición ocupacional a monóxido de carbono	96
5. CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFIA	103
ANEXOS # 1	109

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Ocupaciones con exposición a monóxido de carbono	36
Tabla 2. Ocupaciones con mayor exposición a monóxido de carbono según la guía de profesiones de la enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo	37
Tabla 3. Peligros asociados a la exposición aguda a monóxido de carbono	39
Tabla 4. Factores condicionantes del riesgo	40
Tabla 5. Clasificación de síntomas por sistema	43
Tabla 6. Efectos agudos por inhalación a monóxido de carbono	44
Tabla 7. Síntomas de síndrome tardío por inhalación a monóxido de carbono	45
Tabla 8. Efectos crónicos por inhalación a monóxido de carbono	45
Tabla 9. Métodos de análisis disponibles para el muestreo de la exposición al monóxido de carbono en el lugar de trabajo.	46
Tabla 10. Método id-210 OSHA - método analítico de OSHA	47
Tabla 11. Muestreo para mediciones TWA-PEL	48
Tabla 12. Método id-209 OSHA - monitor de lectura directa	50
Tabla 13. Valores límite para el año 2010 de exposición a monóxido de carbono	53
Tabla 14. Recomendaciones para empleadores, usuarios de equipos, empresas de alquiler de herramientas y fabricantes de herramientas a motor	54
Tabla 15. Contexto legal en Colombia	56
Tabla 16. Clasificación de estudios seleccionados	73
Tabla 17. Selección de documentos	74
Tabla 18. Ocupaciones con mayor riesgo laboral de intoxicación por monóxido de carbono	78
Tabla 19. Relación entre los niveles de carboxihemoglobina en sangre y la presentación de síntomas (%)	81
Tabla 20. Respuestas humanas y aproximación de los niveles de monóxido de carbono en el aire en diferentes concentraciones de carboxihemoglobina	83
Tabla 21. Relación viscosidad del plasma y nivel de fibrinógeno en plasma	88
Tabla 22. Controles por ocupación frente a la exposición a monóxido de carbono	93

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Fijación del monóxido de carbono a la hemoglobina	41
Figura 2. Fisiopatología de la toxicidad por monóxido de carbono	42

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXOS # 1	109

## GLOSARIO

- **ACIDOSIS LÁCTICA:** Afección potencialmente mortal causada por exceso de lactato en la sangre y un pH sanguíneo bajo. Un pH sanguíneo bajo significa que la sangre contiene demasiado ácido, lo que puede ser perjudicial para las células del organismo.<sup>1</sup>
- **APRAXIA:** Trastorno neurológico caracterizado por la pérdida de la capacidad de llevar a cabo movimientos de propósito, aprendidos y familiares, a pesar de tener la capacidad física (tono muscular y coordinación) y el deseo de realizarlos.<sup>2</sup>
- **BRADICINESIA:** Lentitud de los movimientos voluntarios que se observa en ciertos síndromes post encefalíticos.<sup>3</sup>
- **COREA:** Movimientos involuntarios breves y sin finalidad aparente, de la parte distal de las extremidades y la cara, que pueden aparecer de forma imperceptible en el seno de actos con propósito que enmascaran el movimiento involuntario.<sup>4</sup>
- **DISTONÍA:** Posturas anómalas mantenidas, con interrupción de los actos motores, como consecuencia de una alteración del tono muscular.<sup>5</sup>
- **EDEMA INTRAALVEOLAR:** Acúmulo agudo o crónico de líquido en su espacio aéreo como consecuencia de cambios en la presión hidrostática.<sup>6</sup>
- **FLUJO ESPIRATORIO MÁXIMO:** Es el mayor flujo que se alcanza durante una maniobra de espiración forzada.<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> FUENTES: DICCIONARIO DE MEDICINA OCEANO MOSBY. Edición en español. Cuarta edición. [en línea] <<http://www.oceano.com/oceano/index.html>> [citado el 05 de noviembre de 2012]

<sup>2</sup> Ibíd.

<sup>3</sup> Ibíd.

<sup>4</sup> FUENTES: MEDICINET. Glosario. [en línea] <<http://www.medicinenet.com/script/main/hp.asp>> [citado el 05 de noviembre de 2012]

<sup>5</sup> FUENTE: DICCIONARIO MÉDICO. Definiciones de términos médicos. [en línea] <<http://www.diccionario-medico.com.ar/>> [citado el 05 de noviembre de 2012]

<sup>6</sup> Ibíd.

- GRADIENTE QUIMIOTÁCTICO: Indica cuál es la dirección en la que cambia mas rápidamente la concentración y el potencial eléctrico de una solución no homogénea.<sup>8</sup>
- HIPOXIA: Es un estado en la cual el cuerpo completo (hipoxia generalizada), o una región del cuerpo (hipoxia de tejido), se ve privado del suministro adecuado de oxígeno.<sup>9</sup>
- ISQUEMIA: Sufrimiento celular causado por la disminución transitoria o permanente del riego sanguíneo y consecuente disminución del aporte de oxígeno (hipoxia), de nutrientes y la eliminación de productos del metabolismo de un tejido biológico.<sup>10</sup>
- LIPOPEROXIDACION: La peroxidación lipídica o lipoperoxidación es una reacción autocatalítica donde las especies reactivas del oxígeno o radicales libres sustraen átomos de hidrógeno a las moléculas de ácidos grasos poliinsaturados. La reacción termina cuando dos moléculas de peróxidos colisionan entre si o cuando reaccionan con algún antioxidante disponible. <sup>11</sup>
- MIONECROSIS: Es una forma de necrosis (gangrena) potencialmente mortal.<sup>12</sup>
- PROTEINURIA: Presencia de proteína en la orina en cuantía superior a 150 mg en la orina de 24 horas, esta puede ser transitoria, permanente, ortostática, monoclonal o de sobrecarga.<sup>13</sup>

---

<sup>7</sup> FUENTE: DICCIONARIO MÉDICO. Definiciones de términos médicos. [en línea] <<http://www.diccionario-medico.com.ar/>> [citado el 05 de noviembre de 2012]

<sup>8</sup> Ibíd.

<sup>9</sup> FUENTES: MANUAL MERCK. Decima edición. [en línea]< <http://manualmerck.tripod.com/>> [citado el 05 de noviembre de 2012]

<sup>10</sup> Ibíd.

<sup>11</sup> FUENTE: DICCIONARIO MÉDICO. Definiciones de términos médicos. [en línea] <<http://www.diccionario-medico.com.ar/>> [citado el 05 de noviembre de 2012]

<sup>12</sup> Ibíd.

<sup>13</sup> FUENTES: MANUAL MERCK. Decima edición. [en línea]< <http://manualmerck.tripod.com/>> [citado el 05 de noviembre de 2012]

- RABDOMIOLISIS: Descomposición de las fibras musculares que ocasiona la liberación de los contenidos de dichas fibras (mioglobina) en el torrente sanguíneo. La mioglobina es tóxica para el riñón y con frecuencia causa daño renal.<sup>14</sup>
- REPERFUSIÓN: Es la restauración del flujo sanguíneo a un órgano o de tejido.<sup>15</sup>
- SÍNDROME DE OPSOCLONIA-MIOCLONIA: El Síndrome Opsoclonus myoclonus es una alteración neurológica adquirida en niños como resultado de la presencia de un neuroblastoma (síndrome paraneoplástico) o, más raramente, de una infección viral.<sup>16</sup>
- TAQUICARDIA: Es el incremento de la frecuencia cardíaca.<sup>17</sup>
- TAQUIPNEA: Consiste en un aumento de la frecuencia respiratoria por encima de los valores normales (>20 inspiraciones por minuto).<sup>18</sup>

---

<sup>14</sup> FUENTE: DICCIONARIO MÉDICO. Diccionario de términos. [en línea] <<http://www.diccionariomedico.net/>> [citado el 05 de noviembre de

2012]

<sup>15</sup> FUENTES: MANUAL MERCK. Decima edición. [en línea] <<http://manualmerck.tripod.com/>> [citado el 05 de noviembre de 2012]

<sup>16</sup> Ocid,

<sup>17</sup> Ibíd.

<sup>18</sup> FUENTES: MEDICINET. Glosario. [en línea] <<http://www.medicinet.com/script/main/hp.asp>> [citado el 05 de noviembre de 2012]

## INTRODUCCIÓN

El monóxido de carbono es un agente tóxico el cual ha sido estudiado por varias instituciones al ser un contaminante del aire, y por producir efectos a la salud dados al consumo de cigarrillo. Este agente tóxico se produce por la combustión incompleta de combustibles fósiles en áreas con poca ventilación. La alcaldía de Bogotá ha liderado a nivel nacional a través del slogan el monóxido mata, el conocimiento del peligro de este agente, si no se acatan las recomendaciones de seguridad en especial cuando se utilizan gasodomésticos en las viviendas. Se ha dado la importancia que se tiene por la exposición a este agente tóxico, sin embargo, se ha sesgado la publicidad hacia un foco únicamente el de la población domiciliaria, dejando a un lado la población ocupacionalmente expuesta.

A lo largo de los años se han investigado los efectos a la salud de la exposición a monóxido de carbono, enfocado a los daños que causa en las personas que tienen el hábito de fumar. Sin embargo, son pocos los estudios que se han realizado hacia determinar los efectos a la salud desde la perspectiva laboral. En Colombia se cuenta con un documento que presenta un buen análisis sobre los efectos a la salud, pero advierte que se requiere continuar con las investigaciones para obtener mayor información sobre los efectos a través del tiempo. En especial, se debe considerar la exposición en las diferentes profesiones, al igual enfatizar sobre los controles que deben ser implementados para reducir los efectos a la salud de la exposición ocupacional a este agente.

Con la recopilación de información plasmada en este documento se busca generar conciencia sobre los peligros de la exposición ocupacional a este agente tóxico y advertir que se deben establecer controles para seguir con la cultura preventiva y salud ocupacional, de los trabajadores Colombianos.

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

A través de los años se ha dado inicio a investigaciones de los efectos de la exposición ocupacional a monóxido de carbono presente en diversas ocupaciones; en algunas se está expuesto a altos niveles de este agente asfixiante, con potencial de intoxicación al trabajador por exposición aguda. En otras actividades laborales, en las cuales la exposición es baja, pero continúa y por largos períodos, es baja la probabilidad de una intoxicación aguda, pero con posibles efectos adversos a la salud por dicha exposición. En las intoxicaciones de tipo agudo, se busca dar tratamiento inmediato a la víctima, pero este evento, también podría ocasionar secuelas en el individuo.

Las estadísticas que se pueden encontrar por parte de algunos estamentos gubernamentales o programas como el SIVIGILA, no discriminan los accidentes ocurridos a nivel laboral, de los que se presentan en la población por la inhalación de monóxido de carbono en la utilización de cualquier equipo en el cual se presente combustión incompleta.

A la fecha de elaboración de este documento, el Ministerio de Protección Social no se ha centrado en analizar los peligros de exposición a este agente químico, con el fin de suministrar parámetros de orientación como se ha realizado con los temas, por ejemplo, de hipoacusia neurosensorial, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis, entre otras. El Sr. Jorge Duran (Ministerio de Protección Social, Bogotá, Colombia, 30 de mayo de 2012) señaló que dentro de los planes que se tienen a corto plazo, no se tiene contemplado la evaluación, ni la revisión de los efectos derivados por la exposición a este agente químico.

Además del desconocimiento sobre los efectos a largo plazo a la salud derivados de la exposición a monóxido de carbono, no se encuentran datos estadísticos sobre accidentalidad o enfermedades de origen laboral en el desarrollo de actividades con exposición a este agente asfixiante en fuentes de información sobre morbimortalidad

laboral en Colombia<sup>19</sup>, información con la cual se estimaría o valoraría el riesgo de exposición en las actividades. De lo anterior, se plantea que se tiene una población expuesta a un peligro, en el desarrollo de actividades con exposición ocupacional a monóxido de carbono, de lo cual no se tiene evidencia suficiente de los efectos crónicos en la salud de los trabajadores.

---

<sup>19</sup> FASECOLDA. Estadísticas del ramo. [en línea] <[http://www.fasecolda.com/fasecolda/BancoConocimiento/R/riesgos\\_profesionales\\_-\\_estadisticas\\_del\\_ramofinal\\_principal/riesgos\\_profesionales\\_-\\_estadisticas\\_del\\_ramofinal\\_principal.asp](http://www.fasecolda.com/fasecolda/BancoConocimiento/R/riesgos_profesionales_-_estadisticas_del_ramofinal_principal/riesgos_profesionales_-_estadisticas_del_ramofinal_principal.asp)> [citado el 12 de septiembre de 2012].

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como resultado de diversas actividades laborales en distintos lugares del país y del mundo, se emiten contaminantes atmosféricos al ambiente. Uno de estos contaminantes es el monóxido de carbono, el cual resulta de la combustión incompleta de compuestos carbonados. Desde la óptica laboral deja de ser un contaminante atmosférico, y se clasifica como un asfixiante químico que en altas concentraciones puede ocasionar en minutos la muerte.

En sin número de profesiones entre las cuales se encuentran bomberos, cocineros, operadores de peajes, policías de tránsito, conductores de buses, vigilantes de parqueaderos cerrados, entre otros, se presenta exposición a monóxido de carbono; sin embargo, por ser una sustancia química presente en la vida diaria, que no es solamente es inhalada a causa de actividades laborales, sino también por exposición en múltiples situaciones cotidianas, como caminar en la calle, por emisión de humos de los vehículos, en especial en ciudades con alto tránsito vehicular, conducir un vehículo con fallas en la combustión, ser fumador activo o asistir a sitios públicos en entornos de fumadores; no se ha logrado establecer una relación directa de efectos a la salud desde la óptica netamente laboral.

La información que se encuentra a nivel nacional que trate este tipo de efectos a la salud en las profesiones en las cuales se tiene identificado este peligro, es reducida. Al igual no se cuenta con estadísticas de accidentes de trabajo o enfermedad laboral por la exposición a monóxido de carbono. Es importante incluir dentro del planteamiento la toxicocinética de este agente químico el cual ingresa por las vías respiratorias absorbiéndose en los alveolos pulmonares y en la sangre se une a la hemoglobina con una afinidad promedio de 200-250 veces mayor que la afinidad del oxígeno<sup>20</sup>. Su eliminación se hace de 6 a 8 horas, lo que indica que transcurrido ese tiempo a las ocho horas posteriores a la exposición al agente ya no se presentarían en sangre (niveles

---

<sup>20</sup> TOXICOLOGIA DE SUSTANCIAS. Monóxido de carbono. [en línea].  
<<http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=784>> [citado el 21 de octubre de 2012]

significativos de carboxihemoglobina), lo cual a nivel laboral, dificulta el seguimiento a través de programas de vigilancia en las empresas.

### 1.3 JUSTIFICACION

A lo largo de los años el tema de prevención de riesgos laborales ha entrado en auge y ha empezado a tener fuerza en los diferentes sectores industriales y de servicios, ya que se ha tomado conciencia de la importancia de preservar la integridad y bienestar de los trabajadores, especialmente en aquellas labores que se consideran dentro de la valoración de riesgos como críticas, dada por la alta probabilidad de ocurrencia de accidentes o por la severidad en los efectos causados a la salud de las personas, como lo es la exposición a monóxido de carbono, ya que la exposición a este agente asfixiante produce efectos tanto agudos como crónicos en los trabajadores.

Es importante mencionar que dentro de la lista publicada por la Organización Internacional del Trabajo en el año 2010, se encuentra incluida la exposición a monóxido, dentro de las enfermedades laborales producidas por la exposición a agentes que resultan de las actividades laborales en la línea 1.1.16 Enfermedades causadas por sustancias asfixiantes como **monóxido de carbono**, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno o sus derivados<sup>21</sup>. Lo anterior, hace imperativa la necesidad de unir esfuerzos para la prevención de las enfermedades laborales por la exposición a esta sustancia.

Por lo expuesto, se considera de valioso interés, realizar una revisión documental con el fin de compilar información sobre evidencias de los efectos a la salud derivados del desarrollo de actividades laborales con exposición a monóxido de carbono, y conocer los diversos efectos tanto agudos como crónicos en los diferentes sistemas del cuerpo humano, así como el tiempo requerido para que se presenten en la población trabajadora.

Como objeto de esta revisión se espera dar a conocer el abordaje realizado a nivel mundial para la prevención de enfermedades originadas por esta sustancia química y a través de esto invitar a diferentes actores a implementar a futuro medidas de control que minimicen la probabilidad de efectos a la salud en la población trabajadora Colombiana.

---

<sup>21</sup> ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Lista de enfermedades profesionales de la OIT. [En línea]<[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms\\_125164.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_125164.pdf)> [citado el 10 de octubre de 2012].

## 1.4 DEFINICIÓN OPERATIVA DE TERMINOS

### 1.4.1 Combustible

Cualquier material capaz de liberar energía cuando se oxida de forma violenta con desprendimiento de calor poco a poco. Supone la liberación de una energía de su forma potencial (energía de enlace) a una forma utilizable sea directamente (energía térmica) o energía mecánica (motores térmicos) dejando como residuo calor (energía térmica), dióxido de carbono y algún otro compuesto químico. En general se trata de sustancias susceptibles de quemarse.<sup>22</sup>

### 1.4.2 Combustión incompleta

Proceso de quema que se produce cuando el combustible, el oxígeno y el calor están presentes simultáneamente. El resultado de la combustión completa es la liberación de la energía, dióxido de carbono y vapor de agua. Una combustión se considera una combustión incompleta cuando parte del combustible no reacciona completamente porque el oxígeno no es suficiente.<sup>23</sup>

### 1.4.3 Contaminante químico

Se entiende por tal, toda porción de materia inerte, es decir no viva, en cualquiera de sus estados de agregación (sólido, líquido o gas), cuya presencia en la atmósfera de trabajo puede originar alteraciones en la salud de las personas expuestas. Al tratarse de materia inerte, su absorción por el organismo no provoca un incremento de la porción absorbida. Se clasifican según su estado físico en Sólidos y aerosoles de sólidos (polvos y humos), Líquidos y aerosoles de líquidos (rocíos y neblinas) y Gaseosos (gases y vapores).<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> NCBI. términos MeSH, Combustible.[En línea]<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh?term=combustible>>.[Citado el 21 de octubre de 2012]

<sup>23</sup> *Ibid.*

<sup>24</sup> SOCIEDAD ASTURIANA DE MEDICINA Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO Y FUNDACIÓN MÉDICOS ASTURIAS, manual básico de prevención de riesgos laborales: conceptos básicos. primera edición, Oviedo: SOCIEDAD ASTURIANA DE MEDICINA Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO Y FUNDACIÓN MÉDICOS ASTURIAS, 2000, p 14.

#### **1.4.4 Asfixiante químico**

Sustancia que bloquea el transporte o el uso de oxígeno por los organismos.<sup>25</sup>

#### **1.4.5 Concentración del agente contaminante en el ambiente de trabajo**

Valor máximo tolerado, por debajo del cual es previsible que en condiciones normales no produzca daño al trabajador expuesto, el cual está presente habitualmente en el ambiente de trabajo.<sup>26</sup>

#### **1.4.6 Tiempo de exposición**

Tiempo que los trabajadores están sometidos durante su jornada laboral a la acción de cualquier agente o sustancia; habitualmente se expresa en horas o minutos por jornada.<sup>27</sup>

#### **1.4.7 Vía respiratoria**

Está constituida por todo el sistema respiratorio (nariz, boca, laringe, bronquios, bronquiolos y alvéolos pulmonares). Constituye la vía de entrada más importante para la mayoría de los contaminantes y la más estudiada, hasta el punto que los valores estándar están referidos, salvo determinados casos, exclusivamente a esta vía.<sup>28</sup>

---

<sup>25</sup> ASOCIACION ESPAÑOLA DE TOXICOLOGIA. glosario de términos toxicológicos: versión española ampliada. M. Repetto y P. Sanz: ASOCIACION ESPAÑOLA DE TOXICOLOGIA, 1993, p 11.

<sup>26</sup> THE NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, Guía de bolsillo de NIOSH sobre riesgos químicos: [En línea] <<http://www.cdc.gov/spanish/niosh/npg-sp/pqintrod-sp.html#limites>> [Citado el 21 de octubre de 2012]

<sup>27</sup> GABINETE DE PREVENCIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL. Plan de Higiene Industrial. [En línea]. <[http://www.ugr.es/~gabpca/sprl/ph\\_definiciones.htm](http://www.ugr.es/~gabpca/sprl/ph_definiciones.htm). > (citado el 30 de mayo de 2012)

<sup>28</sup> SOCIEDAD ASTURIANA DE MEDICINA Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO Y FUNDACIÓN MÉDICOS ASTURIAS, manual básico de prevención de riesgos laborales: conceptos básicos. Primera edición, Oviedo: SOCIEDAD ASTURIANA DE MEDICINA Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO Y FUNDACIÓN MÉDICOS ASTURIAS, 2000, p 18.

#### **1.4.8 Efecto agudo**

Aquel de rápida aparición y curso (en las primeras 24 h o en los primeros 14 d, según el tipo de estudio) producidos por una sola dosis o por corta exposición a una sustancia o radiación.<sup>29</sup>

#### **1.4.9 Efecto crónico**

Consecuencia de procesos lentos y de larga duración (a menudo, pero no siempre, irreversible).<sup>30</sup>

#### **1.4.10 Valores Límites Umbrales (TLV's)**

Se refiere a concentraciones de sustancias en el aire y representan condiciones bajo las cuales se puede confiar que la mayoría de trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos.<sup>31</sup>

#### **1.4.11 Media ponderada en el tiempo (TLV-TWA)**

Es el valor límite establecido para una jornada normal de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, al que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin manifestar efectos adversos.<sup>32</sup>

#### **1.4.12 Límite de exposición para cortos periodos de tiempo (TLV - STEL)**

Concentración máxima a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un período continuo de hasta 15 minutos sin sufrir trastornos irreversibles o intolerables, La

---

<sup>29</sup> ASOCIACION ESPAÑOLA DE TOXICOLOGIA. glosario de términos toxicológicos: versión española ampliada. M. Repetto y P. Sanz: ASOCIACION ESPAÑOLA DE TOXICOLOGIA, 1993, p 26.

<sup>30</sup> *Ibid.*

<sup>31</sup> THE NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, Guía de bolsillo de NIOSH sobre riesgos químicos: [En línea] < <http://www.cdc.gov/spanish/niosh/npg-sp/pgintrod-sp.html#limites> > [Citado el 21 de octubre de 2012]

<sup>32</sup> *Ibid.*

exposición a esta concentración está limitada a 4 veces por día, espaciadas al menos en una hora, y sin rebasar en ningún caso el TLVTWA diario.<sup>33</sup>

#### **1.4.13 Toxicología**

Ciencia que estudia las sustancias químicas y los agentes físicos en cuanto que son capaces de producir alteraciones patológicas a los seres vivos, a la par que estudia los mecanismos de producción de tales alteraciones y los medios para contrarrestarlas, así como los procedimientos para detectar, identificar y determinar tales agentes y valorar su grado de toxicidad.<sup>34</sup>

#### **1.4.14 Toxicología ocupacional**

Disciplina que aborda el estudio de los efectos nocivos sobre la salud de los trabajadores producidos por los contaminantes del ambiente de laboral.<sup>35</sup>

#### **1.4.15 Monóxido de carbono (CO)**

Gas venenoso, incoloro, sin sabor ni olor. Este gas, se genera como producto de desecho en la combustión incompleta del carbón, madera, aceite y otros combustibles productos del petróleo. La fuente principal de CO son los motores de combustión interna, también se genera en operaciones industriales tales como reparación de automóviles, refinación del petróleo y manufactura de acero y productos químicos.<sup>36</sup>

---

<sup>33</sup> THE NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, Guía de bolsillo de NIOSH sobre riesgos químicos: [En línea] < <http://www.cdc.gov/spanish/niosh/npa-sp/paintrod-sp.html#limites>> [Citado el 21 de octubre de 2012].

<sup>34</sup> ASOCIACION ESPAÑOLA DE TOXICOLOGIA. Glosario de términos toxicológicos: versión española ampliada. M. Repetto y P. Sanz: ASOCIACION ESPAÑOLA DE TOXICOLOGIA, 1993, p 65.

<sup>35</sup> POLO, Bertha. Aplicación de la toxicología en la vigilancia epidemiológica. [Diapositivas]. Pontificia Universidad Javeriana. Septiembre de 2012.

<sup>36</sup> INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. fichas internacionales de seguridad química: [En línea] < <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/0a100/nspn0023.pdf>> [Citado el 21 de octubre de 2012].

