

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
Y
UNIVERSIDAD DE HUELVA—ESPAÑA**



COLEGIO DE POSTGRADOS

**EVALUACION DE LA CONCENTRACION AMBIENTAL DEL
MONOXIDO DE CARBONO PRESENTE EN EL PROCESO DE
SOLDADURA DE UNA METALMECANICA**

ING. PATRICIO LEDESMA NUÑEZ

**Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de
Máster en Seguridad, Salud y Ambiente**

**QUITO – ECUADOR, 13/01/2012
HUELVA – ESPAÑA**

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO – ECUADOR
UNIVERSIDAD DE HUELVA – ESPAÑA**

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**EVALUACION DE LA CONCENTRACION AMBIENTAL DEL MONOXIDO DE
CARBONO PRESENTE EN EL PROCESO DE SOLDADURA DE UNA
METALMECANICA**

PATRICIO LEDESMA NUÑEZ

Marcelo Sánchez León, MSc
Director de Tesis

Carlos Ruiz Frutos, Ph.D.
**Director de la Maestría en Seguridad, Salud y Ambiente de la Universidad de
Huelva y Miembro del Comité de Tesis**

José Antonio Garrido Roldán, MSc.
**Coordinador Académico de la Maestría en Seguridad, Salud y Ambiente de
la Universidad de Huelva y Miembro del Comité de Tesis**

Luis Vásquez Zamora, MSc-ESP-DPLO-FPh.D
**Director de la Maestría en Seguridad, Salud y Ambiente de la Universidad
San Francisco de Quito y Miembro del Comité de Tesis**

Gonzalo Mantilla, MD-MEd-FAAP
Decano de Colegio de Ciencias de la Salud

Benjamín Puertas, MD-MPH
Decano de la Escuela de Salud Pública

Victor Viteri Breedy, Ph.D.
Decano del Colegio de Postgrados

Quito, Enero de 2012

©Derechos de Autor
Patricio Xavier Ledesma Núñez
2012

RESUMEN

El presente estudio propone una evaluación de la exposición al Monóxido de Carbono presente durante el proceso de soldadura de una metalmecánica y sus posibles efectos en la salud del trabajador

El objetivo general es realizar una medición del Monóxido de Carbono durante el proceso de soldadura y determinar si los valores obtenidos producen daños a la salud del trabajador.

El alcance de la investigación corresponde a todo el personal presente en el área de soldadura y demás trabajadores de planta que puedan verse afectados, ya sea por la proximidad al foco de emisión o por la configuración propia del puesto de trabajo.

La metodología usada consiste en realizar mediciones en la zona de respiración del trabajador, (esfera de 30 centímetros de radio con centro en la nariz del trabajador), con base en estas mediciones se interpretan los valores obtenidos y se los compara con la normativa establecida (ACGIH), si de este proceso se determina que la concentración del Monóxido de Carbono se encuentra en un nivel perjudicial para la salud, se emiten recomendaciones dirigidas a minimizar los posibles daños en la salud del trabajador.

Una vez realizadas las mediciones se pudo determinar que la concentración de Monóxido de Carbono se encuentra por debajo de los límites establecidos como dañinos para la salud.

Este trabajo es una alternativa viable para las diferentes empresas metalmecánicas que funcionan en el país, ya que su costo es reducido y proporciona valores precisos de medida

ABSTRACT

This study proposes an evaluation of exposure to carbon monoxide present during the welding process on a metallurgical company and its possible effects on workers health

The main objective is to perform a measurement of carbon monoxide during the welding process and determine whether the values produce damage to workers' health.

The scope of this research corresponds to the entire staff present in the weld area and other plant workers who may be affected, either by proximity to point source or by the configuration of the workstation itself. The methodology used is to perform measurements in the worker's breathing zone (area of 30 cm radius centered at the nose of the worker), based on these measurements the values obtained are interpreted and compared with our guidelines (ACGIH), if this process determines that the carbon monoxide concentration is at a level harmful to health, recommendations are made to minimize potential damage to the health of workers. Once the measurements were made it was determined that the carbon monoxide concentration is below of the limits established as harmful to health. This work is a viable alternative for different metalworking companies operating in the country, since its cost is reduced and provides accurate values of measurement

INDICE

RESUMEN	IV
ABSTRACT.....	V
INTRODUCCION.....	1
Problema que se pretende abordar:.....	3
Justificación del estudio:	3
Objetivos	4
METODOLOGÍA:.....	4
ANTECEDENTES	6
DISCUSION.....	9
CAPITULO I	11
PRESENTACION DE LA EMPRESA TALLERES MEJIA.....	11
1.1 La empresa	11
1.2 Mision.....	12
1.3 Vision	13
1.4 Politica de calidad.....	13
1.5 Organizacion Administrativa	14
1.5.1 Produccion y Operaciones.....	16
1.5.2 Distribución de Planta	16
CAPITULO II	18
HIGIENE INDUSTRIAL.....	18
2.1 Concepto y funciones de la Higiene Industrial.....	18
2.2 Ramas de la Higiene Industrial	19
2.3 El Higienista Industrial	28
2.4 Control de los contaminantes.....	33
2.5 Informe Técnico de Higiene del Trabajo	40
CAPITULO III	42
CRITERIOS GENERALES DE EVALUACION PARA LOS CONTAMINANTES QUIMICOS	42
3.1 Contaminantes Químicos	42
3.2 Toxicología de los Contaminantes Químicos.....	48
3.3 Determinación y Valoración de los Contaminantes Químicos.....	51
3.3.1 Evaluación de la Concentración Ambiental de vapores y gases en el aire ambiente	54

3.3.2	Criterios Vigentes en España.....	58
3.3.3	Evaluación de la Exposición Laboral	69
3.3.4	Evaluación Toxicológica.....	72
CAPITULO IV		75
MONOXIDO DE CARBONO		75
4.1	Propiedades Físicas	76
4.2	Propiedades Químicas.....	78
4.3	Métodos Analíticos de medida.....	80
4.4	Seguridad y Salud	82
4.5	Factores Ambientales.....	83
4.6	Envenenamiento por Monóxido de Carbono.....	86
4.7	Toxicología del Monóxido de Carbono.....	92
Capitulo V.....		94
PROCESO DE MEDICION: EQUIPOS UTILIZADOS, METODO PARA HACER LA MEDICION, RESULTADOS OBTENIDOS Y SU INTERPRETACION.....		94
5.1	Estrategia de Muestreo	98
5.2	Fechas.....	99
5.3	Equipos utilizados.....	100
5.4	Gases que se van a medir	101
5.5	Informe.....	101
Capítulo VI.....		122
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		122
BIBLIOGRAFIA.....		126

Índice de Tablas

Tabla 1. Sistemas de Control de Riesgo Higienico.....	26
Tabla 2. Tipos de Encuestas Higienicas	28
Tabla 3 Metodos de Captacion o Toma de Muestras de los Contaminantes o Agentes Quimicos	31
Tabla 4. Diametro Aerodinamico de la Particula vs. Masa de Particulas Respirables.....	32
Tabla 5. Coeficiente de Seguridad	34
Tabla 6. Clasificacion de los Contaminantes segun su IVO.....	59
Tabla 7. Propiedades Físicas de Monóxido de Carbono.....	77
Table 8. Compatibilidad de Elastomeros y Plasticos con Monoxido de Carbono .	80

Indice de Fotos

Foto 5.1 Multilog 2000.....	100
Foto 5.2 Multilog 2000.....	119
Foto 5.3 Proceso de Soldadura.....	120
Foto 5.4 Proceso de Soldadura.....	120
Foto 5.5 Equipo Kesprel.....	121

INTRODUCCION

La calidad interior del aire es una de las mayores preocupaciones de toda empresa que quiera precautelar la salud del trabajador, traduciéndose esto finalmente en mayores indicadores de rendimiento, ya que un trabajador que mantenga un estado óptimo de salud es un trabajador más eficiente.

Actualmente, la práctica totalidad de las empresas que produzcan un bien o un servicio de consumo masivo, requieren para su producción de diversas sustancias químicas necesarias en el proceso.

La concentración de dichas sustancias se encuentran generalmente reguladas en cada país por la legislación ambiental del mismo. En caso de que para una determinada sustancia no existiera un patrón de referencia en la legislación ambiental, lo recomendable es referirse a normas reconocidas por su validez a nivel mundial, tales como las normas emitidas por la ACGIH (American Conference of Industrial Hygienists)

Al ser la industria metalmecánica una de las de mayor importancia a nivel nacional, no puede hacer caso omiso de estas regulaciones, por lo que es necesario mantener una vigilancia constante de la calidad del aire que respira el trabajador, principalmente en el área de producción, lugar en donde existe una mayor concentración de gases de soldadura, los cuales en determinadas concentraciones producirán efectos negativos a la salud del trabajador ya sea a corto, mediano o largo plazo.

El objetivo del presente trabajo es evaluar la concentración de una de estas sustancias (el monóxido de carbono) en una forma cuantitativa, para de ese modo tener una visión más clara del estado en que se encuentra la salud del trabajador.

La evaluación se la hizo coincidir en el momento en que se ejecutaban procesos de soldadura, ya que es en este momento en que el trabajador se encuentra mas expuesto al Monóxido de Carbono producto del propio proceso de soldadura

El método utilizado en este estudio fue un monitoreo pasivo de los trabajadores expuestos a dichas substancias mientras realizan sus tareas y de observación directa en cuanto a las condiciones de seguridad, luego se procede a analizar los datos obtenidos, se emite un criterio y se realizan recomendaciones si es que estas fueran necesarias

Problema que se pretende abordar:

Investigar y evaluar la exposición de los trabajadores al Monóxido de Carbono presente en el ambiente durante el proceso de soldadura de una metalmecánica mediante el uso de equipos de medición adecuados y comparando los valores de concentración obtenidos con estándares internacionales

Justificación del estudio:

- Con el fin de reducir las emanaciones posiblemente tóxicas que puedan afectar a los trabajadores de la empresa durante el proceso de soldadura, mejorando de esa forma su calidad de vida
- El medio ambiente de trabajo es uno de los aspectos mas importantes para una empresa que desee mantener un adecuado control de la salud y seguridad de sus trabajadores, manteniendo dentro de los límites permisibles la emisión de sustancias tóxicas al ambiente de trabajo.
- Ambientes de trabajo saludables ayudan a eliminar o disminuir problemas laborales tales como las enfermedades profesionales y accidentes de trabajo dentro de la empresa, lo cual se traduce en una drástica reducción del ausentismo ocasionado por problemas de salud ocupacional, incrementando de este modo la productividad, la competitividad y el nivel de calidad de la empresa.
- Con el fin de dar cumplimiento a las normativa ecuatoriana, la cual en su Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), Libro VI, Anexo IV, establece parámetros de control para el Monóxido de Carbono presente en el medio ambiente de trabajo

- A modo de referencia, en España el número de accidentes con baja en empresas metalmeccánicas es del 5% en relación al sector productivo, esto se traduce en significativas pérdidas económicas causadas por la ausencia del trabajador de su puesto de trabajo.
- Nuestro estudio pretende mejorar los niveles de seguridad y salud en la empresa, lo cual se traduce en una disminución de las pérdidas económicas causadas por las enfermedades profesionales

Objetivos

Objetivo General

Realizar un estudio de la concentración del Monóxido de Carbono emitido durante el proceso de soldadura y determinar si dicha concentración se encuentra en niveles no permitidos para el trabajador.

Objetivos específicos:

- Partiendo de la medición realizada interpretar sus valores y compararlos con la normativa.
- En caso de ser perjudicial la concentración medida, emitir una recomendación para evitar sus efectos

METODOLOGÍA:

Para realizar este estudio los métodos a ser aplicados son:

a) Recolección de datos y muestreo

Se realizaran las mediciones para el número total de trabajadores expuestos durante el proceso de soldadura

b) Interpretación de las mediciones realizadas

Para la interpretación de los valores se compararán los valores medidos con los límites permisibles de acuerdo a norma de la ACGIH, si estos valores se encontraran en un valor superior al permitido, se harán recomendaciones para la disminución de las emanaciones tóxicas al ambiente de trabajo

c) Comparar los datos obtenidos con la normativa legal**d) Emitir un criterio y plantear sugerencias o alternativas de mejoramiento**

ANTECEDENTES

Como primer antecedente podemos nombrar a aquel realizado en diferentes empresas en Finlandia¹, el estudio fue realizado a un total de 1100 muestras, se estima que en ese país hay un total de 1300 trabajadores expuestos al Monóxido de Carbono. Dicho estudio se realizó ubicando el tubo toma muestras en el hombro del trabajador, asegurando de ese modo que la muestra se encuentre lo más cerca posible a la zona de respiración del trabajador, una vez que la muestra es recolectada, se la envía a través de una bomba a la bolsa de muestras, luego de lo cual fue enviada al laboratorio para su análisis. El tiempo de muestreo fue de 2 horas, la concentración de Monóxido de Carbono fue determinada por medio de un analizador de conductividad Wosthoff Ultragas. Además se determinaron los niveles de carboxihemoglobina en un cierto número de trabajadores por medio de espectrofotometría. Los resultados demostraron que existe mayor exposición a Monóxido de Carbono en aquellos trabajadores que laboran en fundiciones de acero y cobre, trabajadores que fuman registraron un mayor índice de carboxihemoglobina en su sangre

En Japón², en el año 2009 se condujo un estudio para determinar si la máscara de soldadura efectivamente protegía al soldador del Monóxido de Carbono emanado durante el proceso de soldadura, para ello se utilizó un muñeco, el cual representaría al soldador. Los puntos de muestra se ubicaron dentro del casco de soldadura y en el hombro derecho del muñeco. Una vez realizadas las mediciones se pudo concluir que la diferencia entre el Monóxido de Carbono existente en el

¹ Matti, Virtamo. Antti, Tossavainen CARBON MONOXIDE IN FOUNDRY AIR

² Jun, Ojima LABORATORY EVALUATION OF CARBON MONOXIDE EXPOSURE IN ARC WELDING

exterior del casco y aquel del interior fue del 23% utilizando una corriente de soldadura de 100 Amperios, reduciéndose este nivel con una corriente de soldadura de 300 Amperios, (solo el 12%).

En Ankara³, Turquía, se desarrollo un estudio para determinar los niveles de Monóxido de Carbono presente en las 7646 cafeterías existentes en la región. Para ello se tomo una muestra representativa de 384 cafeterías. Para la medición se utilizo el equipo de monitoreo Gastech GT-402. La concentración encontrada como promedio fue de 7,4 ppm, sin embargo en un tercio de las cafeterías en donde se realizaron las mediciones la concentración alcanzo 15 ppm

En Estambul⁴, Turquía, se realizo en el 2009 un estudio para determinar la concentración total de ciertos gases en un hospital, entre ellos el Monóxido de Carbono, las mediciones se realizaron a lo largo de la jornada laboral de 8 horas utilizando como equipo detector el monitor IAQ RAE. El equipo fue colocado 1,5 m por encima del piso en la zona de muestreo, las muestras se tomaron por un lapso de 20 días consecutivos. La concentración del Monóxido de Carbono en el área de laboratorio fue mayor que en los otros lugares muestrados sin embargo nunca excedió el nivel crítico de 5 partes por millón. La concentración en el cuarto de espera, sala de geriatría y sala de nefrología nunca excedió el valor de 1 parte por millón

³ Omer Faruk Tekbas, Mahir Gulec, Ersin Odabas, Songul Acar Vaizog Cagatay Guler. DETERMINATION OF CARBON MONOXIDE LEVELS IN COFEE SHOPS IN ANKARA

⁴ Sarper Erdogan, Eray Yurtseven, Ethem Erginoz, Suphi Vehid, Selcuk Koksai, Ayhan Yuceokur. TOTAL VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS CARBON MONOXIDE CARBON DIOXIDE CONCENTRATIONS IN THE HOSPITAL BUILDING OF A MEDICAL FACULTY IN ISTANBUL, TURKEY

En Kuala Lumpur⁵, Malasia, se condujo un estudio en el 2004 en el cual se midió la concentración de Monóxido de Carbono y de Carboxihemoglobina entre operadores de cabinas de peaje, para ello se tomaron 4 muestras durante un lapso de 8 horas espaciadas cada 2 horas entre si. El equipo muestreador fue el Quest EnviroTrack IV, el equipo fue encerrado en un ambiente libre de cualquier tipo de contaminante. Se tomaron muestras de sangre al final de la jornada laboral para determinar la concentración de carboxihemoglobina en el cuerpo. El valor más alto en la jornada de la mañana fue de 61 ppm en el turno de la mañana y de 34 ppm en el turno de la tarde. La concentración máxima de carboxihemoglobina en la sangre fue de 18,4%.

En Manitoba⁶, Canadá, se condujo en 1999 un estudio en 8 diferentes metalmecánicas, en este estudio se evaluó la cantidad de ruido, la concentración de ozono, monóxido de carbono y metales presentes en el aire durante el proceso de soldadura. Para medir el monóxido de carbono se utilizo el equipo Gastech modelo 4700, se ubico el equipo tan cerca como fue posible a la fuente y a la zona de respiración del trabajador. El número de trabajadores muestreados fue de 44, soldadores en su totalidad. La concentración de monóxido de carbono hallada fue menor a 5 partes por millón en la fuente (sitio de soldadura) y de 1 parte por millón en la zona de respiración del soldador.

⁵ Niza S., Jamal H. H, CARBON MONOXIDE EXPOSURE ASSESSMENT AMONG TOLL OPERATORS IN KLANG VALLEY, KUALA LUMPUR, MALAYSIA

⁶ Korczynsky R.E., OCCUPATIONAL HEALTH CONCERNS IN THE WELDING INDUSTRY

Un estudio en diferentes empresas de soldadura en Nueva Zelanda⁷ arrojó una concentración de 1,2 -1,8 partes por millón de monóxido de carbono en la zona de respiración del soldador.

En un estudio similar realizado en diferentes procesos de soldadura en varias empresas de Holanda⁸ se obtuvo un resultado menor a 5 partes por millón, en este caso para monitorear el Monóxido de Carbono se utilizó un equipo detector no dispersivo. Cabe destacar que el resultado obtenido fue el mismo en diversos tipos de soldadura (MIG, MAG, TIG y TAG), sin embargo para un grupo de trabajadores que se encontraban realizando labores en una nave de acero el resultado fue de 12 partes por millón, para un grupo diferente de trabajadores que realizaba labores de soldadura de acero contaminado con aceite el resultado fue de 4-19 partes por millón

DISCUSION

De los estudios realizados podemos observar que la concentración de Monóxido de Carbono en los procesos de soldadura habitualmente no excede las 5 partes por millón, tal como lo demuestran los estudios realizados por Korczynsky, Dryson y Van der Waal.

Korczynsky en su estudio titulado "OCCUPATIONAL HEALTH CONCERNS IN THE WELDING INDUSTRY" nos indica que la instalación de un sistema de

⁷ Dryson, E.W.; Rogers, D.A.: EXPOSURE TO FUMES IN TYPICAL NEW ZEALAND WELDING OPERATIONS

⁸ Van der Wal, J.F.: EXPOSURE OF WELDERS TO FUMES AND GASES IN DUTCH INDUSTRIES:SUMMARY OF RESULTS

ventilación es fundamental para evitar que los humos de soldadura afecten la salud del soldador, del mismo modo indica que los soldadores deberían usar equipos de protección respiratoria en forma provisional hasta la instalación de un adecuado sistema de ventilación. En Talleres Mejía estas condiciones se cumplen parcialmente, ya que únicamente se dispone de ventilación natural, sin embargo los soldadores utilizan adecuadamente el equipo de protección respiratoria.

Virtamo y Tossavainen en su estudio “CARBON MONOXIDE IN FOUNDRY AIR” coinciden con Korcinsky con respecto a la instalación de un sistema de ventilación artificial para reducir la aspiración del Monóxido de Carbono por parte del trabajador. También nos indican que los niveles de carboxihemoglobina en la sangre (indicador biológico de la exposición al Monóxido de Carbono), son mayores en aquellos trabajadores que fuman.

Van de Waal en su estudio titulado “EXPOSURE OF WELDERS TO FUMES AND GASES IN DUTCH INDUSTRIES: SUMMARY OF RESULTS”, manifiesta que en aquellos trabajos de soldadura en donde no existe un sistema de ventilación adecuado, se obtienen valores de concentración de gases muy próximos a los Valores Limite de Exposición (TLV), siendo la excepción los procesos de soldadura de arco fundido y soldadura TIG

CAPITULO I

PRESENTACION DE LA EMPRESA TALLERES MEJIA

1.1 La empresa⁹

Talleres Mejía se crea para satisfacer la demanda en el sector industrial, teniendo como principal rubro la fabricación de maquinaria Industrial, para la construcción, Fundición de Acero normal, Acero inoxidable, Hierro Gris, Aluminio, Bronce; y Herramientas para la Mecánica.

La empresa "Talleres Mejía", es una empresa familiar perteneciente al sector de la pequeña industria metalmeccánica, localizada en la ciudad de Cuenca. Se formó bajo la figura de persona natural con nombre comercial, en el año de 1996 como resultado de la división de una empresa formada por un grupo de talleres que llevaba el mismo nombre, fundada en la década de los sesenta por el Sr. Rosendo Mejía. La empresa fue pionera en la región austral del país en el campo de la fabricación de máquinas-herramientas. Desde aquella época hasta su separación, el entonces grupo "Talleres Mejía" experimentó un notable crecimiento, que le permitió expandir su oferta inicial de trapiches a una amplia gama de máquinas industriales como aserraderos, cepilladoras, machimbradoras, tupíes, canteadoras, perforadoras, amasadoras, mezcladoras de alimentos, molinos, bloqueras y hornos de fundición.

⁹ MEJIA QUEZADA, Jorge; SAETAMA GUALLPA, Omar. *Rediseño de los procesos de producción de la Empresa Talleres Mejía*. [Tesis de pregrado] . Cuenca, Ecuador Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ingenierías. Carrera de Ingeniería Industrial. 2007. 180 p .

