

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALURGICA
SECCION DE POS GRADO



SEGURIDAD EN ESPACIOS CONFINADOS APLICADOS EN
EL COMPLEJO METALURGICO DE LA OROYA

TESIS

PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS
CON MENCIÓN EN:

SEGURIDAD Y SALUD MINERA

PRESENTADO POR:

ENRIQUE CAMILO ALVAREZ VALENCIA

LIMA – PERU

2010

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedicó a Ellas, que siempre creyeron y apoyaron incondicionalmente este nuestro proyecto.

Yenny, Cynthia, Violeta, Camila, Urpi y Cristina.

Y a la memoria de Papá Miguel.

AGRADECIMIENTO

A mi familia por su comprensión, paciencia y ánimo permanente en todas las etapas de la Maestría.

A mis asesores por su valioso conocimiento, y experiencias compartidas en las tutorías y a los maestros que participaron en mi formación.

A la Universidad Nacional de Ingeniería, por forjar profesionales de excelencia aptos para seguir compitiendo en los retos del tercer milenio.

Al Complejo Metalúrgico de La Oroya, tutora y gestora de profesionales de todo el Perú y por ser el escenario de la investigación y aplicación del presente trabajo.

INDICE

	Pág.
I. SEGURIDAD EN ESPACIOS CONFINADOS	6
1.1 Antecedentes.....	9
1.1.1 Antecedentes históricos del Complejo Metalúrgico de La Oroya.....	9
1.1.2 Antecedentes históricos de la evolución de las leyes de seguridad.....	10
1.1.3 Antecedentes históricos de la seguridad industrial en el Perú.....	13
1.2 Evolución de la seguridad industrial.....	15
1.2.1 Cobertura de control.....	19
1.2.2 Actores involucrados.....	20
1.2.3 Puntos de intervención.....	21
1.2.4 Estrategia de acción.....	21
1.3 Glosario de términos y definiciones.....	27
1.4 Marco Legal y Regulaciones.....	35
1.4.1 Marco Legal D.S. 046-2001-EM.....	35
1.4.2 Marco Legal D.S. 009-2005-TR.....	35
1.4.3 Marco Legal Reglamento interno de Seguridad e Higiene Industrial de DOE RUN PERU, basado en el D.S. 046-2001-EM	36
1.4.4 Regulaciones Internacionales (OSHA, NIOSH, ANSI, ACGIH, NFPA).....	36
1.4.5 Estadísticas de accidentes en espacios confinados.....	39
II. ESPACIOS CONFINADO	42
2.1 Objetivos Específicos.....	42
2.2 Conceptos de Espacios Confinados.....	42
2.3 Tipos de Espacios Confinados.....	43
2.4 Definiciones y Marco Legal.....	46
2.4.1 Definiciones de los organismos internacionales.....	46
2.4.2 Marco Legal y marco práctico.....	46
2.4.3 Conceptos y enfoque de seguridad.....	47
2.4.4 Conceptos y enfoque de Higiene Industrial.....	48
III. IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DE RIESGOS EN ESPACIOS CONFINADOS	51
3.1 Clasificación de peligros y riesgos en espacio confinados.....	52
3.1.1 Clasificación de los peligros.....	52
3.1.2 Clasificación de los riesgos para el proceso IPER.....	55
3.1.3 Análisis de riesgo.....	55
3.1.4 Problemática de los riesgos.....	57
3.1.5 Tipos de IPER.....	57
3.1.6 Evaluación del IPER.....	58
3.2 Trabajos de alto riesgo.....	65
3.2.1 Trabajos en caliente y con llama abierta.....	65
3.2.2 Trabajos en altura.....	67
3.2.3 Bloqueo de energía y etiquetado (tag out – lock out).....	70

3.3 Peligros químicos en espacios confinados.....	75
3.3.1 Atmósferas asfixiantes.....	75
3.3.2 Atmósferas inflamables y/o explosivas.....	77
3.3.3 Límites de explosividad.....	79
3.3.4 Estratificación de gases y vapores más comunes.....	82
3.3.5 Atmósfera irritante.....	83
3.3.6 Atmósfera tóxica.....	85
3.4 Peligros físicos en espacio confinados.....	88
3.5 Otros riesgos.....	90
IV. TOXICOLOGÍA	91
4.1 Concepto.....	93
4.2 Fases de la intoxicación.....	94
4.2.1 Fase 1: Absorción por exposición.....	94
4.2.2 Fase 2: Toxicocinética.....	95
4.2.2.1 Absorción por exposición.....	97
4.2.2.2 Biotransformación.....	100
4.2.2.3 Excreción.....	101
4.2.2.4 Metabolismo.....	102
4.2.3 Fase 3: Toxicodinámica.....	107
4.2.3.1 Respuesta tóxica.....	107
4.2.3.2 Respuesta de los tejidos a la pérdida de células.....	109
4.2.3.3 Relación dosis-respuesta.....	109
4.2.4 Fase 4: Aspectos clínicos.....	112
V. PRINCIPALES GASES METALÚRGICOS EN ESPACIOS CONFINADOS	116
5.1 Resumen de los procesos metalúrgicos.....	116
5.2 Principales fuentes de emisión y generación de Monóxido de Carbono (CO).....	124
5.2.1 El cuerpo humano.....	124
5.2.2 Fuentes artificiales.....	124
5.2.3 Fuentes naturales.....	125
5.3 Exposición al Monóxido de Carbono.....	126
5.3.1 Características generales.....	126
5.3.2 Riesgos para la salud.....	128
5.3.3 Efectos de CO en el hombre-toxicidad.....	128
5.3.4 Toxicocinética del CO.....	129
5.3.5 Toxicodinámica – Mecanismo de acción.....	132
5.3.6 Fase clínica – intoxicación y sintomatología.....	136
5.3.6.1 Efectos sobre la salud.....	142
5.3.6.2 Exposición al CO combinada con la altitud.....	149
5.4 Principales fuentes de emisión y generación de Dióxido de Azufre (SO ₂).....	152
5.4.1 Efectos del SO ₂ en el hombre.....	155
5.4.2 Toxicocinética del SO ₂	158
5.4.2.1 Absorción: vías de entrada – distribución.....	158
5.4.2.2 Biotransformación – metabolismo.....	158
5.4.2.3 Eliminación.....	159

5.4.3 Tóxico dinámica del SO ₂	159
5.4.3.1 Sintomatología.....	160
5.4.3.2 Efectos sobre la salud.....	161
5.4.4 Fase clínica – diagnóstico y pruebas complementarias.....	163
VI. IDENTIFICACIÓN DE ESPACIOS CONFINADOS	165
6.1 Identificación de áreas críticas.....	165
6.2 Características principales.....	169
6.3 Peligros antropogénicos del hombre.....	170
6.3.1. Fuentes y causas antropogénicas de los peligros y la contaminación.....	171
6.4 Codificación de espacios confinados.....	178
6.5 Señalización y advertencia.....	186
VII. ACCIONES PREVENTIVAS EN ESPACIOS CONFINADOS	187
7.1 Ventilación del espacio confinado.....	187
7.2 Protección respiratoria en espacios confinados.....	193
7.2.1 Protección personal.....	196
7.2.2 Tipos de equipos de respiración.....	196
7.2.3 Factores de protección de equipos de respiración.....	199
7.2.4 Prueba cuantitativa (Fit test) ajuste y sellado del respirador.....	208
7.2.5 Certificación OSHA	212
7.3 Ingreso a espacios confinados.....	216
7.3.1 Procedimiento de ingreso a espacios confinados.....	219
7.3.1.1 Supervisor encargado y responsable de ingreso.....	225
7.3.1.2 Capacitación y entrenamiento.....	227
7.3.1.3 Procedimientos alternativos para peligros.....	228
7.3.1.4 Alcances a contratistas y a otros personales.....	230
7.3.2 Datos de seguridad en espacios confinados.....	230
7.3.3 Límites de exposición ocupacional.....	231
7.3.4 Permiso para ingreso a espacios confinados.....	234
7.3.5 Vigilante – Guardián – Observador.....	235
7.3.6 Comunicaciones en espacios confinados.....	236
7.3.7 Instrumentación y equipo de detección de gases.....	237
7.3.8 Equipos de rescate para emergencia.....	238
7.3.9 Seguridad y Salud Ocupacional.....	242
7.3.10 ¿Por qué la gente muere en espacios confinados?.....	244
7.3.11 Cronología de tragedias ocurridas.....	245
VIII. Discusión de criterios y alcances de espacios confinados.....	250
Caso práctico ocurrido en el Complejo Metalúrgico de la Oroya.....	253
Conclusiones.....	259
Recomendaciones.....	262
Bibliografía.....	265
Anexos.....	268

INDICE DE TABLAS – FIGURAS

CAPITULO I

Tabla 1	Primeras leyes de compensación por accidente de trabajo	12
Tabla 2	Resumen del proceso de la evolución de la seguridad	23
Figura 1	Como crecen las compañías	23
Figura 2	Evolución de la seguridad	26
Tabla 3	Desarrollo histórico de la salud ocupacional	27
Figura 3	Evolución de accidentes fatales	41
Figura 4	Accidentes fatales en espacios confinados	41

CAPITULO II

Figura 1	Peligros permanentes en espacios confinados	44
----------	---	----

CAPITULO III:

Figura 1	Análisis de peligros y riesgos	53
Figura 2	Clasificación de los peligros	54
Figura 3	Clasificación de los riesgos para el proceso IPER	55
Figura 4	Análisis del riesgo	55
Figura 5	Problemática de los riesgos	57
Figura 6:	Método de evaluación de riesgo	60
Tabla 1	Severidad o consecuencia	61
Tabla 2	Frecuencia	61
Tabla 3	Valor esperado de la pérdida	62
Figura 7	Matriz de evaluación de riesgos	62
Tabla 4	Efectos potenciales de atmósferas asfixiantes con deficiencia de oxígeno	77
Figura 8	Límites de explosividad	81
Figura 9	Límites de explosividad en porcentajes	82
Figura 10	Estratificación de gases y vapores	83
Tabla 5	Efectos y síntomas del anhídrido sulfuroso	84
Tabla 6	Efectos de la exposición al monóxido de carbono	86
Figura 11	Efectos de monóxido de carbono, sobre el organismo	87

CAPITULO IV:

Tabla 1	Breve comparación de pruebas de toxicidad aguda,	92
---------	--	----

	prolongada y crónica	
Figura 1	Procesos que integran la toxico cinética	96
Figura 2	Rutas de exposición al plomo	96
Figura 3	Comportamiento dinámico del plomo en el organismo	96
Figura 4	Tamaño promedio de partículas	97
Figura 5	Ingreso y salida de gases en el organismo	98
Figura 6	Concentración vs. Tiempo cinética de primer orden	99
Figura 7	Reacciones de reducción en la que intervienen los Citocromos P-450	103
Figura 8	Factores ADME	106
Tabla 2	Diferencias morfológicas entre necrosis y apoptosis	108
Figura 9	Curva dosis- respuesta – respuesta máxima	110
Figura 10	Curva dosis-respuesta – compuesto que presenta las dos curvas	111
Figura 11	Potencia y eficacia de 3 compuestos	112
CAPITULO V:		
Figura 1	Proceso metalúrgicos del circuito de Cobre	118
Figura 2	Proceso metalúrgicos del circuito de Plomo	120
Figura 3	Proceso metalúrgicos del circuito de Zinc	122
Figura 4	Proceso metalúrgicos de metales preciosos	123
Figura 5	Fuentes artificiales a nivel doméstico	125
Tabla 1	Características físicas, químicas y propiedades del CO	127
Figura 6	Tóxico cinética del CO, concentrado en el aire	130
Figura 7	Tóxico cinética del CO + Hemoglonia	131
Figura 8	Relación del monóxido del carbono expirado a nivel	131
Figura 9	Tóxico dinámica mecanismos de acción, contacto con el medio ambiente	133
Tabla 2	Relación entre saturación de O ₂ y PAO ₂	134
Figura 10	Curva de disociación de la hemoglobina, porcentaje de saturación.	135
Figura 11	Curva de disociación de la hemoglobina, porcentaje de saturación por oxígeno	135
Figura 12	Síntomas para una determinada concentración de CO en el aire a un determinado tiempo	140
Tabla 3	Concentración del CO en el aire	141

Tabla 4	Porcentaje de saturación del CO	141
Figura 13	El monóxido de carbono (CO) y la salud	142
Figura 14	Efectos del monóxido de carbono sobre el organismo	143
Tabla 5	Monóxido de carbono, condiciones ambientales y efectos	143
Tabla 6	Monóxido de carbono por nivel COHb (%) y efectos	144
Tabla 7	Parte del CO por metro cúbico de aire (ppm) y efectos	144
Figura 15	Efectos del CO a diferentes concentraciones	145
Figura 16	Mecanismo de aparición de daños cerebrales	147
Tabla 8	Efectos del CO en intoxicación aguda	148
Tabla 9	Velocidad de egreso del monóxido de carbono	148
Figura 17	Saturación de hemoglobina y nivel de altitud	150
Figura 18	Curva de disociación de la hemoglobina	151
Tabla 10	Características físicas, químicas y propiedades del SO ₂	153
Figura 19	Efectos de la exposición al SO ₂	162
Tabla 11	Efectos y síntomas del SO ₂	163

CAPITULO VI:

Figura 1	Mapa de riesgo de la planta de antimonio	165
Figura 2	Lógica para la gestión de riesgos	166
Figura 3	Identificación de peligros de áreas críticas	166
Figura 4	Identificación de peligros y riesgos	167
Figura 5	Acción antropogénica del hombre	173
Figura 6	Emisiones en el periodo de Centromín Perú.	174
Figura 7	Emisiones en el periodo de DOE RUN PERÚ	175
Figura 8	Reducción de la emisión de SO ₂ por la chimenea vs. Producción de ácido sulfúrico	176
Figura 9	Reducción de la emisión de polvo por la chimenea	177
Figura 10	Ciclo de los riesgos antropogénicos	178
Tabla 1	Codificación de peligros y riesgos	179
Figura 11	Proceso y mapa de riesgo de la planta de antimonio	183
Figura 12	Mapa de riesgos planta de antimonio	184
Figura 13	Inventario de espacios confinados en el CMLO.	185
Figura 14	Colores empleados en las señales de seguridad	186

CAPITULO VII:

Figura 1	Unidad de ventilación simple y en pareja	192
Figura 2	Equipo de protección respiratoria	196
Figura 3	Esquemas para elegir dispositivos de protección respiratoria	196
Tabla 1	Sistema de código de colores OSHA	197
Tabla 2	Factores de protección respiratoria NIOSH	200
Tabla 3	Tiempo de uso y su efecto en el factor de protección efectiva	206
Figura 4	Modelo de Fit Test	211
Figura 5	Principio operativo del Porta Count-plus	212
Figura 6	Flujograma lógica en la decisión de respiradores	215
Figura 6.1.A	Flujograma del NIOSH	215
Figura 6.1.B	Flujograma de la sección 84 para seleccionar filtros de partículas.	215
Tabla 4	Efectos y síntomas a presión atmosférica	222
Figura 7	Atmósferas inflamables	223
Figura 8	Límites de explosividad	224
Figura 9	Estratificación de gases y vapores	231
Figura 10	Límites de exposición	232
Tabla 5	Límite máximo permisible de los agentes químicos	233
Tabla 6	Principios de medida para la detección de gases	238
Figura 11	Equipo de respiración autónoma suficientes	240
Figura 12	Interacción de la seguridad industrial, higiene y medicina ocupacional	244

CONFINED SPACE SAFETY USED IN METALLURGICAL IN THE

COMPLEX OF THE OROYA

A B S T R A C T

The issue is referred to knowledge and deep analysis of the dangers and risks that are associated with confined spaces whose main characteristics of "lack of oxygen, poor ventilation and the presence of toxic gases and explosive atmospheres among others", are present in the activities everyday household, community, and industry in general. In this context, the metal mining activities have a high inventory of work with these features, because most of the operations and processes, are composed of restricted areas that contain potential hazards from a minimum of material spilled or leaked to alter the conditions the work environment, where the magnitude of risk is increased by lack or inadequate ventilation, lighting, noise control, temperature extremes, etc., and mainly by the presence of various toxic gases that alter the atmosphere, making them many times in oxygen-deficient atmospheres, flammable or explosive atmospheres, which are also associated with other conditions or risk factors such as falling materials, entrapment, collapse, income silos, tanks, ducts, equipment and machinery. etc. own processes and operations. Such risks generally hidden from man's senses, become a permanent threat to workers in many cases can be fatal if not detected promptly, for which preventive measures are required for instruments and tools, plus application of rules, procedures and specific safety standards. Today, as demands integrated concepts of safety, health, environment and social responsibility makes business leaders take

direct actions on safety to increase motivation, productivity and satisfaction of performing a job well done to ensure the worker return home safe and sound.

For these reasons, all the administrations in charge of mining and metallurgical sector are making their best efforts and purposes of amendment on an issue of great impact on the overall safety of workers, such as identification, knowledge and safe work practices in confined spaces. On this subject, Peru despite being traditionally a mining country involving all related activities, has little practical and conceptual development, although in recent years the mining laws and regulations generally considered the regulations in this regard, generating need to implement Safety Management Systems with new approaches to safe designs, identification of critical tasks, standardized work procedures and permission to work in high risk to personnel.

This work that I put to your consideration provides accurate information on the conditions under which they must enter to perform work within a confined space at the La Oroya Metallurgical Complex. Its permanent practice teamwork will ensure safe and above all could save your life and that of your coworkers. However, the comments and topics is an opening to develop research topics that contribute to the improvement of its procedures and conceptual development of current and best practices at any stage or part of it to metal mining.

SEGURIDAD EN ESPACIOS CONFINADOS APLICADOS EN EL
COMPLEJO METALURGICO DE LA OROYA

RESUMEN

El tema está referido al conocimiento y análisis profundo de los peligros y riesgos que están asociados a los espacios confinados cuyas principales características de: *“falta de oxígeno, poca ventilación y presencia de gases tóxicos y atmósferas explosivas entre otras”*, están presentes en las actividades cotidianas del hogar, la comunidad, y la industria en general. En este contexto, las actividades minero metalúrgicas tienen un alto inventario de trabajos con estas características, debido a que gran parte de las operaciones y procesos, están compuestas por áreas limitadas que encierran peligros potenciales desde un mínimo derrame o escape de material que altere las condiciones del ambiente de trabajo, donde la magnitud del riesgo se incrementa por falta o deficiente ventilación, iluminación, control de ruidos, temperaturas extremas, etc. y principalmente por la presencia de gases tóxicos diversos que alteran la atmósfera, convirtiéndolas muchas veces en ambientes deficientes de oxígeno, atmósferas inflamables o explosivas; que además están asociados a otras condiciones o factores de riesgo como caída de materiales, aprisionamiento, hundimiento, ingreso a silos, tanques, ductos, equipos y maquinarias, etc. propios de los procesos y operaciones. Dichos riesgos generalmente ocultos a los sentidos del hombre, se convierten en una amenaza permanente para los trabajadores que en muchos casos pueden ser de consecuencias fatales si no son detectados oportunamente; para lo cual como medidas preventivas, se requieren de

instrumentos y equipos adecuados, además de la aplicación de normas, procedimientos y estándares de seguridad específicos.

En la actualidad, Las exigencias según los conceptos integrados de seguridad, salud, medio ambiente y responsabilidad social, hace que las empresas líderes tomen acciones directas sobre la seguridad para incrementar la motivación, productividad y la satisfacción de realizar un trabajo bien hecho que asegure al trabajador volver a casa sano y salvo.

Por estas razones, todas las administraciones responsables del sector minero metalúrgico, vienen haciendo sus mayores esfuerzos y propósitos de enmienda sobre un tema de alto impacto en la seguridad general de los trabajadores, como es la identificación, conocimiento y prácticas seguras de trabajos en espacios confinados. Sobre este tema, el Perú pese a ser tradicionalmente un país minero que involucra a todas sus actividades conexas, tiene muy poco desarrollo práctico y conceptual, aunque en los últimos años la legislación y reglamentación minera considera en forma general las normativas al respecto; generando la necesidad de implementar Sistemas de Gerenciamiento de Seguridad con nuevos criterios de diseños seguros, identificación de tareas críticas, procedimientos estandarizados de trabajo y permiso para trabajos de alto riesgo con el personal competente.

El presente trabajo que pongo a vuestra consideración, ofrece información precisa de las condiciones bajo las cuales se debe entrar a realizar trabajos dentro de un espacio confinado en el Complejo Metalúrgico de La Oroya. Su práctica permanente garantizará un trabajo en equipo seguro y sobre todo puede salvar su vida y la de sus compañeros. Sin embargo; los comentarios y temas tratados es una

apertura a desarrollar temas de investigación que aporten al perfeccionamiento de sus procedimientos y al desarrollo de una corriente conceptual y prácticas adecuadas en cualquier etapa o parte del que hacer minero metalúrgico.

OBJETIVOS Y ALCANCES:

El presente trabajo de “Seguridad en Espacios Confinados Aplicados en una Industria Metalúrgica”, tiene por objetivo revisar los protocolos y procedimientos que son requerido para todo trabajo en espacio confinado, los mismos que por analogía y condiciones similares son aplicables en toda su extensión a cualquier trabajo en espacio confinado, donde los riesgos y potencialidades de los accidentes serios incluido la muerte están presentes en los registro de innumerables accidentes.

Es objetivo también, que el presente trabajo sirva como una guía y fuente de consulta para el reconocimiento de los peligros y entendimiento de las implicancias que tiene un trabajo de alto riesgo y generalmente con riesgos combinados, de manera que el personal involucrado esté capacitado para tomar las medidas preventivas necesarias y garantizar que la ejecución de cualquier trabajo dentro de un espacio confinado sea en forma segura.

Los alcances del presente trabajo, está orientado a la actividad metalúrgica de la Fundición y Complejo Metalúrgico de La Oroya, donde gran parte de las instalaciones por naturaleza propia de la actividad y procesos metalúrgicos, están compuestas por áreas limitados o cerrados que contienen diferentes riesgos de origen físicos o químicos que pueden llevar a serias lesiones o la muerte, causados por la presencia de sustancias tóxicas, atmósferas deficientes de oxígeno y productos o materiales inflamables; así como por la presencia de agentes físicos (ruidos, temperaturas, vibración, radiaciones, etc.) causantes de enfermedades profesionales.

SEGURIDAD EN ESPACIOS CONFINADOS APLICADOS EN UNA

INDUSTRIA METALURGICA

I. INTRODUCCION:

En los inicios de la minería informal los controles del riesgo de las condiciones ambientales del interior de mina se realizaba con canarios y por indicativos del color y tamaño de llama como las de un fósforo, que muchas veces en la práctica han tenido un alto costo con pérdidas de vidas humanas.

Este escenario ha llegado a su máximo apogeo en tiempos de la esclavitud, una muestra de esta práctica fueron en el tiempo de la colonia cuando los indígenas tenían que cumplir sus obligaciones con el mandato de la Corona a través de las mitas en las explotaciones mineras; donde iban generalmente a nunca volver, puesto que su seguro final se debían a las pésimas condiciones de vida, por el trabajo sobre humano al que eran sometidos sin ningún criterio de seguridad como los que hoy conocemos. En la actualidad, si bien estos métodos son parte del pasado para la minería formal, hoy las exigencias y procedimientos han cambiado con la modernidad y el apoyo de equipos e instrumentos específicos de alta sensibilidad, lo que ha permitido que los trabajos sean más seguros y mejor controlados. Sin embargo; mientras la conducta del trabajador este controlado por los malos hábitos del exceso de confianza, incumplimiento de procedimientos y resistencia al cambio, estos lugares de trabajo estarán siempre amenazados por accidentes lamentables que muchas veces se pagan con la vida.

En consecuencia, el hecho que ocurra un accidente cualquiera fuere su naturaleza, es una clara indicación de que existen causas suficientes para haber generado el problema. Es frecuente que los líderes de mando subestiman a ciertos accidentes e incidentes como si tuvieran poca importancia, para no comprometer su posición como jefatura; pero basados en los principios de Control de Pérdidas, se entiende claramente que la ocurrencia de incidentes son una sintomatología de fallas de control que corresponden a los líderes de equipo.

Para nuestro propósito, materia del presente trabajo orientado a la actividad metalúrgica, gran parte de las instalaciones están compuestas por áreas limitados o cerrados que contienen diferentes riesgos de origen físicos o químicos que pueden llevar a serias lesiones o la muerte causados por la presencia de sustancias tóxicas, atmósferas deficientes de oxígeno y productos o materiales inflamables; así como por la presencia de agentes físicos (ruidos, temperaturas, vibración, radiaciones, etc.) causantes de enfermedades profesionales.

Muchos accidentes ocurren con los trabajadores que ingresan a un espacio confinado, donde están expuestos a una serie de riesgos, debido principalmente al desconocimiento de los peligros que en ellos existen, y al incumplimiento de normas de seguridad y procedimientos establecidos.

Ubicación del área de estudio:

El Complejo Metalúrgico de La Oroya se ubica en el distrito de La Oroya, provincia de Yauli, departamento de Junín a unos 180 km de la ciudad de Lima en dirección hacia la sierra central del Perú siguiendo el trazado de la Carretera Central del Perú.

Aquí se produce 11 metales y 9 subproductos, siendo los principales plomo, zinc, cobre, plata y oro. Estos productos son colocados en diferentes países del mundo abarcando los cinco continentes.



1.1 ANTECEDENTES:

1.1.1. ANTECEDENTES HISTORICOS DEL COMPLEJO METALURGICO:

El Complejo Metalúrgico de la Oroya cuyo inicio de sus operaciones data desde 1922 CMLO, ha sido en el Perú y América del Sur, la pionera en el desarrollo de los proceso Industriales de la Metalurgia con tecnología de punta de entonces; por lo que constituía un referente en todos los campos de gestión empresarial de la época. Sin embargo; la legislación de principios de siglo complacientes en materias de Seguridad Industrial, ha generado innumerables episodios de accidentes de trabajo muchas de ellas de consecuencias fatales que se resumían en Causas Básicas de falta de control del sistema y con alta incidencia de los Factores Personales asociados a la cultura del trabajador.

A lo largo de casi un siglo del desarrollo Industrial de la Metalurgia, las leyes Peruanas referidos a la seguridad y protección del trabajador, han ido mejorando a la par de las demandas y presión de los sindicatos de los países industrializados, y es en la década de los 90, que la legislación peruana asume un mayor compromiso sobre la seguridad de los trabajadores asociando sus controles a una mejora ambiental. Estos escenarios, no dejan de asociarse a los riesgos físicos y químicos que se habrían generado por la operación del CMLO; los espacios confinados que hoy conocemos y están presentes en todos los procesos y operaciones de la actividad metalúrgica, han cobrado muchísimas vidas de los que ya

no se guardan los registros. Hoy en día, el profesional de cualquier rama de especialización, está obligado moral y legalmente a velar por la seguridad de su personal, a través de todos los medios de información que existen o se disponen, y al margen de ser un tema asociado a la conducta de la persona, es un reto permanente para asegurar la integridad física y moral de los trabajadores con fines de beneficio mutuo para las empresas: minimizando los riesgos y pérdidas, para optimizar la productividad.

1.1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA EVOLUCIÓN DE LAS LEYES DE SEGURIDAD:

La seguridad en conjunto, no es una responsabilidad nueva de la administración moderna, ya que se puede encontrar a lo largo de la historia, episodios concretos de su aplicación:

1.- **La Ley de la antigua Babilonia:** Basada en el Código de Hamurabi se resume en su famosa frase “**ojo por ojo, diente por diente**”.

Ejm.:

- Si un constructor edifica una casa para una persona y no hace una edificación firme y ésta se derrumba y causa la muerte de su dueño, el constructor deberá ser sentenciado a muerte.
- Si causa la muerte del hijo del dueño, se dará muerte a un hijo del constructor.

2.-**Ley Inglesa:** La primera ley de fábricas de Inglaterra se dio en 1802, estableciendo normas generales sobre calefacción, ventilación y

horarios de trabajo: La finalidad principal fue detectar el abuso que se hacía con los niños en las fábricas textiles: Se aplicó en forma parcial por la gran presión que existió de los grupos de poder.

3.- **Ley Alemana:** Debido a la presión escrita de Karl Marx, apoyaron la ley de Compensación de los trabajadores, pensando siempre que la seguridad en el lugar de trabajo es vital para el éxito de los negocios.

4.- **Ley Norteamericana:** En Canadá y Estados Unidos, los trabajadores permanecían largas horas operando máquinas incómodas y peligrosas, por lo que unieron esfuerzos y realizaron manifestaciones violentas, logrando que se den nuevas leyes por lo que fijaron Normas e Inspecciones.

En 1917 en Ontario se forma legalmente la asociación de prevención de accidentes industriales (19 asociaciones) con la finalidad de ayudarse a sí mismos a mejorar la seguridad en los lugares de trabajo.

Un estudio histórico es el que se conoce como la **Encuesta de Pittsburg**, realizado en el condado de Allegheny, Pensilvania en 1909, y reveló que en ese condado se habían registrado 526 accidentes fatales en 12 meses entre los años 1906 – 1907, así mismo más del 50 % de las viudas y niños se habían quedado sin ninguna fuente de ingreso. Se calculó que solamente el 30 % de las compensaciones recibidas superó el valor de \$ 500 dólares. Ese mismo informe demostró que en el mismo año se produjeron más de 30000 accidentes fatales en las industrias en todo Estados Unidos.

En 1911 en el estado de New Jersey se dio la primera ley que obliga a las empresas a indemnizar a los trabajadores accidentados a consecuencia de ó en relación al trabajo.

Las Leyes dadas que garantizan la seguridad bajo la oposición de los empresarios a cumplirlas:

- Ley de Seguridad y Salud Ocupacional de EE.UU. de 1970.
- Ley de Seguridad de Productos al Consumidor de 1972.
- Ley de Seguridad Industrial de Ontario de Junio de 1972 (Canadá).
- Ley de Control de Sustancias Tóxicas de 1976.
- El informe de la Comisión Real de la Salud y Seguridad de los trabajadores de Minas, del Gobierno de Ontario de 1976.
- Ley de Seguridad y Salud de Minas de EE.UU de 1977.
- Ley de Seguridad y Salud Ocupacional de los trabajadores de Ontario en 1979.

PRIMERAS LEYES DE COMPENSACIÓN POR ACCIDENTES DE TRABAJO

PAIS	PRIMER A LEY	PAIS	PRIMERA LEY
ESTADOS UNIDOS	1910	PERU	1911
EL SALVADOR	1911	URUGUAY	1915
ARGENTINA	1915	CHILE	1916
COLOMBIA	1916	PANAMA	1916
BRASIL	1919	ECUADOR	1921
VENEZUELA	1923	COSTA RICA	1924
BOLIVIA	1924	PARAGUAY	1927
NICARAGUA	1930	MEXICO	1931
REPUBLICA DOMINICANA	1932	ESPAÑA	1932
HOMDURAS	1952	GUATEMALA	1946

Tabla N° 1

1.1.3 ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL EN EL PERU:

El Perú un país tradicionalmente minero, a lo largo de su historia ha tenido la oportunidad de desarrollar la minería aún desde la época Pre-Inca y el Imperio Inca, donde se tenía 3 sistemas de trabajo:

- **La Minca**, es el trabajo que se realizaba en obras a favor del Ayllu y del Sol, una especie de trabajo comunal en forma gratuita y por turno.
- **El Ayni**, era un sistema de trabajo de reciprocidad familiar entre los miembros del ayllu, destinado a trabajos agrícolas y a las construcciones de casas.
- **La Mita**, era un sistema de trabajo a favor del Estado Imperial del Tahuantinsuyo, donde se movilizaban multitudes de indígenas a trabajar por turno en labores de construcción de caminos, puentes, fortalezas, centros administrativos, templos, acueductos, explotación de minas, etc.

En ambas épocas es digno de tomar muy en cuenta el método de trabajo y tecnología avanzada en el mundo para esa época; por ello como antecedente socio cultural, el trabajador peruano se convierte en el heredero natural con las culturas más importantes del mundo, sólo comparadas con culturas de: Mesopotamia, egipcia, griega, y otras.

En la época colombina, por estar éstos en un proceso de conquista, despreciaron totalmente el factor humano dentro de los trabajos mineros en la colonia; lamentablemente no existen estadísticas de las cuantiosas pérdidas humanas ocurridas en las mitas. Los aborígenes pronto fueron obligados a

trabajar para los conquistadores en varios sistemas de trabajo como la encomienda, la mita, el yanaconazgo.

“Ordenanzas de la Minería” 1550 Virrey La Gasca en el trabajo minero. La población Inca de ese entonces que alcanzaba aproximadamente a unos 12 millones de habitantes se redujo dramáticamente hasta disminuir a unos 6 millones de habitantes y dichas cifras de pérdidas humanas, mucho tuvo que ver el trabajo en las minas subterráneas; por lo que las causas de este asombroso índice de frecuencia y severidad fueron el desprecio a la vida humana por considerar a los herederos del Imperio Inca seres inferiores.

En los inicios de la **Época Republicana** muy poco cambia el tratamiento a los trabajadores mineros en comparación a la **Época Colonial**, por lo que los índices de frecuencia y severidad se mantuvieron en niveles incalculables, hasta la aprobación del Código de Minería de 1950, gestionado, diseñado y ejecutado por el Ingeniero Mario Samame Boggio. Dentro de este código de minería se sientan las bases de unos programas de seguridad incipiente pero muy importante para los trabajadores. En este contexto hubo compañías mineras muy importantes como la Cerro de Pasco Corporation, Southern Perú, Centromín Perú, Marcona Mining, Buenaventura y otros que aplicaron programas de seguridad de avanzada para ese entonces, incentivados por la experiencia de sus países y el Código de Minería.

Así llegamos a los inicios de nuestra época caracterizada por el crecimiento sindical y gobiernos sin objetivos claros que crearon inseguridad no solo en la industria minera sino en el país entero. Este fenómeno atizado con el terrorismo trajo dificultades, al desenvolvimiento de los pocos empresarios

mineros que quedaron, a consecuencia de la inestabilidad e inseguridad reinante en ese entonces. Sin embargo, a la par del desarrollo industrial del Perú en medio de las dificultades propias de cada período sociopolítico, el desarrollo de las industrias y las grandes conquistas laborales fueron creando la necesidad de incrementar la Prevención de Accidentes, contribuyendo de esta manera al mejoramiento de la Seguridad Industrial. Así el Perú es uno de los países de América con los dispositivos legales más avanzados en América Latina, pero que en algunos casos no basta con tener sólo leyes o dispositivos que no responden a la realidad y/o reflejan el espíritu de las mismas.

1.2 EVOLUCION DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL:

- **De los periodos prehistóricos** no consta ninguna fuente en la que se refieran los problemas de salud asociados al trabajo; de ellos podría inferirse que las principales alteraciones de la salud de estas comunidades están relacionadas con sus dos actividades fundamentales para la subsistencia, conseguir abrigo y alimento.
- **En la Era Antigua (3000 a.C.- 400 d.C.)**, el modo de producción era esclavista.
 - Hipócrates ya menciona enfermedades debida a la actividad laboral. Entre las enfermedades cita trabajos en lo se empleaba el plomo en fundiciones, orfebrería, fabricación de vasijas, etc., y describe el cólico saturnino.
 - También Plinio el viejo (23-79 a.C.) en su libro “De historias naturales” menciona enfermedades producidas por la inhalación de polvo o vapores de plomo.

- Galio o Galeno, como también es conocido (129-199 a.C.) hace referencia a los riesgos asociados con diversas ocupaciones.
- **En la Edad Media (s. V – s. XV)**, Poco se dice de la salud de los “trabajadores”.
- A pesar de centros de estudios de medicina destacados durante la edad media, las de Salerno y Montpellier, es difícil encontrar testimonios de los padecimientos laborales del siervo agricultor y del trabajador de la ciudad de la época feudal.
 - Paracelso (1493-1541) quien publicó sobre los peligros de la metalurgia, hablando de enfermedades pulmonares; describió el envenenamiento por mercurio.
 - Goerg Bauer, (“Georgius Agrícola”, 1494-1555), en su libro “De re metallica” describe las actividades mineras y metalúrgicas con detalle, así como las enfermedades y accidentes frecuentes en los mineros y los medios de prevenirlos.
- **En la Edad Moderna (s. XVI - 1789):**
- Se atribuyen la asociación del trabajo con la salud al médico y filósofo español Juan de Dios Huerta (1575), quien declarararía en su libro “Examen de los Ingenios” lo que podría considerarse el primer testimonio de la apreciación del llamado factor humano en la producción: “*Cuán beneficioso sería para la buena administración de la sociedad civil unir la ciencia con el ingenio y talento de cada uno*”.
 - Bernardino Ramazzini (1633-1714), ha sido reconocido como el Padre de la Medicina del Trabajo. En su obra “*De morbis artificum diatriba*” describió

las enfermedades que se manifestaban en un grupo importante de oficios. Era la época de la industria artesanal del naciente capitalismo (s. XVI y XVII); una nueva forma de producción, el trabajo artesanal doméstico, que “*a posteriori*” se transformaría en trabajo artesanal industrial (El artesano), existentes en más de 100 profesiones diferentes, para dar así paso a los médicos y se comenzaron a introducir a la medicina de trabajo, presentando asistencia directa a los trabajadores.

- Los industriales que producen más para obtener mayores ganancias generando un deterioro extremo de las condiciones de trabajo y a una explotación despiadada de la fuerza de trabajo.
- En esta época el médico inglés Sir Percival Pott (1714-1788) descubre el primer tumor conocido de origen profesional, el *cáncer del escroto de los deshollinadores*, causado por la exposición a determinados compuestos bituminosos presentes en el hollín de las chimeneas.

➤ **En la Edad Postmoderna o Contemporánea (s. XIX)**

- Se distingue por la extensión del modo de producción capitalista durante el siglo XIX e inicios del XX, del desarrollo de la ciencia (entre ellas la medicina), la tecnología (destacando la industria bélica) y las comunicaciones.
- Tras la Revolución Industrial se generalizó la fábrica, lugar en el que se persigue aumentar la producción para ganar economías de escala uso cantidades grandes de capital, trabajo y tecnología. El sistema fabril permitió la generalización de la división del trabajo.

- Durante la I y II Guerra Mundial, hay desarrollo de la industria bélica, la química, la metalúrgica, la energética y las comunicaciones, entre otras, en función de la guerra.
 - Este periodo se caracterizó por la intensificación y división del trabajo, largas jornadas laborales, elevados niveles de fatiga y tensión y altos niveles de accidentalidad en la producción.
 - A partir de 1968 el movimiento obrero desarrolló jornadas importantes de lucha a escala mundial a las que se les denominó “**de las condiciones y el medio ambiente de trabajo**”, lo que resultó ser reflejo del agotamiento del modelo Taylorista-Fordiano.
- **En la actualidad**, la industria se ha reorganizado en torno a principios de calidad integral, que son aplicados a todos los elementos que intervienen en la producción industrial, incluidos los requisitos de seguridad y salud en el trabajo. Estos criterios están asociados a la “gestión de la calidad”; es decir, la calidad no se controla, sino que se gestiona en cada una de las fases y elementos que intervienen en la cadena productiva. La Salud y la Seguridad en el Trabajo están, como elementos propios de los sistemas de trabajo, integradas a la gestión empresarial contemporánea.

En efecto, la seguridad ofrece a las empresas, hoy en día, una amplia gama de alternativas para las decisiones relevantes que ella debe tomar en cuanto a cuatro aspectos asociados a ella, y que son de la mayor importancia: Cobertura de Control, Actores Involucrados, Puntos de Intervención, y Estrategias de Acción.

El desarrollo que se ha venido produciendo en cada uno de estos cuatro aspectos de la Seguridad, ya sea en forma de evolución gradual o de cambios más radicales, que toda compañía tiene que pasar cuando crecen; siempre empiezan con un período de evolución con crecimiento firme y estabilidad; y finaliza con un período revolucionario de sustancial turbulencia organizacional y cambio, que obliga al inicio de una fase que se describen a continuación resumida en cuatro fases.

1.2.1 COBERTURA DE CONTROL:

Primera Fase: La Seguridad, desde sus comienzos tuvo su origen y desarrollo inicial motivado por una preocupación por las personas, en donde la prevención de las lesiones y de las enfermedades profesionales era su única razón de ser. Sigue siendo, no obstante, la cobertura básica y fundamental de cualquier sistema preventivo.

Segunda Fase: La Seguridad amplía su cobertura a una atención centrada en los accidentes que, como se entiende hoy en día, además de los daños a las personas, también producen daños y deterioros a equipos, herramientas, materiales, maquinarias, instalaciones, etc.

Tercera Fase: En las últimas décadas, se introdujo el concepto de pérdidas que, a la cobertura ya señalada se le suma la preocupación por el control de derroches (de tiempo, de materiales, de energía, de ideas, de espacio, etc.

Cuarta Fase: Finalmente, la Seguridad ofrece a las empresas la alternativa de ampliar su cobertura a todo tipo de efectos no deseados por ella, cuyas causas

sean de origen incidental, ya sea que se trate de efectos físicos, psicológicos, sociales, económicos, funcionales, legales, ecológicos, etc.

1.2.2 ACTORES INVOLUCRADOS:

Primera Fase: En los inicios de la Seguridad, la responsabilidad por ella se asignaba normalmente a una persona determinada o a un grupo específico. Así, el responsable y principal actor de la Seguridad era un Encargado o un Comité de Seguridad.

Segunda Fase: Con el tiempo, esta responsabilidad fue derivando hacia los especialistas en el tema, centrándose en la mayoría de los casos en los Departamentos de Seguridad, formando que aún se conoce como Seguridad Centralizada.

Tercera Fase: Un avance notable experimentado en los últimos años, ha sido la tendencia a la aceptación de la idea de que la Seguridad es responsabilidad de la Línea de Mando Operativa de las empresas, con la asesoría de los especialistas y, en el caso de la realidad peruana, con la participación de los Comités Internos y Comité Central de Seguridad e Higiene Industrial. Se habla, en estos casos, de la Seguridad Descentralizada.

Cuarta Fase: Los enfoques actuales van más allá de comprometer sólo a la línea de mando operativa y reconocen que la seguridad es responsabilidad de Toda la Organización, comprometiendo con ello a cada uno de sus miembros en los distintos roles que desempeñan. Así por ejemplo, las áreas de ingeniería, de recursos humanos, de logística y de otras áreas que en el pasado se han sentido un tanto ajenas a este tema, adquieren también una participación no

sólo relevante sino fundamental. Por su parte, el autocontrol por parte de cada trabajador de la empresa, se constituye en un complemento indispensable a la gestión organizada y sistemática de la Seguridad.

1.2.3 PUNTOS DE INTERVENCION:

Primera Fase: Los inicios de la Seguridad, en su etapa más incipiente, estaba caracterizada entre otras cosas por una intervención Post-Evento, en una acción tendiente a corregir los problemas más evidentes que originaban los accidentes.

Segunda Fase: Se evoluciona a una intervención con propósito preventivo, pero principalmente en las fases operativas y a nivel de Causas Inmediatas (actos y condiciones inseguras).

Tercera Fase: Comienza a adquirir mayor importancia la intervención a nivel de Causas Básicas o problemas reales, que son en definitiva las que verdaderamente explican la existencia de las condiciones subestándares y la comisión de actos subestándares.

Cuarta Fase: Ahora, los enfoques avanzados de Seguridad priorizan y enfatizan, definitivamente, el control de los riesgos en el Origen, o en lo que Deming llamaría las fuentes de los problemas, las fuentes de mejoramiento; es decir, en los sistemas y procesos de diseño, de planificación, de contratación, de compras, de elaboración de procedimientos, etc.

1.2.4 ESTRATEGIA DE ACCION:

Primera Fase: Más que una estrategia, se trataba de una mera reacción ante eventos ya ocurridos.

Segunda Fase: Se avanza a la realización de acciones puntuales, específicas, que han sido más o menos tradicionales en el campo de la Seguridad, pero que por lo general son soluciones de corto plazo.

Tercera Fase: Se da un paso de enorme importancia en el desarrollo de la Seguridad, avanzando a lo que se denomina: Sistematización de la Seguridad, en donde la empresa emite políticas, asigna responsabilidades a la línea de mando y se actúa en base a un Programa de Seguridad que tiene objetivos definidos, estándares de desempeño y un sistema de control tanto de desempeños como resultado, que promueve su continuo mejoramiento.

Cuarta Fase: La tendencia actual es la búsqueda de sistemas y mecanismos propios, adecuados a la realidad de cada empresa en particular, que permita la integración de la seguridad a la gestión estratégica y al quehacer cotidiano de ella. Esto, en un proceso tendiente a la concreción del concepto de “***Seguridad Implícita***”, el que se logra como resultado de una cultura preventiva y basándose en la premisa de que la seguridad no es otra cosa que “***una consecuencia o resultado de hacer bien lo que se hace***”.

Una organización en su prisa por crecer, a menudo pasa por alto preguntas críticas de desarrollo en aspectos de seguridad tales como: ¿Dónde ha estado nuestra Organización?, ¿Dónde está ahora?, ¿Qué significan las respuestas a estas preguntas en su dirección futura?, ¿Y cuál es nuestra identidad con la Seguridad?

RESUMEN DEL PROCESO DE LA EVOLUCION DE LA SEGURIDAD (*)

Fases	Coberturas de control	Actos involucrados	Puntos de intervención	Estrategias de acción
Primera fase	Lesiones	Encargado de seguridad	Post evento	Reacción
Segunda fase	Accidentes	Dpto. de seguridad y prevención de riesgos	Causas inmediatas	Acciones puntuales
Tercera fase	Perdidas	Línea de mando operativo	Causas Básicas	Sistemas de seguridad
Cuarta fase	Todo tipo de efectos no deseados	Toda la organización	Control en el origen	Seguridad integrada

(*) Repensando la Seguridad como una ventaja competitiva: Samuel Chávez Donoso

Tabla N° 2

Al analizar el proceso evolutivo de la seguridad en clara analogía al proceso evolutivo de las organizaciones a medida que crecen, surgen cinco dimensiones importantes: la edad y tamaño de una organización, sus fases de evolución y revolución, y la tasa de crecimiento de su sector.

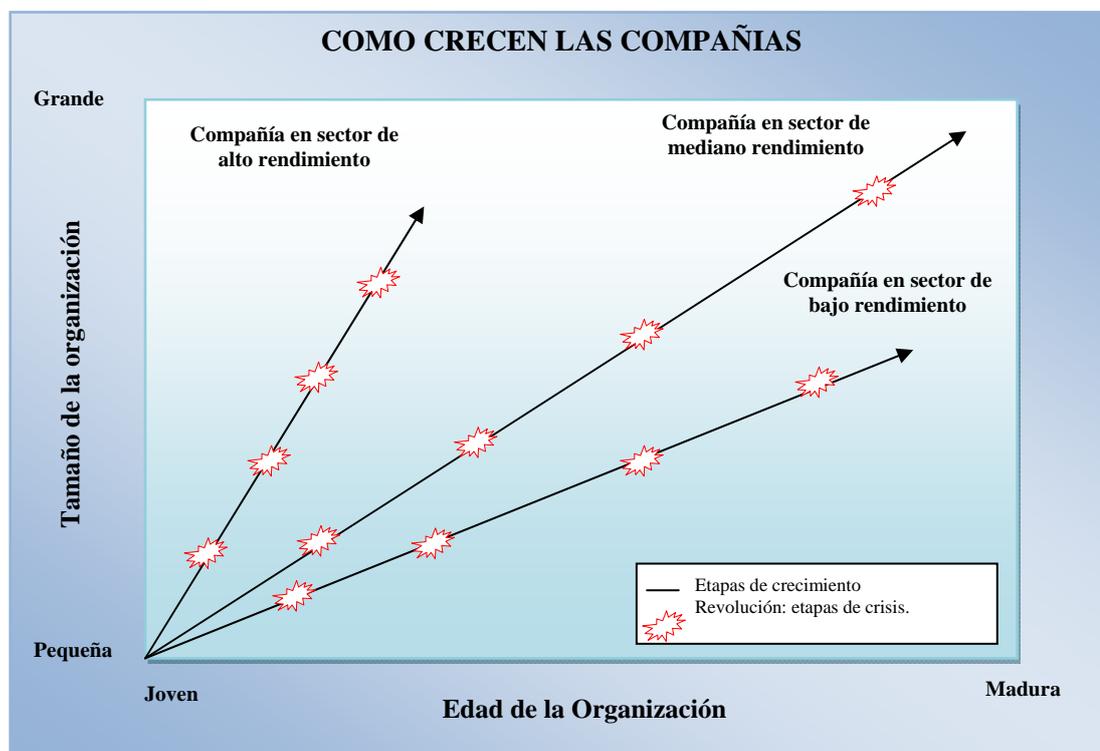


Figura N° 1

- **La edad de la organización:** Es la dimensión más obvia y esencial para cualquier modelo de desarrollo (representada en el eje horizontal del gráfico); la historia muestra que las mismas prácticas organizacionales no se mantienen a lo largo de la vida de una empresa, por lo que los principios y paradigmas están arraigados al tiempo; así por Ejm.: con el paso del tiempo las actitudes se vuelven más rígidas y eventualmente anticuadas, la conducta de los empleados no sólo se vuelve más predecible sino que también más difícil de cambiar, porque responden al igual que el legado psicológico que “la conducta de los individuos y las organizaciones, es principalmente determinada por los eventos y experiencias del pasado”.
- **El tamaño de la organización:** Está representada en vertical dentro del gráfico, donde los problemas y soluciones de una compañía tienden a cambiar notablemente a medida que los empleados y los niveles de competencia lo exigen; además que los niveles de comunicación y ejecución de los trabajos se vuelven más interrelacionados.
- **Las etapas de la Evolución:** Cuando las organizaciones envejecen y crecen, surge el crecimiento prolongado o período evolutivo con un estilo y práctica de seguridad adecuada al momento, y que luego de sobrevivir a una crisis, disfrutan de un período de crecimiento y estabilidad sin retrocesos económicos o quiebre interno severo. Este término de evolución describe períodos de calma sólo con pequeños ajustes necesarios para mantener el crecimiento bajo el mismo modelo global de dirección.
- **Las etapas de Revolución:** Son etapas de turbulencia que típicamente muestran altas y bajas en las prácticas gerenciales de seguridad, las prácticas tradicionales que eran apropiadas para determinadas situaciones, ya no funcionan, son

insuficientes y son criticados por su ineficiencia. En este escenario, aquellas empresas que son incapaces de abandonar las prácticas del pasado y efectuar cambios organizacionales mayores, son las que con mayor probabilidad van a fracasar; y en el campo de la seguridad registrarán pérdidas no cuantificables que determinaran su estancamiento o pérdida de competitividad. Esta etapa se caracteriza por la búsqueda de nuevas prácticas y herramientas de gestión organizacional que se convertirán en la base de gestión del nuevo período de crecimiento evolutivo. Lo interesante es que, esas mismas nuevas prácticas eventualmente siembran las semillas de su propia decadencia y llevan a otro período de revolución; por lo tanto las gerencias experimentan la ironía de ver cómo una solución importante en un período se convierte en el principal problema en el período siguiente.

- **La Tasa de crecimiento de su sector:** Determina la dinámica de los cambios esencialmente motivados por las exigencias de la competencia, hoy en día los índices de seguridad son un inequívoco patrón de referencia que marca la competitividad de una empresa.

Así en la seguridad, la evolución puede ser también prolongada y las revoluciones retardadas cuando hay períodos de bonanza, por Ejm.: Los errores muy dolorosos con costos de vidas y daños severos a la salud que cometen las compañías en materia de seguridad, no son visibles en tiempos de prosperidad; por el contrario cuando la crisis golpea las revoluciones parecen ser mucho más severas y obligan a replantear los esquemas tradicionales.



Figura N° 2

Finalmente la evolución de la seguridad no es un asunto automático; es un concurso permanente para la supervivencia en un mundo competitivo, para avanzar y crecer; cuyos logros y resultados se muestran en el incremento de la productividad, factor que no sólo resuelve el problema de la crisis actual, sino que también forman la base de la próxima fase del crecimiento. Por esta razón el compromiso e involucramiento de la dirección de las empresas y de las habilidades para el cambio de los trabajadores, que estén acordes a los retos que toda evolución y cambio traen consigo.

SALUD OCUPACIONAL DE LA CUARTA GENERACION
LA NUEVA CORRIENTE
DESARROLLO HISTÓRICO DE LA SALUD OCUPACIONAL

	1^{era} Generación	2^{da} Generación	3^{era} Generación	4^{ta} Generación
Periodo	Revolución industrial	De 1900 a 1970	De 1970 a 1990	De 1990 al siglo 21
Responsable de seguridad	Encargado de seguridad	Comité de seguridad	Encargados de proceso	Todos los trabajadores
Acciones de Seguridad	Por reacción	Por observación de riesgos	Por análisis de causas inmediatas	Por análisis de las fuentes de los problemas
Resultados obtenidos	Por ser reactiva son muy escasos o nulos	Pequeños logros en los índices de accidentes	Resultados visibles, pero los problemas son recurrentes	Corporativo. Se convierte en un valor.

Autor: Leandro Barboza

Tabla N° 3

1.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES:

A continuación los términos y definiciones más importantes inherentes a la seguridad, que en toda la actividad y práctica permanente deben de ser enseñados a todos los trabajadores sin excepción hasta que sean empoderados como parte de su cultura y acciones preventivas en el trabajo bajo la premisa de que *“La Seguridad es Responsabilidad de Todos”*

UNIDADES:

- **Ppm** (parte por millón).
 - Número de parte de una sustancia sobre un total de 1 millón.
 - 1 ppm equivale al volumen de 1 cm³ en una habitación de 10 m de largo x 10 de ancho x 10 de alto.
 - Si 01 pulgada representara 1 ppm de un gas, podríamos comparar 01 pulgada (2.54 cm.) en 15.5 millas (24.9 Km.) de distancia.

- Si un segundo representara 1 ppm de un gas, podríamos comparar un segundo en 11.5 días

- **% Volumen**

- Número de partes sobre 100 veces
- 1 % equivale al volumen de 1 m³ en una habitación de 10 m de largo x 10 de ancho x 10 de alto.

- **Ppb** (partes por billón)

- La milésima parte de la ppm

TERMINOS:

1. SEGURIDAD: Condición de estar libre de un riesgo de daño inaceptable y es el resultado de hacer bien las cosas manteniendo riesgos controlados, ANTES de ejecutar cualquier actividad.

2. RIESGO: Es la combinación de la probabilidad la(s) consecuencia(s) de que ocurran lesiones a las personas, daños a los procesos - equipos y al medio ambiente.

- **RIESGO INHERENTE:** El que por su naturaleza no puede separar de la situación donde él existe, sin alterar la naturaleza del mismo.
- **RIESGO AGREGADO O ASOSIADO:** Aquel cuya existencia es producto del equipo, material y herramienta; y nada tiene que ver con el fin o utilidad que se persigue.

- **RIESGO DE TRABAJO:** Los accidentes y enfermedades que tienen su origen o motivo en el trabajo.
 - **RIESGO POTENCIAL:** El Potencial de que un efecto peligroso pueda ocurrir.
 - **RIESGO PURO:** Aquellos que sólo ofrecen alternativas de pérdidas o no pérdidas, pero en ningún caso ganancias.
 - **RIESGO ESPECULATIVO:** Derivan en pérdidas o en ganancias, tiene un factor motivador y son impulsados por la expectativa de ganancias.
 - **RIESGO PROBABLE:** La probabilidad de que un efecto peligroso ocurrirá.
 - **RIESGO OPERACIONAL:** Cualquier riesgo que puede ser controlado mediante estándares elaborados en la cantidad y calidad necesaria para cada realidad.
- 3. PELIGRO:** Es cualquier acto o condición subestándar con potencial de daño, del que puede esperarse con bastante certeza que cause un accidente en términos de lesión o enfermedad, daño a la propiedad, al ambiente de trabajo o una combinación de éstos.
- 4. INCIDENTE:** Acontecimiento no deseado, que puede o no generar lesiones a las personas, daños al medio ambiente o pérdidas en los procesos y equipos. Acontecimiento no deseado que deteriora o que podría deteriorar la eficiencia de la operación en la empresa.

5. **CASI ACCIDENTE:** Acontecimiento no deseado, que bajo circunstancias ligeramente diferentes puede generar lesiones a las personas, daños al medio ambiente o pérdidas en los procesos y equipos.
6. **ACCIDENTE:** Acontecimiento no deseado pero previsible que genera lesiones a las personas, daños al medio ambiente o pérdidas en los procesos y equipos. Generalmente es el resultado del contacto con una fuente de energía o sustancia por sobre la capacidad límite del cuerpo o de una estructura.
7. **TAREA:** Es un conjunto de riesgos controlados y actividades, que deben ejecutarse en una secuencia cuidadosamente organizada para lograr nuestros objetivos, debiendo detectarse y controlarse los riesgos antes de ejecutar cada actividad.
8. **ACTO SUBESTANDAR:** Es todo comportamiento del trabajador que lo expone al riesgo, incumpliendo el Procedimiento Seguro de Trabajo o las normas establecidas y que puede producir un accidente. Ejm.: Falta de capacitación específica, trabajar en estado de fatiga física, adopción de posiciones defectuosas, falta de atención, etc.
9. **CONDICION SUBESTANDAR:** Es toda circunstancia o condición de riesgo dentro del área de trabajo, que incumple el estándar y que puede producir un accidente al no ser detectado anticipadamente ni controlado. Ejm.: Resguardos inexistentes, instalaciones defectuosas, estibaje inadecuado, ventilación insuficiente, derrames, etc.

10. ATAJO (Short Cut): Es un equivocado propósito de reducir el tiempo o esfuerzo para ejecutar una tarea, dejando de hacer una o más actividades que indica el Procedimiento Seguro de Trabajo, exponiéndose innecesariamente a peligros y esperándose con bastante certeza que se produzca un accidente.

11. CULTURA: Son un conjunto de hábitos, tradiciones, valores, expectativas y procedimientos que se manifiestan en todo momento mediante lo que hacemos.

¿Cómo podemos distinguir entre una cultura de riesgo y una cultura preventiva o de seguridad?

- **En una cultura de riesgo** (cultura que por ejemplo, reconoce que para lograr la producción, solo se deben conocer las tareas y actividades) se toman decisiones con esquemas mentales que consideran como suficientes, el conocimiento de las actividades para lograr los objetivos.

- **En una cultura preventiva o de seguridad**, se toman decisiones con esquemas mentales que consideran la detección de riesgos y su control antes de ejecutar cualquier actividad, siendo fundamental el estar seguros de tener los riesgos controlados para el logro de los objetivos, proceso que permite internalizar a la seguridad como valor.

"Lo que cuenta no es lo que dices, sino lo que haces"

12. ATMÓSFERA PELIGROSA: Cualquier atmósfera que expone al trabajador al peligro de muerte, lesión corporal grave, enfermedad aguda o que pueda disminuir o incapacitar al empleado en forma tal que su autorescate sea imposible.

- 13. ESPACIO CONFINADO, RESTINGIDO, CERRADO:** Cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una Atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebido para una ocupación continua por parte del trabajador.

NOMENCLATURA PARA TRABAJOS EN CALIENTE:

- 14. Áreas de Trabajo en Caliente:** Es toda área donde se va a realizar un trabajo en caliente. Estas pueden estar dentro o fuera de los talleres; generalmente es un área no susceptible de moverse.
- 15. Trabajo en Caliente:** Es aquel que involucra o genera llama abierta, chispas o desprendimiento de calor, que puedan entrar en contacto con materiales combustibles o inflamables; o con equipos o maquinarias que los contengan y puedan ocasionar un incendio o explosión.

NOMENCLATURA PARA TRABAJOS EN ALTURA:

- 16. Arnés de seguridad:** Dispositivo usado alrededor de partes del cuerpo que proveerá protección contra caídas.
- 17. Línea de anclaje:** Elemento lineal que sirve para conectar el arnés de cuerpo entero a un punto fijo o línea de vida de manera que sirve de sujeción a la persona en caso se produzca una caída; y además debe contar con amortiguador de impacto de caída cuando se trabaje en alturas mayores a 4.50 m.

- 18. Absolvedor de impacto:** Dispositivo que sirve para disipar la energía durante una caída, o limitar la energía impuesta sobre un trabajador durante una caída. Este elemento debe tener una elongación máxima de 1.00 m.
- 19. Punto de anclaje:** Punto fijo o elemento que une la línea de anclaje y que está diseñado y calculado a soportar 5000 libras (2270 Kg.) de peso muerto. Solo se acepta una persona por punto de anclaje.
- 20. Línea de vida:** Un cable de acero o soga de nylon tendida horizontal o verticalmente desde puntos de anclaje unidos entre sí. Esta línea debe resistir 5000 libras (2270 Kg.) por persona conectada a la línea.

NOMENCLATURA PARA BLOQUEO DE ENERGIA Y ETIQUETADO.

- 21. Baja Energía:** Fuentes de energía que, si son liberadas, probablemente no causarían lesión a las personas o daños al equipo.
- 22. Bloqueo Personal:** Es el candado personal de un empleado. La llave debe quedar en poder del empleado.
- 23. Bloqueo Múltiple:** Sistema para bloquear grandes equipos que requieren más de tres bloqueos personales por trabajador durante un trabajo programado. No se permitirá más de dos llaves para cada grupo de bloqueos múltiples.
- 24. Caja de Bloqueo:** Es una caja que se utiliza en situaciones de bloqueo múltiple donde las llaves de los bloqueos personales utilizados están dentro de la caja aseguradas a un candado personal dentro de la caja de bloqueo.
- 25. Dispositivo de Bloqueo:** Es un medio para dejar inoperativo o inmóvil un

interruptor eléctrico, equipo, válvula, carga elevada, resorte, etc. o para contener o descargar sistemas presurizados tales como aire comprimido, vapor, gas, fluidos hidráulicos u otros fluidos.

- 26. Dispositivo de Bloqueo de la Compañía:** Es el candado utilizado por el supervisor para ser el primer candado de bloqueo en ser colocado y el último en ser retirado de la fuente de energía, cuando se realizan trabajos.
- 27. Energía:** Agente, tales como sistemas presurizados, eléctricos y mecánicos que tienen potencial para causar daño.
- 28. Lista de Sistemas de Bloqueo:** Lista del personal que participará en un bloqueo múltiple, dichas listas se adjuntan y se colocarán en la caja del bloqueo utilizada para el bloqueo múltiple.
- 29. Supervisor de Bloqueo:** Supervisor encargado de los trabajos donde se requiere bloquear la energía y que se encarga de verificar que todos los sistemas se encuentran desenergizados y de colocar y retirar el bloqueo de la compañía.
- 30. Tarjeta Fuera de Servicio:** Tarjeta de advertencia que indica que un equipo, dispositivo o sistema está defectuoso y no debe operarse. Son de color amarillo y con la leyenda “Fuera de servicio”.
- 31. Tarjeta Personal de Corte:** Esta tarjeta es un medio para identificar a la persona que utiliza el bloqueo y advertir a otros que un equipo, dispositivo o sistema está bloqueado y no debe operarse.
- 32. Tope por Conexión Flexible:** Cable u otro dispositivo disponible comercialmente diseñado para conectar ambos extremos de una línea / manguera presurizada uniendo ambos lados de la conexión con otra línea.

1.4 MARCO LEGAL Y REGULACIONES:

1.4.1 MARCO LEGAL: D.S. 046-2001-EM

Art. 6: Espacio Confinado: Es aquel lugar de área reducida constituido por maquinaria, tanque, tolvas o labores subterráneas; en las cuales existen condiciones de alto riesgo, como la falta de oxígeno, presencia de gases tóxicos u otros similares que requieran permiso de trabajo.

PERMISOS DE TRABAJO:

Art. 94: Todo trabajo de alto riesgo, requiere obligatoriamente del permiso de trabajo escrito o procedimiento correspondiente.

Art. 95: Todo titular de la actividad minera establecerá estándares, procedimientos y prácticas como mínimo para trabajos de alto riesgo tales como: en caliente, espacios confinados, excavación de zanjas, derrumbes, trabajos en altura y otros.

Art. 97: Para los trabajos en espacios confinados se debe tener en cuenta la disponibilidad de equipo de monitoreo de gases para la verificación de la seguridad del área de trabajo, equipo de protección personal adecuado, equipo de trabajo y ventilación adecuados, equipo de comunicación y la capacidad respectiva, y la colocación visible del permiso de trabajo.

1.4.2 MARCO LEGAL: D.S. 009-2005-TR

Art. 1: El Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene por objeto promover una cultura de prevención de riesgos laborales, debiendo contar con la participación de trabajadores, empleadores y del Estado

Art. 2: Se aplica a todos los sectores económicos y comprende a todos los empleadores y los trabajadores, bajo el régimen laboral de la actividad privada

Art. 14: Las medidas de prevención y protección se aplicarán en el siguiente orden:

- a) Eliminación de peligros y riesgos.
- b) Tratamiento, control o aislamiento de los peligros y riesgos.
- c) Minimizar los peligros y riesgos que incluye disposiciones administrativas de control.
- d) Equipos de protección.

1.4.3 MARCO LEGAL REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL DE DOE RUN PERU, BASADO EN EL D.S. N° 046-2001.EM (Art. 475 al 483).

1.4.4 REGULACIONES INTERNACIONALES (OSHA, NIOSH, ANSI, ACGIH, NFPA):

En USA existen tres instituciones que tienen establecidos valores límites para contaminantes químicos en el ambiente de trabajo: la "Occupational Safety and Health Administration" (OSHA), el "National Institute for Occupational Safety and Health" (NIOSH) y la "American Conference of Governmental Industrial Hygienists" (ACGIH); además de la "National

Fire Protection Association” (NFPA) y la Norma “American National Standards Institute” (ANSI)

- **La Occupational Safety and Health Administration (OSHA):** La **OSHA** es el órgano de la Administración federal con competencia en el establecimiento de normas legales relativas a la prevención de riesgos y promoción de la salud en el ámbito laboral. Los valores que propone la OSHA se denominan "Permissible Exposure Limits" (PEL) y son los únicos que tienen validez desde el punto de vista legal.

La Norma 1910.146 de la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) “Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos”, que se refiere al ingreso seguro en los llamados espacios confinados (restringidos o cerrados) de trabajo se publicó el 14 de Enero de 1992.

- **National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH):** Es la dependencia federal principal que se ocupa de la investigación para eliminar los peligros laborales que afectan la seguridad y la salud de los hombres y mujeres que trabajan en los Estados Unidos. Es responsable de la identificación de los peligros ocupacionales para la seguridad y la salud y de la recomendación de las modificaciones en las normas destinadas a limitar esos peligros. Así mismo es la encargada de desarrollar criterios para el manejo de materiales tóxicos y agentes nocivos, incluyendo niveles seguros de exposición, para

entrenar a un mínimo adecuado de personal profesional con el fin de cumplir con los propósitos de la OSHA; y en general para realizar investigaciones y programas de asistencia para mejorar la protección y el mantenimiento de la salud del trabajador.