#### **1.4.16 Carboxihemoglobina**

Compuesto formado por unión del monóxido de carbono a la hemoglobina, y es incapaz de transportar el oxígeno.<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup> ASOCIACION ESPAÑOLA DE TOXICOLOGIA. Glosario de términos toxicológicos: versión española ampliada. M. Repetto y P. Sanz: ASOCIACION ESPAÑOLA DE TOXICOLOGIA, 1993, p 15.

## **1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Objetivo General**

Describir los efectos a la salud originados por la exposición ocupacional a monóxido de carbono, mediante la revisión de la literatura existente entre el período 2000 y 2012.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las actividades laborales con mayor exposición a monóxido de carbono
- Presentar los resultados de la revisión de la literatura a nivel mundial sobre las afectaciones a la salud generadas por la exposición ocupacional a monóxido de carbono
- Presentar la información recolectada sobre el abordaje del control frente a la exposición ocupacional a monóxido de carbono.

## **1.6 PROPOSITOS**

La revisión busca compilar información acerca de los efectos a la salud derivados de la exposición a monóxido de carbono, con el fin de abrir una puerta frente a la implementación a futuro de controles, para evitar o minimizar, los efectos adversos en los trabajadores en los que se identifique este peligro. Al igual la revisión de documentación en el ámbito colombiano, indaga sobre la existencia de planes de Gobierno que orienten controles tanto a las entidades gubernamentales como a los entes privados, y así desarrollar Programas de Vigilancia enfocados a la prevención de los efectos de sustancia.

También se espera como resultado de la revisión documental, plasmar un documento de consulta, con el fin de servir como referente a las personas o entidades que realizan prevención de riesgos ocupacionales, ya que en el ámbito de seguridad industrial se debe actuar desde la anticipación, evitando o minimizando la posibilidad de efectos en los trabajadores, identificando los efectos crónicos en la salud derivados de la exposición a sustancias tóxicas, en las personas que desempeñan actividades laborales, sin esperar que se cause alguna lesión en esta población, por el contrario, trabajando de forma preventiva a través de la identificación de los peligros, con la finalidad de emitir e implementar medidas de control en pro de la minimización de incidentes que afecten de forma temporal o permanente a los trabajadores que desarrollan cualquier tipo de actividad laboral. Esto es posible de lograr si se trabaja de forma ardua y sinérgica haciendo aportes de forma interdisciplinaria con la finalidad de evitar al máximo las lesiones o enfermedades en los individuos.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 ACTIVIDADES LABORALES CON EXPOSICION A MONOXIDO DE CARBONO

Es importante mencionar que dentro de la lista de enfermedades profesionales publicada por la Organización Internacional del Trabajo en el año 2010, se encuentra incluida dentro de las enfermedades profesionales causadas por la exposición a agentes que resulten de las actividades laborales en la línea 1.1.16 Enfermedades causadas por sustancias asfixiantes químicas como monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno o sus derivados.<sup>38</sup>

En la revisión documental realizada se encontraron algunas profesiones también expuestas ocupacionalmente a monóxido de carbono las cuales se describen en la Tabla 1.

**Tabla 1. Ocupaciones con exposición a monóxido de carbono**

OCUPACION / CARGO	FUENTE DE EXPOSICIÓN
Policías de tránsito Operadores de estaciones de servicio de gasolina Vendedores informales Operarios de maquinaria a combustión Operadores de puentes, túneles, peajes	Proceso de combustión de vehículos.
Bomberos	Monóxido de carbono presente durante la extinción de incendios.
Meseros de sitios públicos	Humo de cigarrillo presente en la atmosfera.
Operarios inspectores de gas natural	Medición de niveles de monóxido de carbono en gasodomésticos.

<sup>38</sup> ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Enfermedades causadas por sustancias asfixiantes químicas: [En línea] < [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms\\_125164.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_125164.pdf) > [Citado el 21 de agosto de 2012].

De la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo en su apartado 103 en la guía de profesiones, se obtuvieron aquellas profesiones que se han definido con exposición a monóxido de carbono, entre las cuales se mencionan de forma más específica en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Ocupaciones con mayor exposición a monóxido de carbono según la guía de profesiones de la enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo

OCUPACION / CARGO	FUENTE DE EXPOSICIÓN
Conductor de camiones	Exposición a diversas sustancias tóxicas (en estado sólido, líquido o gaseoso) al transportar mercancías peligrosas explosivos, gases, líquidos inflamables, sólidos inflamables, sustancias oxidantes, sustancias tóxicas e infecciosas, sustancias radiactivas, corrosivos) que pueden tener efectos crónicos perniciosos para la salud, incluidos los de carácter cancerígeno, mutagénico, teratogénico.  Efectos crónicos debidos a la inhalación de humos de gasolina y gasoil, y gases de escape que contienen monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos.
Encolador (Especialista en adhesivos, aplicador de pegamentos, soldador y empapelador), en la actividad de aplicación de adhesivos en caliente a excesiva temperatura	Intoxicación por monóxido de carbono procedente de los adhesivos aplicados en caliente a excesiva temperatura.
Higienista (Inspector sanitario, técnico ambiental, técnico en control de la contaminación), en la actividad de quema de basuras	Exposición a gases tóxicos presentes en los sistemas de evacuación de aguas residuales y en los centros industriales que carecen de sistemas de ventilación adecuados.

Mecánico automóviles	de	Aumento del riesgo de cáncer debido a la inhalación de humos de escape de los motores diesel o el contacto con ciertos metales pesados y sus compuestos. Aumento del riesgo de sufrir daños cerebrales orgánicos debido a la inhalación de humos de escape de motores diesel.
Operador de caldera		Intoxicación por monóxido de carbono u otros productos de combustión presentes en la atmósfera, sobre todo en el caso de una ventilación deficiente o un suministro de aire inadecuado a los quemadores.
Soldador		Intoxicación aguda a causa del fosgeno derivado de los hidrocarburos clorados que se utilizan para limpiar metales o como pintura, cola y otros disolventes, y de los gases peligrosos generados al soldar, en particular, el ozono, el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno.

FUENTE: ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. Guía de profesiones. [En línea]. <  
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo4/103.pdf>> [citado el 18 de septiembre de 2012]

## 2.2 PELIGROS ASOCIADOS A LA EXPOSICIÓN A MONÓXIDO DE CARBONO

El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro y no irritante de la vía aérea, razón por la cual no es fácilmente percibido y es de fácil inhalación cuando se está expuesto a este. Las principales fuentes de inhalación a monóxido de carbono según la Unidad Regional de Toxicología Clínica del Hospital Universitario del Río Hortega, en Valladolid España por orden de frecuencia son:

- 1) Combustión incompleta (hay llama o calor, pero quema mal o hay poca ventilación) de calentadores de agua (alimentados por propano, butano, gas natural), hornillos, braseros, barbacoas, chimeneas, estufas (de queroseno, carbón, leña, butano).
- 2) Gases de escape de los automóviles en un recinto cerrado (garaje u otros).
- 3) Humo de incendios.
- 4) Otros procesos industriales o químicos.

5) Absorción cutánea o pulmonar de cloruro de metilo o diclorometano (disolvente de pinturas y barnices), ya que se convierte in vivo en CO.

En la Tabla 3 se describen los peligros asociados a la exposición aguda a monóxido de carbono

**Tabla 3. Peligros asociados a la exposición aguda a monóxido de carbono**

PELIGRO	DESCRIPCIÓN	EFECTO AGUDO
<b>Químico</b>	Inhalación por parte del trabajador de monóxido de carbono durante su labor específica.	Debilidad-Cansancio Somnolencia-Cefalea Nauseas-Vómitos Dolor torácico Taquicardia Muerte
<b>Físico químico</b>	Incendio o explosión del sitio donde se realiza el trabajo por acumulación de monóxido de carbono y contacto con una fuente de chispa.	Quemaduras Muerte
<b>Locativos</b>	Lugar de trabajo con inadecuada ventilación lo que ocasionaría acumulación del monóxido de carbono.	Inhalación prolongada del monóxido de carbono

FUENTE: A. DUEÑAS LAITA, M. HERNÁNDEZ GAJATE, C. GARCÍA CALVO R. CERDA GÓMEZ, J. C. MARTÍN ESCUDERO, J. L. PÉREZ CASTRILLÓN. Guía de actuación ante la intoxicación aguda por monóxido de carbono (CO). Revista sociedad española de urgencias y emergencias. [En línea]. No. 9 (1997). <[http://www.semes.org/revista/vol09\\_4/38-40.pdf](http://www.semes.org/revista/vol09_4/38-40.pdf)> [citado el 18 de abril de 2012]

### 2.3 FACTORES CONDICIONANTES DEL RIESGO

Algunos factores como lo son los antecedentes personales propios de cada individuo, la edad e inclusive el sexo, con los cuales el riesgo de exposición a monóxido de carbono acrecentaría sus consecuencias. Se describen en la Tabla 4:

**Tabla 4. Factores condicionantes del riesgo**

<b>FACTORES</b>
Antecedente de enfermedad coronaria: pueden desarrollar angina o infarto en el curso de la intoxicación aguda a monóxido de carbono.
En mujeres embarazadas puede inducir abortos o efectos teratógenos.
Edades extremas: Niños-ancianos.
Antecedentes de EPOC

FUENTE: AGENCIA PARA SUSTANCIAS TÓXICAS Y EL REGISTRO DE ENFERMEDADES, DIVISIÓN DE TOXICOLOGÍA Y MEDICINA AMBIENTAL TOXFAQSTM. Hoja informativa monóxido de carbono. [En línea]. <[http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts201.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts201.pdf)> [citado el 18 de abril de 2012]

## **2.4 TOXICOCINETICA DEL MONOXIDO DE CARBONO**

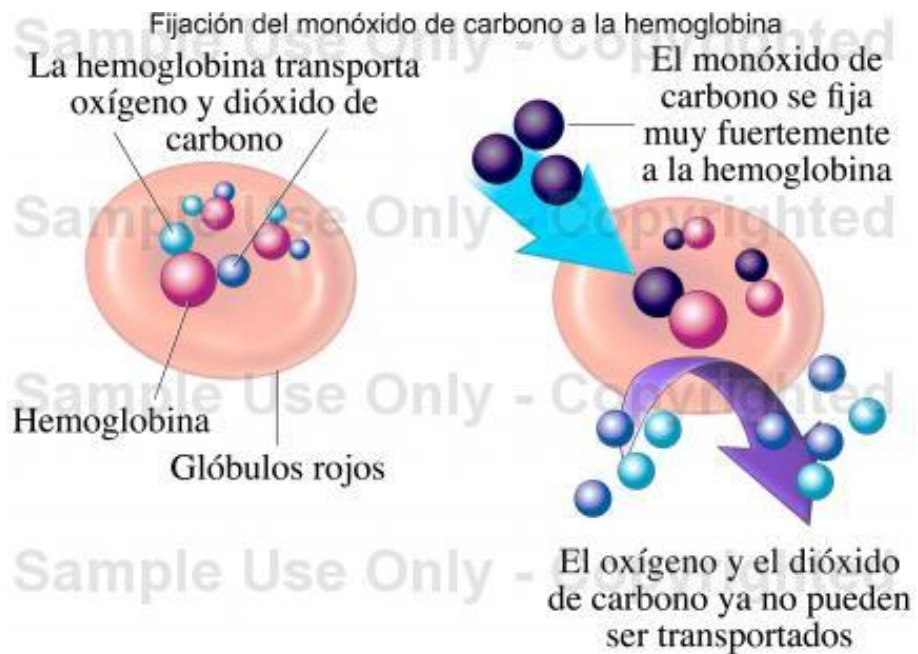
El CO es rápidamente absorbido por los alvéolos, pasando a la sangre donde se une a la hemoglobina. La absorción pulmonar es directamente proporcional a la concentración de CO en el ambiente, al tiempo de exposición y a la velocidad de ventilación alveolar, que a su vez depende del ejercicio realizado durante el tiempo de exposición.

Una vez en la sangre el CO se une con la hemoglobina con una afinidad unas 210-270 veces superior a la del O<sub>2</sub>, formando un compuesto denominado carboxihemoglobina. Por lo tanto una vez en contacto con el CO, éste es absorbido hacia la sangre y se une con la hemoglobina desplazando al O<sub>2</sub>, y además, el escaso O<sub>2</sub> transportado es difícilmente cedido a los tejidos para su utilización, provocando todo ello hipoxia.<sup>39</sup>

---

<sup>39</sup> ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL (OSHA). orientación en seguridad y salud para la exposición a monóxido de carbono, toxicología, [En línea]. < <https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id210/id210.html>>(citado el 24 de octubre de 2012).

Figura 1. Fijación del monóxido de carbono a la hemoglobina

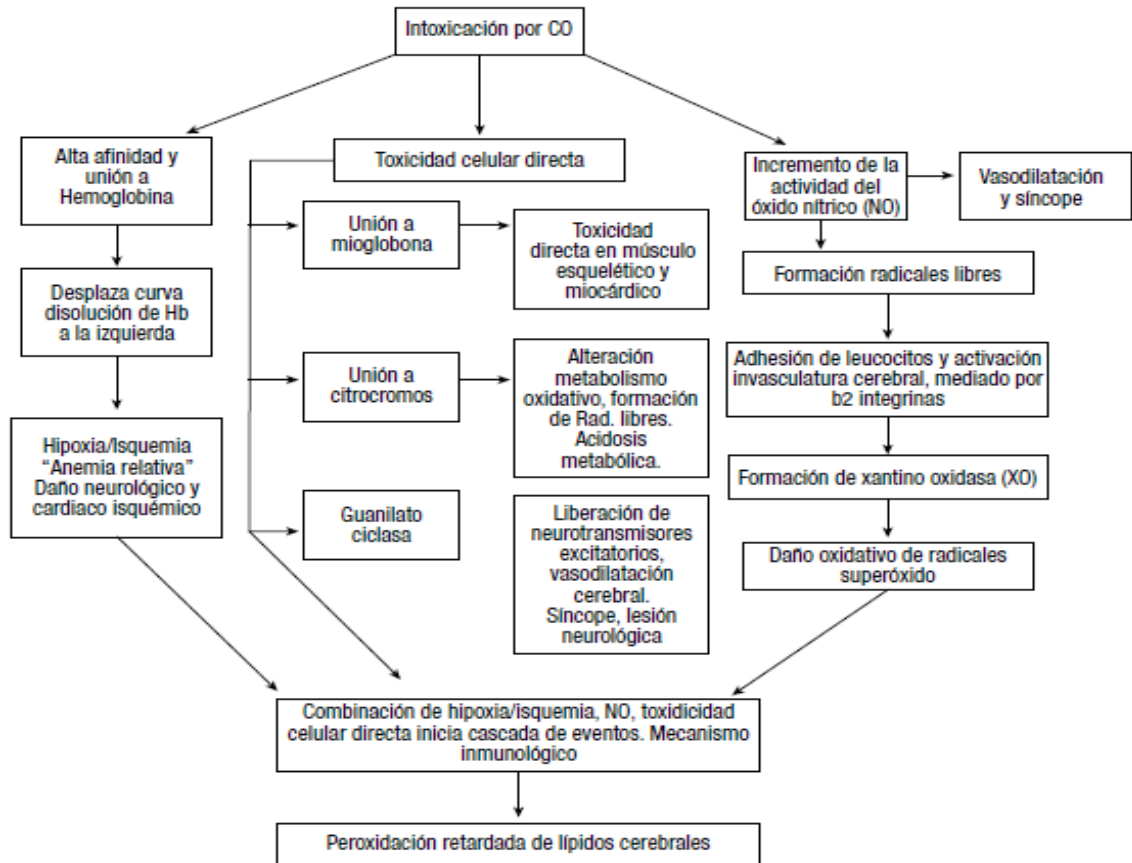


FUENTE: MEDICAL ILLUSTRATION, HUMAN ANATOMY DRAWING. Fijación del monóxido de carbono a la hemoglobina. [En línea] <<http://www.doereport.com/generateexhibit.php?ID=28106>> [citado el 28 de octubre de 2012].

El CO no sólo ejerce su acción a nivel de la hemoglobina sino que también es capaz de ligarse a otras hemoproteínas localizadas a nivel tisular como son la mioglobina, la citocromo oxidasa, el citocromo P450 y la hidro-peroxidasa. Entre un 15-20% del CO se une a dichas proteínas.<sup>40</sup>

<sup>40</sup> FUNDACIÓN HOSPITAL DE LA CARIDAD ESPAÑA. Toxicidades por oxígeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono: Monóxido de carbono. Viqueira Caamaño José Antonio: Servicio de Medicina Hiperbárica. 2008, p28.

Figura 2. Fisiopatología de la toxicidad por monóxido de carbono



FUENTE: ENCICLOPEDIA DE TOXICOLOGÍA. Monóxido de carbono. [En línea] <[http://www.acemcolombia.zobyhost.com/documents/Monoxido\\_Carbono\\_L\\_Vargas.pdf](http://www.acemcolombia.zobyhost.com/documents/Monoxido_Carbono_L_Vargas.pdf)> [citado el 25 de octubre de 2012]

La mioglobina se enlaza al CO con una afinidad 40 veces superior a la que tiene el O<sub>2</sub> por dicha molécula. Dado que la mioglobina constituye un depósito de oxígeno, su unión con el CO provoca al igual que a nivel sanguíneo una disminución del oxígeno acumulado a nivel muscular así como de su liberación de la mioglobina. Además, el CO tiene una afinidad especial por el músculo cardíaco. De tal manera que cuando los niveles de O<sub>2</sub> sanguíneo vuelven a la normalidad, el CO se libera del miocardio pasando nuevamente a la sangre. Esto explicaría la sintomatología cardíaca, tales como arritmias, dilatación

ventricular e insuficiencia cardiaca.<sup>41</sup> La eliminación del CO es respiratoria y sólo el 1% se metaboliza a nivel hepático hacia dióxido de carbono. La vida media en personas sanas que respiran aire ambiente oscila entre 3-5 horas, disminuyendo conforme se aumenta la presión parcial de oxígeno en el aire inspirado. Sin embargo, la vida media varía mucho de una persona a otra, así como en función de los niveles de carboxihemoglobina como en el tiempo de exposición al CO.

## 2.5 EFECTOS A LA SALUD DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN A MONÓXIDO DE CARBONO

La exposición al monóxido de carbono puede ocasionar diferentes efectos en el organismo, en la Tabla 5 se presentan los síntomas según el sistema corporal afectado.

**Tabla 5. Clasificación de síntomas por sistema**

<b>Sistema</b>	<b>Síntomas</b>
<b>Neurológicos</b>	Agitación, cefalea, coma, alteración en la termorregulación.
<b>Cardíaco</b>	Angina, anormalidades electrocardiográficas en segmentos ST-T, arritmias atriales o ventriculares, infarto.
<b>Metabólicas</b>	Acidosis láctica, mionecrosis, hiperglicemia, proteinuria.
<b>Pulmonar</b>	Edema pulmonar, Infiltrados parahiliares, edema intraalveolar.
<b>Visual</b>	Foto sensibilidad disminución de la adaptación a la oscuridad, hemorragias retinales.
<b>Dermatológicos</b>	Alopecia, necrosis de glándulas sudoríparas, altera hormonas tiroideas. Produce Rabdomiolisis.

FUENTE: A. DUEÑAS LAITA, M. HERNÁNDEZ GAJATE, C. GARCÍA CALVO R. CERDA GÓMEZ, J. C. MARTÍN ESCUDERO, J. L. PÉREZ CASTRILLÓN. Guía de actuación ante la intoxicación aguda por monóxido de carbono (CO). Revista sociedad española de urgencias y emergencias. [En línea]. No. 9 (1997). <[http://www.semes.org/revista/vol09\\_4/38-40.pdf](http://www.semes.org/revista/vol09_4/38-40.pdf)> [citado el 18 de abril de 2012]

<sup>41</sup> FUNDACIÓN HOSPITAL DE LA CARIDAD ESPAÑA. Toxicidades por oxígeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono: Monóxido de carbono. Viqueira Caamaño José Antonio: Servicio de Medicina Hiperbárica. 2008, p28.

### 2.5.1 Efectos agudos sobre la salud derivados de la inhalación a monóxido de carbono

Los efectos agudos que mencionan la revista de la sociedad española de urgencias y emergencias sobre la salud que pueden ocurrir inmediatamente o poco después de la inhalación al monóxido de carbono se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Efectos agudos por inhalación a monóxido de carbono

Exposición inicial (leve)	Cefalea. Mareo. Sensación de desvanecimiento Cansancio
Exposición moderada	Somnolencia Alucinaciones. Confusión mental Convulsiones Pérdida del conocimiento.
Exposición alta	Disminuye la capacidad sanguínea de transportar oxígeno, causando dificultad para respirar, insuficiencia circulatoria aguda, convulsiones, coma y la muerte.

FUENTE: A. DUEÑAS LAITA, M. HERNÁNDEZ GAJATE, C. GARCÍA CALVO R. CERDA GÓMEZ, J. C. MARTÍN ESCUDERO, J. L. PÉREZ CASTRILLÓN. Guía de actuación ante la intoxicación aguda por monóxido de carbono (CO). Revista sociedad española de urgencias y emergencias. [En línea]. No. 9 (1997). <[http://www.semes.org/revista/vol09\\_4/38-40.pdf](http://www.semes.org/revista/vol09_4/38-40.pdf)> [citado el 18 de abril de 2012]

### 2.5.2 Síndrome tardío por inhalación de monóxido de carbono

Los efectos que se presentan tras varios días o incluso semanas (40 días) de haber inhalado el monóxido de carbono se relacionan en la Tabla 7.

**Tabla 7. Síntomas de síndrome tardío por inhalación a monóxido de carbono**

Síntomas	
Sordera transitoria.	Apatía.
Deterioro visual.	Fallos de memoria.
Parkinsonismo.	Dificultad para la concentración.
Coma.	Labilidad emocional.
Deterioro mental.	Cefalea.
Desorientación.	Agresividad.
Agnosia.	Apraxia.
Incontinencia urinaria.	

FUENTE: CORPORACIÓN DE INTEGRACIÓN EN RED DE TOXICOLOGIA HUMANA, AMBIENTAL Y DE MATERIALES PELIGROSOS. Ficha de seguridad monóxido de carbono. [En línea]. <[http://www.toxicologia.cl/descargas/FICHAS/MONOXIDO%20DE%20CARBONO\\_FICHA.pdf](http://www.toxicologia.cl/descargas/FICHAS/MONOXIDO%20DE%20CARBONO_FICHA.pdf)> [citado el 18 de abril de 2012]

### 2.5.3 Efectos crónicos sobre la salud por inhalación a monóxido de carbono

Según la Revista sociedad española de urgencias y emergencias, los siguientes efectos crónicos (a largo plazo) sobre la salud pueden ocurrir algún tiempo después de la exposición al monóxido de carbono y pueden perdurar durante meses o años. Entre estos menciona los descritos en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Efectos crónicos por inhalación a monóxido de carbono

<b>Riesgo de cáncer</b>	No existen indicios de que el monóxido de carbono cause cáncer en animales, según los resultados de pruebas presentadas en estudios publicados y actualmente disponibles.
<b>Riesgos para la salud reproductiva</b>	El monóxido de carbono puede ser un TERATÓGENO en humanos ya que es un teratógeno en animales. Existen indicios limitados de que el monóxido de carbono podría causar daño al aparato reproductor de animales macho (incluso la disminución del número de espermatozoides).

<b>Otros efectos</b>	El monóxido de carbono puede afectar al corazón y causar daño al sistema nervioso.
----------------------	--

FUENTE: A. DUEÑAS LAITA, M. HERNÁNDEZ GAJATE, C. GARCÍA CALVO R. CERDA GÓMEZ, J. C. MARTÍN ESCUDERO, J. L. PÉREZ CASTRILLÓN. Guía de actuación ante la intoxicación aguda por monóxido de carbono (CO). Revista sociedad española de urgencias y emergencias. [En línea]. No. 9 (1997). <[http://www.semes.org/revista/vol09\\_4/38-40.pdf](http://www.semes.org/revista/vol09_4/38-40.pdf)> [citado el 18 de abril de 2012]

## 2.6 MONITOREO Y MEDICIÓN DE LA EXPOSICION LABORAL A MONOXIDO DE CARBONO

Durante la búsqueda de los métodos de medición de monóxido de carbono en el lugar de trabajo según una publicación de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) tiene establecidos dos métodos de análisis disponibles y publicados para el muestreo de la exposición ocupacional al monóxido de carbono, los cuales se mencionan en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Métodos de análisis disponibles para el muestreo de la exposición al monóxido de carbono en el lugar de trabajo.