Lo que en la actualidad es "Talleres Mejía" opera en un área aproximada de 1175 m², localizada en la Calle Turuhuaico s/n y Av. Gil Ramírez Dávalos, donde 890 m² corresponden al taller industrial y 285 m² a las oficinas administrativas. Estas instalaciones cuentan con todos los servicios básicos. La totalidad de la propiedad de la empresa se encuentra en poder la familia Mejía-Quezada.

Al inicio la empresa se quedó con parte del mercado que pertenecía al antiguo "Talleres Mejía", pero posteriormente fue desarrollando un mercado propio como resultado de la segmentación de actividades. La actividad económica principal de la empresa, se concentra en la fabricación de máquinas-herramientas para el sector de la construcción, sector de la pequeña industria y sector agrícola, que son vendidas a todas las regiones del Ecuador. Además ocasionalmente presta los servicios de diseño, reparación y mantenimiento de maquinaria industrial.

"Talleres Mejía" siempre ha recibido el reconocimiento de los gobiernos seccionales, ingenieros civiles, industriales y agricultores por la calidad y garantía ofrecidas en todos sus productos. Esta ventaja competitiva es la que ha permitido a la empresa mantener una demanda relativamente estable durante todos sus años de existencia, a pesar de que no se realizan actividades de publicidad o promoción.

1.2 Mision¹⁰

Desde sus inicios la misión de Talleres Mejía ha sido la de suministrar y fabricar piezas, repuestos y accesorios metalmecánicos de optima calidad y precisión para la Industria en general usando para ello la mejor materia prima, herramientas

¹⁰. Fuente: Talleres Mejía

y equipos: así como también intercambiar y aportar conocimientos profesionales y técnicos a fin de garantizar los mejores resultados en el desarrollo de cada actividad; diferenciándose fuertemente en la capacidad de innovación y entregando servicios que aportan valor agregado solucionando de esta manera, los requerimientos y necesidades de los clientes de una manera eficaz.

1.3 Vision¹¹

Ser una empresa líder en el área metalmecánica en términos de: productividad, actualización, tecnología de equipos para fabricación de piezas mecánicas que mantengan e impulsen al desarrollo del sector industrial de la región y del país, siendo apoyo tecnológico de nuestros clientes, garantizando el buen funcionamiento de sus procesos productivos

1.4 Política de calidad¹²

Talleres Mejia apoyada en su misión de brindar soluciones a las necesidades del sector industrial, se compromete a proporcionar a sus clientes productos y servicios de conformidad con los requisitos contractuales, legales y reglamentarios aplicables, buscando siempre satisfacer sus necesidades y expectativas.

¹¹ Fuente: Talleres Mejia

¹² idem

La empresa basa su competencia en la calidad, por lo cual cada trabajador debe ser consciente que es responsable de la misma y realizar sus actividades de acuerdo con el Sistema de Gestión de la Calidad establecido.

Se propenderá por el mejoramiento continuo de los procesos, así como por la satisfacción de los clientes, tanto externos como internos, y demás partes interesadas

1.5 Organización Administrativa¹³

La empresa cuenta con una fuerza laboral de 17 personas: 3 empleados, 1 jefe de taller y 13 trabajadores de planta. Se encuentra organizada de tal manera que la Gerencia General tiene influencia directa sobre todas las demás funciones tanto técnicas como administrativas. A continuación se describen las actividades de cada una de ellas:

Gerencia General: Responsable de la dirección total y la toma de decisiones en la empresa. Entre sus principales funciones están:

- Fijar la política de precios, créditos y descuentos.
- Tomar las órdenes de trabajo y realizar el seguimiento de las mismas.
- Coordinar las actividades diarias con el Jefe de Taller
- Controla el flujo de dinero: compras, pagos a proveedores, contratistas, trabajadores, planillas de servicios, cobranzas, etc.

¹³ MEJIA QUEZADA, Jorge; SAETAMA GUALLPA, Omar. *Rediseño de los procesos de producción de la Empresa Talleres Mejía*. [Tesis de pregrado] . Cuenca, Ecuador Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ingenierías. Carrera de Ingeniería Industrial. 2007. 180 p

Asistencia Administrativa: Realiza la atención a clientes en la oficina y apoya las funciones de la gerencia general en tareas administrativas de manejo de caja chica, digitación de textos, registro, seguimiento y archivo de documentos.

Taller: Es responsable de ejecutar los procesos de construcción de los productos especificados en las órdenes de trabajo. Aquí trabajan 4 operadores de máquinas herramientas, 5 soldadores y 4 ayudantes. Se encuentra dirigido por el Jefe de Taller, quien cumple con las siguientes funciones:

- Diseño de productos y planes de producción
- Asignar, coordinar, controlar y supervisar los procesos de producción.
- Organizar e impartir órdenes al personal encargado de cada proceso.
- Realizar seguimientos a los planes de trabajo, métodos y tiempos de ejecución.
- Supervisar el funcionamiento y mantenimiento de máquinas y equipos.
- Realizar inspecciones de calidad.
- Informar de las actividades del Taller al Gerente General.

Mensajería: Cuenta con un vehículo para realizar compras de materiales, envíos, retiros y depósitos de dinero, entregas de productos y todas las demás actividades necesarias para la empresa fuera del taller.

Contabilidad: En esta función un contador externo se encarga de realizar las declaraciones mensuales de compras y ventas, así como el cálculo del impuesto a la renta al final de cada ejercicio fiscal.

Portería: Realiza el cuidado del taller por las noches

1.5.1 Produccion y Operaciones

Logística Interna

La materia prima es adquirida a proveedores locales, que mantienen un nivel de calidad y precios similares, lo cual facilita el aprovisionamiento durante todo el año; los motores son adquiridos a dos proveedores de la ciudad de Guayaquil. En general, no han existido problemas de cantidad, ni de cumplimiento en la entrega, ya que todos los proveedores mantienen un stock permanente, debido a que sus productos son utilizados por muchas empresas de la rama industrial.

La compra de materia prima se basa en los pedidos y en la experiencia de la Gerencia General para establecer la cantidad y el tipo de materiales requerido, tratando de mantener un bajo nivel de inventario almacenado, con el fin de minimizar el costo financiero.

Para el almacenamiento de materia prima existe un espacio definido dentro del taller que no representa un costo significativo para la empresa. El espacio destinado para los desperdicios, que constituye una fuente pequeña de abastecimiento de materiales, ocupa un área considerable, la cual puede ser reorganizada para crear o ampliar puestos de trabajo.

1.5.2 Distribución de Planta

La empresa utiliza la distribución de planta orientada al proceso, en la cual se agrupan en una misma área las personas y el equipo que realizan funciones similares:

- a) Preparación de Materia Prima
- b) Construcción

c) Acabado

La producción se realiza en bajos volúmenes de producción y se programa de acuerdo a los pedidos. Los procesos son intermitentes y están guiados por órdenes de trabajo individuales.

Características del producto: producto variado, flexible y personalizado de acuerdo a especificaciones del cliente.

Flujo del producto: flujo diversificado, ya que cada producto requiere una secuencia de operaciones única.

Calificación de los trabajadores: la empresa cuenta con operarios cualificados con habilidades y destrezas que les permite ejecutar diversas tareas.

Utilización del Espacio: el ritmo de producción por unidad de espacio es relativamente bajo debido a los volúmenes de producción. Existen altos requerimientos de trabajos en proceso.

Tiempos de Procesos: la complejidad de los procesos implica tiempos de ejecución prolongados en todos los productos y por ende tiempos de entrega que oscilan entre 8 y 30 días, dependiendo del producto que se esté fabricando.

Las ventajas de la distribución por proceso son: flexibilidad en el proceso vía versatilidad de equipos y personal calificado, menores inversiones en equipo, mayor fiabilidad. La diversidad de tareas asignadas a los trabajadores contribuye a reducir la insatisfacción y desmotivación de la mano de obra.

Los inconvenientes que presentan son: baja eficiencia en el manejo de materiales, elevados tiempos de ejecución, dificultad de planificar y controlar la producción, costo por unidad de producto más elevado y baja productividad

CAPITULO II

HIGIENE INDUSTRIAL¹⁴

2.1 Concepto y funciones de la Higiene Industrial

Según la American Industrial Hygienist Association (AIHA), la Higiene Industrial es la “ciencia y arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones emanados o provocados por el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades, destruir la salud y el bienestar o crear algún malestar significativo entre los trabajadores o los ciudadanos de la comunidad”

También suele definirse como una Técnica no médica de prevención que actúa frente a los contaminantes ambientales derivados del trabajo, con el objeto de prevenir las enfermedades profesionales de los individuos expuestos a ellos.

El objetivo fundamental de la Higiene del Trabajo está enmarcado dentro de la propia definición como “Prevención de las Enfermedades Profesionales”. Para conseguir dicho objetivo basa su función sobre las funciones de Reconocimiento, Evaluación y Control de los factores ambientales del trabajo:

- 1) **Reconocimiento** o análisis de las condiciones de trabajo y de los factores contaminantes y de los efectos que producen sobre el hombre y su bienestar
- 2) **Evaluación** basados en la experiencia y la ayuda de técnicas de medida cuantitativas de los datos obtenidos en los análisis frente a los valores

¹⁴ CORTEZ DIAZ, Jose Maria; *Seguridad e Higiene del Trabajo-Tecnicas de Prevencion de Riesgos Laborales*. Madrid: Tobar S.A,2007, 844p.

estándar que se consideran aceptables para que la mayoría de los trabajadores expuestos no contraigan una enfermedad profesional.

- 3) **Control** de las condiciones no higiénicas, utilizando los métodos adecuados para eliminar las causas de riesgo y reducir las concentraciones de los contaminantes a límites soportables por el hombre.

De las definiciones expuestas se deduce que la Higiene Industrial o Higiene del Trabajo es la técnica encargada de mantener el equilibrio y bienestar físico de la salud, actuando para ello sobre el ambiente de trabajo como medida de prevención de las enfermedades profesionales.

Esta labor deberá completarse con la intervención de la Medicina del Trabajo, tanto en su fase preventiva (tratamientos preventivos, selección de personal, educación sanitaria, etc) como en su fase de curación de la enfermedad.

2.2 Ramas de la Higiene Industrial

Para cumplir con los fines establecidos dentro de la Higiene Industrial, se distinguen 3 ramas fundamentales: Higiene Teórica, Higiene Analítica e Higiene de Campo. Por las funciones que compete a cada rama para la resolución del problema se precisa la actuación conjunta de cada una de ellas, ya que se encuentran íntimamente ligadas como se ve en el siguiente esquema:

Grafico 2.1

Higiene Teórica

Es la rama de la Higiene del Trabajo que se encarga del estudio de los contaminantes y su relación con el hombre, a través de estudios epidemiológicos y experimentación humana o animal, con el objeto de estudiar las relaciones dosis-respuesta o contaminante-tiempo de exposición-hombre y establecer unos valores estándar de concentración de sustancias en el ambiente y unos períodos de exposición a los cuales la mayoría de los trabajadores pueden estar repetidamente expuestos sin que se produzcan efectos perjudiciales para la salud.

Esta rama de la Higiene del Trabajo constituye la base de ésta, al establecer las condiciones y los valores de concentración a los que la mayoría de los trabajadores podrán estar expuestos sin riesgo para su salud.

Para la fijación de los valores estándar la Higiene Teórica actúa en dos niveles de experimentación:

- **Nivel de laboratorio:** consiste en someter seres vivos a los efectos del contaminante que se estudia y determinar las alteraciones funcionales que experimentan, para posteriormente extrapolar estos resultados y poderlos aplicar al hombre.

- **Nivel de campo:** consiste en la recogida de información suministrada sobre los compuestos que se manipulan en los procesos industriales. Esta información, obtenida a nivel de laboratorio mediante técnicas higiénicas o médicas, sirve de alerta frente a nuevos contaminantes o ante la sospecha de que pueden ser generadores o potenciadores de una determinada dolencia, estableciendo un primer valor de referencia que habrá de ser contrastado posteriormente.

Funciones y Definición

Es conocido el peligro que para la salud del trabajador puede suponer todo proceso industrial agravado, aún más en nuestros días, por el continuo avance tecnológico y por la aparición de nuevas tecnologías y materiales que provocan en el ambiente la aparición de un cada vez más elevado número de sustancias tóxicas, elevación de los niveles de ruido, presencia de radiaciones o condiciones externas de presión, humedad, temperatura, etc.

Conscientes de la imposibilidad de eliminar totalmente los agentes potencialmente peligrosos en el ambiente laboral, sólo cabe la posibilidad de estudiar y definir para cada contaminante aquellos niveles de concentración que no producen alteraciones importantes para la salud de los trabajadores expuestos, de cuya función se encarga la Higiene Teórica.

La Higiene Teórica constituye la rama de la Higiene del Trabajo dedicada al estudio de los contaminantes y su relación con el hombre a través de estudios epidemiológicos y experimentación humana o animal, con objeto de analizar las relaciones dosis de contaminante-respuesta humana, y establecer los estándares de concentración de agentes en el ambiente y los periodos de exposición, a los cuales la mayoría de los

trabajadores pueden estar repetidamente expuestos sin que se produzcan efectos perjudiciales para su salud.

El conocimiento de la cantidad de contaminante o concentración existente en un medio laboral, unido al tiempo de exposición al mismo, permitirá (por comparación con los valores estándar suministrados por la Higiene Teórica), evaluar el riesgo higiénico existente en un determinado puesto de trabajo.

Higiene Analítica

Es la rama de la Higiene del Trabajo que realiza la investigación y análisis cualitativo y cuantitativo de los contaminantes presentes en el ambiente de trabajo, en estrecha relación y colaboración con las restantes ramas, permitiendo evaluar la magnitud del riesgo higiénico.

Funciones y definición

Son funciones de la Higiene Analítica:

- Análisis de materias primas u otros productos que puedan ser focos de contaminación.
- Análisis de los agentes químicos presentes en el ambiente laboral.
- Análisis de los contaminantes presentes en fluidos biológicos de personas expuestas a ellos.
- Investigación dirigida a obtener nuevos métodos analíticos, a mejorar los ya existentes y a estudiar los efectos toxicológicos que puedan producir diversos contaminantes químicos sobre animales experimentales o tejidos biológicos.

Debido a que las cantidades de contaminantes en el ambiente laboral son pequeñas, las técnicas usadas en los análisis en esta rama de la Higiene han de ser muy sensibles, operándose frecuentemente dentro de la escala «micro».

Aunque la Higiene Analítica es una simple aplicación del análisis químico sus peculiaridades han hecho de ella una auténtica especialidad, ya que:

- Los contaminantes son sustancias de naturaleza química muy variada desde simples elementos químicos a compuestos o mezclas muy complejas en estado sólido, líquido o gaseoso.
- Normalmente se encuentran dispersos en el aire y en proporciones muy pequeñas.
- Pueden presentarse aislados o en mezclas con sustancias que a veces potencian sus efectos.
- Si bien los análisis son siempre cuantitativos, en muchos casos previamente se requiere el análisis cualitativo de la muestra.
- En ocasiones, los contaminantes o los derivados metabólicos que producen en el organismo humano, hay que determinarlos en fluidos biológicos o tejidos animales.
- Los análisis se realizan sobre materias primas o productos industriales muy diversos (disolventes, pinturas, resinas, colas, plásticos, detergentes, plastificantes, aglomerantes, pesticidas, minerales y rocas, colorantes, tejidos y fibras) por lo que resultan ser muy variados

Niveles de actuación

La actuación de la Higiene Analítica se centra en dos niveles: nivel de campo y nivel de laboratorio.

La actuación a nivel de laboratorio constituye su campo preferente centrado en los análisis químicos realizados en los laboratorios de Higiene Analítica en los que fundamentalmente se lleva a cabo:

Análisis preparatorio: cuya misión es la preparación de las muestras dirigidos a aumentar la sensibilidad de las distintas técnicas, ya que las cantidades de muestras disponibles suelen ser mínimas, la realización de análisis por métodos químicos clásicos, bien sea por vía húmeda (volumetría, gravimetría, etc.) o por vía seca (ensayos a la llama, pérdidas por calor, etc.) y la determinación de constantes físicas (puntos de ebullición, fusión, inflamación)

Análisis instrumental: cuya misión es la aplicación de las técnicas físico-químicas al análisis de muestras, fundamentalmente técnicas cromatográficas, espectrométricas y microscópicas (óptica y electrónica).

Análisis preparatorio

Generalmente las muestras que llegan al laboratorio suelen ser muestras ambientales, sin descontar muestras biológicas o de materias primas.

Esto se debe a que los contaminantes llegan al hombre generalmente por vía respiratoria, al encontrarse en el aire en forma de gases o vapores, líquidos o sólidos en estado particulado

Análisis instrumental

Por análisis instrumental se entiende aquellos procedimientos cuantitativos en los que intervienen equipos que requieran de una especialización del analista, tanto en

el manejo del aparato como en la interpretación de los datos obtenidos

Las características generales de este tipo de análisis son:

- Gran sensibilidad, ya que las cantidades de muestras generalmente pasan el miligramo.
- Rapidez y seguridad en los resultados muy superiores a los obtenidos con métodos clásicos.
- Costo elevado de los equipos y mantenimiento. Necesidad de preparación previa de las muestras.
- Utilización de técnicas muy particulares dependiendo de la naturaleza de las muestras, información que se desee obtener, exactitud de los resultados y posibles interferencias

Higiene de Campo

Funciones y definición

Esta rama de la Higiene del Trabajo se ocupa del estudio y reconocimiento de los contaminantes y condiciones de trabajo, identificando los peligros para la salud. Evaluando los riesgos higiénicos y sus posibles causas y adoptando las medidas necesarias para su control

Para la realización de esta función el experto en Higiene de Campo utiliza como instrumento de trabajo la encuesta higiénica. Para su realización precisa de la información suministrada por la propia empresa y de los trabajadores afectado, documentación apropiada, instrumental de campo previamente calibrado, laboratorios de higiene analítica y una gran experiencia que le permita, a partir de sus conocimientos técnicos, aplicar con la debida precaución a los valores obtenidos, los criterios higiénicos previamente adoptados.

La Higiene de Campo, junto a la denominada Higiene Operativa, constituyen el verdadero campo de actuación del higienista del trabajo.

Higiene Operativa

Control del riesgo

Así como las restantes funciones de la Higiene del Trabajo pueden ser desempeñadas por diferentes profesionales (ingenieros, químicos, físicos, biológicos, médicos, etc.), la Higiene Operativa constituye una verdadera rama de la ingeniería, por lo que también recibe el nombre de Ingeniería Higiénica.

Para poder conseguir la eliminación del riesgo higiénico, la Higiene Operativa debe actuar sobre los diferentes factores que intervienen en el proceso:

- Foco emisor del contaminante.
- Medio de difusión del contaminante.
- Trabajadores expuestos

Table 1

Tabla 2.1

SISTEMAS DE CONTROL DEL RIESGO HIGIÉNICO	
RIESGO HIGIÉNICO	SISTEMAS DE CONTROL
FOCO EMISOR DEL CONTAMINANTE	Sustitución de productos//Modificación del proceso. Encerramiento o aislamiento del proceso. Métodos húmedos.

	Mantenimiento adecuado y oportuno. Selección de equipos y diseños adecuados.
MEDIO DE DIFUSION	Limpieza. Ventilación por dilución. Aumento distancia foco-receptor. Sistema de alarma. Mantenimiento.
TRABAJADORES EXPUESTOS	Formación, información y adiestramiento. Rotación de personal. Encerramiento del trabajador. Control y reconocimientos Médicos preventivos. Protección individual.

De todas las medidas expuestas, las más eficaces desde el punto Higiene del Trabajo son las que actúan sobre el foco emisor del contaminante actuando sobre el medio difusor cuando no ha sido posible la eliminación en el (o por último, sólo sobre los trabajadores expuestos cuando no ha sido posible actuar sobre los anteriores estadios o como medida complementaria de otras medidas adoptadas.

El objetivo de la Higiene Operativa se centra en la eliminación o reducción del grado de contaminación existente en el ambiente de trabajo hasta los valores de referencia suministrados por la Higiene Teórica, utilizando para ello los conocimientos de la ingeniería.

2.3 El Higienista Industrial

Son muchos los técnicos, químicos, físicos, biólogos o médicos que gozan de una formación en esta materia, generalmente adquirida directa o indirectamente de centros estadounidenses, y que disponen de los conocimientos necesarios para poder desempeñar esta función en la administración, empresas, mutuas de accidentes

Según la American Industrial Hygienist Association (A.I.H.A) el higienista industrial es «una persona que, teniendo estudios universitarios, preferentemente licenciado en ingeniería, química, física, medicina o ciencias biológicas, por especiales estudios y entrenamiento ha adquirido competencia en Higiene del Trabajo a fin de capacitarlo para desempeñar las funciones propias de esta ciencia:

- Reconocer los factores ambientales y comprender sus efectos sobre el hombre y su salud.
- Evaluar los riesgos derivados de los factores ambientales.
- Controlar los riesgos adoptando los métodos adecuados para su eliminación o reducción

Table 2

Tabla 2.2

TIPOS DE ENCUESTAS HIGIENICAS	
POR SU APLICACIÓN	<p>De Higiene Analítica: Permite la confirmación de enfermedades profesionales estudiar nuevos riesgos, etc.</p> <p>De Higiene Teórica: Permite la fijación de nuevos valores límites de concentración y la actualización de los establecidos.</p> <p>De Higiene Operativa: Permite la aplicación de medidas de control y seguimiento de su grado de efectividad.</p> <p>De Higiene de Campo: Permite el análisis de los riesgos y su valoración.</p>
POR SU REPETITIVIDAD	<p>Esporádicas: Realizadas de forma aislada.</p> <p>Sucesivas: Realizadas de forma periódica.</p>
POR SU ALCANCE	<p>Monofásicas, específicas o concretas: Referidas a un determinado riesgo.</p>

	Multifásicas, inespecíficas o generales: Referidas a cualquier tipo de riesgo higiénico existente.
POR LA ENTIDAD QUE REALIZA	Organismos Oficiales, Empresas, Mutuas, Servicios de Prevención u otras entidades privadas.
POR SU AMPLITUD	Completa: Aplicada a toda la empresa. Parcial: Aplicada a un determinado proceso o puesto de trabajo.
POR SU DIFICULTAD	A distancia: Son más bien fichas higiénicas o cuestionarios remitidos por correo con sólo efecto Informativo. Previas: Realizadas por el higienista utilizando sólo su experiencia. Completas: Constituye la verdadera encuesta higiénica.