Otra función del NIOSH es la elaboración de programas para exámenes médicos y análisis en el lugar de trabajo para la investigación de enfermedades ocupacionales; además de ser la encargada de la publicación anual de una lista de todas las sustancias tóxicas conocidas y la concentración a la cual son tóxicas.

➤ NIOSH 80-106 “Trabajos en Espacios Confinados”

➤ NIOSH 80-113 “Guía para la Seguridad en Espacios Confinados”

- **La Norma “American National Standards Institute” ANSI**, constituye un grupo que establece normas basadas en un consenso en aspectos específicos. Así la Norma: ANSI Z117.1 (1989) “Rescate en espacios cerrados”, ayuda a clarificar algunos puntos sobre el estándar de OSHA y recomienda un kit básico de rescate.

ANSI Z88.2. (1989) norma referida a un programa de protección respiratoria.

- **American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH):** Es una asociación con sede en USA que agrupa a más de 3000 profesionales de la Higiene del Trabajo que desarrollan su labor en instituciones públicas y universidades de todo el mundo. Los valores que establece la ACGIH se denominan "Threshold Limit

Values" (TLV) y se basan exclusivamente en criterios científicos de protección de la salud. Estos valores TLV son sólo unos límites recomendados, pero gozan de un elevado prestigio en el mundo de la Higiene Industrial. Normalmente, cuando se citan los valores TLV de USA sin más especificación se está haciendo referencia a los valores propuestos por la ACGIH.

- **National Fire Protection Association NFPA:** Es reconocida alrededor del mundo como la fuente autorizada, principal de conocimientos técnicos, datos y consejos para el consumidor sobre la problemática del fuego y la protección y prevención. Por más de 100 años la NFPA ha desarrollado y modernizado sus Códigos y Normas vinculados a todas las áreas de la seguridad contra incendio. Esta organización posee miembros, es de carácter internacional y sin fines de lucro cuya misión es la de reducir el impacto que tienen los incendios en la calidad de vida mediante los Códigos y Normas consensuadas de base científica que genera, como así también su investigación y la educación para la prevención de incendios y otros temas vinculados.

1.4.5. ESTADÍSTICA DE ACCIDENTES EN ESPACIOS CONFINADOS:

Un estudio de 193 muertes, realizado por el departamento de Ciencias de la Seguridad de San Diego para NIOSH, encontró que el:

- 41% de las muertes se debió a condiciones atmosféricas.
- 24 % fue por explosión o incendio.

- 8 % se debió a atrapamiento en material inestable.
- 7% a golpes por objetos que cayeron.
- 6 % a causa del estrés.
- 5 % fueron aplastados o atrapados.
- 5 % se electrocutó o recibió un choque eléctrico.
- 4 % murió por caídas o por otras causas diversas.

Otro estudio en los Estados Unidos que abarcó 17 estados, sobre accidentes fatales en espacios confinados, encontró que en ninguno de los casos se estaban usando ventilación o dispositivos de advertencia (alarmas) en el momento de la muerte.

El 24 % de los casos, los muertos fueron supervisores o personal de gerencia; mientras que el 76 % de los casos respondían a trabajadores sin mando de personal, y que en el 35 % de los lugares, las pruebas atmosféricas habían sido probados al inicio del turno, pero no durante el turno en el cual las condiciones atmosféricas cambiaron.

El 60% de las muestras en Espacios Confinados corresponden a las personas que intentaron rescatar a sus compañeros.

Por otra parte, aproximadamente el 95% de las muertes ocasionadas ambientalmente fueron responsables por cinco condiciones atmosféricas: dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), deficiencia de oxígeno, sulfuro de hidrógeno (H_2S) y gases o partículas combustibles.

En el ámbito nacional, en el sector Energía y Minas, en la ocurrencia de accidentes fatales siempre han estado presentes los casos por intoxicación de gases:

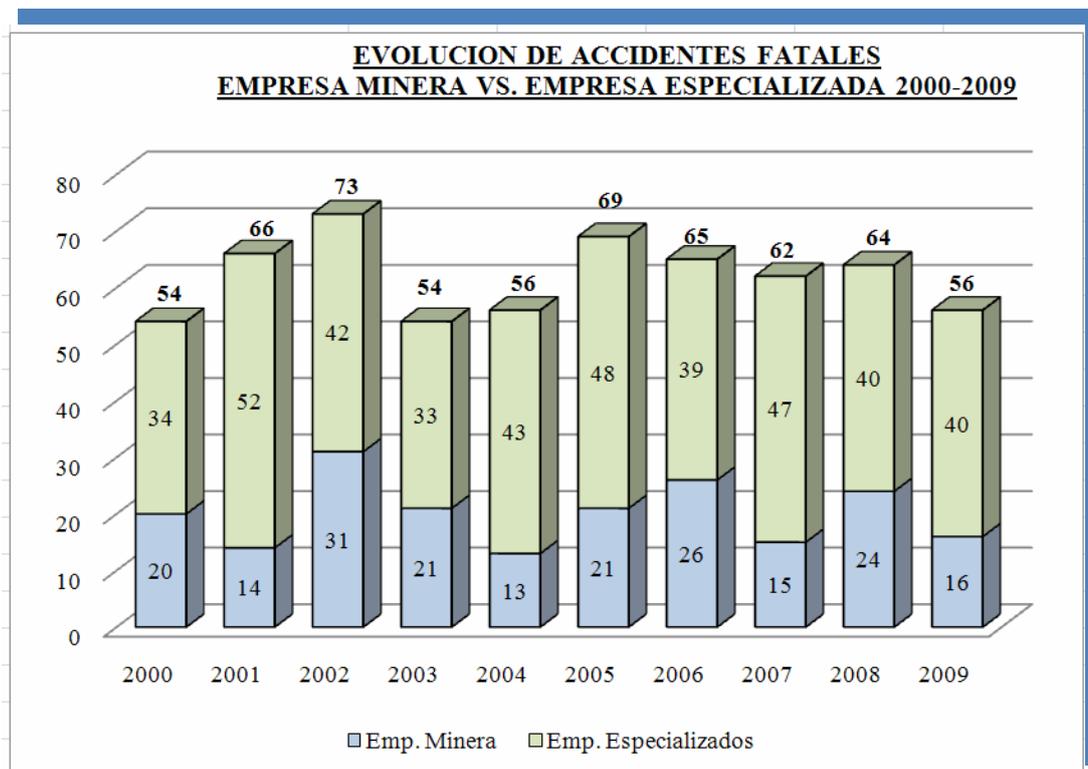


Figura N° 3



Figura N° 4

II. ESPACIOS CONFINADOS

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO:

Proporcionar información veraz y concisa relacionada a todos los trabajos que se realizan en los diferentes espacios confinados existentes en las plantas de procesos industriales; para lo cual el trabajador debe estar capacitado para reconocer los peligros en los espacios confinados, que le permitirá tomar las medidas preventivas necesarias para ejecutar en forma segura el trabajo a realizar.

2.2. CONCEPTO DE ESPACIO CONFINADO:

Se define como todo lugar o sitio con acceso limitado de entrada y salida, con poca ventilación natural la cual puede o no contener o generar contaminantes tóxicos, atmósferas deficientes de oxígeno y/o atmósferas inflamables; estos lugares no están destinados para la ocupación continua de personas tales como: tanques de almacenamiento, estanques de procesos, tolvas, calderas, hornos, túneles, ductos de ventilación o escape, galerías de minas , zanjas profunda, alcantarillados, bóvedas subterráneas de servicios, pozos abiertos, silos, cisternas, chimeneas, etc..

Los riesgos en estos espacios son múltiples, ya que además de la acumulación de sustancias tóxicas o inflamables y escasez de oxígeno se añaden los ocasionados por la estrechez, incomodidad de posturas de trabajo, limitada iluminación, etc. Otro aspecto a destacar es la amplificación de

algunos riesgos como en el caso del ruido, muy superior al que un mismo equipo generaría en un espacio abierto, por la transmisión de las vibraciones.

El origen de estos accidentes es el desconocimiento de los riesgos, debido en la mayoría de las ocasiones a falta de capacitación y adiestramiento, y a una deficiente comunicación sobre el estado de la instalación y las condiciones seguras en las que las operaciones han de realizarse.

2.3 TIPOS DE ESPACIOS CONFINADOS:

- **Espacios confinados cerrados con una pequeña abertura de entrada y salida** (Reactores, tanques de almacenamiento, sedimentación, salas subterráneas de transformadores, gasómetros, túneles, alcantarillas, galerías de servicios, bodegas de barcos, arquetas subterráneas, cisternas de transporte).
- **Espacios confinados abiertos por su parte superior y de una profundidad tal que dificulta su ventilación natural** (Fosos de engrase de vehículos, cubas de desengrasado, pozos, depósitos abiertos, cubas).

PELIGROS PERMANENTES EN ESPACIOS CONFINADOS



Figura N° 1

Además los espacios confinados, se pueden dividir en tres clases: A, B o C, de acuerdo al grado de peligro para la vida de los trabajadores.

Clase A: corresponde a aquellos donde existe un inminente peligro para la vida. Generalmente riesgos atmosféricos (gases inflamables y/o tóxicos, deficiencia o enriquecimiento de oxígeno).

Los espacios confinados que presentan estos peligros requieren obligatoriamente de un permiso de ingreso proporcionado por el supervisor o personal especialmente capacitado, después de un riguroso análisis de las

condiciones atmosféricas existentes; y en estricto cumplimiento de los procedimientos y estándares establecidos para este tipo de trabajos.

Para advertir la presencia de estos peligros, se necesita la ayuda de instrumentos y equipos específicos Ejm.: Gases de Monóxido de carbono, gases explosivos, etc.

Clase B: Este tipo de peligros al igual que los de la clase A, pueden causar la muerte en corto tiempo, pero en este caso se puede advertir su presencia mediante los sentidos. Ejm.: Gases de anidrido sulfuroso (SO₂), Hidrogeno sulfurado (H₂S), etc.

Esta clase de peligros potenciales dentro del espacio confinado pueden causar lesiones y/o enfermedades que no comprometen la vida ni la salud y pueden controlarse a través de los elementos de protección personal. Por ejemplo: atmósferas cuyo contenido de oxígeno, gases inflamables y/o tóxicos, y su carga térmica están dentro de los límites permisibles.

Clase C: esta categoría, corresponde a los espacios confinados donde las situaciones de peligro no exigen modificaciones especiales a los procedimientos normales de trabajo o el uso de EPP adicionales. Por ejemplo: tanques nuevos y limpios, fosos abiertos al aire libre, cañerías nuevas y limpias, etc.

Generalmente este tipo de peligros, son debidos a las condiciones físicas del ambiente de trabajo, es decir, la dificultad con la que se trabaja dentro del espacio confinado como los peligros de hundimiento o caídas, iluminación deficiente, ruido industrial, etc.

En general todos los espacios confinados deben localizarse e identificarse por medio de carteles bien visibles en todas las zonas por donde puede tenerse acceso al mismo. En su exterior, además, se debe colocar, de ser necesario, el nombre del producto que contiene, a través de un sistema de rotulado conocido.

2.4 DEFINICIONES Y MARCO LEGAL:

2.4.1 DEFINICIONES DE LOS ORGANISMOS INTERNACIONALES:

➤ **DEFINICION OSHA:** Es lo suficientemente grande y configurado de tal manera que un trabajador pueda entrar, de cuerpo entero en su interior y desempeñar una tarea asignada.

Un espacio confinado tiene aperturas de entrada y salida limitadas, es lo suficientemente grande para un empleado entrar y trabajar y no esta designado para la ocupación de trabajo continuo.

➤ **DEFINICION NIOSH:** Un "espacio confinado" hace referencia a un espacio que por su diseño tiene un número limitado de aberturas de entrada y salida, cuenta con una ventilación natural desfavorable que podría contener o generar peligrosos contaminantes del aire, y no está destinado para una presencia continua de empleados.

2.4.2 MARCO LEGAL Y EL MARCO PRÁCTICO:

Dentro del marco legal y alcances del DS. 046-2001-EM. Los espacios confinados, tienen una regulación de prácticas operativas específicas, cuyos procedimientos son de aplicación imperativa.

Para el caso general de la minería subterránea, por definición se enmarca en los alcances de un espacio confinado; sin embargo los procedimientos y prácticas operativas difieren por la magnitud del escenario. Esta realidad exige que en este tipo de actividades mineras, las medidas y acciones preventivas obedezcan a estándares y procedimientos específicos como base del ejercicio de una **seguridad preventiva**.

2.4.3 CONCEPTO Y ENFOQUE DE SEGURIDAD:

El diccionario nos proporciona una definición de seguridad en términos de conjunto de leyes y organismos que tiene como fin proteger contra determinados riesgos sociales: accidentes, enfermedad, paros, vejez, etc., aplicable a la rama de la Administración Pública cuyo fin es velar por la seguridad de los ciudadanos.

El concepto de seguridad es, por tanto, muy amplio y abarca la seguridad social, la ciudadana, la seguridad respecto a los objetos que se poseen, aquella que tiene vinculación con la responsabilidad civil por daños causados a terceros, etc. Es también destacable la seguridad de los negocios jurídicos en los diversos aspectos de validez de los mismos. En los tiempos que vivimos, de vida compleja y conflictiva, no siempre es posible conseguir la tranquilidad que nos otorga la seguridad. De ahí que el Derecho prevea en múltiples disposiciones, de obtener esa seguridad, total o parcialmente, previendo al efecto los mecanismos que permitan

alcanzar tal fin. Entre esos mecanismos que arbitra el Derecho, está previsto el contrato de seguro.

Según GARRIGUES, al hablar de delimitación y fuentes de la materia seguros, nos dice que: “Constituye el Derecho de Seguros el conjunto de normas jurídicas que regulan el seguro como manifestación social”. Agrega más adelante, al referirse a los fundamentos técnicos del seguro que: “todo riesgo engendra una preocupación y un deseo de seguridad..., Esta seguridad no puede alcanzarse por la supresión directa del acontecimiento temido (fuego, granizo, enfermedad, muerte, etc.), sino tan solo por la certeza de que al sobrevenir la situación temida tendremos a nuestra disposición un valor económico que la compense”.

2.4.4 CONCEPTO Y ENFOQUE DE HIGIENE INDUSTRIAL

La higiene industrial es la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general.

Existen diferentes definiciones de la higiene industrial, aunque todas ellas tienen esencialmente el mismo significado y se orientan *al mismo objetivo fundamental de proteger y promover la salud y el bienestar de los trabajadores*, así como proteger el medio ambiente en general, a través de la adopción de medidas preventivas en el lugar de trabajo.

El enfoque ideal de la prevención de riesgos es “una actuación preventiva anticipada e integrada”, que incluya:

- Evaluación de los efectos sobre la salud de los trabajadores y del impacto ambiental, antes de diseñar e instalar, en su caso, un nuevo lugar de trabajo.
- Selección de la tecnología más segura, menos peligrosa y menos contaminante (“producción más limpia”).
- Emplazamiento adecuado desde el punto de vista ambiental.
- Diseño adecuado, con una distribución y una tecnología de control apropiadas, que prevea un manejo y una evacuación seguros de los residuos y desechos resultantes.
- Elaboración de directrices y normas para la formación del personal sobre el correcto funcionamiento de los procesos, métodos seguros de trabajo, mantenimiento y procedimientos de emergencia.

La importancia de anticipar y prevenir todo tipo de contaminación ambiental es decisiva. Por fortuna, existe una creciente tendencia a considerar las nuevas tecnologías desde el punto de vista de los posibles impactos negativos y su prevención, desde el diseño y la instalación del proceso hasta el tratamiento de los residuos y desechos resultantes, aplicando un enfoque integral.

Asociación Internacional para la Higiene Industrial (AIHI): Se creó formalmente en una reunión celebrada en Montreal el 2 de junio de 1987 y cuyo principal objetivo de la AIHI es promover y desarrollar la higiene industrial en todo el mundo para que alcance un elevado nivel de competencia profesional, a través de medios como el intercambio de información entre organizaciones e individuos, el desarrollo de los recursos humanos y la promoción de un alto nivel de práctica ética.

Las actividades de la AIHI incluyen reuniones científicas y la publicación de un boletín. Los miembros de las asociaciones nacionales afiliadas son automáticamente miembros de la AIHI; también pueden afiliarse como miembros individuales, si residen en países en los que todavía no se ha implantado una asociación nacional.

III. IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DE RIESGOS EN ESPACIOS CONFINADOS

En las dos últimas décadas de experiencia de las empresas peruanas en el sector minero metalúrgico y energético, confirman que están a la vanguardia de todos los sectores en el tema de Gestión de Riesgos; por los niveles de competitividad a que están sometidos.

En la actualidad la experiencia de empresas de Nivel A, exitosas en sus índices de productividad a prueba de eventuales crisis, ostentan el privilegio bien ganado de tener mayores probabilidades de éxito porque tienen integrados sus procesos a objetivos económicos con la Productividad, Calidad, Seguridad y Ambiente; amparados en el principio simple de hacer una buena gestión de prevención de riesgos que les otorgue **una ventaja competitiva**, haciendo frente a toda acción que resulte amenazante al logro de dichos objetivos.

Está comprobado que el éxito de la gestión de la seguridad de las personas y de los recursos, está focalizado en la atención y gestión eficiente de los **procesos críticos**, mediante una distribución racional de los recursos para tal fin, esto requiere un amplio análisis que incluyan todos los aspectos y riesgos asociados del trabajo, estableciendo el criterio de **criticidad**, bajo un orden y jerarquía de prioridades.

La gestión de los procesos críticos y el tema de la criticidad, está basada en los inventarios y/o identificación de los peligros y riesgos existentes, asociados al GEMA (Gente, Equipos, Materiales y Ambiente) y un adecuado **“modelo de control”**, teniendo como base para ello los inventarios de riesgos críticos.

La Identificación del Peligro y Evaluación del Riesgo, es una estrategia utilizada para identificar, clasificar y cuantificar los riesgos más críticos, al que se le asigna la más alta prioridad para su tratamiento; y su efectividad depende del aporte de un equipo multidisciplinario que garantice una amplia variedad de puntos de vista, criterios técnicos y experiencias.

Deben contar con la capacidad para distinguir entre riesgos puros, riesgos especulativos, riesgos físicos, riesgos de comportamiento y actitudes; así como del impacto de los factores ambientales en el lugar de trabajo y de las condiciones de trabajo.

Finalmente el objetivo de la Identificación de Peligros y posterior Evaluación del Riesgo, es lograr un nivel de control suficiente sobre el “Riesgo Operacional” en cualquier etapa del proceso y operación, evaluando la frecuencia y exposición a los peligros y riesgos; para lo cual es indispensable que la administración reconozca su **existencia y magnitud**.

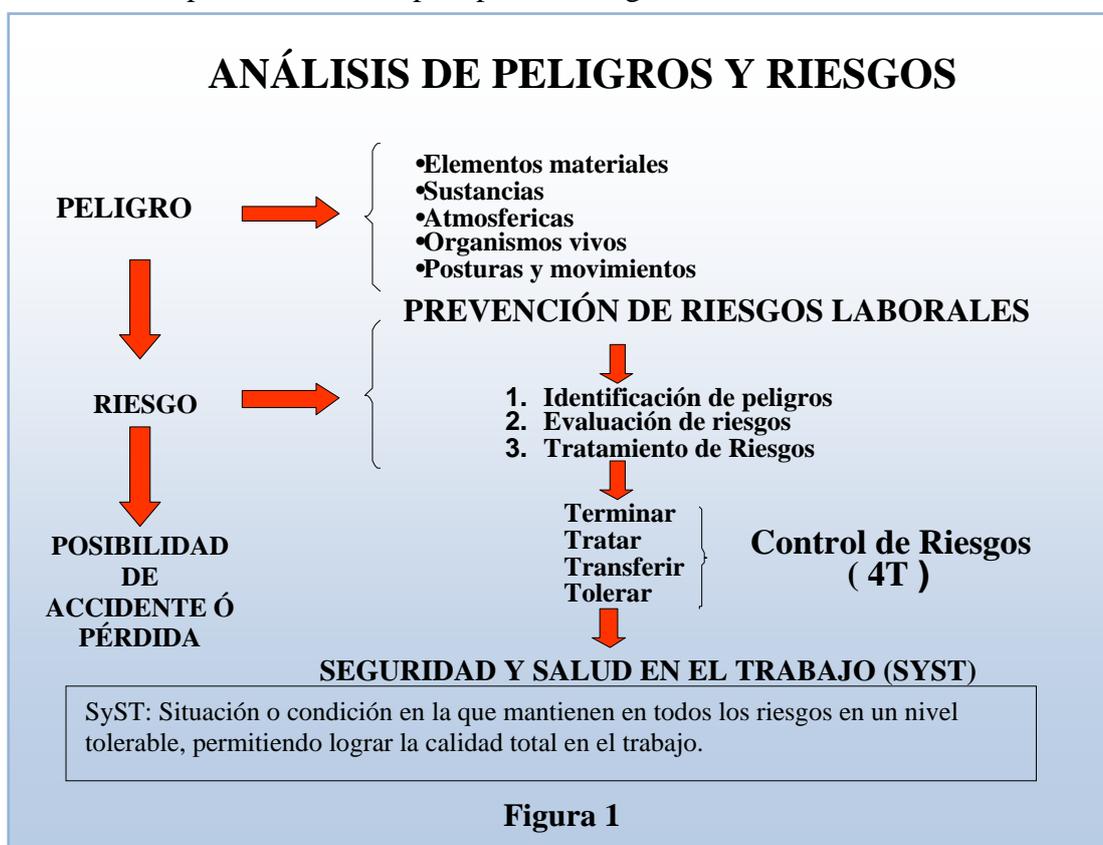
3.1 CLASIFICACION DE PELIGROS Y RIESGOS EN ESPACIOS CONFINADOS:

Un inventario de aspectos críticos empieza desde su análisis macro de un determinado ítem (área, procesos, operación y/o actividad); en cada ítem o etapa si fuera el caso, estableciéndose procedimientos específicos para identificar los peligros, evaluar los riesgos y sus impactos, y en base a ello implementar medidas adecuadas a fin de reducir los riesgos e impactos a niveles aceptables o tolerables; para lo cual debe llevarse a cabo evaluaciones

de riesgos que puedan reducir significativamente los peligros para las personas, bienes y el ambiente, mediante:

- Un Inventario de Áreas Críticas del Proceso.
- Un Inventario de Tareas, de Equipos y de Materiales Críticos.
- Identificar Peligros y evaluar la probabilidad de su ocurrencia.
- Evaluar medidas para prevenir o reducir el impacto de los peligros.
- Monitoreo y seguimiento de las recomendaciones para asegurar su implementación.

Estos inventarios y evaluación dependerán del tipo o clase de riesgo que se trate, para lo cual se deben reconocer las diferentes categorías de riesgos y como completar una matriz para perfilar riesgos:



3.1.1 CLASIFICACION DE LOS PELIGROS:

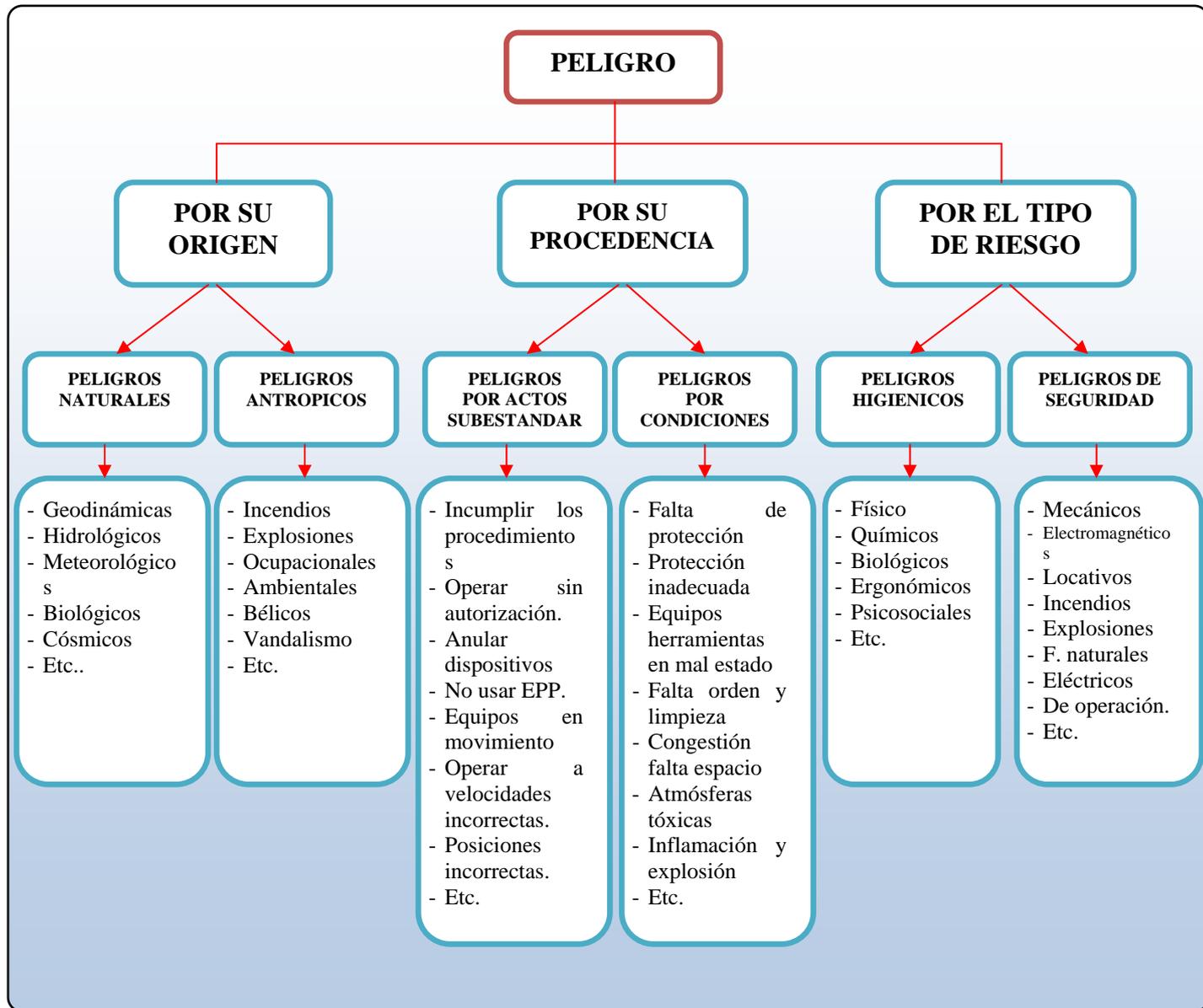
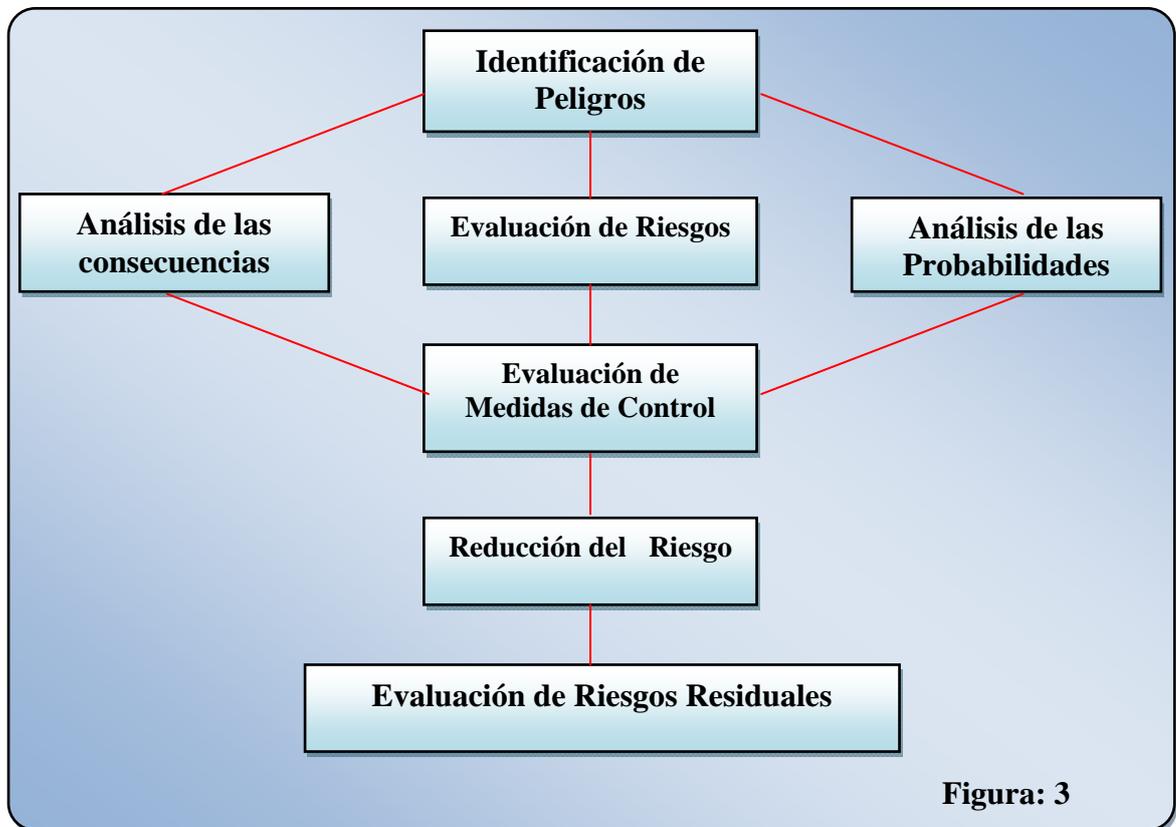
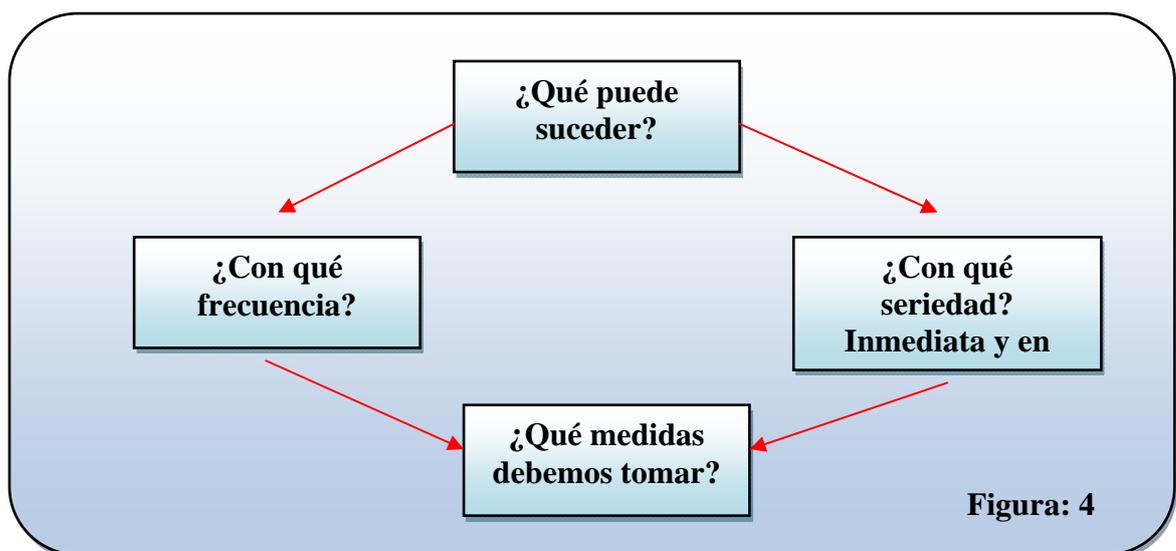


Figura: 2

3.1.2 CLASIFICACION DE LOS RIESGOS PARA EL PROCESO IPER:



3.1.3 ANALISIS DEL RIESGO:



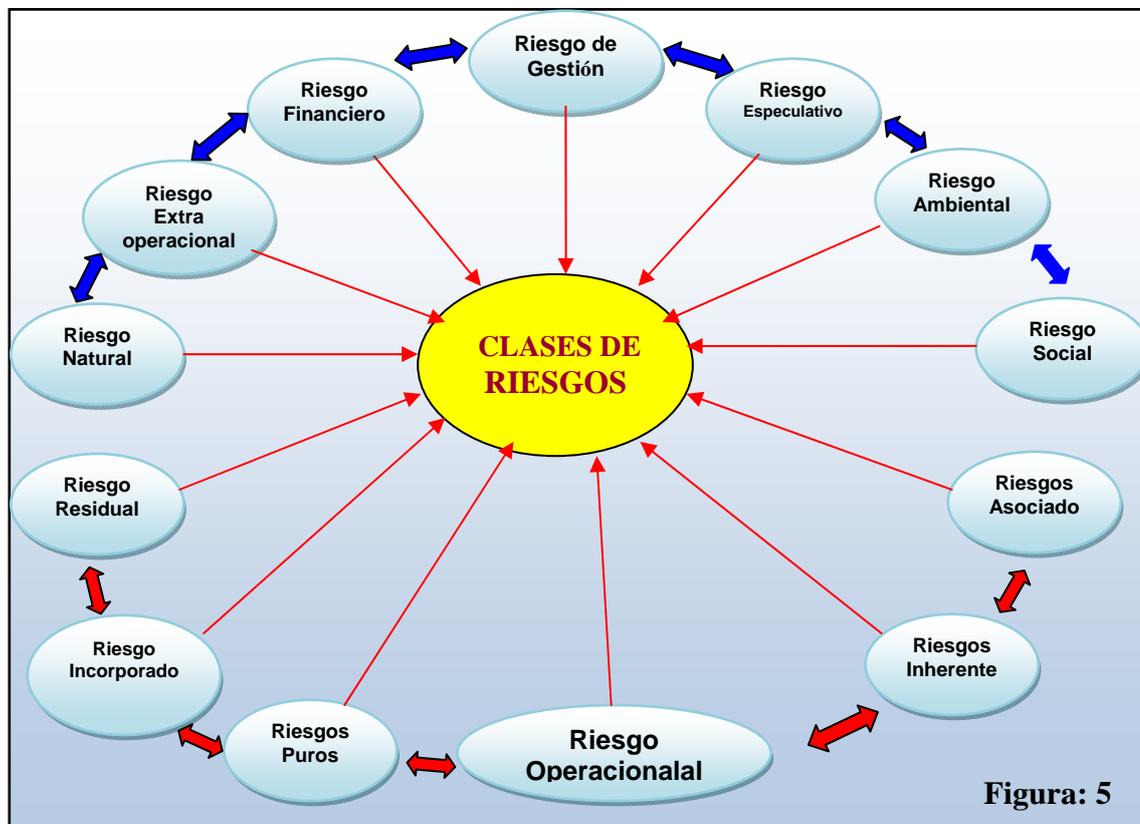
1. RIESGO DE GESTION:

- **Riesgo Financiero o Especulativo:** Se define como la probabilidad de pérdida o ganancia concreta. Inversión/Recuperación y Ganancia.
- **Riesgo Natural:** Riesgo extra empresarial relacionado a condiciones climáticas adversas y ambiente que afecte el recurso y la inversión, que podría revestir un potencial de pérdidas.
- **Riesgo Social:** Riesgo que puede provocar impactos sociales negativos a las comunidades, siendo la fuente el proyecto, operación o sus partes.
- **Riesgo extraoperacional o preoperacional:** Riesgos de las etapas de ingeniería y diseño, compras, contratación, previo a la operación o construcción.

2. RIESGO OPERACIONAL:

- **Riesgo Puro:** Riesgo sin control ni alteración.
- **Riesgo Residual:** Riesgo que cuenta con una base de control, el residuo del riesgo después de su control (4T).
- **Riesgo Inherente:** No se puede separar de la tarea, su origen es la tarea.
- **Riesgo Asociado:** Relacionado a los equipos, herramientas, materiales y ambientes de trabajo que puede ser reemplazado.
- **Riesgo Incorporado (Post-Suceso):** Riesgo originado por un contacto, accidente y/o falla operacional.
- **Riesgo Ambiental:** Riesgo que puede afectar al medio ambiente y entorno provocando impactos negativos.

3.1.4 PROBLEMÁTICA DE LOS RIESGOS:



3.1.5 TIPOS DE IPER

- **IPER DE LINEA BASE:** Este IPER conduce a estudios más profundos sobre materiales peligrosos, análisis del árbol de fallas, controles periódicos de las evaluaciones de línea de base.
- **IPER ESPECÍFICO:** Este IPER está asociado con el control del cambio y se tiene que considerar lo siguiente:
 - Cambios en procedimientos de trabajo peligros específicos/ riesgos.
 - Ventilación, estabilidad de pilares, sistemas de sostenimiento
 - Cambios en el sistema de trabajo u operacionales
 - Cambios de herramientas, equipos y maquinarias

- Introducción de químicos nuevos y fuentes de energía
 - Tareas inusuales o tareas a realizarse por primera vez
 - Proyectos o cambios nuevos
 - Personal de contrata
 - Trabajadores nuevos
 - Investigación de incidentes.
- **IPER CONTINUO:** Este IPER exige la práctica permanente en todos los escenarios de vida.
- Efectuar diariamente, debe ser parte de nuestra rutina dentro y fuera del trabajo.
 - Identifica problemas no cubiertos
 - Se utilizan: Check list, revisión y registro de equipos, inspecciones mensuales, permisos escritos de trabajo, mantenimiento preventivo, casería de peligros, observación de tareas planeadas, auditorias, evaluación de riesgos.

3.1.6 EVALUACION DEL IPER

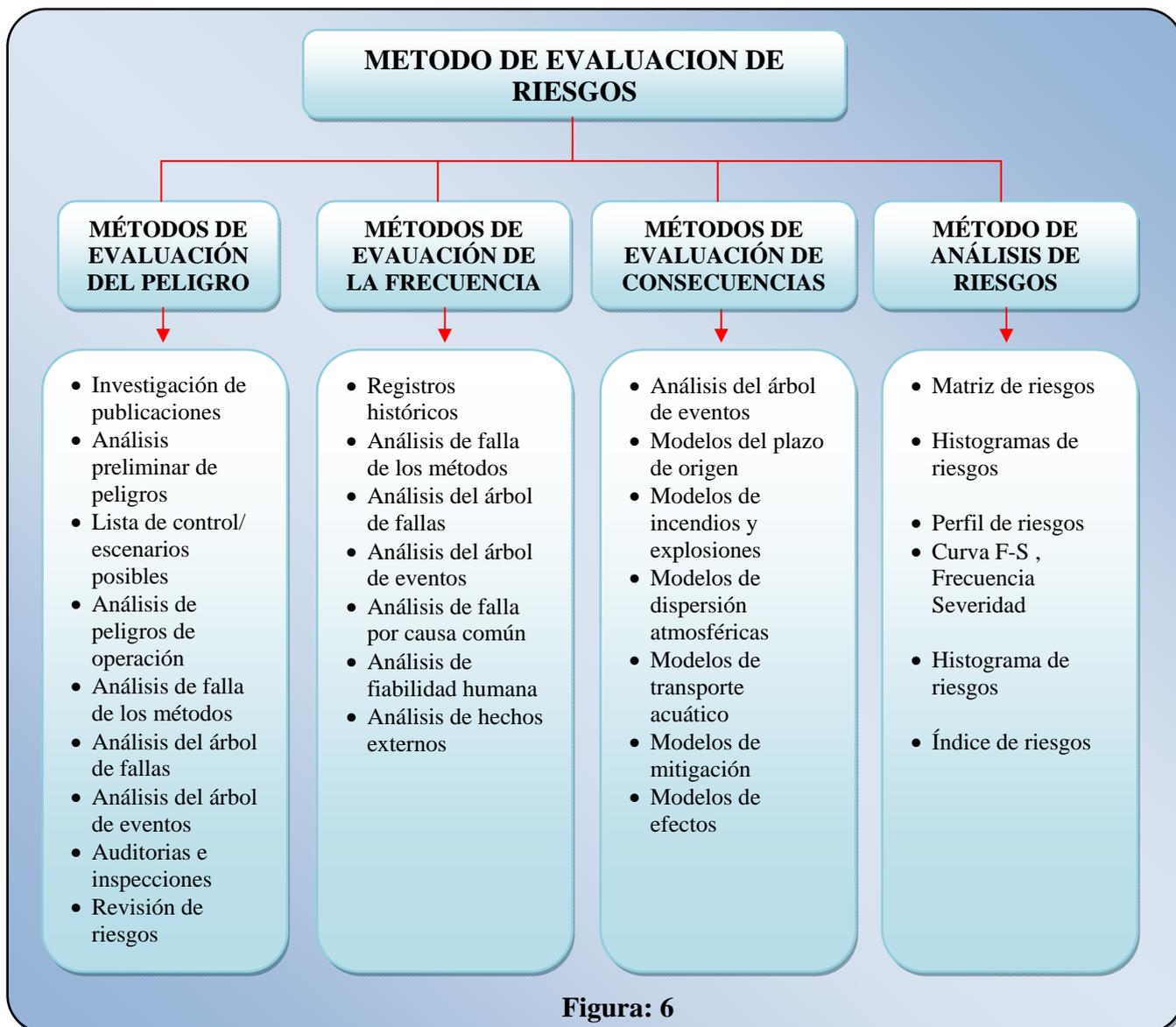
No basta con una buena identificación de peligros y una adecuada evaluación de riesgos (Fig. 6); éstas serán útiles sólo en la medida que:

- a) Resuelvan el problema
- b) Sean factibles de realizar y

c) Estén en concordancia con la magnitud del problema mediante el cumplimiento de las 10 reglas básicas para la evaluación efectiva de los riesgos:

1. Asegúrese que el proceso sea práctico y realista.
2. Involucra a todo el personal expuestos al riesgo.
3. Utilice un enfoque sistemático para garantizar que todos los peligros y los riesgos sean tratados adecuadamente.
4. Propóngase identificar los riesgos de importancia, no pierda el tiempo con demasiados detalles insignificantes.
5. Recopile toda la información que pueda y analícela.
6. Comience identificando los peligros.
7. Evalúe el riesgo derivado de dichos peligros tomando en cuenta la eficacia de los controles existentes.
8. Observe lo que realmente sucede y existe en el lugar de trabajo, incluyendo en particular aquellas labores no rutinarias.
9. Incluya a todos los trabajadores, visitantes y contratistas.
10. Siempre registre la evaluación por escrito.

En resumen el IPER, está fuertemente orientado a la identificación de condiciones inadecuadas o condiciones subestándares por lo que la percepción del IPER está asociada con el control de cambio bajo las siguientes consideraciones.



En la práctica, ocurre con frecuencia que los rangos o niveles de criticidad de los ítems evaluados resultan “desordenados”, porque al anotar cada ítem en el formulario, no es posible conocer de antemano la Magnitud del Riesgo Operacional que en la administración de riesgos se le denomina **FACTOR DE RIESGO O VALOR ESPERADO DE LA PERDIDA (VEP)**:

$$\text{V.E.P} = \text{RIESGO} = \text{F} \times \text{S}$$

EXPRESIONES EQUIVALENTES DEL FACTOR DE RIESGO:

- Riesgo= Frecuencia x Seriedad
- Riesgo= Frecuencia x Consecuencias
- Riesgo= Frecuencia x Severidad
- Riesgo= Posibilidad x Consecuencias
- Riesgo= Probabilidad x Consecuencias

SEVERIDAD (S)= Es el nivel de gravedad o consecuencia que puede resultar en caso de ocurrir un accidente.

SEVERIDAD O CONSECUENCIA	PUNTAJE
Catastrófico (mas de 2 fatalidades)	5
Fatalidad - Muerte	4
Daño - Incapacidad Permanente	3
Daño - Incapacidad Temporal	2
Daño menor - Lesiones leves (triviales, Primeros auxilios)	1
Tabla N° 1	

FRECUENCIA (F)= Es la exposición al riesgo de uno o de un grupo de trabajadores al desarrollar una actividad o en la operación de un equipo, durante un tiempo determinado.

N° DE TRABAJADORES	MENSUAL	QUINCENAL	SEMANAL	DIARIO	CADA GUARDIA
1	1	2	3	4	5
2 a 5	2	3	4	4	5
Más de 5	3	4	4	4	5
Tabla N° 2					

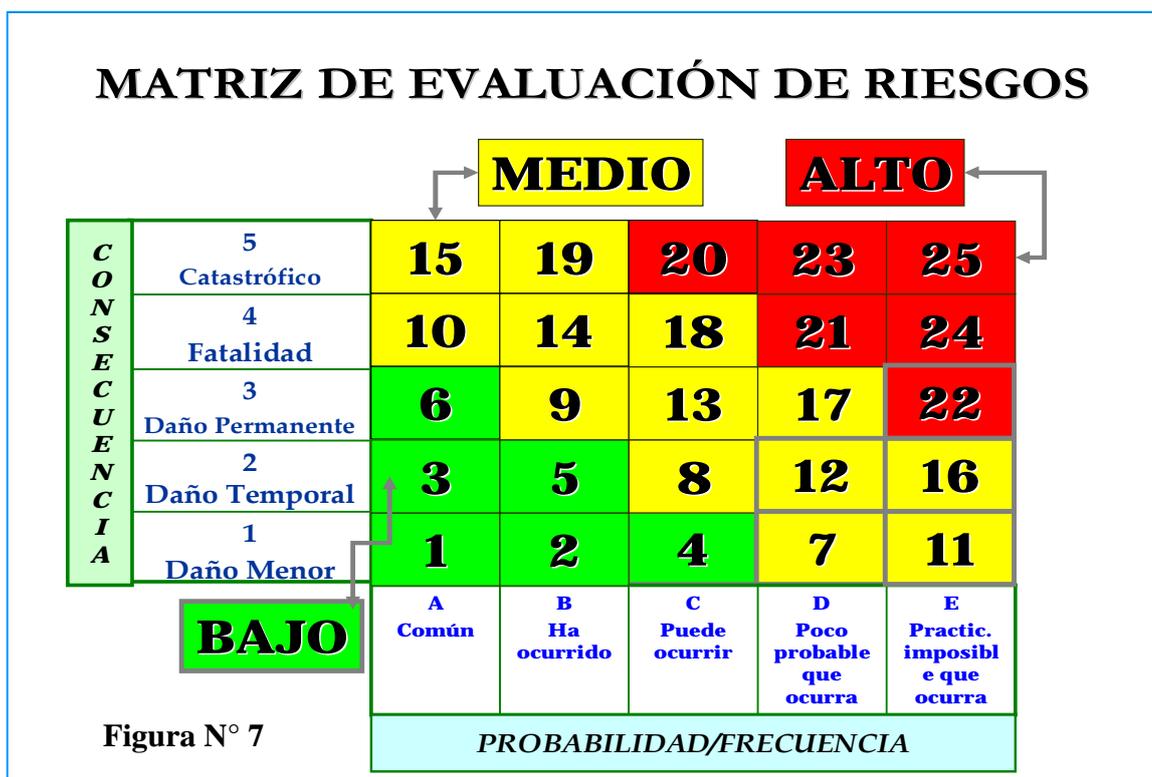
El valor de la pérdida (V.E.P.) o magnitud del riesgo, es directamente proporcional al producto de la frecuencia y severidad, la misma que determina la criticidad de la

actividad, y en función de ésta se determinará la frecuencia de observación del desempeño o verificación del cumplimiento de los procedimientos seguros de trabajo.

Valor Esperado de la Pérdida	Criticidad	Frecuencia de Observación
20 al 25	Catastrófico (E)	En cada guardia
15 al 19	Súper criticidad (D)	Diaria
10 al 14	Alta Criticidad (C)	Semanal
4 al 9	Moderada Criticidad (B)	Quincenal
1 al 3	Baja Criticidad (A)	Mensual

Tabla N° 3

Una matriz resumida de la evaluación de la magnitud del riesgo es la siguiente:



➤ **CLASIFICACION DEL RIESGO POR PROBABILIDAD Y FRECUENCIA**

Categoría A- COMÚN-Sucede con frecuencia

Categoría B -HA SUCEDIDO-Con Frecuencia

Categoría C- PODRÍA SUCEDER.-Ocasionalmente

Categoría D- POCA PROBABILIDAD-Raro

Categoría E- PRACTICAMENTE IMPOSIBLE -Muy raro

➤ **CLASIFICACION DEL RIESGO POR LA SERIEDAD DE SUS CONSECUENCIAS:**

Categoría 1-CATASTRÓFICA. Desastre. Resulta en fatalidades o lesiones de gravedad o pérdida del sistema con implicaciones de gravedad para la organización. (Ejm.US\$10 millones).

Categoría 2- FATAL. Muy seria. Resulta en lesiones personales o daños al sistema o requiere de una medida correctiva inmediata para la supervivencia del personal o del sistema. (Ejm.US\$1 millón).

Categoría 3- PERMANENTE. Daños de Seriedad. Resulta en lesiones personales o daños al sistema o requiere de una medida correctiva inmediata para la supervivencia del personal o del equipo. (Ejm. US\$500 mil).

Categoría 4- IMPORTANTE. Marginal. Puede resultar en una lesión leve o una interrupción del sistema, pero se puede controlar con medidas correctivas. (Ejm. US\$100 mil).

Categoría 5- PERCEPTIBLE. Menor. No resulta en lesiones personales o daño significativo a la propiedad. (Ejm.: Hasta US\$10 mil).

MATRIZ DE IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGOS

MACROPROCESO: CIRCUITO DE COBRE Y METALES PRECIOSOS				PROCESO: ANTIMONIO									
Subproceso	TAREA	PELIGRO (actividad, producto ó servicio)		RIESGO ASOCIADO	Evaluacion del VEP				¿Es Riesgo No. Acceptable? (VEP ? 16)	¿Requiere OME? (VEP ? 24)	Condiciones		
		Código	Peligro		Frecuencia(F) 1,2,3,4	Severidad(S) 1,2,3,4	GEIMA 1,2,3,4	Valor esperado de Pérdida: VEP			Normal	Anormal	Emergencia
Preparación de lecho de fusión	Preparación de lecho de fusión	106	Trabajo en altura al subir y bajar de los carros con polvo	Caidas a distinto nivel	4	3	2	18	Si	No	X		
Preparación de lecho de fusión	Preparación de lecho de fusión	110	Cargas suspendidas en el movimiento y pesaje de los baldes con la grúa	Caida de objetos y materiales	4	4	2	24	Si	Si	X		
Preparación de lecho de fusión	Preparación de lecho de fusión	107	Maquinas en movimiento, cadenas, ganchos de las pastecas, baldes mal colocados en el carro	Atrapamiento, atricciones, golpes	4	2	2	12	No	No	X		
Preparación de lecho de fusión	Preparación de lecho de fusión	751	Levantamiento de carga: Llenado de los baldes con lampa	Postura inadecuada, sobreesfuerzo	4	2	2	12	No	No	X		
Preparación de lecho de fusión	Preparación de lecho de fusión	1004	Sustancias que dañan los ojos (Polvos y particulas)	Ingreso a los ojos	4	2	2	12	No	No	X	X	
Preparación de lecho de fusión	Preparación de lecho de fusión	1002	Sustancias inhalables (Polvos inhalables durante el llenado de baldes)	Inhalación	4	2	2	12	No	No	X	X	
Preparación de lecho de fusión	Preparación de lecho de fusión	1003	Sustancias (Polvos) que pueden dañar la piel durante el llenado de baldes	Contacto	3	2	2	10	No	No	X	X	
Primera reducción parcial en reverberos No. 2 y 3	Primera reducción Parcial en reverberos No. 2 y 3	618	Materiales u objetos calientes en el calentamiento y operación	Contacto	4	4	3	28	Si	Si	X		
Primera reducción parcial en reverberos No. 2 y 3	Primera reducción Parcial en reverberos No. 2 y 3	619	Materiales fundidos, contacto y/o proyección de materiales calientes, derrames ,explosiones al cargar, fundir y descargar los hornos	Explosion, salicadura, contacto	4	3	2	18	Si	No	X	X	X
Primera reducción parcial en reverberos No. 2 y 3	Primera reducción Parcial en reverberos No. 2 y 3	303	Temperaturas extremas en el ambiente de trabajo	Choque térmico	3	2	3	12	No	No	X	X	
Primera reducción parcial en reverberos No. 2 y 3	Primera reducción Parcial en reverberos No. 2 y 3	104	Uso de escaleras al subir y bajar de los techos de los reverberos	Caidas a distinto nivel	4	3	2	18	Si	No	X		
Primera reducción parcial en reverberos No. 2 y 3	Primera reducción Parcial en reverberos No. 2 y 3	106	Trabajo en altura: regular compuerta de tiraje, subir y bajar del carro metalero, abriir y cerrar chutes de carga	Caidas a distinto nivel (techo de reverberos, pasadizos)	4	4	2	24	Si	Si	X		

Todas las observaciones, deben ser registradas en conjunto, el equipo multidisciplinario estará liderado generalmente por el coordinador del programa de seguridad o líder del área; considerando además toda la información aportada por los trabajadores y empleados puede ser extremadamente valiosa en esta etapa.

3.2 TRABAJOS DE ALTO RIESGO:

Todo trabajo de alto riesgo está catalogado como supercríticos, conforme se ha descrito y detallado en el capítulo anterior, esto implica que los riesgos asociados a este tipo de trabajos están ligados a las fatalidades y/o accidentes de consecuencias muy graves; por lo que se requiere protocolos y estándares de trabajo específicos para cada tipo de trabajo según corresponda y que además deben de contar con la participación y el compromiso directo de la supervisión responsable, mediante las coordinaciones y permisos autorizados por escrito.

A continuación se adjuntan los modelos de procedimientos y autorizaciones de trabajos respectivos, para trabajos considerados de alto riesgo, las mismas que están amparados en los alcances del D.S. 046-2001-EM Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.

3.2.1 TRABAJOS EN CALIENTE Y CON LLAMA ABIERTA

Para estos trabajos es requisito que todo el personal involucrado y liderado por el supervisor, estén capacitados para el cumplimiento de los estándares y procedimientos, en la identificación de los peligros de incendios, inspección del área de trabajo sobre cualquier condición que pueda generar un accidente o impida la ejecución correcta del trabajo.

PROCEDIMIENTO O GUIA GENERAL:

- Antes de iniciar cualquier trabajo en caliente, se obtendrá primero la autorización respectiva. (*Anexo N° 01* – Permiso para trabajos en caliente).

- Se debe retirar fuera de un radio de 20 metros todo peligro potencial de incendio o explosión como materiales combustibles, pinturas, aceites, grasas, solventes, gases comprimidos, metales en polvo, vapores o gases explosivos y explosivos.
- Ningún trabajo en caliente se iniciará o se continuará si no se encuentra presente el Observador de Fuegos el cual se asegurará que se tenga controlado cualquier peligro potencial de incendio o explosión. Solamente luego de haber tomado dichas precauciones se podrá iniciar el trabajo.
- En áreas donde sea difícil el evacuar los peligros potenciales de incendio o explosión, se protegerá aislando dichos peligros con elementos resistentes al fuego (biombos o mantas ignífugas).
- Si los trabajos en caliente se realizan en **altura o en un espacio confinado**, se debe dar cumplimiento a los procedimientos respectivos.
- Antes de realizar un trabajo en caliente en tanques, recipientes o tuberías que hayan contenido combustibles o líquidos inflamables debe verificarse que se encuentren vacíos, purgados, ventilados y lavados adecuadamente.
- El equipo de oxicorte debe contar con válvulas antiretorno de llama en las dos líneas hacia los cilindros (a la salida del manómetro y a la entrada de la caña).
- En lo referente a los cilindros debe cumplirse lo estipulado en el estándar para Gases Comprimidos.

- Las máquinas soldadoras deberán contar con su respectiva línea a tierra operativa.
- Las áreas de soldadura de arco eléctrico deben encontrarse aisladas visualmente del resto del ambiente de trabajo.
- Se proveerá de ventilación adecuada. Durante los trabajos en ambientes cerrados en talleres se dispondrá de sistemas de extracción de humos y ventilación.

3.2.2 TRABAJOS EN ALTURA

Es de responsabilidad compartida que los integrantes del equipo de trabajo en altura, el cumplimiento del estándar y procedimientos, debiendo el supervisor responsable de auditar el cumplimiento respectivo; y detener inmediatamente cualquier trabajo que incumpla con el estándar.

Todos los trabajadores involucrados en los trabajos de altura incluida la supervisión, deben estar entrenados y haber recibido cursos de capacitación en trabajos en altura, inspección y mantenimiento operativo de equipos de protección contra caídas y responsabilidad de uso permanente sujeto a la línea de vida, durante todo el tiempo que dure el trabajo.

PROCEDIMIENTO O GUIA GENERAL Y REQUERIMIENTOS:

- Antes de definir el uso de sistemas de protección contra caídas, se debe analizar todas las alternativas para eliminar la exposición del personal a caídas a distinto nivel, y se requiere usar obligatoriamente

los dispositivos y sistemas de protección contra caídas en las siguientes situaciones:

- Trabajos, tránsito o supervisión en superficies a más de 1.80 m. de altura en donde exista posibilidad de caída a distinto nivel.
 - En todos los trabajos en donde existe posibilidad de rodadura lateral.
 - Cuando se realizan trabajos sobre equipos, maquinarias, elementos, tanques, cilindros, ventiladores o piezas rotativas.
 - A cualquier altura, en áreas expuestas al vacío, que esté sobresaliente o desprotegido.
 - En todas los andamios con piso o baranda incompleta.
 - En todos los trabajos de techado
- Antes de iniciar los trabajos en altura, el Supervisor Calificado debe evaluar, calcular, y diseñar (por escrito) la longitud de las líneas de anclaje a utilizar, los puntos de anclaje y las líneas de vida y debe colocar el formato de Autorización para Trabajos en Altura en un lugar visible del área de trabajo.
 - Durante todo el tiempo que duren los trabajos en altura, la persona debe mantenerse siempre enganchado a la línea de anclaje a un punto de anclaje y/o línea de vida. Para lo cual debe usar línea de doble vía o dos líneas de vías simples.
 - Todos los niveles inferiores del trabajo en altura, deben ser despejados y señalizados de manera que ninguna persona se encuentre expuesta a caída de materiales.

- Los letreros serán de acuerdo a la reglamentación vigente como mínimo, y tendrá la leyenda: PELIGRO NO PASAR TRABAJOS EN ALTURA.
- Todo personal que transite, supervise y/o realice trabajos sobre superficies iguales o mayores a los 12 metros de altura; debe completar el examen médico especial para descarte de enfermedades tales como: epilepsia, vértigo, insuficiencia cardíaca y/o respiratoria, alcoholismo, enfermedades mentales o metabólicas. El médico deberá certificar que la persona está capacitada para Trabajos en Altura.
- Todas las plataformas, accesos, superficies o rampas en donde exista tránsito de personal y posibilidad de caída a distinto nivel se deben colocar barandas.

Inspección:

- Todos los arneses deben estar inventariados, ya sea con número o código de identificación único y asignado a cada persona.
- Es buena práctica que mensualmente el Supervisor Calificado realice una inspección visual de todos los arneses de seguridad, líneas de anclaje y accesorios de anclaje. Para efectuar esta inspección, se seguirá la pauta establecida en el Anexo N° 1 de este estándar.
- Durante todo el tiempo que dure los trabajos en altura, el Supervisor de los trabajos deberá desarrollar capacitación constante sobre protección contra caídas.

- Lo ideal para una empresa incluida a las contratistas que vayan a desempeñar trabajos en altura, deben formar con sus propios trabajadores, una brigada de rescate en altura; además de implementar un procedimiento para emergencias de trabajos en altura.

(*ANEXO N°2* – Inspección mensual del sistema contra caídas y
ANEXO N°3 – Permiso para trabajos en altura).

3.2.3 BLOQUEO DE ENERGIA Y ETIQUETADO (TAG OUT-LOCK OUT)

El propósito de esta actividad es asegurar la protección a los empleados, al equipo y al resto del personal contra el peligro de movimiento de equipos, equipo alimentado eléctricamente, otras fuentes de energía y material peligroso o tóxico; para lo cual el estándar y procedimiento respectivo es de aplicación en todo el CMLO y extensivo a todas las Empresas Contratistas, ya sea que trabajen en áreas internas y externas del CMLO, sin excepción. Todas las empresas deberán cumplir con este estándar, según las responsabilidades asignadas por tipo de trabajo que realizan; así las responsabilidades deben estar bien definidas para los trabajadores, los capataces y los supervisores y jefes de área.

PROCEDIMIENTO O GUIA GENERAL

- Se debe aplicar un bloqueo y rotulado antes de empezar el trabajo en maquinaria, circuitos o sistemas, o cerca de ellos, que podrían causar

lesiones si se encendiera la maquinaria, se energizaran los circuitos o se liberara el contenido.

- Las Tarjetas Personales de Corte identificarán al empleado que aplica el bloqueo. Advertirán contra peligros si se retira el bloqueo y el sistema es energizado, las tarjetas deben estar firmemente fijadas al dispositivo.
- Los bloqueos eléctricos estarán en los interruptores de la fuente de energía, que normalmente se encuentran en las Subestaciones o Centrales Eléctricas (Centros de Control de Motores). Los bloqueos por pulsador o paneles / circuitos de control **NO** son apropiados.
- El primer bloqueo aplicado y el último retirado será el bloqueo del supervisor de bloqueo, que servirá como bloqueo de la compañía y dará continuidad al aislamiento a lo largo de todo el trabajo.
- Bloquear / rotular todos los dispositivos o circuitos pertinentes.
- Tratar de encender nuevamente el equipo después de instalar el bloqueo.
- Asegurar que el área de trabajo sea segura y esté libre de potenciales riesgos.

PROCEDIMIENTO BLOQUEO GENERAL

- Informar al supervisor de bloqueo sobre la solicitud de apagar el equipo.
- Después de que el equipo ha sido paralizado completamente, asegurarse que sea aislado por un trabajador debidamente capacitado.

- Volver a inspeccionar el área de trabajo para asegurarse que el personal haya sido evacuado.
- Luego, intentar un arranque local y remoto para confirmar el bloqueo. Si no hay respuesta, restablecer los controles para “detener” o “desactivar” y proseguir. Si hay respuesta, se ha cometido un error. Determinar el problema.
- Nota: Únicamente los electricistas pueden abrir puertas o cubiertas del interruptor o “descargar” el conmutador. En este caso, el capataz de sistemas eléctricos o un electricista instalará el “bloqueo de la compañía” en presencia del supervisor de bloqueo.
- Todos los capataces / supervisores y el personal que trabaja en el equipo o están en contacto con el mismo instalarán su bloqueo personal y Tarjeta Personal de Corte.
- Los bloqueos personales se retirarán:
 - Cuando se ha concluido el trabajo.
 - Cuando la persona es reasignada.
 - Al final del turno de la persona.
- La Tarjeta Fuera de Servicio y el “bloqueo de la compañía” debe permanecer en el equipo para mantener la continuidad del bloqueo a través de los cambios de turno y otros periodos cuando no se realiza ningún trabajo (y se puede haber retirado los bloqueos individuales) hasta que el equipo esté listo para volver a operar.
- Los bloqueos personales sólo pueden ser retirados únicamente por la persona que originalmente los colocó. Si la persona que bloqueo

olvidará desbloquear inadvertidamente, el supervisor y jefe tomarán las decisiones pertinentes.

- Cuando el trabajo ha concluido durante el turno, se notificará al supervisor del bloqueo.

El Supervisor de Bloqueo:

1. Notificará a todo el personal afectado que el equipo está listo para volver a operar.
2. Se asegurará que todos los empleados involucrados estén presentes.
3. Inspeccionará el equipo para asegurarse que nadie corra peligro debido a la nueva puesta en servicio del equipo.
4. Retirá el “Bloqueo de la Compañía” y la tarjeta Fuera de Servicio.

PROCEDIMIENTO BLOQUEO MÚLTIPLE

- El procedimiento de bloqueo múltiple es un sistema para bloquear equipos que requieren más de tres (3) bloqueos personales por trabajador.
- En áreas que requieren bloqueos múltiples, se debe proporcionar cajas de bloqueo para maquinaria y equipo que lo requieran.
- Todo trabajador colocará su bloqueo personal en cada punto donde se designe en la lista de bloqueo.
- Las llaves de cada candado de bloqueo personal se colocarán con un candado (de manera que no se puedan retirar) dentro de la caja de bloqueo.

- El Supervisor de bloqueo colocará la lista de bloqueo en un lugar visible de la caja de bloqueo y la cerrará con el bloqueo de la compañía.
- Al término del trabajo asignado al trabajador, éste retirará su candado de la caja de bloqueo múltiple. Los detalles de cada bloqueo múltiple se colocan en la caja de bloqueo múltiple.
- Si el trabajo no se concluye y debe prolongarse hasta otros turnos, se retirarán los bloqueos individuales al final del turno. Las personas que trabajan en los turnos siguientes verificarán el equipo y colocarán sus propios bloqueos en la caja de bloqueo.
- Al término del trabajo, se debe inspeccionar el equipo y el área inmediata para asegurarse que todo el personal esté fuera de peligro y que todos los bloqueos personales hayan sido retirados de la caja de bloqueo múltiple.

(*ANEXO N° 4* – Autorización para el retiro de bloqueo personal)

3.3 PELIGROS QUIMICOS EN ESPACIOS CONFINADOS:

En términos amplios, un peligro químico se entiende como la acción tóxica o toxicidad de la capacidad relativa de un compuesto para ocasionar daños mediante efectos biológicos adversos, una vez ha alcanzado un punto susceptible del cuerpo. Esta posible acción tóxica significa que la exposición a los contaminantes comporta un riesgo, el cual se puede definir como la probabilidad de que produzcan los efectos adversos señalados, bajo las circunstancias concretas de la exposición.

La toxicidad es un peligro asociada a todo agente químico, es pues uno de los factores que determinan el riesgo, pero éste responde además a otros factores, como la intensidad y la duración de la exposición, la volatilidad de los compuestos y el tamaño de las partículas.