<b>METODO</b>	<b>DISPOSITIVO EMPLEADO</b>
Laboratorio de muestreo / Método analítico.	Cromatografía de Gases.
Técnicas de Muestreo en el sitio / Dispositivo.	Sensor electroquímico.

FUENTE: MÉTODOS DE MONITOREO UTILIZADOS POR OSHA. Método analítico de OSHA ID-210, Método OSHA ID-209 [En línea].<<https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id210/id210.html>>(citado 20 de octubre de 2012)

### 2.6.1 Laboratorio de muestreo / método analítico: cromatografía de gases.

Según el método ID-210 de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) consiste en la determinación de la exposición del trabajador al monóxido de carbono en el aire, se realiza mediante la recolección de muestras en bolsas de monóxido de carbono, estas bolsas llevan adosada una válvula para el llenado y vaciado y una pastilla de goma "septum" para poder extraer aire de su interior mediante una jeringa. Los modelos más utilizados presentan una capacidad de 2 a 5 litros. En cuanto a su calidad, son las del tipo "cinco capas" las que mayores garantías de estanqueidad y no reactividad presentan y

por ello las más recomendables y utilizadas. Estas se llenaran y serán las muestras a estudiar.<sup>42</sup>

En la Tabla 10 se describe el Método de monitoreo ID-210 para detección de monóxido de carbono en las atmósferas del lugar de trabajo utilizados por OSHA.

**Tabla 10.** Método id-210 OSHA - método analítico de OSHA

Método Número:	ID-210
Realizado en:	Aire
Límites de exposición permisible de OSHA. Límites de la norma:	35 ppm Tiempo promedio ponderado (TWA) 200 ppm de techo (5 min de la muestra).
Límite de transición:	50 ppm TWA
Resumen del procedimiento:	Cada muestra se recoge mediante la recolección de un volumen conocido de aire en una bolsa de cinco capas de muestreo de gases.
Volumen de aire recomendado:	2 a 5 litros
Frecuencias de muestreo recomendadas	0,01 a 0,05 L / min
Determinación TWA:	1 L / min
Determinación de techo:	
Procedimiento analítico:	Una porción de la muestra de gas se introduce en un bucle de muestreo, se inyecta en un cromatógrafo de gases, y se analizaron utilizando un detector de ionización de descarga.
Límites de detección (TWA), techo cualitativos:	0,12 ppm
cuantitativos:	0,40 ppm
Precisión y Exactitud	17,2 a 63,6 ppm

<sup>42</sup> MÉTODOS DE MONITOREO UTILIZADOS POR OSHA. Método analítico de OSHA ID-210, Método OSHA ID-209 [En línea]. <<https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id210/id210.html>>(citado 20 de octubre de 2012)

Rango de validación:	0,025
CV <sub>T</sub> (agrupados):	0,058
Sesgo:	± 10,8%
Error general:	
Requisitos especiales:	Las muestras deben enviarse al laboratorio lo antes posible y analizados dentro de dos semanas después de la recolección.
Método de clasificación:	Método validado
Químico:	Robert G. Adler
Fecha:	Marzo, 1991

FUENTE: MÉTODOS DE MONITOREO UTILIZADOS POR OSHA. Método analítico de OSHA ID-210, [En línea]. <<https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id210/id210.html>>(citado 20 de octubre de 2012)

#### 2.6.1.1 Procedimiento de muestreo método ID-210 OSHA

- a. Calibrar las bombas de muestreo personal. Las bolsas de muestreo tienen una capacidad de volumen total de aproximadamente 6 L, en la Tabla 11 se describe un esquema de muestreo para mediciones de TWA PEL.

**Tabla 11.** Muestreo para mediciones TWA-PEL

Velocidad de flujo (L / min)	Tiempo de muestreo (h)	Volumen de muestra (L)
0,015	4	3.6
0,022	4	5.3
0,035	2.5	5.3
0,050	1.5	4.5

FUENTE: MÉTODOS DE MONITOREO UTILIZADOS POR OSHA. Método analítico de OSHA ID-210, muestreo para mediciones TWA-PEL. [En línea]. <<https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id210/id210.html>>(citado 20 de octubre de 2012)

Tomar una muestra tan amplia como sea posible (<6 L) durante el período de tiempo utilizado para el muestreo. Para un gran caudal (0,04-0,05 L / min) se requiere reemplazar las bolsas de muestreo durante todo el día. Para las determinaciones de

TWA PEL, una velocidad de flujo de aproximadamente 0.020-0.025 L / min es suficiente para unas 4 horas de muestra. Para las muestras de PEL de techo, calibrar la bomba a aproximadamente 1 L / min.

- b. Evacuar y comprobar las bolsas de muestreo de gas para detectar fugas. Cada bolsa de muestreo puede ser probada contra fugas mediante la aplicación de vacío a la bolsa. Si se aplica vacío a una bolsa de muestreo y se evidencia fuga, la bolsa no se colapsará completamente.
- c. Etiquetar cada bolsa de muestra. Ubicar una etiqueta en un extremo del tubo de la manguera de entrada de la bomba, y colocar otra en la zona de respiración del trabajador.
- d. Para el muestreo personal, colocar la bolsa de muestreo de gas en la ropa suelta en la espalda del trabajador o con pinzas de la línea lateral.
- e. Cuando este listo para iniciar, abrir la válvula de la bolsa de muestreo de gas girando la válvula de metal hacia la izquierda hasta que quede completamente abierta y encienda la bomba. Para las determinaciones de techo PEL, muestrear durante 5 min, para las mediciones de TWA, muestreo de hasta 4 horas.
- f. Después del muestreo, girar la válvula en sentido horario hasta que quede apretada. Colocar un sello sobre la válvula de metal. Registrar el volumen total de aire tomado.
- g. Preparar las muestras y la documentación para su presentación al laboratorio y la solicitud de análisis para monóxido de carbono.
- h. Para el envío de las bolsas de toma de muestras para el análisis, se deben empacar cuidadosamente para reducir al mínimo la posibilidad de daños durante el envío. Enviar las muestras al laboratorio tan pronto como sea posible después del muestreo.

2.5.2 Técnicas de muestreo en el sitio / dispositivo: sensor electroquímico. Monitor de lectura directa.

Según lo especificado por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) en su método ID-209, esta técnica de lectura directa proporcionar una mayor facilidad en el seguimiento del personal y las atmosferas en el lugar de trabajo. Estos instrumentos son exactos, precisos, y capaces de almacenar los puntos de datos durante períodos de muestreo especificados (cada período puede ser tan pequeño como 1 min). Se usa un monitor el Draeger Modelo 190 CO Datalogger (National Draeger, Inc., Pittsburgh, PA). Este es un instrumento portátil de lectura directa, el cual es un sistema de registro de datos.

El Draeger Modelo 190 consta de un registrador de datos patentado con sensor de electrodo por difusión electroquímica con una tapa extraíble, un filtro, y una pantalla de cristal líquido (LCD) para proporcionar lectura directa de información, y una memoria para almacenar los datos. Los datos muestreados se almacenan en intervalos de 1 minuto para un tiempo de muestreo especificado. Los datos después pueden ser transferidos a un ordenador o impresora. Un filtro CO específico diseñado para reducir o eliminar los contaminantes del aire que podrían interferir con la determinación de CO. Este filtro extraíble también sirve como un filtro de polvo. La temperatura de funcionamiento es de 0 a 40 ° C. El rango óptimo en el que se produce efecto de la temperatura mínima es de 10 a 30 ° C. En la Tabla 12 se resume el método ID-209.

**Tabla 12.** Método id-209 OSHA - monitor de lectura directa

Método Número:	ID-209
Realizado en:	Aire
OSHA Límites de Exposición. Permisibles (PEL). Regla Final.	35 ppm Tiempo promedio ponderado (TWA) 200 ppm de techo (5 min de la muestra) 1,500 ppm - Instantánea
Transición:	50 ppm TWA
Control de dispositivos:	Las áreas de trabajo se controlarán mediante una lectura directa del instrumento de muestreo pasivo, capaz de registrar los datos en intervalos de tiempo determinados. Los datos pueden

	recuperarse después del muestreo.	
Tiempos recomendados de muestreo:		
Determinación TWA:	8 h	
Determinación de techo:	5 min	
Procedimiento analítico:	Instrumento de lectura directa. Los datos se transfieren a un ordenador, las exposiciones se calculan, y los resultados se almacenan y / o envían a una impresora.	
Cualitativo:	1,2 ppm	
Cuantitativo:	4,1 ppm	
Precisión y Exactitud	TWA	TECHO
Error general:	± 9,6%	± 10,5%
Rangos de validación:	16,1 a 70,2 ppm	197,8 ppm
Requisitos especiales:	IBM-compatible PC	
Método de clasificación:	Método validado (Instrumento de lectura directa)	
Químico:	Robert G. Adler	
Fecha:	Marzo, 1993	

FUENTE: MÉTODOS DE MONITOREO UTILIZADOS POR OSHA. Método OSHA ID-209, [En línea].  
 <<https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id209/id209.html>>(citado 20 de octubre de 2012).

#### 2.5.2.1 Procedimiento de muestreo con una lectura directa del instrumento:

- a. Iniciar el muestreo en el monitor. Registrar el tiempo de inicio del muestreo.
- b. Colocar el monitor en la zona de respiración del trabajador, asegurarlo o fijarlo en un bolsillo de la camisa en el pecho. Asegurarse de que el sensor no esté obstruido.
- c. Muestrear el tiempo indicado: TWA Determinación: 8 h (si es posible), Determinación del techo: 5 minutos.
- d. Terminar el muestreo.
- e. Recuperar los datos.

**Figura 3.** Bolsas para recolección de muestras y monitor portátil para medición de niveles personales de monóxido de carbono.

Bolsas para recolección de muestras.  
Análisis Cromatografía de Gases.

Monitor portátil para medición de  
niveles personales de monóxido de  
carbono.



FUENTE: MÉTODOS DE MONITOREO UTILIZADOS POR OSHA. Método OSHA ID-209, OSHA ID-210 [En línea].  
<<https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id209/id209.html>>(citado 20 de octubre de 2012).

2.6.1 Valores límite para el año 2010 de exposición a monóxido de carbono en partes por millón (ppm) en exposiciones promedio diarias para 8 horas y en exposiciones de corta duración promedio para 15 min aportados por diferentes instituciones.

Para la valoración de la exposición laboral a monóxido de carbono se deben tener en cuenta los valores límites de exposición dadas en partes por millón (ppm) promedio en 8 (ocho) horas de trabajo, en Colombia se toman los valores dados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), se describen los diferentes valores límites permisibles para la exposición laboral en 8 (ocho) horas y en exposición de corta duración a monóxido de carbono de diferentes países en la Tabla 13.

**Tabla 13.** Valores límite para el año 2010 de exposición a monóxido de carbono

País	Estándar	Exposición Diaria (8h)	Exposición de corta duración (15 min)
USA	OSHA (PELs)	50 ppm	
USA	NIOSH (RELs)	35 ppm	200 ppm
USA	ACGIH (TLV)	25 ppm	
Australia	NOSH (OES)	30 ppm	200 ppm
Canadá	OHSR (PEVs)	35 ppm	200 ppm
España	INSHT (VLA)	25 ppm	125 ppm

• Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Permissible Exposure Limits ( <b>PELs</b> ).
• National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Recommended Exposure Limits ( <b>RELs</b> ).
• American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Threshold Limit Values. ( <b>TLVs</b> ).
• National Occupational Health and Safety. Occupational Exposure Standards ( <b>OES</b> ).
• Occupational Health and Safety Regulations. Permissible Exposure Values ( <b>PEVs</b> ).
• Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) Valores Límite Ambientales ( <b>VLA</b> ).

FUENTE: REVISTA ESPAÑOLA DE SALUD PUBLICA. Exposición al monóxido de carbono del personal especialista en extinción de incendios forestales. [En línea]. No 6 (diciembre de 2010) <<http://scielo.isciii.es/pdf/resp/v84n6/original9.pdf>> [citado el 18 de abril de 2012]

FUENTE: CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Project documentation carbón monoxide. [En línea] <<http://www.cdc.gov/niosh/pel88/630-08.html>> [citado el 18 de abril de 2012]

FUENTE: OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION. Occupational Safety and Health Guideline for Carbon Monoxide. [En línea]. <<http://www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/carbonmonoxide/recognition.html>> [citado 21 de abril de 2012]

FUENTE: CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Control banding. [En línea] <<http://www.cdc.gov/niosh/topics/ctrlbanding/>> [citado el 25 de abril de 2012]

## 2.7 RECOMENDACIONES Y CONTROLES

La exposición ocupacional a monóxido de carbono secundaria a la combustión incompleta de motores en diferentes ocupaciones, representa un peligro para la salud de los trabajadores. Ocasionado por la generación de concentraciones elevadas de monóxido de carbono, un gas tóxico que causa enfermedad, daño neurológico permanente y hasta la muerte, por lo tanto es de vital importancia mencionar controles.

Debido a que el CO no tiene color ni olor y no es irritante, puede abatir a la persona expuesta sin aviso. A menudo el tiempo que transcurre antes de que se presenten los síntomas es corto; por lo tanto, se inhibe la capacidad de las personas de buscar protección. El haber usado anteriormente el equipo sin que ocurriera ningún siniestro, les da a las personas un falso sentido de seguridad; por lo que tales usuarios resultan envenenados en ocasiones subsiguientes.<sup>43</sup>

En la Tabla 14 se mencionan las principales recomendaciones para empleadores, usuarios de equipos, empresas de alquiler de herramientas y fabricantes de herramientas a motor sobre cómo prevenir el envenenamiento por monóxido de carbono en una alerta generada por NIOSH.

**Tabla 14.** Recomendaciones para empleadores, usuarios de equipos, empresas de alquiler de herramientas y fabricantes de herramientas a motor

EMPLEADORES Y USUARIOS DE EQUIPOS.
<b>NO</b> permitir el uso u operación de herramientas o equipos con motores de gasolina dentro de edificios o áreas parcialmente cerradas, ya que esto generara acúmulos de monóxido de carbono en la atmosfera, a menos que se puedan localizar los motores de gasolina afuera y estén alejados de las entradas de aire.
Aprender a reconocer las señales y síntomas de la exposición excesiva al monóxido de carbono (CO): dolor de cabeza, náusea, debilidad, mareos, alteraciones visuales, cambios en la personalidad y pérdida de la conciencia. Cualquiera de estos síntomas y

<sup>43</sup> INSTITUTO NACIONAL PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD OCUPACIONAL (NIOSH). Prevención de envenenamiento con monóxido de carbono producido por herramientas y equipos con motores pequeños de gasolina. [En línea]. < <http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-118sp.html>>[citado el 25 de octubre de 2012].

señales puede ocurrir a los pocos minutos de haberse encendido el equipo.
Considerar el uso de herramientas con motor eléctrico o de aire comprimido si se encuentran disponibles y pueden ser utilizadas de manera segura. Se debe considerar que, las herramientas eléctricas presentan un riesgo de electrocución y requieren precauciones específicas en cuanto a la seguridad.
Si se utilizan herramientas de aire comprimido, colocar el compresor con motor de gasolina al aire libre y lejos de las entradas de aire de manera que el escape del motor no sea devuelto al interior donde se esté realizando el trabajo.
Utilizar monitores personales de CO donde puedan existir fuentes potenciales de CO. Estos monitores deben estar equipados con alarmas audibles para avisar a los trabajadores cuando las concentraciones de CO sean demasiado altas.
<b>PARA EMPLEADORES</b>
Conducir en el lugar de trabajo la identificación de todas las fuentes potenciales de exposición al CO.
Educar a los trabajadores sobre las fuentes y condiciones que puedan resultar en envenenamientos por CO como también los síntomas y el control de la exposición al CO, en las tareas que estos desarrollan.
Siempre hacer sustituciones por equipos menos peligrosos, cuando sea posible. Utilizar equipos que permitan colocar el motor de gasolina al aire libre, a una distancia segura de la entrada de aire al edificio.
Comprobar la exposición de los empleados al CO para determinar el alcance del peligro. Mediciones ambientales y personales.
<b>USUARIOS DE EQUIPOS</b>
Hacer sustituciones por equipos menos peligrosos cada que sea posible. Utilizar herramientas eléctricas o herramientas con motores que estén separados de las herramientas y que puedan localizarse afuera y lejos de las entradas de aire.
Aprender a reconocer los síntomas de aviso de envenenamiento con CO.
Mantenerse alejado del área de trabajo hasta que se haya desactivado la herramienta y las mediciones indiquen que las concentraciones de CO están por debajo de los límites permitidos.
Observar a los compañeros de trabajo en busca de señales de toxicidad del CO.

EMPRESAS DE ALQUILER DE HERRAMIENTAS
Colocar etiquetas de aviso en las herramientas con motor de gasolina, que indiquen la producción de monóxido de carbono durante su uso, y que debe manejarse en espacios ventilados.
Recomendar herramientas más seguras para el uso que se intenta darles, si están disponibles.
Tener monitores de CO portátiles con alarma sonora para alquilar y recomendar su uso.
Proveer materiales educativos como esta página informativa a las personas que alquilan los equipos.
FABRICANTES DE HERRAMIENTAS
Diseñar herramientas que puedan ser usadas con seguridad en interiores.
Proveer etiquetas de aviso para los equipos nuevos o ya existentes con motor de gasolina, que indiquen la producción de monóxido de carbono durante su uso, y que debe manejarse en espacios ventilados.
Proveer recomendaciones para el mantenimiento del equipo a fin de reducir las emisiones de CO.
Recomendar el uso de monitores de CO portátiles con alarma sonora junto con equipos con motores pequeños de gasolina.

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD OCUPACIONAL (NIOSH). Prevención de envenenamiento con monóxido de carbono producido por herramientas y equipos con motores pequeños de gasolina. [En línea]. <<http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-118sp.html>>[citado el 25 de octubre de 2012].

## 2.8 CONTEXTO LEGAL EN COLOMBIA

En la Tabla 15 se presenta la normatividad vigente en Colombia.

**Tabla 15.** Contexto legal en Colombia

Resolución 2400 de 1979 <sup>44</sup>	TÍTULO III.
Estatutos de	NORMAS GENERALES SOBRE RIESGOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE

<sup>44</sup> MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. Resolución 2400 de 1979. [En línea] <<http://www.cdc.gov/niosh/topics/ctrlbanding/>> [citado el 25 de abril de 2012]

<p>seguridad industrial (mayo 22)</p>	<p>TRABAJO.</p> <p>CAPÍTULO II. DE LA VENTILACIÓN.</p> <p>ARTÍCULO 70. En los locales cerrados o en los lugares de trabajo y dependencias anexas, deberá renovarse el aire de manera uniforme y constante con el objeto de proporcionar al trabajador un ambiente inofensivo y cómodo. Las entradas de aire puro estarán ubicadas en lugares opuestos a los sitios por donde se extrae o se expulsa el aire viciado.</p> <p>ARTÍCULO 71. En los lugares de trabajo en donde se efectúen procesos u operaciones que produzcan contaminación ambiental por gases, vapores, humos, neblinas, etc., y que pongan en peligro no solo la salud del trabajador, sino que causen daños y molestias al vecindario, debe establecerse dispositivos especiales y apropiados para su eliminación por medio de métodos naturales o artificiales de movimiento del aire en los sitios de trabajo para diluir o evacuar los agentes contaminadores.</p> <p>CAPÍTULO VIII. DE LAS CONCENTRACIONES MÁXIMAS PERMISIBLES.</p> <p>ARTÍCULO 153. Entiéndase por "concentración máxima permisible" la concentración atmosférica de un material peligroso que no alcanza a afectar la salud de un trabajador a ella expuesto en jornada diaria de ocho horas, durante un prolongado periodo de tiempo.</p> <p>ARTÍCULO 154. En todos los establecimientos de trabajo en donde se lleven a cabo operaciones y procesos con substancias nocivas o peligrosas que desprendan gases, humos, neblinas, polvos, etc. y vapores fácilmente inflamables, con riesgo para la</p>
---------------------------------------	--

salud de los trabajadores, se fijarán los niveles máximos permisibles de exposición a sustancias tóxicas, inflamables o contaminantes atmosféricos industriales, en volumen en partes de la sustancia por millón de partes de aire (P.P.M.) en peso en miligramos de la sustancia por metro cúbico de aire ( g/m<sup>3</sup>) o en millones de partículas por pie cúbico de aire (M.P.P.P.3) de acuerdo con la Tabla establecida por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales, o con los valores límites permisibles fijados por el Ministerio de Salud.

PARÁGRAFO. Partes por millón (P.P.M.), expresa volumétricamente a 25o.C y a una presión de 760 mm de Hg; partes del gas o vapor de la sustancia contaminante por millón de partes de aire ambiental contaminado. Miligramos por metro cúbico (mg/m<sup>3</sup>), expresa gravimétricamente, de forma aproximada, los miligramos de contaminantes por metro cúbico de aire contaminado.

#### CAPÍTULO IX. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

ARTÍCULO 155. Para obtener en los establecimientos de trabajo un medio ambiente que no perjudique la salud de los trabajadores, por los riesgos químicos a que están expuestos, se deberán adoptar todas las medidas necesarias para controlar en forma efectiva los agentes nocivos preferentemente en su origen, pudiéndose aplicar uno o varios de los siguientes métodos:

Sustitución de sustancias, cambio o modificación del proceso, encerramiento o aislamiento de procesos, ventilación general, ventilación local exhaustiva y mantenimiento. Otros métodos complementarios, tales como limitación del tiempo de exposición y protección personal; solo se aplicarán cuando los anteriormente

	<p>citados sean insuficientes por sí mismos o en combinación.</p> <p>ARTÍCULO 156. La evaluación de estos contaminantes atmosféricos, se realizará por medio de equipos o aparatos de medida, que determinan las concentraciones de polvo, gases, vapores, humos, etc. en los medios ambientes de trabajo, que se expresarán en partes por millón o en miligramos por metro cúbico, y servirán para controlar periódicamente los niveles peligrosos, que estén por encima de los valores límites permisibles expresados en la Tabla de las "concentraciones máximas permisibles" para las sustancias químicas.</p> <p>ARTÍCULO 160. En los trabajos de inspección, reparación, limpieza o de cualquier otra clase que se realicen en pozos, alcantarillado, conducciones de gases o humos, cubas de fermentación, recipientes y depósitos metálicos u otros similares, que por su naturaleza puedan ofrecer riesgos de insalubridad o inflamabilidad, se procederá, antes de que entren los trabajadores en ellos, a una previa labor de saneamiento de la atmósfera peligrosa, por medio de una exhaustiva ventilación o neutralización química, según los casos, para evitar el peligro, entrando posteriormente los trabajadores quienes deberán ir provistos del adecuado equipo de protección, como respiradores, cinturones de seguridad y cuerda salvavidas; los que serán auxiliados por personal situado en la parte exterior.</p> <p>TITULO LV.</p> <p>DE LA ROPA DE TRABAJO EQUIPOS Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.</p> <p>CAPÍTULO II. DE LOS EQUIPOS Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.</p>
--	---

	<p>ARTÍCULO 176. En todos los establecimientos de trabajo en donde los trabajadores estén expuestos a riesgos físicos, mecánicos, químicos, biológicos, etc., los patronos suministrarán los equipos de protección adecuados, según la naturaleza del riesgo, que reúnan condiciones de seguridad y eficiencia para el usuario.</p> <p>3. Para la protección del sistema respiratorio se deberán usar:</p> <p>a) Máscaras respiratorias cuando por la naturaleza de la industria o trabajo no sea posible conseguir una eliminación satisfactoria de los gases, vapores u otras emanaciones nocivas para la salud.</p> <p>b) Mascarillas respiratorias en comunicación con una fuente exterior de aire puro o con recipientes de oxígeno, en los trabajos que se realicen en atmósferas altamente peligrosas, alcantarillas, lugares confinados, etc.</p> <p>g) Máscaras para la protección contra la inhalación de gases ácidos, vapores orgánicos clorados, fosforados, etc., o neblinas o vapores de pesticidas, etc.</p> <p>h) Máscaras de manguera con suministro de aire cuando los trabajadores se encuentran en lugares donde se pueda presentar asfixia o envenenamiento.</p> <p>ARTÍCULO 182. LOS EQUIPOS PROTECTORES DEL SISTEMA RESPIRATORIO DEBERÁN SER ADECUADOS PARA EL MEDIO EN QUE DEBEN USARSE. En la selección del equipo se tomarán en consideración el procedimiento y las condiciones que originen la exposición, como las propiedades químicas, físicas, tóxicas y cualquier otro riesgo de las</p>
--	--