Planteamiento de la encuesta higiénica

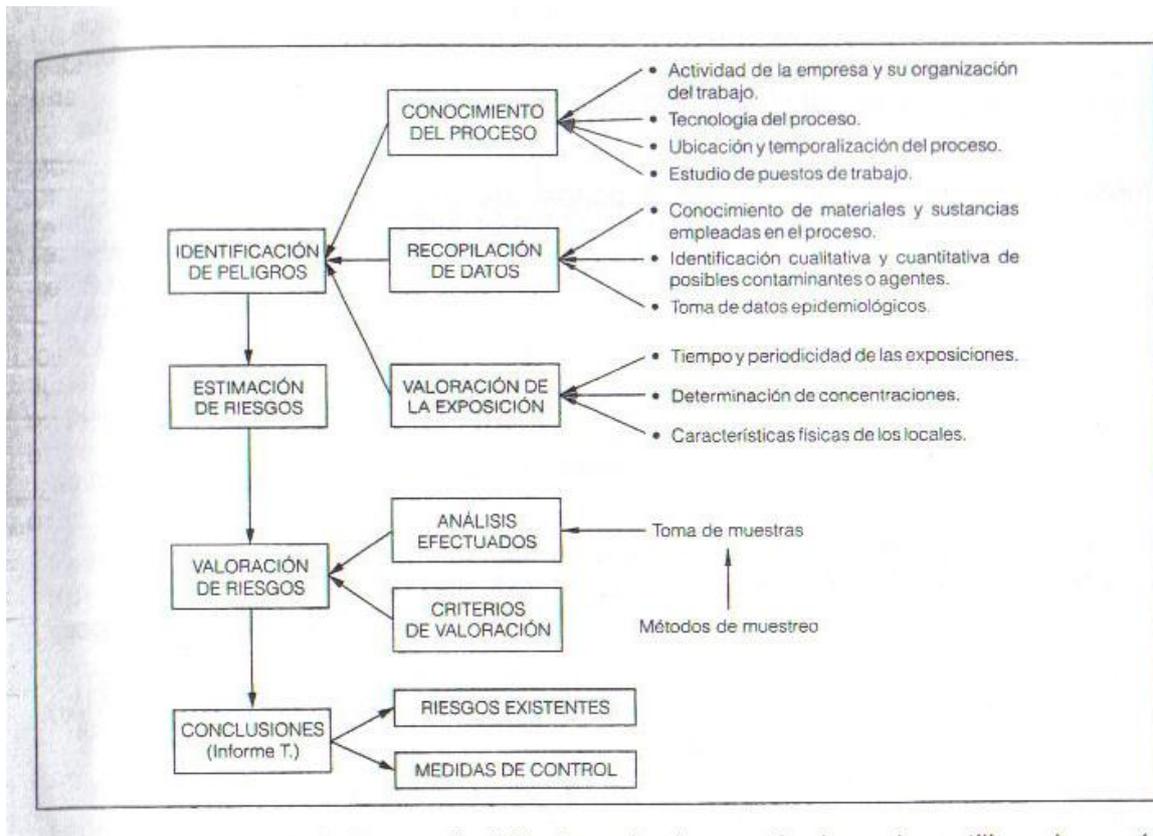
Para realizar la encuesta higiénica de una forma metodológica, se deberán seguir las etapas que se muestran en el esquema siguiente:

Aunque se considera que el desarrollo del planteamiento expuesto escapa de los objetivos marcados, se ha querido dejar constancia de la complejidad del problema higiénico a fin de evitar que, a la vista de los conocimientos teóricos expuestos, se pretenda adoptar en algún caso un tratamiento simplista del mismo que podría conducir a adoptar soluciones incorrectas en uno u otro sentido.

Toma de muestras

Si bien para adquirir la técnica de la toma de muestras de los contaminantes se precisa de una gran experiencia por parte del higienista se expondrán brevemente las ideas generales que deben tenerse en cuenta.

Grafico 2.2



En primer lugar, habría que decidir el grado de exactitud preciso, utilizando según el caso los «métodos orientativos», generalmente con instrumentos de lectura directa, o los «métodos de precisión» que requieren por el contrario la elaboración de toda una estrategia de muestreo, comprendiendo la elaboración de un gráfico con los tiempos de cada tarea del puesto de trabajo y sus tiempos de descanso, contaminantes presentes en cada tarea, criterios higiénicos adoptados, métodos de muestreo a utilizar y decidir y anotar en el gráfico los momentos y tiempos de muestreo.

En el siguiente cuadro se indican los métodos de muestreo más utilizados según el tipo de contaminante químico existente en el ambiente de trabajo

Table 3

Tabla 2.3

METODOS DE CAPTACION O TOMA DE MUESTRAS DE LOS CONTAMINANTES O AGENTES QUIMICOS		
GASES Y VAPORES	Tubos reactivos específicos o colorimétricos de carbon activo o gel de sílice, con aspiración de aire contaminado mediante bombas	
	Aparatos de lectura directa	
	Impingers (frascos borboteadores)	
HUMOS Y NIEBLAS	Filtros	
	Impingers	
	Aparatos de lectura directa	
POLVOS Y FIBRAS	POLVO TOTAL	Conimetro
		Filtros
		Impingers
	POLVO RESPIRABLE	Ciclones
		Decantadores

A continuación se aclaran algunos conceptos introducidos que como el de «polvo respirable», permitirá una mejor comprensión del problema higiénico causado por este tipo de agente.

Según su composición, el tipo de polvo, ya definido en temas anteriores se puede clasificar de la siguiente forma:

- **Polvo neuromoconiótico:** sus efectos dependen de su fracción respirable (sílice)
- **Polvo tóxico:** sus efectos dependen de la cantidad total de polvo suspendido
- **Polvo inerte:** no contiene ningún compuesto tóxico y los productos neuromoconióticos están en porcentaje inferior al 1%. La ACGIH los denomina PNCOF (partículas no clasificadas de otras formas) a las que le asigna un TLV¹⁵ de 10mg/m³ de polvo total no conteniendo amianto y menos del 1% de sílice cristalina.

¹⁵ TLV: Treshold Limit Value, Valor límite de exposición para un determinado contaminante TLVS, VALORES LIMITES PARA SUSTANCIAS QUIMICAS Y AGENTES FISICOS Y BEIS INDICES BIOLOGICOS DE EXPOSICION PARA EL 2000. España, 2000.

- **Fibras:** son aquellas partículas cuya longitud es superior a 10 veces su diámetro medio(algodón, cáñamo, amianto, etc.).

Por «fracción respirable» se entiende la parte de polvo total suspendida en el aire que alcanza, por su pequeño tamaño, los alvéolos pulmonares depositándose en ellos. El resto, es retenido por las mucosas del aparato respiratorio o sedimentan por gravedad.

En el siguiente cuadro se indican los porcentajes de fracción de masa de partículas respirables, con relación al polvo total suspendido en el aire, dependiendo de su diámetro aerodinámico según la ACGIH.

Table 4

Tabla 2.4

DIAMETRO AERODINAMICO DE LA PARTICULA	MASA DE PARTICULAS RESPIRABLES (RPM) %
0	100
1	97
2	91
3	74
4	50
5	30
6	17
7	9
8	5
9	1

Así, en el caso de la contaminación por polvo, la determinación del riesgo higiénico viene dada por los siguientes factores:

- Composición química del polvo.
- Tamaño de las partículas.
- Concentración en el aire.
- Tiempo de exposición.

”

En vista de lo expuesto conviene señalar que el muestreo deberá realizarse de forma selectiva dependiendo del tamaño de la partícula o tipo de polvo- «polvo total» o «polvo respirable, Los valores de los TLVs vienen expresados como polvo total, salvo que se indique expresamente como «polvo respirable».

2.4 Control de los contaminantes

Ventilación

La ventilación constituye uno de los métodos preventivos más eficaces utilizados por el higienista industrial, ya que consiste en la eliminación del aire contaminado de un puesto de trabajo mediante la sustitución por aire fresco

Se distinguen dos tipos de ventilación: por "dilución" y "local" Con la primera se pretende la reducción de la concentración del contaminante en el lugar de trabajo, mientras que el objetivo de la segunda es el de captar el contaminante mediante una corriente de aire que es transportada hacia una campana o cubierta que permite su expulsión a la atmósfera, previamente filtrado, sin llegar a contaminar el lugar de trabajo.

a) Ventilación general

Este sistema de ventilación es utilizado para mantener un microclima confortable, empleando aire refrigerado en verano y calentado en invierno, , como para mantener las concentraciones de los contaminantes por debajo de los valores límites permisibles.

Este sistema Sólo resulta práctico cuando el contaminante no es demasiado tóxico y su emisión es uniforme y está localizada durante el proceso, como ocurre en determinadas operaciones Industriales

Para calcular el volumen de aire necesario para la dilución de los contaminantes se utilizan las expresiones:

$$Q = 1000 \frac{PK}{TLV} \quad \text{o} \quad Q = 24400 \frac{PK}{P_m TLV}$$

Según si el TLV se expresa en mg/m^3 o en partes por millón, siendo

Q= Caudal de aire necesario en m^3/hora (25°C y 760 mmHg) para disolver el contaminante

P= Peso del contaminante generado en gr/hora

P_m =Peso molecular del contaminante

K= Coeficiente de seguridad (4-10). Se determina teniendo en cuenta los conceptos que figuran en la tabla que se adjunta

Si sustituimos en la expresión anterior $P=Vd$, siendo

V= Volumen del contaminante evaporado en lt/hora

d= Densidad en kg/dm^3

resulta la expresión simplificada

$$Q = \frac{24Vd10^6}{P_m TLV} K$$

Cuando existe mas de un contaminante se calcula el caudal necesario para diluir cada uno de ellos y se suman si sus efectos son aditivos. Si sus efectos son independientes se adoptará el mayor valor de Q obtenido

Table 5

Tabla 2.5

COEFICIENTE DE SEGURIDAD			
Peligrosidad del contaminante	K1	Distancia al foco	K2
TLV > 500 ppm	Irregular	Cerca de la ventilación	1
TLV de 100 a 500 ppm	2	Mediana de la ventilación	2
TLV < 100 ppm	3	Lejos de la ventilación	3

Evolución del contaminante	K3	Efectividad	K4
Regular	1	Buena	1
Irregular	2	Mediana	2

Para realizar la ventilación por dilución se debe seguir el siguiente orden:

- a) Determinar la cantidad de aire necesaria para la dilución del contaminante
- b) Situar las bocas de aspiración, si es posible, próximas a los focos de contaminación
- c) Situar la aspiración y suministro de aire de forma que todo el aire empleado pase a través de la zona contaminada
- d) Reemplazar el aire extraído por aire puro, acondicionado si es posible, mediante ventiladores apropiados
- e) Si es posible utilizar un sistema combinado de impulsión y extracción
- f) Deberá evitarse la proximidad de las bocas de entrada y de salida para evitar la recirculación del aire contaminado

En el siguiente cuadro se señalan diferentes formas de localización de ventiladores y de entradas de aire utilizadas en ventilación por dilución indicando la efectividad de cada una de ellas.

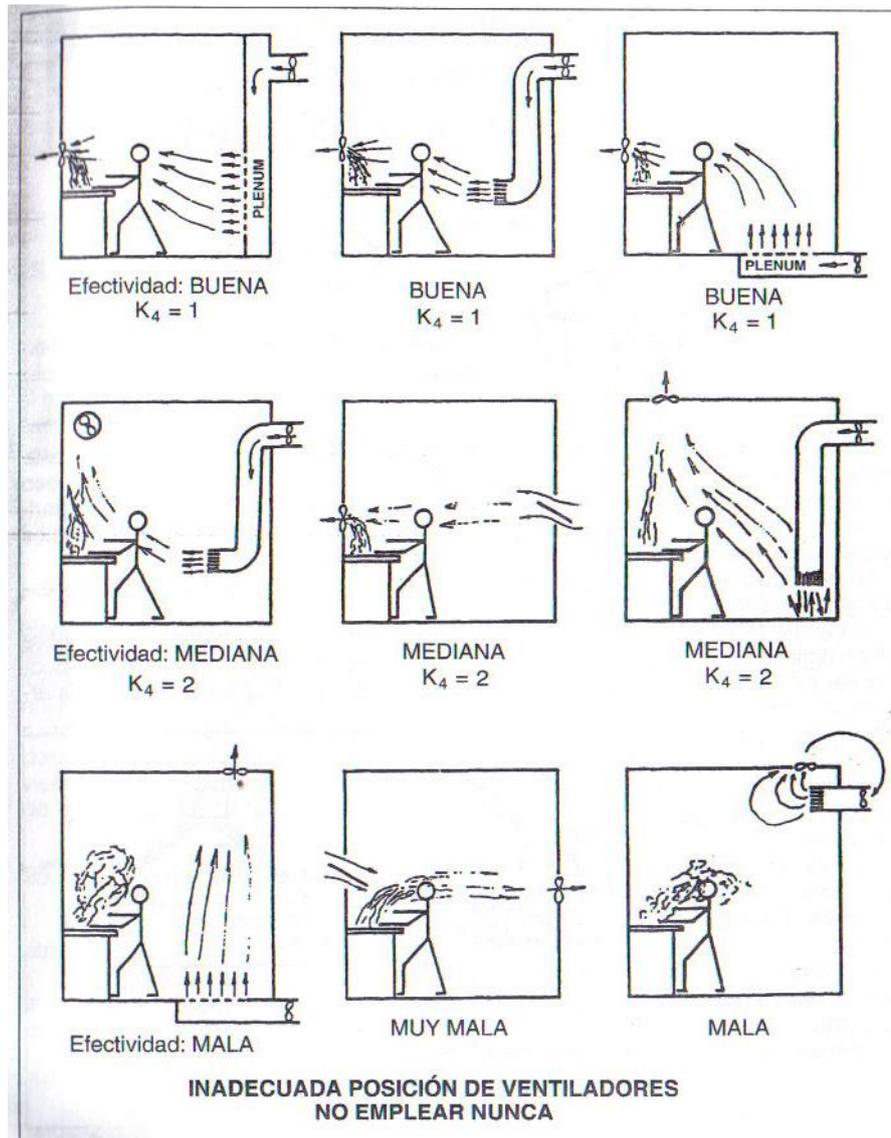


Grafico 2.3

b) Ventilación local

El sistema de ventilación local o por extracción localizada es el más utilizado para controlar el contaminante en el foco productor, siendo exigida su implantación por la legislación en la mayoría de los casos.

Los volúmenes que se requieren son mucho menores, ya que capturan al contaminante en la zona próxima a su emisión y su ventaja radica en su eficacia al evitar la difusión del contaminante en el ambiente.

Este sistema de ventilación resuelve la mayoría de los problemas higiénicos por graves que sean.

En todo sistema de extracción localizada se distinguen los siguientes elementos: campana, conductos, ventiladores y generalmente dispositivo purificador del aire.

Elementos de un sistema de extracción localizada

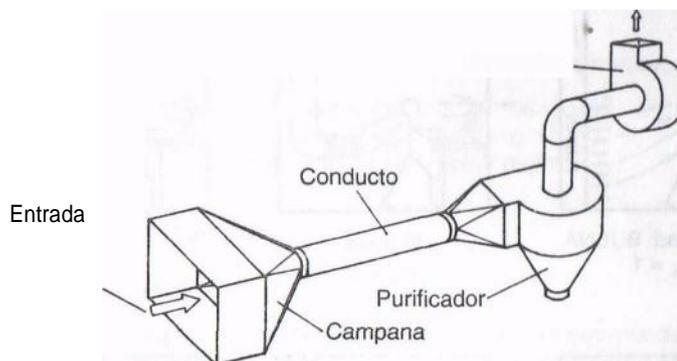


Grafico 2.4

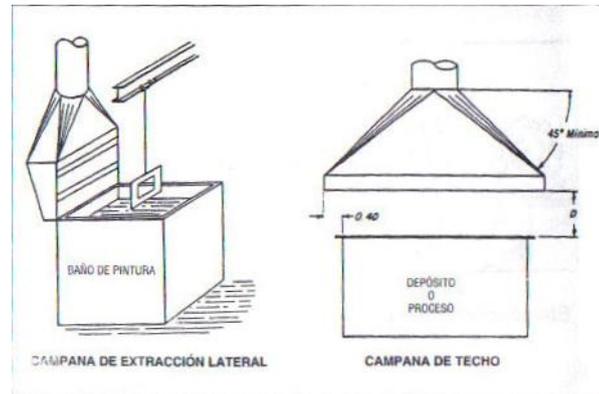
Las campanas (de techo, de extracción lateral, en forma de cabina, de corriente descendente, etc.) deben estar diseñadas de forma que no perturben ni el proceso de fabricación ni las tareas del trabajador, existiendo numerosos diseños estandarizados en la bibliografía especializada donde además se facilitan fórmulas simples para su dimensionado.

En las siguientes figuras se representan algunos ejemplos de campanas de extracción lateral y de techo.

La campana de *techo* es la más utilizada y consiste en una bóveda situada sobre el foco emisor de forma que los contaminantes sean eliminados a través del conducto extractor.

No se utilizan cuando el material es tóxico y el trabajador debe inclinarse sobre el foco o proceso contaminante.

Grafico 2.5



Las campanas en *forma de cabina* son generalmente de grandes dimensiones y en su interior se efectúan las operaciones contaminantes (cabina de pintura).

La campana de *extracción lateral* es utilizada para la aspiración de tanques de superficie abierta (galvanoplastia, pintura, etc).

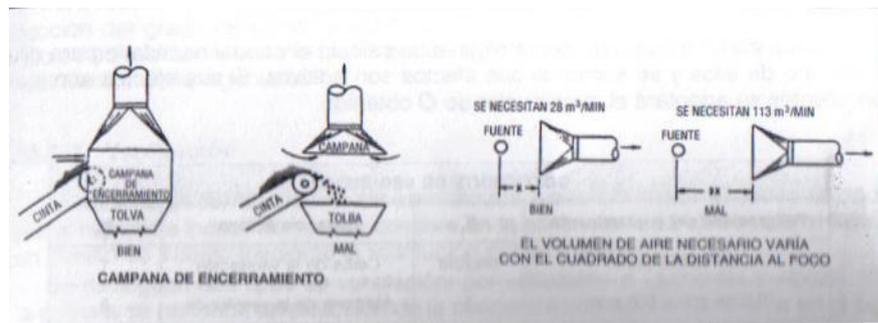
Las campanas de corriente descendentes, presentan el inconveniente del poco control que se ejerce sobre el contaminante, especialmente cuando se trabaja en ambientes calurosos, ya que las corrientes térmicas dificultan la penetración del aire.

Las campanas deberán colocarse lo mas cerca posible del foco emisor, ya que el volumen de aire necesario para su extracción varia con el cuadrado de la distancia al foco y, cuando sea posible, de forma que encierre la fuente de contaminación ya que así la cantidad de aire necesaria será menor.

En la siguiente figura se representa como la campana debe colocarse de forma que extraiga el contaminante de la zona de respiración del operario, sustituyendo para ello la campana de techo por otra de mejor diseño, de campana alargada,

que aleja el contaminante de la zona del operario, o bien complementarlo con sistemas de impulsión-extracción, adecuados para tanques de anchura superior a 125 cm

Grafico 2.6



Q_e = Caudal de aire de extracción

Q_i = Caudal de aire de impulsión

V = Velocidad de aire soplado 5-10 m/s

Por último, el diseño de la campana debe completarse con los conductos y ventiladores ya que de nada serviría si por ellos no circulan los volúmenes de aire necesario.

Grafico 2.7



2.5 Informe Técnico de Higiene del Trabajo

Características y contenido

A la vista de cuanto se ha expuesto en este tema la última etapa de la Encuesta Higiénica, concluye con la elaboración del correspondiente Informe Técnico el cual deberá responder a una presentación lógica, sencilla y comprensible, utilizando la terminología correcta, de forma que no pueda dar lugar a confusión

En el mismo deberán contemplarse al menos los siguientes puntos.

- 1) **Antecedentes:** En este apartado deberán incluirse los datos relativos a la identificación de la empresa, actividad, motivo de la encuesta, etc.
- 2) **Metodología:** En este apartado podrán incluirse los datos relativos a días y horas de presencia en la empresa para su realización, con expresión de personas consultadas y datos recogidos, mediciones efectuadas con instrumentos de lectura directa, análisis de riesgos, etc.
- 3) **Toma de muestra:** Deberá contener los datos relativos a las características del local, descripción del proceso y los puestos de trabajo analizados, haciendo referencia para cada uno de ellos a trabajadores expuestos, resultados de las mediciones técnicas de muestreo e instrumentos utilizados, tiempo de exposición y concentración media ponderada para cada contaminante.
- 4) **Conclusiones:** Este apartado deberá contener la valoración de los riesgos existentes por comparación de las concentraciones obtenidas con los valores de referencia legales o universalmente aceptados cuando la

normativa legal no los contemple y las recomendaciones que se sugieren para su control, ya sean colectivas o individuales.

- 5) **Recomendaciones correctivas:** Incluir en este apartado todas las medidas correctoras que se consideren viables para evitar la contaminación ambiental

Sería conveniente el apoyo documental del informe con la inclusión de planos, esquemas, fotografías, registro de datos, etc.

CAPITULO III

CRITERIOS GENERALES DE EVALUACION PARA LOS CONTAMINANTES QUIMICOS

3.1 Contaminantes Químicos¹⁶

Zona de Respiración Esfera imaginaria con centro en las fosas nasales de la persona y con un radio de 30 cm.