Los peligros químicos en un espacio confinado, están referidas principalmente a riesgos atmosféricos de:

- Atmósfera Asfixiante : con deficiencia de oxígeno
- Atmósfera Inflamable : con gases o vapores inflamables
- Atmósfera Tóxicas : con gases o sustancias tóxicas
- Atmósfera Irritantes : con gases o sustancias irritantes

3.3.1 ATMÓSFERAS ASFIXIANTES

En condiciones normales cualquier ambiente contendrá el aire con aproximadamente un 21 % de oxígeno en volumen a nivel del mar,

independientemente a cualquier referencia de altitud. Sin embargo estas condiciones pueden cambiar drásticamente si se alteran éstas concentraciones normales; así por Ejm.: Una atmósfera se convierte en atmósfera asfixiante cuando el oxígeno contenido en el aire es menor a 19.5 por volumen, debido a que:

1. El oxígeno puede ser consumido por la combustión que generan dióxido o monóxido de carbono ambos asfixiantes; oxidación de metales, absorción como es el caso del carbón húmedo que absorbe oxígeno, y otros procesos naturales o artificiales.
2. Por acción bacteriana ocurre la descomposición de la materia orgánica, como del desague, putrefacción, donde utilizan el oxígeno disponible.
3. El número de personas, el periodo que permanezcan en el interior, así como la actividad desempeñada también afectaran el nivel de oxígeno.
4. El oxígeno del aire puede ser desplazado por otros gases o vapores, forzándolo a salir fuera del espacio, o son la causa de que se depositen en el fondo dependiendo de la densidad de los gases y de las características del espacio.
5. Las altas y bajas concentraciones de oxígeno pueden afectar las mediciones de inflamabilidad.
6. La falta de oxígeno puede causar la muerte o daños cerebrales.
7. La deficiencia de oxígeno inicialmente puede producir sensación de felicidad o bienestar (euforia) y la persona se olvida que se encuentra en “peligro”.

**EFFECTOS POTENCIALES DE ATMÓSFERAS ASFIXIANTE CON
DEFICIENCIA DE OXÍGENO**

OXÍGENO % EN VOLUMEN	EFFECTOS Y SÍNTOMAS A PRESIÓN ATMOSFÉRICA
19,5 %	NIVEL MÍNIMO PERMISIBLE DE OXÍGENO
15 - 19 %	DECRECE LA HABILIDAD PARA TRABAJAR ARDUAMENTE
12 - 14 %	LA RESPIRACIÓN AUMENTA CON EL TRABAJO, SE ACELERA EL PULSO Y SE AFECTA LA COORDINACIÓN, PERCEPCIÓN O JUICIO
10 - 12 %	INCREMENTA LA TASA DE RESPIRACIÓN, JUICIO POBRE Y LABIOS AZULES (CIANOSIS)
8 - 10 %	PÈRDIDA MENTAL, DESMAYO, PÈRDIDA DEL CONOCIMIENTO, ROSTRO PÁLIDO Y LABIOS AZULES
6 - 8 %	8 MINUTOS 100 % FATAL. 6 MINUTOS 50 % FATAL. 4 - 5 MINUTOS SE RECUPERAN CON TRATAMIENTO
4 - 6 %	COMA EN 40 SEGUNDOS, CONVULSIONES, CESA LA RESPIRACIÓN, MUERTE.
ESTOS VALORES SON APROXIMADOS Y VARÌAN DE ACUERDO AL ESTADO DE SALUD Y ACTIVIDAD FÌSICA DEL TRABAJADOR.	
Tabla N° 4	

3.3.2 ATMÓSFERAS INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVAS

Una atmósfera se convierte en atmósfera inflamable y/o explosiva, cuando los gases excedan el diez por ciento (10 %) o su Límite Inferior de Inflamabilidad (LEL) o polvos que excedan el LEL, son considerados atmósferas peligrosas. Las atmósferas con oxígeno enriquecido que excede el 23.5 % por volumen, se caracterizan por un alto riesgo de fuego, donde

los objetos se encienden con mayor facilidad. Se suman como factores de riesgo: escasa ventilación, electricidad estática, fricción, equipos electrodomésticos o reacciones químicas pueden liberar suficiente energía como para causar explosiones o incendios.

En algunos casos el uso de sustancias químicas puede crear atmósferas inflamables como por Ejm.: El ácido sulfúrico diluido reacciona con el hierro para formar un gas inflamable de hidrógeno. Las sustancias pirofóricas se encenderán espontáneamente cuando se exponen al aire o al oxígeno, por Ejm.: Los depósitos de carbono, óxido ferroso, sulfato ferroso y hierro. Estas sustancias son comunes en las industrias del petróleo y química. Abrir espacios con sustancias pirofóricas o ventilarlos puede resultar peligroso.

La electricidad estática, especialmente en atmósferas con menos de 50% de humedad, representa un peligro considerable en espacios deficientemente ventilados que contengan partículas de polvo de gránulos o sustancias químicas, o gases, vapores o nieblas inflamables, que al contacto con la ropa, calzado y herramientas pueden producir chispas si se dan las mezclas correctas de combustible y aire dentro del espacio confinado.

Una atmósfera inflamable es ocasionado por:

1. Productos químicos como pinturas, derivados del petróleo y solventes que contienen riesgos de incendio o explosión en un espacio confinado. Algunos productos naturales pueden explotar en este tipo de atmósfera.

2. Las fugas de gases pueden producir una atmósfera extremadamente combustible, la cual se puede encender con cualquier chispa.
3. Una atmósfera se convierte en inflamable cuando la relación entre la cantidad de oxígeno y de material combustible en el aire, es tan rica como para permitir que ocurra la combustión.
4. Si la mezcla de gas - aire, esta por debajo del “LEL” o “LIE” (límite inferior de explosividad) del gas, la ignición o explosión no puede ocurrir debido a que la mezcla es muy pobre para que se encienda.
5. La ignición o explosión tampoco ocurre si la mezcla de gas - aire esta por encima del “UEL” o “LSE” (límite superior de explosividad), ya que esta concentración es muy rica en combustible.

3.3.3 LIMITES DE EXPLOSIVIDAD

Los límites de explosividad están ligados estrechamente a las propiedades del punto de inflamación de una sustancia y es la temperatura mínima la cual la concentración de vapor sobre la superficie de un líquido es lo suficientemente alta como para propagar la llama cuando existe una fuente de ignición.

Para el caso de vapores y sustancias en mezcla con aire, dentro de un espacio confinado, también tiene un límite explosivo inferior, que es el volumen mínimo por ciento de la misma que puede ser inflamado. (Fig.8 y Fig. 9).

Análogamente, cada sustancia posee un límite superior de explosividad que es el máximo volumen por ciento en el aire que puede ser inflamado.

Límite Inferior de explosividad (LIE) o Lower Explosive Limit (LEL):

Es la mínima concentración de gas que debe estar presente en el aire para explotar en presencia de una fuente de ignición. Las mezclas con una composición por debajo del LEL son demasiado pobres como para inflamarse.

- Cuanto más bajo sea el LEL, el químico será más peligroso porque alcanzará su LEL rápidamente.
- Sólo porque un químico alcance su LEL no significa que éste explotará.

Límite Superior de Explosividad (LSE) o Upper Explosive Limit

(UEL): Es la máxima concentración de gas en el aire que debe estar presente para que ocurra una explosión. Las mezclas con una composición superior al UEL, son demasiado ricas para que ocurra la explosión. Sin embargo algunos gases como el acetileno no tiene UEL y éstos arden en concentraciones de 100 %.

- Entre mas alto sea el UEL, el material es mas peligroso porque éste permanece en su rango explosivo por mayor tiempo.

Los límites de concentración dentro de los cuales esto puede suceder se llaman Rango de Inflamación o Explosión. (Fig. 8). Estos incluyen a todas las concentraciones en las que puede producirse la inflamación o la propagación de una llama si en la mezcla hay un punto de ignición.

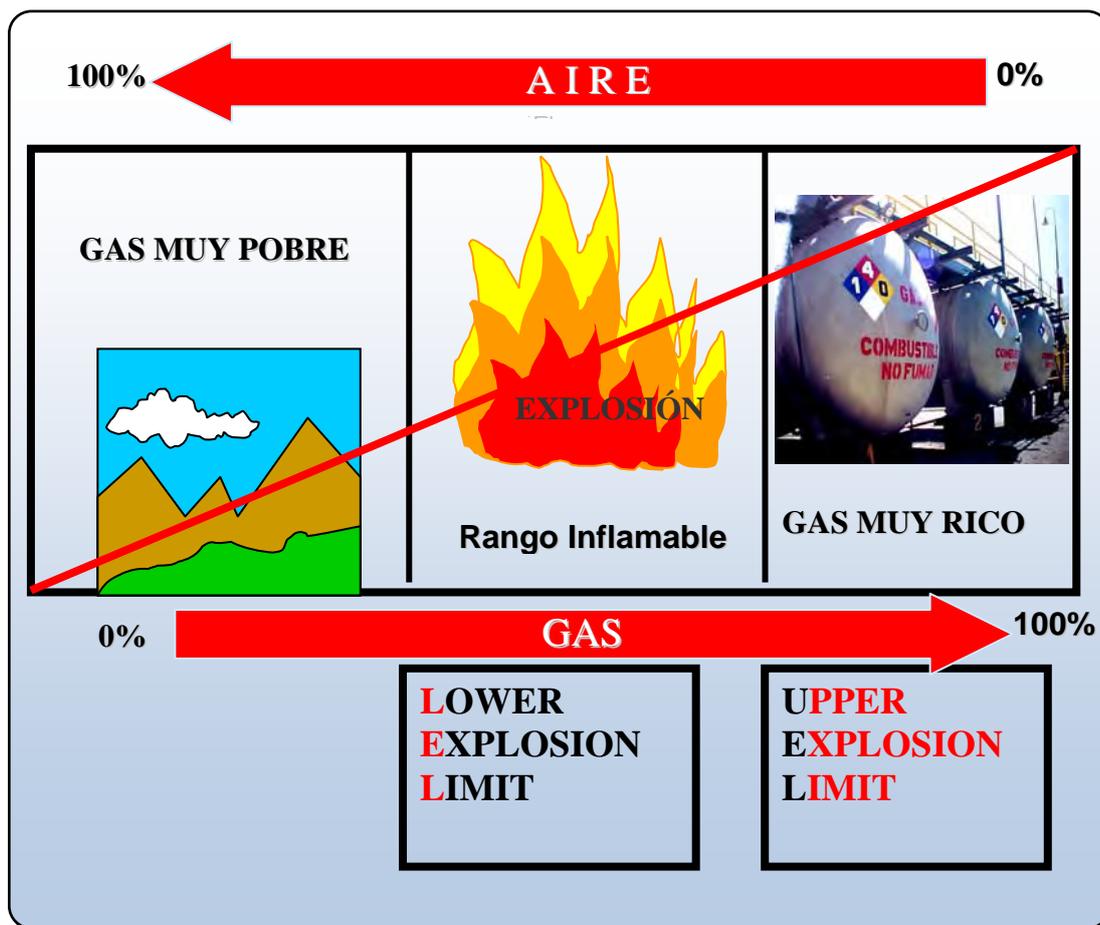


FIGURA: 8

Los límites explosivos son expresados usualmente como porcentajes en volumen del gas inflamable presente en el aire.

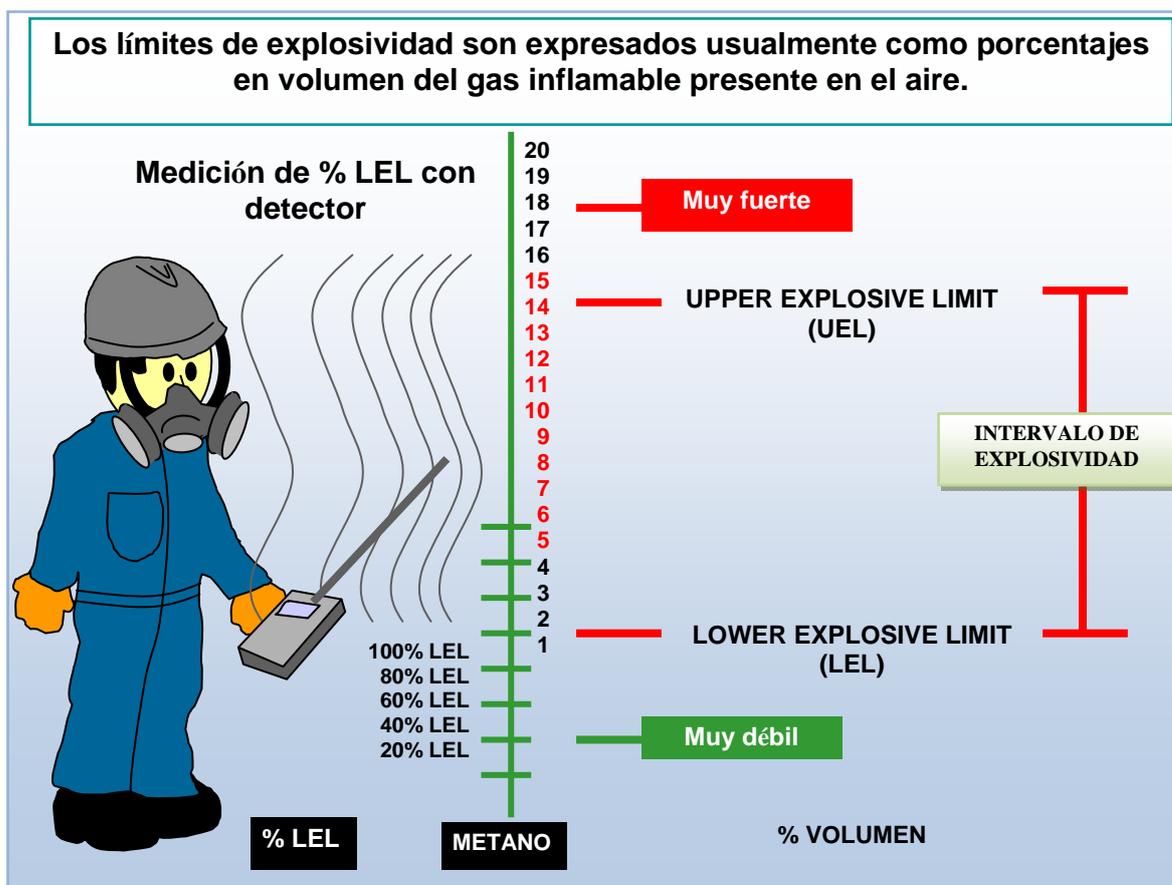


Figura: 9

3.3.4 ESTRATIFICACION DE GASES Y VAPORES MÁS COMUNES DENTRO DE LOS ESPACIOS CONFINADOS

Por las características fisicoquímicas los gases y vapores presentes dentro de un espacio confinado, éstas pueden estratificarse debido a sus diferencias en el peso específico, algunos gases son mas ligeros que el aire y tenderán a ocupar en las capas superiores del espacio; por el contrario, otros son mas pesados y residirán en los niveles inferiores del espacio. Debido a estas propiedades es que durante el monitoreo de gases y vapores tóxicos, se debe

muestrear en varios niveles del espacio confinado como en un tanque o alcantarilla.

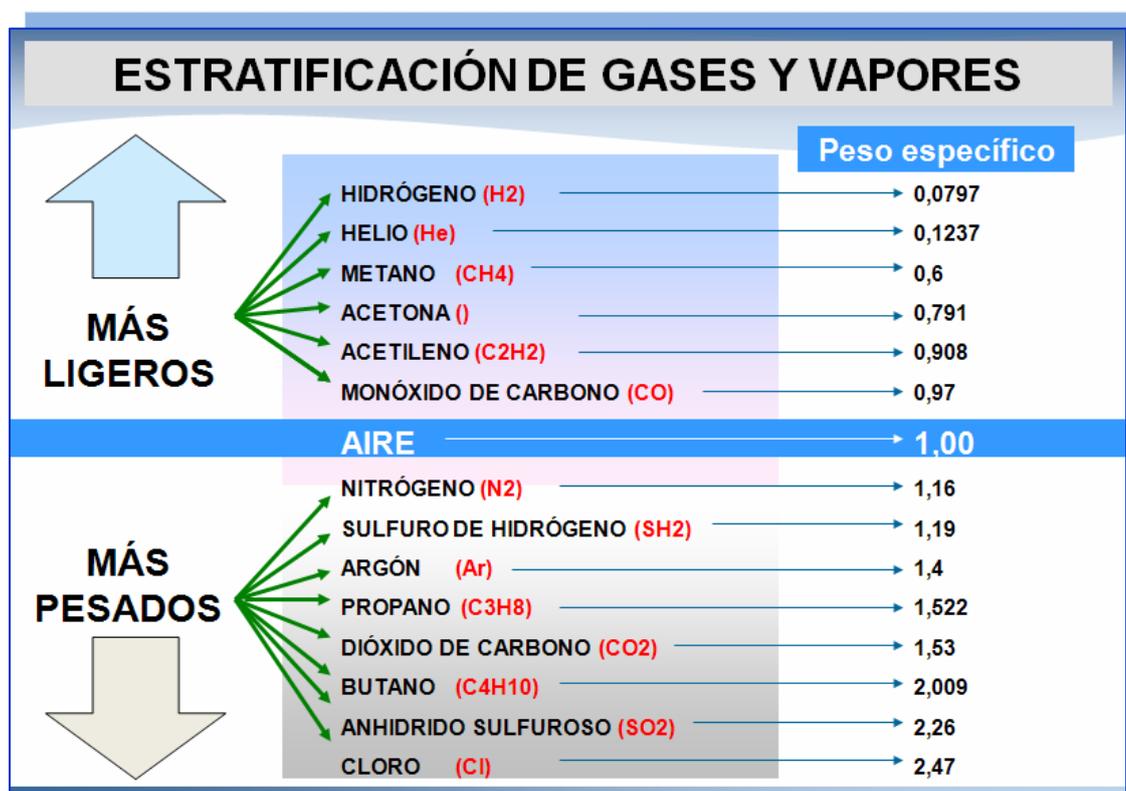


Figura N° 10

3.3.5 ATMOSFERA IRRITANTE

Debido a la acción química o física de algunos gases y vapores, éstos pueden producir alteración anatómica en las áreas del organismo con los que entran en contacto, por tratarse de sustancias altamente reactivas, la gravedad de la alteración está dada por la concentración de las sustancias y no por el tiempo de exposición que puede ser muy corto. Las partes más frecuentemente afectadas son la piel y mucosas sobre todo del sistema respiratorio.

Su presencia en un espacio confinado la convierte en una atmósfera irritante o corrosiva, y la exposición a este tipo de gases pueden causar inflamación en el tracto respiratorio de cuya concentración depende la solubilidad del

componente químico para producir efectos ligeros de irritación; entre estos podemos mencionar: el Amoníaco, Acido Sulfúrico, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Nitrógeno, el Hidrógeno Sulfurado, etc.

El contacto con este tipo de gases, puede significar que el trabajador se adapte al agente nocivo involucrado, sin embargo, en muchos casos significa que ha habido un desajuste general en el sistema de defensa por el cambio de su sensibilidad, debido al daño en las terminales nerviosas. El peligro en esta situación es que usualmente, el trabajador ya no percibe el aumento en su exposición a una sustancia toxica.

Así por Ejm.: El anhídrido sulfuroso (SO₂) es un gas acre, sofocante y corrosivo en medio húmedo; es más pesado que el aire con un peso específico (2,2636); y es un gas intensamente irritante a las membranas mucosas del tracto respiratorio, garganta y ojos, cuyos efectos se resumen:

CONC. PPM	TIEMP. EXP.	EFECTOS Y SINTOMAS
5	8 Hrs.	Concentracion permisible
10	4 Hrs	Concentracion de exposicion permisible
20	3 Hrs	Ligeros dolores de cabeza y malestar
50	2 Hrs	Dolor de cabeza y malestar
100	1 Hr	Dolor de cabeza y malestar
100 - 500	½ Hr	Confusión, dolor de cabeza y nauseas, vertigo, luces destellantes ante los ojos, zumbido en los oidos
500 - 1000		Tendencia a la incordinacion de movimientos
< 1000		Muerte inmediata
Estos valores son aproximados y varían de acuerdo al estado de salud y actividad del trabajador		
Tabla N° 5		

3.3.6 ATMOSFERA TOXICA

Una atmósfera tóxica generalmente se origina a partir de un proceso industrial de manufactura o elaboración a partir de la materia prima disponible, el cual en muchas ocasiones se transforma liberando gases tóxicos debido a la operación que se ejecuta en el espacio confinado.

Las principales fuentes de una atmósfera tóxica pueden provenir de situaciones tales como: Procesos metalúrgicos, procesos de manufactura, productos químicos almacenados, operaciones dentro de espacios confinados como: Gases de soldadura, cortes, esmerilado, oxidación de metales, calentamiento de materiales, limpieza con ácidos y solventes o reacciones con el químico remanente en las paredes, liberación de las sustancias absorbidas en las paredes, pinturas epóxicas, escapes y filtraciones de líquidos, procesos químicos o reacciones con el oxígeno, etc.

Un caso típico de la exposición a una atmósfera tóxica es la del monóxido de carbono, que es un gas incoloro, inodoro, insípido, no irritante; cuyo peso específico (0,97) es esencialmente el mismo que el aire; cuyo resumen de sus efectos se adjunta a continuación:

EFFECTOS DE LA EXPOSICION AL MONOXIDO DE CARBONO (CO)

CONC. PPM	TIEMP.EXP.	EFFECTOS Y SINTOMAS
35	8 Hrs.	CONCENTRACION PERMISIBLE
50	8 Hrs	CONCENTRACION DE EXPOSICION PERMISIBLE
200	3 Hrs	LIGEROS DOLORES DE CABEZA Y MALESTAR
400	2 Hrs	DOLOR DE CABEZA Y MALESTAR
600	1 Hr	DOLOR DE CABEZA Y MALESTAR
1000 - 2000	½ Hr	CONFUSION, DOLOR DE CABEZA Y NAUSEAS, VERTIGO, LUCES DESTELLANTES ANTE LOS OJOS, ZUMBIDO EN LOS OIDOS
1000 - 2000	30 Min	TENDENCIA A LA INCORDINACION DE MOVIMIENTOS
2000 - 2500	30 Min	INCONCIENCIA
4000	Menos de 1 Min	FATAL
ESTOS VALORES SON APROXIMADOS Y VARIAN DE ACUERDO AL ESTADO DE SALUD Y ACTIVIDAD FISICA DEL TRABAJADOR.		
Tabla N° 6		

EFECTOS DEL MONÓXIDO DE CARBONO



Figura N° 11

3.4 PELIGROS FISICOS EN ESPACIOS CONFINADOS:

Los riesgos físicos, dentro de los espacios confinados, como por ejemplo: Espacios reducidos, agitadores, trituradoras, engranajes, vaporizadores, soportes de cañerías, cañerías entrantes, serpentinas, rompe olas, superficies resbaladizas o muy inclinadas (esferas, silos, etc.), incomodidad de posturas de trabajo, limitada iluminación, humedad excesiva que requiera la utilización de alumbrados especiales o de limitación de tensión para el empleo de equipos y herramientas eléctricas, exposición a niveles excesivos de ruido, neblinas, etc.

Igualmente debe tenerse en cuenta, la planificación del ingreso a un espacio confinado; considerando que todo elemento sobresaliente o superficie que pueda causar un daño físico al trabajador, debe ser eliminado, y si no es posible, el personal será informado de estos riesgos existentes.

1. Riesgos de enterramientos:

Este tipo de riesgos, es comúnmente encontrado en depósitos, tanques o silos que han contenido materiales sólidos. Todo material sólido que se encuentre dentro de un espacio confinado y que cause un riesgo de enterramiento, debe eliminarse desde el exterior, por medio de: lavados, chorros de agua a presión, vibraciones, redes o cuerdas contenedoras, tabiques apuntalados, sin permitir el ingreso a ningún trabajador.

2. Riesgos de corrosión:

En algunos casos, los residuos que han quedado acumulados, pueden consumir oxígeno del ambiente, por el mismo proceso de oxidación y hacerla disminuir por debajo del límite seguro (19,5 %).

También los productos utilizados para la limpieza o un trabajo específico, pueden generar gases corrosivos que pueden afectar la piel, mucosas, ojos y respiración, siendo obligatorio el uso de equipos de protección,

3. Riesgos biológicos:

La presencia en los espacios confinados de, hongos, mohos, bacterias, virus, materiales en estado de descomposición, pueden presentar riesgos para la salud humana y que son en la mayoría de los casos los que provocan la realización de trabajos de desinfección.

4. Riesgos eléctricos:

La realización de trabajos eléctricos o en los que intervengan equipos accionados mediante energía eléctrica, en el interior de un espacio confinado, supone una fuente de riesgos añadidos en presencia de atmósferas explosivas o inflamables. Así por ejemplo: Ambientes muy conductores, ambientes húmedos, ambientes sumergidos, etc.

Otra medida fundamental de protección y de seguridad es que los trabajos en instalaciones eléctricas deberán realizarse en ausencia de tensión, y sólo en casos excepcionales se permitirá trabajar con tensión. Para suprimir la tensión procederemos aplicando las "cinco reglas de oro:

1. Desconexión de la parte de la instalación en la que vayamos a trabajar de sus fuentes de alimentación, mediante el empleo de seccionadores, interruptores, disyuntores, retirada de fusibles o de puentes que unan partes de la instalación.

2. Prevenir cualquier posible retroalimentación o reconexión (enclavamiento de los accionadores con candados o cerraduras y colocación de carteles prohibiendo cualquier manipulación).
3. Verificar la ausencia de tensión
4. Poner a tierra y cortocircuitar las partes de la instalación en las que se vaya a trabajar.
5. Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

3.5 OTROS RIESGOS

Visibilidad pobre, iluminación inadecuada, caminar inseguramente, superficies resbaladizas, pueden causar riesgos significativos.

Los espacios confinados pueden albergar roedores, reptiles, arañas o insectos, bacterias infecciosas (por ejm.: la legionella), etc.; que pueden ser peligrosos para los trabajadores que entren a un espacio confinado. Finalmente, cambios repentinos en el viento o tiempo pueden contribuir a variaciones inesperadas en el medio ambiente del espacio confinado.

IV. TOXICOLOGIA:

“Toda sustancia es tóxica, no hay ninguna que no sea tóxica; es la dosis que hace la diferencia entre una sustancia tóxica y un medicamento”

Paracelso, 1493 – 1541

Con frecuencia se utilizan los nombres de tóxicos y veneno, denominando como veneno a aquellas sustancias que ha sido suministrada con fines lesivos premeditados y dejando el nombre de tóxico a la sustancia que aunque pueda ocasionar daño no se suministra con esta intención. Normalmente veneno es concebido como aquello que tiene naturaleza intrínsecamente peligrosa aun en pequeña dosis, tales como el cianuro, el arsénico, plomo, etc. y tóxico, a aquello que puede ocasionar daño pero no por la naturaleza misma de la sustancia, ejemplo de ello sería el agua, oxígeno, etc.

"Toxicología es el estudio científico de estos elementos, su comportamiento, su metabolismo, sus mecanismos de acción, las lesiones que ellos ocasionan, su forma de acumulación, excreción y el tratamiento adecuado para proteger el organismo afectado".

Dicho en otros términos, la toxicología es la ciencia que estudia los tóxicos y/o venenos, inclusive de su fuente y su efecto, y del tratamiento de la intoxicación.

La toxicidad: es la capacidad inherente de una sustancia de producir un efecto nocivo en un organismo vivo. La toxicidad no es una constante física como el punto de ebullición, el punto de fusión, la presión de vapor o temperatura; por lo que únicamente puede hacerse una declaración general concerniente a la

naturaleza nociva de un agente químico dado. Además la toxicidad depende de la dosis, frecuencia, método y sitio de la absorción, así como de muchos factores más, incluyendo el estado general de salubridad, diferencias individuales, tolerancia, dieta y temperatura.

En toxicología se emplea la palabra “Agudo” para definir una dosis de un veneno administrado dentro de un lapso de 24 horas o menos.

Por su parte la toxicidad crónica comprende generalmente una prueba que dura tres meses a más. Una exposición crónica ocupacional puede comprender el empleo de un lapso de 1.5 ó 10 años y hasta más de 20 años.

Una prueba prolongada o “subaguda” describe un programa de dosificación intermedio en tres; aguda, prolongada y crónica: (ver tabla 1)

BREVE COMPARACIÓN DE PRUEBAS DE TOXICIDAD AGUDA, PROLONGADA Y CRÓNICA			
	AGUDA	PROLONGADA	CRÓNICA
La exposición dura.....	≤ 24 hs, generalmente, una dosis única	Típicamente 2, 4 ó 6 semanas	≥ 3 meses
Típicamente produce.....	Una dosis letal única, signos clínicos de toxicidad	Dosis acumulativas (si las hay). Las principales rutas metabólicas son la desintoxicación o la excreción.	Efecto cancerígenos potenciales u otros efectos retardados.
Ejemplos:	Cianuro de potasio, priva rápidamente a los tejidos de oxígeno vital	El tetracloruro de carbono tiene un efecto acumulativo en el hígado cuando la exposición se repite durante un periodo de varias semanas.	El envenenamiento con mercurio que es insidioso y lento; proviene de alimentos contaminados que se ingieren durante meses o años.
Tabla N° 1			

4.1 CONCEPTO:

¿Qué es un tóxico?

Un tóxico es cualquier sustancia, líquida o gaseosa que en una concentración determinada y en un tiempo determinado de exposición, puede dañar a los seres vivos. Los tóxicos pueden ser muy variados; los encontramos en plantas, animales, serpientes, peces, insectos, microbios, en gases naturales y artificiales, en sustancias químicas e incluso en medicamentos que según la dosis pueden actuar tóxicamente, estos efectos van a depender de cinco factores:

1. Naturaleza del contaminante
2. Vía de entrada al organismo
3. Tiempo de exposición
4. Condiciones de trabajo
5. Susceptibilidad individual y entorno ambiental.

La toxicología Industrial, identifica y analiza el mecanismo de acción, el metabolismo y las interacciones de las sustancias químicas industriales. El diagnóstico de las intoxicaciones, el tratamiento y prevención de los efectos tóxicos que pueden generar estas sustancias.

Sin embargo en este proceso lo que importa no es la cantidad absoluta del tóxico o xenobiótico, sino el ritmo de absorción que condiciona la concentración al nivel de los receptores, dependiendo en gran medida de la vía de penetración que puede ser: Por vía digestiva, respiratorias, la piel y las mucosas y por otras diversas vías raramente origen de las intoxicaciones.

4.2 FASES DE LA INTOXICACIÓN:

4.2.1 FASE 1: ABSORCIÓN POR EXPOSICIÓN:

La absorción es el ingreso de una sustancia a la circulación atravesando las membranas biológicas. Para ello el producto ha de pasar las diferentes barreras (cutáneas, gastrointestinales, alveolares y vasculares) por diferentes vías. Toda absorción biológica de una sustancia requiere de un paso a través de una membrana.

Desde el punto de vista clínico, las vías de absorción de los tóxicos, o sea de su ingreso en el organismo, son las siguientes:

- 1) **Vía Digestiva:** Constituye la más importante vía de acceso de tóxicos para llegar al sistema linfático, el tóxico debe atravesar la membrana epitelial y la membrana basal de los capilares.
- 2) **Absorción Pasiva:** Cuando la molécula está ionizada, su absorción depende del PH y cuando no, depende de la liposolubilidad.
- 3) **Absorción Convectiva:** Depende de la diferencia de la depresión hidrostática en la concentración en el intestino y la concentración en plasma.
- 4) **Transporte Activo y Facilitado:** La molécula se une a un transportador que suele ser proteico, para ser liberado una vez que atraviese la membrana.
- 5) **Absorción Por Par Iónico:** Consiste en la unión de cationes y uniones orgánicas. Este par es liposoluble.

- 6) **Pinocitosis:** Consiste en la formación de una membrana celular por la vesícula. La vesícula engloba la molécula para liberarla una vez que la transporta al lado opuesto de la célula.
- 7) **Vía Respiratoria:** Constituye la vía principal de acceso de venenos gaseosos. Los tóxicos llegan a la circulación sanguínea por simple difusión en el alvéolo pulmonar. (Figura N° 4 y 5)
- 8) **Vía Cutánea:** A través de la piel sana pueden penetrar sustancias. Un ejemplo son los insecticidas órgano fosforados.
- 9) **Vía Parenteral:** Con sus variedades; subcutánea, intramuscular y endovenosa. Es el caso de las flechas envenenadas, picaduras y mordeduras de animales ponzoñosos.
- 10) **Vía Mucosa:** Comprende la conjuntiva de los párpados (Atropina), la mucosa nasal (inhalación de cocaína), sublingual (cianuros) y rectal (ácidos sulfhídricos).

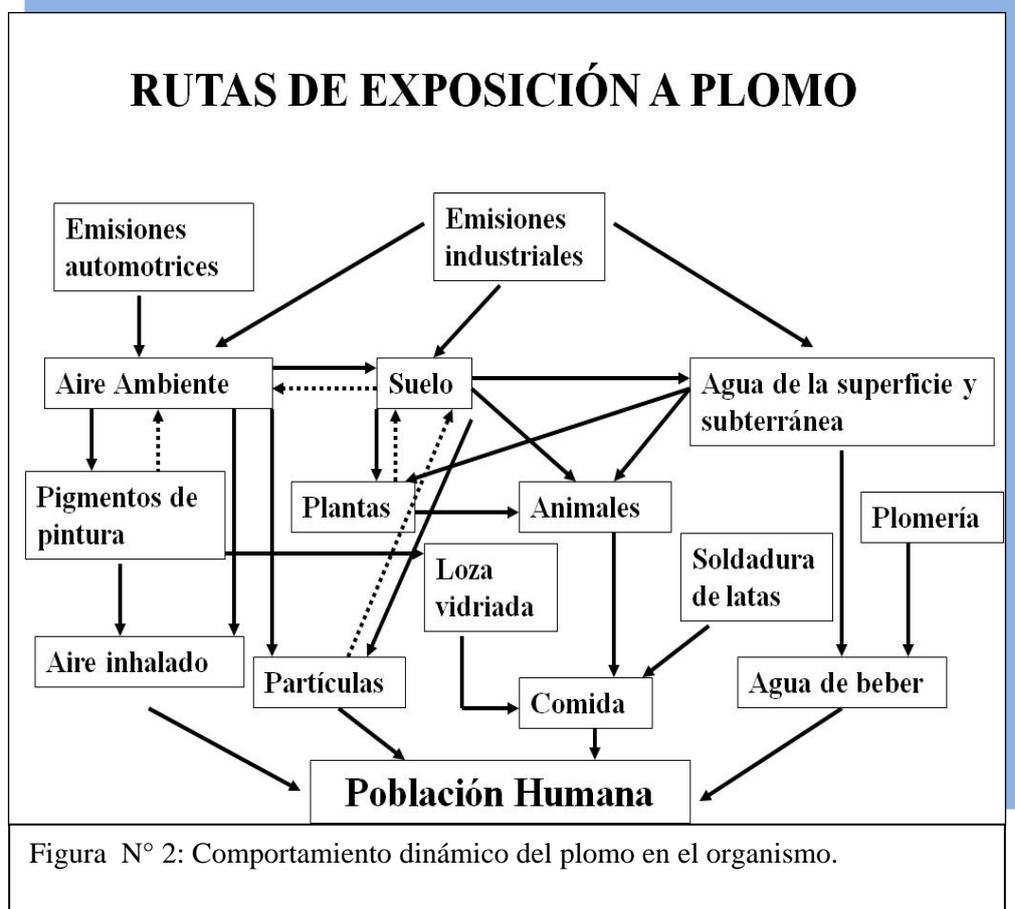
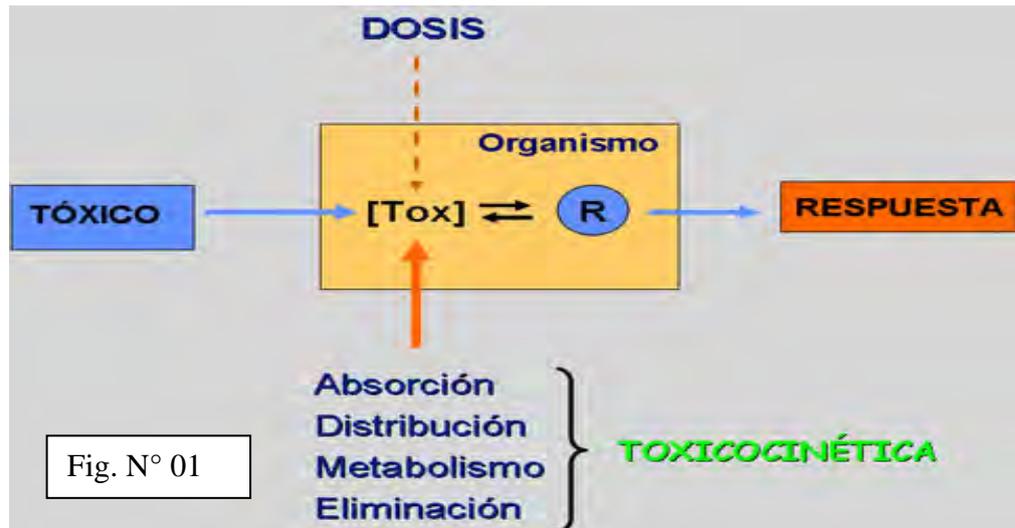
4.2.2 FASE 2: TOXICO-CINETICA

Estudia los procesos y cambios que experimenta un tóxico y como ocurren a través del tiempo en la absorción, distribución, biotransformación, acumulación y eliminación de un agente tóxico en el organismo.

La respuesta del organismo ante un tóxico depende de la concentración que alcance éste en el lugar selectivo donde va a ejercer su acción; es decir, en los receptores específicos de sus órganos. Dicha concentración depende, a su vez, de la cantidad de tóxico administrada y

de los diferentes procesos que integran la toxicocinética, a saber: absorción, distribución, metabolismo y eliminación. (Fig. 1)

Una muestra del comportamiento dinámico de un tóxico en el organismo (ejemplo, el plomo) se muestra en las figuras 2 y 3.



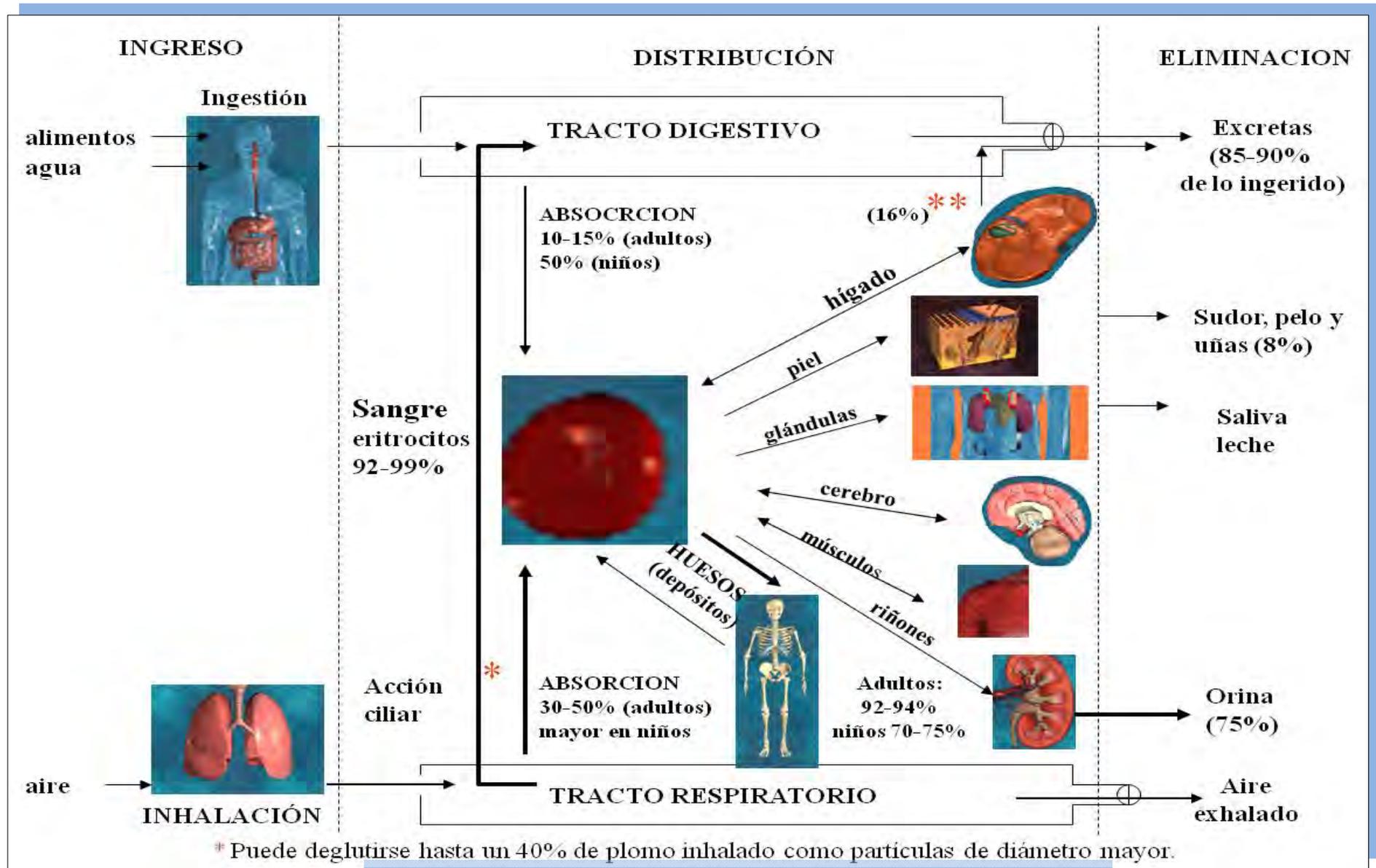
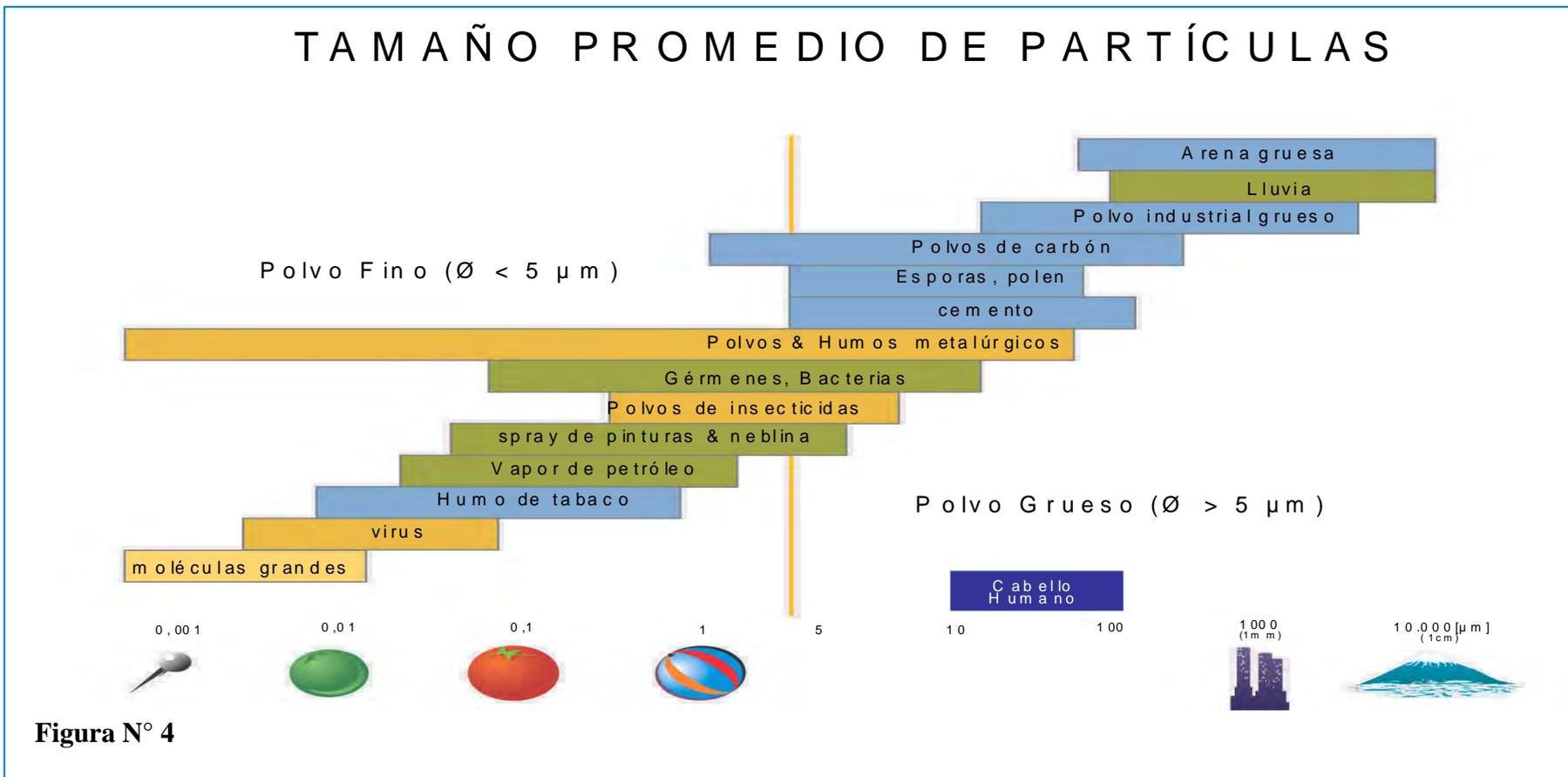


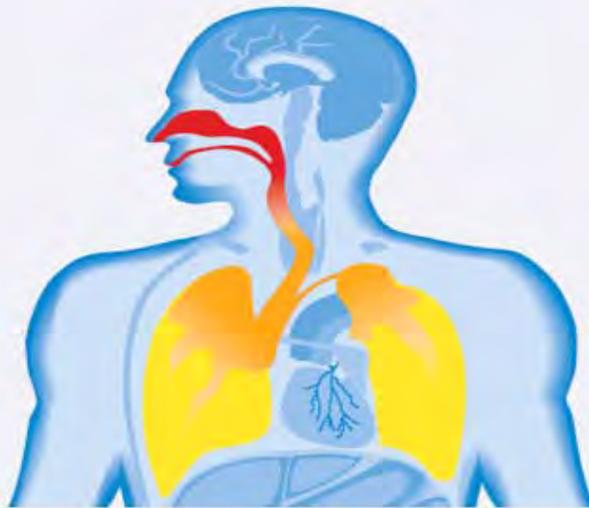
Figura N° 3: Comportamiento dinámico del plomo en el organismo.

4.2.2.1 ABSORCIÓN POR EXPOSICION

La absorción de un tóxico se define como el proceso por medio del cual éste atraviesa membranas y capas de células hasta llegar al torrente sanguíneo. El mecanismo de ingreso del tóxico al organismo usa los mismos mecanismos de transporte diseñados para movilizar compuestos de estructura similar.



INGRESO Y SALIDA DE GASES EN EL ORGANISMO



- Polvo Exhalado
- Polvo Alveolar
- Polvo de Tráquea bronquial
- Polvo en la laringe
- Partículas de polvo no inhalable

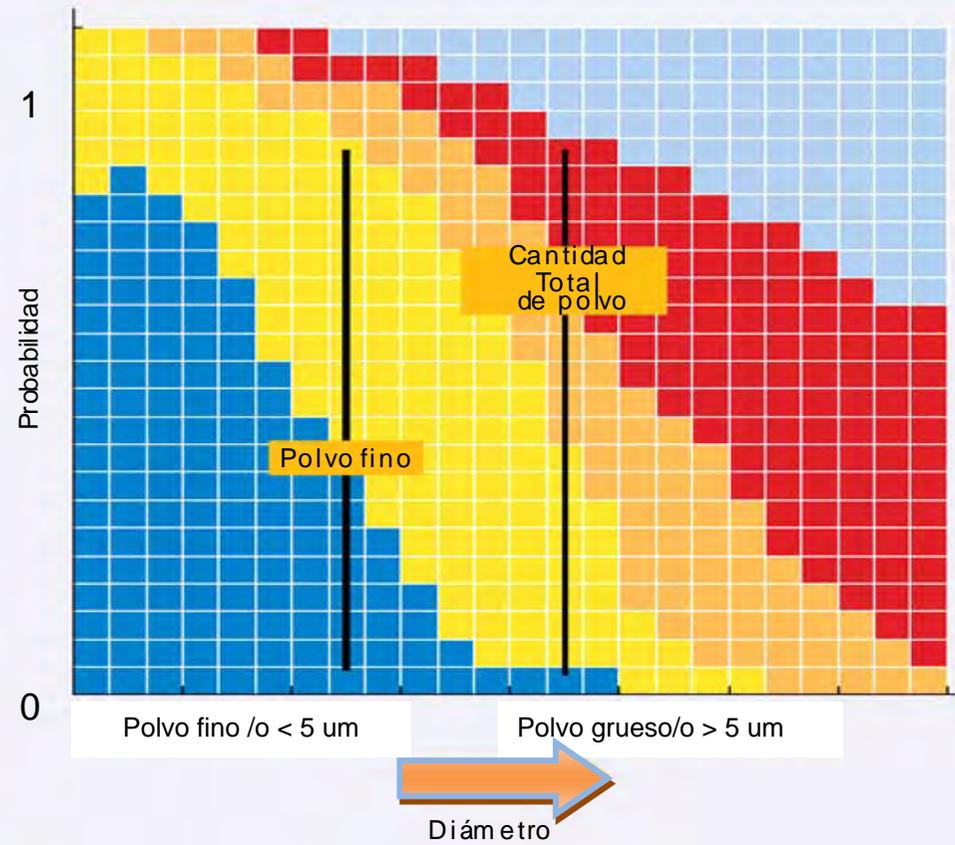


Figura N° 5

La interacción dinámica de todos los procesos que constituyen el ADME, determina el tiempo que permanecerá un agente dentro del organismo después de que éste ha sido expuesto a una dosis determinada. Al estudio de la velocidad de cambio de la concentración de las especies tóxicas dentro del organismo se le conoce como toxico-cinética.

Cada proceso, sea este de cambio de lugar y/o de identidad química, se puede representar por una ecuación diferencial en la que la derivada de la concentración con respecto al tiempo en un sitio determinado, se expresa como una función de la concentración en ese lugar. La constante de proporcionalidad se denomina velocidad específica y normalmente se representa por la letra "k".

$$\frac{dC}{dt} = -k_e C$$

donde

C = concentración plasmática

k_e = constante de velocidad de eliminación de primer orden

t = tiempo al que se muestreó la sangre.

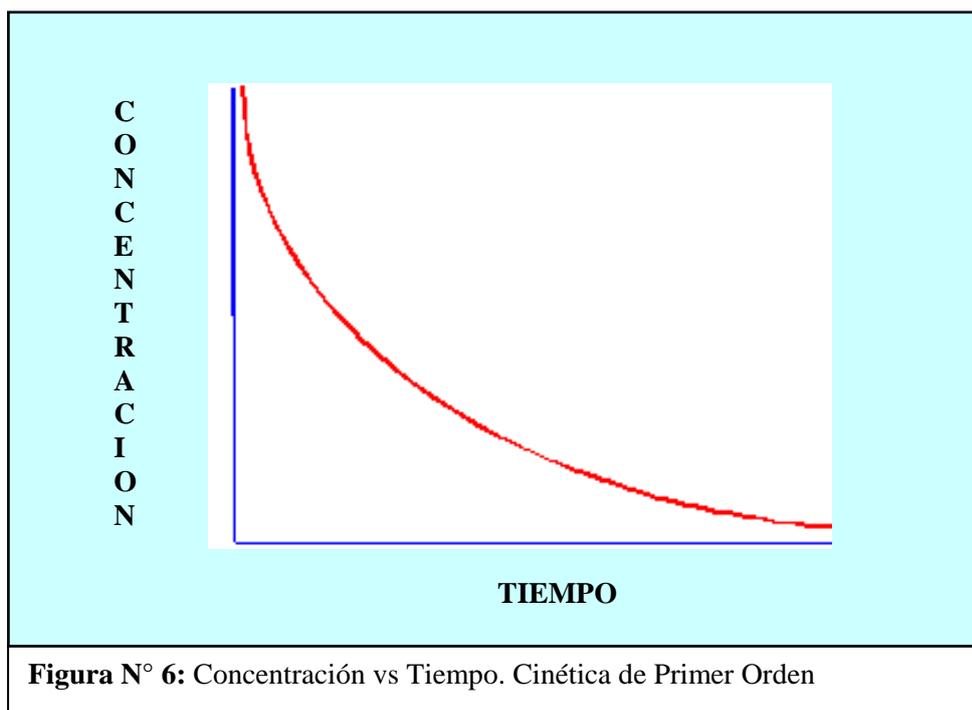


Figura N° 6: Concentración vs Tiempo. Cinética de Primer Orden

4.2.2.2. BIOTRANSFORMACION

- I. **Unión a proteínas:** Los xenobióticos se pueden ligar reversiblemente a las proteínas plasmáticas, por medio de distintos tipos de uniones: interacciones hidrófobas, puentes de hidrógeno y fuerzas de van der Waals.
- II. **Transporte a tejidos especiales:** El hígado y los riñones cuentan con mecanismos de transporte activo, por lo que pueden captar muy diversas sustancias para almacenarlas, biotransformarlas y/o excretarlas.
- III. **Transporte a tejido graso:** Los lípidos pasan fácilmente las membranas y se almacenan por disolución simple en las grasas neutras, pudiendo dar lugar a grandes acumulaciones, ya que las grasas representan entre el 20 y el 50% de la masa corporal.
- IV. **Transporte hacia tejido óseo:** Ciertos iones, como los fluoruros, el plomo y el estroncio, se intercambian en las interfaces entre los huesos y el fluido extracelular. El hueso es almacén de depósito para el plomo y es el sitio de acción del fluoruro, donde produce fluorosis ósea.
- V. **Barreras de exclusión:** Los compuestos, como ya vimos, se pueden acumular en un sitio pero también pueden ser excluidos de otros. La barrera sangre-cerebro, aunque no es absoluta, protege al Sistema Nervioso Central (SNC) de la exposición a muchas sustancias químicas. Lo mismo sucede con la barrera placentaria que protege al feto y en la barrera testicular que protege a los testículos.

- VI. **Factores que afectan la distribución:** Los dos factores que más influyen la distribución son, el flujo sanguíneo y la afinidad de los distintos órganos o tejidos por el agente.
- VII. **Volumen aparente de distribución:** El volumen aparente de distribución es una forma de relacionar la cantidad de tóxico en el cuerpo con la concentración plasmática y se calcula dividiendo la dosis suministrada por la concentración plasmática.

4.2.2.3 EXCRECIÓN

La concentración de un tóxico distribuido se puede disminuir por excreción. Todas las secreciones corporales pueden excretar compuestos químicos, pero las tres principales vías son la orina, las heces y el aire exhalado. La excreción de xenobióticos utiliza los mismos mecanismos que tiene el organismo para excretar los desechos metabólicos endógenos.

- I. **Orina:** Los riñones son los órganos más importantes en la excreción ya que directamente remueven las sustancias tóxicas de la sangre. Para que una sustancia sea eliminada por la orina es necesario que sea soluble en agua. Los compuestos liposolubles se tienen que biotransformar en hidrosolubles para poder ser excretados por esta vía.
- II. **Heces:** Las heces son otra ruta importante de excreción. Consisten de la ingesta no absorbida, secreciones biliares, secreciones intestinales y microflora. Cualquier dosis oral que no se absorbe se elimina con las heces y no existe la absorción al 100%.

- III. **Bilis:** La bilis contribuye a la excreción de los metabolitos formados en el hígado. Las sustancias con peso molecular mayor a 350 se excretan más fácilmente por esta vía. Algunos iones metálicos, ácidos orgánicos, bases orgánicas y compuestos neutros se pueden transferir a la bilis por medio de transporte activo. Una vez formada la bilis pasa al intestino para ser excretada con las heces.
- IV. **Aire exhalado:** Así como los compuestos pueden ser inhalados también pueden ser exhalados. Para que esto ocurra el compuesto debe de ser un gas a temperatura corporal. Los líquidos volátiles están en equilibrio con su fase vapor en los alvéolos. La transferencia de la sangre a los pulmones tiene lugar por difusión pasiva y es inversamente proporcional a su velocidad de absorción. La baja solubilidad en sangre permite una excreción rápida y está limitada por la perfusión (flujo de sangre), mientras que para los compuestos con una alta solubilidad en sangre su excreción está limitada por la ventilación. (ver figura N° 5)
- V. **Otros mecanismos:** Las secreciones corporales, como la leche, el sudor y la saliva constituyen vías menores de excreción de tóxicos.

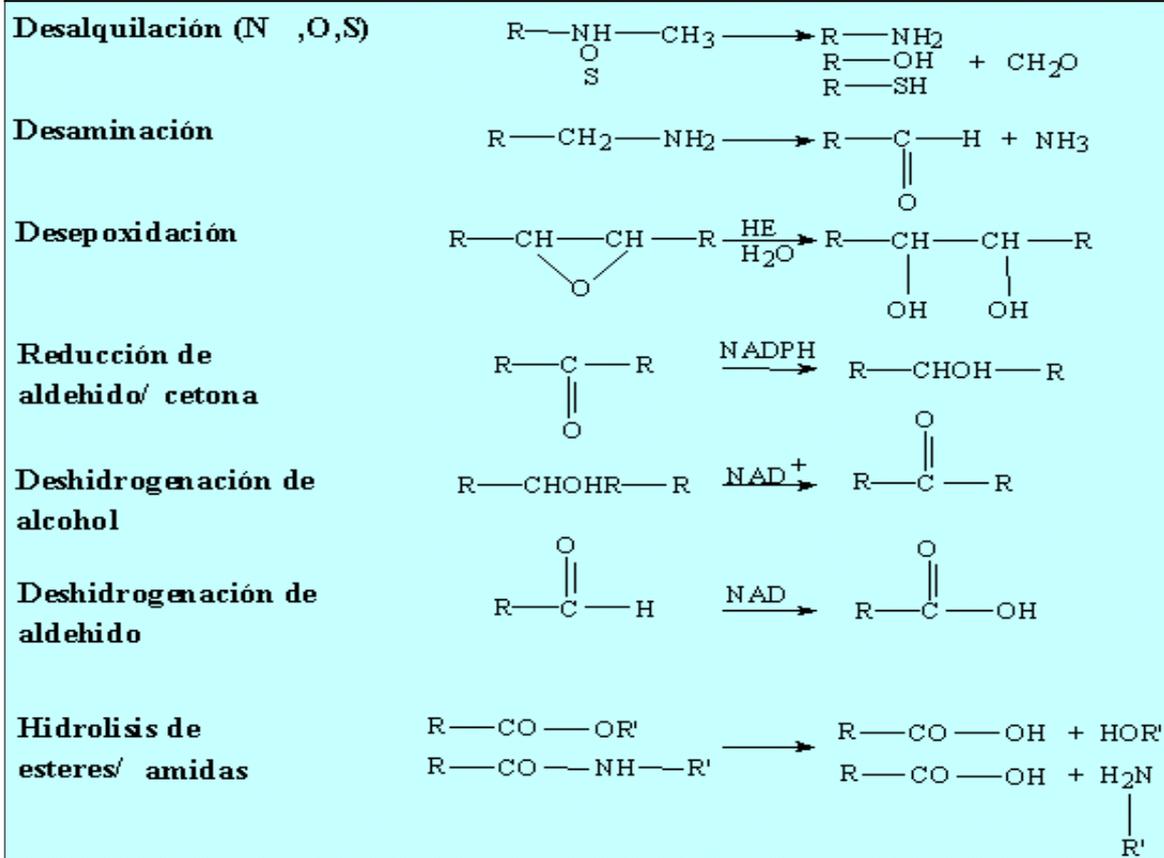
4.2.2.4 METABOLISMO:

Al conjunto de caminos metabólicos por medio de los cuales los tejidos incrementan la polaridad de un tóxico se le denomina biotransformación. Podemos decir que la biotransformación de un tóxico consiste fundamentalmente en convertir un xenobiótico no polar en un compuesto soluble en agua. Este es el mecanismo más común que usan los organismos

para eliminar los tóxicos ambientales. Estas reacciones se agrupan en dos conjuntos a los cuales se le denominan Biotransformación Fase I y Biotransformación Fase II.

- I. **Biotransformación Fase I:** Es un conjunto de reacciones de oxidación que preparan a los tóxicos para que puedan transformarse por las reacciones de la Fase II. Para hacer este trabajo las células cuentan con dos sistemas de enzimas, que tienen la función de introducir en el substrato un átomo de oxígeno proveniente del oxígeno molecular (oxigenasas de función mixta). Estos dos sistemas son las amino-oxigenasas y los Citocromos P-450. Ambos sistemas se encuentran localizados en el retículo endoplásmico.

Figura N° 7: Reacciones de reducción en la que intervienen los Citocromos P-450



Los Citocromos P-450 exponen grupos funcionales catalizando reacciones de desalquilación, desaminación y deshalogenación (Figura 5).

Las peroxidasas catalizan reacciones entre los xenobióticos y los peróxidos endógenos, permitiendo, al mismo tiempo, que la célula oxide al xenobiótico y se deshaga de estos compuestos endógenos altamente tóxicos. El producto de esta reacción es un alcohol que puede ser detoxificado por un alcohol deshidrogenasa.

II. Biotransformación Fase II

Los sistemas de biotransformación más importantes se encuentran en las células del hígado y los de menor importancia en el riñón, pulmón, intestino y cerebro.

Algunos tóxicos son eliminados sin sufrir ningún tipo de alteración: pero la mayoría son eliminados sufriendo un proceso de transformación para lo cual se lleva a cabo una serie de pasos metabólicos que tiene como principal objetivo introducir una serie de alteraciones bioquímicas en la molécula que la transforme de liposoluble en hidrosoluble, el cambio en sustancias más polares, ionizable, que no sean reabsorbidas por el túbulo renal y sean fácilmente excretadas por la orina. Si no se produjeran estas transformaciones los compuestos apolares liposolubles no sean filtrados o serán reabsorbidos por los túbulos renales y sólo podrían excretarse junto con la bilis en las heces y en menor proporción en la leche, sudor y saliva.

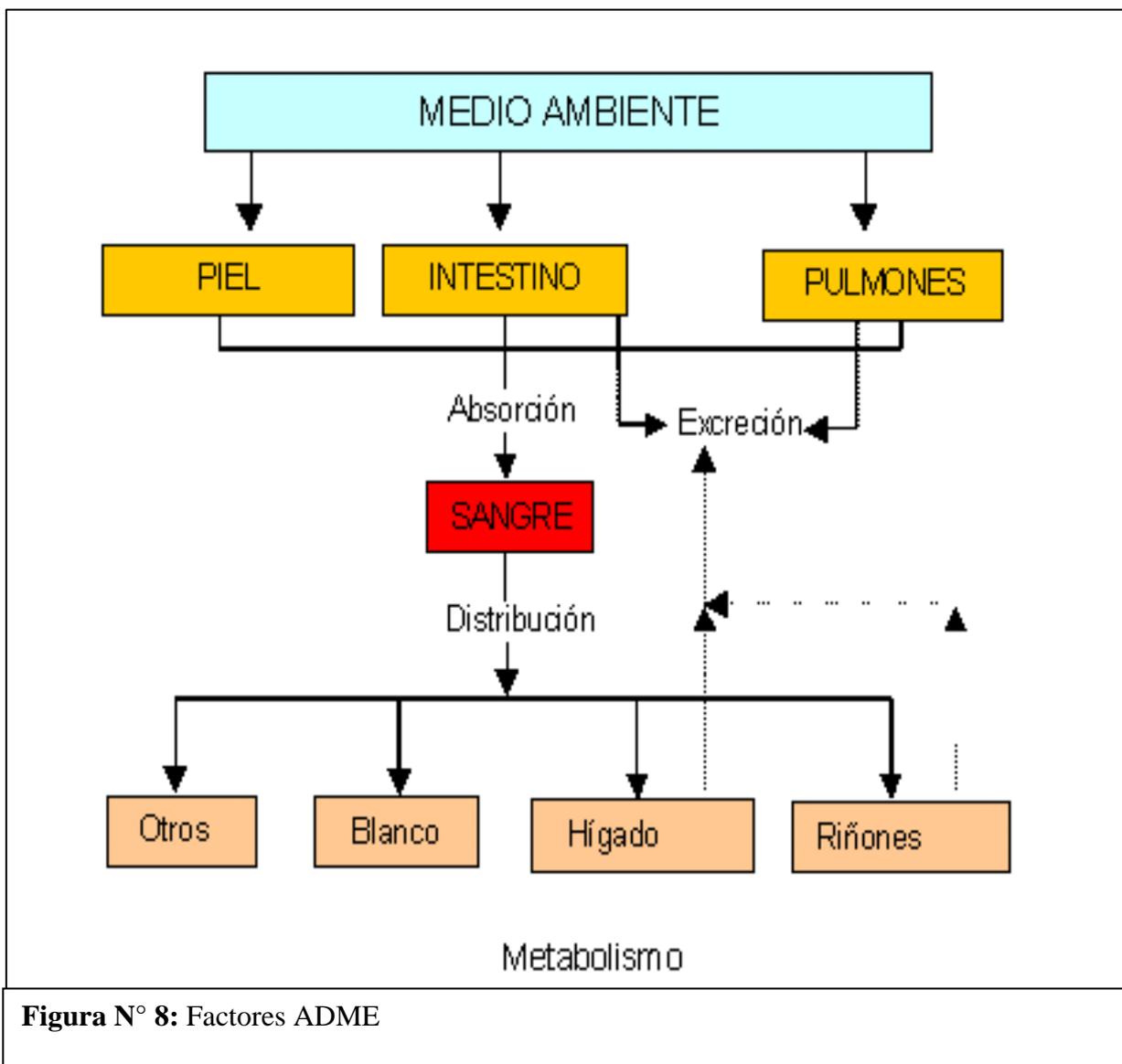
III. Bioactivación

Como mencionamos anteriormente, la bioactivación es el conjunto de reacciones metabólicas que incrementan la toxicidad de los xenobióticos, o sea que los metabolitos resultantes de la biotransformación de la sustancia absorbida son más tóxicos que el compuesto original. En resumen:

- La biotransformación Fase I son reacciones de oxidación catalizadas por un sistema complejo de enzimas que convierten los xenobióticos no polares en compuestos solubles en agua. La mayoría de los xenobióticos no serían sustrato de las enzimas de la Fase II sin las transformaciones introducidas por las reacciones de la Fase I
- A bajas concentraciones de oxígeno, los Citocromos P-450 pueden catalizar reducciones de los xenobióticos
- Las reacciones de la Fase I pueden dar lugar a bioactivaciones
- Las reacciones de la Fase II son adiciones de residuos polares en los grupos funcionales del xenobiótico, normalmente producidos en la Fase I, que dan productos mucho más solubles en agua que los compuestos absorbidos y los productos de la Fase I
- Algunas reacciones de la Fase II producen compuestos menos solubles en agua
- La capacidad de los tejidos para hacer transformaciones Fase II depende de la cantidad disponible de cofactores en las condiciones fisiológicas en las que se encuentra el organismo.

El proceso de transporte y transformaciones que experimenta el tóxico desde la superficie epitelial de contacto hasta llegar a los órganos en los que se almacenan y en los que causa lesiones es muy complejo. Por conveniencia, para facilitar su estudio se considera que consta de cuatro pasos: **Absorción**, **Distribución**, **Metabolismo**, **Excreción**.

El proceso se conoce por sus siglas ADME.