	<p>substancias contra las cuales se requiere protección.</p> <p>ARTÍCULO 183. Los respiradores de cartucho químico y las máscaras de depósito no deberán emplearse en lugares cerrados con ventilación deficiente o en ambientes donde el contenido de oxígeno sea inferior al 16%.</p> <p>ARTÍCULO 184. Toda persona que tenga necesidad de utilizar un aparato de respiración, sea de aire u otra atmósfera respirable suplida de depósito o de cartucho químico, será debidamente adiestrada en el uso, cuidado y limitaciones del equipo protector. También será instruida en los procedimientos aplicables en casos de emergencia.</p> <p>ARTÍCULO 185. Los equipos de protección de las vías respiratorias deberán guardarse en sitios protegidos contra el polvo en áreas no contaminadas. Dichos equipos deberán mantenerse en buenas condiciones de servicio y asepsia.</p>
<p>Resolución 2346 de 2007<sup>45</sup></p>	<p>CAPITULO II</p> <p>Evaluaciones médicas ocupacionales</p> <p>Artículo 3°. <i>Tipos de evaluaciones médicas ocupacionales.</i> Las evaluaciones médicas ocupacionales que debe realizar el empleador público y privado en forma obligatoria son como mínimo, las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluación médica pre-ocupacional o de pre-ingreso.</li> <li>2. Evaluaciones médicas ocupacionales periódicas (programadas o por cambios de ocupación).</li> </ol>

<sup>45</sup> MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 2346 de 2007. [En línea]<[http://www.javeriana.edu.co/archivo/07\\_eventos/docs/resolucion2346.pdf](http://www.javeriana.edu.co/archivo/07_eventos/docs/resolucion2346.pdf)> [citado el 29 de abril de 2012]

	<p>3. Evaluación médica pos-ocupacional o de egreso.</p> <p>El empleador deberá ordenar la realización de otro tipo de evaluaciones médicas ocupacionales, tales como pos-incapacidad o por reintegro, para identificar condiciones de salud que puedan verse agravadas o que puedan interferir en la labor o afectar a terceros, en razón de situaciones particulares.</p> <p>Parágrafo. Las evaluaciones médicas ocupacionales a que se refiere la presente resolución, hacen parte del programa de salud ocupacional, de los sistemas de gestión que desarrolle el empleador como parte de la promoción de la salud de los trabajadores y de los mecanismos de prevención y control de alteraciones de la salud.</p> <p>Artículo 5°. Evaluaciones médicas ocupacionales periódicas. Las evaluaciones médicas ocupacionales periódicas se clasifican en programadas y por cambio de ocupación.</p> <p>Artículo 6°. Evaluaciones médicas ocupacionales de egreso. Aquellas que se deben realizar al trabajador cuando se termina la relación laboral.</p> <p>Artículo 7°. Información básica requerida para realizar las evaluaciones médicas ocupacionales. Para realizar las evaluaciones médicas ocupacionales, el empleador deberá suministrar la siguiente información básica:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Indicadores epidemiológicos sobre el comportamiento del factor de riesgo y condiciones de salud de los trabajadores, en relación con su exposición.</li><li>2. Estudios de higiene industrial específicos, sobre los correspondientes factores de riesgo.</li></ol>
--	---

	<p>3. Indicadores biológicos específicos con respecto al factor de riesgo.</p> <p>Artículo 10. Valoraciones complementarias a las evaluaciones médicas ocupacionales. Las valoraciones médicas complementarias forman parte de las evaluaciones médicas ocupacionales y deberán programarse con anterioridad a su realización; en ellas participarán diferentes profesionales de la salud, según se requiera.</p> <p>Artículo 13. Evaluaciones médicas específicas según factores de riesgo. El empleador está obligado a realizar evaluaciones médicas ocupacionales específicas de acuerdo con los factores de riesgo a que esté expuesto un trabajador y según las condiciones individuales que presente, utilizando como mínimo, los parámetros establecidos e índices biológicos de exposición (BEI), recomendados por la ACGIH.</p>
<p>Resolución número 1016 marzo 31 de 1989<sup>46</sup></p>	<p>Artículo 10. Los subprogramas de medicina Preventiva y de trabajo tienen como finalidad principal la promoción, prevención y control de la salud del trabajador, protegiéndolo de los factores de riesgos ocupacionales ubicándolo en un sitio de trabajo acorde con sus condiciones de trabajo psicofisiológicas y manteniéndolo en actitud de producción de trabajo.</p> <p>Las principales actividades de los subprogramas de medicina preventiva y del trabajo son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar exámenes médicos, clínicos y paraclínicos para admisión, ubicación según actitudes, periódicos ocupacionales, cambios de ocupación, reingreso al trabajo, retiro y otras</li> </ol>

<sup>46</sup> LOS MINISTROS DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL Y DE SALUD. Resolución número 1016 marzo 31 de 1989. [En línea]<[http://ley100.com/portal/attachments/084\\_res\\_1016.pdf](http://ley100.com/portal/attachments/084_res_1016.pdf)> [citado el 29 de abril de 2012]

	<p>situaciones que alteren o puedan traducirse en riesgo para la salud de los trabajadores.</p> <p>2. Desarrollar actividades de vigilancia epidemiológica, conjuntamente con el subprograma de Higiene y seguridad Industrial, que incluirán, como mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Accidentes de trabajo.</li><li>b) Enfermedades profesionales</li><li>c) Panorama de riesgos</li></ul> <p>3. Desarrollar actividades de prevención de enfermedades profesionales, accidentes de trabajo y educación en salud a empresarios y trabajadores, en coordinación con el subprograma de Higiene y seguridad Industrial.</p> <p>4. Investigar y analizar las enfermedades ocurridas, determinar sus causas y establecer las medidas preventivas y correctivas necesarias.</p> <p>5. Informar a la gerencia sobre programas de salud a los trabajadores y las medidas aconsejadas para la prevención de las enfermedades profesionales y accidentes de trabajo.</p> <p>6. Estudiar y conceptuar sobre la toxicidad de materias primas y sustancias en proceso, indicando las medidas para evitar sus efectos nocivos en los trabajadores.</p> <p>7. Organizar e implantar un servicio oportuno y eficiente de primeros auxilios.</p> <p>8. Promover y participar en actividades encaminadas a la</p>
--	---

	<p>prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.</p> <p>10. Realizar visitas a los puestos de trabajo para conocer los riesgos relacionados con la patología laboral, emitiendo informes a la gerencia, con el objeto de establecer los correctivos necesarios.</p> <p>11. Diseñar y ejecutar programas para la prevención detección y control de enfermedades relacionadas o agravadas por el trabajo.</p> <p>13. Elaborar y mantener actualizadas las estadísticas de morbilidad y mortalidad de los trabajadores e investigar las posibles relaciones con sus actividades.</p> <p>Las principales actividades del subprograma de Higiene y seguridad Industrial son:</p> <p>1. Elaborar un panorama de riesgos para obtener información sobre éstos en los sitios de trabajo dela empresa, que permita la localización y evaluación de los mismos, así como en conocimiento de la exposición a que están sometidos los trabajadores afectados por ellos.</p> <p>2. Identificar los agentes de riesgos físicos, químicos, biológicos, psicosociales, ergonómicos, mecánicos, eléctricos, locativos y otros agentes contaminantes, mediante inspecciones periódicas a las áreas, frentes de trabajo y equipos en general.</p> <p>3. Evaluar con la ayuda de técnicas de medición y cuantitativas, la magnitud de los riesgos, para determinar su real peligrosidad.</p>
--	--

	<p>5. Inspeccionar y comprobar la efectividad y el buen funcionamiento de los equipos de seguridad y control de los riesgos.</p> <p>6. Estudiar e implantar los sistemas de control requeridos por todos los riesgos existentes en la empresa.</p> <p>8. Establecer y ejecutar las modificaciones en los procesos u operaciones en las materias primas peligrosas, encerramiento o aislamiento de procesos operaciones u otras medidas, con el objeto, de controlar en la fuente de origen y/o en el medio los agentes de riesgo.</p> <p>12. Supervisar y verificar la aplicación de los sistemas de control de los riesgos ocupacionales en la fuente y en el medio ambiente y determinar la necesidad de suministrar elementos de protección personal, previo estudio de puestos de trabajo.</p> <p>13. Analizar las características técnicas de diseño y calidad de los elementos de protección personal que suministran a los trabajadores, de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes o autoridades competentes para establecer procedimientos de selección, dotación, uso, mantenimiento y reposición.</p> <p>17. Delimitar o demarcar las áreas de trabajo, zonas de almacenamiento y vías de circulación y señalizar salidas, salidas de emergencia, resguardos y zonas peligrosas de las máquinas e instalaciones de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.</p>
--	---

<p>Decreto 1295 de 1994<sup>47</sup></p>	<p>CAPITULO II. Sistema de Riesgos Profesionales</p> <p>CAPITULO VI. Prevención y promoción de riesgos profesionales</p> <p>ARTICULO 56. RESPONSABLES DE LA PREVENCION DE RIESGOS PROFESIONALES. La Prevención de Riesgos Profesionales es responsabilidad de los empleadores.</p> <p>Corresponde al Gobierno Nacional expedir las normas reglamentarias técnicas tendientes a garantizar la seguridad de los trabajadores y de la población en general, en la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Igualmente le corresponde ejercer la vigilancia y control de todas las actividades, para la prevención de los riesgos profesionales. Los empleadores, además de la obligación de establecer y ejecutar en forma permanente el programa de salud ocupacional según lo establecido en las normas vigentes, son responsables de los riesgos originados en su ambiente de trabajo.</p> <p>ARTICULO 58. MEDIDAS ESPECIALES DE PREVENCION. Sin detrimento del cumplimiento de las normas de salud ocupacional vigentes, todas las empresas están obligadas a adoptar y poner en práctica las medidas especiales de prevención de riesgos profesionales.</p> <p>ARTICULO 60. INFORME DE ACTIVIDADES DE RIESGO. Los informes y estudios sobre actividades de riesgo adelantados por</p>
--	--

<sup>47</sup> EL MINISTRO DE GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA DELEGATORIO DE FUNCIONES PRESIDENCIALES. Decreto 1295 de 1994. [En línea] <[http://ley100.com/porta/attachments/058\\_Decreto\\_Ley\\_1295\\_94.pdf](http://ley100.com/porta/attachments/058_Decreto_Ley_1295_94.pdf)> [citado el 29 de abril de 2012]

las entidades administradoras de riesgos profesionales son de conocimiento público, así versen sobre temas específicos de una determinada actividad o empresa.

ARTICULO 61. ESTADISTICAS DE RIESGOS PROFESIONALES. Todas las empresas y las entidades administradoras de riesgos profesionales deberán llevarlas estadísticas de los accidentes de trabajo y de las enfermedades profesionales, para lo cual deberán, en cada caso, determinar la gravedad y la frecuencia de los accidentes de trabajo o de las enfermedades profesionales, de conformidad con el reglamento que se expida.

#### PROTECCIÓN EN EMPRESAS DE ALTO RIESGO

ARTICULO 64. EMPRESAS DE ALTO RIESGO. <Artículo modificado expresamente por el artículo 116 del Decreto extraordinario 2150 de 1995. El nuevo texto es el siguiente:> Las empresas pertenecientes a las clases IV y V de la Tabla de clasificación de actividades económicas, de que trata el artículo 28 del Decreto ley 1295 de 1994, serán consideradas como empresas de alto riesgo, y deberán inscribirse como tales en las direcciones regionales y seccionales del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, dentro de los 2 meses siguientes a la expedición de este decreto. Igualmente aquellas que se constituyan hacia el futuro deberán inscribirse a más tardar en los 2 meses siguientes a la iniciación de sus actividades.

ARTICULO 65. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES EN EMPRESAS DE ALTO RIESGO. La Dirección de Riesgos Profesionales del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, en coordinación con el Ministerio de Salud, definirá los regímenes de vigilancia epidemiológica y de control de riesgos profesionales

	<p>específicos prioritarios, los cuales serán de obligatoria aceptación y aplicación por las empresas de alto riesgo.</p> <p>ARTICULO 66. SUPERVISION DE LAS EMPRESAS DE ALTO RIESGO. Las entidades administradoras de riesgos profesionales y la Dirección Técnica de Riesgos Profesionales del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, supervisarán en forma prioritaria directamente o a través de terceros idóneos para el efecto, a las empresas de alto riesgo, especialmente en la aplicación del programa de salud ocupacional, los sistemas de control de riesgos profesionales y de las medidas especiales de prevención que se hayan asignado a cada empresa.</p> <p>ARTICULO 67. INFORME DE RIESGOS PROFESIONALES DE LAS EMPRESAS DE ALTO RIESGO. Las empresas de alto riesgo rendirán en los términos que defina el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social a la respectiva entidad administradora de riesgos profesionales, un informe de evaluación del desarrollo del programa de salud ocupacional, anexando al resultado técnico de la aplicación de los de sistemas de vigilancia epidemiológica, tanto a nivel ambiental como biológico y el seguimiento de los sistemas y mecanismos de control de riesgos de higiene y seguridad industrial, avalado por los miembros del comité de medicina e higiene industrial de la respectiva empresa.</p>
<p>Resolución 14471 de 2002<sup>48</sup></p>	<p>En la oportunidad de las revisiones periódicas quinquenales de instalaciones en las que los extremos terminales de conductos de evacuación de gases producto de la combustión dan directamente a la fachada de la edificación, se deberá</p>

<sup>48</sup> SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Resolución numero 14471 de 2002 [En línea]

<[http://camacol.co/sites/default/files/base\\_datos\\_juridico/RESOLUCION\\_SUPERINDISTRIA\\_NACION\\_14471\\_2002.pdf](http://camacol.co/sites/default/files/base_datos_juridico/RESOLUCION_SUPERINDISTRIA_NACION_14471_2002.pdf)> [citado el 25 de abril de 2012]

	<p>verificar que no se produzca recirculación de dichos gases al interior de la edificación, mediante medición de la concentración de monóxido de carbono CO en la unidad en la que se verifica la instalación y en las unidades adyacentes. De las características del conducto de evacuación y de las mediciones deberá quedar constancia expresa en la revisión.</p> <p>Cuando se proceda a la instalación de artefactos en un recinto, su instalador deberá tener en cuenta las potencias de todos los artefactos a instalar, con el propósito de determinar el volumen de aire necesario para su correcto funcionamiento. La persona quien revise o certifique la instalación deberá dejar constancia por escrito de dicho cálculo, determinando si se trata de un recinto confinado o no confinado, la cual formará parte de la certificación de la instalación. Para el efecto se podrá aplicar la Guía 3022 – F 01 que de manera indicativa se incorpora a esta circular.</p> <p>En los recintos donde se encuentren instalados artefactos a gas, se deberá realizar una medición de la concentración de Monóxido de Carbono (CO) en tres (3) puntos ubicados a un metro de la separación del artefacto a gas de mayor potencia. Las mediciones se harán con todos los artefactos a gas funcionando a su potencia nominal, cinco (5) minutos después de haber sido encendidos. El mayor valor obtenido deberá ser inferior a 50 ppm de concentración de Monóxido de Carbono (CO) diluido en el ambiente. Se entenderá que la instalación de los artefactos no reúne las condiciones de idoneidad y calidad legalmente exigibles, cuando la concentración de monóxido de carbono (CO) de los gases producto de la combustión en cualquiera de los puntos de lectura sea superior a lo establecido en este numeral.</p>
--	---

### **3. DESARROLLO METODOLOGICO**

La metodología aplicada para la revisión documental y compilación de la información correspondiente a la descripción de los efectos a la salud agudos y crónicos originados por la exposición a monóxido de carbono en distintas actividades laborales, es un tipo de investigación que se basa en un proceso descriptivo de construcción teórica.

La búsqueda se realizó en tres etapas, búsqueda de estudios de investigación, selección y análisis.

#### **3.1 BÚSQUEDA DE DOCUMENTOS**

La búsqueda se realizó en las diferentes bases de datos del área biomédica, PUBMED, NCBI PMC, WOLTERS KLUWER HEALTH OVID, SCIELO, BIOMED, EBSCOHOST, SCIENCE DIRECT, MEDLINE, utilizando las palabras clave de referencia para la búsqueda de los documentos de interés.

##### **Las palabras clave utilizadas fueron:**

- Monóxido de carbono (carbon monoxide)
- Carboxihemoglobina (carboxyhemoglobine)
- Trabajadores expuestos a monóxido de carbono (workers exposed to carbon monoxide)
- Exposición ocupacional a monóxido de carbono (Occupational exposure to carbon monoxide)
- Intoxicación por monóxido de carbono (Carbon monoxide poisoning)
- Efectos agudos por exposición a monóxido de carbono (Acute effects of exposure to carbon monoxide)
- Efectos crónicos por exposición a monóxido de carbono (Chronic effects of exposure to carbon monoxide)

- Efectos a la salud por exposición a monóxido de carbono (Health effects from exposure to carbon monoxide).

**Los criterios de selección para los artículos fueron:**

- Estudios investigativos a nivel mundial, revisiones documentales, narrativas y monografías.
- En idioma inglés y español.
- Delimitación cronológica en la escogencia de artículos entre el año 2000 al año 2012.
- Trata sobre exposición Ocupacional a monóxido de carbono.
- Trata sobre efectos agudos por exposición a monóxido de carbono.
- Trata sobre efectos crónicos por exposición a monóxido de carbono.

### **3.2 SELECCIÓN DE DOCUMENTOS**

Se recolectaron 105 artículos de las bases anteriormente mencionadas de los cuales se revisó el abstract, seleccionando 15 que cumplieron los criterios de búsqueda definidos en la selección de documentos y que daban respuesta a los objetivos planteados.

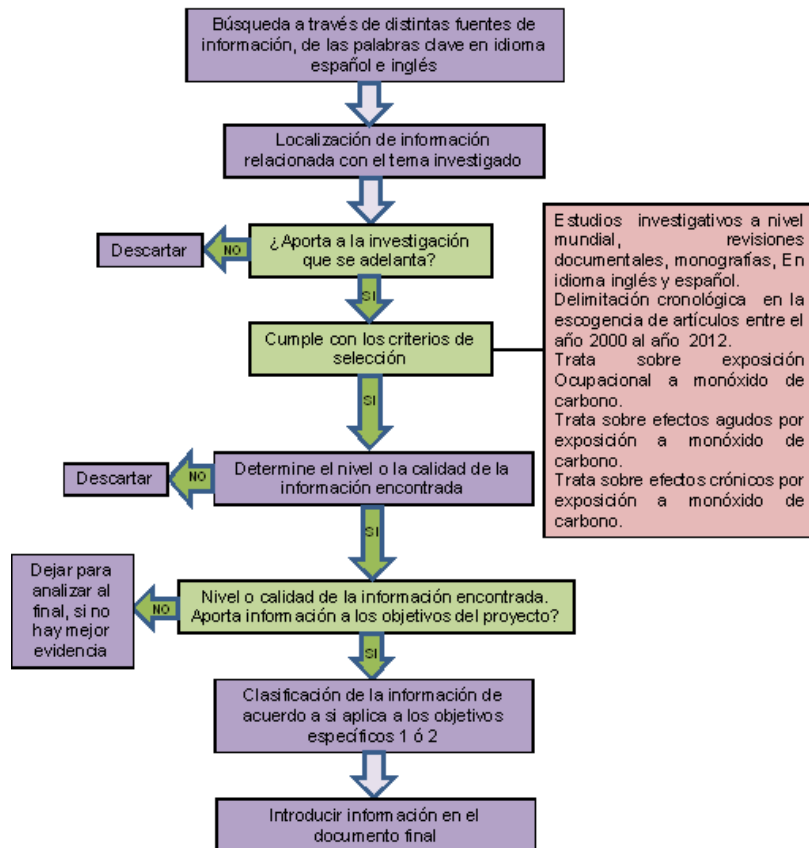
En la Tabla 16 se presenta el tipo de estudio de los artículos seleccionados que corresponden a los objetivos planteados, y que contienen la información seleccionada como insumo para el desarrollo del presente documento.

**Tabla 16.** Clasificación de estudios seleccionados

TIPO DE ESTUDIO	NÚMERO DE ESTUDIOS
Estudio de casos y controles	1
Estudio analítico observacional	3
Estudio de cohorte	2
Estudios de caso	2
Revisión documental	3
Transversal	2
Retrospectivo	2

En el flujograma 1 se describe el proceso para la selección de la información que aporte a la investigación definiendo los criterios a tener en cuenta, y en la Tabla 17 se exponen las características de los estudios seleccionados.

### FLUJOGRAMA 1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN



**Tabla 17.** Selección de documentos

NÚMERO	TÍTULO	AÑO DE PUBLICACIÓN	AUTOR	PAIS DE REALIZACIÓN	IDIOMA	MEDIO DE PUBLICACIÓN
1	Efecto del humo del fuego sobre algunos parámetros bioquímicos en los bomberos de Arabia Saudita	2008	Abdulrahman, L Al-Malki, Ameen M Rezaq and Mohamed H Al-Saedy.	Cairo, Egypt	Ingles	Journal of Occupational Medicine and Toxicology 2008, 3:33 doi:10.1186/1745-6673-3-33
2	Exposición al monóxido de carbono del personal especialista en extinción de incendios forestales	2010	Belén Carballo Leyenda, José A Rodríguez, Marroyo, Jorge López, Satué, Concepción Ávila Ordás, Raúl Pernía Cubillo y José Gerardo Villa Vicente.	España	Español	Revista Española de Salud Pública 2010; 84: 799-807
3	Factores predictivos de mortalidad por cardiopatía isquémica en trabajadores de la fundición expuestos al monóxido de carbono	2000	Riitta Sisko Koskela, Pertti Mutanen, Juha Antti Sorsa, and Matti Klockars.	EE.UU	Ingles	American Journal of Epidemiology Vol. 152, No. 7 On line: <a href="http://aje.oxfordjournals.org/">http://aje.oxfordjournals.org/</a> by guest on August 30, 2012
4	Caracterización de las exposiciones a monóxido de carbono y ruido entre los bomberos profesionales en British Columbia	2011	Tracy I. Kirkham, Mieke W. Koehoorn, Hugh Davies and Paul a. Demers	Canada	Ingles	Annals of Occupational Hygiene, Vol. 55, No. 7, pp. 764–774, 2011 Oxford University Press on behalf of the British Occupational Hygiene Society doi:10.1093/annhyg/mer038
5	Intoxicación por monóxido de carbono en dos trabajadores que utilizan una carretilla elevadora en un almacén frigorífico GLP.	2004	F. Gallagher y H. J. Mason	EE.UU	Ingles	Occupational Medicine 2004; <b>54</b> :483–488 Published online
6	Laboratorio de evaluación de la exposición del soldador y la eficiencia de la ventilación de conductos de aire para trabajos de soldadura en un espacio reducido.	2000	Jun Ojima, Nobuyuki Shibata and Takeshi Iwasakijun Ojima.	Japón	Ingles	National Institute of Occupational safety and health Japan. 2000, 38, 24–299
7	Estudio: Escape de Diesel en Mineros: Resumen del proceso de evaluación de la exposición.	2010	Patricia a. Stewart, Joseph b. Coble, Roel Vermeulen, Patricia Schleiff, Aaron Blair, Jay Lubin, Michael Attfield, and Debra t. Silverman.	EE.UU	Ingles	Annals of Occupational Hygiene. Vol. 54, No. 7, pp. 728–746, 2010 Published by Oxford University Press on behalf of the British Occupational Hygiene Society doi:10.1093/annhyg/meq022.