Contaminante químico es toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvo, humo, gas o vapor, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas.

Las **sustancias peligrosas** son aquellas que pueden producir un daño a la salud de las personas o un perjuicio al medio ambiente.

Clasificación

Los diversos contaminantes químicos suelen clasificarse de diversas formas, sin embargo para nuestro estudio únicamente estudiaremos las dos siguientes:

- a) Por la forma de presentarse
- b) Por sus efectos en el organismo humano

¹⁶ MANUAL DE HIGIENE INDUSTRIAL. Madrid, España: ed. Editorial MAPFRE, 1995. 853 páginas

a) Clasificación de los contaminantes químicos por la forma de presentarse

- **Aerosol;** Un aerosol es una dispersión de partículas sólidas o líquidas, de tamaño inferior a 100 micras en un medio gaseoso.
- **Gas;** Estado físico normal de una sustancia en condiciones ideales (25 °C y 1 atm de presión). Son fluidos amorfos que ocupan el espacio que los contiene y que pueden cambiar de estado físico únicamente por una combinación de presión y temperatura.
- **Vapor;** Fase gaseosa de una sustancia ordinariamente sólida o líquida en condiciones ideales. El vapor puede pasar a sólido o líquido, bien actuando sobre su presión o sobre su temperatura.

b) Clasificación de los contaminantes químicos por sus efectos sobre el organismo

Se pueden clasificar en:

- **Irritantes:** Aquellos compuestos químicos que producen una inflamación, debida a una acción química o física en las áreas anatómicas con las que entran en contacto, principalmente piel y mucosas del sistema respiratorio.

Las sustancias irritantes, a su vez, se dividen en:

- a) Irritantes del tracto respiratorio superior: Sustancias muy solubles en medios acuosos
- b) Irritantes del tracto respiratorio superior y tejido pulmonar: Sustancias de solubilidad moderada en fluidos acuosos, debido a lo cual actúan sobre todo el sistema respiratorio
- c) Irritantes del tejido pulmonar: Sustancias insolubles en fluidos acuosos.
- **Neumoconióticos**: Sustancias químicas sólidas, que se depositan en los pulmones y se acumulan, produciendo una neumopatía y degeneración fibrótica del tejido pulmonar.
 - **Tóxicos: Sistémicos**: Compuestos químicos que, independientemente de su vía de entrada, se distribuyen por todo el organismo produciendo efectos diversos, si bien ciertos compuestos presentan efectos específicos o selectivos sobre un órgano o sistema
 - **Anestésicos o Narcóticos**: Sustancias químicas que actúan como depresoras del sistema nervioso central
 - **Cancerígenos**: Sustancias que pueden generar o potenciar el desarrollo de un crecimiento desordenado de células
 - **Alérgicos**: Sustancias cuya acción se caracteriza por 2 circunstancias. La primera es que no afecta a la totalidad de los individuos, ya que se requiere una predisposición fisiológica. La segunda es que solo se presenta en individuos previamente sensibilizados

- **Asfixiantes:** Sustancias capaces de impedir la llegada de oxígeno a los tejidos. Los asfixiantes se clasifican en simples y químicos:
 - a) Asfixiante simple: Cualquier contaminante químico que sin presentar ningún efecto específico, generalmente sustancias inertes, por el mero hecho de estar presente en el ambiente reduce la concentración de oxígeno en el aire
 - b) Asfixiante químico: Sustancias que impiden la llegada de oxígeno a las células, bloqueando alguno de los mecanismos del organismo

- **Productores de Dermatitis:** Sustancias que independientemente de que puedan ejercer otros efectos tóxicos sobre el organismo, en contacto con la piel originan cambios en la misma, a través de diferentes formas:
 - Irritación Primaria
 - Sensibilización Alérgica
 - Foto sensibilización

- **Efectos Combinados:** Hay contaminantes que desencadenan uno solo de estos efectos, otros en cambio engloban su acción varios. Se distinguen 3 casos:
 - Efectos Simples: Se presentan cuando los contaminantes actúan sobre órganos distintos

- Efectos aditivos: Producidos por varios contaminantes que actúan sobre un mismo órgano o sistema fisiológico
- Efectos prepotenciadores: Producidos cuando uno o varios productos multiplican la acción de otros.
 - **Polvo:** Es toda partícula sólida de cualquier tamaño, naturaleza u origen, suspendida o capaz de mantenerse suspendida en el aire.
 - **Fibras:** son todos aquellos cuerpos filamentosos o aciculares que poseen una determinadas características, dadas por la relación entre su tamaño y su longitud. La ASTM (American Society for Testing Materials) clasifica como fibra todos aquellos cuerpos cuya sección transversal es menor de $0,05 \text{ mm}^2$, su diámetro menor de $0,25 \text{ mm}$ y su relación longitud/diámetro mayor de 10/1.
 - **Gases y Vapores:** Se conoce como gas a sustancias que son gaseosas a temperaturas y presión ambientales, y el término vapor se aplica a la fase gaseosa de una sustancia que es sólida o líquida en estas condiciones. Tanto los gases como los vapores, forman verdaderas disoluciones en la atmósfera. Su propagación se realiza por su naturaleza con una gran facilidad y rapidez y aunque las concentraciones máximas se encuentran en el foco que da lugar al contaminante, la concentración en el local es mucho mas homogénea que para otros estados de agregación.

- **Disolventes:** Los disolventes se usan para desengrasar, para pinturas y barnices y para la disolución de sustancias orgánicas. Los disolventes son el componente mayoritario de una disolución. Un disolvente puede ser sólido, líquido o gaseoso.

- **Disolventes Orgánicos:** Están formados por una o mas sustancias orgánicas en estado líquido, empleadas para disolver otras sustancias generalmente poco polares. Sus principales características son:
 - a) Líquidos volátiles con una presión de vapor elevada, la cual facilita su paso al ambiente en forma de vapor.
 - b) Suelen ser mezcla de varios compuestos químicos, cuyo número se eleva grandemente cuando intervienen destilados de petróleo. Muy raramente el disolvente es una sustancia única.
 - c) Son sustancias poco polares, por lo que no pueden ser solubles en agua
 - d) Suelen ser sustancias combustibles, por lo que pueden dar lugar a mezclas de vapores inflamables.

Los componentes, tanto como sus proporciones, son muy variables en los disolventes, lo que hace necesario proceder a un análisis del producto para conocer su verdadera composición.

- **Disolventes Acuosa:** Están compuestos por agua que actúa como disolvente propiamente dicho y otras sustancias de acción mas específica que facilitan el paso del disolvente al agua

3.2 Toxicología de los Contaminantes Químicos¹⁷

Tóxico Cualquier sustancia que, introducida en el cuerpo o aplicada en el en una cierta cantidad, ocasiona la muerte o graves trastornos.

Toxicología Industrial Es la ciencia dedicada al estudio de la intoxicaciones, producidas por los compuestos químicos utilizados en la industria y que suelen penetrar en el hombre como consecuencia de sus manipulaciones y usos.

Relación Dosis-Respuesta

Al estar expuesto un trabajador a un determinado tóxico puede desarrollarse un daño en su organismo, cuya intensidad depende de una serie de factores, unos propios de la naturaleza humana, otros característicos del contaminante, como la toxicidad del mismo, la velocidad de absorción del contaminantes por el organismo, la concentración en el ambiente y el tiempo de exposición. Dado que las factores humanos, la toxicidad y la velocidad de absorción son constantes para cada caso, el efecto producido por un contaminante en una persona será función de la concentración y del tiempo de exposición:

$$E=f(c,t)$$

Al ser el tiempo de exposición marcado por la jornada laboral (8 horas aproximadamente)

¹⁷ MANUAL DE HIGIENE INDUSTRIAL. Madrid, España: ed. Editorial MAPFRE, 1995. 853 páginas

$$E = F (c)$$

Tipo de Intoxicaciones El efecto producido por un tóxico en un organismo no solo es función de la dosis que recibe, sino también de la forma y del tiempo que tarda en administrarse esa dosis. Hay 3 tipos de intoxicaciones según velocidad de penetración en el organismo: aguda, subaguda y crónica

- 1) **Intoxicación aguda:** Origina una alteración grave en corto período de exposición. Se caracteriza por un tiempo de exposición muy corto a una concentración generalmente elevada y por una rápida absorción del tóxico por el organismo
- 2) **Intoxicación subaguda:** Se diferencia de la anterior básicamente por el efecto producido, que es menor.
- 3) **Intoxicación crónica:** Se produce por exposición repetida a pequeñas dosis del tóxico. Se caracteriza por pequeñas concentraciones del contaminante y largos períodos de exposición.

Vías de Entrada

Los tóxicos industriales tienen fundamentalmente 4 vías de entrada

- **Vía respiratoria:** Se entiende como tal el sistema formado por: nariz, boca, laringe, bronquios, bronquiolos y alvéolos pulmonares. Cualquier sustancia suspendida en el medio ambiente puede ser inhalada, pero solo las partículas que posean un tamaño adecuado llegarán a los alvéolos pulmonares. La cantidad total de un

contaminante absorbida por vía respiratoria es función de la concentración en el ambiente, del tiempo de exposición y de la concentración pulmonar.

- **Vía dérmica:** Comprende toda la superficie que envuelve el cuerpo humano. No todas las sustancias pueden penetrar a través de la piel ya que para algunas la piel es impermeable.

Un tóxico frente a la piel, puede actuar de la siguiente forma:

- a) **Reacción directa:** Teniendo en cuenta la composición química de la piel, en que el 70% es agua y la naturaleza altamente hidrófila de los productos cáusticos: ácidos, bases, etc., la acción de estos se localiza lesionando en forma de quemadura y propiciando la entrada de otros tóxicos.
 - b) **Penetración:** Por medio de lesión mecánica, filtración por poros, etc.
- **Vía digestiva:** Comprende el sistema formado por: boca, estómago e intestinos. En toxicología industrial esta vía no tiene importancia, salvo en casos de intoxicación accidental, y cuando se come o fuma en ambientes laborales sin tomar las precauciones adecuadas. En la digestión, los ácidos biliares contribuyen a disgregar la materia particulada y a la solubilidad de los compuestos metálicos, lo que facilita la absorción posterior del tóxico.
 - **Vía parenteral:** La penetración directa del contaminante en el organismo a través de una discontinuidad de la piel (herida, punción)

3.3 Determinación y Valoración de los Contaminantes Químicos¹⁸

Análisis

La mayoría de los métodos empleados en la Higiene Industrial se basan en la toma de muestras y sus análisis; muchos de estos métodos pueden aplicarse al aire interior si se consideran varios factores: ajustar los métodos a los niveles de concentración habituales en el aire interior, aumentar su sensibilidad sin reducir la precisión (por ejemplo, aumentando el volumen del aire ensayado) y validar su especificidad.

Planificación de las lecturas

Para mejorar la calidad del aire interior puede utilizarse el procedimiento tradicional en el campo del control ambiental en el lugar de trabajo, que consiste en identificar y cuantificar un problema, proponer medidas correctoras, asegurarse de que se ponen en práctica estas medidas y valorar su eficacia después de un período de tiempo.

La toma de muestras debe planificarse para responder las preguntas ¿Qué? ¿Cómo? ¿Dónde? y ¿Cuándo?

Qué

Los contaminantes en cuestión deben ser identificados de antemano y, considerando los diferentes tipos de información que pueden obtenerse, debe decidirse si realizar determinación de emisión o de inmisión. Las determinaciones de la emisión para la calidad del aire interior permiten conocer la influencia de diferentes fuentes de contaminación, de las condiciones climáticas, de las

¹⁸ ENCICLOPEDIA DE LA OIT DE LA SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. TOMO 2

características del edificio y de la intervención humana, lo que nos permite controlar o reducir las fuentes de emisiones y mejorar la calidad del aire interior. Existen diferentes técnicas para realizar este tipo de determinación: colocar un sistema de captación junto a la fuente de emisión, definir un área de trabajo limitada y estudiar las emisiones como si representaran las condiciones reales de trabajo, o trabajar en condiciones forzadas aplicando sistemas de control que se basan en el espacio de la cabeza.

Las determinaciones de la inmisión nos permiten establecer el nivel de contaminación del aire interior en las diferentes áreas del edificio divididas en compartimentos, haciendo posible la creación de un mapa de la contaminación de toda la estructura. Utilizando estas determinaciones, identificando las diferentes áreas en las que las personas han realizado sus actividades y calculando el tiempo que han pasado realizando esa tarea, será posible establecer los niveles de exposición. Otra forma de llevarlo a cabo es hacer que los trabajadores lleven dispositivos de control durante el trabajo.

Cómo

La selección del tipo de determinación dependerá del método disponible (lectura directa o toma de muestras y análisis) y de la técnica de medición: emisión o inmisión.

Dónde

El lugar elegido debe ser el más apropiado y representativo para obtener muestras. Para ello debe conocerse el edificio que se está estudiando: es necesario conocer el origen de las quejas y los problemas.

Cuándo

Decidir cuándo realizar las determinaciones dependerá de cómo cambien las concentraciones de contaminantes del aire en el tiempo. También es necesario conocer el tipo de contaminantes que interese investigar. Si se cree que los efectos de los contaminantes en cuestión sobre la salud son prolongados, deberán determinarse las concentraciones promedio durante períodos largos de tiempo. Para las sustancias con efectos agudos pero no acumulativos, bastará realizar determinaciones durante períodos cortos de tiempo. Si se sospechan emisiones intensas de corta duración, se requerirán tomas de muestras frecuentes durante períodos cortos para detectar el tiempo de emisión.

Técnicas de determinación

Los métodos disponibles para tomar muestras del aire interior para su análisis pueden agruparse en dos tipos: métodos basados en una lectura directa y métodos en los que se toman muestras para un posterior análisis.

Los métodos basados en una lectura directa son aquellos en los que la toma de la muestra y la determinación de la concentración de contaminantes se realizan de forma simultánea; son rápidos y las determinaciones son instantáneas, por lo que proporcionan datos precisos a un coste relativamente bajo.

Los métodos de toma de muestras y los análisis pueden clasificarse en activos (o dinámicos) y pasivos, dependiendo de la técnica.

Con los sistemas activos, los contaminantes pueden captarse haciendo pasar el aire a través de un soporte en los que se atrapa el contaminante, concentrando

así la muestra. Otro tipo de muestreo activo es la toma directa de aire en una bolsa u otro tipo de contenedor inerte, impermeable y hermético.

Selección del método

Generalmente es necesario saber cuál será el coste y la sensibilidad requerida para el trabajo, así como conocer los elementos que pueden interferir en la determinación, dependiendo del método escogido. La estimación de las concentraciones mínimas de lo que se espera medir resulta muy útil al evaluar el método utilizado para analizar la muestra. La concentración mínima requerida está directamente relacionada con la cantidad de contaminante que puede recogerse considerando las condiciones especificadas por el método empleado. Tal cantidad mínima es la que determina la sensibilidad requerida del método utilizado para el análisis;

Procedimientos analíticos

El número de contaminantes del aire interior es elevado y éstos se encuentran presentes en concentraciones bajas. La metodología disponible hasta ahora se basa en la adaptación de métodos utilizados para controlar la calidad del aire atmosférico o del exterior y la del aire del medio ambiente industrial.

3.3.1 Evaluación de la Concentración Ambiental de vapores y gases en el aire ambiente¹⁹

La evaluación ambiental es un diagnóstico sobre una situación producida por uno o varios factores ambientales, e incluso, la acción combinada de ellos, basada en

¹⁹ TLVS, VALORES LIMITES PARA SUSTANCIAS QUIMICAS Y AGENTES FISICOS Y BEIS INDICES BIOLOGICOS DE EXPOSICION PARA EL 2000. España, 2000.

los datos obtenidos en unas mediciones o estimadores de la exposición, y todo ello en relación a unos criterios higiénicos de valoración o estándares de exposición.

El objetivo de la evaluación de la concentración ambiental es comparar determinados niveles de exposición con unos criterios admisibles, para nuestro estudio estos serán el TLV, TWA y STEL.

En 1950 la American Conference of Governmental and Industrial Hygienics (ACGIH) publicó por primera vez una propuesta de “Valores Límite Umbrales”, (Threshold Limit Values), conocidos mundialmente como TLV's, cuyo impacto en el campo de la salud laboral ha sido espectacular.

a) TLV-TWA (Threshold Limit Values-Time Weighted Average) – (Valor Límite Umbral- Media Ponderada en el tiempo)

Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada laboral de 8 horas y una semana de 40 horas, a la que se cree pueden estar expuestos casi repetidamente todos los trabajadores día tras día, sin efectos adversos. Se utilizan para todo tipo de contaminante.

Los valores TLV-TWA permiten desviaciones por encima, siempre que sean compensadas durante la jornada de trabajo por otras equivalentes por debajo y siempre que no se sobrepasen los valores TLV-STEL.

Para aquellas sustancias de las que no se dispone de datos relativos a valores STEL, los niveles de exposición de los trabajadores no deben superar:

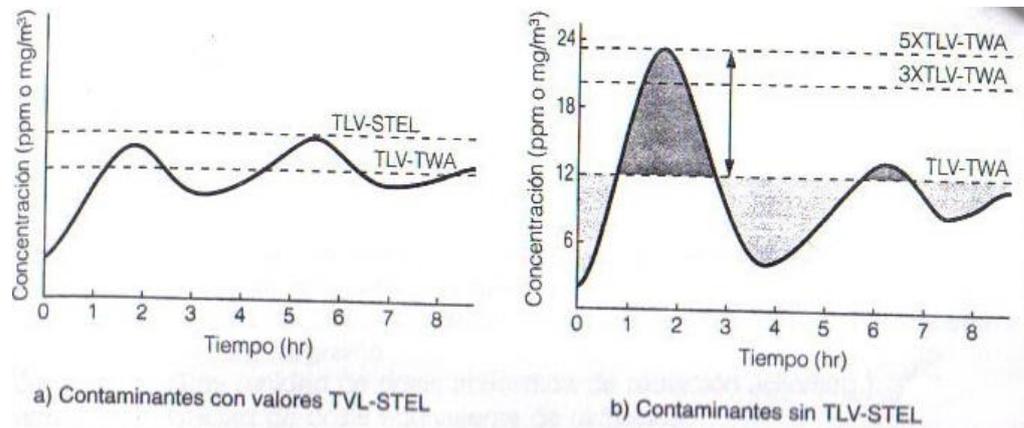
- 3XTLV-TWA durante 30 minutos en la jornada de trabajo

- 5XTLV-TWA bajo ningún concepto

Debiendo respetarse el TLV-TWA fijado, como se puede ver en las siguientes

figuras:

Grafico 3.1



b) TLV-

STEL (Treshold Limit Value – Short Term Exposure Limit) – (Valor Límite umbral-Límite de Exposición de Corta Duración).

Concentración máxima a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un período continuo de hasta 15 minutos, sin sufrir daños reversibles o intolerables. La exposición a esta concentración está limitada a 4 por día, espaciadas al menos en una hora, y sin rebasar en ningún caso el TLV-TWA diario. No es un límite de exposición independiente, sino que mas bien complementa al límite de la media ponderada en el tiempo (TWA) cuando se admite la existencia de límites agudos de una sustancia cuyos efectos tóxicos son, primordialmente, de carácter crónico. Los STEL's se recomiendan solamente cuando se ha denunciado la existencia de efectos tóxicos en seres humanos o animales como resultado de exposiciones intensas de corta duración.

c) TLV-C (Treshold Limit Value-Ceiling) – (Valor Límite Umbral – Techo)

Es la concentración que no se debe sobrepasar en ningún momento durante la exposición en el trabajo.

d) Índice Biológico de Exposición (BEI)

Se utiliza para valorar la exposición a los compuestos químicos presentes en el puesto de trabajo, a través de medidas apropiadas del “determinante” o “determinantes” en las muestras biológicas tomadas al trabajador. La medida se puede realizar en el aire exhalado, orina, sangre u otras muestras biológicas tomadas al trabajador expuesto.

Los valores fijados para los TLV son objeto de modificación, a medida que existen nuevos conocimientos sobre los efectos que los contaminantes producen para la salud.

La ACGIH publica periódicamente la relación actualizada de sus TLVs, para todo tipo de contaminantes, en la que se incluyen concentraciones y tiempos de exposición para más de 500 sustancias y contaminantes físicos que afectan la salud de los trabajadores cuya presencia está más generalizada en los ambientes laborales

3.3.2 Criterios Vigentes en España

En España, al igual que en la mayoría de los países occidentales se han venido usando criterios basados en los TLVs establecidos en Estados Unidos o incluso estos mismos

- **Concentración promedio permisible (CPP)** Se corresponde con los valores TLV-TWA
- **Concentración máxima permitida (CMP)** Se corresponde con los valores TLV-C
- **Valor Límite de Exposición (VLE)** Valor de referencia en el que se tienen en cuenta los efectos conocidos sobre la salud desde el punto de vista médico y científico y las posibilidades de las empresas para alcanzar un determinado nivel de seguridad

Con la entrada en vigor del Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (por el que se transpone la Directiva 98/24/CE) se ha producido en España un importante cambio, en lo que a la evaluación y control de los agentes químicos se refiere, al introducir nuevos valores de referencia:

- **Valores límites ambientales (VLA).**
- **Valores límites biológicos (VLB).**

los cuales, por su importancia, se tratan ampliamente en este capítulo

Otro valor de interés de cara a la prevención de riesgos higiénicos lo constituye el IVO.