4.2.3 FASE 3 TOXICO DINAMICA

Estudia las formas de interacción de la sustancia absorbida con las moléculas orgánicas, producen alteraciones bioquímicas, morfológicas y funcionales en sus diferentes fases. El fenómeno de la toxico dinámica no son muy bien conocidas para todas las sustancias químicas por lo que para su estudio y entendimiento se consideran 3 factores de importancia:

- La concentración del agente tóxico
- La capacidad reactiva del agente en el organismo y
- La susceptibilidad del organismo a los efectos tóxicos del agente.

4.2.3.1 RESPUESTA TÓXICA

Caracterización de la respuesta tóxica: La caracterización de los efectos tóxicos o dañinos es esencial en la evaluación del peligro potencial impuesto por una sustancia química.

La toxicidad, o sea la capacidad de producir un daño, es una propiedad intrínseca de la sustancia y la respuesta tóxica es cualquier cambio que produce una lesión celular permanente.

➤ **Daño celular:** La muerte celular seguirá mecanismos similares independientemente de que la causa del daño sea de naturaleza química, física o biológica.

Así, la producción de ATP por las mitocondrias requiere de oxígeno para funcionar, así que una de las rutas para dañar el proceso es

la hipoxia (baja concentración de oxígeno). El **principal agente que priva a la célula de oxígeno es el monóxido de carbono** el cual se liga a la hemoglobina inhibiendo la unión de ésta con el oxígeno. La anemia (baja concentración de hemoglobina en la sangre) y la isquemia (bajo flujo arterial o del drenaje venoso), reducen la capacidad de transporte de oxígeno y pueden contribuir a la deficiencia de este compuesto a nivel celular.

- **Apoptosis.-** En una definición muy amplia, la apoptosis se puede considerar como una muerte celular "programada". La apoptosis es un evento celular natural el cual también puede ser inducido por condiciones patológicas.

	NECROSIS	APOPTOSIS
La célula completa	Inflamación	Condensación
Núcleo	Picnosis, cariólisis, cariorrexis	Creciente
Organelos	Degeneración	Íntactos
Degeneración celular	Ruptura	Cuerpos apópticos
Inmunorespuesta	Inflamación aguda	Ninguna
Tabla N° 2: Diferencias Morfológicas entre necrosis y apoptosis		

- **Necrosis.-** En la necrosis el resultado final es la ruptura de la membrana celular y el derrame del contenido celular en el espacio intersticial. Esto trae como consecuencia una respuesta inflamatoria en el área que puede ser deprimente para las células que la rodean.

4.2.3.2 RESPUESTA DE LOS TEJIDOS A LA PÉRDIDA DE CÉLULAS

Si la lesión produce que se pierdan células por necrosis o apoptosis, el resultado final depende principalmente del tipo de células que se han lesionado. Las células vecinas pueden ser capaces de responder con regeneración produciendo células iguales a las perdidas o bien sólo las reemplazan por tejido no funcional. Ejemplo de ellas son las células epiteliales, gastrointestinales y hematopoyéticas. Si se pierden células se pueden reemplazar por células del mismo tipo.

4.2.3.3 RELACION DOSIS-RESPUESTA

En esta sección se van a tratar los aspectos cuantitativos de la relación que existe entre la respuesta tóxica y la dosis suministrada.

La correspondencia entre la cantidad de tóxico y la magnitud del efecto es lo que se conoce como la relación dosis-efecto o dosis-respuesta, y tal como se mencionó antes, es uno de los conceptos centrales de la toxicología.

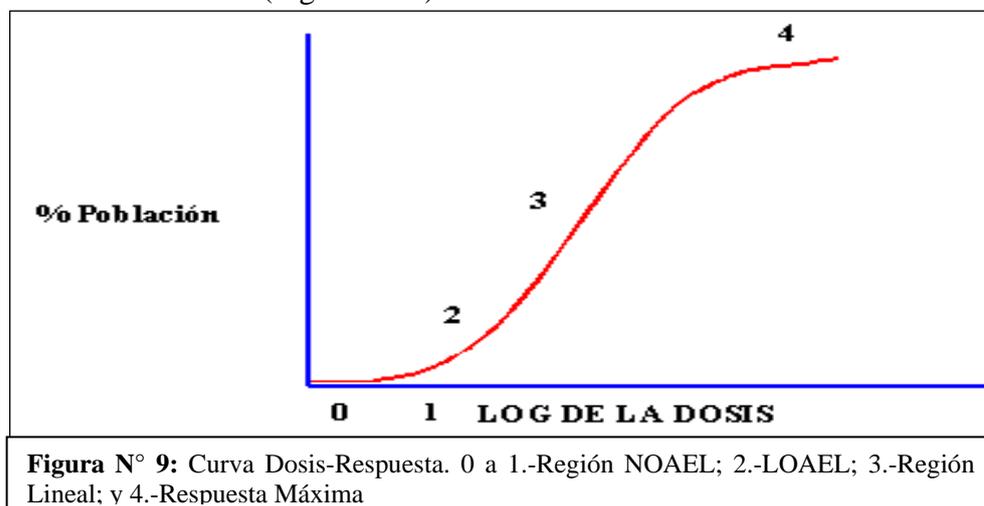
Lo que se denomina efecto o respuesta tóxica es un cambio orgánico permanente que debe de poder ser medido en el componente bajo estudio y tener un valor de cero cuando la dosis es cero. La medición puede hacerse a diferentes niveles; molecular, celular, órgano, organismo, pero independientemente del nivel, el efecto debe ser medible.

La magnitud y tipo de los efectos adversos producidos dependen de la duración de la exposición.

➤ **Curvas Dosis-Respuesta**

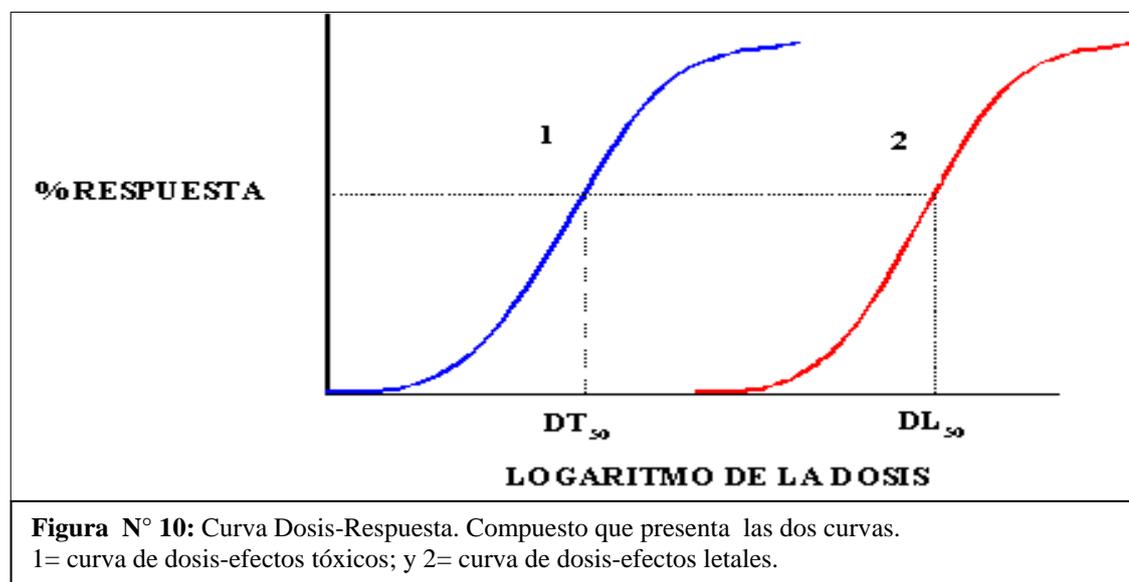
Si se obtiene una respuesta de una magnitud definida para cada dosis, dentro de un rango de dosis, se dice que la respuesta es "gradual". Es decir que a diferentes dosis, D_1, D_2, \dots, D_i , se observan los efectos, E_1, E_2, \dots, E_i , que varían en forma continua y tienen un valor único para cada dosis (dentro de la variabilidad normal que siempre se observa cuando se hacen bioensayos).

La curva dosis-efecto se construye graficando en las ordenadas los Efectos (E) causados en el organismo expuesto a una sustancia química y en las abscisas las Dosis (D) a las que fue expuesto. En algunas ocasiones, la relación dosis-efecto no es tan definida y dentro de una población se observa una distribución de respuestas para cada dosis. En este caso el efecto que se mide no es la magnitud, se mide el porcentaje de la población en estudio que presenta una determinada respuesta para cada dosis suministrada. (Figura N° 9)



La curva pasa por el origen (cuando la dosis es cero, la respuesta es cero) y a valores muy bajos de la dosis, la curva es horizontal con un valor del efecto igual a cero (la curva va sobre el eje de las dosis). La respuesta empieza a tener un valor mayor que cero cuando la dosis llega al nivel límite. De allí en adelante la pendiente de la curva crece con la dosis, hasta que se llega a una pendiente máxima. Esta pendiente se mantiene por un amplio rango de dosis en el que la respuesta es directamente proporcional a la dosis (línea recta). A dosis mayores la pendiente empieza a decrecer hasta que la curva se vuelve asintótica a un valor máximo de la respuesta (E_{\max}).

Cuando se aumenta aún más la dosis se presentan los efectos letales crecientes que también se relacionan con la dosis en la misma forma que los efectos anteriores. Las dos curvas son paralelas (Figura 10).



Potencia vs. Eficacia

Potencia se refiere al rango de dosis dentro del cual una sustancia produce respuestas crecientes. La curva del tóxico (o droga) más potente aparece más cercana al origen (Figura N° 11).

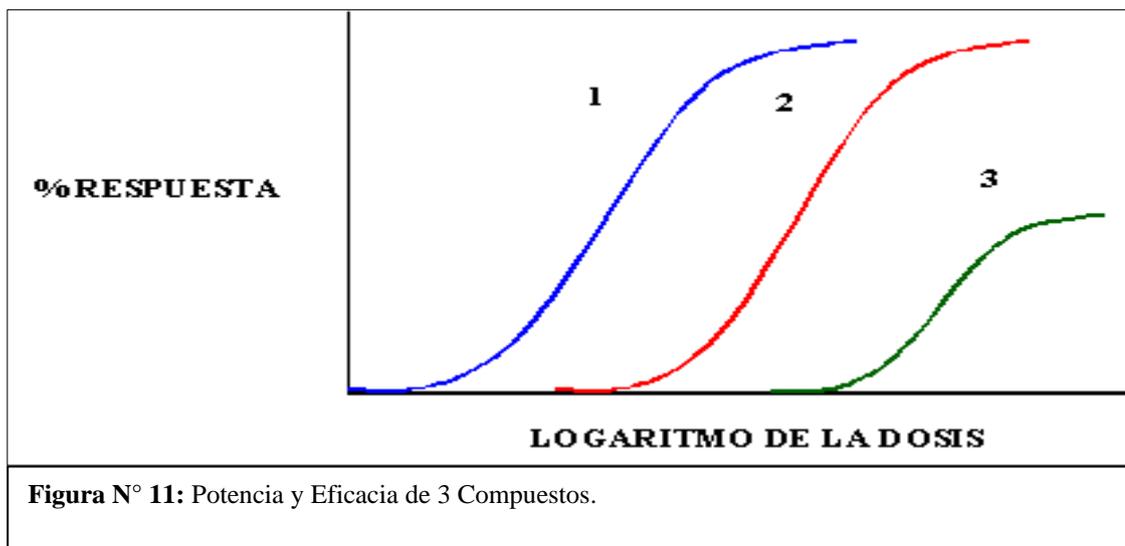


Figura N° 11: Potencia y Eficacia de 3 Compuestos.

La potencia de una droga está influenciada por factores tales como la absorción, el metabolismo, etc. La eficacia está relacionada a una acción más fundamental de la droga, es una medida de la capacidad intrínseca de la droga para producir un efecto.

4.2.4 FASE 4: ASPECTOS CLINICOS:

- **Intoxicaciones: Tratamiento:**

Aunque la mayoría de intoxicaciones agudas (80%) son de carácter leve, todas precisan de una valoración inicial rápida para poder indicar el tratamiento adecuado.

Frente a una intoxicación aguda, el médico en medio pre-hospitalario actuará de acuerdo con el siguiente orden de prioridades:

1. Medidas de soporte y reanimación.
2. Disminuir la absorción.
3. Administración de antídotos
4. Incrementar la excreción.
5. Medidas no específicas

1. PRIMERA PRIORIDAD TERAPÉUTICA: VALORACIÓN DE LAS FUNCIONES VITALES Y MEDIDAS DE SOPORTE-REANIMACIÓN

Las medidas de reanimación aplicables al intoxicado agudo grave son básicamente las mismas que se aplican a cualquier enfermo crítico y se procederá a evaluar: vía aérea, ventilación y oxigenación, circulación, sistema nervioso central.

2. SEGUNDA PRIORIDAD TERAPÉUTICA: DISMINUCIÓN O CESE DE LA ABSORCIÓN DEL TÓXICO

Después de la valoración inicial del intoxicado y habiendo adoptado las medidas de soporte-reanimación que estaban indicadas, hay que pasar a la segunda prioridad terapéutica que consiste en evaluar en todos los casos (con o sin reanimación previa) la posibilidad de cesar la absorción, tomando acción sobre la vía oftálmica, vía rectal, vía parenteral, vía cutánea, vía pulmonar, vía oral.

La vía oral: Constituye la puerta de entrada de la mayoría de las intoxicaciones. Hay varias opciones terapéuticas para disminuir la absorción tóxica digestiva:

A) Vaciado gástrico:

1. Inducción del vómito.
2. Aspirado-lavado gástrico.

B) Administrar carbón activado, como adsorbente de la mayoría de los tóxicos pudiendo considerarse como adsorbente universal, eficaz y económico.

3. TERCERA PRIORIDAD TERAPÉUTICA: ADMINISTRACIÓN DE ANTÍDOTOS

Los antídotos poseen la acción más específica, más eficaz y, algunas veces, la más rápida, de entre todas las sustancias o métodos con utilidad terapéutica en toxicología clínica y son de aplicación específica por el médico.

4. CUARTA PRIORIDAD TERAPÉUTICA: INCREMENTAR LA EXCRECIÓN

De manera fisiológica, el organismo dispone de tres vías distintas para eliminar cualquier tóxico: la vía respiratoria, la hepática y la renal. En terapéutica sólo se puede influir sobre la vía renal incrementando la diuresis (diuresis forzada).

5. QUINTA PRIORIDAD TERAPÉUTICA: MEDIDAS NO ESPECÍFICAS

Además del tratamiento específico hasta ahora descrito, es preciso considerar algunas medidas coadyuvantes para corregir alguna sintomatología inespecífica que puede acompañar a la intoxicación.

V. PRINCIPALES GASES METALURGICOS EN ESPACIOS CONFINADOS

5.1 RESUMEN DE LOS PROCESOS METALURGICOS:

El Complejo Metalúrgico de La Oroya (CMLO) inició sus operaciones en el año 1922 con la Cerro de Pasco Corporation, a partir del 1 de enero de 1974, fue nacionalizado tomando el nombre de Empresa Minera del Centro del Perú Centromin Perú. A partir del 24 de octubre de 1997 Doe Run Perú asume la propiedad.

El CMLO considerado como uno de los tres mas grandes complejos del mundo tiene 4 pilares fundamentales: Circuito de Cobre, Plomo, Zinc y Metales Preciosos, una de sus fortalezas es la gran sinergia que existe entre ellos y que hace que las operaciones sean funcionales y competitivas.

El CMLO fue diseñado para el procesamiento de concentrados polimetálicos y metales preciosos para producir 11 metales refinados y 8 sub productos de alta pureza constituyendo una ventaja competitiva en el mercado mundial.

El CMLO es el motor del desarrollo y tiene gran impacto socio económico en La Oroya, la región central y el país, da empleo a 3500 trabajadores directos y 16,000 empleos indirectos, de estos el 84% proceden de la región.

Los procesos operativos del CMLO se soportan en 4 pilares principales; como se muestra a continuación, donde gran parte de las instalaciones por naturaleza propia de la actividad y procesos metalúrgicos, estarán compuestos por áreas restringidas o cerradas.

Los alcances del presente trabajo, está orientado a la actividad metalúrgica de la Fundición y Complejo Metalúrgico de La Oroya, donde gran parte de las instalaciones por naturaleza propia de la actividad y procesos metalúrgicos, están compuestas por áreas limitados o cerrados que contienen diferentes riesgos de origen físicos o químicos que pueden llevar a serias lesiones o la muerte, causados por la presencia de sustancias tóxicas, atmósferas deficientes de oxígeno y productos o materiales inflamables; así como por la presencia de agentes físicos (ruidos, temperaturas, vibración, radiaciones, etc.) causantes de enfermedades profesionales.

➤ **CIRCUITO DE COBRE:**

- La Fundición de Cobre inició sus operaciones el 23 de noviembre de 1922 con la empresa Cerro de Pasco Copper Corporation.
- El circuito de cobre está diseñado para procesar concentrados polimetálicos con altos contenidos de metales valiosos, provenientes de las diferentes minas nacionales.
- Comprende las plantas de Preparación, Tostadores, Fundición, Refinería de Cobre, Residuos Anódicos, Refinería de Plata, Short Rotary Furnace, Antimonio, Manejo de Gases y Material Particulado, Planta de Tratamiento de Aguas Industriales y Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Es el circuito más grande del Complejo Metalúrgico, en el que se obtienen como productos principales Cobre refinado, Plata y Oro y como subproductos Antimonio, Sulfato de Cobre y Trióxido de Arsénico. Además ha desarrollado tecnología propia para la producción de Selenio, Telurio y Bismuto, el cual es

considerado el más puro del mundo y muy apreciado en el mercado de metales.

A continuación se presenta el diagrama de flujo y descripción de cada una de los circuitos.

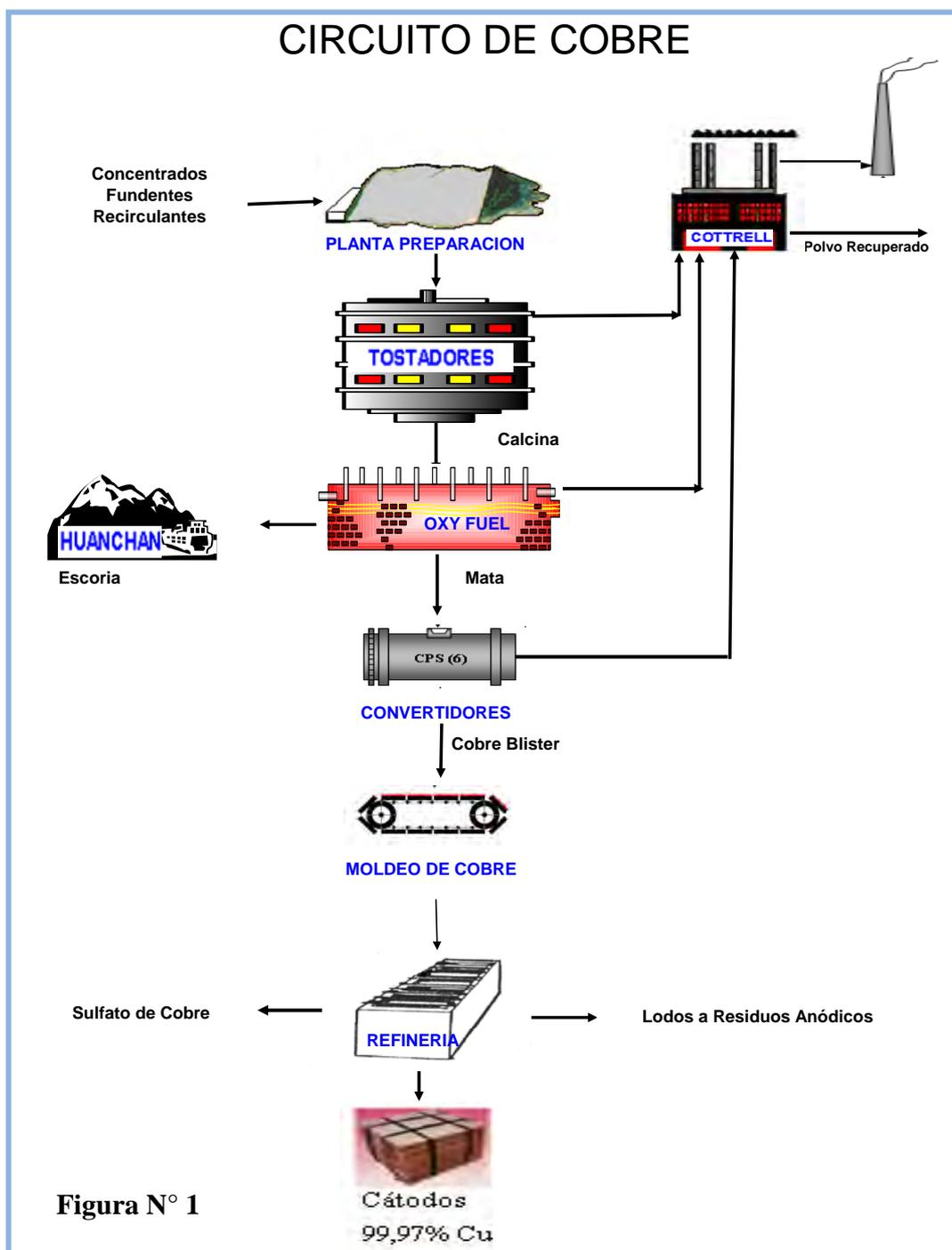


Figura N° 1

➤ **CIRCUITO DE PLOMO:**

- El circuito de Pb inicio sus operaciones el año 1928 y fue diseñada para procesar concentrados polimetálicos con altos contenidos de metales valiosos, provenientes de las diferentes minas nacionales y una capacidad instalada anual de 122,000 toneladas.
- Compuesto por las siguientes plantas: Aglomeración, Fundición, Refinería y la nueva planta de Acido Sulfúrico de Plomo.
- La planta de Aglomeración inicio sus operaciones el año 1928, con 11 máquinas de sinterización, que fueron reemplazadas por una sola, que entro en operación el 25 de agosto de 1983 con un sistema de colección de polvos más eficiente.
- La Fundición de Plomo inicio sus operaciones en el año 1928 y está conformada por tres Hornos de Manga, Planta de Espumaje y dos ruedas de Moldeo.
- La Refinería de Plomo inició sus operaciones en el año 1934, obteniendo plomo refinado a nivel piloto en el área de Fundición de Plomo. En el año de 1937 se inicia la refinación de plomo a escala industrial y en el año 1951 se traslada la planta a Huaymanta utilizando el proceso Betts modificado el cual tiene la particularidad de tratar ánodos de plomo con altos contenidos de impurezas obteniéndose un plomo refinado de alta pureza (99.9975%) y es la única refinería electrolítica de plomo en Sudamérica.
- La planta de acido de Plomo diseñada para procesar los gases generados en la planta de aglomeración e inicio sus operaciones el 30 de setiembre del año 2008 con una capacidad instalada de 115,000 TMA.

A continuación se presenta el diagrama de flujo y descripción de cada una de las plantas.

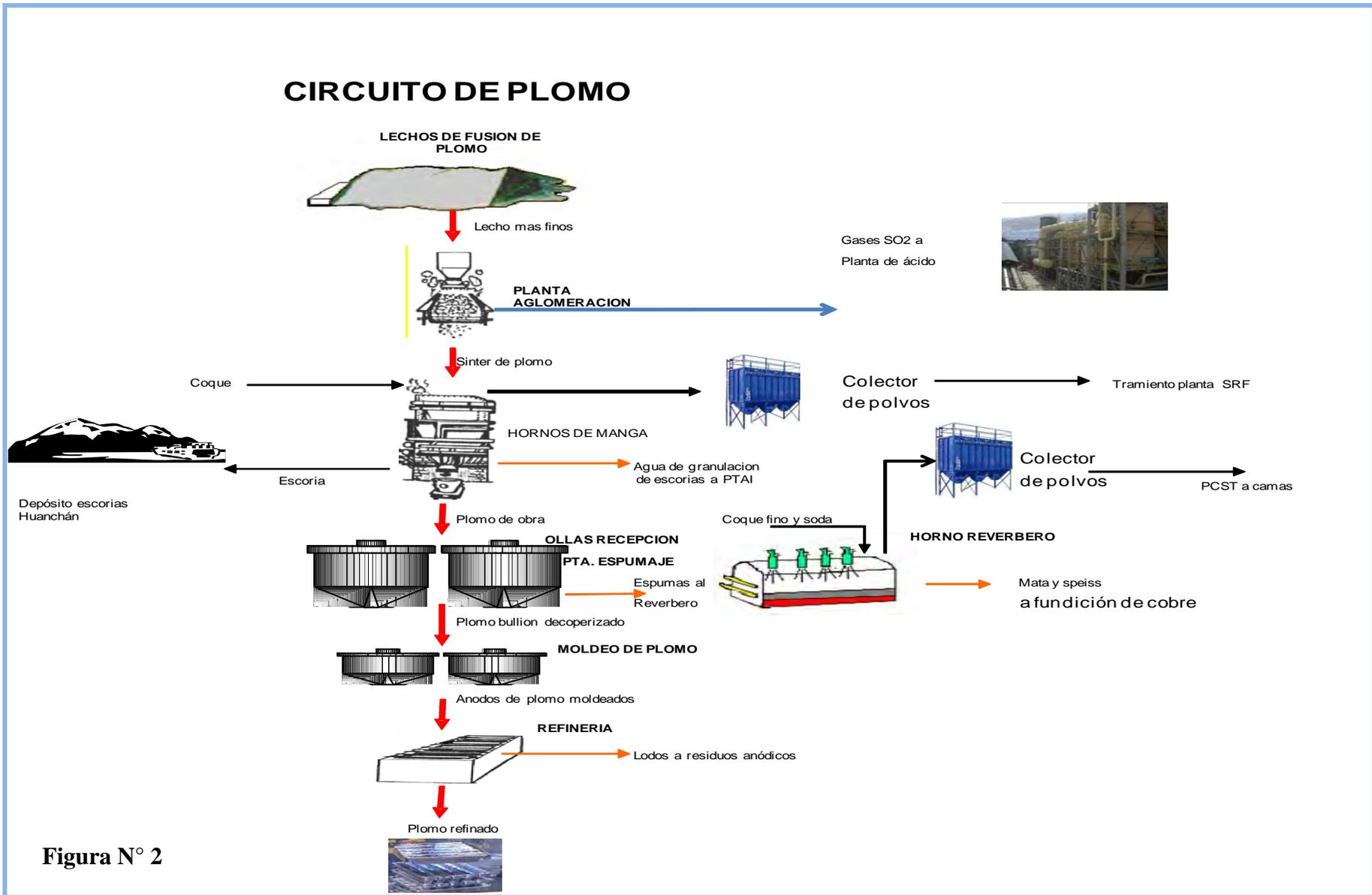


Figura N° 2

➤ **CIRCUITO DE ZINC:**

- Inició sus operaciones el 22 de enero de 1,948 con la empresa Cerro de Pasco Corporation. Este circuito fue el primero en operar a nivel de Sud-América.
- Comprende las plantas de Preparación de Concentrados, Tostación de zinc (Tostador Lurgi), Acido Sulfúrico, Lixiviación, Electrodeposición, Purificación, Polvo de Zinc, Moldeo y Despacho, Zileret, Hidrometalurgia, Indio, Sulfato de Zinc y Planta de Flotación de ferritas.
- Se obtienen los siguientes productos para la venta: zinc refinado, ácido sulfúrico, indio refinado, sulfato de zinc, polvo de zinc y concentrado zinc-plata.
- Con la finalidad de reducir la emisión de SO₂ y material particulado para mejorar la calidad del aire, se desactivaron 3 tostadores reduciéndose la capacidad de planta de 75,000 a 43,300 TM/año de zinc refinado, a partir de enero del 2005.
- EL zinc producido es de alta pureza (99.995+%) y tiene gran demanda en el mercado mundial por su alta calidad.

A continuación se presenta el diagrama de flujo y descripción de cada una de las plantas.

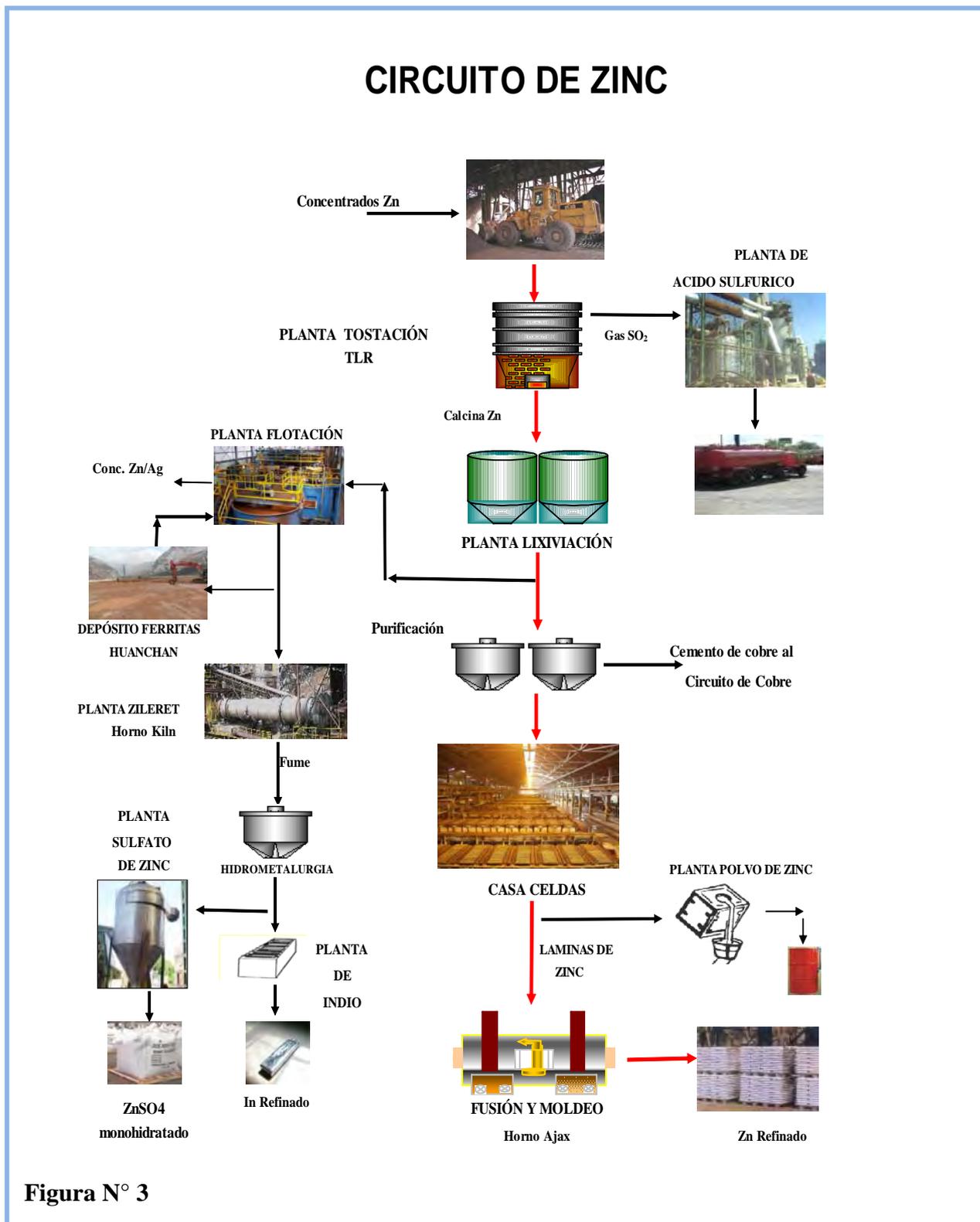
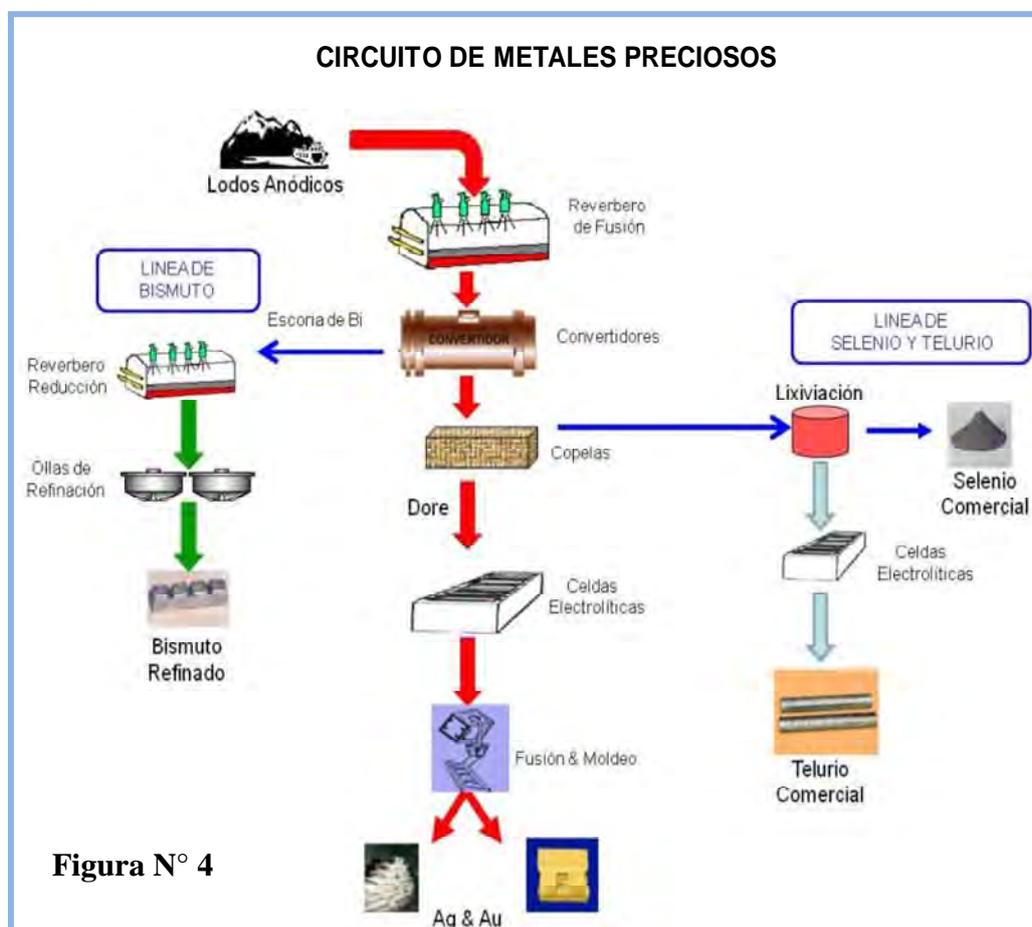


Figura N° 3

➤ **CIRCUITO DE METALES PRECIOSOS:**

- El Circuito de Metales preciosos inicia sus operaciones en el año 1937, como planta piloto para la producción de Plata a partir de lodos anódicos provenientes de las Refinería de Cu&Pb, Comprende las Plantas de Residuos Anódicos, la que produce Plata Dore de 98,5% de Ag, además con tecnología propia (Know how) produce Bismuto de alta pureza (grado 95), Selenio y Telurio comerciales y la Refinería de Plata, donde por electro refinación procesa el dore y se obtiene plata refinada de 99.996% y oro bullón de 99.80% de pureza. Las capacidades de producción para: Plata refinada es 1,200 tm/año, Oro bullón 2,500 Kg/ año (de acuerdo al ingreso en los materiales tratados) , Bismuto 1,100 tm/ año, Selenio 27 tm/ año y Telurio 38 tm/ año.



5.2 PRINCIPALES FUENTES DE EMISION Y GENERACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO

5.2.1 El cuerpo humano:

Produce de forma continua pequeñas cantidades de CO, como uno de los productos finales del catabolismo¹ de la hemoglobina y otros grupos. De esta manera es normal que en un individuo sano exista una saturación de carboxihemoglobina del 0.1-1.0%, que puede subir al 2% en medio urbano, o que en situación de anemia hemolítica (trastorno que resulta de una anomalía del sistema inmunológico que destruye los glóbulos rojos) aumente la producción endógena de CO, llegando a una saturación de carboxihemoglobina del 4-6%. Sin embargo, esta producción endógena es raro que pueda provocar síntomas de intoxicación en un sujeto normal.

El hígado es la principal fuente de monóxido de carbono a consecuencia del aumento de los citocromos inducidos por algunos fármacos; otra fuente es la médula ósea en hemopatías (cualquier enfermedad de la sangre), como anemia sideroplástica (cuando está aumentando el Fe) con ineficacia de la eritropoyesis (producción de glóbulos rojos).

5.2.2 Fuentes artificiales

1. A nivel doméstico (Figura N°5) la producción de monóxido de carbono se origina en: Calefones, estufas, salamandras hogares, braseros, cocinas, caños de escape, termo tanques, calderas.

¹ Catabolismo: Proceso metabólico de degradación de sustancias para obtener otras más simples.

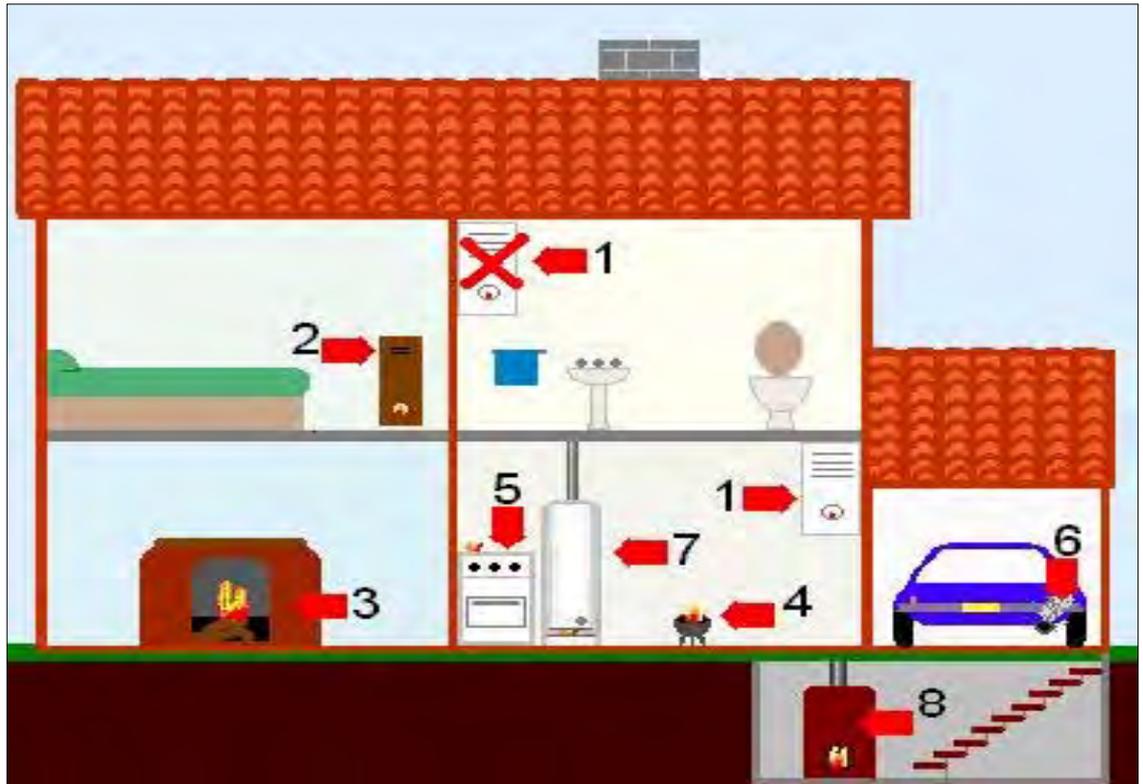


Figura N° 5

También se produce por:

- La combustión de materiales con carbono en ambientes pobres en oxígeno.
- Maquinaria de combustión interna.
- El empleo de combustibles fósiles, las centrales eléctricas y parque automotor.
- Los procesos de fundición, se cuentan entre las fuentes importantes de exposición laboral al monóxido de carbono.

5.2.3 Fuentes Naturales

- Oxidación del metano en la atmósfera
- Monóxido de carbono producido por reacciones atmosféricas.

- Las capas superficiales del océano son otra fuente importante de monóxido de carbono (ya que el océano es rico en carbono inorgánico disuelto).
- Los incendios forestales y de praderas
- Volcanes, tormentas eléctricas.

5.3 EXPOSICION A MONÓXIDO DE CARBONO:

5.3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES (Tabla N° 1)

El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro e insípido, ligeramente menos denso que el aire. La importancia que posee para la salud, como contaminante atmosférico que la presencia de carboxihemoglobina (COHb) en la sangre altera la disociación de oxihemoglobina, disminuyendo la provisión de oxígeno a los tejidos. Así mismo la carboxihemoglobina es unas 40 veces más estable que oxihemoglobina (O₂Hb).

Constituye la intoxicación por monóxido de carbono (CO), la causa más frecuente de muerte por tóxicos después de las sobredosis de fármacos en muchos países. A pesar de ser un gas tóxico muy frecuente en el medio industrial, no podemos olvidarlo como una forma de intoxicación habitual en el ámbito doméstico, aunque se ha conseguido disminuir con el uso de otras energías.

El CO es el responsable en el 80% de los casos de las alteraciones provocadas por la inhalación de humo en el transcurso de un incendio.

Características Físicas, Químicas y Propiedades del CO	
Número registro CAS:	630-08-0
Estado Físico-Aspecto:	Gas comprimido, incoloro, inodoro, insípido.
Peligros Físicos:	El gas se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas. El gas penetra fácilmente a través de los techos y paredes.
Peligros Químicos:	En presencia de polvo metálico la sustancia forma carbonilos tóxicos e inflamables. Reacciona vigorosamente con oxígeno, acetileno, cloro, flúor, óxidos nitrosos.
Límites de Exposición:	TLV (como TWA): 25 ppm (ACGIH 1998).
Vías de Exposición:	La sustancia se puede absorber por inhalación.
Riesgo de Inhalación:	Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.
Propiedades Físicas:	
Punto de ebullición:	-191°C
Punto de fusión:	-205°C
Solubilidad en agua, ml/100 ml a 20°C:	2.3
Densidad relativa de vapor (aire = 1):	0.97
Punto de inflamación:	Gas inflamable.
Temperatura de auto ignición:	605°C
Límites de explosividad, % en volumen en el aire:	12.5-74.2
Tabla N° 1	

5.3.2 RIESGOS PARA LA SALUD

En general el parámetro de evaluación considera que todo individuo debe ser protegido de exposiciones al monóxido de carbono que generen concentraciones de carboxihemoglobina del 5% durante períodos que no sean transitorios y que personas sensible no sean expuestas a concentraciones de carboxihemoglobina superiores al 2,5%.

El grupo de pacientes con afecciones cardíacas y respiratorias, pacientes anémicos, de edad avanzada corresponden a un grupo de mayor riesgo por exposición a monóxido de carbono.

Algo muy importante que indicar es que el feto es muy vulnerable a la intoxicación por monóxido de carbono debido a su acumulación en la sangre fetal (10 – 15% mayor que en la sangre materna) y al nivel mas bajo del PO_2 (20 –30 mm de Hg comparado con 100 mm de Hg del adulto), y con el lento transporte transplacentario, los niveles del feto disminuyen mucho más lentamente en el feto que en la madre. Esto debe tenerse en cuenta que puede ocurrir muerte fetal en exposiciones maternas no mortales.

Carcinogenicidad y Mutagenicidad: No existen estudios que establezcan relación entre la exposición al monóxido de carbono y la incidencia de cáncer o mutaciones.

5.3.3 EFECTOS DEL CO EN EL HOMBRE - TOXICIDAD

Existen Tres factores que ejercen influencia sobre la severidad de los síntomas de la exposición al CO:

- (1) la concentración de CO en el ambiente;
- (2) la duración de la exposición, y
- (3) la carga de trabajo y frecuencia respiratoria

Debido a los 3 factores indicados. El principal efecto es:

- **Hipoxia y asfixia celular:** El CO se combina preferentemente con la hemoglobina para producir COHb, desplazando el oxígeno y disminuyendo el contenido de oxígeno arterial. El CO se une de manera reversible con la hemoglobina con una afinidad 200-300 veces mayor que el oxígeno. Por lo tanto, concentraciones ambientales relativas pueden ser tóxicas en la sangre humana. Los posibles mecanismos de toxicidad incluyen:
 - Disminución de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre por competir en las uniones de los grupos de la hemoglobina.
 - Alteración de las características de disociación de la curva de la oxihemoglobina, por disminución del aporte de oxígeno a los tejidos.

5.3.4. TOXICO CINÉTICA DEL CO

El monóxido de carbono es rápidamente absorbido a través de los pulmones luego por los alvéolos, pasando a la sangre donde se une a la hemoglobina. La absorción pulmonar es directamente proporcional a la concentración de CO en el ambiente, al tiempo de exposición así como a la velocidad de ventilación alveolar.

Una vez en la sangre el CO se une con la hemoglobina con una afinidad unas 240 veces superior a la del oxígeno (Figura N°6), formando un

compuesto denominado carboxihemoglobina (Figura N° 7). Esta afinidad viene definida por la ecuación de Haldane:

$$M (PCO/PO_2) = COHb / O_2Hb = 240/1$$

Donde M es la constante de afinidad (240), PCO y PO₂ son las presiones parciales de oxígeno y monóxido a los que se expone la molécula de hemoglobina, COHb es la concentración de carboxihemoglobina y O₂Hb es la concentración de oxihemoglobina. Según esta ecuación los niveles de carboxihemoglobina son directamente proporcionales a la concentración de CO en el aire respirado e inversamente proporcional a la concentración de oxígeno.



Figura N° 6

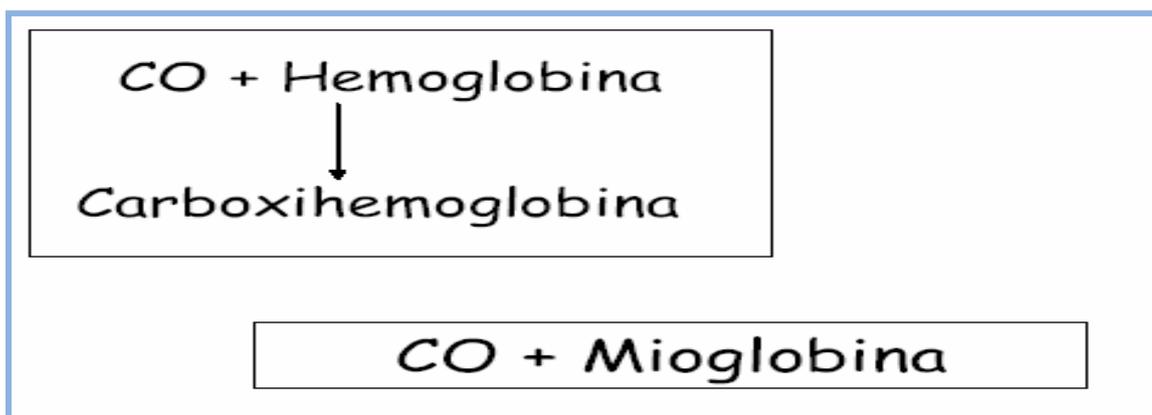


Figura N° 7

En 1965 el grupo de Coburn relaciona a través de un modelo matemático la concentración de carboxihemoglobina con la tasa de producción endógena de CO, el volumen sanguíneo, la PO_2 arterial, la concentración de oxihemoglobina, la afinidad del O_2 y CO por la hemoglobina, la tasa de difusión de monóxido de carbono a través de los pulmones, la frecuencia ventilatoria y la concentración de CO en el ambiente respirado. Todo ello queda resumido en la siguiente ecuación, para individuos normales, que respiran en condiciones basales: $\%COHb = 0.16 \times CO$

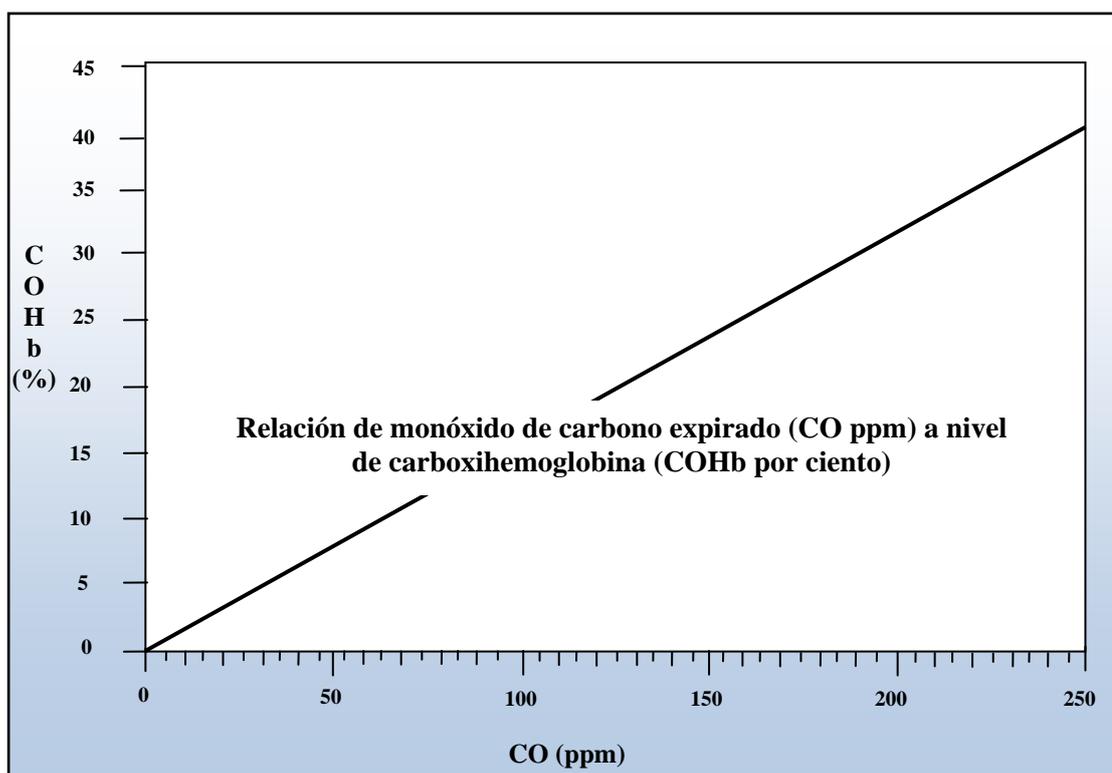


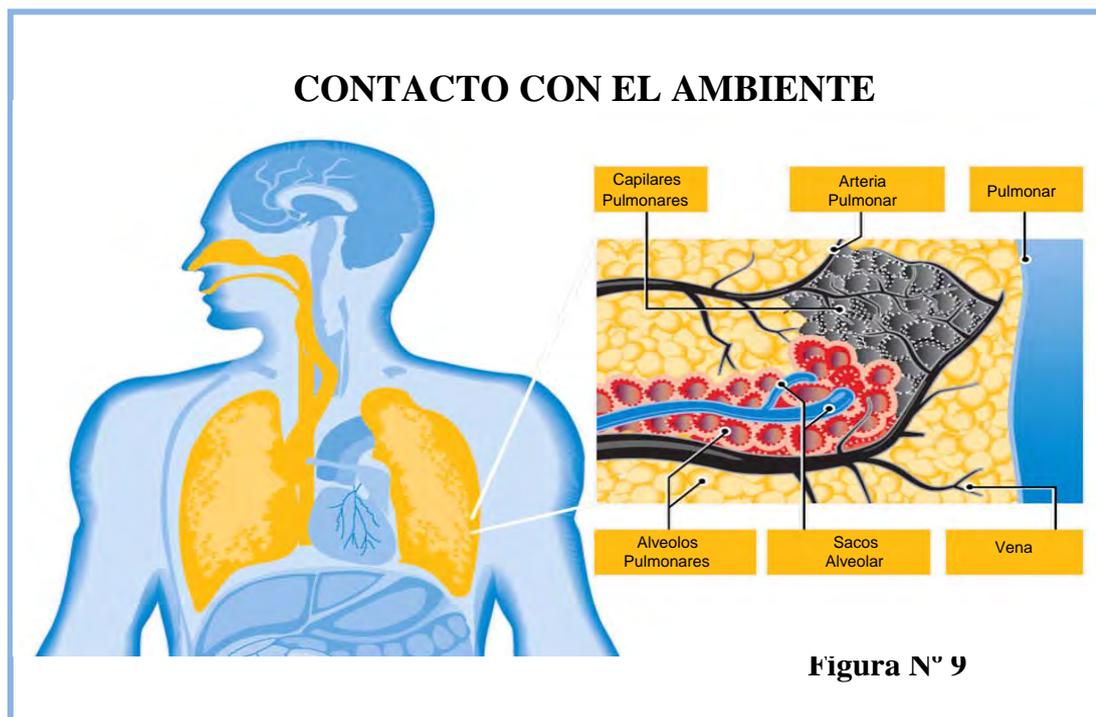
Figura N° 8

El resultado de la unión del CO a la hemoglobina es el desplazamiento de la unión del oxígeno con esta. En condiciones normales la cantidad de oxígeno que transporta la sangre es de 20 ml/100 ml de sangre completa, de los cuales 18 vol. % van unidos a hemoglobina y el resto va disuelto en el plasma. Para una función celular normal es necesario la liberación a nivel periférico de 5 vol. %, lo cual constituye la diferencia arteria venosa de oxígeno.

La unión del monóxido de carbono a la hemoglobina, que produce carboxihemoglobina y reduce la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre, parece ser el principal mecanismo de acción que desencadena la inducción de los efectos tóxicos. Además de su reacción con la hemoglobina, el monóxido de carbono se combina con la mioglobina, los citocromos y las enzimas metálicas, como la citocromo *c* oxidasa y el citocromo P-450. No se conoce completamente la influencia de estas reacciones en la salud, aunque probablemente sea menos importante con los niveles de exposición del medio ambiente que la que tiene la reacción del gas con la hemoglobina.

5.3.5 TOXICO DINÁMICA - MECANISMO DE ACCIÓN

El monóxido de carbono se absorbe por vía respiratoria, ingresa al organismo a través de la membrana alvéolo-capilar (Figura N° 9) y el proceso de intoxicación está determinado por las presiones parciales de los gases (O₂ y CO₂) en el aire inspirado, su contenido en sangre, difusión pulmonar de CO, ventilación alveolar, duración de la exposición y la carboxihemoglobina originalmente presente antes de inhalar el aire contaminado.



El mecanismo más claro por el cual el CO es tóxico es por competir en las uniones de los grupos de la hemoglobina. Su estructura tetramérica sufre un cambio en su conformación cuando el CO se une a uno de sus cuatro sitios, con el resultante aumento de la afinidad por el oxígeno de los grupos remanentes.

Esto se explica de la siguiente manera, de acuerdo a la tabla N° 2 podemos ver que hay una relación entre la saturación de O₂ y la presión parcial del O₂ (Ppo₂), donde indica que para un valor de Ppo₂ 60 mmHg le corresponde una saturación de 90%, por debajo de la cual, pequeñas disminuciones de la Ppo₂ ocasionan de saturaciones importantes. Por el contrario, por encima del 95%, grandes aumentos de la Ppo₂ no suponen incrementos significativos de la saturación de oxígeno.

El punto crítico que debe dar la señal de alarma es el de saturaciones inferiores al 95% (inferiores al 90 ó 92% cuando existe patología pulmonar crónica previa) estos pacientes deben recibir tratamiento inmediato.

Transporte de gases:

Es el transporte de O_2 y CO_2 unidos a la hemoglobina y disuelto en el plasma hasta llegar a las células. La mayor parte del oxígeno (un 97%) viaja unido a la hemoglobina (Hb) y un 3% disuelto en el plasma. Una vez que la sangre arterial llega a los tejidos los gradientes de presión permiten la difusión de O_2 y CO entre los capilares sistémicos y las células, este gradiente de presión que normalmente es de 5 a 10 mmHg y hasta 20 mmHg en individuos mayores de 60 años.

La Hb se une al oxígeno por su llamada “afinidad”. Como la saturación completa está en la parte horizontal de la curva, es muy difícil precisar la presión de O_2 a que se obtiene el 100% de saturación y es preferible utilizar el “valor de pO_2 que es necesario para el 50 % de saturación” para definir cuantitativamente la afinidad. (Grafico N° 10)

RELACIÓN ENTRE SATURACIÓN DE O_2 Y PAO_2	
Saturación de O_2	PaO_2 (mmHg)
100 %	677
98,4 %	100
95 %	80
90 %	59
80 %	48
73 %	40
60 %	30
50 %	26
40 %	23
35 %	21
30 %	18

Tabla N° 2

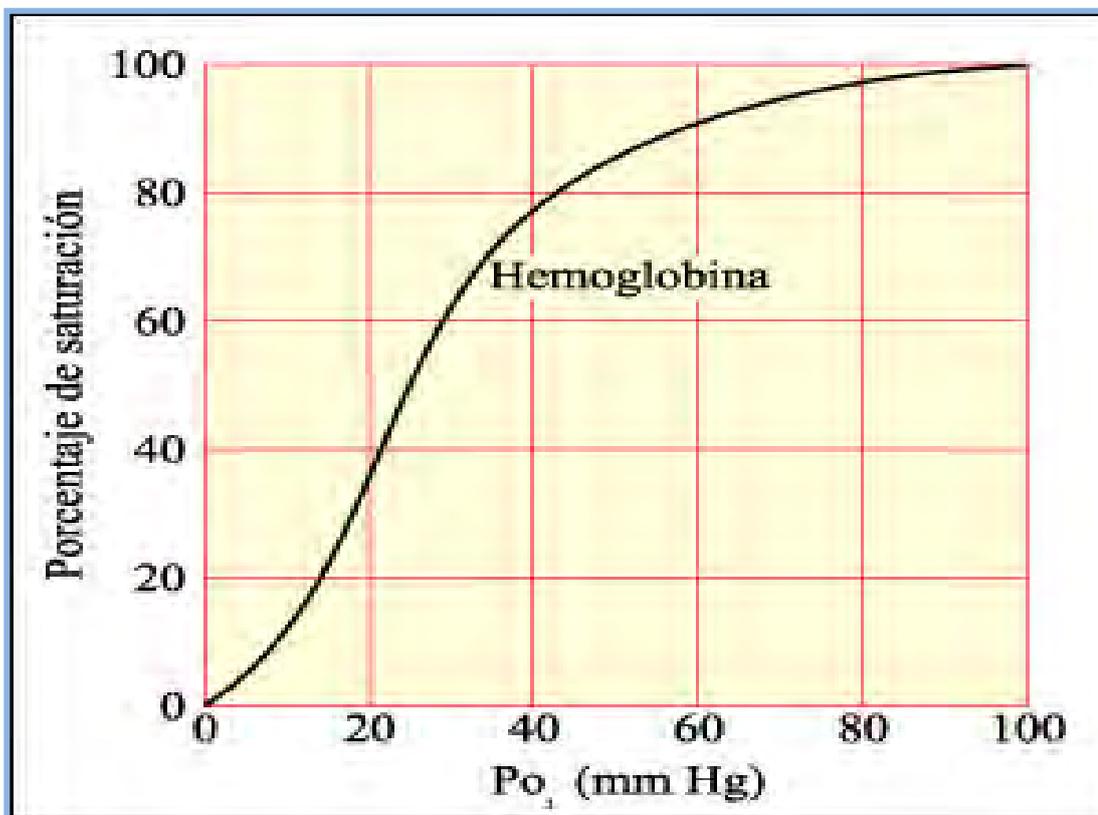


Figura N° 10: CURVA DE DISOCIACION DE LA HEMOGLOBINA

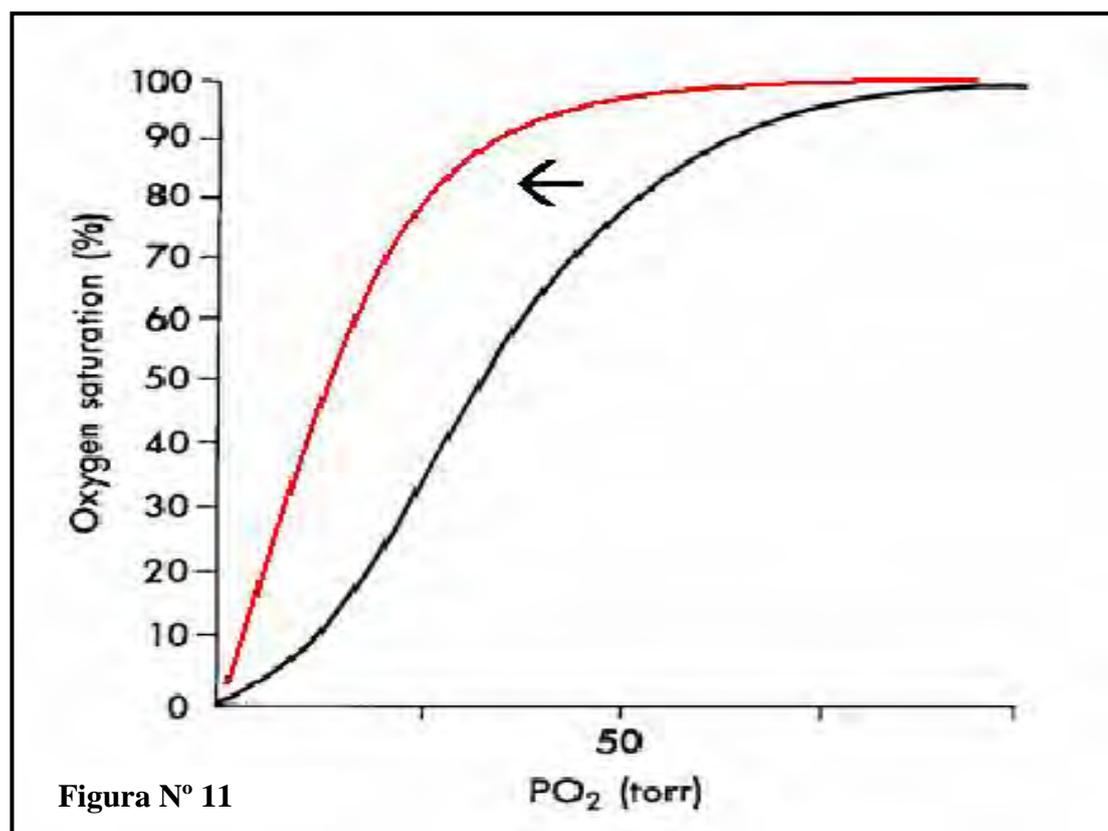


Figura N° 11

De forma resumida una vez en contacto con el CO, éste es absorbido hacia la sangre y se une con la hemoglobina desplazando al oxígeno, y, además, **el escaso oxígeno transportado es difícilmente cedido a los tejidos para su utilización, provocando todo ello hipoxia.**

5.3.6 FASE CLÍNICA: INTOXICACION - SINTOMATOLOGÍA

➤ INTOXICACIÓN AGUDA:

Progresiva desde la cefalea bitemporal, tipo pulsátil que se acompaña de náuseas, vértigo palpitaciones y disnea, hasta la impotencia muscular en las piernas que impide a la víctima moverse y ponerse a salvo. La somnolencia progresiva, las convulsiones y el coma pueden durar horas o días, En el comienzo del coma suele haber manifestaciones extrapiramidales, trismus y espasmos corpopedales.

➤ INTOXICACIÓN CRÓNICA:

Se observa en personas expuestas diariamente a atmósferas contaminadas, como es el caso de agentes de tránsito y conductores de vehículo de transporte público. Hay un daño progresivo del sistema nervioso central por la absorción continua del monóxido de carbono. Esta forma de intoxicación se caracteriza por cefalea, vértigo, astenia, insomnio, amnesia, irritabilidad, entre 15 – 40% de los sobrevivientes de una intoxicación severa desarrollan trastornos neuropsíquicos, como cambio de personalidad y trastornos de la memoria, que a veces aparece después de un intervalo de recuperación.

Sintomatología:

Muchas víctimas del envenenamiento por CO mueren o sufren lesiones neurológicas severas permanentes a pesar del tratamiento. Además, un 50% de aquellos que recuperan la conciencia y sobreviven pueden experimentar grados variados de secuelas neuropsiquiátricas aún desagradables.

La presentación clínica del envenenamiento agudo por CO es variable, pero en general, la severidad de los síntomas se correlaciona estrechamente con los niveles observados de COHb (Tabla 6); sin embargo, en términos de valor diagnóstico, la no especificidad de estos síntomas hace difícil el diagnóstico definitivo. Existen numerosos trabajos que reportan niveles cerca de cero con pacientes que muestran déficit neurológicos que van desde parálisis parcial. Muchos de los datos (Tabla 7) son de experimentos en hombres sanos, sin la confusión del lapso en la colecta del espécimen. Con niveles menores de 10 % los pacientes suelen estar asintomáticos. Si la COHb aumenta por encima del 20%, el paciente puede desarrollar dolor de cabeza, desmayos, confusión y náuseas. Son comunes el coma y las convulsiones debidas a edema cerebral con niveles mayores del 40%, y la muerte es probable por encima del 60. En realidad, la demora pre-hospitalaria y la terapia con precoz con oxígeno a menudo con envenenamiento concomitante con cianatos hace que esta guía de niveles de síntomas sea irrealizable.

El tema más controvertido y ampliamente discutido en el envenenamiento por CO ha sido el uso del oxígeno hiperbárico (HBO). El tratamiento utilizando HBO fue usado con éxito por primera vez en Glasgow en la década de 1960.

Actualmente la Undersea and Hyperbaric Medical Society recomienda HBO en aquellos pacientes con signos de intoxicación severa independientemente de sus niveles de COHB. Esto incluye pacientes con historia de pérdida de conciencia, presencia de signos neurológicos, alteraciones cardiovasculares o acidosis severa. En el caso de no poder disponer de terapia con HBO, el envenenamiento severo deberá tratarse con oxígeno al 100%, e intubación endotraqueal en los pacientes que no puedan proteger su vía aérea. En estos casos debe tenerse en consideración la transfusión de concentrado de hematíes.

Disposición:

La clasificación de los pacientes basándose fundamentalmente en los niveles de COHb es inadecuada y potencialmente peligrosa, ya que los niveles solamente son malos predictores del grado de lesión. Sin embargo, cualquier paciente con niveles >25% deberán evaluarse cuidadosamente para su ingreso, aún si están asintomáticos. En casos de envenenamiento menos severo, deberá ingresar en observación o en admisión del hospital con oxígeno al 100% hasta que el paciente esté asintomático.

Pronóstico:

Los datos sobre pronóstico en el envenenamiento por CO están inconclusos y son contradictorios. Mientras no existan estudios definitivos, aceptamos que el 30% de los pacientes con envenenamiento severo tienen evolución fatal. Un estudio ha estimado que el 11% de los supervivientes tienen déficits neurológicos a largo plazo, incluyendo un 3% en que las manifestaciones neurológicas son tardías. Un tercio de

los pacientes con envenenamiento por CO pueden tener cambios sutiles, pero alteraciones al fin, de la personalidad o de la memoria.