8	Envenenamiento por monóxido de carbono a bordo de un buque gasero. Informe sobre 8 casos	2010	Lucas D, Loddé B, Jegaden D, Bronstein JA, Pougnet R, Bell S, Dewitte JD.	Francia	Ingles	Int Marit Health. 2010;62(3):176-9.
9	El efecto de la exposición crónica a monóxido de carbono sobre los valores de flujo pico espiratorio de chefs kebab parrilla	2009	Al B , C Yildirim , Zengin S , M çavdar , Togun yo	Turquía	Ingles	Department of Emergency, Faculty of Medicine, Gaziantep University, Gaziantep, Turkey, on line. Saudi Med J. 2009 Jun;30(6):788-92
10	El efecto de fumar en São Paulo, la legislación sobre la concentración de monóxido de carbono en los trabajadores de las hostelerías	2011	Jaqueline S Issa, Tania M O Abe, Alexandre C Pereira, María Cristina Megid, Cristina E Shima bukuro, Luis Sergio O Valentin, Marizete M da C Ferreira, Moacyr R C Nobre, Ines Lancarotte, and Antonio Carlos Pereira Barretto.	Brasil	Ingles	BMJ Open Access and BMJ Unlocked Published online 2010 November 25. doi: 10.1136/tc.2010.037614.
11	Efectos a la salud por la exposición prolongada a bajas concentraciones de monóxido de carbono	2002	C L Townsend, R L Maynard	EE.UU	Ingles	Occupational Environ Med 2002;59:708–711. On line.
12	Las complicaciones de la intoxicación por monóxido de carbono: Una Discusión de casos y revisión de la literatura	2009	Davin K. Quinn, M.D., Shunda M. McGahee, M.D., Laura C. Politte, M.D., Gina N. Duncan, M.D., Cristina Cusin, M.D., Christopher J. Hopwood, Ph.D., and Theodore A. Stern, M.D	EE.UU	Ingles	Prim Care Companion J Clin Psychiatry. 2009; 11(2): 74–79.on line PMC2707118
13	Correlatos neuropsicológicos de la RM y la exposición de monóxido de carbono: un informe del caso	2002	Sherral A Devine, Shalene M Kirkley, Carole L Palumbo, and Roberta F White	EE.UU	Ingles	Environ Health Perspect. 2002 October; 110(10): 1051–1055.on line. PMC1241033
14	Contaminación por Monóxido de Carbono: un Problema de Salud Ambiental	2006	Jairo Téllez, Alba Rodríguez y Álvaro Fajardo	Colombia	Español	Revista de Salud Pública. (1): 108-117, 2006
15	Efectos de la exposición del lugar de trabajo de monóxido de carbono en la viscosidad de la sangre	2010	Neslihan D, Nurten S.	Turquía	Ingles	Arch Environ Occup Health. 2010 January-March; 65(1):49-53.

### **3.3 ANALISIS DE DOCUMENTOS**

Se realizó el análisis de los documentos seleccionados a través de una ficha descriptiva para cada uno de los cuales se presentan en el Anexo 1.

La ficha consta de tres partes: 1. Datos de identificación del documento: título, autor, año, país, idioma y medio de publicación; 2. Información metodológica: tipo de diseño, población y/o muestra, interpretación de datos. 3. Análisis: reseña del contenido y los aportes para la investigación según los objetivos planteados.

## 4. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del análisis de los documentos seleccionados de la revisión desde la perspectiva de los objetivos planteados, y se da respuesta a cada uno de ellos.

### 4.1 OCUPACIONES CON MAYOR RIESGO LABORAL DE INTOXICACION POR MONOXIDO DE CARBONO

En Colombia no se cuenta con evidencia suficiente, relacionada con la intoxicación por monóxido de carbono asociada con la actividad laboral. Las estadísticas no discriminan los eventos ocurridos entre la población trabajadora en el desarrollo de sus actividades, de las ocurridas en actividades no laborales. La información encontrada reporta en 1996 – 2001, 34 casos de muerte por monóxido de carbono, en autopsias realizadas en el Instituto de Medicina Legal. En esta cifra se desconocen los casos ocurridos en actividades laborales<sup>49</sup>. En 1990 Mercedes Jaimés de Pino, realizó la determinación de niveles sanguíneos de carboxihemoglobina como Función de la Exposición al Monóxido de Carbono en la Ciudad de Bogotá, en los cuales participan 346 personas adultas de las cuales 53 pertenecían al grupo control y el resto a grupos de población considerados particularmente expuestos al CO en razón de su trabajo. Se les determinó la concentración de carboxihemoglobina en sangre por la técnica espectrofotométrica, antes de iniciar su jornada de trabajo y seis horas después<sup>50</sup>. Los resultados concluyeron que los individuos con concentraciones altas de carboxihemoglobina presentaron alteraciones electrocardiográficas y sintomatología compatible con una intoxicación crónica por monóxido de carbono.

---

<sup>49</sup> MYRIAM SALAZAR DE GUTIERREZ. Urgencias toxicológicas. [En Línea]. <<http://www.encolombia.com/medicina/Urgenciastoxicologicas/Monoxidodecarbono.htm>>. [citado el 01 de Octubre de 2012.]

<sup>50</sup> MERCEDES JAIMES DE PINO. Determinación de Niveles Sanguíneos de Carboxihemoglobina como Función de la Exposición al Monóxido de Carbono en la Ciudad de Bogotá. [En Línea]. <<http://www.farmacia.unal.edu.co/?itpad=1044&niv=2&itact=1080&ti=false&itroot=1044&dep=4>> [citado el 01 de octubre de 2012].

Los cargos encontrados con mayor exposición a monóxido de carbono en actividades laborales se describen en la Tabla 18.

**Tabla 18.** Ocupaciones con mayor riesgo laboral de intoxicación por monóxido de carbono

OCUPACION / CARGO	FUENTE DE EXPOSICIÓN
Policías de tránsito. Operadores de peaje Conductores de buses Vigilantes de parqueaderos cerrados.	Proceso de combustión de vehículos.
Asadores de alimentos en parrilla.	Monóxido de carbono presente durante la combustión del carbón de las parrillas
Trabajadores de hostelerías y bares nocturnos.	Humo de cigarrillo presente en la atmosfera.
Personal extintor de incendios (Bomberos) <sup>51, 52, 53</sup>	Monóxido de carbono presente durante la extinción de incendios.
Trabajadores de la fundición. <sup>54</sup>	Hornos de fundición que generan grandes cantidades de monóxido de carbono, que puede escapar por las compuertas de carga y salir impulsado por las corrientes de aire.
Trabajadores que manipulan herramientas o maquinaria	Exposición a monóxido de carbono por inhalación de gases de escape de motores a gasolina en lugares poco

51 ABDULRAHMAN, L Al-Malki, AMEEN, M Rezq, MOHAMED, H Al-Saedy. Effect of fire smoke on some biochemical parameters in firefighters of Saudi Arabia. En: Journal of Occupational Medicine and Toxicology. Diciembre, 2008.

52 CARBALLO, Belén, RODRÍGUEZ José, MARROYO, Jorge, LÓPEZ, Satué, ÁVILA, Concepción, ORDÁS, Raúl, CUBILLO, Pernía y VILLA José Gerardo. Exposición al monóxido de carbono del personal especialista en extinción de incendios forestales. En: Revista Española de Salud Pública. Diciembre, 2010. vol. 84, no. 6.

53 KIRKHAM, Tracy I, KOEHOORN, Mieke, DAVIES, Hugh Y DEMER, Paul. Characterization of Noise and Carbon Monoxide Exposures among Professional Firefighters in British Columbia. En: British Occupational Hygiene Society. Octubre, 2010. vol. 55, no. 7, p. 764–774.

54 KOSKELA, Riitta, MUTANEN, Pertti, SORSA, Juha, y KLOCKARS, Matti. Factors Predictive of Ischemic Heart Disease Mortality in Foundry Workers Exposed to Carbon Monoxide. En: American Journal of Epidemiology. 2000. vol. 152, no. 7.

con motores a gasolina en lugares cerrados. <sup>55</sup>	ventilados.
Mineros ( uso de herramientas con motor diesel) <sup>56</sup>	Exposición a monóxido de carbono por inhalación de gases de escape de motores diesel en lugares poco ventilados.
Soldador <sup>57</sup>	Inhalación de los gases peligrosos generados al soldar, como el ozono, el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno.

## 4.2 EFECTOS A LA SALUD POR EXPOSICIÓN A MONOXIDO DE CARBONO

Dentro de las afectaciones que se encuentran en la literatura se pueden identificar tres tipos de efectos a la salud relacionadas a la exposición a monóxido de carbono:

- Efectos por intoxicación aguda
- Efectos crónicos posteriores a intoxicación aguda
- Efectos crónicos por exposición continua y por largos periodos a bajas concentraciones

En el artículo de Téllez, Rodríguez y Fajardo de la Universidad Nacional, se menciona el hecho de que la exposición a monóxido ha originado miles de muertes, la cuales han sido reportadas por la Asociación Americana de Centros para el Control de Intoxicación y el Sistema de Vigilancia a exposición de Tóxicos. Los anteriores relacionados con el uso de calderas, calefacciones, braseros y chimeneas en el hogar. Además en este artículo, se reconoce la importancia de las lesiones a las personas dadas por la exposición al monóxido, entre las cuales menciona dos casos, el primero, el de Sherral Devine, sobre

<sup>55</sup> GALLAGHER, F Y MASON H. J. Carbon monoxide poisoning in two workers using an LPG forklift truck within a coldstore. En: Occupational Medicine. Septiembre, 2004. vol. 54, no. 7.

<sup>56</sup> STEWART, Patricia A, COBLE, Joseph B, VERMEULEN, Roel, SCHLEIFF, Patricia, BLAIR, Aaron, LUBIN, Jay, ATTFIELD, Michael, y SILVERMAN, Debra. The Diesel Exhaust in Miners Study: I. Overview of the Exposure Assessment Process. En: British Occupational Hygiene Society. Noviembre, 2009. vol. 54, no. 7, p. 728–746.

<sup>57</sup> OJIMA, Jun, SHIBATA, Nobuyuki y IWASAKI, Takeshi. Laboratory Evaluation of Welder's Exposure and Efficiency of Air Duct Ventilation for Welding Work in a confined Space. En: National Institute of Industrial Health. Junio, 2000. no 38, p. 24–29.

una cocinera la cual presentó efectos sobre su salud, específicamente lesiones neuropsicológicas; y el segundo, el estudio de los trabajadores de fundición, en el cual se estimó el valor predictivo de examen médico para enfermedad cardiovascular y muerte.<sup>58</sup>

Estos dos estudios serán descritos posteriormente según los efectos de cada caso.

#### 4.2.1 Efectos agudos por intoxicación con monóxido de carbono

Según Lucas D, Loddé B, Jegaden D, Bronstein JA, Pougnet R, Bell S, Dewitte JD en su estudio sobre el envenenamiento por monóxido en mecánicos y electricistas de reparación de compartimientos de un buque de transporte de gas, describen síntomas en dichos trabajadores como dolor de cabeza, náuseas, debilidad muscular y mareos.

Los análisis clínicos neurológicos fueron normales, así como los parámetros cardio-respiratorios y las pruebas estándar radiografía de tórax y ECG, pero las tasas de carboxihemoglobina se observaron ligeramente elevados (variando desde 2,1 hasta 16,6%) después de tres horas.<sup>59</sup>

Según lo planteado por Carballo B, Rodríguez J, Marroyo J, López S, Ávila C, Ordás R, Cubillo P y Villa J. en su artículo Exposición al monóxido de carbono del personal especialista en extinción de incendios forestales. En el cual se monitorizo durante 58 incendios reales a 44 sujetos la exposición al CO a la que se vieron sometidos. Ahí se describe al monóxido de carbono (CO) como el principal tóxico de interés durante la extinción de incendios forestales, sobre todo en exposiciones de alta concentración y corta duración, cabe denotar que afectan tanto a la capacidad de los sujetos para realizar trabajo físico como a la toma de decisiones. Su inhalación genera una serie de síntomas agudos entre estos:

---

<sup>58</sup> TÉLLEZ J, RODRÍGUEZ A. Y FAJARDO A. Contaminación por Monóxido de Carbono: un Problema de Salud Ambiental. Revista de salud publica. [En línea] <<http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v8n1/v8n1a10.pdf>>[citado el 28 de octubre de 2012]

<sup>59</sup> LUCAS D, LODDÉ B, JEGADEN D, BRONSTEIN JA, POUGNET R, BELL S, DEWITTE JD. Occupational poisoning by carbon monoxide aboard a gas carrier. Report on 8 cases. Int Marit Health. [En línea]. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21154305>> [Citado el 20 de octubre de 2012]

- Mareos.
- Dolor de cabeza.
- Incremento de la frecuencia cardiaca y respiratoria.
- Nauseas.
- Irritación ocular y de las vías respiratorias.
- Disminución de las facultades cognitivas.
- Falta de concentración.

Por otro lado en el informe hecho por Gallagher F y Mason H. sobre la intoxicación de dos trabajadores por monóxido de carbono (CO), que utilizaron una carretilla elevadora en un almacén frigorífico (motor de combustión interna a gasolina en un espacio poco ventilado) hacen mención que el retraso en el diagnóstico de la intoxicación por CO, como en este caso, no es raro; esto es en gran parte debido a los síntomas poco específicos que se presentan, a menudo y se describe como una "enfermedad de tipo gripal viral. Es este informe hacen relación con los síntomas habituales que se producen y los diferentes niveles de carboxihemoglobina sangre, aunque mencionan puede haber alguna variación individual en su presentación, los cuales se describen en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Relación entre los niveles de carboxihemoglobina en sangre y la presentación de síntomas (%)

Niveles de carboxihemoglobina en sangre (%)	Signos y síntomas
<5	No hay signos o síntomas clínicos en individuos sanos.
5-10	Aumento compensatorio en el flujo de sangre a los órganos vitales del cerebro y otras.
10-20	Dolor de cabeza, dificultad para respirar al hacer esfuerzos.
20-30	Dolor de cabeza fuerte, náuseas, pérdida de destreza manual fina y disminución de la capacidad mental para el discernimiento.
30-40	Muy grave dolor de cabeza, mareos, vómitos, fatiga y alteraciones visuales.
40-50	Ritmo cardíaco y respiración rápidos,

	desmayo.
50-60	Coma y convulsiones.
> 60	Insuficiencia respiratoria y muerte

Fuente: CARBALLO, Belén, RODRÍGUEZ José, MARROYO, Jorge, LÓPEZ, Satué, ÁVILA, Concepción, ORDÁS, Raúl, CUBILLO, Pernía y VILLA José Gerardo. Exposición al monóxido de carbono del personal especialista en extinción de incendios forestales. En: Revista Española de Salud Pública. Diciembre, 2010. Vol. 84, no. 6.

En el artículo de Devine S, Kirkley S, Palumbo C, y White R, Correlatos neuropsicológicos de la RM y la exposición de monóxido de carbono: un informe del caso, mencionan que los primeros síntomas de la exposición al CO no son fáciles de identificar, al igual que el informe hecho por Gallagher F y Mason H.

Los síntomas incluyen:

- Náuseas
- Dolor de cabeza.
- Debilidad.
- Irritabilidad.
- Confusión.
- Alteraciones visuales.
- Parkinsonismo.
- Estado vegetativo persistente.
- Agnosia.
- Apraxia.
- Confabulación.
- Depresión.
- Delirium.
- Psicosis.

Los pacientes pueden presentarse con síntomas similares o síntomas compatibles con una infección bacteriana o infección viral, y puede, por lo tanto, ser mal diagnosticados. A medida que el nivel de exposición a monóxido de carbono aumenta, el nivel de conciencia disminuye, aún más rápido y pone en peligro la identificación precisa de la exposición lo que puede conducir a un coma o la muerte. La relación de los niveles de monóxido de carbono, carboxihemoglobina y los síntomas se describen en la Tabla 20.

**Tabla 20.** Respuestas humanas y aproximación de los niveles de monóxido de carbono en el aire en diferentes concentraciones de carboxihemoglobina

% de carboxihemoglobina	Saturación de carboxihemoglobina producida por la concentración de monóxido (ppm)	Respuestas humanas y situaciones asociadas con los niveles de carboxihemoglobina
0.3–0.7	1–3	Rango normal debido a la producción endógena de CO
1–5	5–30	Aumento selectivo en el flujo de sangre para compensar la reducción de la capacidad del transporte de oxígeno, con una avanzada enfermedad cardiovascular, la reserva cardiaca puede ser insuficiente para compensar grandes niveles de CO en autopistas urbanas, se pueden alcanzar los 25 ppm en los niveles de mayor tráfico
5–9	30–60	Umbral de luz visual aumentado, el dolor de pecho se produce con menos esfuerzo en los pacientes con angina de pecho, fumadores de uno a tres por día tienen niveles similares de carboxihemoglobina
10–20	65–150	Leve dolor de cabeza, la respuesta visual evocada anormal, puede ser letal para los que tienen seriamente comprometida la función cardíaca, los niveles de CO pueden exceder de 100 ppm durante las inversiones climáticas
20–30	150–300	Dolor de cabeza palpitante; destreza manual fina anormal, mareos, polipnea y palpitations con el esfuerzo
30–40	300–700	Dolor de cabeza intenso, náuseas, vómitos, confusión, aumento de la frecuencia respiratoria y cardíaca, especialmente con el esfuerzo; síncope
40–50	500–700	Empeoramiento progresivo de los síntomas, la visión, el oído y el intelecto deteriorado; deterioro de la coordinación
50–60	700–1000	Coma y convulsiones
60–70	1.000 – 2.000	Coma, depresión cardiorrespiratoria, letal si no se trata
94	10.000	Coma sin dolor de cabeza, náuseas y vómitos

99	50.000	Puede inducir arritmia cardiaca fatal y la muerte sin elevar significativamente carboxihemoglobina
----	--------	--

FUENTE: DEVINE S, KIRKLEY S, PALUMBO C, Y WHITE R. MRI and Neuropsychological Correlates of Carbon Monoxide Exposure: A Case Report. En: Environmental Health Perspectives. Octubre, 2002. Vol. 110, no 10.

#### 4.2.2 Efectos crónicos posteriores a la intoxicación aguda

En el estudio de casos y controles de Abdulrahman L, Ameen M, y Mohamed, sobre el efecto del humo del fuego sobre algunos parámetros bioquímicos en los bomberos de Arabia Saudita, en este dos grupos de bomberos varones voluntarios participaron el primero incluyó a 28 bomberos de Jeddah, mientras que el segundo incluyó 21 bomberos de Yanbu, la edad global osciló 20-48 años. Un grupo adicional de 23 hombres los cuales no son bomberos voluntarios de ambas ciudades estos como sujetos normales de control, rango de edad de 20-43 años, Este estudio tuvo como objetivo evaluar algunos cambios relevantes en suero hematológico y bioquímicos en sangre de bomberos dadas sus actividades en comparación con sujetos normales, posterior a la exposición a monóxido de carbono proveniente del humo de los incendios.

Los resultados obtenidos mostraron que hubo diferencias estadísticamente significativas en la función hepática, función renal, perfil lipídico, cortisol, creatin-quinasa, lactato deshidrogenasa, hierro y sus derivados biológicamente activos, en sangre en los bomberos en comparación con el control normal grupo.

Estos resultados indican que, el humo del fuego afecta principalmente parámetros hematológicos en suero y bioquímicos de sangre, los cuales se mencionan a continuación.

- El nitrógeno ureico sérico, las lipoproteínas de baja densidad, (LDL), la creatina quinasa (CK) y lactato deshidrogenasa, (LDH) fueron estadísticamente significativamente elevados en los bomberos Jeddah en comparación con el grupo de control normal.
- El suero de alanina transaminasa (ALT), bilirrubina directa (DBIL), nitrógeno de urea en suero, albúmina, creatina quinasa, (CK) y lactato deshidrogenasa, (LDH) fueron

estadísticamente significativamente elevados, mientras que el nivel de cortisol se disminuye significativamente, en los bomberos Yanbu en comparación con el grupo de control normal.

- La bilirrubina directa que se forma sólo por el hígado, y por lo tanto, es específico para la enfermedad hepática o biliar como en las enfermedades hepáticas obstructivas. Los bomberos de Yanbu mostraron un aumento estadísticamente significativo de la bilirrubina directa sobre los controles normales.
- Los resultados indican que, no hubo ningún cambio estadísticamente significativo en el nivel de glucosa en sangre en la comparación entre los grupos estudiados.

Por lo tanto y según lo valorado en el estudio estos resultados podrían indicar la necesidad de que las medidas sanitarias sean más estrictas para proteger y para tratar de evitar tales efectos peligrosos para la salud, ya que estas afectaciones no generan síntomas agudos y pueden ser difíciles de detectar y poner en peligro la salud de los bomberos.

#### 4.2.3 Efectos crónicos por exposición continua y por largos periodos a bajas concentraciones de monóxido de carbono

En un artículo publicado por C L Townsend, R L Maynard sobre los efectos a la salud de la exposición prolongada a bajas concentraciones de monóxido de carbono menciona que los efectos no están claros. Los estudios se centran prioritariamente en los efectos a corto plazo en parámetros experimentales, o en los efectos a largo plazo en los casos de envenenamiento accidental. En los estudios de exposición a monóxido de carbono a largo plazo se desconoce la frecuencia y la duración de la exposición, así como los niveles inhalados. Los pacientes son a veces expuestos a cortos períodos para desarrollar una intoxicación aguda, también a bajos niveles, y a exposición crónica, con lo cual se dificulta determinar qué tipo de exposición es responsable de cualquier problema de salud posterior. La evidencia anecdótica sugiere que la exposición crónica a monóxido de carbono puede producir efectos neurológicos leves. Aunque hasta el momento no hay

estudios concluyentes que muestren una correlación, se están acumulando evidencias a su comprueban esta hipótesis.

Los efectos de la exposición severa a monóxido de carbono son conocidos. La competición del monóxido de carbono con el oxígeno, los puntos de unión con la hemoglobina, y la curva de disociación conduce a una reducción en el transporte de oxígeno y la liberación de ambos. Esto produce una gama de efectos sobre la salud. En 1999, un grupo de expertos de la OMS, revisaron el tema y publicaron sus conclusiones en Environmental Health Criteria 213, Carbon Monoxide.

Un aparte suministrado por el Grupo de Expertos sobre los Estándares de la Calidad del Aire mencionan que una intoxicación grave, que lleve a un período de inconsciencia, puede conducir a daño neurológico con una recuperación prolongada. Los mecanismos subyacentes al daño neurológico son poco conocidos, pero se cree que incluyen una respuesta inflamatoria, que se puede iniciar durante la reperfusión o fase de recuperación cuando la sangre con niveles crecientes de oxígeno fluye hacia los tejidos que hasta entonces habían sido gravemente hipóxicos. La lesión por reperfusión se sabe que juega un papel importante en el daño producido en el infarto de miocardio. La liberación de radicales libres puede conducir a la lipoperoxidación, con la liberación de mediadores inflamatorios y la afluencia subsiguiente de los neutrófilos a lo largo de un gradiente quimiotáctico. El daño puede ser generalizado, aunque el cuerpo estriado parece particularmente vulnerable. Las razones para esto se entiende incompleta, aunque el hecho de que las partes del cuerpo estriado se encuentran en el límite de la irrigación arterial de la arterias cerebrales anterior y media lo cual puede ser significativo. El daño en el cuerpo estriado proporciona una explicación los signos parkinsonianos que pueden seguir a una intoxicación grave con monóxido de carbono. Otras consecuencias pueden incluir deterioro intelectual, de la memoria, y cambios en la estabilidad emocional. Se ha asumido generalmente que tales efectos sólo se producen después de una intoxicación grave.

La evidencia de que la exposición a bajas concentraciones de monóxido de carbono puede afectar de manera complicada a un número de sistemas o de órganos. Es más fácil explicar los efectos sobre la corazón en sujetos con isquemia miocárdica incipiente que los efectos sobre el sistema nervioso central; ya que estos efectos no pueden predecirse

con exactitud sobre la base de la concentración sanguínea de carboxihemoglobina, sin embargo, parece cada vez más claro. Si la exposición a largo plazo a bajas concentraciones de monóxido de carbono produce efectos de larga duración sobre el cerebro, esto no es un tema fácil de abordar. Si ocurren tales efectos, el impacto en la salud pública puede ser grande: muchos hogares se calientan con los aparatos de gas y un número significativo de combustibles sólidos, por lo tanto un número significativo de personas deben ser expuestos a niveles de monóxido de carbono en exceso de los que se encuentran en el aire del ambiente. Aunque sólo una pequeña proporción de las personas expuestas presentan efectos evidenciables, el impacto en la salud pública puede ser significativo. Estos hallazgos pueden tener implicaciones para el ajuste de los límites de exposición profesional. La Salud y la Seguridad Ejecutivo recomienda un límite de 30 ppm, lo que puede causar los niveles de carboxihemoglobina se eleve por encima de 2,5% en menos de una hora. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las pruebas de los efectos del monóxido de carbono no surge de estudios de exposición ocupacional. Los patrones de exposición de las personas expuestas en sus hogares pueden ser muy diferentes a los que están expuestos ocupacionalmente.

#### 4.2.4 Tipos de alteraciones a la salud por exposición a monóxido de carbono

##### 4.2.4.1 Alteraciones cardiovasculares

En el año 2010 Neslihan D, Nurten S., realizaron un estudio en el cual se analiza la relación de los efectos de la exposición crónica de niveles bajos de monóxido de carbono y el aumento de la viscosidad del plasma, por ende un incremento en el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

En este estudio participaron diez (10) hombres que estuvieron expuestos a monóxido de carbono en el trabajo durante al menos seis (6) meses y diez hombres sanos fueron incluidos en el estudio como controles. La viscosidad del plasma se determinó mediante un viscosímetro de cono-placa, la deformación de los eritrocitos y la agregación

eritrocitaria a través de láser asistido y analizador óptico de células de rotación. Los resultados se muestran a continuación e la Tabla 21.