- **índice de valoración olfativa (IVO).** Valor que relaciona los umbrales de percepción olfativa (UPO) de algunos productos con sus correspondientes TLVs, con

el fin de poder detectar un posible riesgo y elegir el tipo de protección respiratoria adecuado. El valor del IVO viene dado por la expresión:

$$IVO = 10 \log \frac{TLV}{UPO}$$

De acuerdo con estos índices los contaminantes pueden clasificarse en:

Table 6

Tabla 3.1

CLASIFICACION DE LOS CONTAMINANTES SEGUN SU IVO		
TIPO DE CONTAMINANTE	VALOR DE SU IVO	CARACTERISTICAS
Primer grupo (contaminantes nobles)	>5	Su UPO es muy inferior a su TLV. Avisan su presencia mucho antes de que exista el riesgo
Segundo grupo	$0 \leq IVO \leq 5$	Su UPO esta muy proximo al TLV. Cuando se detectan posiblemente ya existe el riesgo
Tercer grupo (contaminantes traidores)	<0	Su UPO es muy superior a su TLV. No avisan su presencia

Normatividad

Hasta la aparición del reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, de 1961, España careció de una legislación sobre niveles tolerados de contaminantes en el ambiente.

La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de 1971, incluyó en su articulado diferentes criterios higiénicos, sólo para algunos tipos de contaminantes: ruido, temperatura, ventilación, iluminación, etc. Por lo que, con frecuencia, el higienista se veía obligado a adoptar como criterios de valoración los TLVs

En la actualidad, derogadas las citadas normas, sólo está vigente el citado Real Decreto.

A continuación se incluyen las referencias a contaminantes químicos que figuran actualmente en la normativa vigente

Como consecuencia de la transposición de las correspondientes directivas y de la ratificación del Convenio 136 de la OIT, sobre el Benceno, se han incorporado a la legislación española nuevos criterios de referencia para contaminantes específicos como el amianto, plomo metálico, cloruro de vinilo monómero y benceno, cuyos valores de referencia se indican a continuación:

1. Exposición al Amianto

El Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para los trabajos con riesgo de exposición al amianto, establece que los empresarios están obligados a garantizar que la exposición al amianto de los trabajadores en ningún momento debe sobrepasar las 0,2 fibras/cm³.

A la vez que prohíbe las actividades que supongan la exposición del trabajador a fibras de amianto, salvo las operaciones de desecho y tratamiento de los productos resultantes de la demolición o tratamiento del amianto.

2. Exposición al Plomo

El Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre agentes químicos, establece los siguientes valores límite:

- **Plomo inorgánico y sus derivados:**
 - VLA-ED: 0,15 mg/m³
 - Vigilancia médica a partir de 0,075 mg/m³

- **Plomo y sus derivados iónicos**
 - VLB 70 ugPb/ 100 ml de sangre
 - Vigilancia médica a partir de 40 ugPb/ 100 ml de sangre

3. Exposición al Cloruro de Vinilo

El Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el RD 665/97, de agentes cancerígenos establece el siguiente valor límite:

- Valor Límite Ambiental, VLA-ED: 7,77 mg/m³ (3 ppm).

4. Exposición al Benceno

El Real Decreto 665/97, de 17 de mayo, de agentes cancerígenos, establece el siguiente valor límite:

- Valor Límite Ambiental, VLA-ED: 3,25 mg/m³ (1 ppm).

El Convenio n° 136 de la OIT fija un valor para CMP: 80 mg/m³ (25 ppm)

Otros criterios de referencia en España son los VLE que figuran en la directiva 91/322 del 29 de mayo, relativo al establecimiento de valores límites de carácter indicativo y los límites de exposición profesional publicados por el INSHT

Agentes Biológicos

El Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores con-tra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, clasifica a los agentes biológicos, en cuatro grupos (Grupos 1 a 4 de menor a mayor; (riesgo de infección para el hombre). La citada normativa incluye una lista indicativa de actividades, la clasificación de los agentes biológicos (especificando el grupo de riesgo a que pertenece) y las medidas y los niveles de contención a aplicar en cada caso.

Limites de Exposición profesional para agentes químicos en España

La evaluación de los riesgos originados por la exposición a agentes químicos conlleva la necesaria utilización de valores límites de exposición de los que España carecía hasta la publicación del Real Decreto 374/2001, en el que se definen los valores límites ambientales y biológicos y se establecen límites de exposición profesional para aquellos agentes que tienen fijado un valor límite indicativo en la Unión Europea. Remitiendo, en ausencia de estos, a los valores límite ambientales contenidos en el documento "Límites de Exposición profesional para agentes químicos en España", publicado por el INSHT.

El citado Documento presenta las siguientes características:

- Los valores establecidos deben ser considerados como orientativos o recomendados.
- Contempla valores límites para exposición a agentes químicos, principalmente por inhalación, previéndose la inclusión posterior de valores limite biológicos.
- Su aplicación se circunscribe al ámbito laboral.

- La relación de valores límite se amplía y revisa anualmente.
- La aplicación de los valores límite establecidos para evaluar y controlar los riesgos derivados de la exposición profesional a agentes químicos deberá realizarse siguiendo los criterios establecidos en el Documento.

Valores Límites Ambientales

Son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos 8 horas al día y 40 semanales, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

Estos valores sirven exclusivamente para la evaluación y control de los riesgos por inhalación de los agentes químicos incluidos en la lista de valores. Cuando uno de estos agentes se puede absorber por vía cutánea el agente aparece señalado en la lista con la notación «vía dérmica», lo que conlleva adoptar medidas oportunas para prevenir la absorción cutánea.

Los valores límites para gases y vapores vienen establecidos en ml/m³ (ppm), valor independiente de las variables de temperatura y presión atmosférica, pudiendo también expresarse en mg/m³ para una temperatura de 20 °C y una presión de 101,3 kPa, valor que depende de las citadas variables.

La conversión de una a otra unidad se realiza mediante la expresión:

$$VLA(mg / m^3) = \frac{VLA(ppm) \cdot P_m}{24,04}$$

P_m =Peso molecular del agente químico en gramos

El valor límite para la materia particulada se expresa en mg/m^3 y el de fibras, en fibras/m^3 ó $\text{fibras}/\text{cm}^3$, en ambos casos para las condiciones reales de presión y temperatura del puesto de trabajo.

El Documento considera los siguientes tipos de Valores Límites Ambientales:

1. Valor Límite Ambiental-Exposición Diara (VLA-ED)

Es el valor de referencia para la Exposición Diaria (ED). Se entiende por éste la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada de 8 horas diarias.

Se puede calcular mediante la expresión:

$$ED = \frac{\sum C_i T_i}{8}$$

siendo:

C_j = la concentración i-ésima.

T_i = el tiempo de exposición, en horas, asociado a cada valor de C_j

2. Valor Límite Ambiental - Exposición de Corta Duración (VLA-EC)

Es el valor de referencia para la Exposición de Corta Duración (EC). Se entiende por éste la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada, para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la

jornada laboral excepto para aquellos agentes para los que en la lista de Valores Límite se especifique un período de referencia menor.

Lo habitual es determinar las EC para los períodos de máxima exposición, tomando muestras de 15 minutos de duración en cada uno de ellos.

Si el instrumento proporcionado proporciona varias concentraciones dentro del período medido, la EC correspondiente se calculará utilizando la expresión:

$$ED = \frac{\sum CiTi}{15}$$

siendo:

C_i : la concentración i -ésima dentro de cada período de 15 minutos.

T_i = el tiempo de exposición, en minutos, asociado a cada valor de C_i .

El valor VLA-EC no debe ser superado por ninguna EC a lo largo de la jornada laboral.

Para aquellos agentes químicos que tienen efectos agudos reconocidos pero cuyos principales efectos tóxicos son de naturaleza crónica, el VLA-EC constituye un complemento del VLA-ED y, por tanto, la exposición a estos agentes habrá de valorarse

teniendo en cuenta ambos índices. Mientras que si los agentes químicos tienen efectos, principalmente agudos (gases irritantes), su valoración debe hacerse utilizando el VLA-EC

3. Límites de Desviación (LD)

Pueden utilizarse para controlar las exposiciones por encima del VLA-ED dentro de una misma jornada de trabajo, de aquellos agentes químicos que lo tienen asignado.

Son complementarios de los VLA y tienen un fundamento estadístico

Para los agentes químicos que tienen asignado VLA-ED pero no VLA-EC se establecen:

- 3X VLA-ED, que no deberá superarse durante más de 30 minutos en la jornada de trabajo
- 5X VLA-ED, que no se debe superar en ningún momento

Lista de Valores Límite Ambientales de Exposición Profesional

El Documento elaborado por el INSHT incluye una lista de Valores Límite Ambientales de Exposición Profesional en la que se incluyen los valores VLA-ED v VLA-EC para los agentes químicos, identificados por sus números EINECS (European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances) y CAS (Chemical Abstract Service), indicando además las observaciones necesarias para mayor información

Valores Límites Biológicos (VLB)

Son valores de referencia para los Indicadores Biológicos asociados a la exposición global a los agentes químicos. Se aplican a exposiciones profesionales de 8 horas diarias durante 5 días a la semana

Se entiende por Indicador Biológico un parámetro apropiado en un medio biológico (aire exhalado, orina, sangre, etc.) del trabajador, que se mide en un momento determinado y esta asociado, directa o indirectamente, con la

exposición global es decir por todas las vías de entrada, a un agente químico. Según sea el parámetro utilizado el medio en el que se mida y el momento de la toma de muestra, la medida puede indicar la intensidad de una exposición reciente, la exposición promedio diaria o la cantidad total del agente acumulada en el organismo. Los indicadores biológicos pueden ser:

- **IB de dosis** (mide la concentración del agente químico o de alguno de sus metabolitos en un medio biológico del trabajador expuesto)
- **IB de efecto**(puede identificar alteraciones bioquímicas reversibles, inducidas de modo característico por el agente químico al que está expuesto el trabajador).

En general, los VLB representan los niveles más probables de los Indicadores Biológicos en trabajadores sanos sometidos a una exposición global a agentes químicos, equivalente, en término de dosis absorbida, a una exposición exclusivamente por inhalación del orden del VLA-ED.

El control biológico debe ser considerado como complementario del control ambiental, para comprobar la eficacia de los equipos de protección individual o para determinar la posible absorción dérmica y/o gastrointestinal de un agente químico.

Exposición Dérmica a Contaminantes Químicos

La vía respiratoria constituye la más importante vía de entrada de los contaminantes en el organismo, sin embargo, existen determinadas actividades (aplicación de plaguicidas, corte y recolección de vegetales tratados, trabajos en planta de fabricación y formulación de plaguicidas, etc) en las que la exposición dérmica supone un importante factor de riesgo de enfermedades profesionales.

La exposición dérmica a sustancias químicas puede producirse mediante mecanismos de inmersión, de exposición o de contacto con superficies contaminadas. Sus principales fuentes de exposición son:

- Contacto directo con materiales y superficies contaminadas
- Condensación y vapores sobre la piel y la ropa
- Ropas y guantes contaminados
- Absorción de gases y vapores
- Disposición de partículas presentes en el aire

Dependiendo el grado de absorción de los siguientes factores: *factores relacionados con la piel*(estado, grosor, hidratación de la epidermis,etc) *factores relacionados con la sustancia* (propiedades físico-químicas, solubilidad, pureza, estabilidad, peso molecular, volatilidad) y *factores relacionados con la exposición* (área expuesta de la piel, duración de la exposición, actividad física, condiciones ambientales, tamaño de la partícula)

La evaluación de este riesgo se suele realizar de forma directa con el control biológico de los trabajadores expuestos (análisis en medios biológicos, sangre, orina) el cual permite determinar la cantidad de sustancias tóxicas que han penetrado en el organismo por todas las vías de entrada.

3.3.3 Evaluación de la Exposición Laboral^{20 21}

Este capítulo viene relacionado con el nivel de riesgo existente dentro de la empresa, para de ese modo evitar enfermedades y accidentes profesionales.

Enfermedad Profesional Una enfermedad profesional es la consecuencia de la exposición, más o menos prolongada, a un riesgo que existe en el ejercicio habitual de una profesión. Este concepto engloba las enfermedades profesionales y las enfermedades relacionadas con el trabajo

Características de la enfermedad profesional

- ❖ Inicio lento.
- ❖ No violenta, oculta, retardada.
- ❖ Previsible: Se conoce por indicios lo que va a ocurrir.
- ❖ Progresiva: va hacia delante.

Factores que determinan una enfermedad profesional

- ❖ Tiempo de exposición.
- ❖ Concentración del agente contaminante en el ambiente de trabajo.
- ❖ Características personales del trabajador
- ❖ Presencia de varios contaminantes al mismo tiempo.
- ❖ La relatividad de la salud.
- ❖ Condiciones de seguridad.

²⁰<http://www.monografias.com/trabajos40/enfermedades-profesionales/enfermedades-profesionales.shtml?monosearch#enfprofes>

²¹ http://www.paritarios.cl/especial_accidentes.htm

- ❖ Factores de riesgo en la utilización de máquinas y herramientas.
- ❖ Diseño del área de trabajo.
- ❖ Almacenamiento, manipulación y transporte.
- ❖ Sistemas de protección contra contactos indirectos.

Para atribuir el carácter del profesional a una enfermedad es necesario tomar en cuenta algunos elementos básicos que permiten diferenciarlas de las enfermedades comunes:

Agente, debe existir un agente en el ambiente de trabajo que por sus propiedades puede producir un daño a la salud; la noción del agente se extiende a la existencia de condiciones de trabajo que implican una sobrecarga al organismo en su conjunto o a parte del mismo.

Exposición, debe existir la demostración que el contacto entre el trabajador afectado y el agente o condiciones de trabajo nocivas sea capaz de provocar un daño a la salud.

Enfermedad, debe haber una enfermedad claramente definida en todos sus elementos clínicos anátomo - patológico y terapéutico, o un daño al organismo de los trabajadores expuestos a los agentes o condiciones señalados antes.

Relación de causalidad, deben existir pruebas de orden clínico, patológico, experimental o epidemiológico, consideradas aislada o concurrentemente, que permitan establecer una sensación de causa efecto, entre la patología definida y la presencia en el trabajo.

Accidente de Trabajo Se entiende por accidente de trabajo toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute.

Causas Directas

- 1) Origen humano (acción insegura): definida como cualquier acción o falta de acción de la persona que trabaja, lo que puede llevar a la ocurrencia de un accidente.
- 2) Origen ambiental (condición insegura): definida como cualquier condición del ambiente laboral que puede contribuir a la ocurrencia de un accidente.

Causas Básicas:

Origen Humano: explican por qué la gente no actúa como debiera.

❖ *No Saber:*

desconocimiento de la tarea (por imitación, por inexperiencia, por improvisación y/o falta de destreza).

❖ *No poder:*

Permanente: Incapacidad física (incapacidad visual, incapacidad auditiva), incapacidad mental o reacciones sicomotoras inadecuadas. Temporal: adicción al alcohol y fatiga física.

❖ *No querer:*

Motivación: apreciación errónea del riesgo, experiencias y hábitos anteriores.

Frustración: estado de mayor tensión o mayor agresividad del trabajador.

Regresión: irresponsabilidad y conducta infantil del trabajador.

Fijación: resistencia a cambios de hábitos laborales.

Origen Ambiental: Explican por qué existen las condiciones inseguras.

❖ Normas inexistentes.

❖ Normas inadecuadas.

- ❖ Desgaste normal de maquinarias e instalaciones causados por el uso.
- ❖ Diseño, fabricación e instalación defectuosa de maquinaria.
- ❖ Uso anormal de maquinarias e instalaciones.
- ❖ Acción de terceros

3.3.4 Evaluación Toxicológica

Como consecuencia de los problemas que plantea la evaluación ambiental (representatividad de las muestras tomadas, concepto TLV, limitación a la exposición por inhalación, etc.) es preciso establecer otros criterios preventivos que, independientemente o simultáneamente con los de esta, consideren al trabajador como un individuo específico y diferente en su respuesta biológica ante la agresión potencial del medio laboral.

El objetivo del control biológico es la detección, lo mas precoz posible, de una exposición excesiva de los trabajadores antes de que aparezcan alteraciones biológicas importantes o, se manifiesten con evidencia perturbaciones biológicas en una fase en la que todavía sean reversibles y no hayan causado alteraciones en el estado de salud. El control biológico conlleva la medida de la concentración de un determinante químico en el medio biológico y es un indicador la incorporación de la sustancia al organismo. Los Índices Biológicos de Exposición (BEIs) son valores de referencia para evaluar los resultados del control biológico.

Indices Biológicos de Exposición: Son valores de referencia propuestos como guía para la evaluación del riesgo potencial para la salud en la practica de la higiene industrial. Representan los niveles de los determinantes que con mayor

probabilidad han de observarse en las muestras tomadas en los trabajadores sanos que han estado expuestos por inhalación a los compuestos químicos en el mismo grado que el valor límite umbral (TLV). El BEI generalmente representa la concentración por debajo de la cual la mayor parte de los trabajadores no debería experimentar efectos adversos para la salud.

Relación entre los BEIs y el TLV Los determinantes de los BEIs son un índice de la “entrada de uno o mas compuestos químicos en el organismo”. La evaluación ambiental, para comparar con el TLV, indica la “exposición” potencial por parte de un individuo o grupo. La entrada de uno o mas compuestos químicos en el organismo en un grupo de trabajadores puede ser diferente en cada uno de ellos por varias causas propias de cada individuo.

Se pueden observar incongruencias entre la información obtenida del control ambiental y el control biológico por diversas razones, incluyendo los factores relacionados con el trabajo y los métodos. A continuación se dan algunos ejemplos:

- ❖ La constitución fisiológica y el estado de salud del trabajador, así como la constitución corporal, la dieta(consumo de agua y grasas), el metabolismo, la composición de los fluidos corporales, la edad, el sexo, la situación de embarazo, la medicación y el estado de enfermedad.
- ❖ Los factores de exposición laboral, tales como la intensidad del trabajo y la duración, la exposición por vía dérmica, la temperatura y la humedad, la coexposición a otros compuestos y otros hábitos de trabajo.

- ❖ Los factores de exposición no laboral, como los contaminantes de un vecindario, los de la propia casa, los componentes del agua y de los alimentos, la higiene personal, fumar, la ingesta de alcohol y drogas, la exposición a los productos domésticos, o la exposición a otros productos químicos usados en los entretenimientos o en otros puestos de trabajo.
- ❖ La localización del muestreador en relación con la zona de respiración del trabajador
- ❖ La distribución del tamaño de partícula y la biodisponibilidad
- ❖ La eficacia variable de los equipos de protección individual.

Aplicación de los BEIs

Los BEIs no indican una distinción definida entre la exposición de riesgo y no riesgo. Por ejemplo, es posible que la concentración de un determinante para un sujeto exceda el BEI sin que haya un incremento de riesgo para su salud. Si las medidas obtenidas en las muestras de un trabajador exceden persistentemente el BEI, se debe investigar la causa de ese exceso y tomar las medidas oportunas para reducir esa exposición. También esta justificada la exposición si la mayoría de las medidas obtenidas en las muestras de un grupo de trabajadores en el mismo puesto de trabajo y turno exceden continuamente el BEI.

CAPITULO IV

MONOXIDO DE CARBONO²²²³²⁴

El monóxido de carbono, CO, gaseoso en condiciones atmosféricas normales (15 ° C y 101,3 kPa), es un gas incoloro, inodoro y altamente tóxico. Lassonne descubrió el Monóxido de Carbono en 1776 por el calentamiento de una mezcla de carbón y óxido de zinc. Fue una fuente de calor para fines industriales y domésticos, y fue utilizado como materia prima en la fabricación de combustible sintético en Alemania durante la Segunda Guerra Mundial.

El monóxido de carbono es producido por la combustión incompleta del carbono en los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Monóxido de carbono producido industrialmente se utiliza en las industrias química y metalúrgica, para la síntesis de diversos compuestos (por ejemplo, ácido acético, policarbonatos, policetonas, etc), y la creación de atmósferas reductoras, respectivamente. Se espera que la demanda de monóxido de carbono como materia prima para la síntesis química continúe su rápido crecimiento en los próximos diez años.

El monóxido de carbono es también un subproducto del tubo de escape de los vehículos, que aporta aproximadamente el 60% de todas las emisiones de CO en

²² "Carbon Monoxide." *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. 5th ed. Vol. 5. Hoboken, NJ: Wiley-Interscience, 2007. 1-27. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 11 Agosto. 2011

²³ Stork, Christine, and Deborah Anguish. "Carbon Monoxide." *Encyclopedia of Toxicology*. Ed. Philip Wexler, et al. 2nd ed. Vol. 1. Oxford, United Kingdom: Elsevier, 2005. 423-425. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 11 Agosto. 2011.

²⁴ Fallon, L. Fleming. "Carbon Monoxide Poisoning." *The Gale Encyclopedia of Nursing and Allied Health*. Ed. Jacqueline L. Longe. 2nd ed. Vol. 1. Detroit: Gale, 2006. 437-440. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 7 Enero. 2012

los EE.UU. En las ciudades, el escape de los automóviles puede causar hasta un 95% de las emisiones de CO. Estas emisiones pueden resultar en una alta concentración de CO, especialmente en las áreas locales con donde existe congestión por el tráfico pesado. Otras fuentes de emisiones de CO incluyen procesos industriales y la combustión de combustibles en las calderas e incineradores. A pesar de una tendencia general a la baja en las concentraciones y emisiones de CO, la mayoría de las áreas metropolitanas de EE.UU. todavía tienen altos niveles de CO, electrodomésticos alimentados con gas, petróleo, kerosene, o madera pueden producir emisiones de CO que si no se controla, puede acumularse a niveles peligrosos. En las zonas urbanas, las emisiones de monóxido de carbono son estrictamente controlados La Agencia de Protección Ambiental (EPA) es el organismo gubernamental de EE.UU. responsable de establecer las normas de emisión.