Los indicadores de mal pronóstico incluyen alteraciones de la conciencia al ingreso, edad avanzada, pacientes con enfermedad cardiovascular subyacente, acidosis metabólica, y anormalidades estructurales en el scanner CT o MRI. La ausencia de datos favorables en aquellos pacientes en los cuales se inició el tratamiento con HBO más de 6 horas después del accidente, sugiere un mal pronóstico y por lo tanto deberá descartarse el transporte a lugares con facilidad para HBO si se excede este período de tiempo.

En el gráfico N° 12 y en la tabla N° 3 y 4, se muestran cuales son los síntomas para una determinada concentración de CO en el aire a un determinado tiempo.

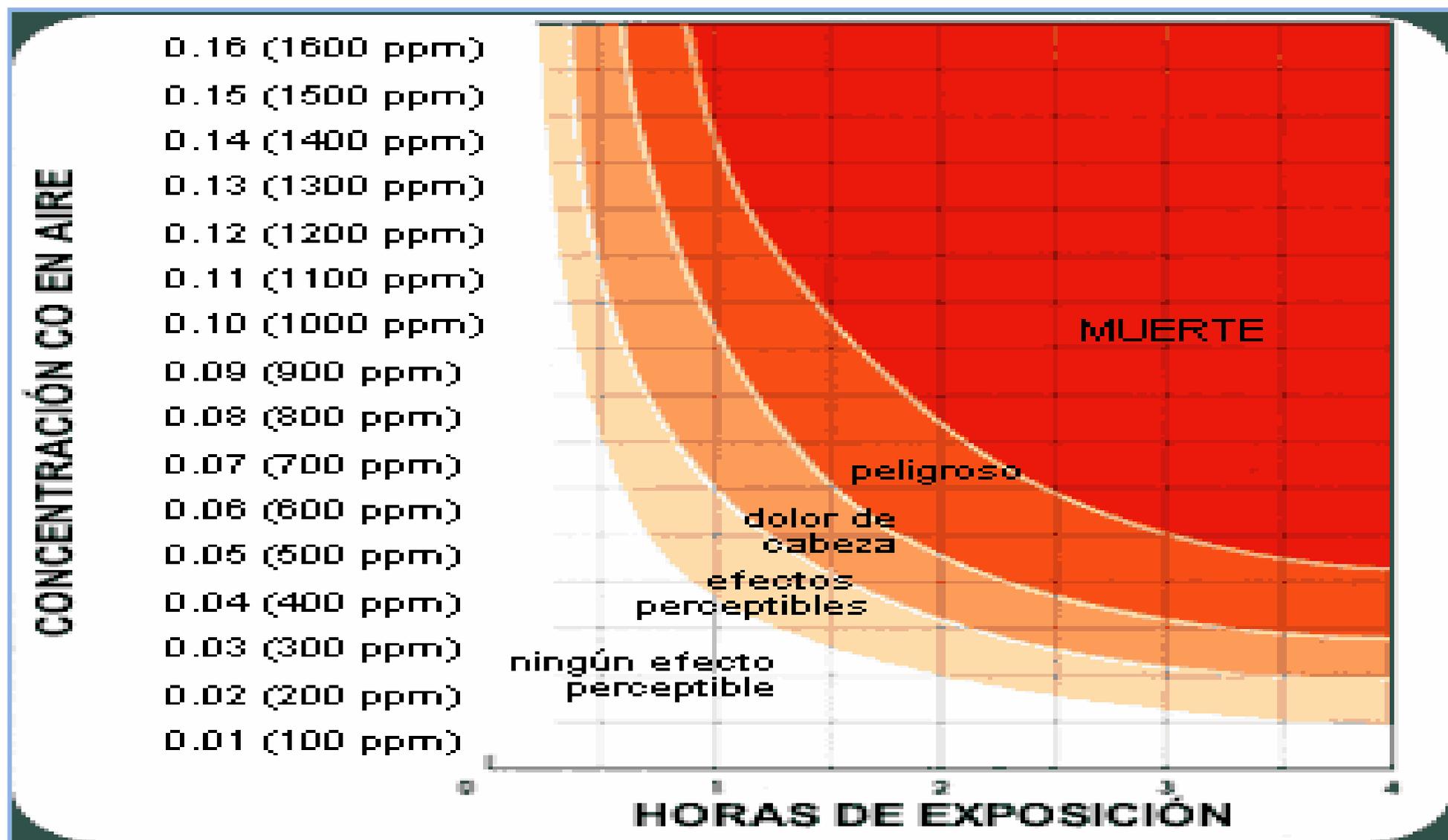


Figura N° 12: Síntomas para una determinada concentración de CO en el aire a un determinado tiempo

Concentración de CO en el aire	Tiempo de inhalación	Síntomas
50 ppm	8 horas	Máximo permisible en adultos saludables (OSHA)
200 ppm	2 – 3 horas	Ligero dolor de cabeza, cansancio, fatiga, náuseas
400 ppm	1 – 2 horas 3 horas	Dolor de cabeza frontal Amenaza a la vida
800 ppm	45 minutos 2 horas 2 – 3 horas	Desvanecimiento, náuseas, convulsiones Inconsciencia Muerte
1600 ppm	20 minutos 1 hora	Desvanecimiento, Inconsciencia Muerte
3200 ppm	5 – 10 minutos 30 minutos	Inconsciencia Muerte
Tabla N° 3		

Porcentaje de Saturación	Síntomas
0.0 – 10	No se perciben
10 – 20	Sensación de opresión en la frente. A Veces cefalea
20 – 30	Cefalea. Golpeteo en las sienes
30 – 40	Intensas cefalea, debilidad, vértigos, oscurecimiento de la visión, náuseas, vómito, colapso.
40 – 50	Intensificación de los síntomas precedentes con mayor predisposición al colapso y al síncope. Taquicardia y poliptemia.
50 – 60	Síncope. Manifiesta taquicardia y polipnea. Coma con convulsiones intermitentes.
60 – 70	Coma con convulsiones intermitentes; acción depresora sobre el corazón y la circulación. Puede producir muerte.
70 – 80	Pulso débil y respiración lenta. Muerte.
Tabla N° 4	

5.3.6.1 EFECTOS SOBRE LA SALUD

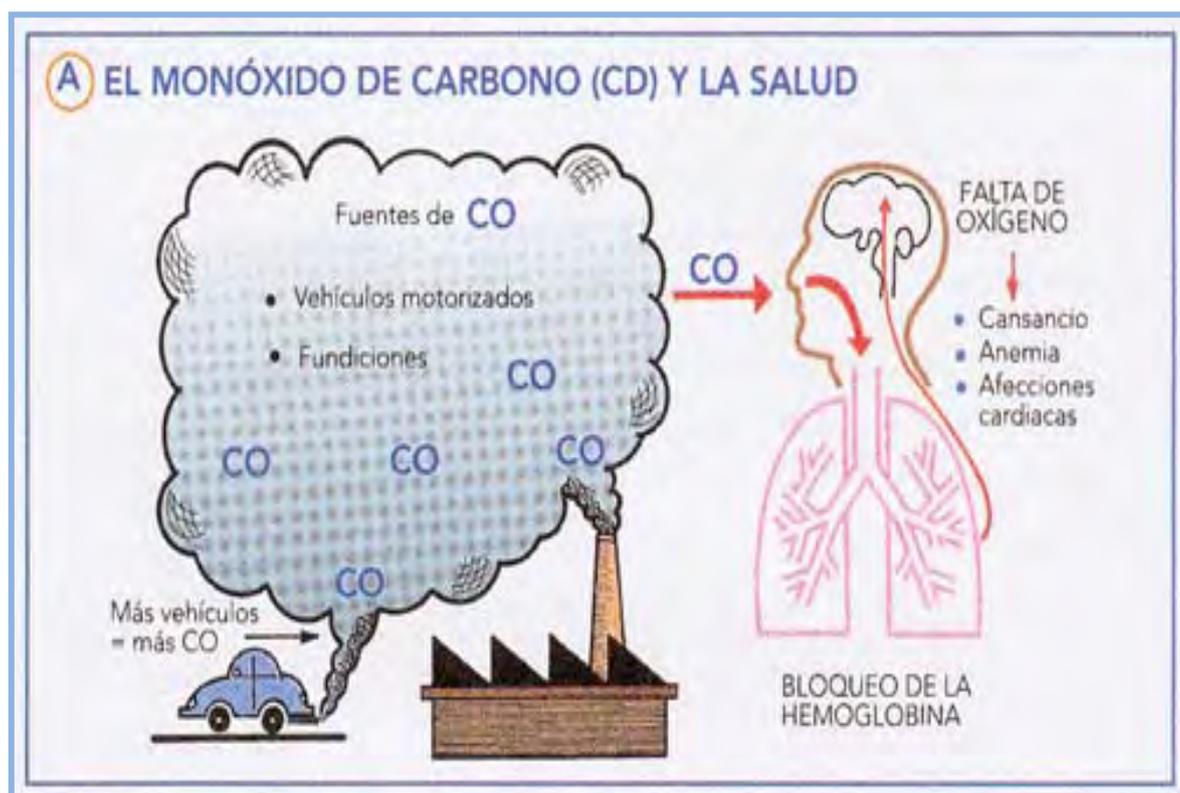


Figura N° 13

El monóxido de carbono fundamentalmente actúa al interferir el transporte de oxígeno, y dado que el sistema nervioso central es más sensible a la hipoxia (escasez de oxígeno en un organismo) que otros sistemas y aparatos del organismo.

En la tabla N° 5 y Figura N° 14, se indican cuales son los efectos que resultan de la exposición a monóxido de carbono de acuerdo a la concentración de monóxido de carbono.

EFECTOS DEL MONÓXIDO DE CARBONO (CO) SOBRE EL ORGANISMO

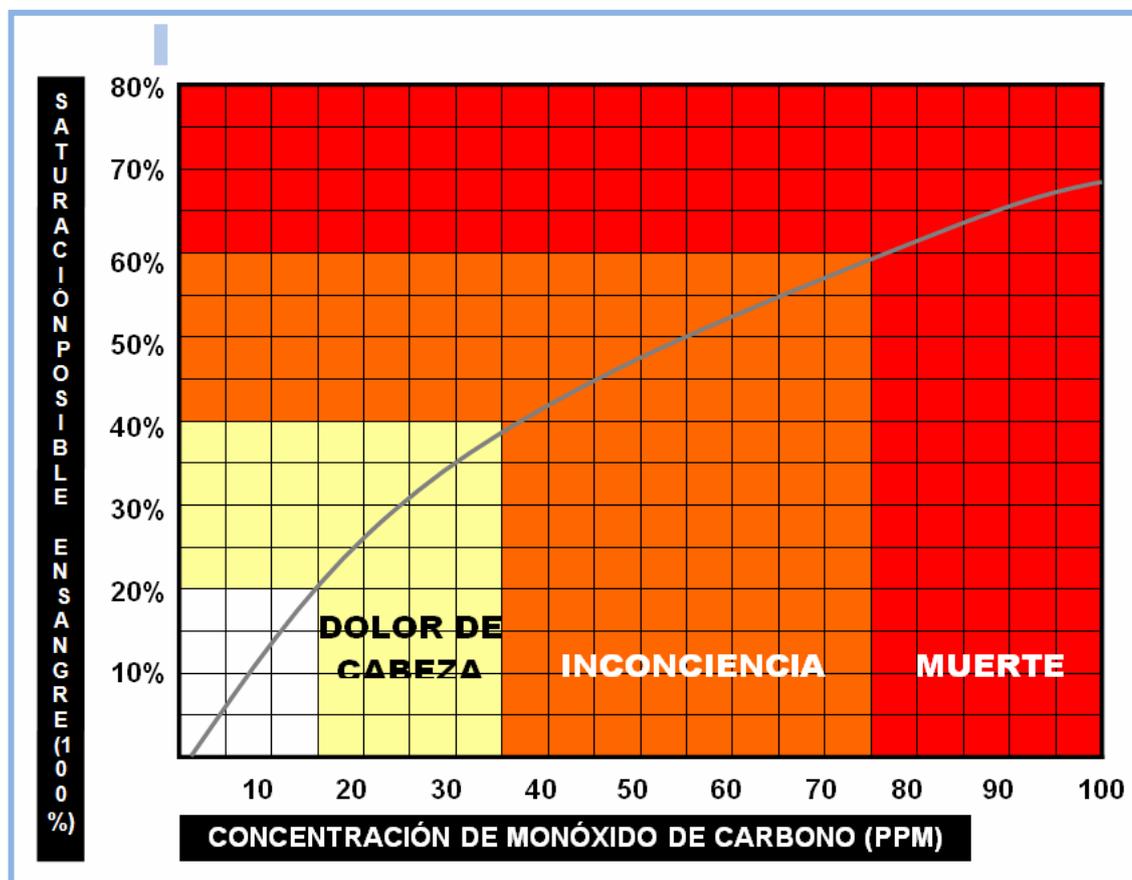


Figura N° 14

MONÓXIDO DE CARBONO	
CONDICIONES AMBIENTALES	EFECTOS
9 ppm con 8 horas de exposición	Norma sobre la calidad del aire ambiente
50 ppm con 6 semanas de exposición	Cambios estructurales en el corazón y cerebro de los animales.
50 ppm con 50 min. De exposición	Cambios en el umbral de la luminosidad relativa y agudeza visual.
50 ppm con exposición de 8 a 12 horas para los no fumadores	Impedimento en el funcionamiento de las pruebas psicomotoras

Tabla N° 5

En la tabla N° 6, se muestran los efectos en el ser humano de acuerdo al nivel de COHb (%)

MONÓXIDO DE CARBONO	
NIVEL DE COHB (POR CIENTO)	EFFECTOS
< 1.0	No hay efectos aparentes
1.0 a 2.0	Hay evidencia respecto de la conducta
2.0 a 5.0	Efectos sobre el SNC. Efectos en el discernimiento de los intervalos de tiempo, agudeza visual, discernimiento de la luminosidad, y otras funciones psicomotoras
> 5.0	Cambios funcionales cardiacos y pulmonares
10.0 a 80.0	Dolores de cabeza, fatiga, somnolencia, coma, fallas respiratorias, muerte.
Tabla N° 6	

En la tabla N° 7 se indican los efectos que causa el CO en relación a la parte de CO por metro cubico de aire.

PARTE DE CO POR METRO CÚBICO DE AIRE (PPM)	EFFECTOS
100	Tolerable durante varias horas
400-500	Puede ser inhalado durante 1 hora sin efecto apreciable
600-700	Efectos apreciables, si se inhala durante 1 hora.
1000-1200	Efectos desagradables, pero no peligrosos, si se inhala durante 1 hora
1500-2000	Peligroso, si se inhala durante 1 hora
Más de 4000	Fatal en menos de 1 hora de exposición
Tabla N° 7	

Un cuadro resumen donde se indican cuales son los efectos que resultan de la exposición a monóxido de carbono a diferentes concentraciones de monóxido de carbono, referidos % de saturación de la sangre y en función del tiempo de exposición, se muestra en la siguiente figura N° 17.

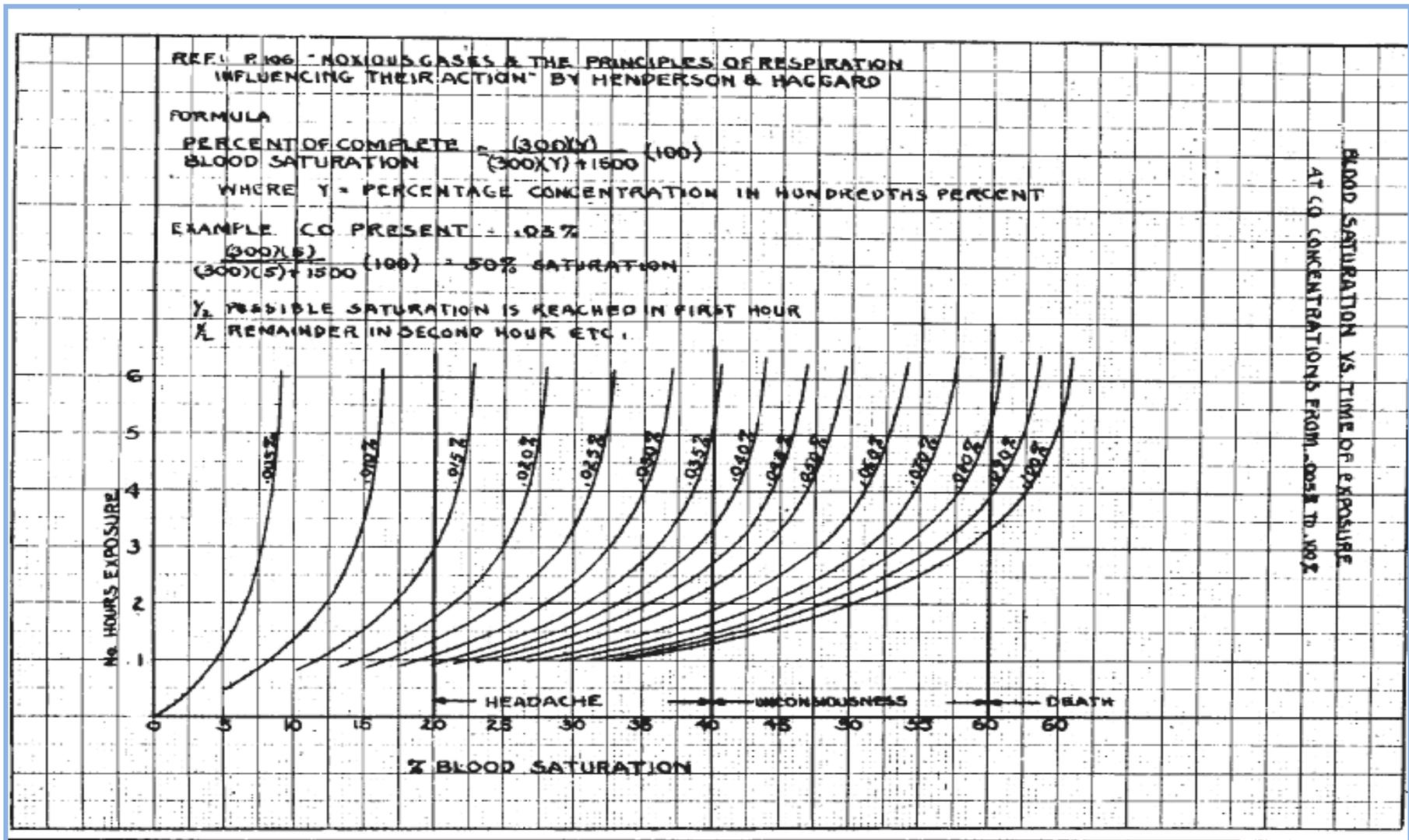


Figura N° 15

Sistema Nervioso Central:

En intoxicaciones leves se describen fundamentalmente cefalea (secundaria a la vasodilatación refleja a la hipoxia tisular), fotofobia (sensibilidad a la luz), vértigo, náuseas, irritabilidad.

En intoxicaciones más graves (carboxihemoglobina mayor del 50%) aparecen alteraciones del nivel de conciencia, que pueden acompañarse de convulsiones generalizadas.

La historia natural de las alteraciones neurológicas hace que el paciente intoxicado sufra una disminución del nivel de conciencia si el grado de hipoxia es suficiente. Si el paciente no fallece, se recuperará sea tratado o no, pudiendo sufrir un nuevo deterioro tras un intervalo lucido que oscila entre varios días o semanas (sobre todo entre 1-21 días).

Es lo que se conoce como "síndrome diferido", que se caracteriza por todo un abanico de alteraciones neurológicas, cognitivas y psiquiátricas más o menos graves como son irritabilidad, cambios del comportamiento, alteraciones de memoria, alteraciones de la marcha, neuropatías, alucinaciones, afasia, etc.

➤ PARKINSONISMO:

El monóxido de carbono también puede ocasionar parkinsonismo, originada por las pérdidas de células cerebrales que producen un producto químico - la dopamina - que ayuda a dirigir la actividad muscular. Los cuatro síntomas principales son el temblor en las manos, los brazos, las piernas, la mandíbula y la cara; la rigidez de las extremidades y el tronco; la bradicinesia o lentitud de movimiento; y la inestabilidad de postura o la coordinación o balance afectados.

El Mecanismo de aparición de daños cerebrales en intoxicación por CO se describe en la figura N° 16.

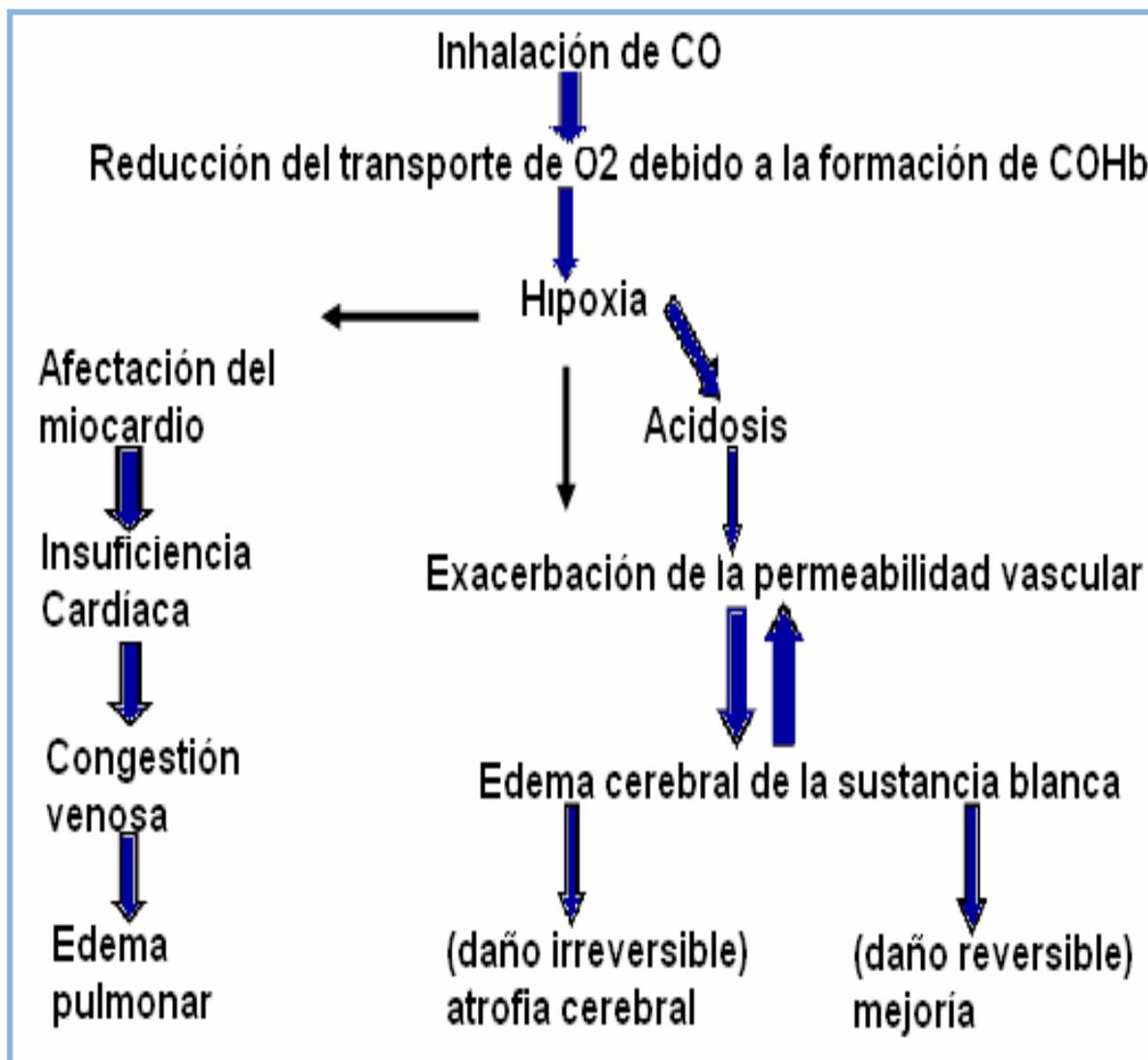


Figura N° 16 Mecanismo de aparición de daños cerebrales en intoxicación por CO

A medida que estos síntomas se hacen más pronunciados, los pacientes pueden tener dificultad en caminar, hablar y realizar otras tareas simples.

La enfermedad es tanto crónica, lo que significa que persiste por un largo periodo de tiempo, como progresiva, que significa que sus síntomas empeoran con el tiempo.

➤ **CARDIOVASCULAR:**

Por efecto tóxico directo sobre el miocardio el CO puede provocar arritmias cardíacas (variación del ritmo regular de los latidos cardiacos, originado por la alteración de las arterias que irrigan el corazón) que constituyen la causa más frecuente de muerte precoz en esta intoxicación.

En la tabla N° 8 se muestra cuales son los efectos del CO a nivel sistémico

EFFECTOS DEL CO EN INTOXICACIÓN AGUDA	
Cardiaco	Angina, anormalidades ST-T, arritmias atriales o ventriculares, infarto miocardio
Pulmonar	Edema pulmonar, infiltrados perihiliares, edema intraalveolar
Visual	Fotosensibilidad, disminución de la adaptación a la oscuridad, hemorragias retinales
Auditivo	Pérdida de la audición, de origen central
Neuropsiquiatricos	Agitación, cefalea, coma, alteraciones en la termorregulación
Dermatológicos	Alopecia, necrosis glandulas sudoriparas
Hemotológicos	Coagulación intravascular diseminada
Metabólicas	Acidosis láctica, mionecrosis, hiperglicemia, proteinuria
Tabla N° 8	

➤ **EXCRECIÓN:**

No existen datos suficientes respecto de la velocidad de egreso del monóxido de carbono desde los pulmones. Su vida media se estima en los valores indicados en la tabla N° 9:

OXÍGENO	TIEMPO
Vida media CO en el medio ambiente 21% de oxigeno	5 Horas
100%	1 ½ horas
Hiperbárico	20 minutos
Tabla N° 9	

Los factores que determinan que cantidad de monóxido de carbono es absorbida por la sangre, deben actuar en forma inversa en la eliminación del gas a partir de la sangre.

La eliminación de monóxido de carbono se produce con rapidez al principio y más lenta al transcurrir el tiempo; cuanto más baja es la concentración de carboxihemoglobina, más lenta será la velocidad de eliminación.

5.3.6.2 EXPOSICIÓN AL MONÓXIDO DE CARBONO COMBINADA CON LA ALTITUD

Aunque hay muchos estudios en los que se comparan y contrastan los efectos de la inhalación de monóxido de carbono con los debidos a la exposición a la altitud, son relativamente pocos los informes sobre los efectos combinados de la inhalación de monóxido de carbono con la altitud. Hay datos que respaldan la posibilidad de que los efectos de estos dos factores de hipoxia sean como mínimo aditivos.

Son aún menos los estudios de los efectos a largo plazo del monóxido de carbono a una altitud elevada. Estos estudios indican que hay pocos cambios a concentraciones de monóxido de carbono por debajo de 110 mg/m^3 (100 ppm) y altitudes inferiores a 4570 m.s.n.m. En la altura la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno esta disminuida para facilitar la adquisición del oxígeno por los tejidos. Esto ya se nota a las 24 horas de subir a la altura.

Figura N° 19. Saturación de Hemoglobina y Nivel de Altitud.

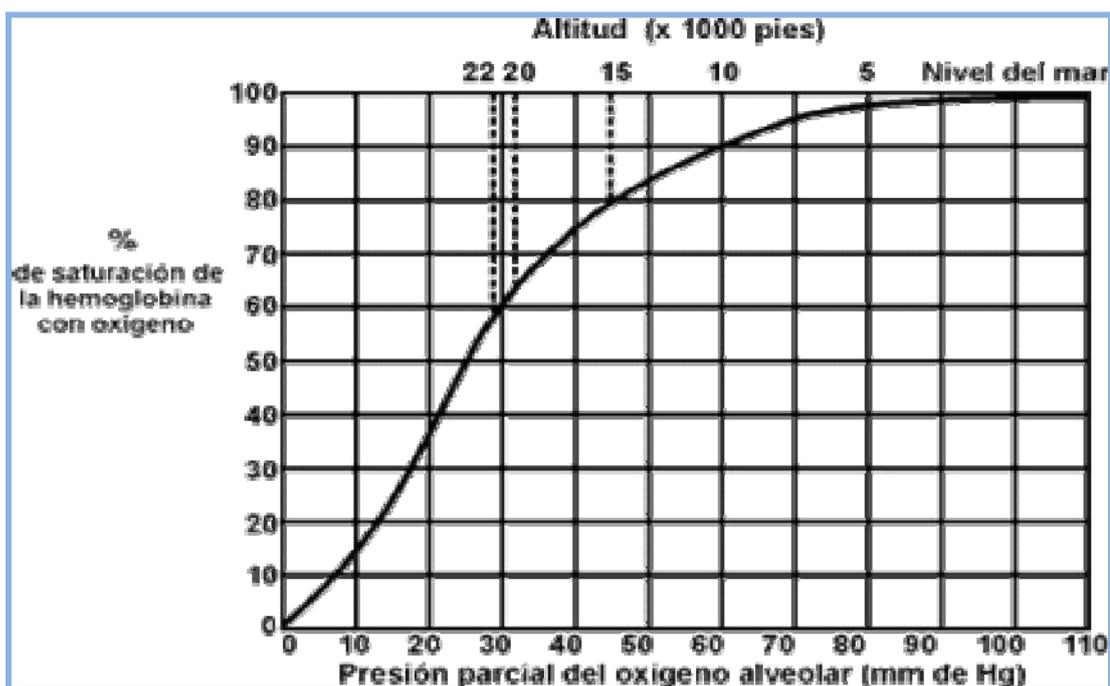


Figura N° 17: Saturación de Hemoglobina y Nivel de Altitud

El significado fisiológico de esta afinidad es evidente. La Hb puede liberar el O₂ con mayor facilidad y a pO₂ relativamente más altos.

Otras condiciones ambientales como el pH, temperatura, pCO₂ y el 2-3 DPG pueden desviar la curva de disociación de la hemoglobina. Figura N° 18.

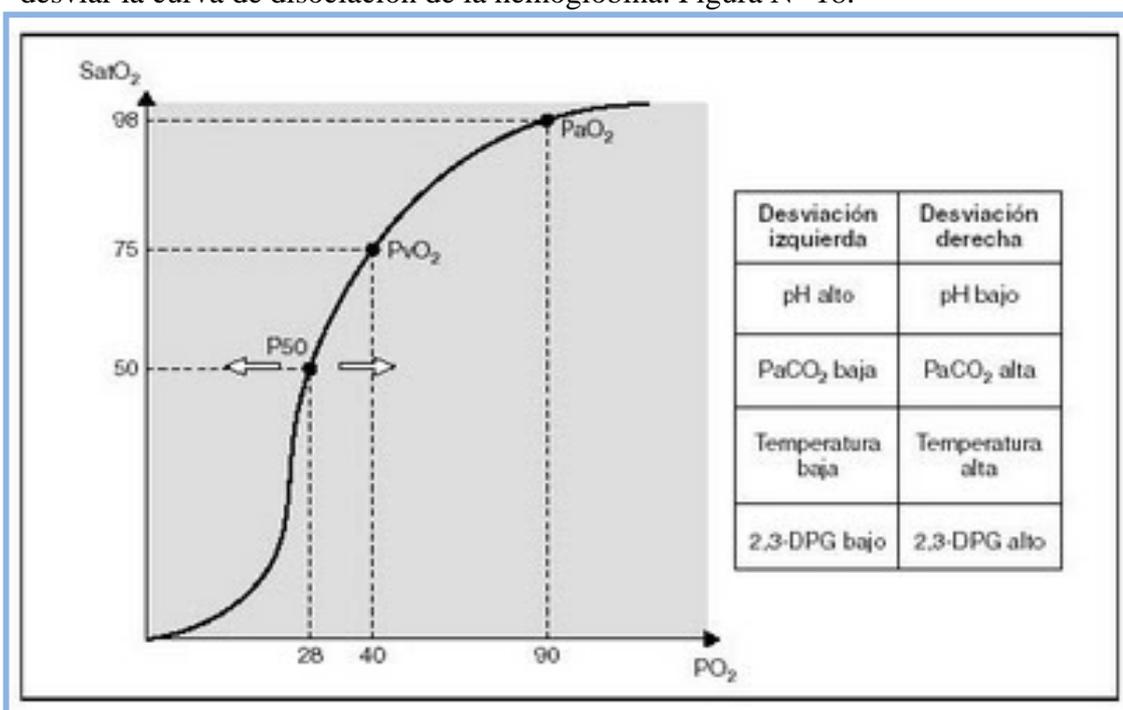


Figura N° 17: (Dr. Aquiles MONROY - Basado en Adaptación a las grandes alturas de C. Reynafarje y la red)

AFINIDAD DE LA HEMOGLOBINA POR EL OXÍGENO EN LA ALTURA

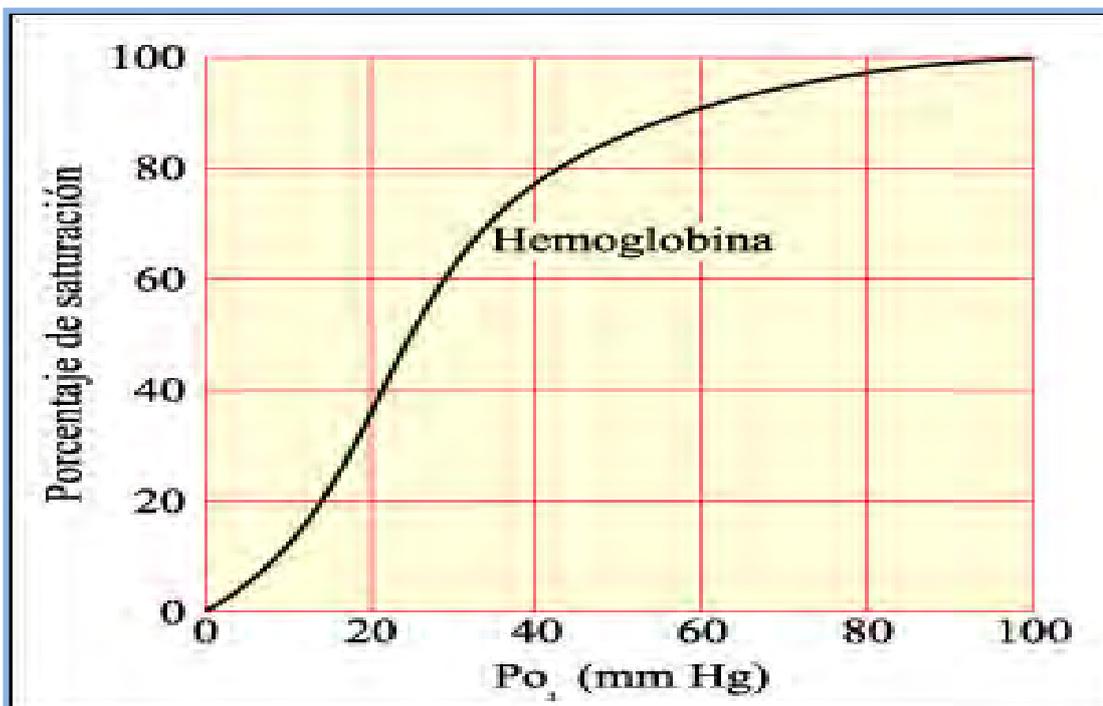


Figura N° 18: Curva de disociación de la Hemoglobina

Al igual que la presión del oxígeno, la saturación del oxígeno disminuye con el nivel de altitud. Estudios realizados en el hospital de Chulec de La Oroya en tres niveles elevados de altitud, han mostrado los siguientes valores normales promedios en grupos mayores a 50 personas normales:

Localidad	Altitud (msnm)	Sat. de O ₂ %	Rango
La Oroya	3730	88.97	86-91
Morococha	4540	86.05	74-90
Ticlio	4818	81.25	73-90

A nivel del mar saturaciones inferiores a 95 % imponen manejo médico inmediato.

La Hipoxia es la disminución del oxígeno disponible para las células mientras que la hipoxemia es la disminución del oxígeno en los líquidos corporales y se refiere principalmente en la sangre arterial.

Sobre este último caso, la tolerancia a la hipoxemia crónica severa en la altura está compensada con los estudios adicionales realizados por el hospital de Chúlec de La Oroya mediante el incremento de los hematíes y la hemoglobina como transportador de oxígeno a los tejidos, considerados como valores normales de hemoglobina en diferentes niveles de altitud:

Localidad	Altitud (msnm)	Examinados	Hb promedio gr%	Rango
La Oroya	3730	356	16.6	14.5-18.6
Casapalca	4150	512	18.4	16.7-20.0
Cerro de Pasco	4330	514	18.6	15.5-21.7
Morococha	4540	500	19.2	15.8-22.4

5.4 PRINCIPALES FUENTES DE EMISION Y GENERACIÓN DE DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂)

- El dióxido de azufre (SO₂) (Tabla N° 10) es un gas incoloro irritante para los ojos, las mucosas y las vías respiratorias en concentraciones mayores a 3 ppm. En la atmósfera es capaz de oxidarse a SO₃ (trióxido de azufre o anhídrido sulfúrico) que a su vez puede reaccionar con el agua para dar ácido sulfúrico (H₂SO₄), uno de los componentes de la lluvia ácida. SO₂ 2,2 veces más pesado que el aire. (Bajo presión es un líquido y no entra en combustión. Se trata de una sustancia reductora que con el tiempo y en contacto con el aire y la humedad se convierte en trióxido de azufre. La velocidad de esta reacción en condiciones normales es baja.

- El dióxido de azufre atmosférico es producido principalmente por actividades relacionadas con la combustión de carbón o aceite en plantas eléctricas o en los procesos de fundición de minerales sulfurados.
- El SO₂ es higroscópico, es decir; cuando está en la atmósfera reacciona con la humedad y forma aerosoles de ácido sulfúrico y sulfuroso que luego forman parte de la llamada lluvia ácida.
- A diferencia de otros gases, los óxido de azufre sólo tienen un período de resistencia de 3 ó 4 días en la atmósfera, sin embargo; sus efectos contaminantes son muy importantes.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y PROPIEDADES DEL SO₂	
Número registro CAS:	7446-09-5
Estado Físico-Aspecto:	Gas licuado comprimido o gas incoloro, de olor acre.
Peligros Físicos:	El gas es más denso que el aire.
Peligros Químicos:	La disolución en agua es moderadamente ácida. Reacciona violentamente con amoníaco, acroleína, acetileno, metales alcalinos, cloro, óxido de etileno, aminas, butadieno. Reacciona con el agua o vapor de agua, originando peligro de corrosión. Ataca a muchos metales incluyendo, aluminio, hierro, acero, cobre, níquel en presencia de agua. Incompatible con los halógenos. Ataca a los plásticos, caucho y recubrimiento, si está en forma líquida
Límites de Exposición:	TLV (como TWA):2 ppm; 5.2 mg/m ³ (ACGIH 1997-1998) TLV (como STEL):5 ppm; 13 mg/m ³ (ACGIH 1997-1998)
Vías de Exposición:	La sustancia se puede absorber por inhalación.
Riesgo de Inhalación:	Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.
Propiedades Físicas:	
Punto de ebullición:	-10 °C
Punto de fusión:	-75.5°C
Solubilidad en agua, ml/100 ml a 25°C:	8.5
Densidad relativa (aire=1)	1.4 a -10°C (liquido)
Densidad relativa de vapor (aire=1)	2.25
Presión de vapor	12.5 – 74.2
Tabla N° 10	

Fuentes Antrópicas e industriales

- Las fuentes emisoras de SO_2 pueden ser naturales (producen el 55,2%), como la descomposición de la materia vegetal o el efecto de los volcanes, y antropogénicas (44,7%), como las centrales térmicas (70% de las emisiones antropogénicas), consumición de derivados del petróleo (16%), craqueo del petróleo (4%), la siderurgia (4,5 %).
- Las principales fuentes antrópicas son las asociadas a la quema de combustibles fósiles, biomasa y a la fundición de metales.
- Hay que tener en cuenta que el efecto contaminante de las fuentes naturales es mínimo, ya que la emisión de SO_2 está muy dispersada por toda la tierra. En cambio las emisiones antropogénicas están muy concentradas, por lo que son estas las que se deben reducir para frenar el problema.
- Las industrias pueden emitir SO_2 directamente o emitir H_2S que se oxida a SO_2 .
Los procesos en los que se emite H_2S son:
 - Obtención de gas natural
 - Craqueo del petróleo
 - Industria del papel (menos importante)
- Las fundiciones metalúrgicas de metales no ferrosos: Los metales que se encuentran en la naturaleza en forma de sulfuros generan SO_2 en la conversión del sulfuro en óxido. Para evitar la emisión de SO_2 se puede procesar con tecnología moderada a H_2SO_4 para ser usado ampliamente como un insumo industrial muy importante.

- Centrales térmicas: Son el gran emisor de óxidos de azufre, aunque existen varias soluciones para reducir estas emisiones. El principal problema es que el SO₂ se genera diluido con otros gases, por lo que resulta difícil aislarlo.

Fuentes naturales

- Las emisiones naturales de azufre son de los océanos en la forma de dimetilsulfuro (DMS), asociado a las algas planctónicas que emiten compuestos sulfurados volátiles y de las emisiones volcánicas de azufre, fumarolas

5.4.1 EFECTOS DEL SO₂ EN EL HOMBRE

- La exposición a niveles de anhídrido sulfuroso SO₂ en concentraciones bajas causan: Conjuntivitis, necrosis, nasofaringitis, anosmia, edema de laringe, dolor de pecho y tos, disnea, cianosis, edema pulmonar, quemaduras de piel.
- La exposición a niveles muy altos puede ser letal (Tabla N° 12). La exposición a 100 ppm de SO₂ se considera de peligro inmediato para la salud y peligro mortal.
- La exposición de larga duración a niveles constantes de anhídrido sulfuroso puede perjudicar su salud. En algunos trabajadores expuestos a bajos niveles de SO₂ de 0.4 a 3.0 ppm por 20 años o más se observaron alteraciones en la función pulmonar.
- Las personas afectadas con mayor frecuencia por la exposición son los trabajadores de las plantas en las cuales el dióxido de azufre se produce como derivado, como en la industria de la fundición de cobre, tostación de concentrados de zinc, sinterización o aglomerado de plomo, o cuando se quema carbón o petróleo. Es muy probable que la gente que vive cerca de

estas áreas también se exponga al anhídrido sulfuroso a través de la inhalación.

- Un estudio sugirió que el estado de salud de las vías respiratorias de la persona y no la edad determina la susceptibilidad a los efectos de respirar anhídrido sulfuroso, Esto significa que los adolescentes en buena salud (12 a 17 años) no son más susceptibles a los efectos de respirar SO_2 que personas de edad en buena salud.
- Se ha demostrado que las concentraciones de dióxido de azufre en niveles de 1 a 10 ppm induce al aumento de la frecuencia respiratoria y el pulso, lo que lo hace peligroso ya que estaríamos inhalando el SO_2 en mayor volumen.

➤ **CARCINOGENICIDAD**

No hay ningún estudio en que se haya observado claramente efectos carcinogénicos de anhídrido sulfuroso en seres humanos o en animales. Estudios de trabajadores en fundiciones de cobre o similares, y en industrias de pulpa y papel no han obtenido resultados decisivos ya que los trabajadores estaban también expuestos a arsénico y a otros productos químicos. El único estudio disponible en animales sugiere que el anhídrido sulfuroso puede ser carcinogénico en ratones.

➤ **MUTAGENICIDAD**

Ningún efecto mutagénico ha sido descrito para dióxido de azufre en humanos

➤ **EFFECTOS EN LOS NIÑOS**

No se sabe si los niños son más sensibles a estos efectos que los adultos. Sin embargo, los niños pueden estar expuestos a más anhídrido sulfuroso que los adultos porque respiran más aire que éstos en relación a su peso. Los niños con asma pueden ser especialmente sensibles a concentraciones de SO₂ aún más bajas, pero no se sabe si los niños con asma son más sensibles que adultos con asma.

➤ **INTOXICACIÓN AGUDA:**

La exposición moderada a este gas puede determinar bronco constricción (reducción del calibre bronquial por inflamación de la mucosa, por contracción de la capa muscular o bien por ambos mecanismos a la vez), con resistencia pulmonar aumentada y prolongación de la fase respiratoria. Irritación de las mucosas conjuntival y respiratoria, generando disnea e insuficiencia respiratoria (alteración del intercambio de gases entre el aire ambiental y la sangre circulante), además en caso de bronco espasmo severo (edema de laringe) puede ocasionar falla respiratoria compromiso de conciencia secundario a la hipoxia desencadenada y muerte.

➤ **INTOXICACIÓN CRÓNICA:**

La exposición crónica determina irritación nasal, traqueobronquitis (inflamación de la tráquea y los bronquios, forma frecuente de inflamación respiratoria), vómitos, fibrosis pulmonar y peribronquitis.

Alteración del sistema neurovegetativo, caries dentarias, alteración del ciclo menstrual, alteraciones de función tiroidea, dermatitis y conjuntivitis

5.4.2 TOXICO CINÉTICA DEL SO₂

5.4.2.1 ABSORCIÓN – VÍAS DE ENTRADA - DISTRIBUCIÓN

La ruta principal de exposición para los trabajadores es a través del aire, cuando se respira aire que contenga anhídrido sulfuroso, este puede pasar al interior del cuerpo a través de la nariz y los pulmones, luego a la corriente sanguínea a través de los pulmones, otra forma de exposición también puede ser a través de la saliva y al deglutir ésta, pasa al aparato digestivo en forma de ácido sulfuroso, algunos autores creen que también se puede absorber a través de la piel.

La penetración de dióxido de azufre en los pulmones es mayor cuando se respira por la boca, esto puede incrementar la constricción de las vías respiratorias en comparación con la respiración por la nariz, pues por la boca las vías respiratorias tienen menos protección que por la nariz, que cuenta con una capa mucosa más gruesa.

5.4.2.2 BIOTRANSFORMACIÓN – METABOLISMO

Cuando ingresa por la vía respiratoria, se difunde rápidamente debido a su gran solubilidad, determinando acidosis metabólica (Trastorno del equilibrio ácido-básico esencial corporal en el que se produce acidez excesiva de la sangre), disminuyendo la reserva alcalina de la sangre.

La exposición a dióxido de azufre así como los diversos compuestos azufrados, puede dar lugar a la formación de sulfohemoglobina, la cual no puede llevar oxígeno debido a los cambios irreversibles de la

Hb. La sulfohemoglobina (SHb) causa decoloración verdosa en la sangre.

5.4.2.3 ELIMINACIÓN

En la sangre el ácido sulfúrico se metaboliza a sulfatos, que se excretan en la orina, se excretan como sales de amonio.

5.4.3 TOXICO DINÁMICA DEL SO₂

En estado gaseoso es un potente irritante de las vías respiratorias superiores. Además altera el metabolismo de las proteínas y glúcidos e inhibe la producción de vitaminas B y C e inhibición de la oxidasa. El SO₂ también produce:

- Inhibición de enzimas oxidantes, bloqueando la cadena respiratoria.
- Alteración de la hematopoyesis (alteración del proceso de formación de células sanguíneas)
- Altera el pH intracelular produciendo cambios estructurales en las proteínas, destrucción celular y aumento de la permeabilidad capilar.
- Es posible que la absorción en grandes cantidades de dióxido de azufre pueda ocasionar metahemoglobina.

El dióxido de azufre, es un gran irritante que en contacto con la mayoría de las superficies epiteliales se hidrata y luego se oxida convirtiéndose en ácido sulfúrico y sulfuroso, cuyo mecanismo es provocar quemadura ácida. La exposición a esta sustancia en altas concentraciones ocasiona daño en toda la extensión del tracto respiratorio, ocasionando síntomas que alertan al individuo a dejar el área donde ocurre la exposición. Incluso puede llevar a edema

pulmonar no cardiogénico, se han presentado casos de obstrucción al flujo de aire parcialmente reversibles.

El SO₂ ocasiona lesión en placas del epitelio de las vías aéreas, con aumento de la permeabilidad y exposición de las terminaciones de las fibras nerviosas.

5.4.3.1 SINTOMATOLOGÍA:

Los síntomas dependen de la duración y concentración de la exposición y varía desde:

- Hiperanemia pronunciada acompañada de edema de las mucosas de la nariz, la pared faringe, las amígdalas y en algunos casos también la laringe.
- Irritación leve, hasta la destrucción severa de los tejidos, con sensación de quemadura.
- Problemas de respiración como puede ser hiperventilación y reducción del consumo de oxígeno.
- Dolor de cabeza, tos, asma, náusea, vómito.

Pueden aparecer trastornos de la conducta y del sistema nervioso.

En contacto con los ojos: dolor lagrimeo, inflamación de los tejidos y posible destrucción del ojo.

En contacto con la piel: Irritación o quemaduras del tipo químico, que se agrava con la sudoración (esto es debido a la conversión del dióxido de azufre en ácido sulfuroso en contacto con el sudor)

5.4.3.2 EFECTOS SOBRE LA SALUD

A nivel sistema respiratorio:

Afecta sobre todo las mucosidades y los pulmones, en el tracto respiratorio. Este es absorbido principalmente por el sistema nasal y las exposición de altas concentraciones por cortos períodos de tiempo, puede irritar el tracto respiratorio (Tabla N° 11 y Fig. N° 19).

Sensación de quemazón en la nariz y la garganta, dolor torácico y tos que provoca inflamación de la mucosa (traqueítis, bronquios). También puede penetrar en la profundidad de los pulmones y provocar edema pulmonar (los alvéolos quedan ocupados por líquido) o inflamación pulmonar (neumonitis química).

- **A nivel ocular:** Irritación ocular puede observarse conjuntivitis, quemadura corneal y opacidad corneal (queratitis), en casos extremos puede resultar en ceguera.
- **A nivel neurológico:** Alteraciones psíquicas
- **A nivel cardiovascular:** Para cardíaco, colapso circulatorio (incapacidad súbita del sistema circulatorio para cubrir las necesidades titulares de oxígeno).
- **A nivel cutáneo:** En contacto directo con la piel produce efectos irritantes, eritematosas, así como signos de ulceración, especialmente cuando se trata de trabajadores cuyas manos sufren contactos prolongados y repetidos

ORGANOS AFECTADOS

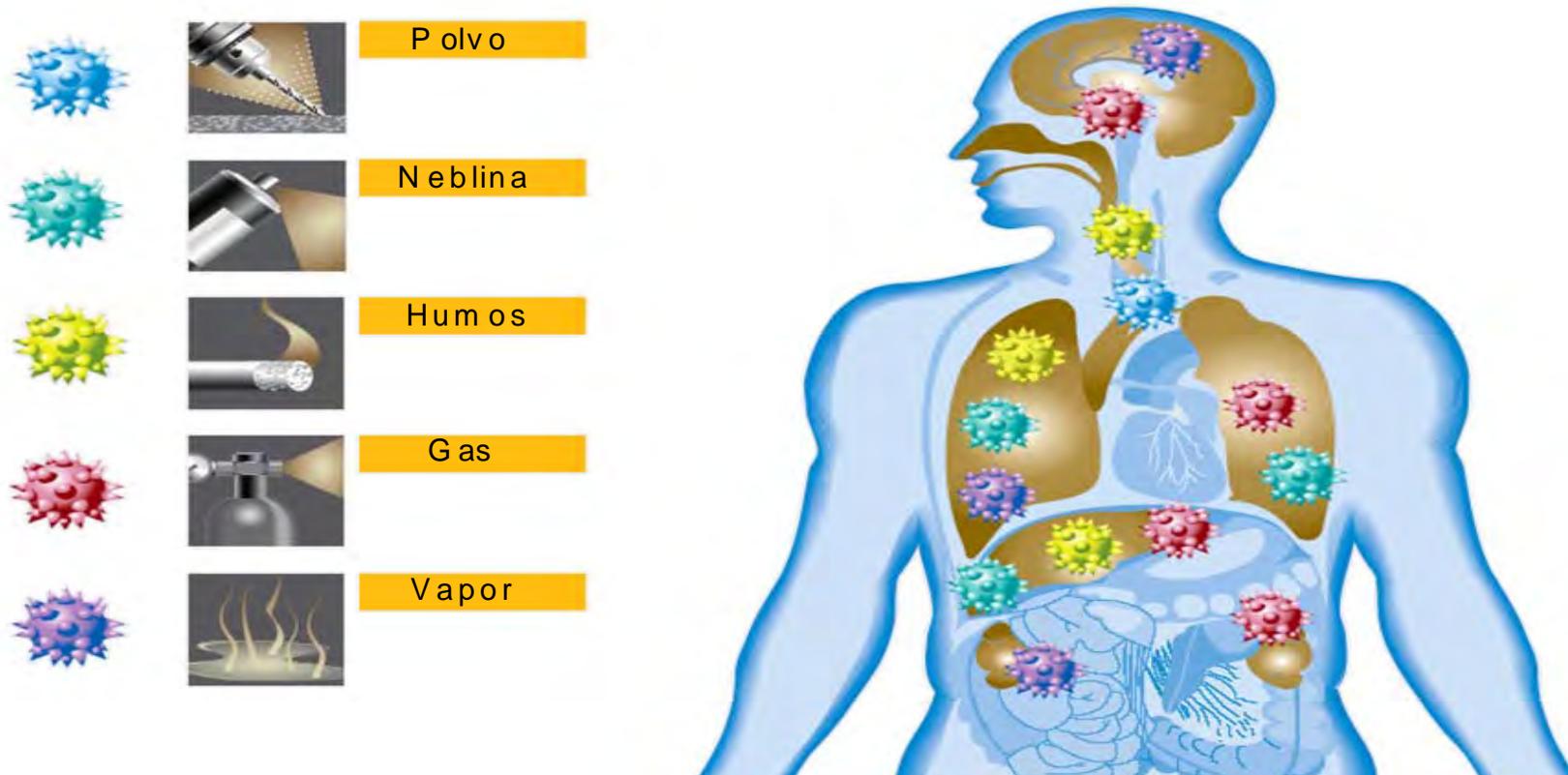


Figura N° 19: Efectos de la Exposición al Anhídrido Sulfuroso (SO₂)

CONC. PPM	TIEMPO EXPOS.	EFECTOS Y SÍNTOMAS
3 – 5	8 Hrs.	OLOR MÍNIMO DETECTABLE
5	8 Hrs.	CONCENTRACIÓN DE EXPOSICIÓN PERMISIBLE
8 – 12		CONCENTRACIÓN MÍNIMA QUE CAUSA IRRITACIÓN INMEDIATA A LA GARGANTA
20		CONCENTRACIÓN MÍNIMA QUE CAUSA TOS, IRRITACIÓN INMEDIATA A LOS OJOS, DOLOR DE CABEZA, MALESTAR
50 – 100	30 Min.	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE PARA EXPOSICIONES CORTAS, CON FUERTE DOLOR DE CABEZA Y MALESTAR
150	POCOS MINUTOS	CONCENTRACIÓN EXTREMADAMENTE IRRITANTE, CONFUSIÓN, DOLOR DE CABEZA Y NÁUSEAS, VÉRTIGO, LUCES DESTELLANTES, ZUMBIDO
400 – 500		INMINENTE PELIGRO DE MUERTE EN EXPOSICIONES CORTAS
1000		MUERTE
Tabla N° 11		

5.4.4 FASE CLINICA - DIAGNOSTICO Y PRUEBAS COMPLEMENTARIAS

El anhídrido sulfuroso es transformado en el cuerpo a otros compuestos químicos que contienen azufre. Estos productos de degradación pueden medirse en la sangre y la orina, pero esto requiere equipo especial no disponible en forma rutinaria en los consultorios médicos. Más aún la exposición a otras sustancias químicas puede también producir sulfato, de manera que la presencia de sulfato como producto de degradación en su cuerpo no indica necesariamente que Ud. Se ha expuesto a anhídrido sulfuroso.

Para evaluar los posibles efectos del anhídrido sulfuroso sobre la respiración se pueden utilizar exámenes de función pulmonar. Sin embargo; la presencia de alteraciones de la función pulmonar no indica necesariamente que

se ha estado expuesto al anhídrido sulfuroso ya que otras sustancias químicas pueden producir cambios de función pulmonar similares.

Los niveles en sangre pueden ser más elevados de lo normal, observándose un aumento de la excreción urinaria de sulfatos y de la proporción entre el azufre total y el orgánico.

Es necesario realizar exámenes de:

- RX tórax, en el examen radiológico se observa modulación.
- Estudio función pulmonar en pacientes agudos y crónicos, el examen de la función pulmonar puede indicar cambios en la ventilación pulmonar respiratoria por segundo y aumento del volumen residual.
- Nivel de sulfo hemoglobina en la sangre.

En toda etapa del tratamiento, el médico debe ser informado que el paciente ha inhalado vapores ácidos y dependerá de los resultados de exámenes y evidencias que el médico determine el tratamiento específico.

Contacto con los ojos.

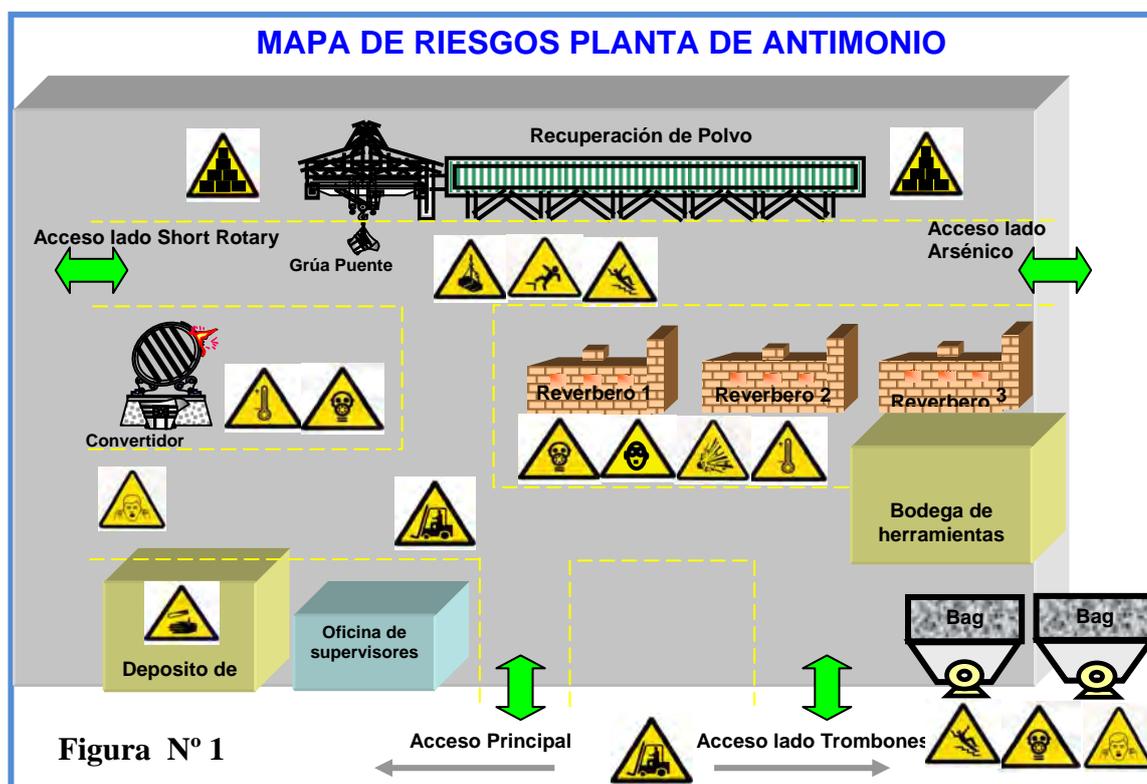
- Las personas con potencial a exposición de dióxido de azufre no deben utilizar lentes de contacto.
- Lave los ojos con agua abundante.
- Mantenga los párpados abiertos con los dedos para asegurarse un lavado completo.
- Continúe haciéndolo durante 15 minutos.

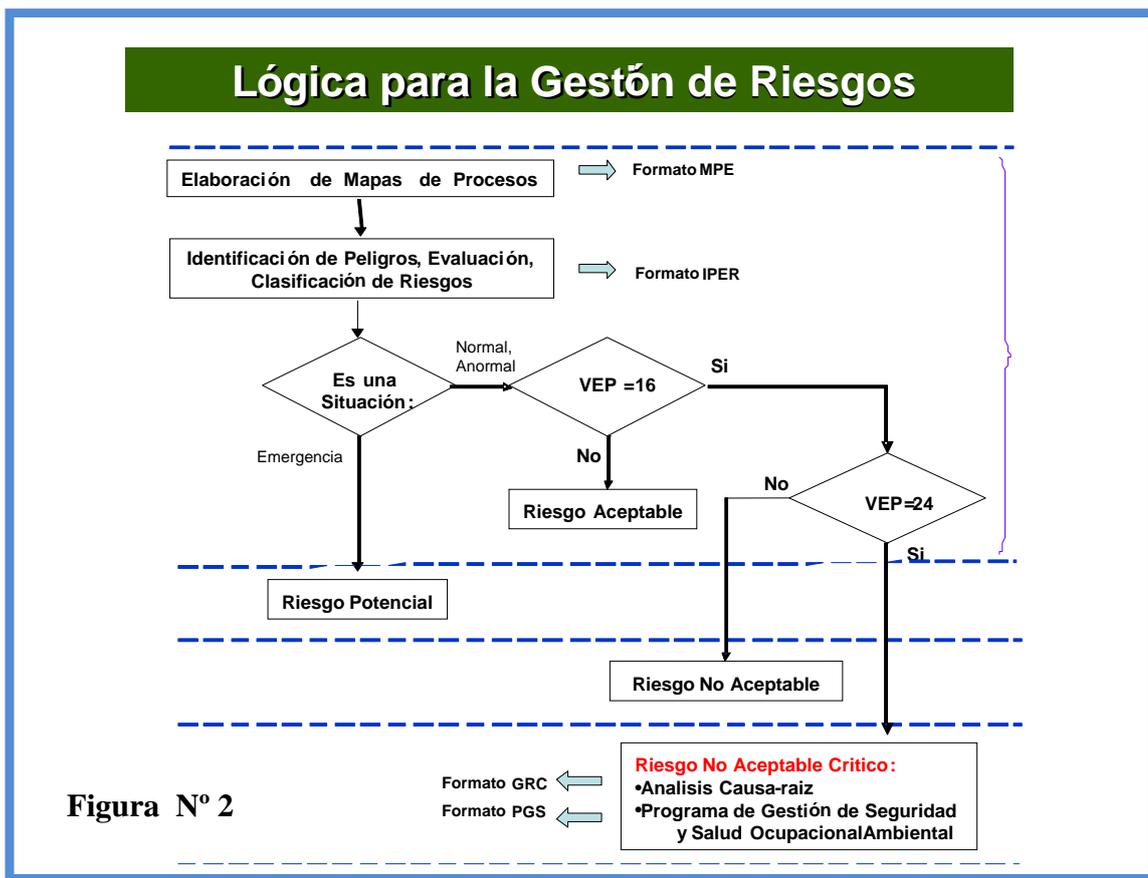
VI. IDENTIFICACION DE ESPACIOS CONFINADOS

6.1. IDENTIFICACION DE ÁREAS CRÍTICAS:

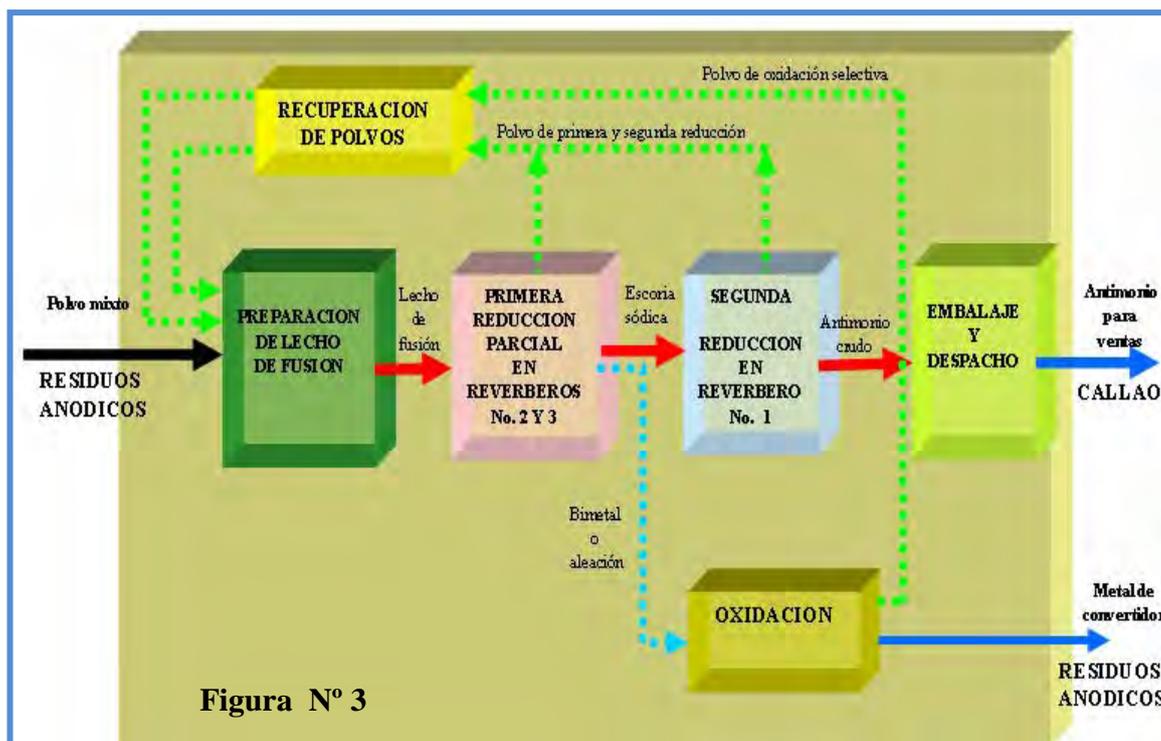
La identificación de áreas críticas, es el primer paso de la disciplina preventiva a través de las inspecciones, que se resume en detectar y controlar con efectividad los accidentes e incidentes potenciales antes de que éstos ocurran; para esto es necesario administrar en forma efectiva a la Gente, el Equipo, las Máquinas y el Medio Ambiente (GEMA).