**Tabla 21.** Relación viscosidad del plasma y nivel de fibrinógeno en plasma

Grupo experimental	Media de la viscosidad del plasma	Nivel de fibrinógeno en plasma
Casos	(1,4 ± 0,1 mPa · sn) (p <0,05).	275 ± 11 mg / dl
Controles	(1,2 ± 0,06 mPa · sn) (p <0,05).	263 ± 14 mg / dl

FUENTE: NESLIHAN D, NURTEN S. Effects of work place carbon monoxide exposure on blood viscosity. Arch Environ Occup Health. [En línea] vol. 65 (2010) <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20147004>> [citado el 20 de octubre de 2012].

Un estudio realizado en el año 2010 en el cual se realiza seguimiento a una muestra de trabajadores de bares nocturnos, restaurantes, hostelerías de la ciudad de Sao Paulo en Brasil, y mediante el cual se decretó la prohibición de fumar en este tipo de sitios públicos, asocia dicha medida con la reducción de eventos cardiovasculares en esta población.<sup>60</sup>

En 2007 en la Escuela de Medicina de la Universidad de Gaziantep, Turquía, se llevó a cabo un estudio en Sahinbey Hospital, entre marzo y noviembre de 2007. Cuarenta hombres que laboran como chefs de parrilla kebab, que trabajaron en los restaurantes durante al menos 3 años, y 48 no fumadores, hombres sanos voluntarios, estuvieron en el estudio. Se midieron las edades y los valores de índice de masa corporal (IMC), presión arterial (PA), Carboxihemoglobina, N-terminal pro péptido natriurético cerebral (NT-proBNP) y el flujo espiratorio máximo de los chefs de parrilla kebab y los valores de los sujetos que fueron como controles también se midieron. El análisis estadístico se realizó con el software SPSS 13.0.

La edad promedio para el grupo de estudio fue de 33,0 + / - 9,1, y para el grupo control fue de 34,7 + / - 6,5 años. El tiempo de ocupación promedio para el grupo de estudio fue de 16.1 + / -7.3 años. Los atributos clínicos, edad, índice de masa corporal, presión

<sup>60</sup> ISSA J, ABE T, PEREIRA A, MEGID M, SHIMABUKURO C, VALENTIN L, FERREIRA M, NOBRE M, LANCAROTTE I, BARRETTO A. The effect of Sao Paulo's smoke-free legislation on carbon Monoxide concentration in hospitality venues and their workers. Sao Paulo State Center of Surveillance. [En línea] No. 20 (2010). <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3045525/pdf/tobaccocontrol37614.pdf>> [citado 20 de octubre de 2012].

arterial, y NT-proBNP valores de ambos grupos fueron similares. Los niveles de carboxihemoglobina ( $6,5 \pm 1,5 / 2,0 \pm 1,1\%$ ), los valores fueron mayores en chefs de parrilla kebab en comparación con el grupo control. Los valores de NT-proBNP se determinaron como normales ( $<60$  microg / L) en ambos grupos. Se evidencia como conclusión en estudio una mayor disminución en la velocidad del pico espiratorio máximo PEF (promedio:  $65.1/7.1$  L / min) se registró en los chefs de parrilla en kebab.

El estudio realizado por Koskela R, Mutanen P, Sorsa J, y Klockars M, llamado factores predictivos de mortalidad por cardiopatía isquémica en trabajadores de la fundición expuestos al monóxido de carbono. En 1973, el Instituto Finlandés de Salud Ocupacional (Helsinki, Finlandia) llevó a cabo un examen de salud de 931 trabajadores actuales de la fundición. Estos trabajadores fueron seguidos hasta 1993 a través de registros y mediante el uso de un cuestionario. Se incluyeron mediciones de la presión arterial sistólica y diastólica y de índice de masa corporal, un electrocardiograma (ECG) y un cuestionario sobre la angina de pecho.

El objetivo del estudio fue estimar el valor potencial predictivo del examen de salud cardiovascular para 1973 y la mortalidad por enfermedad isquémica del corazón en trabajadores de la fundición durante 20 años de seguimiento prospectivo.

Los resultados mostraron que la presión sistólica y diastólica de los trabajadores expuestos a CO fueron ligeramente superiores a los de los trabajadores no expuestos, los hábitos de la edad y el tabaquismo fueron tomadas en cuenta.

- La prevalencia de la angina de pecho mostro una clara relación dosis-respuesta para la exposición a CO ocupación, fumar, o ambos. No fueron evidentes resultados de ECG con infarto de miocardio o enfermedad arterial coronaria como una función del tabaquismo, exposición a CO, o ambos.
- El contenido de carboxihemoglobina sangre de trabajadores de la fundición de hierro superó el 6 %, en 71% de los fumadores y en el 28 % de los no fumadores. Por lo tanto, el efecto de la exposición ocupacional al CO se aumentó evidentemente por fumar.

- En el análisis detallado por tipo de anormalidad ECG, los cambios en las ondas Q y QS y ondas ST-J y ST y en extrasístoles ventriculares fueron estadísticamente significativas.
- Los efectos agudos de la exposición al CO puede agravar la isquemia de miocardio, ya que el CO reduce la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre al desplazar el oxígeno de su sistema de transporte y hemoglobina interfiere con la entrega de tejido de oxígeno a nivel celular. Taquicardia y taquipnea que compensan la hipoxia celular puede provocar graves problemas cardíacos.
- La angina de pecho, edema pulmonar, arritmias pueden ser consecuencia de aumento del gasto cardíaco causado por la hipoxia celular, la unión CO-mioglobina, y la liberación de oxígeno disminuida.
- Las personas con enfermedad de las arterias coronarias que están expuestos al CO pueden manifestar angina, infarto de miocardio, problemas con el ritmo y la capacidad de ejercicio reducida como resultado de la exposición.

En conclusión, en el presente estudio se encontró que la exposición al monóxido de carbono (CO) aumento la mortalidad por enfermedad isquémica del corazón en trabajadores de la fundición. Koskela R y colaboradores afirman que es importante resaltar que el efecto causal de la exposición ocupacional a largo plazo del monóxido de carbono en las enfermedades cardiovasculares es difícil de evaluar debido a que el mecanismo biológico es complejo.

#### 4.2.4.2 Alteraciones neuropsicológicas

En un artículo publicado por Davin K. Quinn, M.D.; y Shunda M. McGahee, M.D. se describen las secuelas neuropsiquiátricas posteriores a la intoxicación y se menciona que se producen hasta en un cincuenta por ciento (50%) de todos los pacientes que sufren de

niveles tóxicos de CO, la prevalencia varía en función de los criterios utilizados para cuantificar la severidad del evento de envenenamiento por monóxido de carbono para ejemplo, un estudio epidemiológico de 2360 pacientes con envenenamiento por CO señaló aparición tardía de secuelas neuropsicológicas en sólo dos punto setenta y cinco por ciento (2,75%), debido a que la gran mayoría de los pacientes no estaban lo suficientemente enfermos como para requerir ingreso al hospital. Los síntomas pueden presentarse inmediatamente o seguir un periodo asintomático. Se han observado después de la intoxicación por monóxido de carbono, intervalos lúcidos de hasta doscientos cuarenta (240) días, aunque la latencia media para el desarrollo de los síntomas de las capacidades cognitivas y de comportamiento es de tres (3) semanas.

Desafortunadamente, los estudios no han apoyado claramente un vínculo entre el nivel de carboxihemoglobina y los síntomas físicos y el desarrollo posterior de secuelas neuropsicológicas a largo plazo. Existe evidencia de que pacientes con antecedentes de envenenamiento grave (acidosis metabólica, pH <7.1), isquemia miocárdica, dolor de pecho, pérdida del conocimiento, mujeres embarazadas, niveles de carboxihemoglobina mayor al veinte por ciento (20%), evidencia de sufrimiento fetal, edad por encima de 36 años y una duración de la exposición al monóxido de carbono mayor a veinticuatro (24) horas, son características que han sido implicadas como factores de riesgo independientes de las secuelas cognitivas. Los déficits observados pueden ser divididos en tres categorías: afectivo, comportamental (motor) y cognitivo. Hasta el 30% de los pacientes con intoxicación por monóxido de carbono, presentan algún grado de deterioro cognitivo, que van desde impedimentos leves que sólo son detectables en test neuropsicológicos, hasta una disminución en la función intelectual en grado de demencia.

Hallazgos comúnmente observados incluyen desorientación y deficiencias en la atención, la concentración, las habilidades viso-espaciales, velocidad de la fluidez verbal, de procesamiento de información y de la memoria. En el caso presentado, las pruebas neuropsicológicas inmediatamente después de la intoxicación por monóxido de carbono fueron normales, aunque tres (3) semanas más tarde, la paciente presenta marcados cambios cognitivos, disminución de la expresión verbal, y la incapacidad para cuidar de sí misma.

También se documentan trastornos del movimiento, especialmente de aparición tardía, síntomas parkinsonianos (incluido el bradicinesia, la reducción de la expresión facial, la rigidez, y el arrastre de los pies al caminar. Se ha observado en el 13% de 242 pacientes intoxicados por monóxido, mayor frecuencia de parkinsonismo (72%), distonía, corea, y Síndrome de Opsoclonía-Mioclonía. La incontinencia urinaria y fecal es un problema común en los que han sido severamente afectados. Afortunadamente, el pronóstico de la recuperación de los síntomas motores parece ser bueno, con un 75% de los pacientes con parkinsonismo que se recuperan un (1) año después de la aparición de la enfermedad. Aunque varios de los síntomas motores aparecen en la presentación del caso podría interpretarse como parkinsonismo limitado; expresión facial, bradicinesia, marcha inestable, los patrones motores del paciente fueron más consistentes con catatonía (por ejemplo, movimientos repetitivos sin propósito, con la postura, la flexibilidad cérea, y una resistencia pasiva al movimiento).<sup>61</sup>

Se presenta otro escenario en el cual una mujer de cuarenta y cinco (45) años de edad experimentó a largo plazo exposición laboral crónica al monóxido de carbono, en la cocina del restaurante en donde se desempeñaba como cocinera. Sobre la base de sus síntomas, la paciente creía que había estado expuesta a monóxido de carbono durante al menos un 1 año, ocasionada por combustión incompleta de uno de los hornos de la cocina. En un principio, experimentó síntomas de gripe, que finalmente se resolvieron. En el momento de su primera evaluación neuropsicológica, diecisiete (17) meses después de que fue identificada la exposición al contaminante, sus dificultades persistían incluidas la lectura, la escritura, la conversación y recuperación de palabras. Los resultados del ensayo fueron consistentes con la disfunción secundaria del lóbulo frontal asociada con trastornos subcorticales, tales como las observadas después de la exposición al monóxido de carbono.

Los resultados de un examen neuropsicológico posterior, veintinueve (29) meses después de la exposición, mostró ligera mejora en el rendimiento, pero su actuación fue aún consistente con la disfunción leve frontal / subcortical. Aunque la selección inicial de una resonancia magnética del cerebro imagen (MRI) realizada quince (15) meses después de

---

<sup>61</sup> QUINN K, MCGAHEE S, POLITTE L, DUNCAN G, CUSIN C, HOPWOOD C, STERN T. Complications of Carbon Monoxide Poisoning: A Case Discussion and Review of the Literature. *Prim Care Companion J Clin Psychiatry*. [En línea]. (2009). <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2707118/pdf/pcc11074.pdf>> [citado el 20 de octubre de 2012]

la exposición se interpretó como dentro de los límites normales, dos revisiones posteriores de los mismos estudios identificaron múltiples lesiones bilaterales en ganglios basales, que fueron consistentes con la exposición crónica a monóxido de carbono.

#### 4.3 CONTROLES FRENTE A LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A MONÓXIDO DE CARBONO

El informe hecho por Gallagher F y Mason H. sobre la intoxicación de dos trabajadores por monóxido de carbono (CO), que utilizaron una carretilla elevadora en un almacén frigorífico (motor de combustión interna a gasolina en un espacio poco ventilado) Los casos descritos en este informe destacan cómo el personal, los directores de obra y los servicios de atención primaria y de emergencia deben ser conscientes del riesgo de inhalación de CO cuando se trabaja con motores de combustión interna que se manejan en espacios cerrados potencialmente peligroso para la vida, y ser conscientes de los síntomas y signos que pueden presentarse. La adopción de medidas de control adecuadas por aquellos que tienen la responsabilidad de las actividades de dicho trabajo puede salvar la vida.

Los controles encontrados en la revisión documental realizada se describen a continuación según la ocupación desempeñada por los trabajadores en la Tabla 22.

**Tabla 22.** Controles por ocupación frente a la exposición a monóxido de carbono

Controles para trabajadores que usan motores a gasolina o diesel de combustión	No usar u operar herramientas o equipos con motores de gasolina dentro de edificios o áreas parcialmente cerradas, ya que esto generara acúmulos de monóxido de carbono en la atmosfera, a menos que se puedan localizar los motores de gasolina afuera y estén alejados de las entradas de aire.
	Aprender a reconocer las señales y síntomas de la exposición excesiva al monóxido de carbono (CO): dolor de cabeza, náusea, debilidad, mareos, alteraciones

	visuales, cambios en la personalidad y pérdida de la conciencia. Cualquiera de estos síntomas y señales puede ocurrir a los pocos minutos de haberse encendido el equipo.
	Siempre hacer sustituciones por equipos menos peligrosos, cuando sea posible. Utilizar equipos que permitan colocar el motor de gasolina al aire libre, a una distancia segura de la entrada de aire al edificio.
	Utilizar monitores personales de CO donde puedan existir fuentes potenciales de CO. Estos monitores deben estar equipados con alarmas audibles para avisar a los trabajadores cuando las concentraciones de CO sean demasiado altas.
	Conducir en el lugar de trabajo la identificación de todas las fuentes potenciales de exposición al CO.
	Comprobar la exposición de los trabajadores al CO para determinar el alcance del peligro. Mediciones ambientales y personales.
	Dar instrucciones a los trabajadores sobre los síntomas asociados, si los experimenta apagar inmediatamente el equipo y salir al aire libre o dirigirse a un lugar que no contenga aire contaminado.
	En caso de escapes o niveles elevados de monóxido de carbono mantener alejado al personal.
	Colocar etiquetas de aviso en las herramientas con motor de gasolina o diesel que indiquen la producción de monóxido de carbono durante su uso, y que debe manejarse en espacios ventilados.
Controles para trabajadores en extinción de incendios (bomberos)	Los incendios son productores de monóxido de carbono por lo cual deben ser combatido contra el viento y desde la máxima distancia posible.
	Alejar de la zona a las personas innecesarias, aislar el

	<p>área de peligro y controlar el acceso.</p>
	<p>Aislar el área durante 1/2 milla en todas direcciones si un tanque, o auto-tanque está involucrado en el incendio.</p>
	<p>Durante un incendio masivo en un área de carga, utilizar los soportes fijos para mangueras o los inyectores automáticos, si esto es imposible, retirarse del área y dejar que el fuego arda.</p>
	<p>El personal de emergencia debe mantenerse fuera de las áreas bajas y ventilar los espacios cerrados antes de entrar.</p>
	<p>Los bomberos deben utilizar un conjunto completo de ropa protectora, incluyendo un aparato de respiración autónomo, cuando la lucha contra incendios implica gran exposición monóxido de carbono.</p>
	<p>Realizar mediciones ambientales y personales de monóxido de carbono y ruido, para comprobar la exposición de los trabajadores y determinar el alcance del peligro. Como aporte fundamental esta el estudio realizado por Kirkham T., Koehoorn M., Davies H., y Demers P Razón el cual menciona que es necesario realizar más estudios a nivel ocupacional sobre la relación entre el ruido y monóxido de carbono (CO), dado que estas son dos exposiciones comunes durante las tareas de extinción de incendios, lo que obliga a continuar investigado sobre el tema.</p>
	<p>Además de utilizar equipos de protección personal los bomberos para protegerlos de la exposición a monóxido de carbono y otros gases del humo del incendio, se recomienda que los bomberos deben estar bajo seguimiento médico continuo a través de un sistema de vigilancia, investigaciones médicas de laboratorio para permitir la detección temprana de cualquier cambio</p>

	bioquímico o hematológico que podría ocurrir durante su vida laboral y permitir un tratamiento precoz cuando sea necesario.
Controles para trabajadores de soldadura por arco CO <sup>2</sup>	Fabricación de fuentes de emisión hermética e instalación de un sistema de ventilación por extracción local o sistema de ventilación general en el interior de donde exuda el gas, vapor o polvo con el fin de mantener la concentración de estos en el interior por debajo de los niveles perjudiciales.
	No usar máquinas con motores de combustión interna en los pozos, tanques, bodegas y otros lugares donde la ventilación natural es insuficiente y se estén realizando trabajos de soldadura.
	Instalación de mecanismos para dejar salir el monóxido de carbono, como un dispositivo de escape o eliminación, cerca a la zona de respiración del soldador ya que por lo general cerca de este punto de soldadura de arco el sistema de ventilación general se halla fuera de una zona eficaz de captura del gas.

#### 4.3.1 Controles generales frente a la exposición ocupacional a monóxido de carbono

Puesto que las fuentes, circunstancias de formación y exposición al monóxido de carbono (CO) son variables de una industria a otra, es difícil la aplicación sistemática de medidas de prevención técnica, sin embargo se pueden adoptar medidas generales de prevención que se adaptarían a cada caso concreto, entre las que se mencionan las siguientes:

- Los locales en que se trabaja con CO o en los que puede formarse este gas, estarán provistos de una buena ventilación general.

- Se instalarán extracciones localizadas en los focos de emisión del contaminante, que se eliminará por evacuación a la atmósfera a una altura suficiente para asegurar su dilución e impedir su reciclaje.
- Si se usan herramientas o motores de combustión incompleta ubicarlas en lugares ventilados alejados del personal trabajador.
- Periódicamente se realizarán mediciones de la concentración ambiental del CO, mediante medidores personales, o se instalará una red de monitores de lectura directa que cuenten con alarmas que acusen concentraciones riesgosas.
- Tener sobrepresión de aire, suficiente para equilibrar la presión del gas.
- En las fábricas de gas deben considerarse dispositivos para el encendido del gas que se escapa cuando los orificios de alimentación no están bien cerrados.
- Las herramientas deben inspeccionarse frecuentemente con objeto de asegurar que no produzcan fugas de monóxido de carbono.
- Los motores de combustión producen emisiones de CO y cuando funcionan en un espacio cerrado, como talleres de reparación, pueden contaminar fuertemente el ambiente del local. Es aconsejable en estos casos contar con un sistema de extracción al cual, mediante ductos flexibles, se conecten los tubos de escape impidiendo la contaminación del recinto.
- Debe restringirse el uso de motores en lugares cerrados o reducidos.
- Las industrias que trabajen con este gas, o en las cuales pueda formarse de manera secundaria deberán contar con un equipo de salvamento con los equipos adecuados y personal entrenado.

- Antes de entrar a un espacio confinado donde el monóxido de carbono pudiera estar presente, verifique que no haya una concentración explosiva.
- Deben utilizarse equipos autónomos de aire a presión, con adaptadores faciales tipo máscara, provistos de válvula de admisión a demanda y a presión, con una hermeticidad mínima del 95 %.
- Se efectuará un reconocimiento médico inicial a todos los trabajadores con riesgo de inhalación de este gas, no debiendo experimentar posibles exposiciones a CO, los individuos que presenten síntomas de anemia, disfunción tiroidea, asma, bronquitis crónica, enfisema y en general problemas respiratorios, cardíacos, renales o neuro-psíquicos. Tampoco deben someterse a dicho riesgo los adolescentes, ancianos ni mujeres embarazadas.
- El control biológico implica tomar muestras y analizar tejidos o fluidos corporales para proporcionar un índice de la exposición a una sustancia tóxica o metabolito. Un método biológico seguimiento fácilmente disponible para el monóxido de carbono implica la medición de la concentración de carboxihemoglobina en la sangre por medio de espectrofotometría visible automatizada.

## 5. CONCLUSIONES

La búsqueda que se realizó en los principales meta buscadores, arrojó la existencia de múltiples artículos que evidencian efectos a la salud por exposición a monóxido de carbono en población no ocupacionalmente expuesta, especialmente en fumadores.

Posterior a realizar la búsqueda, sólo quince (15) artículos fueron seleccionados, dado a que cumplían con los parámetros descritos en la metodología. De los artículos, tres (3) son de tipo analítico observacional, tres (3) son revisiones documentales, dos (2) estudios de caso, dos (2) transversales, dos (2) retrospectivos, dos (2) de cohorte y uno (1) de casos y controles. Entre estos estudios, cinco (5) aportan evidencias sobre efectos agudos de la exposición a monóxido de carbono, 3 (tres) efectos crónicos posteriores a la intoxicación aguda y 7 (siete) describen efectos crónicos por exposición continua a bajas concentraciones. En cuatro (4) de estos estudios, se describen controles para minimizar los peligros y posibles efectos a la salud de la exposición a esta sustancia. Los métodos de medición a monóxido de carbono sólo se encontraron en (2) de los artículos seleccionados.

Según la revisión documental en los artículos de Abdulrahman L, y colaboradores y Carballo B, y colaboradores las actividades con mayor exposición a monóxido de carbono son asadores de alimentos en parrilla, trabajadores de hostelerías y bares nocturnos, personal extinguidor de incendios (Bomberos), trabajadores de la fundición, trabajadores que manipulan herramientas o maquinaria con motores a gasolina en lugares cerrados, mineros (uso de herramientas con motor diesel), y soldadores.

Se estableció que existen efectos a la salud por la exposición a monóxido de carbono producido en los ambientes laborales, según Lucas D, y colaboradores en su estudio Envenenamiento por monóxido de carbono a bordo de un buque gasero, los principales síntomas de los trabajadores fueron cefaleas, náuseas, debilidad muscular, y mareos. Según lo planteado por Carballo B, y colaboradores en su artículo Exposición al monóxido de carbono del personal especialista en extinción de incendios forestales describe los siguientes síntomas agudos, mareos, dolor de cabeza, incremento de la

frecuencia cardíaca y respiratoria, náuseas, irritación ocular y de las vías respiratorias, disminución de las facultades cognitivas y falta de concentración.

Se describe como efecto crónico en el artículo de Neslihan D, Nurten S, el aumento en la viscosidad del plasma, por ende un incremento en el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Sin embargo el efecto causal de la exposición ocupacional a largo plazo de CO en las enfermedades cardiovasculares es difícil de evaluar debido a que el mecanismo biológico es complejo, y por otra parte, hay sólo unos pocos estudios epidemiológicos de alta calidad metodológica sobre este tema. En profesiones como la de los bomberos con exposición continua a monóxido de carbono; Abdulrahman L, y colaboradores, indican que el humo inhalado durante la extinción del fuego, afecta principalmente parámetros hematológicos en suero y parámetros bioquímicos en sangre.

Davin K, y Shunda M, describen los efectos neuropsicológicos posteriores a la intoxicación por monóxido de carbono y asocia estos a déficits a nivel afectivo, comportamental (motor) y cognitivo. Algunos pacientes con intoxicación por monóxido de carbono, presentan algún grado de deterioro cognitivo, que van desde impedimentos leves que sólo son detectables en test neuropsicológicos, hasta una disminución en la función intelectual en grado de demencia. También se incluye desorientación y deficiencias en la atención, la concentración, las habilidades visioespaciales, velocidad de la fluidez verbal, de procesamiento de información y de la memoria. Además, Quinn K. y colaboradores, documentan trastornos del movimiento, especialmente de aparición tardía, síntomas parkinsonianos, incluido bradicinesia, alteración de la expresión facial, y el arrastre de los pies al caminar. En el artículo de Sherral A. Devine. y colaboradores identificaron múltiples lesiones bilaterales en ganglios basales, en una trabajadora expuesta ocupacionalmente a monóxido de carbono.

En los artículos de Devine S, y colaboradores, y Gallagher F y Mason H, se señala que los síntomas iniciales se confunden a menudo o son modificados por los hábitos personales o por otras exposiciones ocupacionales y que los trabajadores expuestos ocupacionalmente a CO presentan niveles de carboxihemoglobina altos; además que los niveles de carboxihemoglobina de los fumadores son superiores a los de los no

fumadores. Por lo tanto, el hábito de fumar tiene un efecto aditivo en los trabajadores con exposición ocupacional a monóxido de carbono.