4.1 Propiedades Físicas

El monóxido de carbono gaseoso es incoloro, inodoro, insípido, inflamable y altamente tóxico .Se convierte en líquido a 81,62 °K. El monóxido de carbono es inflamable en el aire en una amplia gama de concentraciones: el límite inferior es 12,5%, y el límite superior es 74% a 20 ° C y 101,3 kPa. El monóxido de carbono es moderadamente soluble en agua a baja temperatura, y prácticamente insoluble por encima de 70°

Tabla 4.1 Propiedades físicas de monóxido de carbono

peso molecular	28.011
punto de fusión (°C)	-205.06
punto de ebullición (°C)	-191.5
temperatura crítica (°C) 132,9 °	-140.25
presión crítica	3.496 MPa
densidad crítica	0,3010 g/cm ³
punto triple	
temperatura (°C)	-205.05
presión, kPa	15,39
temperatura de autoinflamación (°C)	608.85
potencial de ionización	14,01 eV

Fase Sólida

Calor latente de fusión (1,013 bar, en el punto triple) : 27.873 kJ/kg

Fase líquida

Densidad del líquido (1.013 bar en el punto de ebullición) : 788.6 kg/m³

Equivalente Líquido/Gas (1.013 bar y 15 °C (59 °F)) : 674 vol/vol

Punto de ebullición (1.013 bar) : -191.6 °C

Calor latente de vaporización (1.013 bar en el punto de ebullición) : 214.85 kJ/kg

Punto triple

Temperatura del punto triple : -205.1 °C

Presión del punto triple : 0.1535 bar

Fase gaseosa
Densidad del gas (1.013 bar en el punto de ebullición) : 4.355 kg/m ³
Densidad del Gas (1.013 bar y 15 °C (59 °F)) : 1.184 kg/m ³
Factor de Compresibilidad (Z) (1.013 bar y 15 °C (59 °F)) : 0.9996
Gravedad específica (aire = 1) (1.013 bar y 21 °C (70 °F)) : 0.968
Volumen Específico (1.013 bar y 21 °C (70 °F)) : 0.862 m ³ /kg
Capacidad calorífica a presión constante (Cp) (1.013 bar y 15.6 °C (60 °F)) : 0.029 kJ/(mol.K)
Capacidad calorífica a volumen constante (Cv) (1.013 bar y 15.6 °C (60 °F)) : 0.02 kJ/(mol.K)
Razón de calores específicos (Gama:Cp/Cv) (1.013 bar y 15.6 °C (60 °F)) : 1.402488
Viscosidad (1.013 bar y 0 °C (32 °F)) : 0.0001662 Poise
Conductividad Térmica (1.013 bar y 0 °C (32 °F)) : 23.027 mW/(m.K)

4.2 Propiedades Químicas

Químicamente, el monóxido de carbono es estable cuando a descomposición se refiere . La energía de enlace de 1070 kJ / mol es un ejemplo de la configuración de triple enlace descrito por la teoría orbital molecular y es la más alta energía de enlace observado para cualquier molécula diatómica. A temperaturas de 310-500 ° C, el CO reduce los óxidos de muchos metales a óxidos de metal inferiores, o metales propiamente dichos, o también para producir carburos metálicos. El monóxido de carbono absorbe a 2143 cm⁻¹ en el espectro infrarrojo. La unión

entre el CO y los átomos de metales de transición debilita el enlace C - O, permitiendo al metal unido al CO reaccionar más fácilmente. El monóxido de carbono es un agente reductor que reacciona con oxidantes y sales tales como el anhídrido yódico, sales de paladio y óxido de mercurio rojo. La reducción catalítica del monóxido de carbono produce metano. La oxidación catalítica del monóxido de carbono conduce a dióxido de carbono. El monóxido de carbono reacciona violentamente con difluoruro de oxígeno y cloro producido por la descomposición de fosgeno, y el peróxido de bario. La hidrogenación del monóxido de carbono produce productos que varían con los catalizadores y las condiciones: el metano, benceno, oleofinas, ceras de parafina, metanol, alcoholes superiores, etilenglicol y glicerol

Compatibilidad del metal

El monóxido de carbono es compatible con todos los metales de uso común a presiones inferiores a 3,5 MPa. Sin embargo, a presiones más altas, el monóxido de carbono reacciona con el níquel, hierro, cobalto, manganeso, cromo y oro, para formar pequeñas cantidades de carbonilos metálicos, que son inestables y altamente tóxicos. Los siguientes metales y aleaciones pueden ser empleados con monóxido de carbono bajo presión: aceros al carbono hasta 10 MPa, aleaciones de aluminio, cobre y aleaciones de cobre, el acero de bajo carbono inoxidable y aleaciones con base de níquel. La presencia de impurezas y la humedad que contienen azufre en monóxido de carbono aumenta su acción corrosiva en el acero a cualquier presión. Equipos de alta presión son a menudo aleados con cobre para ofrecer una mayor resistencia al ataque de monóxido de carbono.

Compatibilidad de materiales refractarios

La resistencia química de ciertos elastómeros y plásticos de monóxido de carbono se da en la siguiente tabla.

Table 7

Tabla 4.2

COMPATIBILIDAD DE ELASTOMEROS Y PLASTICOS CON MONOXIDO DE CARBONO	
A = buena resistencia, B = buena resistencia, y C = poca resistencia.	
Teflón	A
caucho natural	C
neopreno	C
Hypalon	B
caucho butílico	C
Kel-F	A
Buna N	C

4.3 Métodos Analíticos de medida

El monóxido de carbono pueden ser analizados por una serie de procedimientos basados en las propiedades reductoras de CO. La detección cualitativa de CO se realiza haciendo pasar el gas a través de cloruro de paladio (PdCl₂): el paladio metálico de color negro aparece en la presencia de CO. Esta técnica es capaz de detectar niveles de hasta 100-1000 ppm. Sin embargo, elementos tales como el hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, etileno y acetileno también originan la reacción

de reducción del cloruro de paladio, lo que interfiere con la detección de CO. La detección y cuantificación de CO también es posible a través de espectrofotometría de infrarrojo. La frecuencia infrarroja de estiramiento del CO es 2143 cm^{-1} . La oxidación electroquímica de CO a CO₂ es otro método viable. La cromatografía de gases es un método de elección para analizar el CO, ya que permite tanto la separación del producto de CO de sus impurezas, como la cuantificación del mismo. Detectores de conducción térmica (Thermal conduction detectors: TCD) son apropiados para las concentraciones de alto nivel (<500 ppm). Detectores de ionización de llama (Flame Ionization Detectors: FID) o detectores de ionización de la descarga (Discharge Ionization Detectors: DID) son necesarios para niveles de concentración de pequeñas partes por millón. El análisis FID exige la reducción de CO en CH₄ en un catalizador de paladio en presencia de hidrógeno de alta pureza. Las emisiones atmosféricas de CO son medidos por sistemas de control de emisiones continuas (Continuous Emission Monitoring Systems: CEMS), generalmente basado en métodos infrarrojos o de cromatografía de gases.

Las impurezas de monóxido de carbono suelen ser analizados mediante las siguientes técnicas de cromatografía de gases: nitrógeno, argón, dióxido de carbono e hidrógeno por TCD, metano por FID, la humedad a través de higrómetros eléctricos basados en el método directo amperométrico en el detector de absorción piezoeléctrico.

4.4 Seguridad y Salud

Los peligros asociados con el uso de monóxido de carbono provienen principalmente de: su toxicidad y su inflamabilidad.

Toxicidad

El monóxido de carbono es una sustancia asfixiante y actúa tóxicamente al combinarse con la hemoglobina de los glóbulos rojos para formar un compuesto estable llamado monóxido de carbono-hemoglobina. Este compuesto estable impide a la hemoglobina de aspirar oxígeno, privando así al cuerpo del oxígeno necesario para la respiración metabólica. La afinidad del monóxido de carbono por la hemoglobina es aproximadamente 300 veces mayor que la afinidad del oxígeno por la hemoglobina. La inhalación de concentraciones tan bajas como 0,04% provoca dolores de cabeza y malestar dentro de 2 a 3 horas. La inhalación de una concentración de 0,4% en el aire es mortal en menos de 1 hora. El monóxido de carbono es inodoro e incoloro, de tal manera que no se puede saber de su presencia, y la inhalación de altas concentraciones puede causar un colapso repentino, inesperado. EL TLV para un promedio ponderado de 8 horas de exposición (TLV-TWA) adoptada por la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) de los EE.UU. es de 35 ppm (o 40 mg/m³) durante la exposición al monóxido de carbono, y un límite máximo (TLV-C) de 200 ppm (229 mg/m³)

Según la revista Journal of the American Medical Association, el monóxido de carbono es la principal causa de muerte por intoxicación en los Estados Unidos. En las concentraciones de 12.800 partes por millón (ppm) o 1,28% vol el individuo

expuesto pierde la conciencia de forma inmediata, con el peligro de muerte en 1 a 3 minutos de exposición si no es auxiliado. Fuentes domésticas de CO se asocia típicamente con aparatos que funcionan a gas (hornos, calentadores de agua, secadoras de ropa), generadores, hornos, chimeneas, parrillas de carbón, gases de escape de automóviles, herramientas eléctricas, etc. Sólo los detectores de monóxido de carbono pueden detectar niveles letales en los hogares. Entornos industriales en donde se utiliza o es almacenado el monóxido de carbono también deben ser monitoreados con detectores de CO alarmas.

Inflamabilidad

El monóxido de carbono es inflamable en el aire en una amplia gama de concentraciones: el límite inferior es 12,5%, y el límite superior de 74% a 20 ° C y 101,3 kPa. En un entorno industrial, se debe tomar una atención especial para evitar el almacenamiento de cilindros de monóxido de carbono con aquellos cilindros que contengan oxígeno u otros materiales altamente oxidantes o inflamables. Se recomienda que los cilindros de monóxido de carbono en uso sean puestos en tierra. Además, las áreas en las que los cilindros estén en uso deben estar libres de toda fuente de ignición o superficies calientes.

4.5 Factores Ambientales

El monóxido de carbono es altamente tóxico y con la única excepción del dióxido de carbono, sus emisiones anuales totales exceden todos los contaminantes atmosféricos combinados. Algunas de las fuentes potenciales de emisión de CO y de exposición a este elemento son las fundiciones, refinerías de petróleo, fábricas

de pasta kraft, fabricantes de negro de humo, fábricas de acero, fabricantes de formaldehído, la combustión del carbón, las operaciones que impliquen combustión de un combustible (por ejemplo, plantas de energía, plantas industriales, usos comerciales y residenciales , fabricante de carbón, las operaciones procesamiento de caña de azúcar, vehículos de motor). En los EE.UU., dos tercios de las emisiones de monóxido de carbono provienen de las fuentes de transporte, con la mayor contribución proveniente de vehículos de motor . En las zonas urbanas, la contribución de vehículos de motor a la contaminación de monóxido de carbono supera el 90%. En 1992, los niveles de monóxido de carbono rebasaron los estándares federales de calidad del aire en 20 ciudades de los EE.UU., hogar de más de 14 millones de personas.

La Clean Air Act (Ley de Aire Limpio) de 1990 da a los gobiernos estatal y local la responsabilidad principal para la regulación de la contaminación de las centrales eléctricas, fábricas y otras "fuentes fijas". La Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental: EPA) de los EE.UU. tiene la responsabilidad principal del control de la contaminación de "fuentes móviles" El programa de monitoreo de vehículos de motor de la EPA alcanzó un éxito considerable en la reducción de las emisiones de carbono a partir de la década de 1970 hasta 1990. Normas de la EPA a principios de 1970 forzaron a los fabricantes de automóviles a mejorar diseño básico del motor. En 1975, los convertidores catalíticos de autos (diseñado para convertir el CO en CO₂), aparecieron y la reducción de las emisiones de CO bajaron más del 80%. En la década de 1980, los fabricantes introdujeron convertidores más sofisticados, además de ordenadores de a bordo y sensores de oxígeno para ayudar a

optimizar la eficiencia del convertidor catalítico. Los coches de pasajeros de hoy son capaces de emitir monóxido de carbono un 90% menos durante su vida que sus contrapartes de la década de 1960. Como resultado, los niveles ambientales de monóxido de carbono se han reducido, a pesar de un gran aumento en el número de vehículos en la carretera y el número de millas que recorren. Sin embargo, con el proyectado aumento continuado de los viajes en vehículos, conjuntamente con el aumento del número de vehículos más contaminantes (vehículos utilitarios, camionetas), hacen presagiar que los niveles de CO empiecen a incrementarse nuevamente. Este incremento ya ha comenzado en las zonas urbanas más pobladas. Las emisiones de CO de los automóviles aumentan de manera espectacular en el clima frío, debido a que los autos necesitan más combustible para arrancar a bajas temperaturas. La adición de compuestos de oxígeno en la gasolina en frío mejora la relación aire-combustible, promoviendo la combustión completa del combustible, llevando consecuentemente a la reducción de las emisiones de CO. En zonas urbanas e industriales de Europa y Asia industrializadas, las emisiones de CO de los automóviles crean problemas similares, sin embargo las agencias locales de protección del medio ambiente no han sido tan activas en la última década. Sin embargo, los precios históricamente altos de los combustibles en estas áreas geográficas han conducido a la fabricación de automóviles y camiones que son más eficientes en combustible que en los EE.UU., que a su vez ha contribuido a reducir las emisiones de CO por vehículo.

El CO emitido por fuentes fijas, como las refinerías, se encuentra regulado por la Clean Air Act de 1990, pero la vigilancia es impuesta por las agencias estatales y

locales. Por ejemplo, las refinerías están obligados a controlar las emisiones de CO en forma periódica, es decir, todos los días. Típicamente se requiere de estándares de calibración certificados (uno de mayor concentración que el valor esperado, y uno de menor valor que el nivel esperado), para validar la concentración de CO emitida. Las plantas que emiten más de lo permitido son penalizadas con multas o tener la opción de comprar créditos de emisión de las plantas que han emitido menos CO de lo permitido. Los niveles autorizados de emisión de CO son más bajos en áreas de incumplimiento.

4.6 Envenenamiento por Monóxido de Carbono

Los síntomas de la intoxicación por CO y la velocidad con la cual las moléculas de carboxihemoglobina aparecen dependerá de la concentración de CO en el aire y la velocidad y eficiencia con la que respira una persona. Los grandes fumadores pueden vivir hasta con un 9% de su hemoglobina ya ligada al CO, que regularmente inhalan por el humo del cigarrillo, lo cual los hace más susceptibles al CO presente en el ambiente.

- La Occupational Health and Safety Administration (Administración de Seguridad y Salud: OSHA) ha establecido un TLV-TWA de 50 partes por millón (ppm). Con la exposición a 200 ppm durante dos o tres horas, una persona comienza a experimentar dolor de cabeza, fatiga, náuseas y mareos. Estos síntomas se corresponden a una concentración de 15-25% de COHb (Carboxihemoglobina) en la sangre. Cuando la concentración de

COHb llega al 50% o más, la muerte sobreviene en muy poco tiempo. Médicos de urgencias por lo general tienen la mayor experiencia en el diagnóstico y el tratamiento de envenenamiento de CO, aunque profesionales de la salud ocupacional y ambiental también pueden ver múltiples casos.

Los síntomas de la intoxicación por CO en el orden de aumento de gravedad son:

- dolor de cabeza
- dificultad para respirar (disnea)
- mareo
- fatiga
- confusión mental y dificultad para pensar(desorientación)
- pérdida de buena coordinación mano-ojo
- náuseas y vómitos
- frecuencia cardíaca rápida (taquicardia)
- alucinaciones
- Imposibilidad de ejecutar con precisión los movimientos voluntarios
- colapso corporal por debajo de la temperatura (hipotermia)
- coma (pérdida del conocimiento)
- convulsiones (ataques)
- la presión arterial baja seriamente (hipotensión crítico)
- insuficiencia cardíaca y respiratoria
- muerte

En algunos casos, la piel, nariz, membranas mucosas, o las uñas de una persona con intoxicación por CO son de color rojo cereza o rosa brillante. Debido a que el cambio de color no siempre ocurre, no siempre es un síntoma fiable para dar un diagnóstico.

Aunque la mayoría de casos de envenenamiento por CO son agudos (repentinos), es posible sufrir de envenenamiento por CO crónica. Esta condición se produce cuando una persona está expuesta a niveles bajos del gas durante un período de días o meses. Los síntomas son a menudo vagos e incluyen (en orden de frecuencia) fatiga, dolor de cabeza, mareos, trastornos del sueño, síntomas cardíacos, apatía, náuseas y alteraciones de la memoria. Poco se sabe sobre el envenenamiento crónico por CO, y es a menudo mal diagnosticado.

Diagnóstico

La principal razón para sospechar de intoxicación por CO es la evidencia de que se quema combustible en un área confinada, por ejemplo, un coche en marcha dentro de un garaje cerrado, una parrilla de carbón ardiente, o queroseno calentador en un taller. Bajo estas circunstancias, si una o más personas experimentan los síntomas enumerados anteriormente, se puede sugerir la intoxicación por CO. En la ausencia de una razón concreta para sospechar intoxicación por CO, el trastorno se diagnostica a menudo como migrañas, dolor de cabeza, derrame cerebral, enfermedad psiquiátrica, intoxicación alimentaria, intoxicación por alcohol, o enfermedades del corazón.

La confirmación de la intoxicación por CO proviene de una *prueba de carboxihemoglobina* este examen mide la cantidad de CO unido a la hemoglobina

en el cuerpo. La sangre se extrae tan pronto como sea posible una vez que se sospecha exposición al CO. Otras pruebas que son útiles para determinar el grado de envenenamiento por CO incluyen la medición de otros gases arteriales sanguíneos y pH, un recuento sanguíneo completo, la medición de otros componentes sanguíneos, tales como sodio, bicarbonato de potasio, nitrógeno ureico, y el ácido láctico, un electrocardiograma (ECG) y una radiografía de tórax.

Tratamiento

El tratamiento más inmediato para el envenenamiento por CO es quitar a una persona de la fuente de monóxido de carbono y exponer la persona al aire fresco. Si ha dejado de respirar o no hay pulso, se debe iniciar resucitación cardiopulmonar (CPR). Dependiendo de la gravedad de la intoxicación, el 100% del oxígeno se puede administrar con una máscara ajustada sobre una vía aérea tan pronto como esté disponible.

Niveles del COHb de más del 25% en individuos sanos, más del 15% en pacientes con una historia del corazón o enfermedad pulmonar, y más del 10% en mujeres embarazadas por lo general indican la necesidad de hospitalización. En el hospital, líquidos y electrolitos se administran para corregir cualquier desequilibrio químico que puede haber surgido de la ruptura del metabolismo celular.

En los casos graves de envenenamiento por CO, los pacientes reciben terapia de oxígeno hiperbárico. Este tratamiento consiste en colocar a una persona en una

cámara especial donde él o ella respira oxígeno al 100% a una presión de más de una atmósfera (la presión normal que la atmósfera ejerce a nivel del mar). La incrementada presión fuerza que más oxígeno entre en la sangre. Instalaciones hiperbáricas especializadas, están generalmente disponibles sólo en los grandes hospitales o centros regionales de trauma.

Pronóstico

La velocidad y el grado de recuperación de la intoxicación por CO depende de la duración y la concentración de la exposición al gas. La vida media de CO en condiciones normales en una habitación es de cuatro a cinco horas. Esto significa que, en cuatro a cinco horas, la mitad de las emisiones de CO unido a la hemoglobina será reemplazado con oxígeno. En condiciones de presión atmosférica normal, pero respirando oxígeno al 100%, la vida media de la eliminación de CO del cuerpo es de 50-70 minutos. En la terapia hiperbárica, a tres atmósferas de presión, la vida media se reduce a 20-25 minutos. Aunque los síntomas de intoxicación por CO puede desaparecer en pocas horas, algunas personas pueden mostrar problemas residuales de memoria, fatiga, confusión, y cambios en el estado de ánimo de dos a cuatro semanas después de su exposición al gas.

Roles del equipo de salud

Personas capacitadas pueden iniciar los primeros auxilios y RCP. Técnicos de emergencias médicas o paramédicos pueden continuar dicho tratamiento e iniciar la terapia con oxígeno mientras se transporta al paciente a un hospital. Un médico proporciona el tratamiento en el servicio de urgencias. El médico también

supervisa el tratamiento en una cámara hiperbárica. Un terapeuta puede proporcionar asesoramiento después de la recuperación de la exposición al CO.

Prevención

Intoxicación por monóxido de carbono se puede prevenir.

Cuidado especial debe ser puesto en aquellas situaciones en las que se quema combustible en un área confinada, o la calefacción es un equipo viejo y necesita reemplazo.

Las acciones específicas para prevenir la intoxicación por CO incluyen:

- Dejar de fumar, los fumadores tienen menos tolerancia al CO ambiental
- Tener sistemas de calefacción y aparatos instalados por un contratista calificado para asegurarse de que están correctamente ventilados y cumplir con los códigos locales de construcción.
- Inspeccionar y mantener adecuadamente los sistemas de calefacción, chimeneas, y electrodomésticos.
- No usar horno de gas o una estufa para calentar la casa.
- No quemar carbón dentro.
- Asegurarse de que haya una buena ventilación si se utiliza keroseno en el interior del calentador.
- No deje los automóviles o camiones prendidos en el interior de un garaje.

4.7 Toxicología del Monóxido de Carbono

La absorción de monóxido de carbono inhalado se produce en la región de intercambio gaseoso de la inhalación de las vías respiratorias a continuación de la inhalación. Luego de la absorción el cloruro de metileno es metabolizado en el hígado a monóxido de carbono. La vida media de monóxido de carbono después de la exposición al cloruro de metileno puede ser prolongada debido a la continua absorción y el metabolismo. La mayoría de monóxido de carbono se une de forma reversible a la hemoglobina (Hb) en los glóbulos rojos; cantidades más pequeñas permanecen en solución o se unen a los citocromos celulares. La absorción de la molécula de monóxido de carbono por la Hb es una función de la presión parcial alveolar de monóxido de carbono y oxígeno, y las concentraciones de monóxido de carbono y oxígeno en la sangre. La afinidad del monóxido de carbono por la hemoglobina es de 200-250 veces mayor que la del oxígeno. La Carboxihemoglobina es completamente dissociable, liberando el monóxido de carbono para luego eliminarlo a través de los pulmones una vez que la exposición al monóxido de carbono ha cesado. Pequeñas cantidades se oxidan a dióxido de carbono.