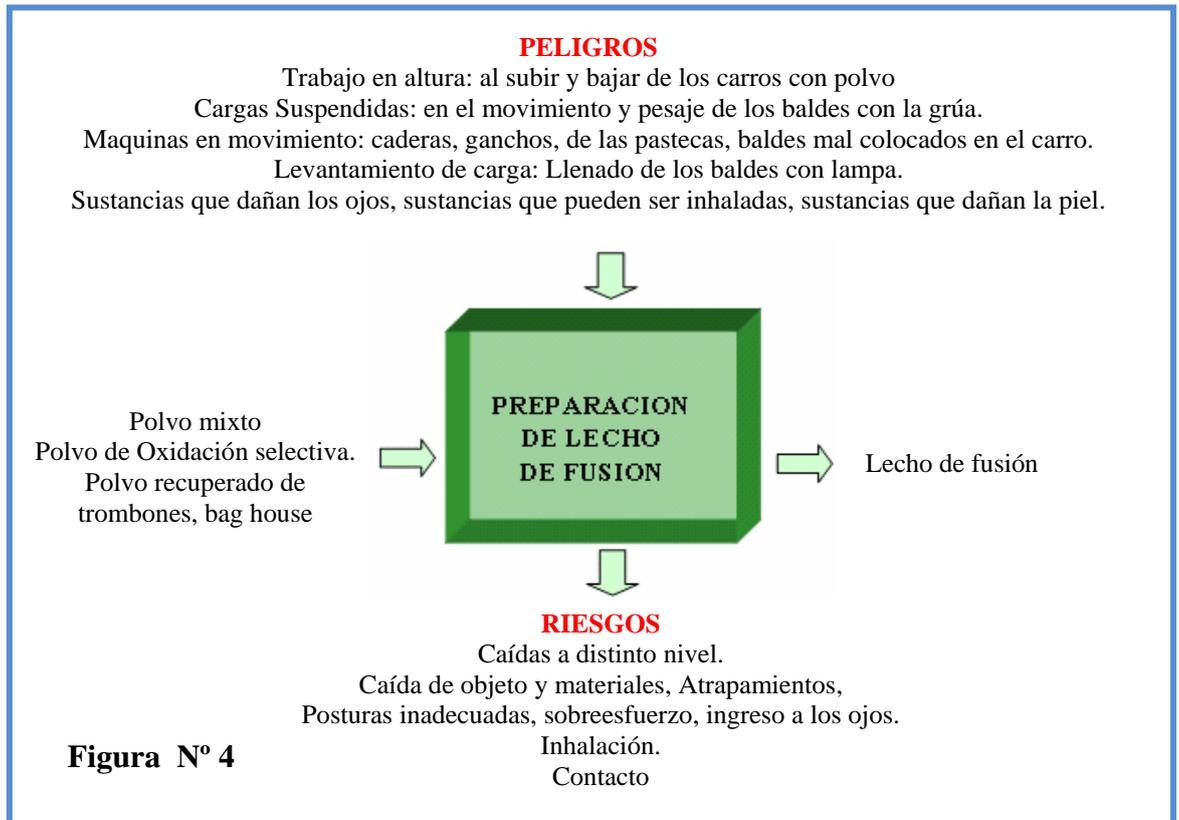
Una adecuada gestión de los Riesgos, permite establecer una metodología para identificación continua de los peligros, detección, evaluación de los riesgos y la determinación de los controles necesarios, a fin de prevenir lesiones a las personas, daños materiales y pérdidas en los procesos y equipos, siguiendo la lógica del siguiente diagrama: (Figura N° 1 y 2)





Para la identificación de peligros y áreas críticas, se toma como base los mapas de proceso específicos del área, así como los mapas de subprocesos que se encuentran divididos en tareas Ejm. (Figura N° 3 y 4)





Para una adecuada gestión de cómo identificar las áreas críticas, debe tenerse en cuenta los siguientes criterios:

1. Que fuentes de peligros existen en el área?
2. Qué cantidad y tipos de energías están presentes?
3. Cuáles son las direcciones de flujos de energía deseados y no deseados?
4. Están las energías bajo control?, Considere: Eléctrica, Mecánica, Química, Ruido, Gravedad, Radiante, Termal
5. Cuáles son los blancos de la energía no deseada?
6. Es el proceso de trabajo correcto?, Considere: Gente competente, Prácticas de trabajo seguras, Ambiente de trabajo controlado.

7. Cuáles son los escenarios de accidentes y que medidas de control existen para prevenirlos?

En resumen, para cada tarea o grupos de tareas debe elaborarse un procedimiento de trabajo seguro (PST) (*ANEXO N° 5 PST - FORMATO*), en él se debe especificar paso a paso el desarrollo de las actividades. Luego, para cada actividad, se identifican los peligros presentes, los que serán consignados en el casillero correspondiente del formato. Estos peligros identificados, así como los riesgos asociados serán consignados en los mapas de los subprocesos correspondientes, como ingresos y salidas, respectivamente, para cada tarea (Figura N° 3 y 4).

Para el caso de los Espacios Confinados, además de considerar lo descrito en los ítems anteriores, la entrada a dicho espacio debe ser identificado con un letrero a colores y dimensiones estándar en sus diferentes presentaciones que tenga la siguiente Leyenda:



La identificación completa de un espacio confinado requiere se complete el formato del Anexo 7. Este formato debe ser completado por el supervisor de ingreso y el responsable del trabajo a realizar. Este permiso una vez firmado por todos los involucrados (supervisores y trabajadores), debe publicarse en un lugar visible al ingreso del espacio confinado hasta su cancelación o retiro por el supervisor responsable, conforme a los procedimientos descritos en la sección 7.3.1 (Procedimiento de ingreso a espacios confinados).

Los alcances del tipo de permiso que se otorgue al espacio confinado según el llenado de la hoja de permiso, permitirá identificarlo en 3 condiciones de acuerdo con la siguiente clasificación:

➤ **Espacio Confinado que no requiere Permiso**

Aquel en el que todos los peligros atmosféricos y no atmosféricos del Espacio Confinado, han sido eliminados y es ahora un espacio confinado que NO requiere permiso.

➤ **Espacio Confinado con Permiso Alternativo**

Aquel en el que todos los peligros no atmosféricos en el Espacio Confinado han sido eliminados y los peligros atmosféricos pueden ser controlados solamente por ventilación forzada continua, conforme a los arreglos de ventilación de la sección VII y Anexo de ventilación.

➤ **Espacio Confinado con Permiso Requerido**

Aquel en el que los peligros físicos y atmosféricos existentes no pueden ser eliminados y por lo tanto el espacio se clasifica como Espacio Confinado que requiere permiso de acuerdo a los procedimientos descritos. (Sección 7.3.2)

6.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

Para el caso de espacios confinados, corresponde a una inspección de áreas críticas que requieren de una atención especial por la importancia que significa en la continuidad de un proceso y/o por ciertos problemas que podrían causar lamentables pérdidas de vidas humanas o deterioro de la salud; así por ejemplo:

Si el espacio confinado contiene un peligro regulado (trabajos con llama abierta, con energía, en altura, etc.) éstas serán clasificadas como un “espacio confinado que requiere permiso”. Los peligros asociados a los espacios confinados y que requieren permiso, incluyen aquellas situaciones donde hay:

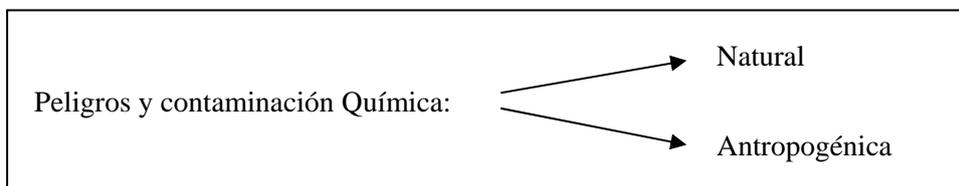
- Una atmósfera deficiente en oxígeno (menor a 19.5 %, o enriquecida con el mismo elemento mayor a 23.5 %), considerando que el nivel normal de oxígeno atmosférico en volumen es a 20.9 %.
- Una atmósfera potencialmente explosiva o inflamable.
- Una atmósfera tóxica o potencialmente tóxica.
- Un potencial de quedar sumergido o atrapado.
- Una probabilidad de ser aplastado o, en todo caso, seriamente herido.

Una atmósfera peligrosa puede ser el resultado de gases o polvos inflamables o explosivos. Los gases que excedan el 10% o su Límite Inferior de Explosividad (LIE) o polvos que excedan el LIE son considerados atmósferas peligrosas.

6.3 PELIGROS ANTROPOGÉNICOS DEL HOMBRE:

Por definición, un peligro antropogénico es todo aquello que resulta debido a la actividad del hombre; este escenario ha crecido exponencialmente con el desarrollo de la actividad industrial en todos los campos. Las necesidades del hombre caracterizado en nuestro tiempo por una sociedad consumista, cada vez más insatisfecha, obligan a la desmesura la competencia industrial como base del desarrollo, lo que trae consigo crear nuevas condiciones adversas en el trabajo y en su entorno.

En cualquier escenario tanto de peligros como de contaminación química, su origen estará siempre asociado a factores naturales o antropogénicos:



Los diversos tipos de actividades antropogénicas pueden ocurrir también por la entrada al ambiente de sustancias sintéticas (xenobióticos) y, por lo tanto, tiene una gran variedad de causas. Por lo mismo ocasiona diversos problemas y efectos adversos de diferente manera la calidad de aire que respiramos tanto a corto como a largo plazo.

6.3.1 FUENTES Y CAUSAS ANTROPOGENICAS DE LOS PELIGROS Y LA CONTAMINACION.

Las principales causas están presentes en casi todas las actividades tales como:

- Las actividades productivas como: La explotación de los recursos renovables y no renovables, la agricultura, la industria, minería, energía, metalurgia, etc.
- Las actividades no productivas: El transporte, las actividades domésticas, los servicios.
- Los Procesos Sociales: La urbanización, crecimiento demográfico, los movimientos migratorios.
- Las Alteraciones en el patrón cultural: La economía de consumo, tabaquismo, alcoholismo y drogadicción

Los problemas que causa esta contaminación son entre otros:

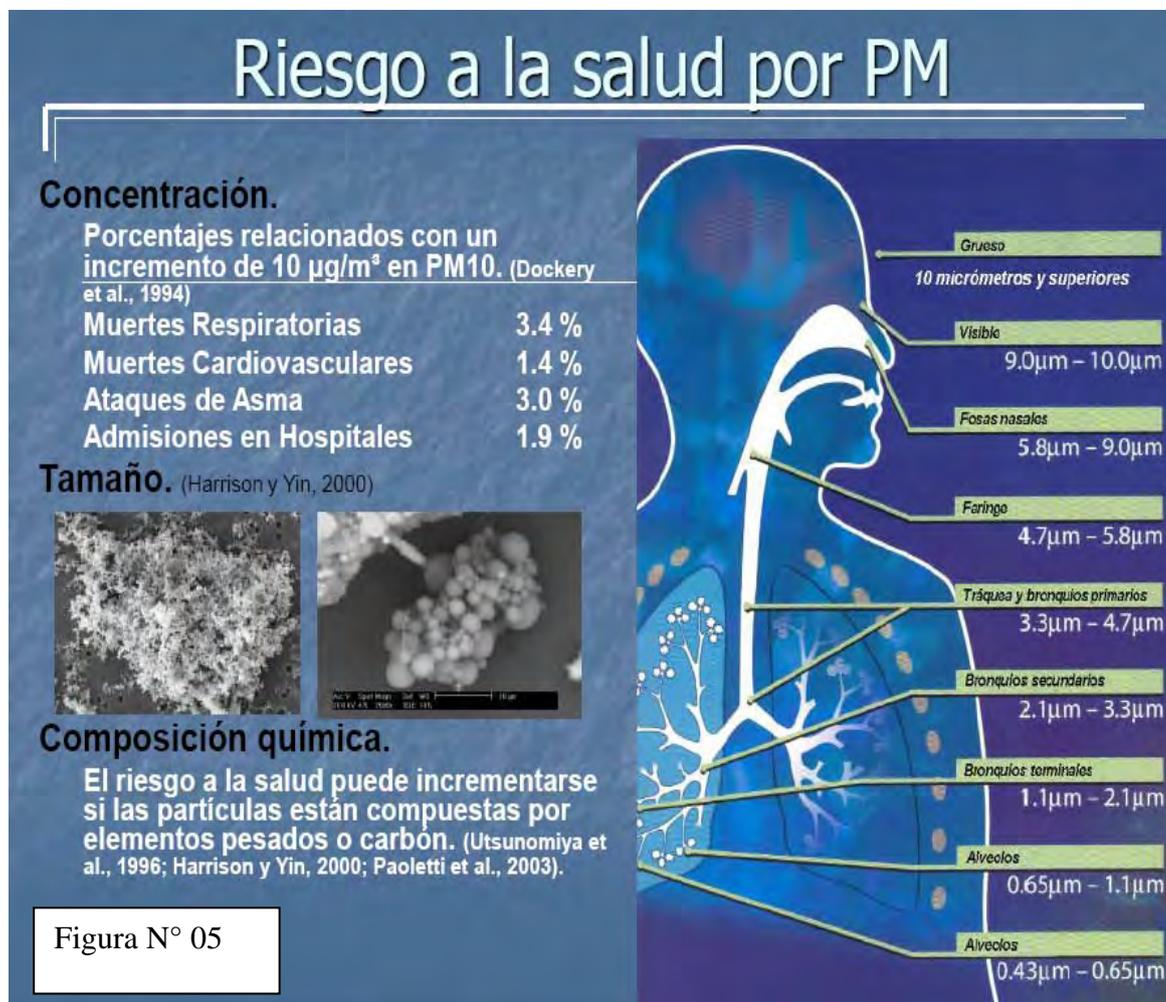
- ✓ **Biológicos:** ecológicos y toxicológicos.
- ✓ **No Biológicos:** estéticos, económicos y físicos.

En el campo de la actividad minero metalúrgica, la contribución antropogénica a la contaminación y deterioro ambiental es directa, partiendo que su actividad está íntimamente relacionada a la generación de partículas de diversos tamaños en sus operaciones de minado, explotación, chancado, molienda y procesamiento de minerales; y son éstas las que afectan directamente a la salud y por ende a la seguridad integral de las personas, mediante la alteración del clima, visibilidad, ecosistema, materiales y otros. El riesgo a la salud por partículas lo constituyen su concentración en el aire y el tiempo de exposición; sin embargo, el tamaño es la característica física más importante para determinar su toxicidad y efectos en la salud humana. Este material de origen antropogénico se caracterizan principalmente por:

- Partículas con alto contenido de elementos pesados (Pb, Cd, As, Fe, Zn, Cu, Ni, Mn, etc.).
- Partículas con alto contenido de carbón.
- Partículas con gran variación en la composición.
- Partículas con morfología no convencional y distinta a partículas minerales y biológicas.

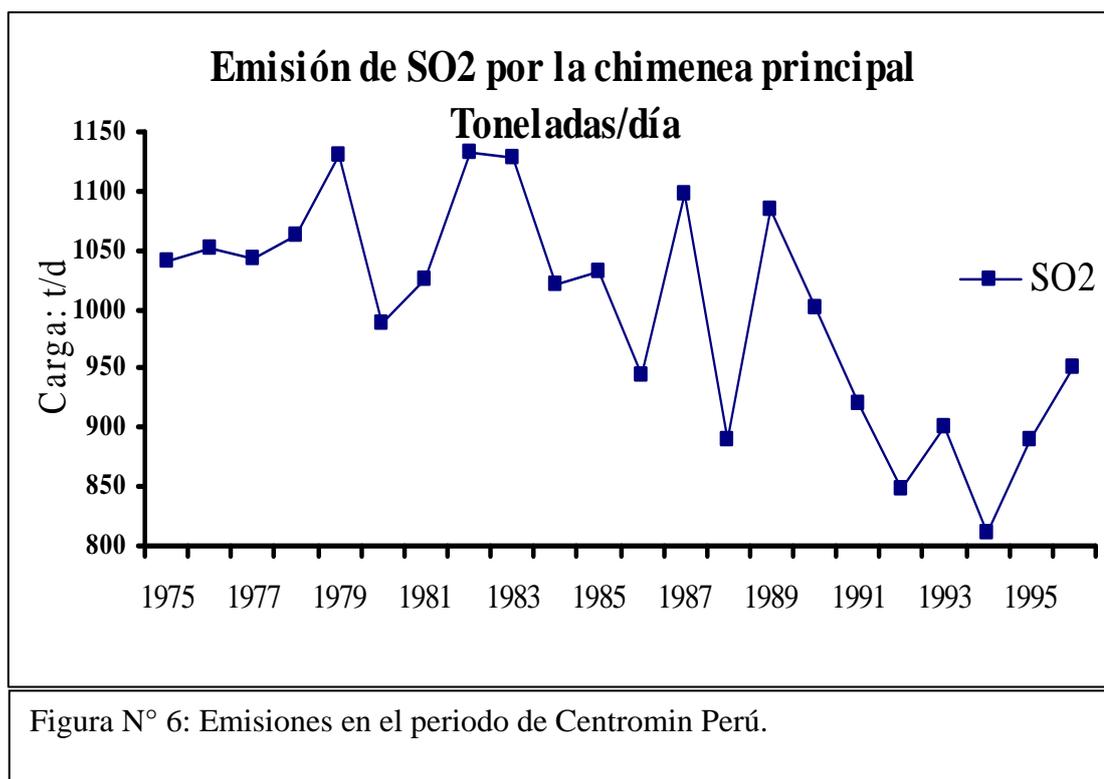
Sobre el particular existe una referencia del estudio y caracterización de material particulado en el entorno de las zona metropolitana de las ciudades industriales de

México (Ciudad de México, Querétaro, Monterrey, San Luis de Potosí, otros), donde la acción antropogénica del hombre es directa (Figura N° 5).



En la metalurgia los procesos y operaciones piro metalúrgicas van de la mano con la alta generación en grandes cantidades de gases de combustión, gases sulfurosos producto de la oxidación de concentrados sulfurados, y óxidos de nitrógeno, los cuales reaccionan con la humedad del entorno y forman partículas de ácido sulfúrico o nítrico. Generándose así el fenómeno de la lluvia ácida, con la consiguiente alteración de los elementos típicos del suelo y propiedades fisicoquímicas del agua, por lo que su impacto en la biosfera es determinado por el grado de toxicidad y contenido orgánico de las mismas.

Un ejemplo típico de este fenómeno y la acción antropogénica generada en la fundición de La Oroya, es la generación de gases sulfurosos hasta la década del 90, en este período el afán privatizador del gobierno de turno, ha obligado a mejorar las exigencias y regulaciones ambientales, que no estaban muy bien definidas en los estándares y responsabilidades más aún tratándose de empresas del estado. (Fig. 6)



En la actualidad como resultado de estas nuevas exigencias ambientales, la empresa privada en la fundición de La Oroya, está obligada a la modernización de sus procesos y operaciones para alcanzar los nuevos estándares ambientales, y las tendencias de emisiones del Grafico N° 7, 8 y 9, muestran un comportamiento de mejora ambiental con la implementación de modernas plantas de ácido sulfúrico en el circuito de plomo (en actual operación) y la construcción de otra planta de ácido para el circuito de cobre.

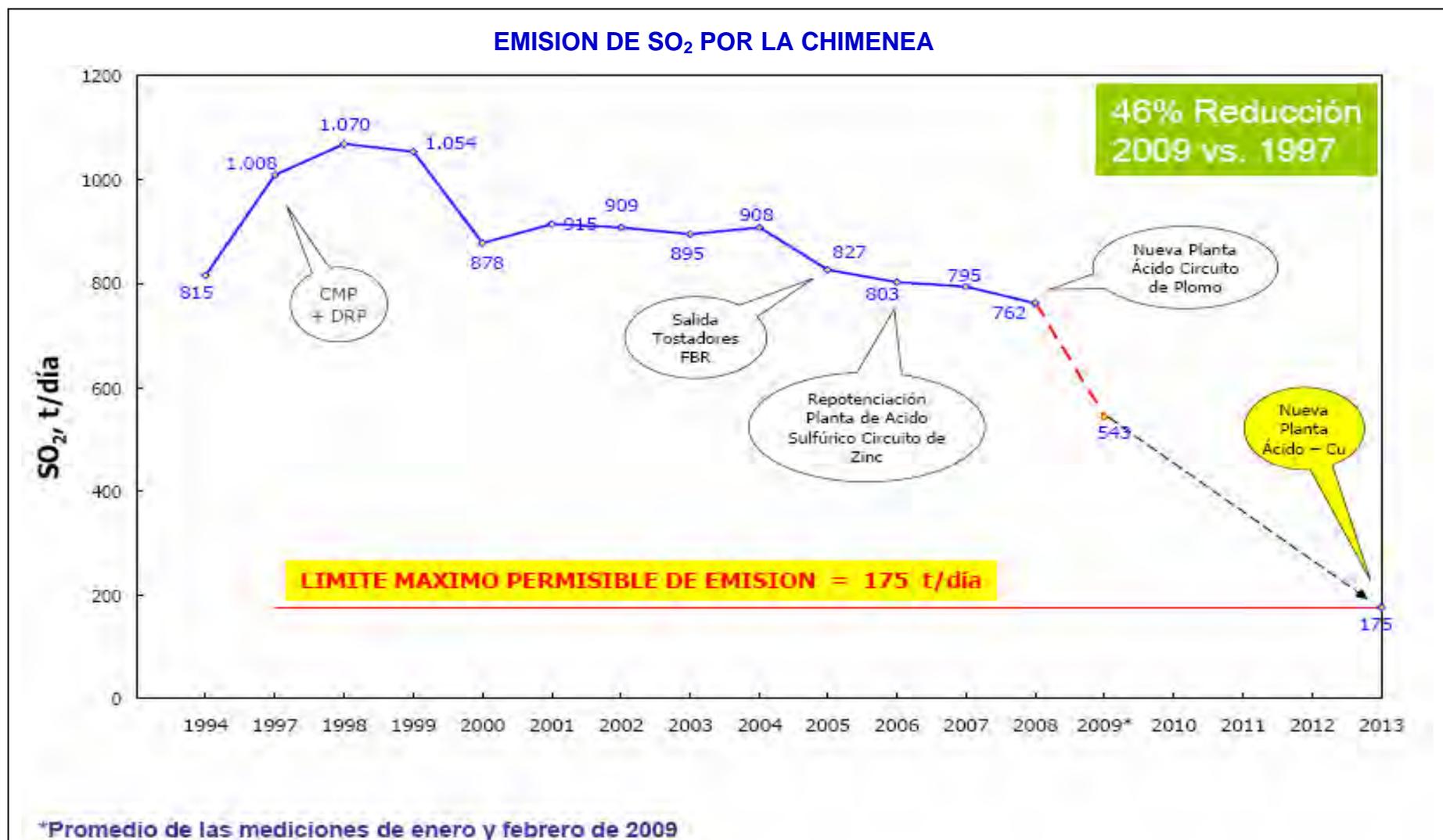
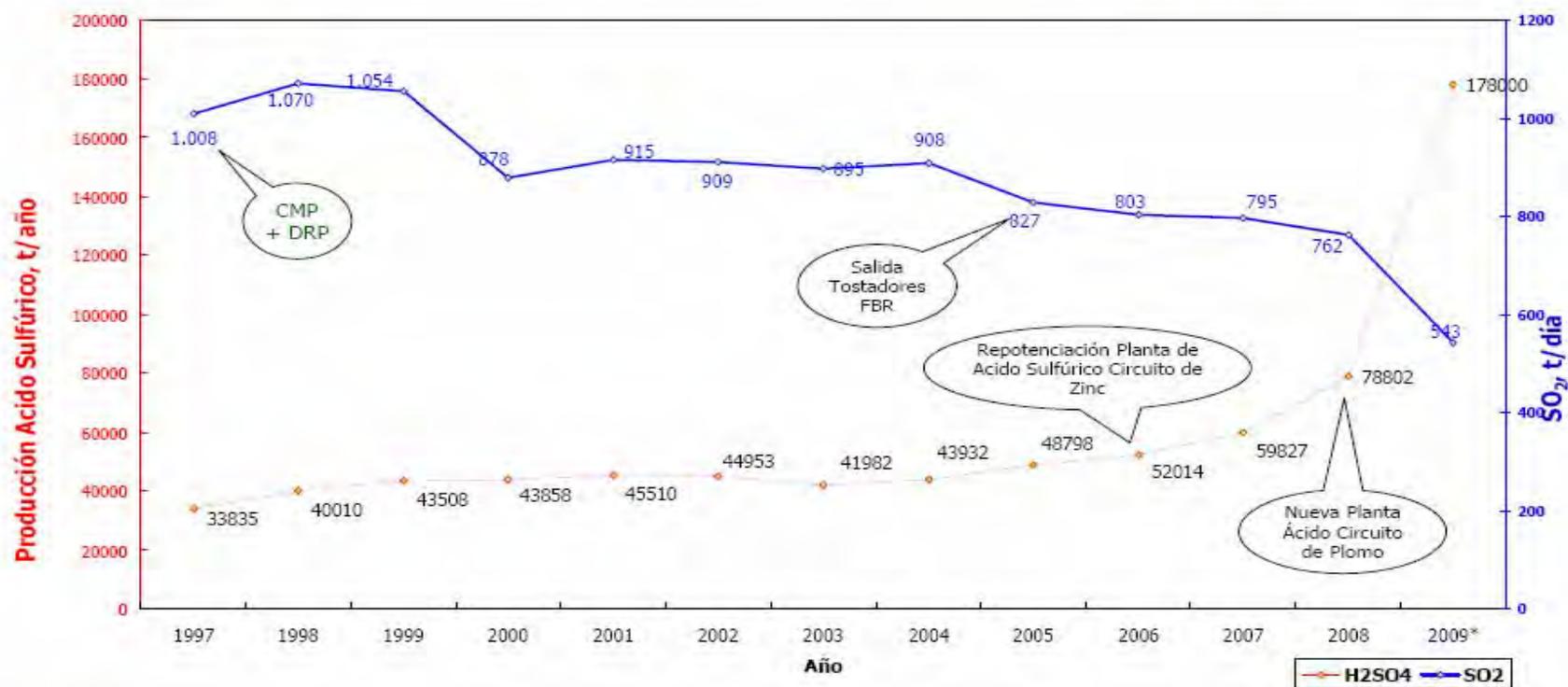


Figura N° 7: Emisiones en el periodo de DOE RUN PERÚ.

REDUCCION DE LA EMISION DE SO2 POR LA CHIMENEA vs. PRODUCCION DE ACIDO SULFURICO DE LOS CIRCUITOS DE ZINC Y PLOMO



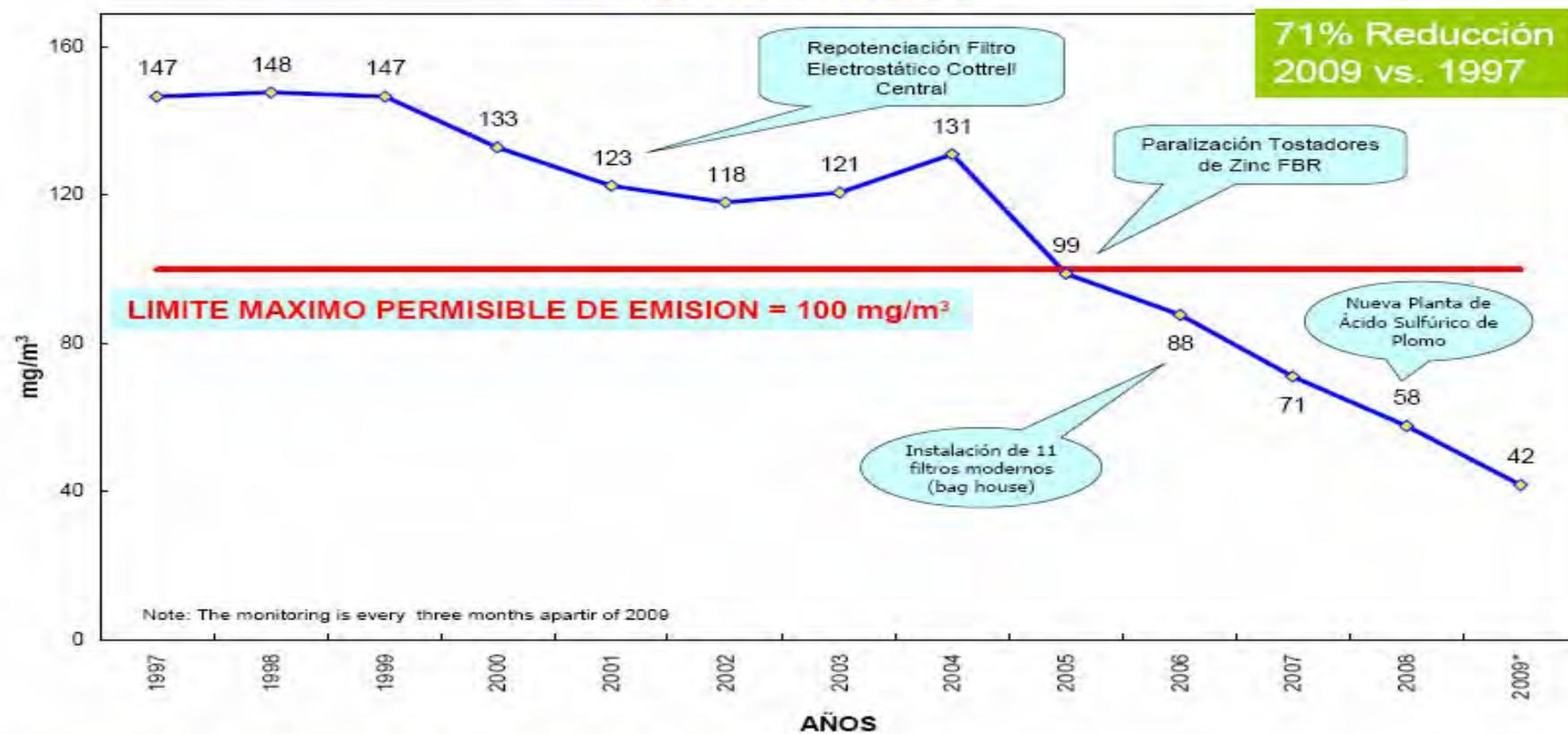
Años 2009*:

Emisión de SO2: Promedio de las mediciones de enero y febrero de 2009

Suma de las producciones de las Plantas de Acido de Zinc y Plomo en condiciones normales de operación.

Figura N° 8

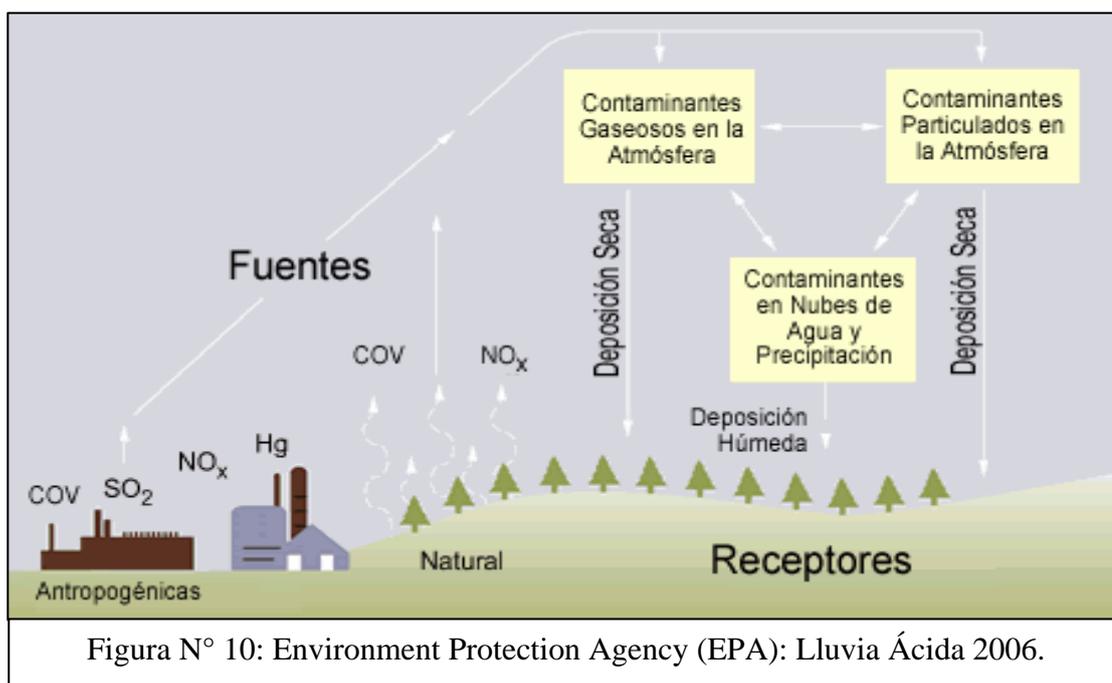
REDUCCION DE LA EMISION DE POLVO POR LA CHIMENEA



*Promedio de las mediciones de enero y febrero de 2009

Figura N° 9

En el Perú y en la Región de Junín específicamente, es muy marcada la contaminación producida principalmente por la fundición de la Oroya en operación y los 17 centros mineros cercanos, que eliminan sus agentes contaminantes sin ningún o escaso tratamiento a los recursos de agua, aire y suelo. El ciclo de los riesgos antropogénicos se describe en la Fig. 10.



6.4 CODIFICACION DE ESPACIOS CONFINADOS:

Un adecuado manejo de la codificación de los peligros y riesgos en espacios confinados, permitirá un mejor control y a la vez tomar rápidas medidas de control preventiva, cuando los diferentes peligros, riesgos asociados y sus posibles consecuencias, sean agrupados por el potencial específico que representan; así tenemos lo siguiente tipos de peligros: Mecánicos, físicos, eléctricos, sustancias combustibles y cuerpos calientes, fríos, biológicos, ergonómicos, psicosociales, fenómenos naturales, sustancias químicas y materiales peligrosas y otros.

Las siguientes tablas muestran una agrupación didáctica por tipos de peligro.

TABLA 1				
CODIFICACION DE PELIGROS, RIESGOS ASOCIADOS Y CONSECUENCIAS				
<u>MECANICOS</u>				
CODIGO	TIPO DE PELIGRO	RIESGOS ASOCIADOS	CONSECUENCIAS	SIMBOLO DEL PELIGRO/RIESGO
101	PISOS CON PENDIENTE, RAMPAS	Caidas al mismo nivel, resbalones	Golpes, luxaciones, fracturas, lesion	
102	TRANSPORTE DE MATERIALES A NIVEL	Caidas al mismo nivel, resbalones	Golpes, luxaciones, fracturas, lesion	
103	ZANJAS, POZOS, HUECOS	Caida y desmoronamiento de materiales	Golpes, Asfixia, luxaciones, fracturas, enterramiento, ahogamiento, muerte	
104	USO DE ESCALERAS	Caidas a distinto nivel	Traumatismo encefalo craneano, golpes, fracturas	
105	USO DE ANDAMIOS Y PLATAFORMAS	Caidas a distinto nivel	Traumatismo encefalo craneano, golpes, fracturas	
106	TRABAJO EN ALTURA	Caidas a distinto nivel	Traumatismo encefalo craneano, golpes, fracturas, muerte	
107	MAQUINAS EN MOVIMIENTO	Atrapamiento	Golpes, atricciones, amputaciones, fracturas	
108	USO DE HERRAMIENTAS NO PUNZOCORTANTES (Ejem:Combo)	Rotura, desprendimieto, deformacion,	Golpes, atricciones, amputaciones, fracturas, muerte	
109	USO DE HERRAMIENTAS PUNZOCORTANTES (Ejem:cuchillas, sierras, etc))	Rotura, desprendimieto, deformacion,	Golpes, atricciones, amputaciones, fracturas, muerte	
110	CARGAS SUSPENDIDAS/IZAJE	Caida de objetos y materiales	Aplastamiento, fracturas, muerte	
111	MATERIALES APILADOS	Caida, desprendimiento, desmoronamiento de materiales	Aplastamiento, fracturas	
112	VEHICULOS EN MOVIMIENTO	Choque, atropellamiento	Golpes, atricciones, amputaciones, politraumatismo, muerte	
113	MATERIALES ESCARCHADOS EN PAREDES	Caida, desprendimiento, desmoronamiento de materiales	Golpes, atricciones, amputaciones, politraumatismo, muerte	
114	TALUDES	Deslizamiento o desmoronamiento de taludes	Enterramiento, asfixia y muerte	
115	ASCENSORES	Caidas	Golpes, politraumatismo y muerte	
	OTROS QUE PUEDAN SER IDENTIFICADOS EN LAS AREAS			

TABLA 1
CODIFICACION DE PELIGROS, RIESGOS ASOCIADOS Y CONSECUENCIAS
FÍSICOS - ELECTRICOS

CODIGO	TIPO DE PELIGRO	RIESGOS ASOCIADOS	CONSECUENCIAS	SIMBOLO DEL PELIGRO/RIESGO
	FISICOS			
301	GASES COMPRIMIDOS	Explosión,	Golpes, politraumatismo, muerte	
302	PRESION HIDROSTATICA	Derrame, salpicadura, explosión	Quemaduras, golpes, politraumatismo, muerte	
303	TEMPERATURAS EXTREMAS	Choque térmico,	Quemaduras, deshidratación, asfixia, hipotermia, muerte	
304	RUIDO	Frecuencias altas, frecuencias medias con exposicion prolongada (encima del LMP)	Lesion auditiva	
305	RADIACIONES IONIZANTES (Rayos X, materiales radiactivos)	Escape o fuga de radiacion ionizante.	Efectos hereditarios, somáticos	
306	RADIACIONES, NO IONIZANTES (Campos electromagneticos, estaciones radioelectricas, telecomunicaciones, pantallas de ordenadores, rayos infrarrojos, microondas)	Exposición prolongada	Lesion tisular, sensacion de calor, alta presion	
307	ALTA/BAJA ILUMINACION	Baja visibilidad, resplandor, destello	Lesion ocular	
308	VIBRACIONES	Exposicion prolongada de la vibracion	Afecciones de los musculos, tendones, huesos, articulaciones, vasos sanguineos o nervios perifericos	
309	HUMEDAD	Exposicion prolongada a la humedad	Afecciones de garganta, y vias respiratorias, resequedad de las mucosas, pleura, artritis, afecciones respiratorias	
	OTROS QUE PUEDAN SER IDENTIFICADOS EN LAS AREAS			
	ELECTRICOS			
400	ENERGIA ELECTRICA DE BAJA TENSION	Electrocución, cortocircuito, arco electrico, fuga de corriente	Quemaduras, lesion, paro cardio respiratorio	
401	ENERGIA ELECTRICA DE ALTA TENSION	Electrocución, cortocircuito, arco electrico, fuga de corriente	Quemaduras, lesion, paro cardio respiratorio, muerte	
402	ENERGIA ELECTRICA ESTATICA	Electrocución, cortocircuito, arco electrico, fuga de corriente	Quemaduras, lesion, paro cardio respiratorio, muerte	
	OTROS QUE PUEDAN SER IDENTIFICADOS EN LAS AREAS			

TABLA 1
CODIFICACION DE PELIGROS, RIESGOS ASOCIADOS Y CONSECUENCIAS
SUSTANCIAS COMBUSTIBLES Y CUERPOS CALIENTES/FRIOS - BIOLÓGICOS
ERGONÓMICOS Y PSICOSOCIALES

CODIGO	TIPO DE PELIGRO	RIESGOS ASOCIADOS	CONSECUENCIAS	SIMBOLO DEL PELIGRO/RIESGO
SUSTANCIAS COMBUSTIBLES Y CUERPOS CALIENTES/FRIOS				
601	GAS PROPANO: GLP	Explosión, incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
602	ACETILENO	Explosión, incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
603	OTROS GASES COMBUSTIBLES	Explosión, incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
604	GASOLINA	Explosión, incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
605	KEROSENE	Incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
606	DIESEL-2	Incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
607	PETROLEO RESIDUAL: BUNKER	Incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
608	ACÉTTES	Incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
609	GRASAS	Incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
610	HIDROLINA	Incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
611	BREA	Incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
612	COQUE	Incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
613	CARBON ANTRACITA	Incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
614	MADERA	Incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
615	OTROS SOLIDOS SOLIDOS COMBUSTIBLES	Incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
616	SUSTANCIAS EXPLOSIVAS , ANFO	Explosión, incendio	Quemadura, asfixia lesion, golpe, muerte	
617	PARTICULAS CALIENTES	Proyeccion	Quemaduras, lesion ocular	
618	MATERIALES U OBJETOS CALIENTES	Contacto	Quemaduras	
619	MATERIALES FUNDIDOS	Explosion por contacto con humedad, derrames, salpicadura, contacto,	Quemaduras, lesion, muerte	
	OTROS QUE PUEDAN SER IDENTIFICADOS EN LAS AREAS			
BIOLÓGICOS				
701	VIRUS	Exposicion, ingestion, contacto, inhalacion	Enfermedades infectocontagiosas	
702	HONGOS, MOHOS	Exposicion, ingestion, contacto, inhalacion	Enfermedades infectocontagiosas	
703	BACTERIAS, PARASITOS	Exposicion, ingestion, contacto, inhalacion	Enfermedades infectocontagiosas	
	OTROS QUE PUEDAN SER IDENTIFICADOS EN LAS AREAS			
ERGONOMICOS				
750	ZONA DE TRABAJO NO ERGONOMICO	Postura inadecuada	Lesión lumbar, hernia	
751	LEVANTAMIENTO DE CARGA	Postura inadecuada, sobreesfuerzo	Lesión lumbar, hernia	
752	TRANSPORTE DE CARGA	Postura inadecuada, sobreesfuerzo	Lesión lumbar, hernia	
753	TAREAS/MOVIMIENTOS REPETITIVOS	Esfuerzo o movimiento mecanico rutinario	Stress, trastornos musculo-esqueleticos	
	TRABAJO EN UNA SOLA POSTURA	Restriccion de movimiento,	Trastornos musculo-esqueleticos	
754	ESPACIO RESTRINGIDO	Atrapamiento,	Claustrofobia	
	OTROS QUE PUEDAN SER IDENTIFICADOS EN LAS AREAS			
PSICOSOCIALES				
801	TOMA DE DECISIONES AUTONOMAS	CARGA /ESFUERZO MENTAL,	Estrés, depresion, ansiedad, fatiga	
802	ACTIVIDAD LABORAL	CARGA /ESFUERZO MENTAL,	Estrés, depresion, ansiedad, fatiga	
803	RELACIONES LABORALES	ACOSO, HOSTIGAMIENTO LABORAL	Estrés, depresion, ansiedad, fatiga	
804	RELACIONES INTERPERSONALES	CONFLICTOS INTERPERSONALES	Estrés, depresion, ansiedad, fatiga	
	OTROS QUE PUEDAN SER IDENTIFICADOS EN LAS AREAS			

TABLA 1
CODIFICACION DE PELIGROS, RIESGOS ASOCIADOS Y CONSECUENCIAS
FENÓMENOS NATURALES - SUSTANCIAS QUIMICAS - MATERIALES PELIGROSOS Y
OTROS

CODIGO	TIPO DE PELIGRO	RIESGOS ASOCIADOS	CONSECUENCIAS	SIMBOLO DEL PELIGRO/RIESGO
FENOMENOS NATURALES				☠☠☠
851	RAYOS	Electrocución	Quemadura, Muerte	
852	LLUVIAS FUERTES/ PROLONGADAS	Inundaciones, huaycos, deslizamientos, bloqueo de escorrentías,	Enfermedades respiratorias, hipotermia	
853	TERREMOTOS	Caída de estructuras, enterramientos	Politraumatismo, muerte	
854	NEBLINAS	Colisión, volcadura, poca visibilidad	Golpes, lesiones, muerte	
	OTROS QUE PUEDAN SER IDENTIFICADOS EN LAS AREAS			
SUSTANCIAS QUIMICAS Y MATERIALES PELIGROSOS				
1001	SUSTANCIAS INGERIBLES	Ingestión	Envenenamiento	
1002	SUSTANCIAS INHALABLES	Inhalación	Intoxicación, contaminación, afecciones respiratorias	
1003	SUSTANCIAS QUE DAÑAN LA PIEL	Contacto	Intoxicación, contaminación, lesiones dérmicas	
1004	SUSTANCIAS QUE DAÑAN A LOS OJOS	Ingreso a los ojos	Cuerpos extraños, Lesión ocular	
	OTROS QUE PUEDAN SER IDENTIFICADOS EN LAS AREAS			
OTROS				
2001	INTERRELACION PERSONAL	Violencia personal	Daño físico / psicológico	
2002	GRANDES ESFUERZOS/FATIGA ESTRUCTURAL	Deterioro de estructuras		
2003	ANIMALES DOMESTICOS	Mordeduras,	Lesion muscular	
2004	TRABAJO EN ESPACIO CONFINADO	Atrapamiento, deficiencia de oxigeno	Ahogamiento, claustrofobia, muerte	
2005	AGUA EN SUBNIVEL	Caída	Ahogamiento, muerte	
2006	SOLUCIONES ACIDAS EN SUBNIVEL	Caída	Ahogamiento, muerte	
2007	COMBUSTIBLES LIQUIDOS EN SUBNIVEL	Caída	Ahogamiento, muerte	
2008	INSECTOS Y ROEDORES	Picaduras	Enfermedades infectocontagiosas	
	OTROS QUE PUEDAN SER IDENTIFICADOS EN LAS AREAS			

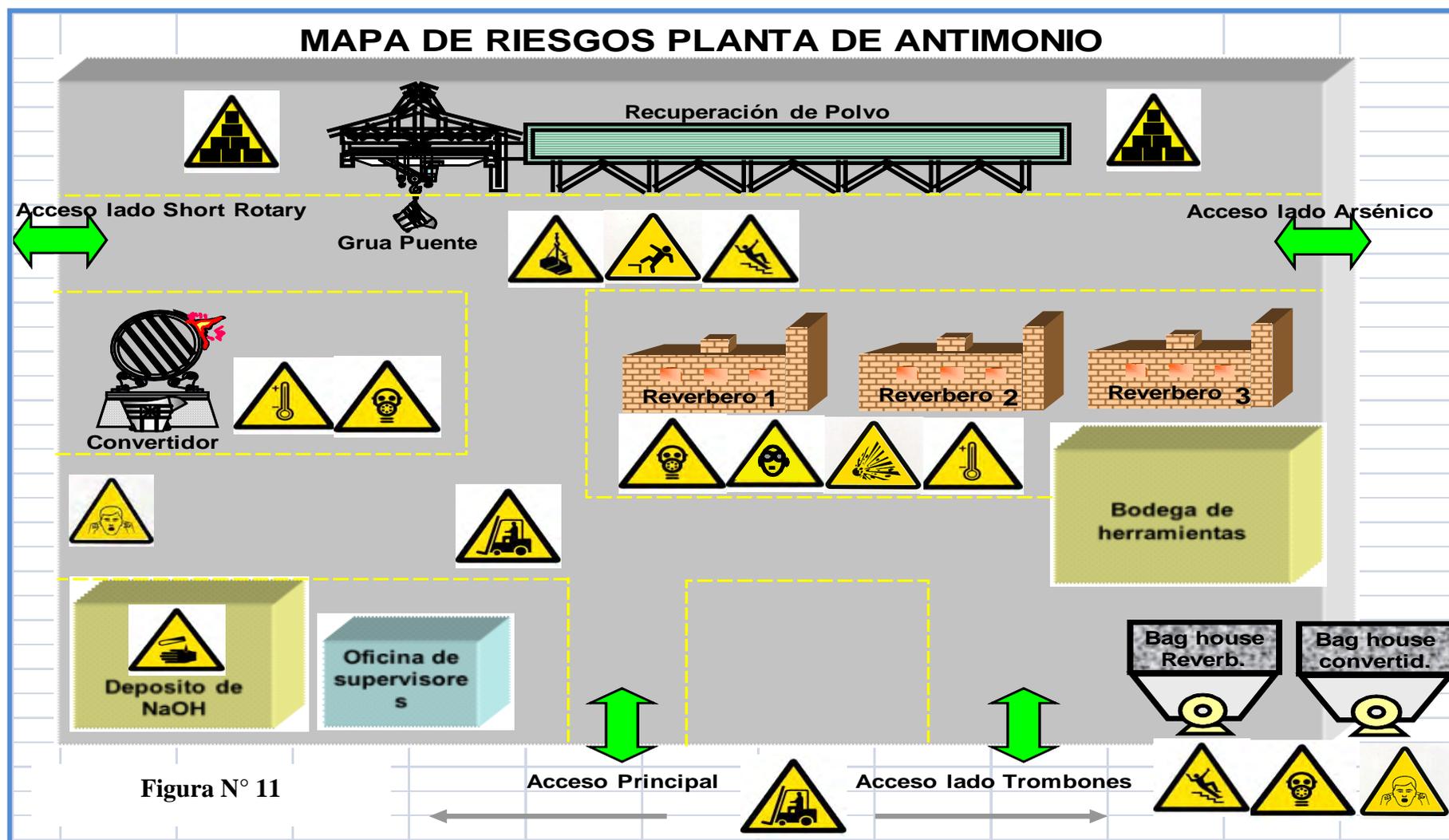


Figura N° 11

En las siguientes figuras, se ha realizado una identificación en planta de los peligros y riesgos existentes, como una muestra práctica y didáctica de su aplicación. Este sistema de identificación también es conocido como el mapeo de riesgos críticos según su criticidad. (Figura N° 11 y 12).

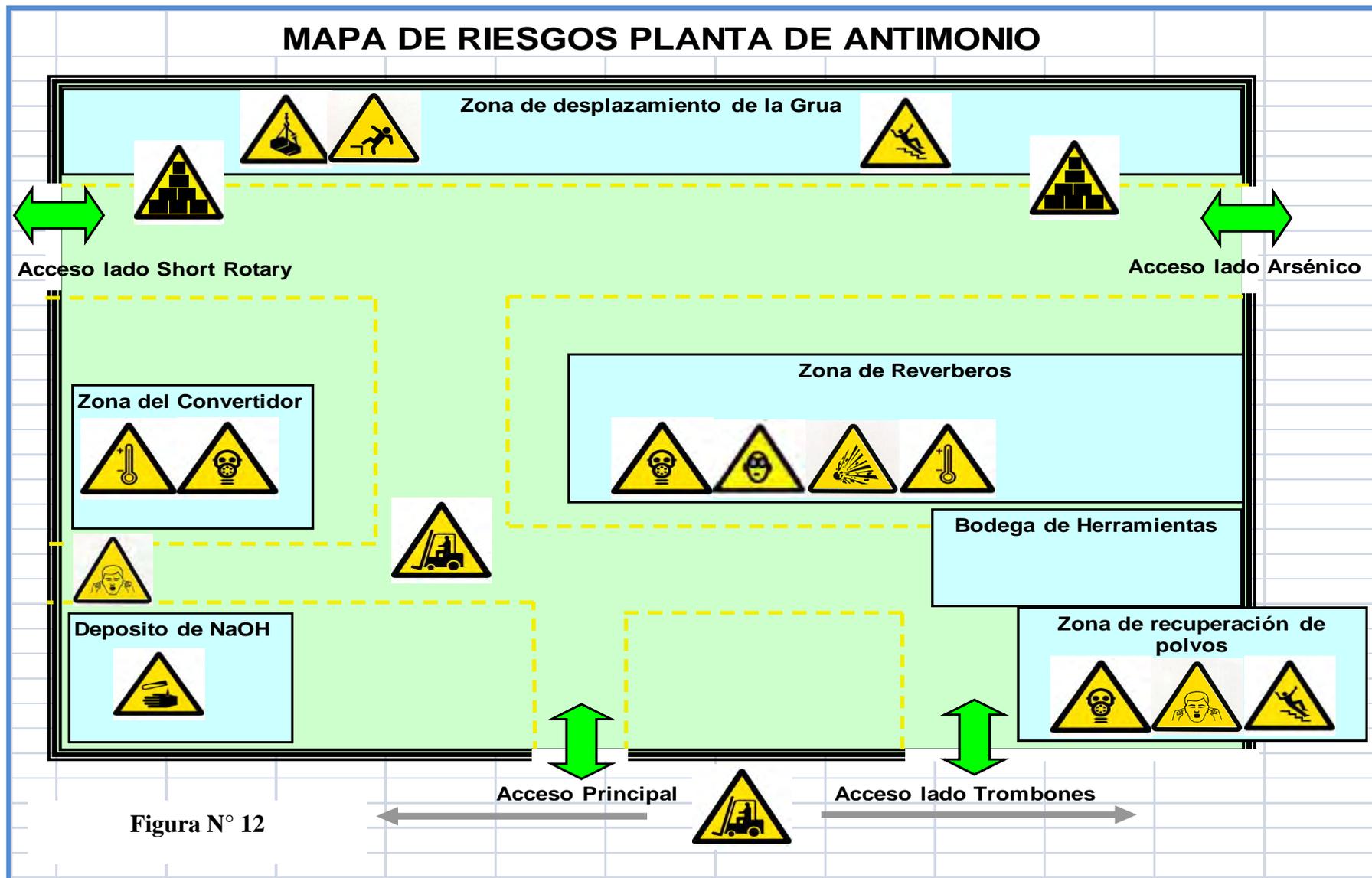
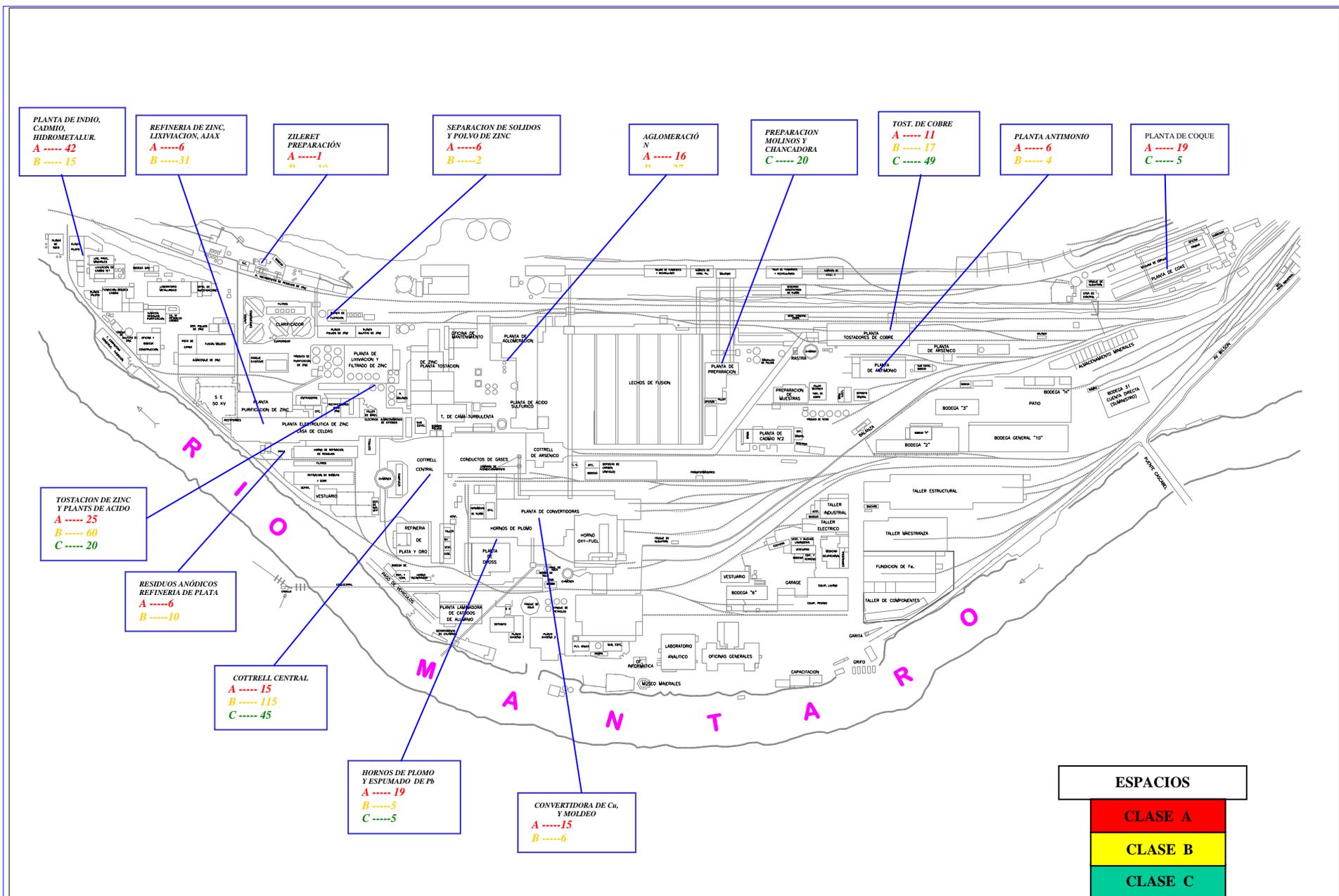


Figura N° 12



MAPEO DEL INVENTARIO DE ESPACIOS CONFINADOS EN LAS DIFERENTES PLANTAS DE LA FUNDICIÓN 1998

Figura N° 13

6.5 SEÑALIZACIÓN Y ADVERTENCIAS:

Por las mismas razones explicadas en el párrafo anterior, la señalización y avisos de advertencias contribuirán de manera eficaz a la fácil identificación y controles de prevención respectiva. Para ello será necesario que todo el personal haya recibido capacitación específica con respecto a la señalización de seguridad.

(ANEXO N° 6: Código de señales y colores)

Color empleados en las señales de seguridad	Significado y finalidad
ROJO	Prohibición, material de prevención y de lucha contra incendios
AZUL¹	Obligación
AMARILLO	Riesgo de peligro
VERDE	Información de Emergencia

1. El azul se considera como color de seguridad únicamente cuando se utiliza en forma circular.

Figura N° 14

VII. ACCIONES PREVENTIVAS EN ESPACIOS CONFINADOS:

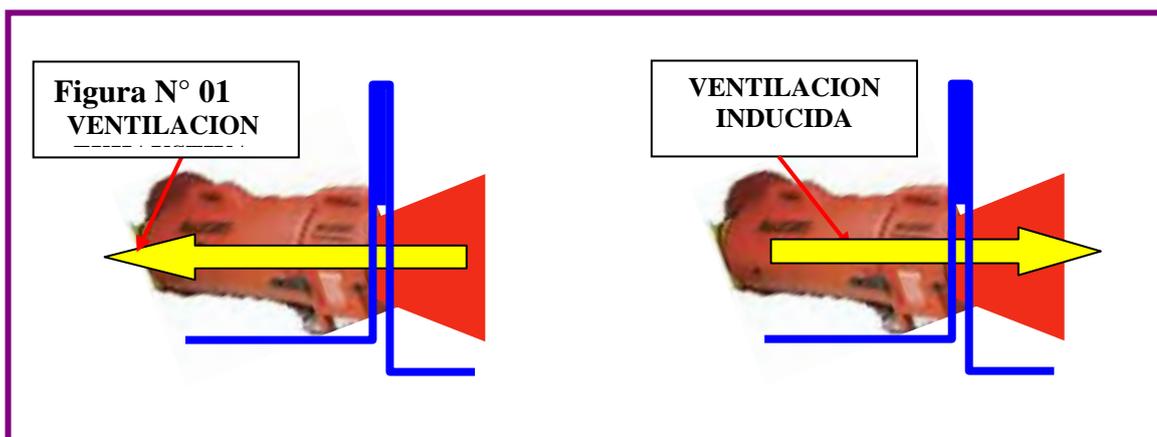
La adopción de medidas preventivas debe efectuarse tras una escrupulosa identificación y evaluación de todos y cada uno de los riesgos existentes, las mismas que previamente pasan por las coordinaciones con las jefaturas correspondientes que solicitan el trabajo, sobre las condiciones a realizar el trabajo para establecer las prioridades de ejecución, horarios, recursos disponibles y preparación de la logística correspondiente.

A continuación se exponen las medidas preventivas y de control frente a los riesgos específicos:

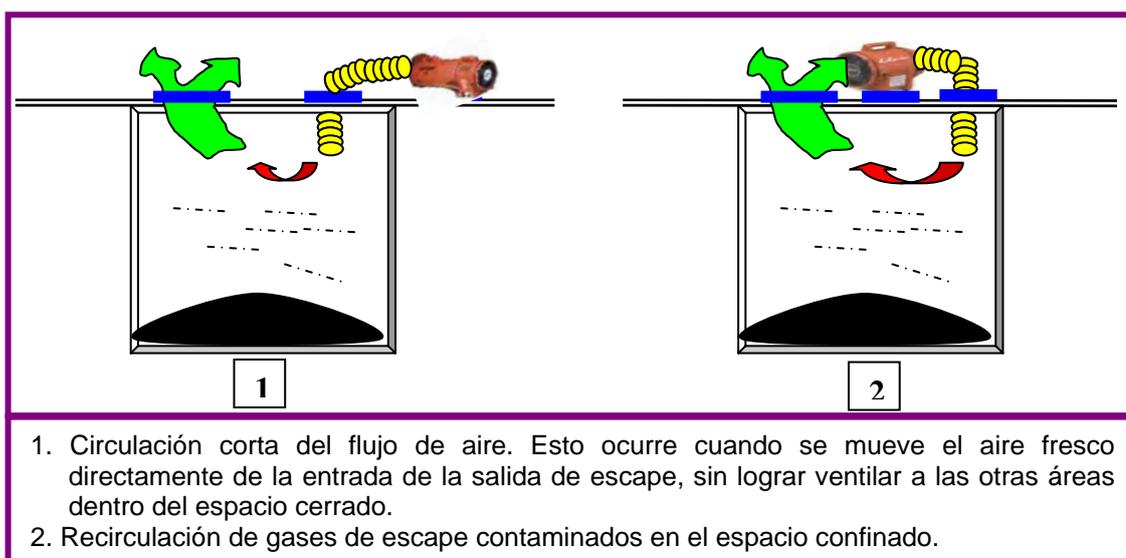
7.1 VENTILACIÓN DEL ESPACIO CONFINADO:

La ventilación requerida antes de ingresar a un espacio confinado, responde al criterio y experiencia de las personas autorizadas, considerando diversos esquemas de ventilación según las características de la atmósfera que determina los contaminantes. Para esto es necesario considerar las diferentes alternativas o arreglos típicos de los ventiladores en espacios confinados que son de dos tipos:

1. **Ventilación exhaustiva:** aquella que extrae el aire contaminado fuera del espacio confinado. Es mejor sacar el aire de un espacio cerrado cuando la atmósfera puede ser inflamable o tóxico.
2. **Ventilación inducida:** Insufla aire fresco dentro del espacio confinado. Soplar aire en el interior de un espacio cerrado, puede propagar contaminantes.
3. **Ocasionalmente,** puede realizarse una combinación de ambos.



VENTILACION EFECTIVA: Una buena ventilación es proveyendo una constante circulación de aire fresco a través de todas las áreas del espacio confinado. Sobre el particular hay dos principales problemas a considerar:

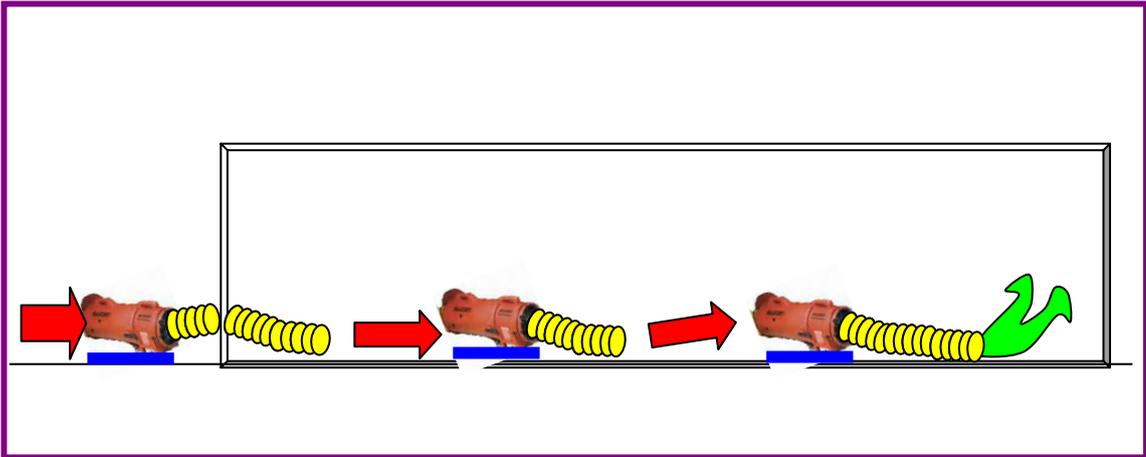


Estos problemas pueden ser evitados de 3 maneras:

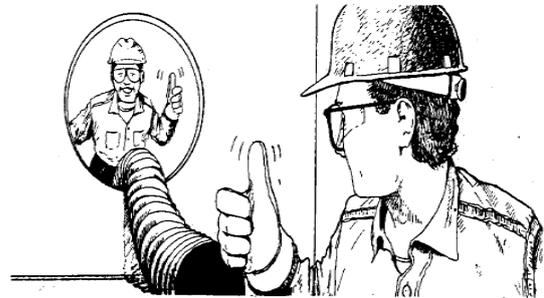
1. El equipo debe tener la potencia suficiente para ser capaz de arrojar el aire lo suficientemente lejos para ventilar todo el espacio.

El equipo debe ser capaz de captar y transportar cualquier tipo de contaminante.

Una serie de ventiladores puede ser requerida para mover aire a grandes distancias o para ventilar una gran superficie.

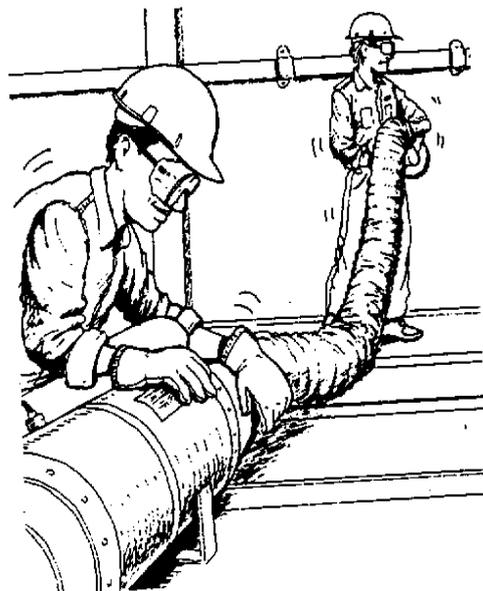


2. Localizar correctamente las entradas de aire fresco y salidas de escape. Si es posible, el aire que entra y el aire que sale deben moverse a través de aberturas separadas, que se encuentren lejos.