El informe hecho por Gallagher F y Mason H. describe algunos controles durante el uso de motores de combustión interna a gasolina en un espacio poco ventilado, entre estos no usar u operar herramientas o equipos con motores de gasolina dentro de edificios o áreas parcialmente cerradas, aprender a reconocer los signos y síntomas de la exposición excesiva al monóxido de carbono, siempre hacer sustituciones por equipos menos peligrosos, cuando sea posible. Utilizar monitores personales de CO donde puedan existir fuentes potenciales. Comprobar la exposición de los trabajadores al CO para determinar el alcance del peligro. Realizar mediciones ambientales y personales y finalmente colocar etiquetas de aviso en las herramientas con motor de gasolina o diesel que indiquen la producción de monóxido de carbono durante su uso. Los controles mencionados por estos autores y a través de los artículos analizados son consistentes con lo que plantea NIOSH en su artículo Prevención de envenenamiento con monóxido de carbono producido por herramientas y equipos con motores pequeños de gasolina.

Se debe destacar que el personal, los coordinadores de área, los patronos, los servicios de atención primaria y de emergencia deben ser conscientes del riesgo de inhalación ocupacional al CO y que este es potencialmente peligroso para la vida. La adopción de medidas de control necesarias por aquellos que tienen la responsabilidad de las actividades laborales puede salvar la vida de muchos trabajadores, así como, reducir posibles efectos a la salud.

Como conclusión, se evidencia la importancia de enfocar la investigación sobre los efectos a la salud por exposición crónica a monóxido de carbono en las ocupaciones ya identificadas, de esta forma ampliar la información existente, los posibles controles y planes gubernamentales en materia de prevención para la población ocupacionalmente expuesta.

## RECOMENDACIONES

Es necesario que todos los trabajadores expuestos ocupacionalmente a monóxido de carbono se incluyan en Programas de Vigilancia Epidemiológica, mediante los cuales se prevenga los posibles efectos cardiovasculares y neuropsicológicos secundarios a esta exposición, se deben incluir mediciones ocupacionales como las establecidas por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), método ID-210 para detección de monóxido de carbono en las atmósferas del lugar de trabajo (cromatografía de gases) y método ID-209 (monitor de lectura directa), exámenes médicos pre ocupacionales, y periódicos, que incluyan mediciones de carboxihemoglobina en sangre antes y durante la exposición, dado al incremento en los niveles de carboxihemoglobina en fumadores, es importante tener en cuenta que este habito debería considerarse una restricción para los trabajadores expuestos a este agente tóxico.

Incluir en los programas de formación a profesionales en salud ocupacional, los peligros derivados de la exposición a monóxido de carbono, los efectos a la salud, dadas las diversas actividades en las cuales esta presente este peligro.

Se debe fortalecer una línea de investigación a nivel nacional sobre la exposición ocupacional a monóxido de carbono, que contemple las concentraciones permisibles de este agente tóxico, los factores del ambiente laboral y personal así como la necesidad imperiosa de controles en la fuente en el medio y en el trabajador. Como marco de referencia se tiene un estudio adelantado por Jairo Téllez, “Aspectos toxicológicos de la exposición ocupacional y ambiental a monóxido de carbono” de la Universidad Nacional de Colombia, 2008, en este se estudió una población expuesta a monóxido de carbono y sus posibles efectos a la salud, se adelantaron encuestas, se practicaron algunos exámenes médicos. Este estudio puede servir como referente o guía para la realización de investigaciones similares en los diferentes sectores económicos expuestos ocupacionalmente a monóxido de carbono.

## BIBLIOGRAFIA

ABDULRAHMAN, L Al-Malki, AMEEN, M Rezq, MOHAMED, H Al-Saedy. Effect of fire smoke on some biochemical parameters in firefighters of Saudi Arabia. En: Journal of Occupational Medicine and Toxicology. Diciembre, 2008.

ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL (OSHA). Occupational safety and health guideline for carbon monoxide. [En línea]. <<http://www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/carbonmonoxide/recognition.html>>

AGENCIA PARA SUSTANCIAS TÓXICAS Y EL REGISTRO DE ENFERMEDADES, DIVISIÓN DE TOXICOLOGÍA Y MEDICINA AMBIENTAL TOXFAQSTM. Hoja informativa monóxido de carbono. [En línea]. <[http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts201.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts201.pdf)>

ALFARO R. El monóxido de carbono satura la capital. [En línea] <<http://www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/89/rosario.htm>>

ASOCIACION ESPAÑOLA DE TOXICOLOGIA. Glosario de términos toxicológicos: versión española ampliada. M. Repetto y P. Sanz: ASOCIACION ESPAÑOLA DE TOXICOLOGIA, 1993.

BELÉN CARBALLO LEYENDA, JOSÉ A RODRÍGUEZ-MARROYO, JORGE LÓPEZ-SATUÉ, CONCEPCIÓN ÁVILA ORDÁS, RAÚL PERNÍA CUBILLO Y JOSÉ GERARDO VILLA VICENTE. Exposición al monóxido de carbono del personal especialista en extinción de incendios forestales. Revista Española de Salud Pública [En línea]. No 84: 799-807(2010).<[http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272010000600010&script=sci\\_abstract](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272010000600010&script=sci_abstract)>

COELLO D. Eliminación de tóxicos. Escuela superior politécnica del litoral. [En línea]. <<http://www.slideshare.net/dicoello/eliminacin-de-toxicos>. >

CONSEJERÍA DE SANIDAD DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD PÚBLICA. Ficha

toxicológica del monóxido de carbono. [En línea]  
<<http://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/102373-MonoxidodeCarbono.pdf>>

CORPORACIÓN DE INTEGRACIÓN EN RED DE TOXICOLOGIA HUMANA, AMBIENTAL Y DE MATERIALES PELIGROSOS. Ficha de seguridad monóxido de carbono. [En línea].  
<[http://www.toxicologia.cl/descargas/FICHAS/MONOXIDO%20DE%20CARBONO\\_FICHA.pdf](http://www.toxicologia.cl/descargas/FICHAS/MONOXIDO%20DE%20CARBONO_FICHA.pdf)>

DEVINE S, KIRKLEY S, PALUMBO C, Y WHITE R. MRI and Neuropsychological Correlates of Carbon Monoxide Exposure: A Case Report. En: Environmental Health Perspectives. Octubre, 2002. Vol. 110, No 10.

DUEÑAS LAITA, M. HERNÁNDEZ GAJATE, C. GARCÍA CALVO R. CERDA GÓMEZ, J. C. MARTÍN ESCUDERO, J. L. PÉREZ CASTRILLÓN. Guía de actuación ante la intoxicación aguda por monóxido de carbono (CO). Revista sociedad española de urgencias y emergencias. [En línea]. No. 9 (1997).  
<[http://www.semes.org/revista/vol09\\_4/38-40.pdf](http://www.semes.org/revista/vol09_4/38-40.pdf)>

EL MINISTRO DE GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA DELEGATORIO DE FUNCIONES PRESIDENCIALES. Decreto 1295 de 1994. [En línea]  
<[http://ley100.com/portal/attachments/058\\_Decreto\\_Ley\\_1295\\_94.pdf](http://ley100.com/portal/attachments/058_Decreto_Ley_1295_94.pdf)>

ENCICLOPEDIA DE TOXICOLOGÍA. Monóxido de carbono. [En línea]  
<[http://www.acemcolombia.zobyhost.com/documents/Monoxido\\_Carbono\\_L\\_Vargas.pdf](http://www.acemcolombia.zobyhost.com/documents/Monoxido_Carbono_L_Vargas.pdf)>

FUNDACIÓN HOSPITAL DE LA CARIDAD ESPAÑA. Toxicidades por oxígeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono: Monóxido de carbono. Viqueira Caamaño José Antonio: Servicio de Medicina Hiperbárica. 2008.

GABINETE DE PREVENCIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL. Plan de Higiene Industrial. [En línea]. <[http://www.ugr.es/~gabpca/sprl/ph\\_definiciones.htm](http://www.ugr.es/~gabpca/sprl/ph_definiciones.htm)>

GALLAGHER, F Y MASON H. J. Carbon monoxide poisoning in two workers using an LPG forklift truck within a cold store. En: Occupational Medicine. Septiembre, 2004. Vol. 54, no. 7.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Fichas internacionales de seguridad química: [En línea] <<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/0a100/nspn0023.pdf>>.

INSTITUTO NACIONAL PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD OCUPACIONAL (NIOSH). Prevención de envenenamiento con monóxido de carbono producido por herramientas y equipos con motores pequeños de gasolina. [En línea]. <<http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-118sp.html>>

ISSA J, ABE T, PEREIRA A, MEGID M, SHIMABUKURO C, VALENTIN L, FERREIRA M, NOBRE M, LANCAROTTE I, BARRETTO A. The effect of Sao Paulo's smoke-free legislation on carbon Monoxide concentration in hospitality venues and their workers. Sao Paulo State Center of Surveillance. [En línea] No. 20, (2010). <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3045525/pdf/tobaccocontrol37614.pdf>>

INTOXICACIÓN POR PRODUCTOS INDUSTRIALES. Intoxicación por gases. Intoxicación por monóxido de carbono. [En línea] <<http://tratado.uninet.edu/c100802.html>>

KIRKHAM, Tracy I, KOEHOORN, Mieke, DAVIES, Hugh Y DEMER, Paul. Characterization of Noise and Carbon Monoxide Exposures among Professional Firefighters in British Columbia. En: British Occupational Hygiene Society. Octubre, 2010. vol. 55, no. 7, p. 764–774.

KOSKELA, Riitta, MUTANEN, Pertti, SORSA, Juha, y KLOCKARS, Matti. Factors Predictive of Ischemic Heart Disease Mortality in Foundry Workers Exposed to Carbon Monoxide. En: American Journal of Epidemiology. 2000. vol. 152, no. 7.

LOS MINISTROS DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL Y DE SALUD. Resolución numero 1016 marzo 31 de 1989. [En línea] <[http://ley100.com/portal/attachments/084\\_res\\_1016.pdf](http://ley100.com/portal/attachments/084_res_1016.pdf)>

LUCAS D, LODDÉ B, JEGADEN D, BRONSTEIN JA, POUGNET R, BELL S, DEWITTE JD. Occupational poisoning by carbon monoxide aboard a gas carrier. Report on 8 cases. Int Marit Health. [En línea]. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21154305>>.

MÉTODOS DE MONITOREO UTILIZADOS POR OSHA. Método analítico de OSHA ID-210, Método OSHA ID-209 [En línea]. <<https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id210/id210.html>>

MERCEDES JAIMES DE PINO. Determinación de Niveles Sanguíneos de Carboxihemoglobina como Función de la Exposición al Monóxido de Carbono en la Ciudad de Bogotá. [En línea]. <<http://www.farmacia.unal.edu.co/?itpad=1044&niv=2&itact=1080&ti=false&itroot=1044&dep=4>>

MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. Resolución 2400 de 1979. [En línea] <<http://www.cdc.gov/niosh/topics/ctrlbanding/>>.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 2346 de 2007. [En línea] <[http://www.javeriana.edu.co/archivo/07\\_eventos/docs/resolucion2346.pdf](http://www.javeriana.edu.co/archivo/07_eventos/docs/resolucion2346.pdf)>

MYRIAM SALAZAR DE GUTIERREZ. Urgencias toxicológicas. [En Línea]. <<http://www.encolombia.com/medicina/Urgenciastoxicologicas/Monoxidodecarbono.htm>>

NESLIHAN D, NURTEN S. Effects of work place carbon monoxide exposure on blood viscosity. Arch Environ Occup. Health. [En línea] Vol. 65 (2010) <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20147004>>.

OJIMA, Jun, SHIBATA, Nobuyuki y IWASAKI, Takeshi. Laboratory Evaluation of Welder's Exposure and Efficiency of Air Duct Ventilation for Welding Work in a confined Space. En: National Institute of Industrial Health. Junio, 2000. No. 38, p. 24–29.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Lista de enfermedades profesionales de la OIT. [En línea]. <[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms\\_125164.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_125164.pdf)>

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Enfermedades causadas por sustancias asfixiantes químicas: [En línea] <[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms\\_125164.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_125164.pdf)>.

QUINN K, MCGAHEE S, POLITTE L, DUNCAN G, CUSIN C, HOPWOOD C, STERN T. Complications of Carbon Monoxide Poisoning: A Case Discussion and Review of the Literature. Prim Care Companion J Clinic Psychiatry. [En línea]. (2009). <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2707118/pdf/pcc11074.pdf>>

SEMINARIOS DE TOXICOLOGIA. Monóxido de carbono. [En línea] <[http://www.biol.unlp.edu.ar/toxicologia/seminarios/parte\\_1/monoxido\\_carbono.html](http://www.biol.unlp.edu.ar/toxicologia/seminarios/parte_1/monoxido_carbono.html)>

SOCIEDAD ASTURIANA DE MEDICINA Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO Y FUNDACIÓN MÉDICOS ASTURIAS, manual básico de prevención de riesgos laborales: conceptos básicos. Primera edición, Oviedo: SOCIEDAD ASTURIANA DE MEDICINA Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO Y FUNDACIÓN MÉDICOS ASTURIAS, 2000.

SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Resolución numero 14471 de 2002 [En línea]

<[http://camacol.co/sites/default/files/base\\_datos\\_juridico/RESOLUCION\\_SUPERINDUSTRIAL\\_NACION\\_14471\\_2002.pdf](http://camacol.co/sites/default/files/base_datos_juridico/RESOLUCION_SUPERINDUSTRIAL_NACION_14471_2002.pdf)>

STEWART, Patricia A, COBLE, Joseph B, VERMEULEN, Roel, SCHLEIFF, Patricia, BLAIR, Aaron, LUBIN, Jay, ATTFIELD, Michael, y SILVERMAN, Debra. The Diesel Exhaust in Miners Study: I. Overview of the Exposure Assessment Process. En: British Occupational Hygiene Society. Noviembre, 2009. vol. 54, no. 7, p. 728–746.

TÉLLEZ J, RODRÍGUEZ A. Y FAJARDO A. Contaminación por Monóxido de Carbono: un Problema de Salud Ambiental. Revista de salud publica. [En línea] <<http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v8n1/v8n1a10.pdf>>.

THE NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, Guía de bolsillo de NIOSH sobre riesgos químicos. [En línea] <<http://www.cdc.gov/spanish/niosh/npg-sp/pgintrod-sp.html#limites>>

VASQUEZ E. toxico dinamica del monóxido de carbono. [En línea] <<http://es.scribd.com/doc/13897514/Toxicodinamia-de-CO>>

VARGAS L. Monóxido de carbono. [En línea] <[http://www.acemcolombia.zobyhost.com/documents/Monoxido\\_Carbono\\_L\\_Vargas.pdf](http://www.acemcolombia.zobyhost.com/documents/Monoxido_Carbono_L_Vargas.pdf)>

## ANEXOS # 1

FICHA DESCRIPTIVA # 1	
DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO	
<b>TITULO</b>	Efecto del humo del fuego sobre algunos parámetros bioquímicos en los bomberos de Arabia Saudita
<b>AUTOR</b>	Abdulrahman L Al-Malki, Ameen M Rezaq and Mohamed H Al-Saedy.
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2008, Cairo, Egipto, Ingles.
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	Journal of Occupational Medicine and Toxicology 2008, 3:33 doi:10.1186/1745-6673-3-33
INFORMACION METODOLOGICA	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Estudio transversal
<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	Dos grupos de bomberos varones voluntarios para participar en el estudio.  El primero incluyó a 28 bomberos de Jeddah, mientras que el segundo incluyó 21 bomberos de Yanbu, con la edad global osciló 20-48 años. Un grupo adicional de 23 hombres no son bomberos voluntarios de ambas ciudades como sujetos normales de control, rango de edad de 20-43 años.
RESEÑA DEL CONTENIDO	
<p>Los bomberos que se enfrentan a incendios, con frecuencia están expuestos a materiales peligrosos, incluyendo monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno, benceno, dióxido de azufre, entre otros.</p> <p>Este estudio tuvo como objetivo evaluar algunos cambios relevantes en suero hematológico y bioquímicos en sangre de bomberos, dadas sus actividades en comparación con sujetos normales.</p>	
ANALISIS	
<b>APORTES PARA EL TRABAJO</b>	Los resultados indicaron que, el humo del fuego afecta principalmente parámetros hematológicos en suero y bioquímicos de sangre. Estos resultados podrían indicar la necesidad de medidas de salud, protección y profiláctica para evitar tales efectos peligrosos para la salud que puedan poner en peligro los bomberos en sus condiciones drásticas de trabajo.

FICHA DESCRIPTIVA # 2	
DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO	
<b>TITULO</b>	Exposición al monóxido de carbono del personal especialista en extinción de incendios forestales
<b>AUTOR</b>	Belén Carballo Leyenda, José A Rodríguez-Marroyo, Jorge López-Satué, Concepción Ávila Ordás, Raúl Pernía Cubillo y José Gerardo Villa Vicente
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2010, España, Español.
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	Revista Española de Salud Pública 2010; 84: 799-807
INFORMACION METODOLOGICA	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Estudio analítico observacional.
<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	Durante 58 incendios reales se monitorizó en 44 sujetos la exposición al CO a la que se vieron sometidos. También se analizó la concentración ponderada para una jornada de 8h (VA-ED). Todos los incendios fueron divididos en función del tipo de trabajo realizado (ataque directo, indirecto y combinado) y del combustible presente (pasto, matorral, bajo arbolado y mixto).
RESEÑA DEL CONTENIDO	
<p>Se ha descrito que la salud y el rendimiento laboral del personal dedicado a la extinción de los incendios forestales se ven perjudicados principalmente por el monóxido de carbono (CO).</p> <p>El objetivo de este trabajo ha sido analizar la exposición al CO a la que se ve sometido el personal especialista en la extinción de los incendios.</p>	
ANALISIS	
<b>APORTES PARA EL TRABAJO</b>	<p>Diversos estudios a nivel internacional han analizado la exposición que El personal especialista en extinción de incendios forestales (PEEIF) experimenta a la mezcla de gases y partículas presentes en el humo, tanto en incendios forestales como en quemas prescritas.</p> <p>Todos ellos describen al monóxido de carbono (CO) como el principal tóxico de interés durante la extinción de incendios forestales, sobre todo en exposiciones de alta concentración y corta duración, ya que su inhalación conlleva una serie de síntomas (mareos, nauseas, dolor de cabeza, irritación ocular y de las vías respiratorias, incremento de la frecuencia cardiaca y respiratoria, falta de concentración y disminución de las facultades cognitivas) que afectan tanto a la capacidad de los sujetos para realizar trabajo físico como a la toma de decisiones.</p> <p>Las exposiciones a largo plazo pueden conllevar problemas</p>

	<p>cardiorrespiratorios que, conjugados con elevadas concentraciones, podrían derivar incluso en la muerte.</p> <p>La medición de la exposición al CO se monitorizó de modo continuo cada 10 segundos mediante un dosímetro electrónico Tetra IV (Crowcon, Oxfordshire, UK), equipado con una sonda electroquímica por difusión y con un rango de medición de hasta 500 ppm. Los registradores fueron calibrados antes de cada incendio, mediante la opción de recalibrado y puesta a cero del propio instrumento. Además, una vez por semana fue calibrado mediante el uso de una sonda de calibración de 100 ppm de CO. El dosímetro fue colocado en el tórax de 2 trabajadores en cada incendio.</p> <p>Las exposiciones al CO a las que se sometió el PEEIF fueron inferiores (21ppm) a las referenciadas en la literatura para bomberos de estructura, debido a la mayor concentración de gases nocivos presentes en la combustión de los elementos estructurales de los edificios y a la realización del trabajo en espacios confinados.</p> <p>Este hecho provoca que para su cálculo tenga más relevancia la duración de la exposición que la concentración de CO. Por ello, se ha afirmado que su uso no resulta adecuado para cuantificar las exposiciones altamente intermitentes (condiciones meteorológicas cambiantes, variaciones en la tasa de emisión de CO generado en la combustión) que tienen lugar en los incendios forestales.</p> <p>Debido a la duración de los incendios estudiados en este trabajo, el cálculo del valor límite ambiental de exposición diaria para jornadas de 8h (TLV) parece no ser recomendable, ya que puede infravalorar la exposición real al CO. Por ello, futuros trabajos deberían analizar en cortos periodos de tiempo el nivel de exposición al que se ve sometido el PEEIF durante la extinción de los incendios.</p>
--	--

FICHA DESCRIPTIVA # 3	
DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO	
<b>TITULO</b>	Factores predictivos de mortalidad por cardiopatía isquémica en trabajadores de la fundición Expuestos al monóxido de carbono.
<b>AUTOR</b>	Riitta-Sisko Koskela, Pertti Mutanen, Juha-Antti Sorsa, and Matti Klockars.
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2000, Estados Unidos, Ingles.
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	American Journal of Epidemiology Vol. 152, No. 7 On line: <a href="http://aje.oxfordjournals.org/">http://aje.oxfordjournals.org/</a> by guest on August 30, 2012
INFORMACION METODOLOGICA	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Estudio de cohorte
<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	Este estudio incluyó a 931 hombres contratados en 1950-1972 por 20 fundiciones. Los hombres seguían trabajando activamente en talleres de fundición, en 1972, había sido potencialmente expuesto a CO por lo menos durante 4,2 años, y participaron en un examen de salud en 1973. Estos trabajadores fueron seguidos hasta 1993.
RESEÑA DEL CONTENIDO	
<p>En 1973, el Instituto Finlandés de Salud Ocupacional (Helsinki, Finlandia) llevó a cabo un examen de salud de 931 trabajadores de la fundición actuales. Estos trabajadores fueron seguidos hasta 1993 a través de registros y mediante el uso de un cuestionario. Se incluyeron mediciones de la presión arterial sistólica y diastólica y de índice de masa corporal, un electrocardiograma (ECG) y un cuestionario sobre la angina de pecho. El objetivo del presente estudio fue estimar el valor potencial predictivo del examen de salud cardiovascular para 1973 y la mortalidad por enfermedad isquémica del corazón en trabajadores de la fundición durante 20 años de seguimiento prospectivo.</p>	
ANALISIS	
<b>APORTES PARA EL TRABAJO</b>	<p>Los resultados mostraron que la presión sistólica y diastólica de trabajadores expuestos a CO es ligeramente superior a los de los trabajadores no expuestos, se evidenciaron cambios electrocardiográficos. La exposición ocupacional a CO se confunde a menudo o son modificados por los hábitos individuales o características o por otras exposiciones ocupacionales. Los efectos agudos de la exposición al CO puede agravar la isquemia de miocardio, ya que el CO reduce la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre al desplazar el oxígeno de su sistema de transporte y hemoglobina interfiere con la entrega de tejido de oxígeno a nivel celular. En conclusión, el presente estudio se encontró que la exposición al CO aumento de la mortalidad por enfermedad isquémica.</p>

FICHA DESCRIPTIVA # 4	
DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO	
<b>TITULO</b>	Caracterización de las exposiciones a monóxido de carbono y ruido entre los bomberos profesionales en British Columbia.
<b>AUTOR</b>	Tracy I. Kirkham, Mieke W. Koehoorn, Hugh Davies and Paul a. Demers.
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2011, Canadá, Ingles.
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	Ann. Occup. Hyg., Vol. 55, No. 7, pp. 764–774, 2011 Oxford University Press on behalf of the British Occupational Hygiene Society doi:10.1093/annhyg/mer038
INFORMACION METODOLOGICA	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Estudio cohorte
<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	45 bomberos de sexo masculino, con edades entre $41,0 \pm 7,2$ años con un $14,2 \pm 9,0$ años de experiencia. Los sujetos fueron reclutados de 13 salas de incendios a través de tres municipios del área metropolitana de Vancouver.
RESEÑA DEL CONTENIDO	
<p>Los sujetos fueron reclutados de 13 salas de incendios a través de tres municipios del área metropolitana de Vancouver. Las muestras de ruido y CO del personal del turno completo fueron obtenidos mediante dosímetros de ruido y registro de datos, los monitores de CO en el día y turnos de noche. Información sobre los factores determinantes de la exposición fueron grabadas por personal capacitado de investigación e higienistas través de la observación directa durante el período de medición.</p> <p>Objetivos: Caracterizar la exposición al ruido y monóxido de carbono (CO) entre los bomberos en British Columbia, Canadá.</p>	
ANALISIS	
<b>APORTES PARA EL TRABAJO</b>	<p>Dos exposiciones comunes encontradas durante las tareas de extinción de incendios son el ruido y monóxido de carbono (CO). El ruido y CO se han asociado con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular en estudios epidemiológicos. Las investigaciones también han demostrado que el ruido inductor de la pérdida de la audición puede ser potenciado por la exposición al CO.</p> <p>Medidas personales de CO fueron recolectados a través de un monitor de gases que monitorea continuamente (Dräger X-am ® 3000) con intervalos de registro 30-seg. La capacidad de medición del sensor de CO esta en un rango de 1 a 1000 ppm. Monitores de CO fueron sometidos, a revisión entre cada muestreo establecido con las normas de exposición a dos niveles (10 ppm y 98) para asegurar la calibración se mantuvo.</p>