Después de unirse a la Hb para desplazar el oxígeno y formar carboxihemoglobina, el monóxido de carbono se transfiere a todo el cuerpo, con lo cual se produce la asfixia de él o la persona expuesta.

El monóxido de carbono se elimina a través de los pulmones. La disociación y la excreción de monóxido de carbono se producen con rapidez después del cese de

la exposición. Lesiones cardiovasculares pueden resultar de la formación de carboxymyoglobin y la vasodilatación de los efectos celulares de monóxido de carbono. Efectos neurológicos clínicos y cualquier secuelas neurológica restante puede ser atribuido a la asfixia, así como la peroxidación lipídica, y la hipotensión.

Capítulo V

PROCESO DE MEDICION: EQUIPOS UTILIZADOS, METODO PARA HACER LA MEDICION, RESULTADOS OBTENIDOS Y SU INTERPRETACION

METODOLOGIA²⁵

IDENTIFICACION DE LAS EXPOSICIONES POTENCIALES

Para ello procedemos a realizar una lista de las sustancias presentes en el proceso de soldadura

Sustancias producidas durante el proceso de soldadura

Humos Metálicos

Fluoruros

Monóxido de Carbono

Dióxido de Nitrógeno

Ozono

Determinación de los factores de exposición en el lugar de trabajo

Se procedió a analizar los procesos y procedimientos de trabajo, determinando lo siguiente:

- El proceso de soldadura no se lo realiza a intervalos regulares de tiempo, sino que depende de las ordenes de pedido que se reciban de parte del cliente

²⁵ASOCIACION ESPANOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION, Norma española: UNE-EN 689 : marzo 1996 : Atmosferas en el lugar de trabajo: directrices para la evaluación de la exposición por agentes químicos para la comparación con los valores limite y estrategia de medición. Madrid: AENOR, 1996.

- El trabajo se lo realizó a lo largo de ciclos de 2 horas, siendo este el tiempo total de exposición al Monóxido de Carbono cada día
- El trabajo de soldadura se lo realizó a lo largo de un periodo de 15 días
- En el proceso de soldadura, primero se ubican los elementos metálicos en la cama de suelda, se realiza el proceso de suelda y luego se descargan los elementos de la cama de suelda para ubicar nuevos elementos y continuar con el proceso. En el lapso de tiempo en el que se descargan y cargan los elementos cesa el proceso de soldadura y por consiguiente, cesa la exposición al Monóxido de Carbono
- El área de producción dispone de ventilación natural, no se dispone de ventilación mecánica
- El soldador utiliza equipos de protección personal tales como capucha de soldar, máscara para soldar, guantes, lentes y protección respiratoria
- La única fuente de emisión de Monóxido de Carbono es la suelda propiamente dicha

Estrategia de la medición

Debido al poco tiempo de exposición diario y a la existencia de fuentes de ventilación en el recinto, podemos sospechar que la exposición se encuentra muy por debajo de los valores límite de exposición, para confirmar esta suposición procedemos a realizar el muestreo a lo largo de todo el tiempo que dura la exposición al Monóxido de Carbono.

Selección de los trabajadores para las mediciones de la exposición

En nuestro caso, debido a que los humos de soldadura se concentran en la Cabina de Soldadura numero 1, se procedió a muestrear a los 2 trabajadores que se encontraban en dicha cabina, ya que estos trabajadores son los que sufren la mayor exposición al Monóxido de Carbono. Este muestreo sería un muestreo en el caso más desfavorable

Mediciones en un punto fijo

Se utiliza este método ya que el resultado sirve para evaluar la exposición del trabajador en el lugar de trabajo. El muestreo se lo hizo colocando el equipo de medición la altura de las vías respiratorias y en un punto que se encuentre lo más cerca posible al trabajador.

Modelo para la medición

Debido a que el perfil de la concentración no cambia de forma significativa a lo largo de la jornada, se escogió un período de muestreo en el cual se toma una muestra cada 4 minutos con un equipo de lectura directa, prolongando este muestreo a lo largo del tiempo total de exposición

Procedimiento de medida

Agentes: La sustancia a ser medida es el monóxido de carbono presente durante el proceso de soldadura

Procedimiento de muestreo: Se tomaran un total de 15 muestras (1 diaria) por un lapso de tiempo de 2 horas para de ese modo cubrir el total de la jornada. Se ubicara el equipo muestreador lo mas cerca posible a la zona de respiración del trabajador

Procedimiento Analítico: Se procederá a leer la concentración del Monóxido de Carbono en el equipo cada 4 minutos aproximadamente, luego con estos datos procedemos a calcular la concentración total con la siguiente formula:

$$C_t = \frac{C_1t_1 + C_2t_2 + C_3t_3 + \dots + C_nt_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}$$

Luego procedemos a calcular el índice de la substancia según:
 $I=C_t/VLA$.

Determinando luego con estos datos si la muestra se encuentra dentro de los limites establecidos (TLV)

Emplazamiento del muestreo: Se procederá a realizar el muestreo en la cabina de soldadura numero 1

Distribución en el tiempo e intervalo entre mediciones: Se realizara una muestra diaria por un periodo de 15 días, en cada día de muestreo se tomaran lecturas de la concentración cada 4 minutos aproximadamente

Tareas a controlar: Evaluaremos el proceso de soldadura durante la fabricación de camas metálicas

5.1 Estrategia de Muestreo

Para realizar el muestreo se procedió a averiguar cuales eran las horas de mayor exposición al monóxido de carbono y se pudo determinar que la exposición no es uniforme, ya que el proceso de soldadura se realiza conforme a los pedidos de producción que se reciban del cliente.

La medición se realizo en los días en que se fabricaban camas metálicas, ya que en esos días existía una mayor exposición al Monóxido de Carbono

Método

Utilizaremos el muestreador pasivo Multilog 2000, el tiempo de muestreo será de 2 horas por muestra con lecturas cada 4 minutos, para nuestro análisis determinaremos primero las concentraciones de cada muestra y luego los Índices de Exposición I

Personas a muestrear

Se realizara el muestreo a 2 soldadores, que son las personas que tienen mayor nivel de exposición al Monóxido de Carbono. Para el muestreo ubicaremos el Multilog 2000 tan cerca a su zona de respiración como nos sea posible

Numero de muestras y duración de las mismas

Para nuestro análisis tomaremos una muestra por cada día de exposición (de este proceso de fabricación en particular), es decir 15 muestras, la duración de cada muestra será de 2 horas, que es el tiempo total que dura la exposición al Monóxido de Carbono

5.2 Fechas

La fecha en la que se realizó la evaluación de la concentración ambiental fue el 15 de Noviembre del 2011, ya que en esta fecha se ejecutaban operaciones de soldadura en la empresa

La fecha en las que se realizaron las evaluaciones de la concentración ambiental se resumen en la siguiente tabla, cabe indicar que en dichas fechas se ejecutaban operaciones de soldadura en la empresa

Fechas de muestreo:

Muestra 1	05/11/2011
Muestra 2	06/11/2011
Muestra 3	07/11/2011
Muestra 4	08/11/2011
Muestra 5	09/11/2011
Muestra 6	10/11/2011
Muestra 7	11/11/2011
Muestra 8	12/11/2011
Muestra 9	13/11/2011
Muestra 10	14/11/2011
Muestra 11	15/11/2011
Muestra 12	16/11/2011
Muestra 13	17/11/2011
Muestra 14	18/11/2011
Muestra 15	19/11/2011

5.3 Equipos utilizados

Los equipos utilizados fueron los siguientes:

Equipo muestreador de gases Multilog 2000, el cual es un monitor personal multigas compacto y ligero que mide simultáneamente hasta cuatro gases, a través de sensores catalíticos y electroquímicos mide la composición de gases en el aire ambiente. Como su nombre lo indica, un fenómeno catalítico se basa en el principio de combustión catalítica. Una molécula del gas absorbido por el equipo se oxida en la superficie catalizada del sensor, a una temperatura mucho mas baja que la normal de ignición. Estos sensores oxidan únicamente a la molécula correspondiente, traduciendo así este fenómeno a una señal medible, como lo es, la concentración de gas contaminante en una molécula de gas tomada del aire. Es un equipo con límites de detección aceptables, sensibles pero con tiempos de respuesta un tanto lentos frente a las variaciones de concentración en el ambiente, muy exacto y requiere de poco volumen de gas para el muestreo.

Foto 5.1 Multilog 2000



- **Kesprel Monitor**, el cual es un equipo que nos sirve para medir la humedad y temperatura del ambiente

Número de mediciones

Se tomó un total de 15 muestras, el tiempo total de muestreo fue 2 horas por cada muestra, que fue el tiempo total en el que se realizó el proceso de soldadura, realizando lecturas cada 4 minutos aproximadamente

Puntos de muestreo

Se escogió un solo punto de muestreo: la Cabina de Soldadura Número Uno. Este punto de muestreo se eligió debido a que en dicho lugar se realizaba el proceso de soldadura que será objeto de la evaluación

5.4 Gases que se van a medir

El producto a ser evaluado es el Monóxido de Carbono, ya que este compuesto es el que se emana durante el proceso de soldadura

5.5 Informe

Alcance

Se realizan las mediciones y se anexan los registros impresos indicando hora, temperatura y humedad. La humedad y la temperatura se las mide debido a que al variar la temperatura puede variar también la concentración del gas

Se determina la concentración en los trabajadores expuestos y se estudia si es necesario el uso de equipo de protección personal

Una vez hechas las mediciones, se procede a analizar los valores obtenidos y dar conclusiones

Proceso y técnica de medición

Se procedió a conocer el Área de Producción, se pudo conocer los lugares en los cuales los trabajadores se encuentran expuestos al Monóxido de Carbono, así como el número total de trabajadores expuestos.

Para realizar las medidas se colocan los equipos de monitoreo en el lugar en el que se realiza el proceso de soldadura, de ese modo se puede asegurar que la muestra tomada se encuentre lo mas próxima a la zona de respiración del trabajador.

La soldadura usada es del tipo MIG, en la cual el Monóxido de Carbono es el principal contaminante.

Se procedió a tomar un número de 30 muestras para de ese modo cumplir con lo establecido por la norma UNE-EN 689, tal como se puede apreciar en el Anexo 1

La concentración para el periodo de 8 horas se calcula con la siguiente fórmula:

$$C_t = \frac{C_1t_1 + C_2t_2 + C_3t_3 + \dots + C_nt_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}$$

Donde:

Ct =Concentración calculada para un periodo de 8 horas

$C1, C2, C3...Cn$ = Valores de cada una de las concentraciones medidas a lo largo de diferentes periodos de tiempo tn

$t1, t2, t3...tn$ = Periodos de tiempo en los cuales fueron leídas las diferentes concentraciones

Criterio de Evaluación

De acuerdo a las normas ACGIH el TLV-TWA para el Monóxido de Carbono es de 25 ppm, valor que coincide con el VLA-ED del INSHT, estos valores son una concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada laboral de 8 horas diarias y una semana de 40 horas a la que pueden estar expuestos los trabajadores sin sufrir efectos adversos

RESULTADOS OBTENIDOS

Luego del estudio de la tarea o actividad de soldadura realizada en el Área de Producción, se pudo constatar que el tiempo total de exposición al Monóxido de Carbono es de 2 horas diarias aproximadamente, el número de semanas al año en las cuales se realiza esta tarea depende de los pedidos de producción realizados por el cliente

Los datos obtenidos se los resume en las siguientes tablas:

MUESTRA 1

Hora	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	20

8:08:00	47	16.4	7
8:12:00	50	15.4	12
8:16:00	50	15.4	25
8:20:00	50	15.4	14
8:24:00	50	15.4	7
8:28:00	50	15.4	3
8:32:00	52	15.2	14
8:36:00	52	15.2	3
8:40:00	52	15.2	34
8:44:00	52	15.2	11
8:48:00	52	15.2	7
8:52:00	52	15.2	4
8:56:00	57	14.7	32
9:00:00	57	14.7	11
9:04:00	57	14.7	5
9:08:00	57	14.7	3
9:12:00	58	14.6	14
9:16:00	58	14.6	27
9:20:00	58	14.6	12
9:24:00	58	14.6	5
9:28:00	60	14.5	12
9:32:00	60	14.5	32
9:36:00	60	14.5	40
9:40:00	60	14.5	6
9:44:00	60	14.5	3
9:48:00	60	14.5	4
9:52:00	60	14.5	3
9:56:00	65	14.4	7
10:00:00	65	14.4	17

MUESTRA 2

Hora	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	20
8:08:00	50	15.4	7
8:12:00	50	15.4	12
8:16:00	50	15.4	25
8:20:00	50	15.4	14
8:24:00	50	15.4	7
8:28:00	52	15.2	3
8:32:00	52	15.2	6
8:36:00	52	15.2	24

8:40:00	52	15.2	38
8:44:00	52	15.2	50
8:48:00	52	15.2	16
8:52:00	57	14.7	3
8:56:00	57	14.7	4
9:00:00	57	14.7	14
9:04:00	57	14.7	3
9:08:00	58	14.6	34
9:12:00	58	14.6	11
9:16:00	58	14.6	7
9:20:00	58	14.6	4
9:24:00	60	14.5	32
9:28:00	60	14.5	11
9:32:00	60	14.5	5
9:36:00	60	14.5	3
9:40:00	60	14.5	3
9:44:00	60	14.5	15
9:48:00	60	14.5	18
9:52:00	65	14.4	27
9:56:00	65	14.4	10
10:00:00	55	16	7

MUESTRA 3

Hora	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	2
8:08:00	50	15.4	14
8:12:00	50	15.4	27
8:16:00	50	15.4	12
8:20:00	50	15.4	5
8:24:00	50	15.4	12
8:28:00	52	15.2	32
8:32:00	52	15.2	40
8:36:00	52	15.2	6
8:40:00	52	15.2	3
8:44:00	52	15.2	6
8:48:00	52	15.2	17
8:52:00	57	14.7	22
8:56:00	57	14.7	12
9:00:00	57	14.7	7
9:04:00	57	14.7	3
9:08:00	58	14.6	3

9:12:00	58	14.6	4
9:16:00	58	14.6	3
9:20:00	58	14.6	7
9:24:00	60	14.5	17
9:28:00	60	14.5	24
9:32:00	60	14.5	46
9:36:00	60	14.5	18
9:40:00	60	14.5	4
9:44:00	60	14.5	6
9:48:00	60	14.5	12
9:52:00	65	14.4	10
9:56:00	65	14.4	9
10:00:00	65	16	7

MUESTRA 4

Hora	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	4
8:08:00	50	15.4	6
8:12:00	50	15.4	24
8:16:00	50	15.4	48
8:20:00	50	15.4	12
8:24:00	50	15.4	5
8:28:00	52	15.2	3
8:32:00	52	15.2	1
8:36:00	52	15.2	6
8:40:00	52	15.2	17
8:44:00	52	15.2	38
8:48:00	52	15.2	54
8:52:00	57	14.7	21
8:56:00	57	14.7	12
9:00:00	57	14.7	5
9:04:00	57	14.7	4
9:08:00	58	14.6	6
9:12:00	58	14.6	12
9:16:00	58	14.6	29
9:20:00	58	14.6	4
9:24:00	60	14.5	6
9:28:00	60	14.5	3
9:32:00	60	14.5	46
9:36:00	60	14.5	18
9:40:00	60	14.5	4

9:44:00	60	14.5	6
9:48:00	60	14.5	12
9:52:00	65	14.4	10
9:56:00	65	14.4	9
10:00:00	57	15	7

MUESTRA 5

HORA	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	16
8:08:00	50	15.4	12
8:12:00	50	15.4	23
8:16:00	50	15.4	23
8:20:00	50	15.4	17
8:24:00	50	15.4	2
8:28:00	52	15.2	31
8:32:00	52	15.2	11
8:36:00	52	15.2	2
8:40:00	52	15.2	24
8:44:00	52	15.2	13
8:48:00	52	15.2	4
8:52:00	57	14.7	23
8:56:00	57	14.7	11
9:00:00	57	14.7	2
9:04:00	57	14.7	54
9:08:00	58	14.6	27
9:12:00	58	14.6	14
9:16:00	58	14.6	17
9:20:00	58	14.6	18
9:24:00	60	14.5	11
9:28:00	60	14.5	27
9:32:00	60	14.5	23
9:36:00	60	14.5	14
9:40:00	60	14.5	7
9:44:00	60	14.5	7
9:48:00	60	14.5	6
9:52:00	65	14.4	29
9:56:00	65	14.4	3
10:00:00	51	16	23

MUESTRA 6

HORA	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	20
8:08:00	50	15.4	25
8:12:00	50	15.4	20
8:16:00	50	15.4	4
8:20:00	50	15.4	11
8:24:00	50	15.4	25
8:28:00	52	15.2	51
8:32:00	52	15.2	18
8:36:00	52	15.2	12
8:40:00	52	15.2	2
8:44:00	52	15.2	3
8:48:00	52	15.2	24
8:52:00	57	14.7	4
8:56:00	57	14.7	10
9:00:00	57	14.7	15
9:04:00	57	14.7	50
9:08:00	58	14.6	23
9:12:00	58	14.6	8
9:16:00	58	14.6	5
9:20:00	58	14.6	7
9:24:00	60	14.5	8
9:28:00	60	14.5	8
9:32:00	60	14.5	1
9:36:00	60	14.5	20
9:40:00	60	14.5	12
9:44:00	60	14.5	23
9:48:00	60	14.5	2
9:52:00	65	14.4	43
9:56:00	65	14.4	5
10:00:00	63	16	24

MUESTRA 7

HORA	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	11
8:08:00	50	15.4	15
8:12:00	50	15.4	22
8:16:00	50	15.4	11

8:20:00	50	15.4	18
8:24:00	50	15.4	1
8:28:00	52	15.2	44
8:32:00	52	15.2	6
8:36:00	52	15.2	16
8:40:00	52	15.2	7
8:44:00	52	15.2	19
8:48:00	52	15.2	20
8:52:00	57	14.7	17
8:56:00	57	14.7	5
9:00:00	57	14.7	3
9:04:00	57	14.7	39
9:08:00	58	14.6	2
9:12:00	58	14.6	21
9:16:00	58	14.6	22
9:20:00	58	14.6	23
9:24:00	60	14.5	8
9:28:00	60	14.5	27
9:32:00	60	14.5	6
9:36:00	60	14.5	12
9:40:00	60	14.5	21
9:44:00	60	14.5	6
9:48:00	60	14.5	11
9:52:00	65	14.4	33
9:56:00	65	14.4	17
10:00:00	60	16	2

MUESTRA 8

HORA	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	21
8:08:00	50	15.4	3
8:12:00	50	15.4	26
8:16:00	50	15.4	8
8:20:00	50	15.4	25
8:24:00	50	15.4	13
8:28:00	52	15.2	2
8:32:00	52	15.2	5
8:36:00	52	15.2	5
8:40:00	52	15.2	15
8:44:00	52	15.2	1
8:48:00	52	15.2	11

8:52:00	57	14.7	24
8:56:00	57	14.7	14
9:00:00	57	14.7	8
9:04:00	57	14.7	3
9:08:00	58	14.6	5
9:12:00	58	14.6	9
9:16:00	58	14.6	15
9:20:00	58	14.6	14
9:24:00	60	14.5	14
9:28:00	60	14.5	25
9:32:00	60	14.5	23
9:36:00	60	14.5	18
9:40:00	60	14.5	25
9:44:00	60	14.5	17
9:48:00	60	14.5	14
9:52:00	65	14.4	1
9:56:00	65	14.4	20
10:00:00	65	14.4	11

MUESTRA 9

HORA	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	17
8:08:00	47	16.4	2
8:12:00	50	15.4	3
8:16:00	50	15.4	23
8:20:00	50	15.4	14
8:24:00	50	15.4	18
8:28:00	50	15.4	3
8:32:00	52	15.2	26
8:36:00	52	15.2	21
8:40:00	52	15.2	24
8:44:00	52	15.2	4
8:48:00	52	15.2	19
8:52:00	52	15.2	17
8:56:00	57	14.7	10
9:00:00	57	14.7	20
9:04:00	57	14.7	2
9:08:00	57	14.7	23
9:12:00	58	14.6	15
9:16:00	58	14.6	20
9:20:00	58	14.6	25

9:24:00	58	14.6	14
9:28:00	60	14.5	4
9:32:00	60	14.5	4
9:36:00	60	14.5	3
9:40:00	60	14.5	12
9:44:00	60	14.5	6
9:48:00	60	14.5	3
9:52:00	60	14.5	1
9:56:00	65	14.4	17
10:00:00	65	14.4	22

MUESTRA 10

HORA	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	18
8:08:00	47	16.4	1
8:12:00	50	15.4	4
8:16:00	50	15.4	23
8:20:00	50	15.4	13
8:24:00	50	15.4	19
8:28:00	50	15.4	3
8:32:00	52	15.2	24
8:36:00	52	15.2	25
8:40:00	52	15.2	4
8:44:00	52	15.2	12
8:48:00	52	15.2	11
8:52:00	52	15.2	24
8:56:00	57	14.7	22
9:00:00	57	14.7	27
9:04:00	57	14.7	2
9:08:00	57	14.7	6
9:12:00	58	14.6	11
9:16:00	58	14.6	25
9:20:00	58	14.6	7
9:24:00	58	14.6	4
9:28:00	60	14.5	10
9:32:00	60	14.5	15
9:36:00	60	14.5	24
9:40:00	60	14.5	4
9:44:00	60	14.5	15
9:48:00	60	14.5	6
9:52:00	60	14.5	1