3. El uso de conductos de trabajo con eficacia:

- El conducto con el flujo de aire debe estar dirigido a todas las áreas del espacio cerrado
- Colocar los conductos donde ellos no serán dañados por su trabajo.
- Guarde los conductos tan cortos y directos como sea posible y ubique hasta alcanzar las áreas críticas que requieren ventilación.
- No estrangule o haga curvas cerradas en sus conductos.
- Asegúrese que todas las conexiones estén bien aseguradas



IMPORTANTE:

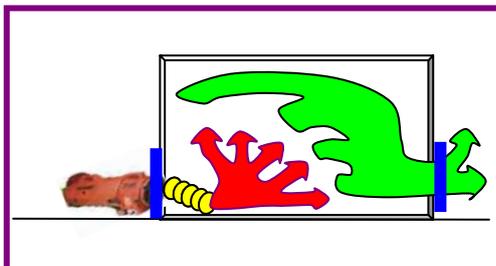
Asegúrese de que ningún ventilador o conducto físicamente restrinja los medios de evacuación de las personas que trabajan en el espacio cerrado.

Si la ventilación es necesaria para proporcionar el aire limpio en un espacio confinado; por lo general la mejor opción será la ventilación con suministro de aire.

Las siguientes preguntas y respuestas, podrán ayudarnos a decidir que la clase de ventilación debemos usar en casos específicos. Así por ejemplo:

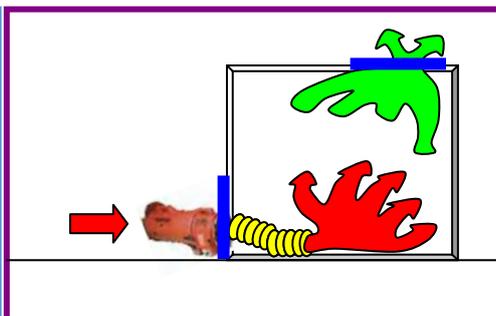
PREGUNTA:Cuál es el mejor método de suministrar aire limpio dentro de un espacio confinado?

RESPUESTA: Soplar el aire fresco desde un extremo del espacio confinado, forzando la salida de aire contaminado en el otro extremo



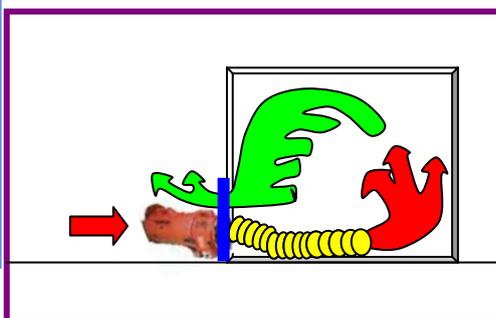
PREGUNTA:Cuál es el mejor método de proporcionar aire limpio dentro de un espacio confinado profundo?.

RESPUESTA: Soplar el aire fresco desde la parte inferior, forzando la salida de aire contaminado por parte superior del espacio confinado.



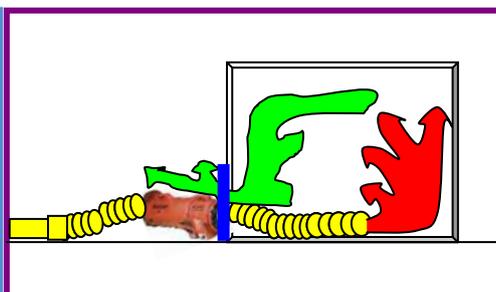
PREGUNTA: Cómo se puede evitar un cortocircuito, cuando se suministra aire limpio dentro de un espacio confinado?.

RESPUESTA: Utilizar un ventilador de gran alcance, capaz de soplar aire limpio dentro de todo el espacio confinado.



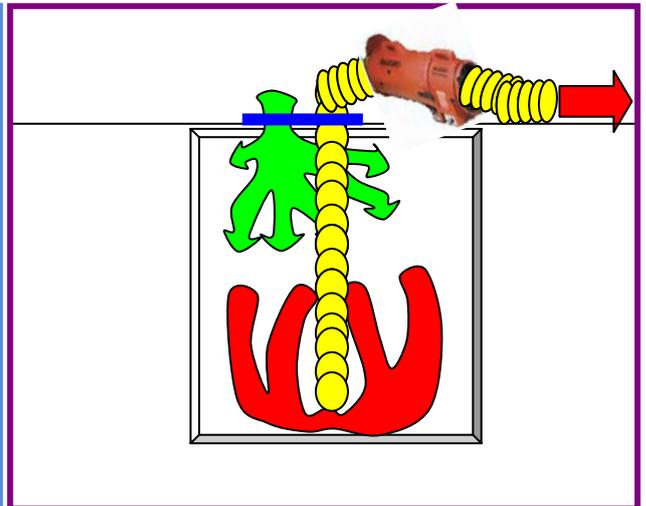
PREGUNTA: En el mismo tipo de espacio confinado, cómo se puede prevenir la recirculación del aire contaminado que sale del espacio confinado?.

RESPUESTA: Utilizar en el ventilador un conducto de aire limpio para proteger o aislar de la corriente de escape.



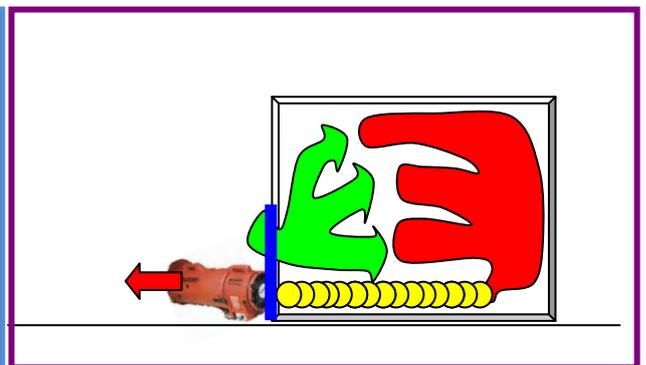
PREGUNTA: Utilizando un extractor de aire, ¿cómo se puede prevenir un corto circuito y la recirculación del aire contaminado en un espacio cerrado que sólo tiene una apertura?..

RESPUESTA: Utilizar en el ingreso del ventilador un conducto hasta la parte inferior del espacio confinado para forzar la remoción con el aire limpio. Para evitar que el aire de escape vuelva a recircular de nuevo al espacio confinado, instalar a la salida del ventilador un conducto para dirigir la salida del aire contaminado a un lugar distante al ingreso de aire fresco.



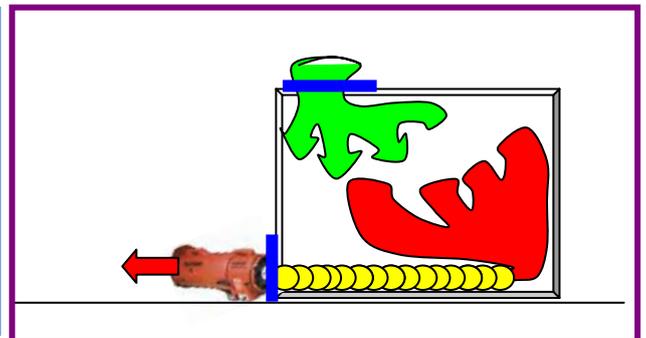
PREGUNTA: Cómo se puede proveer una buena circulación a lo largo del espacio confinado con solamente una apertura?.

RESPUESTA: Utilizar al ingreso del ventilador un conducto para extraer el aire desde el extremo final del espacio confinado, forzando el ingreso de aire fresco.



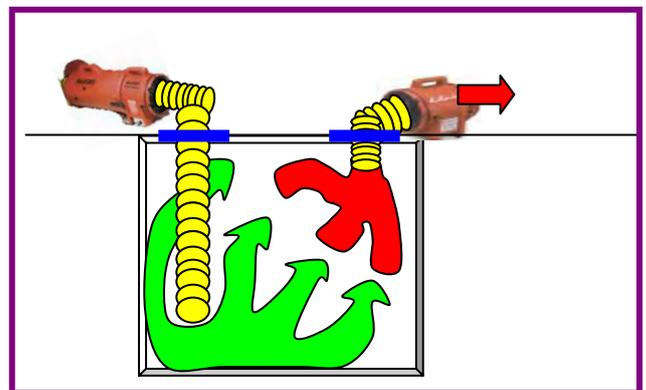
PREGUNTA: Cómo se puede prevenir una circulación corta, si el espacio confinado tiene dos aperturas, pero ellos están en una posición que dejan algunas áreas sin ventilación?.

RESPUESTA: Utilizar un ducto al ingreso del ventilador, para forzar y direccionar el aire limpio en los espacios que de otro modo no podría llegar.



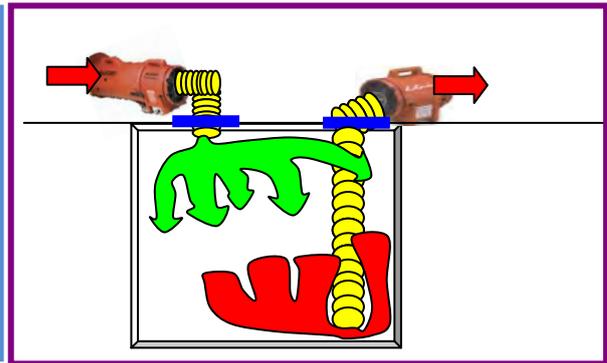
PREGUNTA:Cuál es la mejor manera de eliminar los contaminantes más ligeros que el aire de un espacio cerrado que tiene dos aberturas en la parte superior?.

RESPUESTA: Utilizar un ducto a la salida del ventilador, llevando aire fresco hasta el fondo del espacio confinado, para forzar y direccionar a los contaminantes ligeros para ser extraídos con otro ventilador por la parte superior.

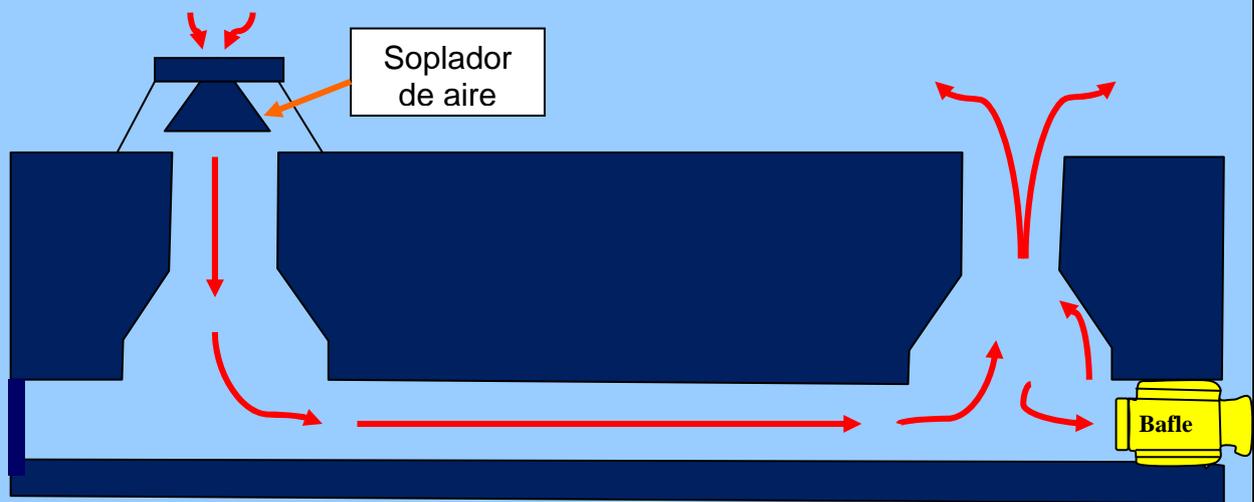


PREGUNTA: En el mismo tipo de espacio confinado, cómo se puede remover los contaminantes más pesados que el aire?.

RESPUESTA: Utilizar un ventilador con un conducto para extraer los contaminantes de la base a poca altitud del espacio confinado. El aire fresco es alimentado por otro ventilador, desde la parte superior.



Unidad de Ventilación Simple



Unidad de Ventilación en Pareja

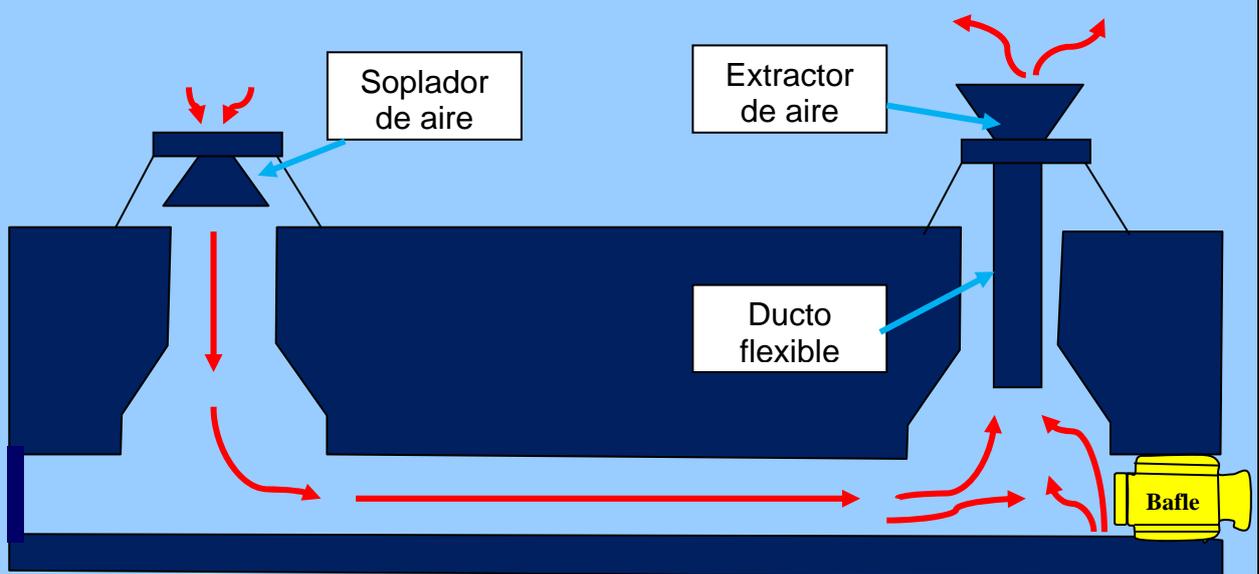


Figura N° 01

7.2 PROTECCIÓN RESPIRATORIA EN ESPACIOS CONFINADOS:

Todo programa de Protección Respiratoria, está orientado a la prevención de los riesgos respiratorios que encierran un único y común peligro durante en la inhalación, ya que al respirar todo el tiempo, inhalamos diferentes químicos y partículas de naturaleza múltiples que se encuentran en el aire; por esta razón un programa de protección respiratoria tienen **objetivos específicos** tales como:

1. Reconocer situaciones que requieren protección respiratoria.
2. Reconocer los diferentes riesgos respiratorios.
3. Seleccionar el equipo de protección respiratoria adecuado, conocer las limitaciones del equipo y su uso correcto y mantenimiento

Normalmente el ser humano durante la inhalación, respira 5 cuartos de galón (cuarto de galón = 1.136 litros de aire cada minuto), variando en aumento esta proporción según la actividad que se realice; por lo que las normativas de OSHA en protección respiratoria, están especificados para todos quienes están expuestos a contaminantes atmosféricos que se encuentren a concentraciones mayores al Límite de Exposición Permisibles (PEL); y en lugares donde los controles de ingeniería y/o prácticas de trabajo no siempre son una opción real para lograr esta protección respiratoria, menos aún en espacios cerrados donde los riesgos respiratorios son altísimos.

Los riesgos respiratorios están clasificados en 4 grandes grupos: a) Polvo, humo y niebla, b) Vapores y gases, c) Deficiencia de oxígeno y d) Temperaturas extremas.

Nuestro sistema respiratorio, posee defensas naturales que retienen las partículas

y los microbios; que de otra manera penetrarían hasta los alvéolos pudiendo provocarnos enfermedades, o en otros casos la muerte; por lo que una medida de protección independiente a los controles de ingeniería, **es el uso obligatorio del respirador adecuado**, como última barrera de protección.

⇒ **PRUEBAS DE AJUSTE**

Para tener la seguridad de que los respiradores se usan correctamente, a parte de una adecuada selección del respirador, debe complementarse con las instrucciones básicas de aplicación permanente sobre su uso, inspección y mantenimiento.

Para iniciar la prueba de ajuste, póngase el respirador y tire de las correas a su comodidad; es posible que tengan que medirse varios respiradores hasta que encuentre el respirador que más se acomoda a su estructura facial.

➤ **LA PRUEBA CUALITATIVA**

Durante esta prueba, un agente extraño (vapor, humo o un aerosol) es liberado en el aire alrededor del usuario. Si el ajuste es inadecuado, el usuario detectará la presencia del agente por medio de su: Olor, sabor e irritación nasal.

➤ **PRUEBA DE PRESIÓN NEGATIVA**

Consiste en colocar las palmas de sus manos sobre la entrada de inhalación o los filtros, luego se Inhala suavemente de modo que la mascarilla se comprima levemente hacia el rostro y retener la respiración durante unos diez segundos.

Si siente que la mascarilla del respirador permanece adherido al

rostro, y mantiene la presión negativa o succión y no siente fugas, entonces el ajuste del respirador es correcto.

➤ **PRUEBA DE PRESIÓN POSITIVA**

Consiste en Bloquear la válvula de exhalación con la palma de su mano, luego exhale o sople un poco de aire suavemente. Si la presión positiva puede ser mantenida dentro de la mascarilla y no detecta ningún escape, entonces usted tendrá un buen ajuste de su respirador.

⇒ **LIMPIEZA DEL RESPIRADOR**

- 1 El respirador por constituir una barrera que impide la inhalación de gases o materiales particulados tóxicos, es fundamental para que cumpla su función el conocimiento sobre su mantenimiento e higiene.
- 2 La limpieza adecuada y correcta de su respirador después de cada uso prolongará la calidad de su desempeño. Por lo que debe lavarse diariamente usando agua y jabón.
- 3 Después de la inspección y de la descontaminación, coloque su respirador en una bolsa plástica.

⇒ **RECOMENDACIONES Y RESPONSABILIDADES**

1. El respirador limpio debe guardarse en bolsas plásticas.
2. El uso del respirador es permanente y obligatorio mientras usted permanece dentro de las instalaciones de las áreas operativas.

3. El respirador debe cambiarse cuando se encuentre deteriorado.
4. Los cartuchos y filtros para polvos y fumes deben ser cambiados cuando sienta dificultad al respirar y los cartuchos químicos nunca deben usarse cuando: La atmósfera es altamente tóxica.

7.2.1 PROTECCIÓN PERSONAL

EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

En todo trabajo de espacio confinado, por lo mismo que éstos encierran peligros escondidos, es imprescindible que el trabajador use sus equipos básicos de protección personal; y dependiendo del tipo de trabajo a realizar se requerirán equipos específicos, trajes especiales y otros.

7.2.2 TIPOS DE EQUIPOS DE RESPIRACION

Cuando no es posible instalar controles de ingeniería o mientras que éstos estén siendo instalados, el uso de respiradores es obligatorio. El respirador que se va a utilizar dependerá del tipo de peligro al que estará expuesto, y la selección apropiada estará de acuerdo con las instrucciones de la American National Standard Practices for Respiratory Protection, Z88.2-1969 (Figura N° 2 y 3)

23—Equipos de protección respiratoria

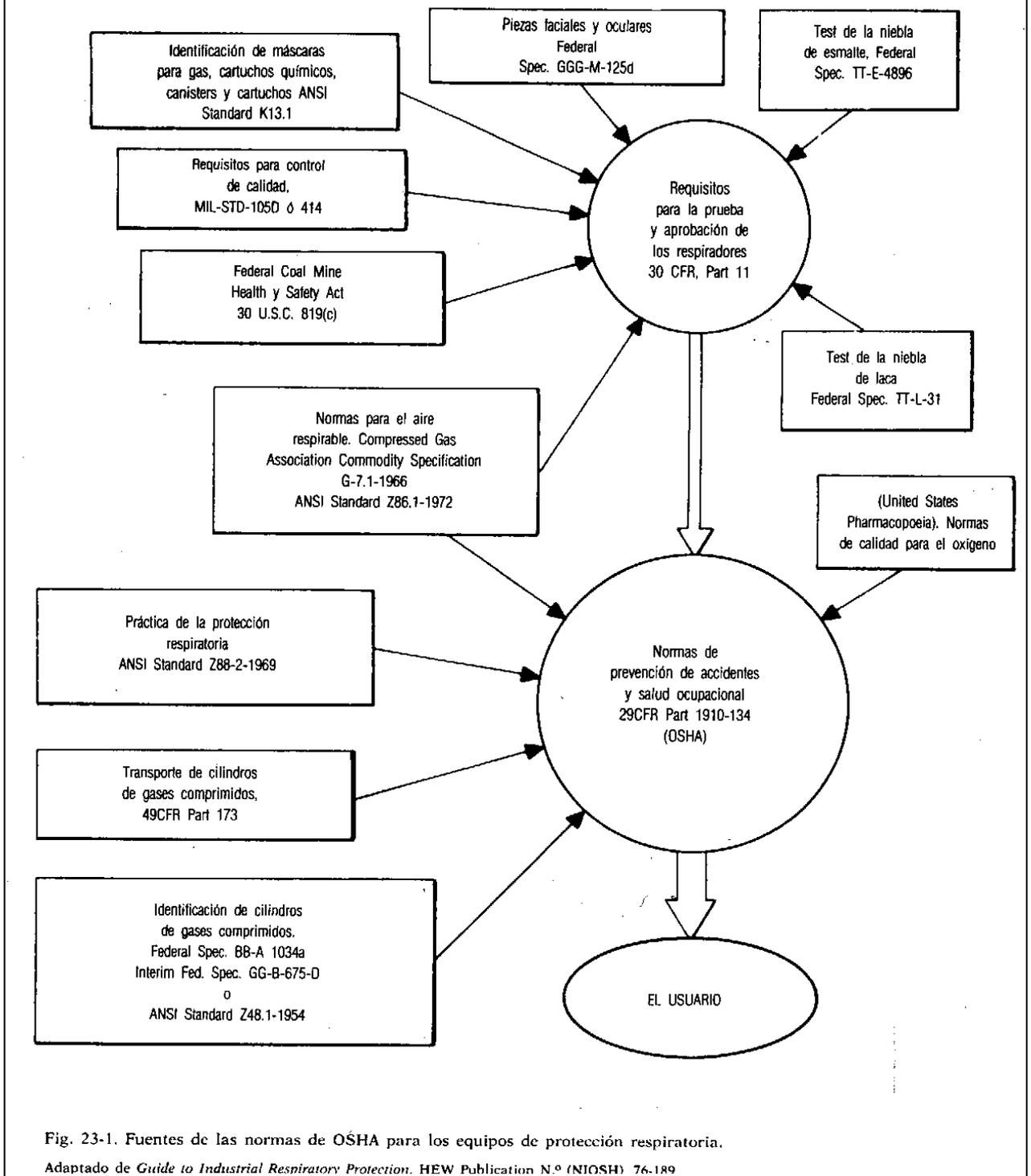
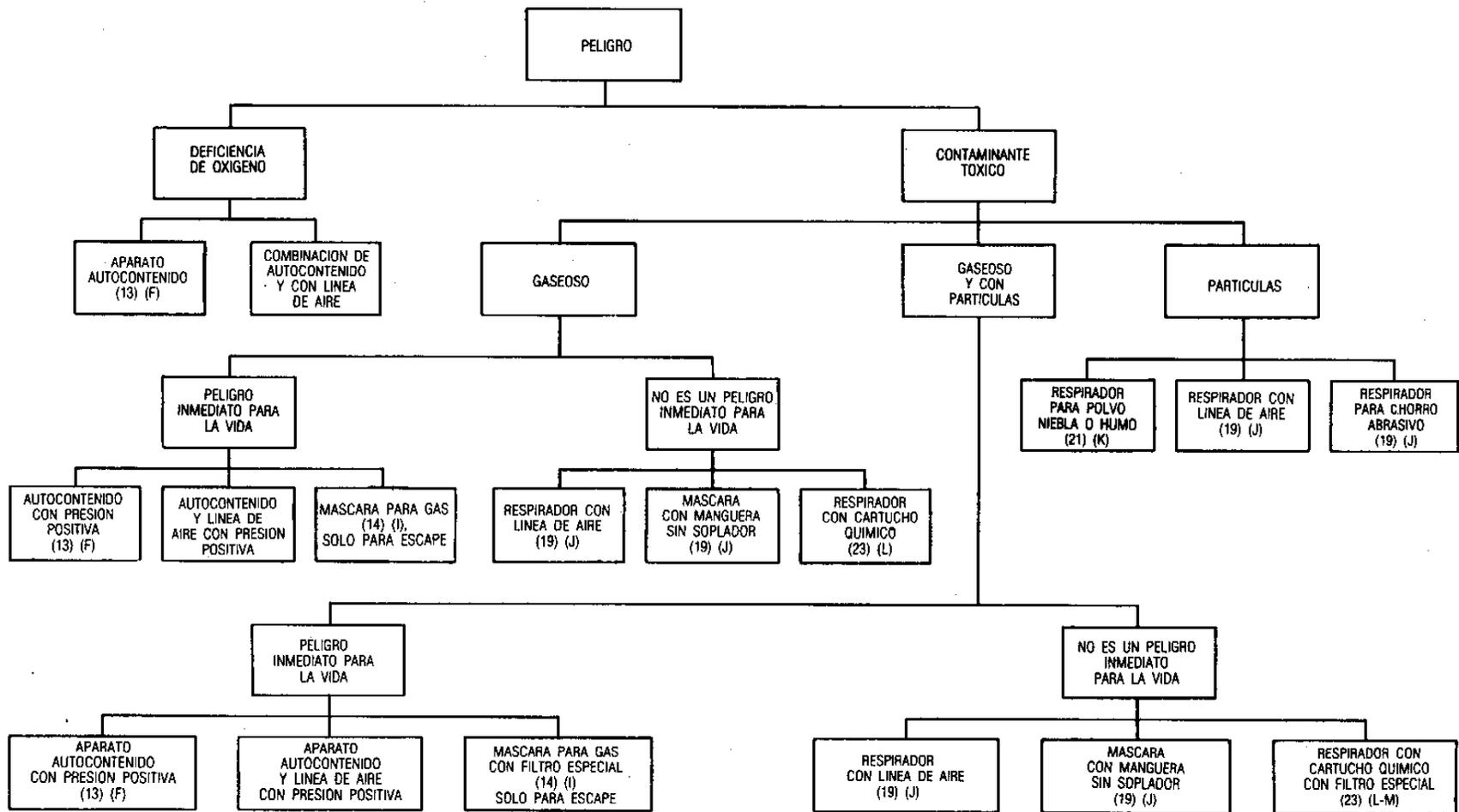


Fig. 23-1. Fuentes de las normas de OSHA para los equipos de protección respiratoria.

Adaptado de *Guide to Industrial Respiratory Protection*. HEW Publication N.º (NIOSH) 76-189

Figura N.º 2: Equipo de protección respiratoria

TABLA 23-A
ESQUEMA PARA ELEGIR DISPOSITIVOS DE PROTECCION RESPIRATORIA



Basada en la Circular 7792 del *Bureau of Mines*

Los números entre paréntesis se refieren a los programas del *Bureau of Mines*, las letras indican la Subparte de NIOSH-MESA 30 CFR Part 11.

Figura N° 3: Esquema para elegir dispositivos de protección respiratoria

1. LOS RESPIRADORES PURIFICADORES DE AIRE

Un respirador purificador de aire, debe estar equipado con un filtro certificado por NIOSH (regulación 30 CFR parte 11) con filtros de alta eficiencia de partículas de aire (HEPA); o un respirador de aire purificado equipado con un filtro certificado por NIOSH para partículas bajo la regulación 42 CFR parte 84.

En todos los casos su principal propósito es remover los contaminantes del aire que respiramos, siempre en atmósferas que debe contener suficiente oxígeno mínimo entre 19.5 % a 23 % como máximo para mantener con vida al trabajador.

PUEDEN SER DE TRES TIPOS:

- 1 **Los respiradores removedores de partículas.** Aquellos que están implementados con filtros de alta eficiencia aprobados por NIOSH, cuya eficiencia de filtrado es del 99.97 % de partículas en filtros EPA. P-100.
- 2 **Los respiradores removedores de gases y vapores.** Aquellos que usan cartuchos químicos para contaminantes específicos. OSHA ha determinado un sistema de códigos de colores para designar contra cuales químicos el cartucho proporcionará protección; así por ejemplo:

CONTAMINANTE	COLOR CÓDIGO
Acido Gases	Blanco
Vapor Orgánico	Negro
Gases Ácidos y Vapores Orgánicos	Amarillo
Filtros HEPA (Polvo, Humo y Niebla)	Morado
Gas de Amoníaco	Verde
Químicos específicos	Anaranjado
Tabla N° 1: Sistema de código de colores - OSHA	

- 3 **Una combinación de ambos tipos:** Estos respiradores utilizan cartuchos mixtos de combinación de los anteriores.

2. LOS RESPIRADORES SUPLIDORES DE AIRE.

Cuando existen ausencias evidentes de los riesgos o propiedades de advertencia como el olor, gusto, irritación, etc. o en caso contrario éstas se encuentran por encima del límite de exposición del contaminante, o si la concentración es igual o mayor a su IDLH, existe la alternativa de usar equipos especiales como:

- Los aparatos de respiración auto-contenidos (SCBA: Self-Contained Breathing Apparatus), que proveen aire desde un tanque; generalmente son usados para operaciones de rescate y emergencias.
- La limitación de los equipos SCBA, es que son pesados y voluminosos y pueden dificultar el ingreso dentro de áreas estrechas o cerradas.
- Los respiradores con línea de aire de presión positiva y con válvulas de regulación de presión y acondicionados con máscara completa, son los requeridos para ingresar a áreas estrechas y cuando se requiere suministro de aire por mucho tiempo. Para este caso específico, es frecuente el uso de aire industrial la misma que arrastra partículas finas de aceite y alta humedad; por lo que antes de ser usados es recomendable pasar por un filtro de aire para separar la humedad y el arrastre de aceite.

7.2.3 FACTORES DE PROTECCIÓN DE EQUIPOS DE RESPIRACIÓN.

El respirador seleccionado debe poseer un factor de protección asignado acorde con la exposición que haya en cada ambiente de trabajo en particular. Este Factor de Seguridad llamada también Tasa de Riesgo, se encuentra dividiendo la concentración del contaminante en aire por el TLV (Valor Umbral Límite) para obtener el factor de Protección relativo. Cada tipo de equipo de protección respiratoria tiene limitaciones, las cuales deben ser consideradas cuando se determine el tipo de respirador a ser usado para operaciones químicas; precisamente el Factor de Protección del equipo de respiración es la que determina las limitaciones del mismo. (Tabla N° 2)

Luego debe seleccionarse un respirador con un factor de protección mayor o igual a la obtenida como factor de Protección.

$$\text{FACTOR DE PROTECCION ASIGNADO} = \frac{\text{Concentración del contaminante en el aire}}{\text{TLV}}$$

(TASA DE RIESGO)

Factor de Protección Respiratoria (NIOSH)

Condición	Factor	Si la concentración llega hasta:
Media Cara (con filtro EPA)	$X = 10 * LMP$	$X = 0.5 \text{ mg/m}^3$ (500 ug/m^3)
Media Cara (con linea de aire)	$X = 25 * LMP$	$X = 1.25 \text{ mg/m}^3$ ($1\ 250 \text{ ug/m}^3$)
Full Face (con filtro EPA)	$X = 50 * LMP$	$X = 2.5 \text{ mg/m}^3$ (2500 ug/m^3)
Ventil. Asistida (Drager media cara)	$X = 1000 * LMP$	$X = 50 \text{ mg/m}^3$ ($50\ 000 \text{ ug/m}^3$)
Ventil. Asistida (Drager Full Face)	$X = 2000 * LMP$	$X = 100 \text{ mg/m}^3$ ($100\ 000 \text{ ug/m}^3$)
SCBA (Autocontenido)	$X = 10\ 000 * LMP$	$X = 500 \text{ mg/m}^3$ ($500\ 000 \text{ ug/m}^3$)

TLV = LMP= Límite Máximo Permissible del contaminante crítico. (REL)

REL= Recommended Exposure Limit (NIOSH)

Tabla N° 2

Estos Factores de Protección Asignados pueden variar para Normas específicas como las dictadas por OSHA para equipos especiales. En el caso que dichos factores sean menores de acuerdo a las normas locales o estatales, deberán ser utilizados el de mayor seguridad.

La importancia del tiempo de uso y la necesidad de de disponer de un mayor tiempo de uso se torna evidente cuando examinamos cada una de las cuatro formas en que un contaminante puede ingresar a los pulmones del trabajador debido a:

1. Filtración inadecuada
2. Ajuste facial del respirador inefectivo
3. Mantenimiento inapropiado
4. Tiempo de inutilización

El tiempo de inutilización está referida al período de tiempo que un trabajador se quita el respirador en un área en donde necesita protección (incluso por un corto tiempo), los contaminantes pueden ingresar directamente a los pulmones. La reducción del tiempo de inutilización es crítica y se relaciona con los aspectos de aceptación y cooperación del trabajador en el uso del respirador.

A continuación, desarrollamos dos ejemplos típicos, que ayuden a ilustrar **el efecto del tiempo de inutilización** en la exposición de un trabajador:

Ejemplo N° 1: Asumimos los siguientes criterios para un respirador de media cara:

- a) El nivel del contaminante en el aire es 10 veces mayor que el LMP.

- b) El factor de ajuste (FA) es 100. (Este es el factor de ajuste mínimo requerido para respiradores de media cara según indica la norma 29 CFR 1910.134 para pruebas de ajuste cuantitativo).
- c) El respirador es inutilizado el 10 % del tiempo.

Ejemplo N° 1 - Tiempo de uso efectivo 90 %	
<u>Concentración inhalada</u>	<u>Exposición</u>
Tiempo no utilizado : 10 % X 10 LMP	= 1.00 X LMP
Tiempo Utilizado : $\frac{90\% \times 10 \text{ LMP}}{100 \text{ (FA)}}$	= 0.09 X LMP
Exposición TOTAL	= 1.09 X LMP

Explicación: En esta situación, cuando el trabajador no utiliza el respirador, está expuesto al 10 % del total de la concentración de contaminantes de 10 X LMP; en tanto que el restante 90 % está siendo protegido por el respirador. La sumatoria de estas dos exposiciones es mayor a 1 X LMP. Por consiguiente, el trabajador está sujeto a una exposición excesiva de contaminantes.

Ejemplo N° 2: Asumimos los siguientes criterios para un respirador de media cara:

- a) El nivel del contaminante en el aire es el mismo (10 X LMP)
- b) El factor de ajuste (FA) es igualmente 100.
- c) El tiempo de uso del respirador ha aumentado al 95 % (es decir, tiempo inutilizado el 5 %).

Ejemplo N° 2 - Tiempo de uso efectivo 95 %

<u>Concentración inhalada</u>	<u>Exposición</u>
Tiempo no utilizado: 5 % X 10 LMP	= 0.5 X LMP
Tiempo Utilizado : $\frac{95 \% \times 10 \text{ LMP}}{100 \text{ (FA)}}$	= 0.095 X LMP
Exposición TOTAL	= 0.595 X LMP

Explicación: Al incrementar el tiempo de uso en 5 puntos porcentuales, la exposición del trabajador se reduce a casi la mitad y ahora está dentro de un nivel aceptable.

La comparación de las dos situaciones demuestra que con un simple aumento del tiempo de uso del 90 al 95 por ciento, el trabajador obtiene una mejor protección. En una jornada de trabajo de 8 horas, este incremento equivale a 24 minutos adicionales de protección durante la jornada, o de 6 minutos adicionales por cada hora que el trabajador permanece en el área contaminada.

Conclusión: Cuando se utiliza correctamente un respirador apropiado durante el turno de trabajo, dicho respirador provee una excelente protección al trabajador y ayuda a reducir su exposición a un nivel inferior al LMP. Sin embargo, la protección puede reducirse sustancialmente si el trabajador no utiliza un respirador incluso por periodos cortos en aquellos lugares en donde está expuesto a aire contaminado no filtrado.

FACTOR DE PROTECCION EFECTIVA:

Los factores de protección asignada (FPA) de los respiradores pueden obtenerse únicamente cuando se selecciona el equipo apropiado, se lo somete a pruebas de ajuste,

recibe el mantenimiento adecuado y se lo utiliza durante todo el tiempo de exposición. El efecto del tiempo de inutilización en el FPA puede ser determinado mediante el cálculo del Factor de Protección Efectiva (FPE), que depende de la tasa de fugas, tiempo de uso y tiempo de inutilización, de acuerdo a la ecuación:

$$FPE = \frac{\text{Tiempo del turno de trabajo en minutos}}{(\text{Tasa de fugas}) (\text{Tiempo de uso}) + \text{Tiempo de inutilización}}$$

$$\text{Tasa de Fugas} = (1 / \text{Factor de ajuste}) = (1 / \text{FPA})$$

Ejemplo N° 3: Asumimos los siguientes criterios para el caso de un trabajador que usa un respirador de media cara:

- El nivel del contaminante en el aire es el mismo (10 X LMP)
- El factor de ajuste (FA) es igualmente 100.
- El tiempo de exposición es de 6 horas (360 minutos)
- El tiempo de uso del respirador fue 90 % (es decir, tiempo inutilizado de 10 %).

Ejemplo N° 3 - Tiempo de inutilización del 10 %

Contaminante:

Nivel contaminante	=	10 X LMP
Tiempo de Exposición	=	6 horas = 360 minutos
Factor de Ajuste	=	100
Tasa de Fugas	=	1/100 = 0.01
Tiempo de Uso	=	90 % (360 X 0.9) = 324 minutos
Tiempo de Inutilización	=	10 % (360 X 0.10) = 36 minutos

$$\text{FPE} = \frac{360 \text{ min.}}{(0.01) (324 \text{ min.}) + 36 \text{ min.}} = 9.17$$

Ejemplo N° 4: Asumimos los siguientes criterios para el caso de un trabajador que usa un respirador de media cara:

- El nivel del contaminante en el aire es el mismo (10 X LMP)
- El factor de ajuste (FA) es igualmente 100.
- El tiempo de exposición es de 6 horas (360 minutos)
- El tiempo de uso aumenta al 95 % (es decir, tiempo inutilizado de 5 %).

Ejemplo N° 4 - Tiempo de inutilización del 5 %

Contaminante:

Nivel contaminante	=	10 X LMP	
Tiempo de Exposición	=	6 horas = 360 minutos	
Factor de Ajuste	=	100	
Tasa de Fugas	=	1/100 = 0.01	
Tiempo de Uso	=	95 % (360 X 0.95)	= 342 minutos
Tiempo de Inutilización	=	5 % (360 X 0.05)	= 18 minutos

$$\text{FPE} = \frac{360 \text{ min.}}{(0.01) (324 \text{ min.}) + 18 \text{ min.}} = 16.8$$

Explicación: En los dos ejemplos anteriores los trabajadores utilizaban respiradores con un factor asignado de 10; sin embargo, la diferencia en el tiempo de uso hace que el Factor de Protección Efectiva (FPE) varíe sustancialmente, ya que con un simple aumento del tiempo de uso del 90 al 95 por ciento, el trabajador obtiene una mejor protección (FPE = 16.8) superando el FPA mayor a 10.

Conclusiones:

- 1) El entrenamiento de los trabajadores incluida la educación en el aspecto del tiempo de inutilización, es uno de los elementos más críticos de la implementación de un programa de protección respiratoria de éxito.
- 2) Los datos de los Factores de Protección Efectiva demuestran que si se incrementa el porcentaje del tiempo que un respirador esta siendo utilizado al 95 % o más durante el tiempo que el trabajador esta expuesto a un contaminante, se puede ayudar a mantener la exposición a niveles inferiores al LMP y proveer una mayor protección al trabajador. Sin embargo, la protección puede reducirse sustancialmente si el trabajador no utiliza un respirador incluso por periodos cortos en aquellos lugares en donde está expuesto a aire contaminado no filtrado (Tabla N°. 3)

TABLA 3: Tiempo de Uso y su Efecto en el Factor de Protección Efectiva				
Factor de Ajuste	Porcentaje de Tiempo de Uso			
	80 %	90 %	95 %	100 %
25	4.3	7.4	11.4	25
50	4.6	8.5	14.5	50
100	4.8	9.2	16.8	100
1000	4.98	9.9	19.6	1000
10000	4.99	9.99	19.9	10000
INF	5.0	10.0	20.0	INF

- 3) Según la Tabla 3, cualquier incremento en el factor de ajuste, no tiene ningún efecto en el factor de protección efectiva.(Esto sigue siendo válido hasta que se logren tiempos de uso extremadamente altos). Por Ejm.: En el caso de un de un tiempo de uso del 80 %, el mejor FPE que se puede lograr es apenas de 5, incluso con un factor de ajuste de 10 000, el cual representa un buen sello del rostro y una penetración mínima del contaminante a través del filtro. También es cierto que la selección de respiradores con un FPA altos no ejerce ningún efecto significativo en el FPE hasta que se logren tiempos de uso extremadamente altos.
- 4) Un tiempo de uso del 90 % o menos con un respirador con un alto factor de ajuste da como resultado factores de protección efectiva menores de 10.
- 5) El momento que aumenta el porcentaje del tiempo de uso del 80 al 90 y luego al 95 por ciento, el Factor de Protección Efectiva que se provee al usuario aumenta sustancialmente.
- 6) Solamente cuando se alcance un tiempo de uso del 95 % o más, se logrará un factor de protección efectiva de por lo menos 10. En otras palabras si el tiempo de uso es inferior al 95 por ciento, la intensificación de los criterios de ajuste relacionados con el éxito/fracaso de la prueba mediante la exigencia de mayores factores de ajuste o la selección de respiradores con FPA mas altos no acarrea ningún efecto significativo.

7.2.4 PRUEBA CUANTITATIVA (FIT TEST) AJUSTE Y SELLADO DEL RESPIRADOR

➤ LA PRUEBA CUANTITATIVA - FIT TEST

Una evaluación de la adecuación de ajuste del respirador, midiendo cuantitativamente la cantidad de fugas en el respirador, es mediante el uso de un software Fit Plus, Fit Test que mide por comparación la concentración de partículas de polvo o agente extraño, tanto fuera del respirador como a la concentración dentro de la mascarilla del respirador censado por medio de una sonda adaptable al interior de la mascarilla y otra sonda directamente al ambiente; y por comparación determina el grado de protección del respirador por su hermeticidad y el tipo de cartucho utilizado (Fig. 6). Esta prueba del Fit Test, se realiza simulando las diferentes actividades del trabajador en diferentes condiciones, de acuerdo a la Norma de Protección Respiratoria OSHA 29 CFR 1910.134; considerando los Factores Mínimos de ajuste: 100 para las máscaras de media cara y 500 para máscaras de cara completa. En ambos casos se requiere una secuencia de 8 ejercicios preferentemente de 60 segundos cada uno en las siguientes condiciones:

1. **La respiración normal.** En posición de pie normal, sin hablar, el tema se respire normalmente.
2. **La respiración profunda.** En posición de pie normal, el tema se respira lenta y profundamente, tomando todas las precauciones para no hiperventilar.

3. **Pasando la cabeza lado a lado.** De pie en su lugar, el tema poco a poco a su vez su cabeza de lado a lado entre las posiciones extremas de cada lado. La cabeza se celebrarán en cada extremo por un momento lo que el sujeto puede aspirar a cada lado.
4. **Mover la cabeza arriba y abajo.** De pie en su lugar, el sujeto se mueva lentamente su cabeza de arriba abajo. El tema debe ser instruido para inhalar en la posición superior (es decir, cuando se mira hacia el techo).
5. **Hablar - leer en voz alta** lentamente y lo suficientemente fuerte para ser escuchado con claridad por el conductor de prueba. El sujeto puede leer un texto preparado, como el Paso del Arco Iris, contar hacia atrás desde 100, ó recitar un poema o una canción memorizada.
6. **Mueca.** El sujeto se mueca en la sonrisa o fruncir el ceño. (Esto aplica sólo a las pruebas cuantitativas mas no a las pruebas cualitativas.)
7. **Agacharse.** El sujeto se doblará a la cintura como si él / ella fuera a tocar sus dedos del pie. Trotar en el lugar será sustituido por este ejercicio en los entornos de prueba como el tipo de cubierta o unidades QNFT QLFT que no permiten doblar la cintura.
8. **La respiración normal.** Igual que el ejercicio (1).

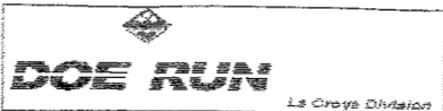
Terminada las pruebas descritas, el software calcula automáticamente y muestra el factor de ajuste global para el conjunto de ejercicios. El factor de ajuste global es

visualizado con el mensaje de FAIL, el mismo que indica el éxito o fracaso de la prueba.

La prueba se ha realizado correctamente y es necesario llevar un registro de la prueba en el expediente. Este registro contiene la identificación individual y la información que describe la marca, modelo del respirador, tamaño, etc.; además de la fecha de la prueba, etc. Así como se ve en la figura N° 4.

Estas pruebas cuantitativas con el software Fit Plus Fit Test según se describen son realizados con un equipo computarizado Porta Count-Plus, bajo el principio descrito en la (Fig.5); y se recomienda que cada usuario debe realizar una prueba de ajuste por lo menos una vez al año.

Al igual que en los protocolos de ajuste de respiradores, este método también es afectado por: cambios en la estructura facial, el vello facial, la estructura ósea facial, dentadura postiza, cicatrices faciales, lentes, maquillaje excesivo, pérdida de peso, cirugías, etc.



06 MAR. 2009
 SALUD OCUPACIONAL CHANGE HOUSE
 DOE RUN PERU LA OROYA

PRUEBA DE SELLADO DEL RESPIRADOR FIT TEST

OPERADOR: NICOLAS LAVADO P.
 TRABAJADOR: VILLENNA GONZALES JESUS
 AREA DE TRABAJO: FUNDICION DE PLOMO
 PREFIJO: 331 FICHA No. 29194 SECCION: PATIO

TIPO DE RESPIRADOR: FULL FACE MARCA: A.O TALLA: _____

	MEDIUM	SMALL	SMNI	
RESPIRACION NORMAL	1602	28	113	
RESPIRACION LENTA	1417	13	152	
RESP. C/MOV. De cabeza-lateral	1044	24	104	
RESP. C/MOV. de cabeza-arriba abajo	606	27	184	
CONVERSANDO	961	22	128	
RESPIRACION NORMAL	722	16	172	
PASS LEVEL	100	100	100	100
OVERALL	884	21	142	

[Signature]
 FIRMA DEL TRABAJADOR

Probar otros respiradores

TIPO DE RESPIRADOR: FULL FACE MARCA: 317 TALLA: _____

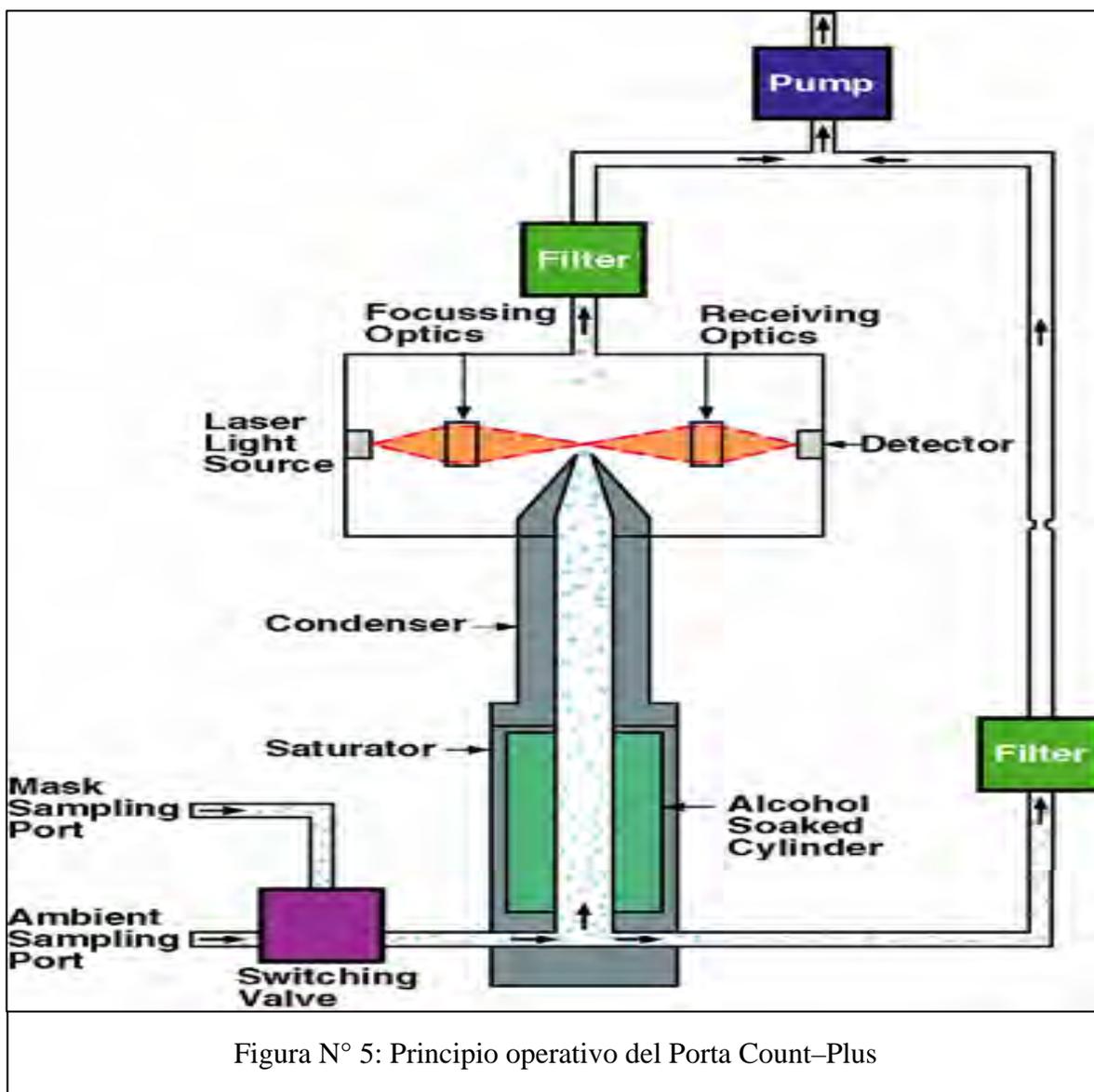
	MEDIANO	GRANDE		
RESPIRACION NORMAL	70332	5871		
RESPIRACION LENTA	36639	34449		
RESP. C/MOV. De cabeza-lateral	57620	65774		
RESP. C/MOV. de cabeza-arriba abajo	10007	7971		
CONVERSANDO	72791	19656		
RESPIRACION NORMAL	21440	39883		
PASS LEVEL	100	100	100	100
OVERALL	27199	12922		

LE DUELE LA GARGANTA OK. *[Signature]*
 FIRMA DEL TRABAJADOR

Recomendación:
EL TRABAJADOR DEBE USAR FULL FACE 317
TALLA GRANDE.

[Signature] 6/03/2009.
 N. LAVADO P.
TRABAJADOR

Figura N° 4



7.2.5 CERTIFICACIÓN: OSHA 29 CFR 1910-134 Y NIOSH 42 CFR 84.

El Estándar de Protección Respiratoria 29 CFR 1910.134 regula todos los aspectos de la protección respiratoria para el uso obligatorio y voluntario para la mayoría de las industrias y sitios de trabajo.

En resumen describe todo un programa eficaz de protección respiratoria que sea

establecido por el empleador y que el equipo que use sea efectivo; orientado a disminuir la probabilidad que el trabajador pueda ser afectado en forma adversa en su salud por trabajar en una atmósfera contaminada. Este Programa debe incluir lo siguiente:

1. Procedimientos por escrito de los estándares del uso correcto y seguro de los respiradores.
2. Evaluación regular del programa y modificación de los procedimientos existentes cuando sea necesario.
3. Selección de respiradores según los peligros existentes y potenciales (refiérase a la MSDS y los resultados de las muestras de aire para hacer una selección correcta de protección).
4. Capacitación en la selección, uso, y mantenimiento correcto de respiradores.
5. Las instrucciones para la prueba de ajuste tienen que incluir: Demostración y prueba de ajuste.
6. Todos los respiradores tienen que: Inspeccionarse, repararse, limpiarse y almacenarse.

Adicionalmente, 29 CFR 1910.1200, el Estándar de Comunicación de Riesgos, estipula que los empleados quienes estén expuestos a materiales peligrosos tienen que estar capacitados sobre medidas que pueden tomar para que puedan protegerse de tales peligros. Estas medidas incluyen respiradores/equipo de protección personal. Cuando el empleador proporciona respiradores para uso obligatorio o voluntario, el empleador tiene que desarrollar e implementar un programa por escrito de protección respiratoria.

Información técnica sobre la Norma para Respiradores NIOSH 42 CFR 84

Esta norma fue puesta a disposición del público en la oficina de impresión del Gobierno de Estados Unidos en Washington, DC., el 2 de junio de 1995. En la misma NIOSH y el Departamento de la Administración del Trabajo/de la Seguridad y de la Salud de las Minas (MSHA) ven los requisitos para la certificación de los dispositivos de protección respiratoria.

Bajo las nuevas pruebas con partículas y filtros, NIOSH certifica 3 clases: N, R y P, con tres niveles de eficiencia: el 95 %, el 99 % y 99,97 % en cada clase. En todas las pruebas del filtros se empleó el tamaño mas penetrante de partículas en suspensión, 0.3 un (micrones) de diámetro.

La serie N, no resiste ambientes con partículas en suspensión de base aceitosa; es decir para partículas sólidas que no sean aerosoles que no deterioran el funcionamiento del filtro.

La serie R, resiste ambientes con partículas en suspensión de base aceitosa, es decir para partículas sólidas y aerosoles degradantes a base de aceite. Los filtros “R” tienen Límites de Uso.

La serie P, es a prueba de ambientes con partículas en suspensión de base aceitosa, es decir para partículas sólidas y aerosoles degradantes a base de aceite. Los filtros “P” no tienen Límites de Uso.

Un resumen de sobre la selección de protección respiratoria según la Norma NIOSH, considera:

- 1. Identificación de Peligro Respiratorio:** Partícula, Gas, Deficiencia de Oxígeno, o Peligro Inmediato a la Vida o a la Salud (IDLH).
- 2. Determinación del nivel de exposición** del empleado/concentración del contaminante llevado por el aire. ´
- 3. Tipo de Peligro.**
 1. Si el peligro respiratorio es una deficiencia de oxígeno o IDLH, seleccione el respirador apropiado de suministro de aire.
 2. Si el peligro respiratorio tiene un componente de partículas, refiérase al flujograma de NIOSH 42 CFR parte 84 para la Selección de Filtros de Partículas.
 3. Si el peligro respiratorio tiene un componente de gas, refiérase a la tabla ANSI Z88.7-2001 para seleccionar cartuchos y botes. (Una tabla específica para seleccionar producto, basado en el estándar ANSI aquí mencionado, es disponible del fabricante para usarse como guía en la selección de cartuchos).
 4. Es importante recordar que altos niveles de contaminantes de partículas o de gas llevados por el aire pueden exceder los límites de diseño de los dispositivos depuradores de aire, así exigiendo el uso de respiradores de suministro de aire.
 5. Si el contaminante llevado por el aire tiene pocas propiedades de alerta, es difícil detectar su presencia por el olfato a niveles seguros. Será necesario usar un respirador de aire suministrado.

Figura 6: Flujograma Lógica en la Decisión de Respiradores

Figura 6- 2A: Flujograma del NIOSH 42 CFR Sección 84 de clasificación de filtros.

Figura 6 - 2B: Flujograma de la Sección 84 para Seleccionar Filtros de Partículas.

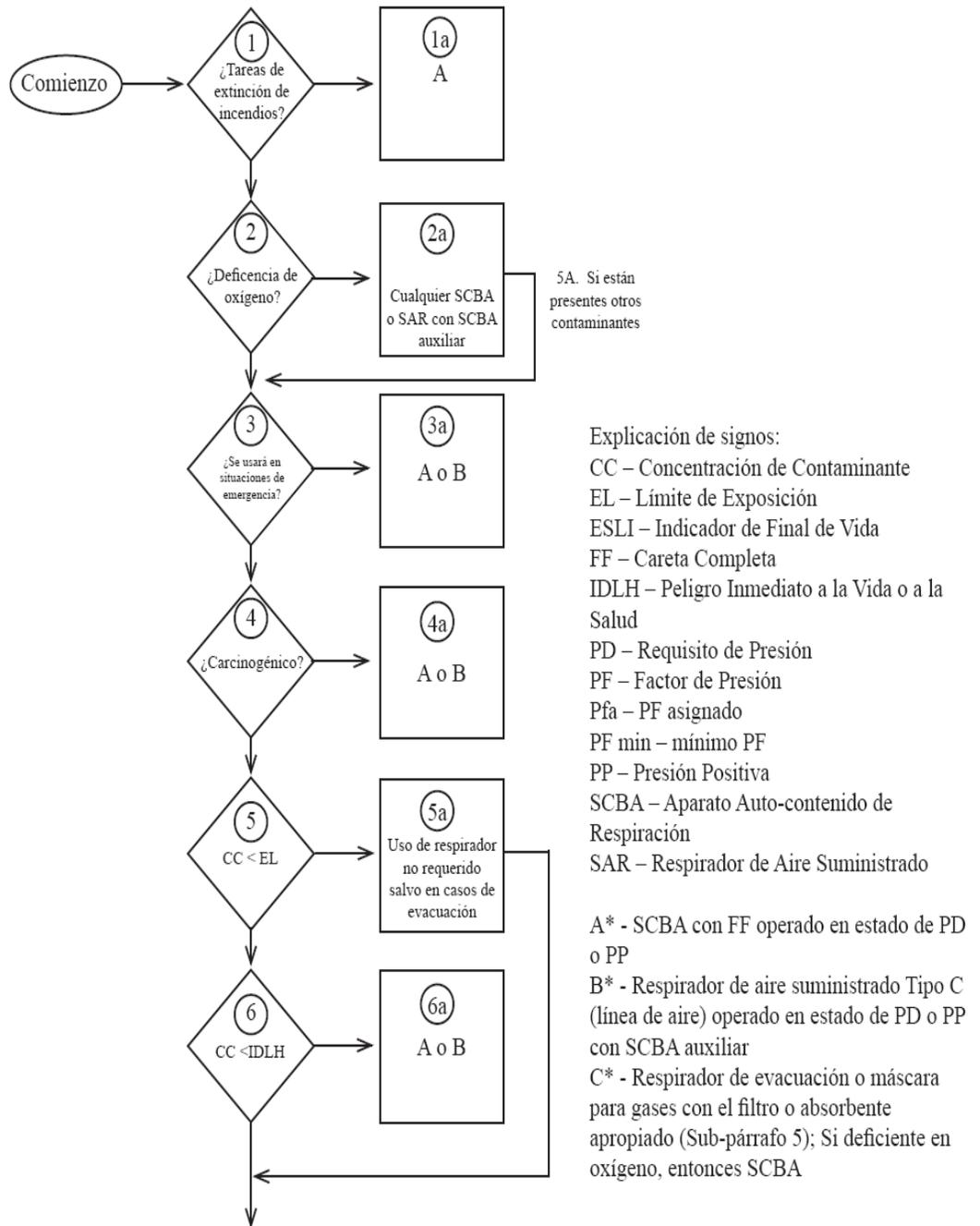


Figura 1 - Flujograma de Secuencia de Lógica de Decisiones para Respiradores

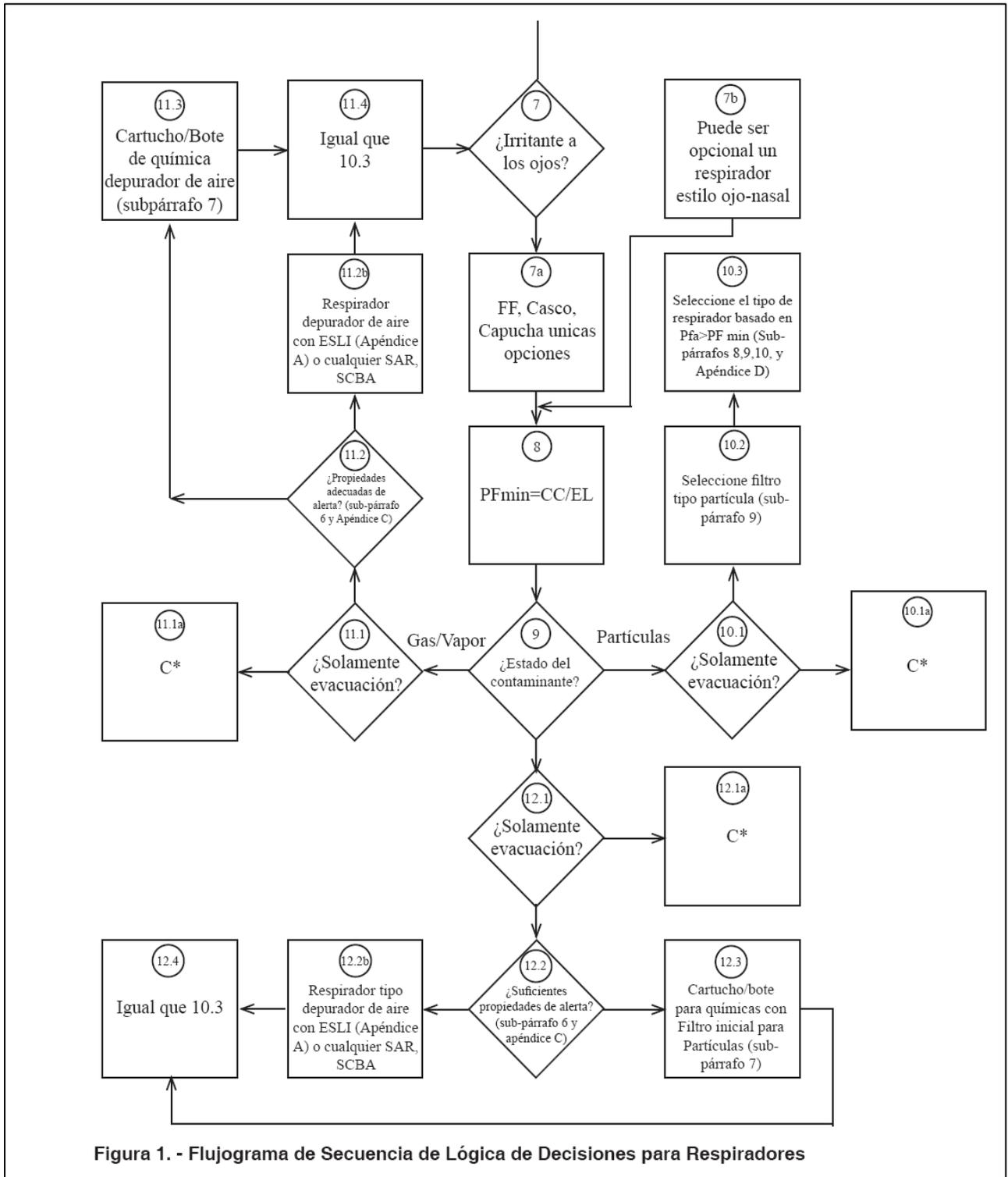


Figura 1. - Flujograma de Secuencia de Lógica de Decisiones para Respiradores

Tabla 2A

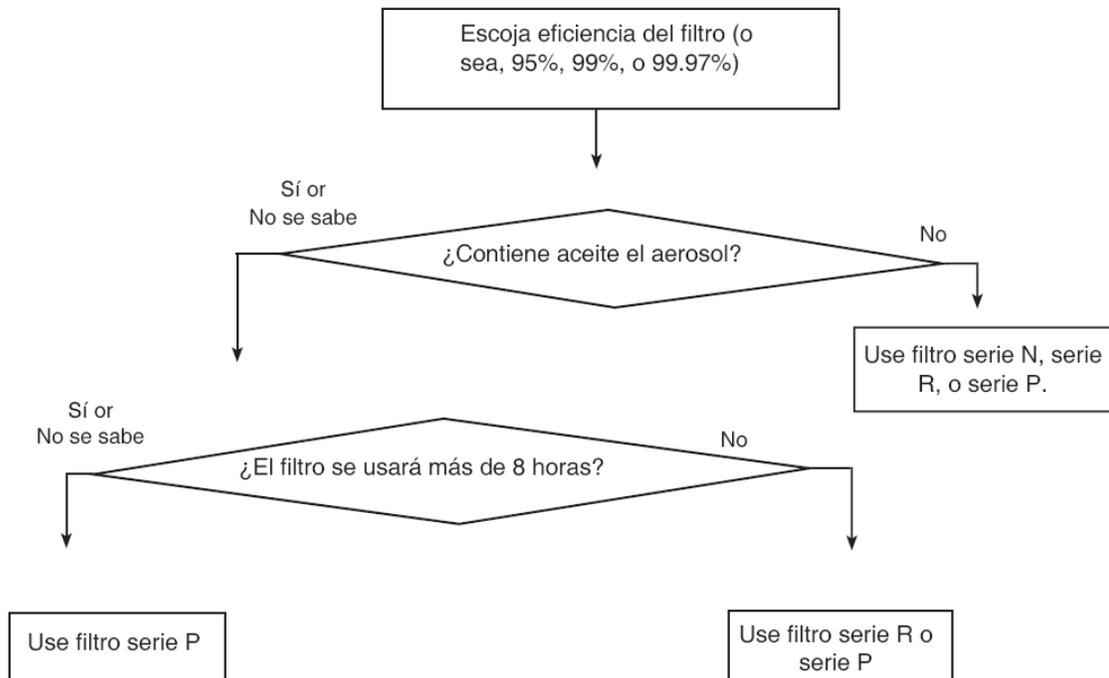
Fit Testing Respirators/Under New NIOSH Rules (21 min.)

V982, V982S

Sección 84 del CFR 42 de NIOSH Clasificaciones de Filtros

N – Para partícula sólida que no sean aerosoles que no deterioran el funcionamiento del filtro.
R – Para partículas sólidas y aerosoles degradantes a base de aceite. Los filtros “R” tienen “Límites de Uso”.
P – Para partícula sólida y aerosoles degradantes a base de aceite. Los filtros “P” no tienen “Límites de Uso” aparte de los que se asocian normalmente con los filtros para partículas.

Tabla 2B



Tres niveles de eficiencia de filtros 95%, 99%, 99.97%

Figura N° 6-1A: Flujograma del NIOSH 42 CFR Sección 84 de clasificación de filtros.

Figura N° 6 - 2B: Flujograma de la sección 84 para Seleccionar Filtros de Partículas

7.3 INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS:

Todos los trabajadores que ingresan a un espacio confinado, están expuestos a una serie de riesgos, debido principalmente al desconocimiento de los peligros que existen en ellas y al incumplimiento de normas de seguridad previamente establecidas. Los riesgos pueden llevar a serias lesiones o la muerte causados por la presencia de sustancias tóxicas, atmósferas deficientes de oxígeno y productos o materiales inflamables; así como por la presencia de agentes físicos como ruido, temperaturas elevadas y radiaciones que pueden ocasionar enfermedades profesionales.