	<p>En los turnos completos las concentraciones de CO fueron menores de lo esperado y limitado nuestra capacidad para llevar a cabo el modelado de las exposiciones. Sólo dos muestras excedieron los límites de exposición profesional (1%), sin embargo, no se han publicado otros estudios del turno completo de muestreo de CO para la comparación.</p> <p>Una limitante fue las diferencias en las funciones ejercidas por el sujeto, la técnica de medición, o la intensidad del fuego / humo medido durante el período de medición.</p> <p>Por otro lado es muy posible que las entradas de tubos de muestreo fueron bloqueados (es decir, bajo los elementos de protección personal) por el equipo de extinción de incendios durante los eventos de emergencia. El personal del estudio trató de comprobar que los tubos estaban en la posición correcta después de que los bomberos se había puesto su equipo para minimizar las obstrucciones, sin embargo, había veces en que esto no fue posible y el bloqueo que se haya producido, lo que subestima la exposición al CO.</p>
--	---

FICHA DESCRIPTIVA # 5	
DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO	
<b>TITULO</b>	Intoxicación por monóxido de carbono en dos trabajadores que utilizan una carretilla elevadora en un almacén frigorífico GLP.
<b>AUTOR</b>	F. Gallagher y H. J. Mason
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2004, EE.UU, Ingles.
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	Occupational Medicine 2004; <b>54</b> :483–488 Published online
INFORMACION METODOLOGICA	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Estudio retrospectivo
<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	Este informe describe el envenenamiento de dos trabajadores por monóxido de carbono (CO), que utilizan una carretilla elevadora en un almacén frigorífico
RESEÑA DEL CONTENIDO	
<p>Objetivo: Determinar si el envenenamiento con monóxido de carbono puede ser diagnosticado retrospectivamente, cuando las mediciones de la sangre o en aliento del monóxido de carbono no están disponibles, en el contexto de este incidente particular, se detallo las historias clínicas.</p> <p>La estimación de los posibles niveles de exposición al CO se hizo sobre la base de modelos informáticos biocinéticos basado en la ecuación Coburn-Foster-Kane.</p>	
ANALISIS	
<b>APORTES PARA EL TRABAJO</b>	<p>En los campos ocupacional y ambiental, el papel de la combustión interna de los motores como fuente de CO se ha destacado como un riesgo potencial, particularmente cuando se utilizan en espacios reducidos, esto incluye lugar de trabajo como el uso de carretillas elevadoras con motor en espacios confinados.</p> <p>Ha habido varios enfoques para reducir o eliminar el riesgo de utilizar carretillas elevadoras en espacios cerrados. Las medidas incluyen el uso de carretillas elevadoras alimentadas eléctricamente, lo que garantiza que los camiones con motor de combustión interna están equipados con convertidores catalíticos u otros dispositivos específicos que convierten cualquier CO escape en dióxido de carbono, lo que garantiza un nivel adecuado de renovaciones de aire en el espacio cerrado y la instalación de alarmas detectoras de CO.</p> <p>La Tabla 2 detalla los síntomas habituales que se producen en diferentes niveles de carboxihemoglobina sangre, aunque puede haber alguna variación individual en su presentación.</p>

TABLA 2. Relación entre los niveles de carboxihemoglobina en sangre y la presentación de síntomas (%)

Niveles de carboxihemoglobina en sangre (%)	Signos y síntomas
<5	No hay signos o síntomas clínicos en individuos sanos.
5-10	Aumento compensatorio en el flujo de sangre a los órganos vitales del cerebro y otras.
10-20	Dolor de cabeza, dificultad para respirar al hacer esfuerzos.
20-30	Dolor de cabeza fuerte, náuseas, pérdida de destreza manual fina y disminución de la capacidad mental para el discernimiento.
30-40	Muy grave dolor de cabeza, mareos, vómitos, fatiga y alteraciones visuales.
40-50	Ritmo cardíaco y respiración rápidos, desmayo.
50-60	Coma y convulsiones.
> 60	Insuficiencia respiratoria y muerte

<b>FICHA DESCRIPTIVA # 6</b>	
<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO</b>	
<b>TITULO</b>	Laboratorio de Evaluación de la exposición del soldador y la eficiencia de la ventilación de conductos de aire para trabajos de soldadura en un espacio reducido.
<b>AUTOR</b>	Jun Ojima, Nobuyuki Shibata and Takeshi Iwasakijun Ojima.
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2000 Japón, Ingles.
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	National Institute of Occupational safety and health Japan. 2000, 38, 24–299
<b>INFORMACION METODOLOGICA</b>	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Estudio de caso
<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	Ninguna
<b>RESEÑA DEL CONTENIDO</b>	
La soldadura por arco en un espacio confinado se simuló en un laboratorio mediante la manipulación de un robot de soldadura que trabajaba en una pequeña cámara de evaluar experimentalmente la exposición del soldador para humos de soldadura, ozono y monóxido de carbono (CO).	
<b>ANALISIS</b>	
<b>APORTES PARA EL TRABAJO</b>	La soldadura por arco CO <sub>2</sub> tiene la ventaja es un gas barato para blindaje en comparación con el gas argón usado soldadura por arco (soldadura MIG), este genera varios contaminantes en el aire, tales como los humos de soldadura, ozono y monóxido de carbono (CO) desde el arco y que contaminan el medio ambiente de trabajo.  Es difícil controlar los contaminantes de los componentes estructurales

	<p>eficientemente con un sistema de ventilación local normal porque el sistema de ventilación general no es adecuado para un espacio tan reducido. Se sabe que los síntomas subjetivos de anoxia desarrollan con una concentración de <math>O_2 &lt; 16\%</math>, La Ordenanza de Seguridad Industrial y Salud de Japón obliga a los empleadores a adoptar medidas para la prevención de la anoxia del soldador.</p> <p>Parte III Normas Sanitarias, Capítulo I Entornos Nocivos De Trabajo.</p> <p>Artículo 577 (Control producción de Gas)</p> <p>El empresario adoptará las medidas necesarias, tales como la fabricación de fuentes de emisión hermética e instalación de un sistema de ventilación por extracción local o ventilación general.</p> <p>Artículo 578 (Prohibición de uso de un motor de combustión interna)</p> <p>El patrono no deberá usar máquinas con motores de combustión interna en los pozos, bordillos así, cajones, tanques, bodegas y otros lugares donde la ventilación natural es insuficiente. Sin embargo, esto no se aplicará cuando se ventila a los citados lugares para prevenir daño a la salud causado por los gases de escape de dicho motor de combustión interna.</p> <p>Artículo 579 (Eliminación de Gases de Escape)</p> <p>El patrono deberá, en relación con un sistema de ventilación por extracción local y otras facilidades para dejar salir gas agotado que contiene una sustancia nociva, instale el dispositivo de escape de eliminación de gas, como la absorción, la colección y otro método efectivo correspondiente al tipo de dicha sustancia perjudicial. La exposición a los humos del soldador durante la duración del arco resultó ser más de 10-20 veces la ACGIH TLV-TWA en este estudio, pero parece difícil de reducir en gran medida el nivel de exposición por medio de la ventilación del conducto de aire en este experimento. La razón sería que la zona de respiración del soldador es por lo general cerca de un punto de soldadura de arco y el trabajo ordinario se lleva a cabo fuera de la zona de captura eficaz del conducto de aire.</p>
--	---

<b>FICHA DESCRIPTIVA # 7</b>	
<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO</b>	
<b>TITULO</b>	Estudio: Escape de Diesel en Mineros: Resumen del proceso de evaluación de la exposición.
<b>AUTOR</b>	Patricia a. Stewart, Joseph b. Coble, Roel Vermeulen, Patricia Schleiff, Aaron Blair, Jay Lubin, Michael Attfield, and Debra t. Silverman.
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2010, Estados Unidos, Ingles.
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	Annals of Occupational Hygiene, Vol. 54, No. 7, pp. 728–746, 2010 Published by Oxford University Press on behalf of the British Occupational Hygiene Society doi:10.1093/annhyg/meq022
<b>INFORMACION METODOLOGICA</b>	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Analítico observacional.
<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	10 instalaciones mineras de los EE.UU. (en Nuevo México, en Wyoming, en Ohio y en Louisiana), y una Missouri) fueron seleccionados para estudio
<b>RESEÑA DEL CONTENIDO</b>	
<p>La industria minera fue seleccionada para el estudio porque los informes de seguimiento indicó que este sector tiene unos niveles altos y una amplia gama de niveles de exposición a diferentes sustancias en este caso por el uso de diesel en motores dentro de la mina y su exposición continúa a monóxido de carbono.</p> <p>Se recolecto la información sobre la exposición, mediante mediciones del aire recogidos en el período 1998-2001 en las instalaciones de estudio, y mediciones personales.</p> <p>Entre 2001 y 2005, las visitas de sitios adicionales se hicieron para complementar la información obtenida antes en los puestos de trabajo y para discutir la comprensión de los investigadores de los trabajos</p>	

subterráneos y de superficie, equipos diesel utilizados y las condiciones de exposición con el personal del establecimiento y los trabajadores.

### ANALISIS

#### APORTES PARA EL TRABAJO

Las intoxicaciones por CO se ven influidas por 3 factores: la concentración de CO en el ambiente, el tiempo de exposición y la carga de trabajo/frecuencia respiratoria. Muchas veces se produce intoxicación por CO con clínica poco aparente (vértigos, dolores de cabeza, debilidad muscular) que, debido al horario de exposición laboral, ocurren de modo discontinuo durante días o semanas, no se reconocen como causadas por el CO y pueden confundirse como parte de otras enfermedades.

El control de los riesgos específicos por atmósferas peligrosas requiere de mediciones ambientales con el empleo de instrumental adecuado.

Dichas mediciones previas deben efectuarse desde el exterior o desde zona segura. En el caso de que no pueda alcanzarse desde el exterior la totalidad del espacio se deberá ir avanzando paulatinamente y con las medidas preventivas necesarias desde zonas totalmente controladas.

Se suelen emplear bombas manuales de captación con tubos colorimétricos específicos para monóxido de carbono con una sensibilidad  $2,3 \text{ mg/m}^3$ , aunque existen otros sistemas de detección con otros principios de funcionamiento como los monitores específicos de célula electroquímica con una sensibilidad de  $1 \text{ mg/m}^3$ .

--	--

FICHA DESCRIPTIVA # 8	
DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO	
<b>TITULO</b>	Envenenamiento por monóxido de carbono a bordo de un buque gasero. Informe sobre 8 casos
<b>AUTOR</b>	Lucas D, Loddé B, Jegaden D, Bronstein JA, Pougnet R, Bell S, Dewitte JD.
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2010, Francia, Inglés
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	Int Marit Health. 2010;62(3):176-9.
INFORMACION METODOLOGICA	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Estudio retrospectivo
<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	Ocho mecánicos y electricistas que trabajan sin ningún medio de protección en un tanque portador de gas
RESEÑA DEL CONTENIDO	
Los empleados de un tanque portador de gas, sin darse cuenta de la producción de monóxido de carbono, estuvieron durante 45 minutos en una atmósfera contaminada con concentraciones de monóxido de carbono de más de 500 ppm. Las principales quejas eran de dolor de cabeza, debilidad muscular y somnolencia.	
ANALISIS	

<b>APORTES PARA EL TRABAJO</b>	Este documento realiza un aporte de los síntomas agudos presentados luego de una intoxicación por monóxido de carbono los trabajadores de un tanque transportador de gas. Los niveles de carboxihemoglobina variaron desde 1,8 hasta 31,2%. El tratamiento temprano con oxígeno luego de la intoxicación redujo los síntomas.
--------------------------------	---

FICHA DESCRIPTIVA # 9	
DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO	
<b>TITULO</b>	El efecto de la exposición crónica a monóxido de carbono sobre los valores de flujo pico espiratorio de chefs kebab parrilla
<b>AUTOR</b>	Al B , C Yildirim , Zengin S , M çavdar , Togun yo
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2009, Turquía, Inglés
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	Department of Emergency, Faculty of Medicine, Gaziantep University, Gaziantep, Turkey, on line. Saudi Med J. 2009 Jun;30(6):788-92
INFORMACION METODOLOGICA	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Casos y controles
<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	88 personas, 40 casos y 48 controles
RESEÑA DEL CONTENIDO	

El estudio se llevó a cabo en el Hospital Sahinbey de la Escuela de Medicina de la Universidad de Gaziantep en Turquía. Se realizó un estudio de casos y controles de cuarenta hombres chefs parrilla kebab que trabajaron en restaurantes durante al menos 3 años, y 48 hombres no fumadores voluntarios sanos, en los cuales se midieron iguales parámetros en el estudio tales como edad, índice de masa corporal (IMC), presión arterial (PA), niveles de Carboxihemoglobina, N-terminal pro péptido natri urético cerebral (NT-proBNP) y el flujo espiratorio máximo, a través del software SPSS 13.0.

#### ANALISIS

#### APORTES PARA EL TRABAJO

Este documento realiza un aporte sobre la relación del aumento en los niveles de carboxihemoglobina de los chefs de parrilla kebab con respecto a los individuos utilizados en el estudio como controles. Además indica que la exposición crónica al monóxido de carbono disminuye el flujo espiratorio máximo y a su vez un estrechamiento de la vía aérea.

#### FICHA DESCRIPTIVA # 10

#### DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO

<b>TITULO</b>	El efecto de fumar en São Paulo, la legislación sobre la concentración de monóxido de carbono en los trabajadores de las hostelerías
<b>AUTOR</b>	Jaqueline S Issa, Tania M O Abe, Alexandre C Pereira, María Cristina Megid, Cristina E Shimabukuro, Luis Sergio O Valentin, Marizete M da C Ferreira, Moacyr R C Nobre, Ines Lancarotte, and Antonio Carlos Pereira Barretto.
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2011, Brasil, inglés
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	BMJ Open Access and BMJ Unlocked. Published online 2010 November 25. doi: 10.1136/tc.2010.037614.
<b>INFORMACION METODOLOGICA</b>	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Estudio analítico observacional

<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	585 establecimientos de hostelería y 627 trabajadores de esos establecimientos
<b>RESEÑA DEL CONTENIDO</b>	
En el presente estudio se midió la concentración de CO en 585 establecimientos de hostelería. La concentración de monóxido se midió en diferentes ambientes (zonas de interior, semiabierto y abierto) de los lugares visitados, así como, el aire exhalado de aproximadamente 627 trabajadores de esos establecimientos. Las mediciones se realizaron dos veces, antes y 12 semanas después de la aplicación de la ley Sin Tabaco en Sao Paulo. También fue verificada la calidad del aire en la ciudad durante el mismo período del estudio.	
<b>ANALISIS</b>	
<b>APORTES PARA EL TRABAJO</b>	Se determinaron los valores de concentración de monóxido de carbono, antes de la aprobación de la ley antitabaco en Sao Paulo y se concluye que con la entrada en vigor de la ley, se presenta una reducción de los niveles de carboxihemoglobina en los trabajadores, así como la reducción de eventos cardiovasculares en esta población.
<b>FICHA DESCRIPTIVA # 11</b>	
<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO</b>	
<b>TITULO</b>	Efectos a la salud por la exposición prolongada a bajas concentraciones de monóxido de carbono
<b>AUTOR</b>	C L Townsend, R L Maynard
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2002, Estados Unidos, Inglés
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	Occupational Environ Med 2002; 59:708–711. On line.
<b>INFORMACION METODOLOGICA</b>	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Revisión documental tipo narrativa
<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	No hay muestra de población
<b>RESEÑA DEL CONTENIDO</b>	

En el artículo se menciona que los efectos crónicos por exposición continua y por largos periodos a bajas concentraciones no están claros. La evidencia anecdótica sugiere que la exposición crónica a monóxido de carbono puede producir efectos neurológicos leves. Aunque hasta el momento no hay estudios concluyentes que muestren una correlación, se están acumulando evidencias a su comprueban esta hipótesis.

#### ANALISIS

#### APORTES PARA EL TRABAJO

La evidencia de que la exposición a bajas concentraciones de monóxido de carbono puede afectar a un número de sistemas de órganos ha sido compilada. Es más fácil explicar los efectos sobre el corazón en sujetos con isquemia miocárdica incipiente que los efectos sobre el sistema nervioso central; ya que estos efectos no pueden predecirse con exactitud sobre la base de la concentración sanguínea de carboxihemoglobina, sin embargo, parece cada vez más claro. Si la exposición a largo plazo a bajas concentraciones de monóxido de carbono produce efectos de larga duración sobre el cerebro, esto no es un tema fácil de abordar. Si ocurren tales efectos, el impacto en la salud pública podría ser muy grande, dado a la masificación de la utilización de esta fuente de energía a nivel domiciliario.

#### FICHA DESCRIPTIVA # 12

#### DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO

<b>TITULO</b>	Las complicaciones de la intoxicación por monóxido de carbono: Una Discusión de casos y revisión de la literatura
<b>AUTOR</b>	Davin K. Quinn, M.D., Shunda M. McGahee, M.D., Laura C. Politte, M.D., Gina N. Duncan, M.D., Cristina Cusin, M.D., Christopher J. Hopwood, Ph.D., and Theodore A. Stern, M.D
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2009, EE.UU, ingles
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	Prim Care Companion J Clin Psychiatry. 2009; 11(2): 74 79.on line PMC2707118
<b>INFORMACION METODOLOGICA</b>	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Revisión documental

<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	2360 pacientes
<b>RESEÑA DEL CONTENIDO</b>	
Se describen las secuelas neuropsiquiátricas posteriores a la intoxicación y se menciona que se producen hasta en un cincuenta por ciento (50%) de todos los pacientes que sufren de niveles tóxicos de CO, la prevalencia varía en función de los criterios utilizados para cuantificar la severidad del evento de envenenamiento por monóxido de carbono.	
<b>ANALISIS</b>	
<b>APORTES PARA EL TRABAJO</b>	<p>Los estudios no han apoyado claramente un vínculo entre el nivel de carboxihemoglobina y los síntomas físicos y el desarrollo posterior de secuelas neuropsicológicas a largo plazo. Si existe evidencia de envenenamiento grave (acidosis metabólica, pH &lt;7.1), isquemia miocárdica, dolor de pecho, pérdida del conocimiento, o, en las mujeres embarazadas, un nivel de carboxihemoglobina mayor al veinte por ciento (20%) o evidencia de sufrimiento fetal 4,6 y una edad por encima de 36 años y una duración de la exposición al monóxido de carbono mayor a veinticuatro (24) horas, los pacientes con estas características han sido implicados como factores de riesgo independientes de secuelas cognitivas. Los déficits observados pueden ser divididos en tres categorías: afectivo, comportamental (motor) y cognitivo. Hasta el 30% de los pacientes con intoxicación por monóxido de carbono, presentan algún grado de deterioro cognitivo, que van desde impedimentos leves que sólo son detectables en test neuropsicológicos, hasta una disminución en la función intelectual en grado de demencia.</p> <p>Hallazgos comúnmente observados incluyen desorientación y deficiencias en la atención, la concentración, las habilidades visioespaciales, velocidad de la fluidez verbal, de procesamiento de información y de la memoria. En el caso presentado, las pruebas neuropsicológicas inmediatamente después de la intoxicación por monóxido de carbono fueron normales, aunque tres (3) semanas más tarde, la paciente presenta marcados cambios cognitivos, disminución de la expresión verbal, y la incapacidad para cuidar de sí misma.</p>

--	--

**FICHA DESCRIPTIVA # 13**

**DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO**

<b>TITULO</b>	Correlatos neuropsicológicos de la RM y la exposición de monóxido de carbono: un informe del caso
<b>AUTOR</b>	Sherral A Devine, Shalene M Kirkley, Carole L Palumbo, and Roberta F White
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2002, EE.UU, ingles
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	Environ Health Perspect. 2002 October; 110(10): 1051–1055.on line. PMC1241033

**INFORMACION METODOLOGICA**

<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Estudio de caso
-----------------------	-----------------

<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	1 mujer
<b>RESEÑA DEL CONTENIDO</b>	
Se presenta un caso en el cual una mujer de cuarenta y cinco (45) años de edad experimentó a largo plazo, la exposición laboral crónica al monóxido de carbono en la cocina del restaurante en donde se desempeñaba como cocinera. Sobre la base de sus síntomas, el paciente creía que había estado expuesta a monóxido de carbono durante al menos un 1 año, ocasionada por combustión incompleta de uno de los hornos de la cocina. Se tratan los efectos a la salud de esta persona originados por esta exposición.	
<b>ANALISIS</b>	
<b>APORTES PARA EL TRABAJO</b>	<p>En la primera evaluación neuropsicológica, diecisiete (17) meses después de que fue identificada la exposición al contaminante, persisten las dificultades neuropsicológicas incluidas en la lectura, la escritura, la conversación y recuperación de palabras. Los resultados del ensayo fueron consistentes con la disfunción secundaria del lóbulo frontal asociada con trastornos subcorticales, tales como las observadas después de la exposición al monóxido de carbono.</p> <p>Los resultados de un examen neuropsicológico posterior, veintinueve (29) meses después de la exposición, muestran una ligera mejoría en el rendimiento, pero su actuación fue aún consistente con la disfunción leve frontal / subcortical. Aunque la selección inicial de una resonancia magnética del cerebro imagen (MRI) realizada quince (15) meses después de la exposición se interpretó como dentro de los límites normales, dos revisiones posteriores de los mismos estudios identificaron múltiples lesiones bilaterales en ganglios basales, que fueron consistentes con la exposición crónica a monóxido de carbono.</p>
<b>FICHA DESCRIPTIVA # 14</b>	
<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO</b>	
<b>TITULO</b>	Contaminación por Monóxido de Carbono: un Problema de Salud Ambiental
<b>AUTOR</b>	Jairo Téllez, Alba Rodríguez y Álvaro Fajardo
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2006, Colombia, Español
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	Revista de Salud Pública. (1): 108-117, 2006
<b>INFORMACION METODOLOGICA</b>	
<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Revisión documental

<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	No hay muestra de población
<b>RESEÑA DEL CONTENIDO</b>	
Efectos tóxicos en la salud humana por la exposición a monóxido de carbono	
<b>ANALISIS</b>	
<b>APORTES PARA EL TRABAJO</b>	En el artículo de Téllez, Rodríguez y Fajardo de la Universidad Nacional, se menciona el hecho de que la exposición a monóxido a originado miles de muertes, la cuales han sido reportadas por la Asociación Americana de Centros para el Control de Intoxicación y el Sistema de Vigilancia a exposición de Tóxicos. Los anteriores relacionados con el uso de calderas, calefacciones, braseros y chimeneas en el hogar. Sin embargo, no se desconoce en el artículo la importancia de las lesiones a las personas dadas por la exposición al monóxido, entre las cuales menciona dos casos, el primero, el de Sherral Devine sobre una cocinera la cual tuvo efectos a la salud, específicamente lesiones neuropsicológicas; y el segundo, el estudio de los trabajadores de fundición, en el cual se estimó el valor predictivo de examen médico para enfermedad cardiovascular y muerte.

<b>FICHA DESCRIPTIVA # 15</b>	
<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ARTICULO</b>	
<b>TITULO</b>	Efectos de la exposición del lugar de trabajo de monóxido de carbono en la viscosidad de la sangre
<b>AUTOR</b>	Neslihan D, Nurten S.
<b>AÑO, LUGAR E IDIOMA</b>	2010, Turquía, Ingles
<b>MEDIO DE PUBLICACION</b>	Arch Environ Occup Health. 2010 January-March; 65(1):49-53.
<b>INFORMACION METODOLOGICA</b>	

<b>TIPO DE DISEÑO</b>	Estudio transversal.
<b>POBLACION Y/O MUESTRA</b>	20 hombres 10 casos, y 10 controles
<b>RESEÑA DEL CONTENIDO</b>	
Investigar los efectos de la exposición crónica de bajo nivel de CO en los determinantes de la viscosidad de la sangre (hematocrito, viscosidad plasmática, la deformabilidad eritrocitaria, y la agregación de eritrocitos).	
<b>ANALISIS</b>	
<b>APORTES PARA EL TRABAJO</b>	Tanto la viscosidad sanguínea y monóxido de carbono se ha asociado con enfermedades cardiovasculares (ECV). La viscosidad del plasma se determinó mediante un viscosímetro de cono placa, deformabilidad de los eritrocitos y la agregación eritrocitaria por láser asistida analizador óptico de células de rotación. El aumento de la viscosidad del plasma por la exposición crónica de bajo nivel de monóxido de carbono puede ser el mecanismo de aumento en el riesgo de enfermedades cardiovasculares.