9:56:00	65	14.4	17
10:00:00	65	14.4	6

MUESTRA 11

HORA	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	10
8:08:00	47	16.4	20
8:12:00	50	15.4	12
8:16:00	50	15.4	26
8:20:00	50	15.4	14
8:24:00	50	15.4	12
8:28:00	50	15.4	3
8:32:00	52	15.2	22
8:36:00	52	15.2	23
8:40:00	52	15.2	23
8:44:00	52	15.2	20
8:48:00	52	15.2	7
8:52:00	52	15.2	4
8:56:00	57	14.7	11
9:00:00	57	14.7	4
9:04:00	57	14.7	2
9:08:00	57	14.7	20
9:12:00	58	14.6	23
9:16:00	58	14.6	14
9:20:00	58	14.6	12
9:24:00	58	14.6	2
9:28:00	60	14.5	26
9:32:00	60	14.5	4
9:36:00	60	14.5	26
9:40:00	60	14.5	5
9:44:00	60	14.5	10
9:48:00	60	14.5	7
9:52:00	60	14.5	1
9:56:00	65	14.4	23
10:00:00	65	14.4	25

MUESTRA 12

HORA	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	10
8:08:00	47	16.4	9
8:12:00	50	15.4	15
8:16:00	50	15.4	1
8:20:00	50	15.4	25
8:24:00	50	15.4	5
8:28:00	50	15.4	27
8:32:00	52	15.2	23
8:36:00	52	15.2	23
8:40:00	52	15.2	16
8:44:00	52	15.2	11
8:48:00	52	15.2	7
8:52:00	52	15.2	17
8:56:00	57	14.7	4
9:00:00	57	14.7	11
9:04:00	57	14.7	28
9:08:00	57	14.7	15
9:12:00	58	14.6	16
9:16:00	58	14.6	16
9:20:00	58	14.6	16
9:24:00	58	14.6	8
9:28:00	60	14.5	15
9:32:00	60	14.5	13
9:36:00	60	14.5	24
9:40:00	60	14.5	17
9:44:00	60	14.5	1
9:48:00	60	14.5	25
9:52:00	60	14.5	41
9:56:00	65	14.4	6
10:00:00	65	14.4	22

MUESTRA 13

HORA	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	22
8:08:00	47	16.4	26
8:12:00	50	15.4	23

8:16:00	50	15.4	10
8:20:00	50	15.4	3
8:24:00	50	15.4	3
8:28:00	50	15.4	31
8:32:00	52	15.2	9
8:36:00	52	15.2	9
8:40:00	52	15.2	21
8:44:00	52	15.2	8
8:48:00	52	15.2	26
8:52:00	52	15.2	21
8:56:00	57	14.7	2
9:00:00	57	14.7	20
9:04:00	57	14.7	3
9:08:00	57	14.7	14
9:12:00	58	14.6	14
9:16:00	58	14.6	15
9:20:00	58	14.6	1
9:24:00	58	14.6	4
9:28:00	60	14.5	25
9:32:00	60	14.5	19
9:36:00	60	14.5	23
9:40:00	60	14.5	6
9:44:00	60	14.5	2
9:48:00	60	14.5	16
9:52:00	60	14.5	2
9:56:00	65	14.4	19
10:00:00	65	14.4	21

MUESTRA 14

HORA	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	23
8:08:00	47	16.4	6
8:12:00	50	15.4	15
8:16:00	50	15.4	4
8:20:00	50	15.4	1
8:24:00	50	15.4	12
8:28:00	50	15.4	38
8:32:00	52	15.2	9
8:36:00	52	15.2	16
8:40:00	52	15.2	20
8:44:00	52	15.2	13

8:48:00	52	15.2	3
8:52:00	52	15.2	12
8:56:00	57	14.7	5
9:00:00	57	14.7	17
9:04:00	57	14.7	37
9:08:00	57	14.7	12
9:12:00	58	14.6	16
9:16:00	58	14.6	2
9:20:00	58	14.6	9
9:24:00	58	14.6	19
9:28:00	60	14.5	21
9:32:00	60	14.5	19
9:36:00	60	14.5	16
9:40:00	60	14.5	2
9:44:00	60	14.5	22
9:48:00	60	14.5	18
9:52:00	60	14.5	49
9:56:00	65	14.4	7
10:00:00	65	14.4	18

MUESTRA 15

HORA	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Lectura
8:00:00	47	16.4	4
8:04:00	47	16.4	25
8:08:00	47	16.4	21
8:12:00	50	15.4	27
8:16:00	50	15.4	22
8:20:00	50	15.4	12
8:24:00	50	15.4	17
8:28:00	50	15.4	27
8:32:00	52	15.2	9
8:36:00	52	15.2	15
8:40:00	52	15.2	3
8:44:00	52	15.2	21
8:48:00	52	15.2	15
8:52:00	52	15.2	23
8:56:00	57	14.7	22
9:00:00	57	14.7	1
9:04:00	57	14.7	1
9:08:00	57	14.7	8
9:12:00	58	14.6	9
9:16:00	58	14.6	16

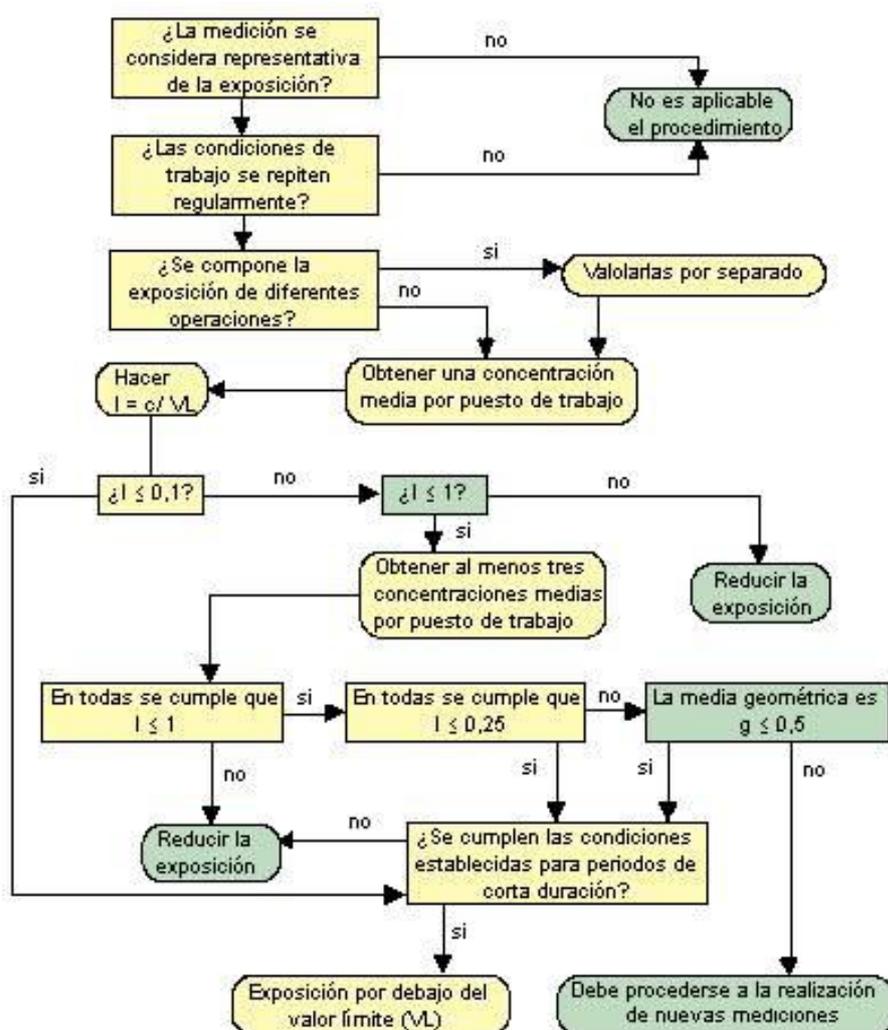
9:20:00	58	14.6	1
9:24:00	58	14.6	4
9:28:00	60	14.5	4
9:32:00	60	14.5	2
9:36:00	60	14.5	18
9:40:00	60	14.5	23
9:44:00	60	14.5	2
9:48:00	60	14.5	11
9:52:00	60	14.5	3
9:56:00	65	14.4	22
10:00:00	65	14.4	20

El tiempo total en el cual los trabajadores estuvieron expuestos al Monóxido de Carbono es de 2 horas, en base a la fórmula indicada anteriormente, obtenemos la siguiente tabla de resultados para la concentración C_t

Muestra	C_t
1	3.32
2	3.64
3	3.28
4	3.63
5	4.15
6	4.06
7	3.91
8	3.33
9	3.30
10	3.23
11	3.46
12	3.93
13	3.52
14	3.88
15	3.40

Calculo del Índice de Exposición (I)

Procedemos al calculo del Índice de Exposición (I), para de ese modo realizar nuestros cálculos de acuerdo a lo establecido por la Norma UNE EN 689, la cual, en su Anexo C establece un sistema de muestreo y toma de decisiones, basado en el ahorro de medios y recursos, cuya sistemática se puede ver en la siguiente figura:



Se puede observar que para el cálculo del Índice de Exposición se usa la siguiente formula:

$$I=Ct/VLA$$

Donde:

Ct= Concentración determinada

VLA= Valor Limite Ambiental para el Monóxido de Carbono (25 ppm)

I= Índice de Exposición

Procedemos a hacer el cálculo del Índice de Exposición para cada una de las muestras obteniendo la siguiente tabla de datos:

Ct	VLA	I
3.32	25	0.13
3.64	25	0.15
3.28	25	0.13
3.63	25	0.15
4.15	25	0.17
4.06	25	0.16
3.91	25	0.16
3.33	25	0.13
3.30	25	0.13
3.23	25	0.13
3.46	25	0.14
3.93	25	0.16

3.52	25	0.14
3.88	25	0.16
3.40	25	0.14

En la cual podemos observar que el Índice de Exposición I para todos los valores es mayor que 0.1 pero menor que 0.25, con lo cual podemos establecer que la exposición al Monóxido de Carbono se encuentra por debajo del límite establecido VLA ED

A continuación podemos observar imágenes mas detalladas de lo que fue el proceso de medición

Foto 5.2 Multilog 2000



Foto 5.3 Proceso de Soldadura



Foto 5.4



Foto 5.5 Kesprel Monitor



Capítulo VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El estudio realizado nos da una idea mas clara de la exposición real a la que se encuentran sometidos los trabajadores de Talleres Mejía durante el proceso de soldadura
- El estudio realizado se orientó exclusivamente a la evaluación de Monóxido de Carbono en el ambiente, no se estudió la interacción de este con otras sustancias posiblemente aditivas.
- Los resultados obtenidos del TLV/TWA para el Monóxido de Carbono pueden servir como referencia para las diversas metalmecánicas que operan en el país.
- El trabajo realizado es una alternativa confiable para la evaluación de las condiciones ambientales generadas por el uso del Monóxido de Carbono y que puede ser implementado en Talleres Mejía y en otras empresas que lo utilicen
- Es también una alternativa viable y de menor costo frente a otros procesos, tales como espectrofotometría, tubos detectores, bolsas colectoras de muestra, etc. Esto debido al costo que supondría el transporte de la muestra para ser analizada en Estados Unidos, ya que en el Ecuador no existe un laboratorio certificado para este tipo de Análisis Instrumental
- Este trabajo contribuye de forma objetiva para conocer el riesgo en la salud al que puede estar expuesto el trabajador de la empresa Talleres Mejía

- Cabe indicar que este trabajo fue orientado a la absorción del Monóxido de Carbono por vía respiratoria, ya que es la única forma en que se absorbe
- Con los valores hallados para el Monóxido de Carbono, tanto para el TLV/TWA como para el VLA/ED, se puede concluir que estos se encuentran dentro de los límites establecidos por la ACGIH para el Monóxido de Carbono
- Al no existir un valor STEL o VLA/EC establecido para el Monóxido de Carbono, ya sea por la ACGIH o por el INSHT, se realiza el estudio únicamente en base al TWA, VLA/ED
- El uso correcto del equipo de protección personal por parte de los trabajadores sumado a la ventilación natural existente, asegura una probabilidad aun menor de que el trabajador pueda intoxicarse con este gas asfixiante

Recomendaciones

- Se recomienda realizar periódicamente monitoreos ambientales en toda el área de Talleres Mejía, orientados no solamente al Monóxido de Carbono, sino también a las demás sustancias que puedan ser utilizadas en el recinto.
- Ejecutar estos monitoreos en las épocas de mayor producción, ya que en dichas épocas existe un mayor tiempo de exposición al Monóxido de Carbono y las demás sustancias que puedan ser utilizadas.

- Medir la velocidad de la circulación del aire en el Área de Producción, para de ese modo asegurar que la ventilación natural es apropiada, según norma ecuatoriana establecida en el Decreto 2393
- Recopilar información con respecto a los diversos tipos de soldadura existentes en el mercado, para de ese modo poder reemplazar la soldadura tipo MIG por una con características similares pero con una toxicidad menor.
- Consultar los diversos tipos de soldadura utilizados en otras metalmecánicas del país, para, si fuera el caso, encontrar un sustituto para la soldadura tipo MIG
- Difundir los resultados obtenidos entre todos los trabajadores de Talleres Mejía expuestos al Monóxido de Carbono
- Reforzar la capacitación referente a la seguridad y salud en el trabajo a todo el personal de Talleres Mejía
- Realizar periódicamente exámenes de sangre a todo el personal, para de ese modo, mediante el valor BEI encontrado, posibilitar una vigilancia más efectiva de la exposición al Monóxido de Carbono²⁶
- Fijar exámenes médicos preempleo, durante su vida laboral y post empleo para todo trabajador que ingrese a laborar por primera vez en Talleres Mejía, pudiendo de este modo, si fuera el caso, detectar una mayor predisposición del trabajador al Monóxido de Carbono.

²⁶ **Nota:** El indicador BEI para el Monóxido de Carbono es 3.5% de CarboxiHemoglobina en la sangre o de 20 ppm de Monóxido de Carbono en la fracción final de aire exhalado (aire alveolar)

- Se deben establecer Políticas en Talleres Mejía para mejorar la Seguridad y Salud de los trabajadores durante sus trabajos con soldadura.
- Se deberá establecer un Plan de Acción de Emergencia en Talleres Mejía en caso de darse una intoxicación por Monóxido de Carbono.
- Realizar periódicamente exámenes médicos ocupacionales a todo el personal que labora en Talleres Mejía, sobre todo Espirometrías, Medición de Oxígeno en la sangre y otros equivalentes.
- Se debe establecer valores límites permisibles para trabajos con soldadura MIG en los Talleres Mejía de tal forma que los trabajadores no tengan ningún inconveniente en su salud

BIBLIOGRAFIA

BARTUAL SANCHEZ, José, *et al.* “*Higiene Industrial*”. Tercera Edición. Madrid, España ed. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo.

CORTEZ DIAS, José María “*Seguridad e Higiene del Trabajo.- Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales*”. Novena Edición. Madrid, España. ed. Tebar. 2007.

MANUAL DE HIGIENE INDUSTRIAL. Madrid, España: ed. Editorial MAPFRE, 1995.

CARPIO, Fernando. “*Prevención de los Riesgos Químicos en los Lugares de Trabajo*”. Primera Edición. Quito, Ecuador. 2000.

Ruiz Frutos, Carlos. Benavides, Fernando. Garcia, Ana. “*Salud laboral. conceptos y técnicas para la prevención de los riesgos laborales*” . Tercera Edición. Barcelona, España. 2006

"Carbon Monoxide." *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. 5th ed. Vol. 5. Hoboken, NJ: Wiley-Interscience, 2007. 1-27. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 11 Agosto. 2011

Stork, Christine, and Deborah Anguish. "Carbon Monoxide." *Encyclopedia of Toxicology*. Ed. Philip Wexler, et al. 2nd ed. Vol. 1. Oxford, United Kingdom: Elsevier, 2005. 423-425. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 11 Agosto. 2011.

Fallon, L. Fleming. "Carbon Monoxide Poisoning." *The Gale Encyclopedia of Nursing and Allied Health*. Ed. Jacqueline L. Longe. 2nd ed. Vol. 1. Detroit: Gale, 2006. 437-440. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 7 Enero. 2012.

Korczynski R. “ *Health Concerns in the Welding Industry*”. *Applied Occupational & Environmental Hygiene* [serial on the Internet]. (2000, Dec), [revisado Enero 7, 2012]; 15(12): 936-945..

Matti, Virtamo. Antti, Tossavainen (1976) CARBON MONOXIDE IN FOUNDRY AIR, *Scand. j. work environ. & health* 2 suppl. 1, 37-41

Jun, Ojima LABORATORY EVALUATION OF CARBON MONOXIDE EXPOSURE IN ARC WELDING. 2009 *Journal of Occupational Health*.

Omer Faruk Tekbas, Mahir Gulec, Ersin Odabas, Songul Acar Vaizog Cagatay Guler. DETERMINATION OF CARBON MONOXIDE LEVELS IN COFFEE SHOPS IN ANKARA. *Indoor and Built Environment* April 2009 18: 130-137

Sarper Erdogan, Eray Yurtseven, Ethem Erginoz, Suphi Vehid, Selcuk Koksak, Ayhan Yuceokur. TOTAL VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS CARBON

MONOXIDE CARBON DIOXIDE CONCENTRATIONS IN THE HOSPITAL BUILDING OF A MEDICAL FACULTY IN ISTANBUL, TURKEY. Consultado el 10 de Abril del 2011 en EBSCO

Niza S, Jamal HH. 2007. Carbon monoxide exposure assessment among toll operators in Klang Valley, Kuala Lumpur, Malaysia. Int J Environ Health Res 17:95-103

E. Dryson, D. Rogers Exposure to fumes in typical New Zealand welding operations.. New Zealand Medical. Journal. 1991; 104:365-367.

Van der Wal, J.F.: Exposure of Welders to Fumes and Gases in Dutch Industries:Summary of Results(1990). Consultado el 04 de Enero del 2011 en EBSCO

MANUAL DE HIGIENE INDUSTRIAL. Madrid, España: ed. Editorial MAPFRE, 1995. 853 páginas

ENCICLOPEDIA DE LA OIT DE LA SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. TOMO 2

TLVS, VALORES LIMITES PARA SUSTANCIAS QUIMICAS Y AGENTES FISICOS Y BEIS INDICES BIOLOGICOS DE EXPOSICION PARA EL 2000. España, 2000.

TLV AND OTHER OCUPATIONAL EXPOSURE VALUES. España. 93 páginas

LIMITES DE EXPOSICION PROFESIONAL PARA AGENTES QUIMICOS EN ESPANA 2011 España, 2011. 233 paginas

SKC 2003/2004 Comprehensive Catalog and Air Sampling Guide. Estados Unidos 2002

MEJIA QUEZADA, Jorge; SAETAMA GUALLPA, Omar. *Rediseño de los procesos de producción de la Empresa Talleres Mejía*. [Tesis de pregrado] . Cuenca, Ecuador Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ingenierías. Carrera de Ingeniería Industrial. 2007.

NORMATIVAS

ASOCIACION ESPANOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION, Norma española: UNE-EN 689 : marzo 1996 : Atmosferas en el lugar de trabajo: directrices para la evaluación de la exposición por agentes químicos para la comparación con los valores limite y estrategia de medición. Madrid: AENOR, 1996.

SISTEMA DE ADMINISTRACION DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. Quito, Ecuador, ed. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2005.

REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE DE TRABAJO. Decreto Ejecutivo 2393.de Noviembre de 1986 Quito, Ecuador,

LEGISLACIÓN AMBIENTAL ECUATORIANA. Quito, Ecuador: ed. Corporación de Estudios y Publicaciones, 2003. Tomo V.

INTERNET

Muestreo de contaminantes quimicos; [1 páginas]. Disponible en: http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/toc/toc_chemsamp.html. Consultado el 08 de mayo de 2011

Hoja de Seguridad Monóxido de Carbono; [1 páginas]. Disponible en: [http://www.lindegas.com.ar/International/WEB/LG/AR/likelgar.nsf/RepositoryByAlias/pdf_monoxi_carbo/\\$FILE/monoxido%20de%20carbono.pdf_](http://www.lindegas.com.ar/International/WEB/LG/AR/likelgar.nsf/RepositoryByAlias/pdf_monoxi_carbo/$FILE/monoxido%20de%20carbono.pdf_). Consultado el 01 de Marzo del 2011

Contaminación Atmosférica; [1 páginas]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos13/univpen/univpen.shtml#MONOX>. Consultado el 17 de Mayo del 2011

Características Monóxido de Carbono; [1 páginas]. Disponible en: http://www.airinonow.org/espanol/html/ed_co.html. Consultado el 21 de Noviembre del 2010

Intoxicación por Monóxido de Carbono; [1 páginas]. Disponible en: http://www.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/urgencias/doc/documentos/doc/intoxicacion_co.htm Consultado el 04 de Enero del 2011

Propiedades Monóxido de Carbono; [1 páginas]. Disponible en: <http://encyclopedia.airliquide.com/encyclopedia.asp?GasID=45&LanguageID=9&CountryID=19> Consultado el 03 de Julio del 2011

Riesgos Monóxido de Carbono; [1 páginas]. Disponible en: http://www.epa.gov/iaq/co_sp.html Consultado el 16 de Octubre del 2011

Monóxido de Carbono; [1 páginas]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/pel88/630-08.html> Consultado el 08 de Septiembre del 2011

Métodos de Monitoreo del Monóxido de Carbono; [1 páginas]. Disponible en: http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_225610.html Consultado el 15 de Junio del 2011

Accidentes del trabajo: Causa, clasificacion y Control; [1 páginas]. Disponible en: http://www.paritarios.cl/especial_accidentes.htm Consultado el 15 de Junio de 2011

NTP Prevencion 108: Criterios Generales de Evaluacion para los Contaminantes Quimicos. Disponible en :http://www.mtas.es//insht/ntp/ntp_108.htm. Consultado el 10 de abril de 2011

NTP 244: Criterios de Valoracion en Higiene Industrial. Disponible en: http://www.mtas.es//insht/ntp/ntp_244.htm. Consultado el 22 de marzo de 2011

Welding Health Hazards. 1996 Disponible en: <http://www.osha.gov/doc/outreachtraining/htmlfiles/weldhlth.html>. Consultado el 12 de diciembre de 2011

Enfermedades Profesionales. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos40/enfermedades-profesionales/enfermedades___profesionales.shtml?monosearch#enfprofes. Consultado el 12 de abril de 2011