Se considera que un trabajador ha ingresado a un Espacio Confinado tan pronto como ha hecho pasar cualquier parte de su cuerpo por el plano imaginario que limita cualquier entrada a un Espacio Confinado (incluso si acerca su cara para observar).

El ingreso a espacios confinados, está regulado por la norma 1910.146 de la (OSHA), que incide en la protección de los trabajadores de la industria en general, en todos los alcances de su definición del espacio confinado. Esta Norma es de aplicación en todos los países con las adaptaciones específicas propias a su legislación.

En el Perú, en el sector minero, el ingreso a espacios confinados está regulado según el DS. 046-2001- EM “Reglamento de Seguridad e Higiene Minera”, art. 94°, art. 95°, y art. 97°

El inicio seguro de cualquier trabajo en espacio confinado es aquella que ha sido identificado adecuadamente y determinado las características de su configuración tales como:

- Una atmósfera deficiente en oxígeno o enriquecida con el mismo elemento.
- Una atmósfera potencialmente explosiva o inflamable.
- Una atmósfera tóxica o potencialmente tóxica.
- Un potencial de quedar sumergido o atrapado.
- Una probabilidad de ser aplastado o, en todo caso, seriamente herido.

Además de estas características, existen otras condiciones peligrosas como líquidos o materiales granulares que esconden agujeros profundos en el piso; si existen peligros térmicos, si hay peligro de incendio, humos y gases de escape, además de equipos en movimiento. Otro factor a considerar es que algunas operaciones pueden contribuir a la contaminación del aire como el uso de solventes de limpieza, soldaduras, aplicación de pinturas, áreas húmedas en medio de peligros eléctricos, etc.

Existe una estadística de la NIOSH sobre muertes dentro de espacios confinados, que refieren que aproximadamente el 95 % de las muertes ocasionadas ambientalmente fueron responsables por cinco condiciones atmosféricas: dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), deficiencia de oxígeno, sulfuro de hidrógeno (H_2S) y gases o partículas combustibles. Además revelan que de un estudio de 193 muertes en un espacio confinado, encontraron que el:

41% de las muertes se debió a condiciones atmosféricas.

24 % fue por explosión o incendio.

8 % se debió a atrapamientos en material inestable.

7% a golpes por objetos que cayeron.

6 % a causa del estrés.

5 % fueron aplastados o atrapados.

5 % se electrocutó o recibió un choque eléctrico.

4 % murió por caídas o por otras causas diversas.

Y que en todos los casos ninguno se estaban usando ventilación o dispositivos de advertencia (alarmas) en el momento de la muerte; de los cuales el 24 % de los casos, los muertos fueron supervisores o personal de gerencia; mientras que el 76 % de los casos respondían a trabajadores sin mando de personal, y que en el 35 % de los lugares, las pruebas atmosféricas habían sido probadas al inicio del turno, pero no durante el turno en el cual las condiciones atmosféricas cambiaron.

Por todo lo descrito, los controles generales de ingreso y las reglas de entrenamiento previas al ingreso se deben aplicar a todos los espacios confinados cuyo ingreso requiera permiso. Entre otros requerimientos para ingreso a los espacios confinados, están los permisos escritos de ingreso (Anexo 1), los observadores o vigilantes, supervisores de ingreso, así como personal y procedimientos de rescate de emergencia. Algunos de los requerimientos para los espacios confinados que requieren permiso pueden eliminarse o modificarse cuando el único peligro en un espacio confinado es una atmósfera que puede ser controlado mediante la introducción de ventilación del aire.

En los espacios confinados que requieran permiso escrito (Anexo 1), sólo se permitirá el ingreso del personal autorizado, según los procedimientos establecidos y al programa escrito de ingreso seguros, la misma que debe estar a disposición de los trabajadores, supervisores y personal de fiscalización. Este procedimiento y estándar debe tener alcance a todos los trabajos a realizar dentro de espacios confinados ya sea dentro o fuera de las instalaciones de una empresa.

7.3.1 PROCEDIMIENTO DE INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS

Sólo los trabajadores asignados o autorizados deben estar permitidos de ingresar a un espacio confinado con el conocimiento previo y responsabilidad de la supervisión y/o el personal responsable autorizado, para realizar **un trabajo específico** además de cualquier trabajo de inspección. Y deben cumplir las siguientes etapas:

AUTORIZACION DE INGRESO:

Esta autorización es la base de todo plan de entrada en un recinto confinado. Con ella se pretende garantizar que los responsables de producción y mantenimiento, han adoptado una serie de medidas fundamentales para que se pueda intervenir en el recinto.

Es recomendable que el sistema de autorización de entrada establecido contemple a modo de check-list la revisión y control de una serie de puntos clave de la instalación (limpieza, purgado, descompresión, etc.), y especifique las condiciones en que el trabajo deba realizarse y los medios a emplear.

La autorización de entrada al recinto firmada por los responsables de producción y mantenimiento y que debe ser válida sólo para una jornada de trabajo, debe complementarse con normativa sobre procedimientos de trabajo en la que se regulen las actuaciones concretas a seguir por el personal durante su actuación en el interior del espacio.

ANEXO N° 7 (Hoja de Autorización Espacios Confinados)

MEDICION Y EVALUACION DE LA ATMOSFERA INTERIOR:

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

Las mediciones deben efectuarse previamente a la realización de los trabajos y de forma continuada mientras se realicen éstos y sea susceptible de producirse variaciones de la atmósfera interior y estas deben ser efectuadas por el supervisor o Técnico calificado y autorizado.

La medición de las condiciones atmosféricas en el interior del espacio confinado, deben de realizarse en estricto orden de prioridades cuyos resultados tienen carácter de veto. Así el orden a mantenerse en todo momento son:

- 1 El Nivel de Oxígeno.
- 2 Niveles de Explosividad.
- 3 Gases Tóxicos.

MEDICION DEL NIVEL DE OXIGENO:

Es regla de oro que en todo espacio confinado, el monitoreo de las condiciones ambientales se inician primero verificando los niveles de Oxígeno, considerando que a nivel de mar el aire contiene aproximadamente un 21 % de oxígeno. El espectro seguro debe mantenerse en el rango de 19.5 % a 23.5 % de oxígeno que haya sido medido con un instrumento de lectura directa.

Cuando el nivel de oxígeno está por debajo del 19.5 %, estamos frente a una atmósfera asfixiante con efectos variables según su concentración (Tabla N° 4).

Esta deficiencia puede deberse a que el oxígeno ha sido consumido por combustión, oxidación, reacciones secundarias, desplazamiento del oxígeno por otros gases y otros procesos naturales o artificiales. Influye el número de personas, el tiempo que permanezcan en el interior, así como la actividad desempeñada afectarán el nivel del oxígeno.

Por otra parte cuando la concentración de oxígeno en el aire dentro del espacio confinado es superior a 23,5 %, estamos frente a una atmósfera Inflamable.

OXÍGENO % EN VOLUMEN	EFECTOS Y SÍNTOMAS A PRESIÓN ATMOSFÉRICA
19,5 %	NIVEL MÍNIMO PERMISIBLE DE OXÍGENO
15 – 19%	DECRECE LA HABILIDAD PARA TRABAJAR ARDUAMENTE
12 – 14%	LA RESPIRACIÓN AUMENTA CON EL TRABAJO, SE ACELERA EL PULSO Y SE AFECTA LA COORDINACIÓN, PERCEPCIÓN O JUICIO
10 – 12%	INCREMENTA LA TASA DE RESPIRACIÓN, JUICIO POBRE Y LABIOS AZULES (CIANOSIS)
8 – 10%	PÉRDIDA MENTAL, DESMAYO, PÉRDIDA DEL CONOCIMIENTO, ROSTRO PÁLIDO Y LABIOS AZULES
6 – 8%	8 MIN. 100% FATAL, 6 MIN. 50% FATAL, 4 – 5 MIN. SE RECUPERAN CON TRATAMIENTO
4 – 6%	COMA EN 40 SEGUNDOS, CONVULSIONES, CESA LA RESPIRACIÓN, MUERTE
Tabla N° 4	

ATMOSFERAS INFLAMABLES Y NIVELES DE EXPLOSIVIDAD:

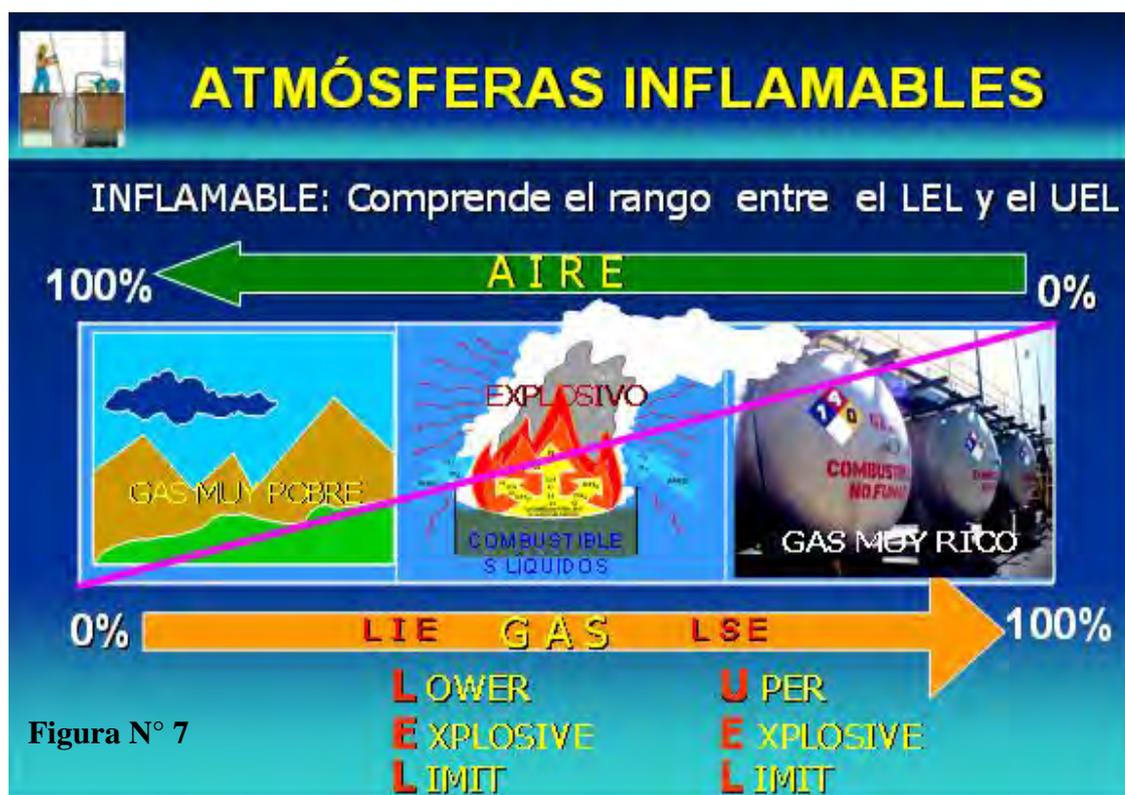
Una atmósfera inflamable, es aquella que contiene sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, que en presencia de oxígeno del aire puede iniciar un incendio por cuya combustión aumenta la presión interna del ambiente cerrado, convirtiéndose en una atmósfera explosiva (ATEX).

Una atmósfera inflamable también es aquella que contiene niveles de oxígeno por encima del 23.5%. Para que se produzca una explosión de una ATEX, debe darse además; que estén presentes los siguientes elementos: Comburente; Sustancia combustible; Concentración de mezcla con oxígeno; Fuente de Ignición suficiente; y Transmisión o velocidad de reacción:

Las sustancias combustibles son sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, susceptible a una oxidación violenta al estar en contacto con el comburente en proporciones adecuadas (Gases y vapores, nieblas. Sólidos combustibles en estado

pulverulento). Cada combustible tiene su propio Límite Inferior de Explosividad (LEL) y su Limite Superior de Explosividad (UEL). Para que los gases combustibles provoquen una explosión, los vapores deben encontrarse dentro de esas dos concentraciones bien definidas (Fig. N° 1 y Fig. N° 2).

En el primer caso una concentración por debajo del (LEL), no provocará una explosión por no alcanzar la estequiometría de los agentes explosivos. Por otra parte una concentración por encima del (UEL), tampoco provocará una explosión debido a la saturación de uno de sus componentes que rompen la estequiometría definida, que es propio de cada tipo de combustible.



La OSHA en su norma 1910.146, recomienda que no se pueda ingresar a un espacio confinado que contenga más del 10% del LEL del gas. En algunos casos aún cuando el nivel de combustible esté por debajo del 10% del LEL, el gas combustible podrá encontrarse todavía presente como peligro tóxico.



Figura N° 8

MEDICION DE ATMOSFERAS TOXICAS:

Luego de verificar los niveles de oxígeno y explosividad, se procede a la medición de gases tóxicos con detectores específicos según el gas o vapor tóxico que se espera encontrar en función del tipo de instalación o trabajo. Para esto se suelen emplear diferentes equipos como:

1. Bombas manuales de captación de gases con tubos colorimétricos específicos, aunque existen otros sistemas de detección similares con otros principios de funcionamiento.

2. Detectores Digitales de sensores electroquímicos para gases específicos o multigases.
3. Cabe destacar que el empleo de mascarillas buco nasales está limitado a trabajos de muy corta duración para contaminantes olfativamente detectables y para concentraciones muy bajas.
4. El procedimiento de medición específicos y el uso de los equipos e instrumentos de medición, deberá estar a cargo de personal debidamente calificado y autorizado. No debe delegarse dichas tareas a otro personal asignado a otros trabajos y que no estén capacitados y autorizados.

7.3.1.1 SUPERVISOR ENCARGADO Y RESPONSABLE DEL INGRESO.

Debe ser una persona designado por la empresa para las operaciones de ingreso a espacios confinados, con probada competencia y entrenamiento, con cursos de capacitación aprobados, y es el responsable de determinar si las condiciones existentes para ingresar a un espacio confinado son aceptables y seguras; además de tener autoridad para autorizar y para cancelar el permiso de ingreso a espacio confinado. Este supervisor es responsable tanto de la iniciación como de la terminación del permiso, debiendo:

1. Asegurarse que las condiciones y operaciones de ingreso sean consistentes con el permiso de ingreso, incluyendo el retiro y/o expulsión del personal no autorizado.
2. Asegurarse que todos aquellos requerimientos antes de ingresar, así como el entorno permitido, deberán estar detallados para que sean completados antes que alguien ingrese al espacio confinado.

3. Asegurarse de que todas las condiciones se cumplan y se informen antes del ingreso.
4. Efectuar las mediciones de O₂, CO, LEL y evaluar la visibilidad en el interior del Espacio Confinado, para asegurar que la atmósfera no es peligrosa. Medir la concentración de cualquier otra sustancia que razonablemente pudiera estar presente.
5. Verificar minuciosamente el cumplimiento de uso de los equipos de protección personal tales como:
6. Asegurarse que todos los equipos de comunicación que van a ser utilizados para comunicar la asistencia de emergencias estén operativas.
7. Estar seguros de conocer los peligros asociados en el espacio confinado.
8. Conocer los efectos y síntomas por exposición a los peligros conocidos.
9. Repetir las mediciones atmosféricas periódicamente, en lapsos planificados, para asegurar que la atmósfera sigue siendo segura.
10. Suspender el ingreso, o continuidad del trabajo inmediatamente se tome conciencia sobre cualquier condición desfavorable con peligros potenciales que excedan los Límites Permisibles, que autoriza el permiso de ingreso.
11. Pedir a los trabajadores que evacuen ordenadamente a la primera indicación de cualquiera de las siguientes advertencias:
 - a) Cualquier peligro potencial que haya excedido los Límites Permitidos al ingreso.
 - b) Un Peligro inesperado o riesgo no previsto.

- c) Síntomas de reacción al tóxico que podría verse, reconocerse por observación de acciones inusuales de un trabajador.
 - d) Una situación fuera del espacio confinado el cual podría afectar a los trabajadores dentro del espacio confinado.
12. Asegurar que los procedimientos y equipos para el ingreso y rescate se encuentren en su lugar antes de aprobar el permiso y permitir el ingreso.
 13. Una vez aprobado el Permiso de Ingreso, y antes de comenzar, el Supervisor de Ingreso deberá explicar detalladamente a los trabajadores autorizados los riesgos de la tarea, las medidas de control necesarias, el sistema de vigía, alarma y rescate disponibles, y la metodología para realizar el trabajo en forma segura.

7.3.1.2 CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO

Dado el alto número de accidentados en recintos confinados debido a la falta de conocimiento del riesgo, es fundamental formar a los trabajadores para que sean capaces de identificar los peligros dentro de espacio confinado y la gravedad de los riesgos existentes, deberá ser capacitado para asegurar la comprensión, conocimiento y habilidad para realizar tales tareas o trabajo de una manera segura; además de pruebas de monitoreo, supervisión y otros trabajos relacionados al ingreso a espacios confinados regulados.

Para estos trabajos debe elegirse personal apropiado que no sea claustrofóbico, ni temerario, con buenas condiciones físicas y mentales y preferiblemente, menores de 50 años. Cada trabajador deberá demostrar su

entendimiento y conocimiento teórico registrado en un test escrito.
(ANEXO N° 8 TEST ESCRITO).

Estos trabajadores deberán ser instruidos en:

- Procedimientos de trabajo específicos, que en caso de ser repetitivos como se ha dicho deberán normalizarse.
- Riesgos que pueden encontrar (atmósferas asfixiantes, tóxicas, inflamables o explosivas) y las precauciones necesarias.
- Utilización de equipos de ensayo de la atmósfera.
- Procedimientos de rescate y evacuación de víctimas así como de primeros auxilios.
- Utilización de equipos de salvamento y de protección respiratoria.
- Sistemas de comunicación entre interior y exterior con instrucciones detalladas sobre su utilización.
- Tipos adecuados de equipos para la lucha contra el fuego y como utilizarlos.

7.3.1.3 PROCEDIMIENTOS ALTERNATIVOS PARA PELIGROS FACILMENTE CONTROLABLES.

Bajo ciertas circunstancias es aceptable un programa reducido de ingreso en espacios confinados. En general, si la ventilación mecánica continua garantiza una fuente de aire fresco, la misma que es capaz de eliminar cualquier peligro atmosférico antes del ingreso y de continuar haciéndolo durante la permanencia en el espacio confinado, y si no existen otros

peligros, el supervisor responsable puede lograr el cumplimiento del estándar, sin un programa de permisos:

- Disponiendo que las condiciones sean seguras para eliminar la protección de la entrada.
- Garantizando que la entrada esté controlada por barreras u otros medios.
- Garantizando que no ingresen accidentalmente objetos extraños en el espacio.
- Comprobando inicialmente el contenido de oxígeno, gases y vapores inflamables en el espacio confinado, mediante instrumentos de lectura directa.
- Inspeccionando el espacio antes de permitir el ingreso y, en delante de manera periódica.
- Comprobando y controlando periódicamente el espacio para asegurar las condiciones atmosféricas apropiadas.
- Certificando por escrito que los controles tomados para el ingreso al espacio confinado son seguras.
- Proporcionando los datos pertinentes para la información de cada trabajador que deba ingresar al espacio confinado.
- Estableciendo e implementando procedimientos de evacuación.
- Capacitando a los trabajadores.

Por otra parte será necesario que se cumpla el procedimiento completo de ingreso a espacios confinados, incluyendo el permiso de entrada, para aquellas personas que inicialmente ingresen en el espacio confinado para determinar si éste es seguro o puede ser controlado con este procedimiento

alternativo. En el caso de ingresar en el espacio confinado para establecer los procedimientos de control como por Ejm.: el personal encargado de instalar los equipos de ventilación mecánica; deberán hacerlo con el procedimiento completo.

7.3.1.4 ALCANCES A CONTRATISTAS Y OTRO PERSONAL

Para todo personal externo (contratistas y/o terceros), la aplicación de los protocolos y procedimientos de ingreso a espacios confinados no deben tener diferencias con las de la empleadora principal. En este tipo de trabajos de alto riesgo, todos estarán regulados por las mismas normas y procedimientos, coordinando sus actividades, comunicándose mutuamente de cualquier peligro, así como del resultado de las pruebas atmosféricas, etc.

7.3.2 DATOS DE SEGURIDAD EN ESPACIOS CONFINADOS

Antes de ingresar, es necesario probar la atmósfera del espacio confinado para los niveles de oxígeno, inflamabilidad y cualquier otro contaminante que pudiera estar presente. Estas pruebas deben ser efectuadas por **personal calificado usando equipos apropiados calibrados y certificados.**

Las pruebas del espacio confinado deberán efectuarse por todas partes del espacio confinado, sin el uso de equipos de ventilación; estas pruebas deben seguir un orden de secuencia estricto a partir de: Nivel de oxígeno, inflamabilidad de gases, vapores o neblinas y sustancias tóxicas

Un buen monitoreo de la atmósfera de un espacio confinado, debe incluir conocer las características físicas de los gases tóxicos y la estratificación de los

mismos que requieren identificarlos en los diferentes niveles del espacio.

(Figura N° 9)



Figura N° 9

7.3.3. LÍMITES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL:

Los TLV son las concentraciones máximas de una sustancia en el aire que suponen no causar efecto adverso en la salud para la gran mayoría de la población trabajadora aunque estén expuestos diariamente.

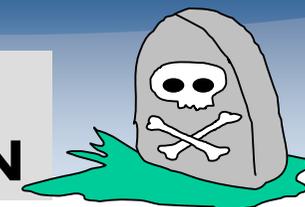
Los valores Límites de Exposición Ocupacional que son publicados anualmente por la NIOSH, no siempre coinciden con los valores TLV que han sido desarrollados por la OSHA no como estándares legales; sino como Límites Permisibles de Exposición (PEL) y adoptada por nuestra legislación nacional como Límites Máximos Permisibles. (Figura N° 10 y Tabla N° 5)

TWA: Concentración promedio ponderado (8 hr/d y 5 d/semana)

STEL: Límite de exposición máxima para periodos cortos (15 min/vez) 4 veces por guardia.

IPVS: Inmediatamente peligroso para la vida y la salud

LÍMITES DE EXPOSICIÓN



GAS TÓXICO		TWA	STEL	OSHA	NIOSH	IPVS
MONÓXIDO DE CARBONO	CO	25		50	35	1200
DIÓXIDO DE CARBONO	CO ₂	5000	30000	5000	5000	40000
SULFURO DE HIDRÓGENO	H ₂ S	10	15	20	10	100
DIÓXIDO DE AZUFRE	SO ₂	2	5	5	2	100
ÓXIDOS NITROSOS	NO	25		25	25	100
	NO ₂	3	5		5	20
ÁCIDO CIANHÍDRICO	HCN		4,7	10	4,7	50
ARSINA	ASH ₃	0,05				6
CLORO	CL ₂	0,50				30
ÁCIDO SULFÚRICO	H ₂ SO ₄	1,0 mg/m ³				80 mg/m ³
PLOMO	Pb	0,200 mg/m ³		0,05 mg/m ³		100
MERCURIO	Hg	0,025 mg/m ³	0,10 mg/m ³	0,05 mg/m ³	0,05 mg/m ³	10 mg/m ³
ARSÉNICO	As	0,50 mg/m ³		0,01 mg/m ³		5 mg/m ³
CADMIO	Cd	0,10 mg/m ³		0,005 mg/m ³		5 mg/m ³

Figura N° 10

DS: 046 – 2001 – EM : Art. 86 : Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de los agentes químicos medidos en el punto de emisión, será el siguiente:		
AGENTE QUÍMICO	MG/M3	PPM
a) Polvo inhalable	10	
b) Polvo respirable	3	
c) Oxígeno (O ₂)	19.5 %	
d) Dióxido de carbono	9000	5000
e) Monóxido de carbono	29	25
f) Matano (CH ₄)		5000
g) Hidrógeno sulfurado (H ₂ S)	14	10
h) Gases Nitrosos (NO _x)	07	5
i) Anhidrido sulfurosos (SO ₂)		5
j) Aldehidos		5
k) Hidrógeno (H)		5000
l) Ozono		0.1
Tabla N° 5		

Existen 3 tipos de límites de exposición ocupacional, que referencialmente son de utilidad común, ya que las diferentes naciones han adoptado dichos límites como referentes para sus legislaciones vigentes:

1. TLV – TWA (Time Weighted Average): (Valor Límite Umbral – Media Ponderada en el Tiempo).-

Concentración promedio ponderada en el tiempo, para una jornada de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin efectos adversos; siempre y cuando sean compensados por concentraciones equivalentes menos de la norma

2. TLV – STEL (Short Term Exposure Limit): (Valor Límite Umbral – Límite de Exposición de Corta Duración).-

Concentración a la que los trabajadores pueden estar expuestos de manera continúa durante un corto espacio de tiempo sin sufrir: 1) irritación, 2) daños crónicos o irreversibles en los tejidos, o 3) narcosis en grado suficiente para aumentar la probabilidad de lesiones accidentales.

Las exposiciones por encima del TLV – TWA hasta el valor STEL no deben tener una duración superior a 15 minutos ni repetirse mas de cuatro veces al día. Debe haber por lo menos un período de 60 minutos entre exposiciones sucesivas de este rango.

3. TLV–C (Ceiling): (Valor Límite Umbral – Techo)

Es la Concentración límite que no se debe sobrepasar en ningún momento durante la exposición en el trabajo. Esta norma se desarrolló especialmente para aquellas sustancias químicas cuya toxicidad es de carácter agudo como las sustancias irritantes o aquellas que podrían causar explosiones.

7.3.4 PERMISO PARA INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS

Los espacios confinados que requieren permiso, deberán contar con un programa y/o procedimientos escrito de ingreso seguro, la misma que estará a disposición de los trabajadores para su información y análisis con el equipo de trabajo antes del ingreso, bajo el liderazgo del supervisor responsables del ingreso; así como de los funcionarios responsables, representantes y autoridades competentes al rol de fiscalización, conforme se ha desarrollado en la sección 7.3.1 procedimiento de ingreso a espacio confinado.

7.3.5 VIGILANTE – GUARDIAN – OBSERVADOR

Este personal deben merecer y estar capacitados para reconocer los peligros asociados con los espacios confinados, así como tener la habilidad de reconocer visualmente cualquier signo de exposición y los efectos sobre el comportamiento que ocasiona una exposición peligrosa y que puede requerir procedimientos de emergencia, incluyendo la evacuación y el rescate.

- El vigilante debe Monitorear las actividades y trabajos dentro y fuera del Espacio Confinado para detectar condiciones inseguras que puedan afectar a los trabajadores en el interior.
- El vigilante no permitirá el ingreso de personal NO autorizado al interior del espacio confinado, independiente del nivel jerárquico de la persona no autorizada. El deberá permanecer en comunicación permanente con los ingresantes a través de radio, señales y otros convenidos previamente; estar consciente de la ubicación de los ingresantes y avisarles cuando sea necesario evacuar el recinto y si fuera necesario el vigilante solicitará el rescate y otros servicios de emergencia.
- El vigilante podrá ingresar en el espacio confinado sólo cuando haya sido relevado por otro vigilante y cuando esté debidamente capacitado y equipado. Si debe ausentarse del lugar por diferentes razones y no tiene quien lo releve, éste dispondrá que salga todo el personal ingresante al espacio confinado hasta reanudar nuevamente su control, pero jamás abandonará su puesto sin haber cumplido cualquiera de las condiciones descritas.

- Está permitido que un vigilante pueda monitorear más de un espacio confinado que requiere permiso siempre y cuando los tiempos y movimientos de control se lo permitan sin descuidar las tareas a cumplir propias de su función, incluidas la capacidad para responder ante una emergencia de rescate; por lo que un vigilante debe ser una persona física y emocionalmente capaz.
- El vigilante podrá cancelar el Permiso de Ingreso si las condiciones de trabajo no son seguras en el interior del Espacio Confinado.

7.3.6 COMUNICACIONES EN ESPACIOS CONFINADOS

- En espacios confinados, un tema de crucial importancia es la comunicación, del que depende el éxito o muchas veces el fracaso con pérdidas dolorosas si no han participado todos los involucrados.
- Las comunicaciones deben de realizarse antes de realizar cualquier trabajo siempre orientados a toda acción preventiva; durante la ejecución del trabajo éstas comunicaciones adquieren un sistema único mediante el uso de señas previamente acordada por el equipo de trabajo, **NO EXISTE** un código específico de comunicación dentro de espacios confinados, sino que ésta responde a las condiciones propias del lugar de trabajo y a la conveniencia previamente acordada por los trabajadores.
- Todo trabajo en espacios confinados involucra a varias áreas la responsabilidad de garantizar el éxito de dicho trabajo, por lo que su involucramiento en las coordinaciones pertinentes antes, durante y después del trabajo realizado, será una muestra de los acciones preventivas que requieren este tipo de trabajos.

- La comunicación entre el observador y los trabajadores autorizados se hará a través de: Contacto Visual, Voz, Señales, Radio, u otros previamente convenidos.

7.3.7 INSTRUMENTACION Y EQUIPOS DE DETECCION DE GASES

El objetivo final del proceso de evaluación de los peligros es determinar con exactitud la cantidad de vapor o gas contaminante presente en el ambiente de trabajo. Para tener la seguridad que la información obtenida en los análisis de la calidad de aire es lo suficientemente precisa como para arribar a una interpretación útil, es esencial la correcta operación de los diferentes instrumentos en uso.

Se recomienda mantener un registro permanente de los procedimientos de calibración, de los datos y resultados obtenidos, conociendo también perfectamente sus limitaciones y posibles causas de error. La clase de información que debe incluirse en el registro comprende la identificación del instrumento y/o equipo, temperatura, humedad, y los resultados de los test de pruebas finales. La garantía de la buena operatividad del instrumento, es que el operador comprenda perfectamente el funcionamiento del instrumento, así como también el uso a que está destinado; además de los procedimientos de calibración recomendados por el fabricante.

Todos los instrumentos de medición de gases se basan en varios principios, dependiendo de la sensibilidad y respuesta de los gases con el sistema de medición.

Estos sensores obedecen a diferentes Principios de medida para la detección de gases, las mismas que se resumen en el siguiente cuadro:

PRINCIPIOS DE MEDIDA PARA LA DETECCION DE GASES	
Energía de los Enlaces	Fotoionización e ionización de llama. (FID, PID)
Características Ópticas	Espectroscopio IR, VIS y UV
Características Químicas	Tonalidad Térmica
Características Adsorción	Cambio de la resistencia en Semiconductores
Características de Difusión	Conductividad Térmica
Reacción Química	Sensores Electroquímicos, tubos colorimétricos. CMS.
Características Magnéticas	Sensores Paramagnéticos
Tabla N° 6	

Existen diversos Instrumentos de detección Portátiles:

Para Mediciones en Continuo:

Concentraciones Reales: Detectores portátiles con sensores múltiples para (Oxígeno, Explosividad y Gases Tóxicos)

Concentraciones Medias: Tubos de muestreo; Tubos colorimétricos de rango largo; Tubos Colorimétricos de difusión.

Para Medición Puntual: Tubos Colorimétricos; CMS

7.3.8 EQUIPOS DE RESCATE – EMERGENCIAS

El equipo de rescate, por lo general está conformado por los mismos trabajadores de diferentes áreas, quienes deben estar adecuadamente

capacitados como mínimo al nivel de capacitación recibida por los ingresantes autorizados, provistos de sus equipos de protección personal y equipos de rescate apropiados.

El personal de rescate debe tener capacitación en rescates en espacios confinados que requieren permiso, haciendo ensayos o prácticas por lo menos una vez al año, bajo simulaciones de escenarios reales con personas, maniqués o muñecos, además debe tener capacitación básica en primeros auxilios y resucitación cardio pulmonar (RCP).

Está comprobado según estudios llevados a cabo en el pasado, que alrededor del 60 % de las muertes en espacios confinados corresponde al personal de rescate.

La brigada debe contar con equipos de respiración autónoma suficientes, los cuales serán almacenados lo más cerca posible al ingreso del espacio confinado; además de contar con arnés de seguridad enganchado a una línea retráctil que permita su rescate desde el exterior o con un sistema de trípode, el que estará enganchado a las líneas retractiles mediante un mecanismo que permita el rescate de los trabajadores y otros equipos específicos para rescate

Una secuencia general de la ocurrencia de un accidente en espacios confinados se muestra en la figura N° 11

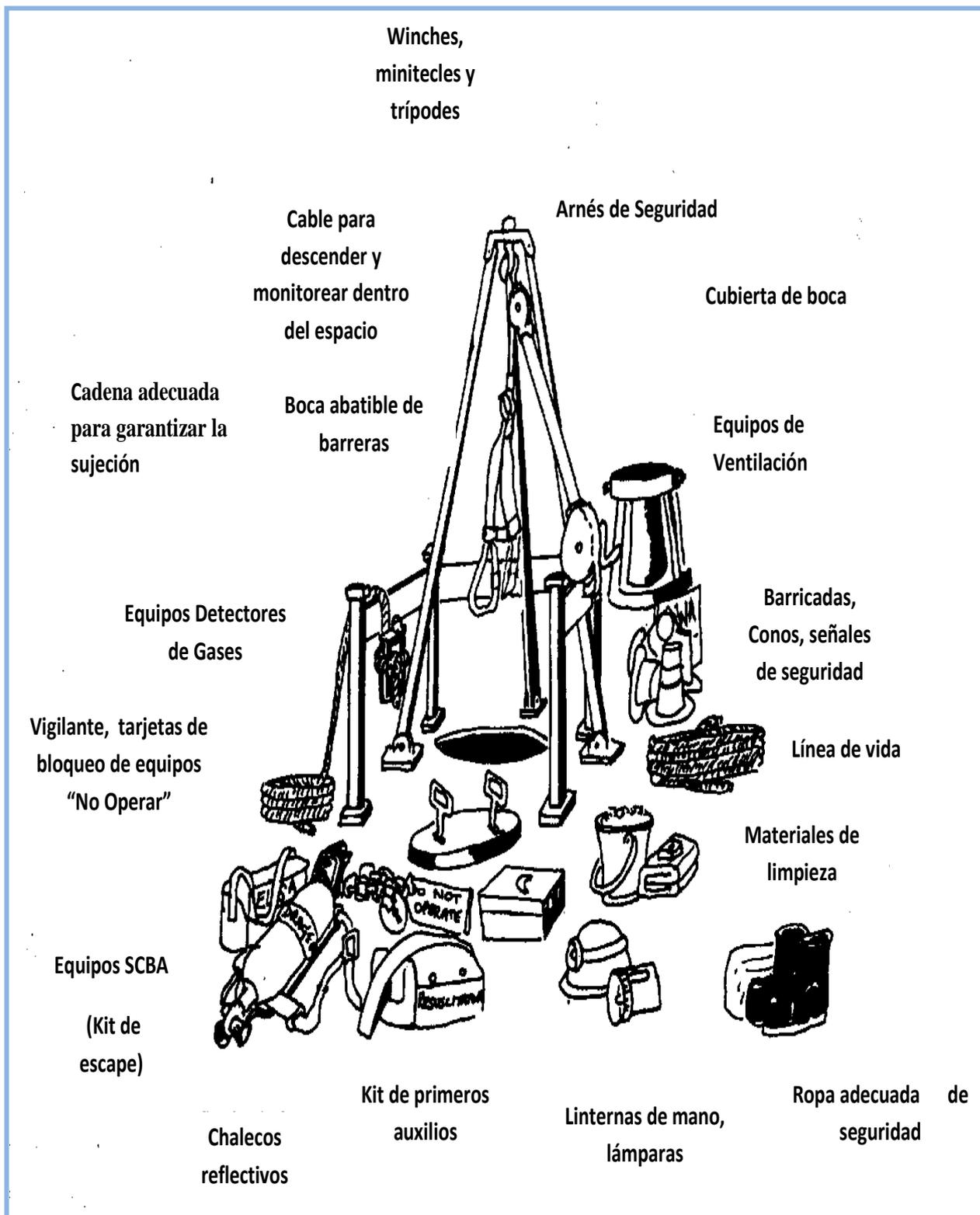
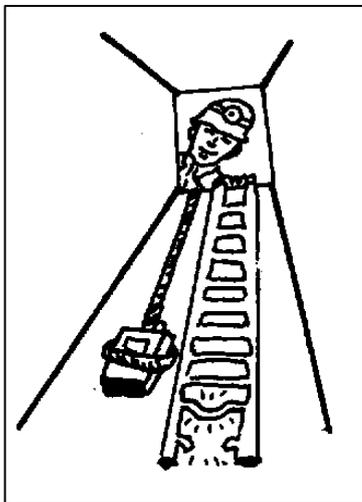
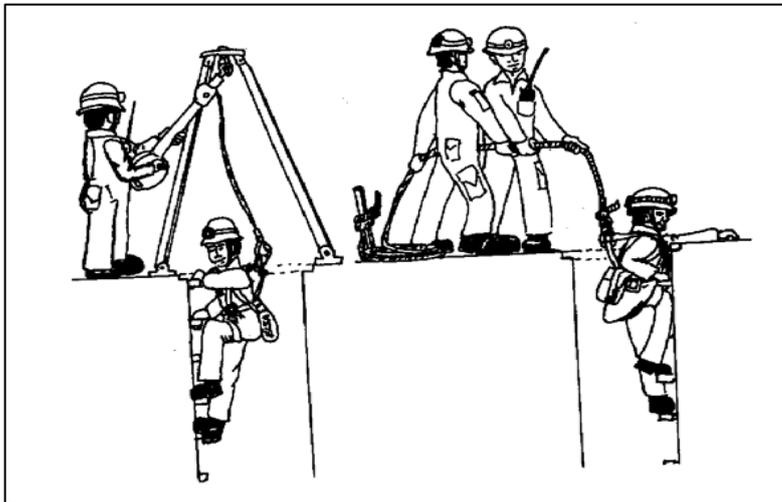


Figura N° 11: Equipo de respiración autónoma suficientes

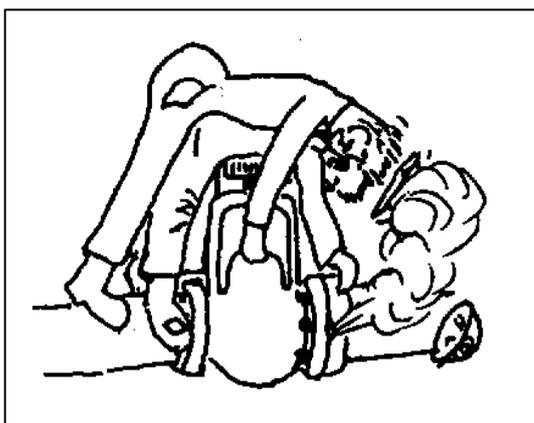
SECUENCIA DE LA OCURRENCIA DE UN ACCIDENTE DENTRO DE UN ESPACIO CONFINADO



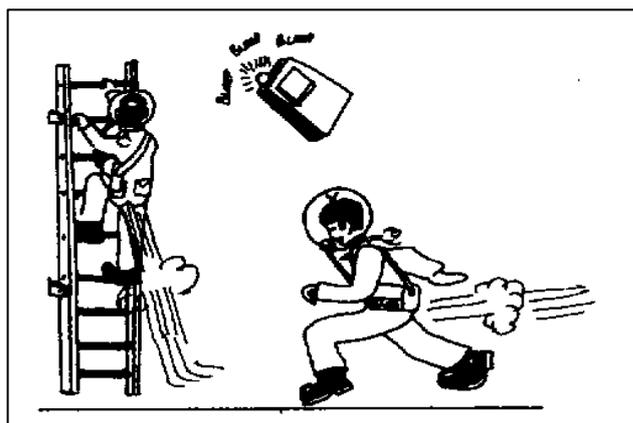
1. Monitoreo de gases



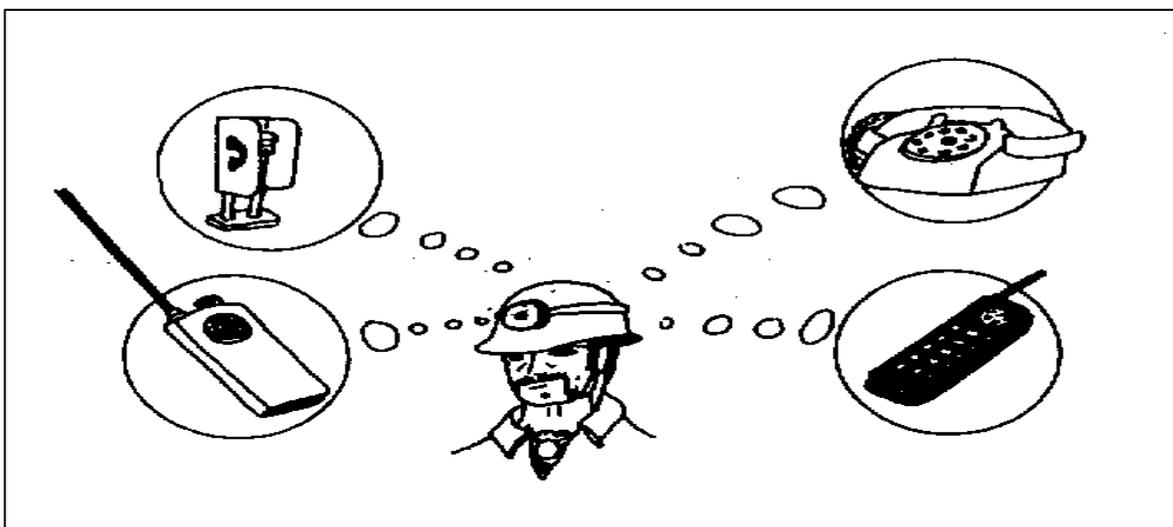
2. Ingreso al espacio Confinado



3. Accidente



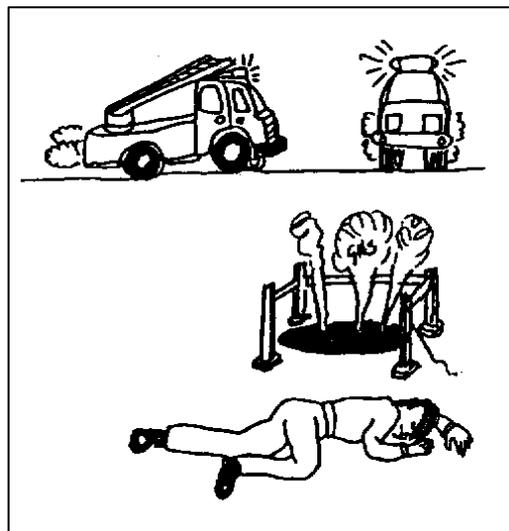
4. Evacuación



5. Comunicación de la Emergencia



6. Rescate



6. Rescate

7.3.9 SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Desde los primeros tiempos de los movimientos en pro de la seguridad, ha existido la colaboración entre los médicos y los profesionales de la seguridad en la prevención de accidentes y en parte por el creciente interés en la preocupación por las enfermedades ocupacionales más allá sólo de la prevención de accidentes del trabajo.

La relación y o interdependencia laboral de la Seguridad Industrial y la Salud Ocupacional, están ligados principalmente por las actividades y programas de higiene industrial, y cuyas funciones de prevención y protección de la salud en el ambiente de trabajo, se basa en dos premisas fundamentales:

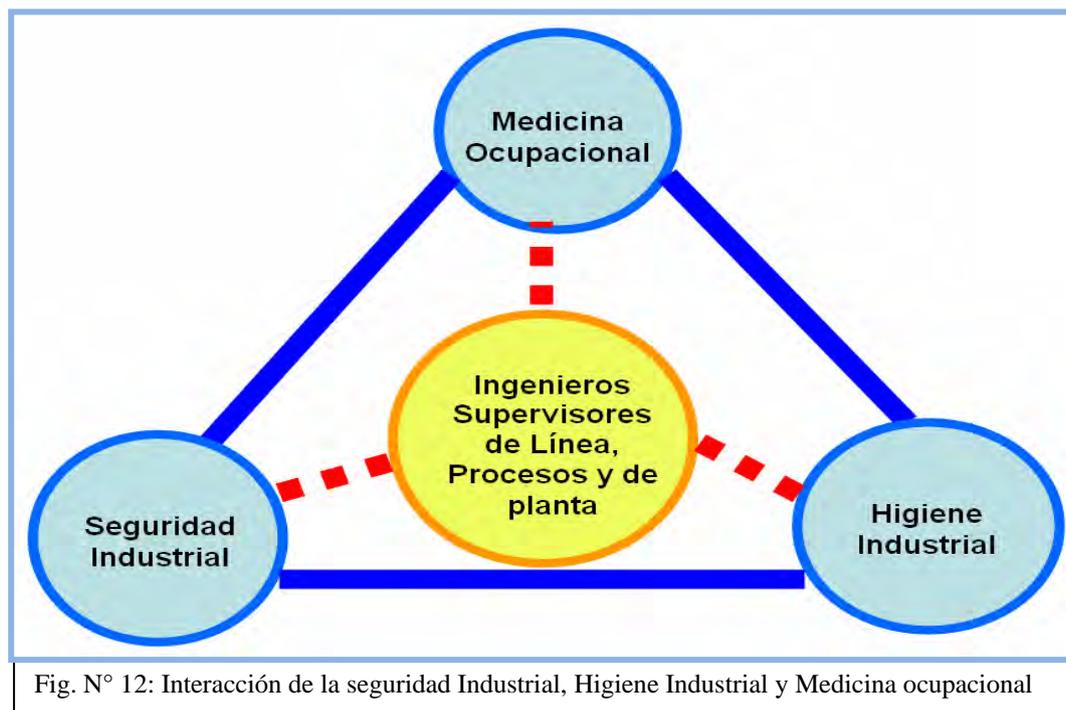
1. El control de los contaminantes en el lugar de trabajo mediante mediciones y evaluaciones de higiene industrial, monitoreo ambiental y de ingeniería.
2. Y un buen control médico ocupacional.

Un adecuado programa para el control del ambiente de trabajo tienen una gran importancia para la protección de la salud del trabajador en todas las áreas de trabajo: Este amplio “control ocupacional y ambiental” es el área de mayor preocupación para el higienista industrial que además de interpretar los resultados ambientales, debe comprender sus efectos sobre el hombre y su bienestar; estudiar y recomendar las medidas adecuadas para prevenir enfermedades diversas o el deterioro de la salud de los trabajadores.

Por su parte el médico y sus programas de salud ocupacional, dependen del conocimiento y las técnicas del higienista industrial, que es quien proporciona una visión panorámica sobre el tipo y magnitud de los factores ocupacionales provenientes del ambiente que pueden ser potencialmente peligrosos, ya sean estos por factores químicos, físicos o una combinación de ambos. Si el médico ocupacional no cuenta con una información adecuada sobre higiene industrial, puede resultarle difícil, sino imposible, determinar si existe o no una relación entre los síntomas y hallazgos de trastornos o enfermedades ocupacionales o no ocupacionales. Por lo descrito en párrafo anterior ninguno de ellos; el higienista industrial y el médico ocupacional serán reemplazables por otros.

El simple hecho de la exposición a una sustancia, no significa que se haya producido una enfermedad ocupacional o que el trabajador este enfrentando alguna forma de envenenamiento. Estos detalles especialmente complicados y difíciles constituyen la base práctica de la Medicina y Salud Ocupacional y de las actividades de la Higiene Industrial.

Naturalmente que con todos los factores de interrelación descritos, la seguridad se ha beneficiado de muchos progresos de la medicina, concretamente en lo relativo a la prevención de infecciones y enfermedades ocupacionales en la industria.



7.3.10 ¿Por qué LA GENTE MUERE EN ESPACIOS CONFINADOS?

- ELLOS NO RECONOCIERON UN ESPACIO CONFINADO PESE A QUE VIERON UN AVISO: Ellos simplemente no conocían que el espacio era peligroso.
- ELLOS CONFIARON EN SUS SENTIDOS: Ellos pensaron que el espacio se veía seguro y era realmente seguro. Pero era invisible la atmósfera peligrosa.
- “TU NO PUEDES VER, SENTIR U OLER ATMOSFERAS MUY TOXICAS QUE SON MORTALES.”

- ELLOS SUBESTIMARON EL PELIGRO: Ellos pensaron que podían entrar y salir antes que el riesgo les afectara.
- “ELLOS NO PLANIFICARON CUIDADOSAMENTE COMO VENCER A LA ATMOSFERA MORTAL.”
- ELLOS NO TUVIERON UN GUARDIAN: Ellos olvidaron que el peligro podía presentarse después que ellos ingresaron al espacio confinado.
- ELLOS INTENTARON RESCATAR A OTROS COMPAÑEROS: Es natural en el ser humano intentar ayudar a personas que se encuentran en dificultades. Pero ellos no tuvieron entrenamiento para rescates y usualmente mueren cuando intentaban rescatar a la víctima más del 60% de las muertes en espacios confinados corresponden a los que intentaron rescatar a sus compañeros.

7.3.11 CRONOLOGIA DE TRAGEDIAS OCURRIDAS

La ocurrencia de los diferentes accidentes que a continuación se mencionan, de una u otra forma tiene que ver con la falta de control y previsión que ha desencadenado en accidentes típicos de espacios confinados; así podemos mencionar las siguientes ocurrencias:

EN EL MUNDO:

- CHERNOBYL-URSS: Abril 1986 – explosión nuclear, a la fecha se han registrado 2200 muertes y las secuelas todavía se repetirán por varias generaciones.

- UNION CARBIDE, Bhopal, India: 3 de Diciembre 1984 escape de una nube de veneno químico, pesticida, matando a 6300 personas.
- EL TITANIC : 14 de abril de 1912 - famoso crucero trans Atlántico que en su primer viaje sufre la inundación y hundimientos del barco; se registraron mas de 1500 personas muertas
- HONKEIK COLLIERY, CHINA: 26 de Abril de 1942 - En el peor desastre mundial, 1549 personas fallecen como resultado de una explosión en una mina de carbón
- COLUMBIA, NASA, EE.UU. : Desintegración del transbordador, a 61 kilómetros de altura, muriendo sus 7 tripulantes (02 mujeres)
- INDIA: En 1973, murieron 03 trabajadores por inhalar fumes venenosos cuando limpiaban un tanque de un barco.
- INDONESIA: En 1995 murieron 4 trabajadores al inhalar gases tóxicos cuando ingresaron a un tanque o pozo séptico.

EN EL PERU

- GOYLLARISQUIZGA: El 20 Dic. 1964, en esta mina de carbón murieron más de 100 trabajadores debido a una explosión de polvo de carbón.
- CHUNGAR: En 1971, en la mina murieron más de 300 personas a raíz de un deslizamiento de un cerro sobre una laguna que arrastró el pueblo e invadió la mina.
- ANIMON - HUARON: En 1998, colapsó la laguna Naticocha e inundó las minas de Animón y Huarón, muriendo 06 trabajadores en ANIMON y paralizando las operaciones.

- YANACOCHA: En el año 2000, se produjo un derrame de mercurio que afectó al pueblo de Choropampa y gran parte de sus habitantes.
- MESA REDONDA en LIMA: Enero 01 del 2001, se inicia un incendio en una tienda de artefactos pirotécnicos y desencadena un incendio de grandes magnitudes que arrasó con toda una manzana comercial. La tragedia provocó la muerte de más de 500 personas
- DISCOTECA “UTOPIA” - LIMA: murieron 33 personas al estar cerradas las puertas de escape, luego de que se generara un incendio.

1964 En el estadio Nacional de Lima murieron más de 300 personas al producirse desórdenes producto de las bombas lacrimógenas lanzadas a las tribunas; la gente murió asfixiada y pisoteada en su afán de buscar salida, desgraciadamente las puertas estuvieron cerradas.

1973 Dos muchachos murieron envenenados con monóxido de carbono cuando ellos entraron a la bodega de un barco después que hicieran un mantenimiento.

1974 Dos hombres murieron intoxicados con monóxido de carbono, luego que ingresaron a un tanque de agua para operar una bomba a petróleo. La operación de cada bomba es completamente segura en un área abierta, pero extremadamente peligrosa dentro de un espacio confinado.

1975 Un trabajador que ingresó a limpiar las paredes interiores de un tanque de 6' de alto por 5' de diámetro con algunos solventes orgánicos, hecha la primera parte del trabajo salió después de 15 minutos para proveerse de más solventes. Luego de 10 minutos regresó a su trabajo encontrando la

- muerte 30 minutos más tarde. La causa fue la alta concentración de los vapores del solvente que se evaporaron en toda la superficie de limpieza.
- 1976 En la Fundición de La Oroya un mecánico ingresó al ducto de aire primario del horno de plomo No. 2, a realizar un trabajo de inspección sin advertir el peligro de alta concentración de monóxido de carbono acumulado en el ducto. El supervisor al enterarse que su mecánico no salía del ducto, y en su afán de salvarle la vida ingresó a auxiliarlo sin lograr su objetivo. El supervisor y el mecánico murieron a sólo 2 metros de haber ingresado.
- 1977 Tres hombres murieron por sofocación (deficiencia de oxígeno) cuando trabajaban sobre un pontón flotante deteriorado.
- 1978 Tres hombres murieron al inhalar gases tóxicos cuando reparaban la bodega de un barco.
- 1979 Dos pescadores murieron en el cuarto frigorífico por causa de los gases del lago.
- 1995 Dos hermanos de 24 y 26 años murieron por causa del monóxido de carbono, cuando ingresaron al sótano de bombeo de agua para regadío, 2 días después que pusieron en operación dos bombas a petróleo, cuando aparentemente una de ellas tenía una falla mecánica. Un amigo que intentó rescatarlos también murió en el hospital.
- 1996 Dos empleados murieron por causa del monóxido de carbono que se generó cuando fumaron dentro de un silo que contenía pedazos de madera. El silo tenía una ventana a 3 metros por encima del piso al que se accedía por una escalera. Un amago de incendio fue sofocado desde el

exterior; 45 minutos después, 3 empleados ingresaron al silo para retirar los residuos del incendio. Como resultado de exponerse a la atmósfera dentro del silo, los tres empleados sufrieron dolores de cabeza y mareos, por lo que tuvieron que suministrarle oxígeno en el hospital.

1997 En La Oroya en la planta de cadmio un trabajador cayó al tanque de precipitación de 2.3 m de alto por 2.47 m de diámetro que contenía solución de ácido sulfúrico y vapores de Arsina. Ocho días después el trabajador murió por múltiples quemaduras de ácido y por inhalación de arsina.

1998 En la Central Hidroléctrica de Yanango – San Ramón (Junín), un obrero encontró una fuente radioactiva de Iridio 192 y la guardó en el bolsillo posterior del pantalón, recibiendo una alta dosis de radiación, por lo que tuvieron que amputarle la pierna y luego los efectos de la radiación afectó a otros órganos, muriendo luego de una penosa agonía.

2003: Un ingeniero y dos operarios que controlaban el estado de los ductos subterráneos del Gas de Camisea, que atraviesan las chacras de Lurín, murieron asfixiados en el interior de una cámara de 3 m de profundidad con gran concentración y fuga de nitrógeno que desplazó al oxígeno. No contaban con los permisos de ingreso a este espacio confinado, tampoco hicieron las pruebas atmosféricas de rigor a pesar que sabían que había problemas de fallas en este sector. Un cuarto trabajador, el chofer del equipo estuvo a punto de perder la vida al tratar de auxiliar a sus compañeros en vista que ellos no salían de la cámara.

VIII. DISCUSION DE CRITERIOS Y ALCANCES DE ESPACIOS CONFINADOS – CASO PRACTICO

1. Por las exigencias de orden legal y responsabilidad moral de las empresas frente a la protección de sus trabajadores, es necesario una reingeniería permanente de los programas de prevención de pérdidas y los específicos de higiene industrial, referido a trabajos de alta criticad como son los espacios confinados, para tomar las medidas de control adecuadas.
2. En una empresa cualquiera, el hecho que estadísticamente no presentan accidentes graves y/o fatalidades en espacios confinados, no quiere decir que se tengan todos los factores de riesgo controlados, sería una utopía considerar que esto se debe a los programas de Seguridad y/o Higiene Industrial en vigencia. Nada estará controlado sino se está complementado con un adecuado y efectivo programa de capacitación sobre controles de ingeniería, identificación del riesgo y acciones de controles preventivos; todo ello con el soporte de un programa de vigilancia médica que esté en permanente investigación y seguimiento de los factores de riesgo al que están expuesto los trabajadores, conforme a los resultados de las evaluaciones ambientales en planta.
3. Es importancia de primer orden, el compromiso y liderazgo de los gerentes de la compañía, no sólo orientados a la gestión tradicional de recursos para maximizar las ganancias; sino con un nuevo enfoque moderno de gestionar los recursos minimizando las pérdidas cualquiera fuera su origen (pérdidas por daños a personas, equipos, procesos, ...etc); este comentario se resume a la gestión de la seguridad como una

estrategia de ventaja competitiva. Por lo que cualquier inversión que este orientada al logro de estos objetivos, siempre serán largamente ventajosos comparados con las ingentes pérdidas muchas veces no cuantificables de un accidente.

4. En general cuando se habla de seguridad, casi siempre esta referido al concepto limitado de daños o lesiones personales, pérdidas de materiales, etc; pero es muy poco frecuente que este concepto abarque a la Higiene Industrial que en esencia busca preservar la salud del trabajador; y si existiera deterioro por razones de trabajo, estas se declararían recién en el largo plazo. Este vacío conceptual entre lo que es la seguridad por una parte y la otra referente a la higiene industrial, ha generado limitaciones en cuanto a la gestión integral de la seguridad en conjunto, con resultados poco eficientes sobre todo en lo referente a la prevención de enfermedades profesionales.
5. Una diferencia sustancial de concepto y aplicación práctica de espacios confinados en el complejo metalúrgico de La Oroya comparados con los criterios de una mina tradicional de explotación subterránea, es que una mina por concepto y condición física inherente viene a ser un espacio confinado. Bajo estos criterios, sería deseable que el ingreso a una mina subterránea sea de mayor control y seguimiento a los procedimientos de trabajos específicos, con el mismo rigor de como se trata un espacio confinado. Estamos seguros que muchas vidas se hubieran podido salvar con los consiguientes beneficios de haber evitado pérdidas innecesarias.

6. Existe una controversia al respecto del punto 5: hay quienes sostienen que de aplicarse estrictamente los conceptos de espacios confinados, prácticamente una mina subterránea no podría operar. Sin embargo; esto resulta ser una falacia considerando que todos los espacios confinados no necesariamente requieren los permisos escritos, ya que existen procedimientos específicos de acuerdo a la magnitud y condición del riesgo y peligro.

CASO PRÁCTICO: INCIDENTE GRAVE EN CAMARA DE PLOMO – 1995

1. ANTECEDENTES:

En la fundición de plomo del CMLO, existen 3 hornos de manga que generan gases y humos de procesos, producto de la fusión y reducción del sínter de plomo con coque en un proceso pirometalúrgica. Estos gases de proceso con alta concentración de monóxido de carbono (CO) y anhídrido sulfuroso (SO₂), son evacuados a través de ductos hacia el cottrell central (cámara electrostática de recuperación de polvos) y antes de su ingreso pasan previamente por una cámara de expansión (cámara de plomo), donde se precipitan parte de los polvos gruesos y los humos son acondicionados con neblina ácida para facilitar la captura de polvos en los cottrelles.

A esta cámara de plomo se ingresaba cada 15 días, con una cuadrilla de 12 trabajadores para la limpieza de polvos y lodos recuperados. Estos trabajos eran programados los días sábados en el horario de 8:30 a.m. a 11:30 a.m., para lo cual los hornos de plomo debían parar completamente y los gases remanentes eran desviados por un ducto by pass directamente hacia cottrell central. Por prácticas operativas este tiempo era suficiente para concluir con los trabajos de limpieza programados.

2. CIRCUNSTANCIAS:

Un sábado cualquiera del mes de Noviembre de 1995, Las jefaturas de fundición de plomo y cottrell central solicitaron al área de ventilación y control ambiental (seguridad) el monitoreo de los gases en la cámara de plomo para la autorización

de ingreso correspondiente. En efecto el técnico de ventilación fue el encargado de realizar el monitoreo de monóxido de carbono con un equipo monogas de CO y la autorización de ingreso era verbal pero si requería la presencia permanente del técnico. Por entonces no se estilaba la autorización escrita de ingreso a espacios confinados.

Por razones diversas los trabajos de limpieza no fueron concluidos en la hora programada, por lo que toda la cuadrilla continuaban trabajando, confiados que mientras ellos no concluyan la limpieza de la cámara, los hornos no arrancarían conforme al procedimiento.

Por su parte los supervisores de la planta de hornos de plomo, pensaron que por la hora programada el trabajo ya habría sido concluido y dispusieron el arranque de los hornos, generándose inmediatamente alta concentración de CO y parte de ello ingreso por las aberturas a la cámara de plomo, donde aun la cuadrilla continuaba trabajando.

Por otra parte al ser un día sábado coincidente con día de pago, feria local y descanso por fin de semana, los trabajadores estaban apurados por concluir el trabajo ya que les había ganado la hora, además que ya era cerca la hora de refrigerio (medio día). En estas circunstancias el técnico de ventilación advirtió rápidos incrementos de CO en su monitor, que casi de inmediato registró el límite máximo del equipo de 1000 ppm, quedando sólo la señal de alarma del equipo; disponiendo de inmediato que los trabajadores abandonarían el área de trabajo, algunos salieron de inmediato por la ventana de ingreso, y otros compañeros se resistían considerando que faltaba un poquito para terminar el trabajo; el técnico de ventilación y otro trabajador casi a la fuerza sacaron a los faltantes y al salir

3 de ellos estaban confundidos con dolor de cabeza y náuseas con descoordinación de movimientos. Quienes se recuperaron con ayuda de sus compañeros y sin asistencia médica

3. HIPOTESIS - CONCLUSIONES:

Operaciones:

1. Deficiente comunicación e incumplimiento de los procedimientos.
2. Negligencia del supervisor (es) por no ir a verificar in situ la culminación del trabajo.
3. Paradigma de prioridad de la producción en todos los niveles de planta.
4. Exceso de confianza, órdenes temerarias y rutina de trabajo en el control de riesgos.

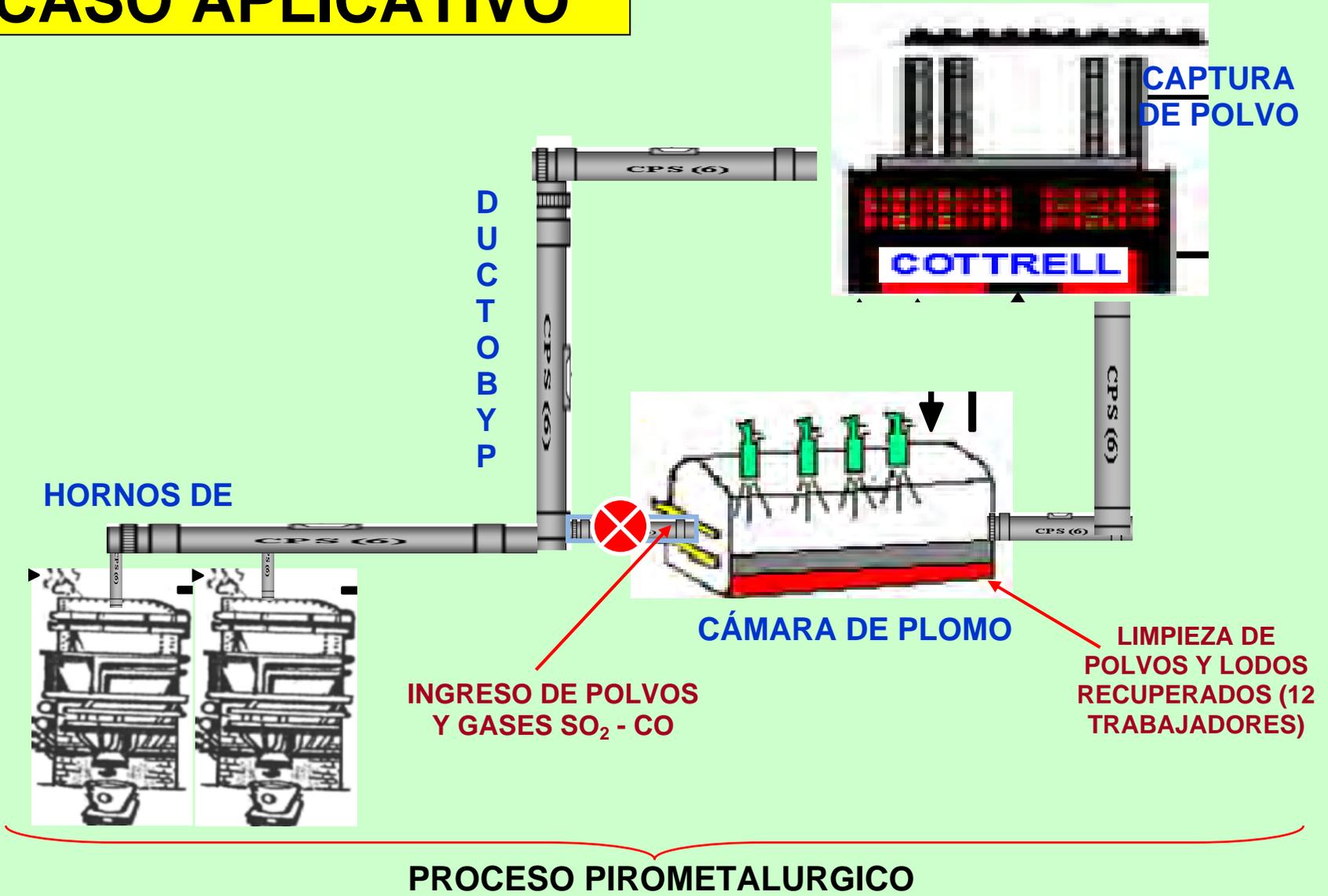
Seguridad:

1. Falta de normas y procedimientos adecuados para trabajos en espacios confinados.
2. Falta de capacitación y conocimiento de protocolos de ingreso a EC. (Permisos escritos)
3. Equipos de monitoreo de gases tóxicos limitado, (sólo monitor de CO).
4. Falta de seguimiento del Ing. de Seguridad al técnico de ventilación encargado del monitoreo de la cámara de plomo (espacios confinados).
5. Falta de disponibilidad de radios para comunicación.
6. No se coordinó el apoyo de personal médico para dicho trabajo.

Trabajadores:

1. Poco conocimiento de los riesgos de exposición al CO.
2. Exceso de confianza al tratar de minimizar las advertencias de evacuación del técnico de ventilación.

CASO APLICATIVO



FUNDICIÓN DE PLOMO

4. ACCIONES CORRECTIVAS (CASO APLICATIVO):

1. Revisión de los procedimientos para limpieza de la cámara de plomo, entre todas las áreas involucradas.
2. Revisión de los procedimientos y protocolos del arranque de los hornos.
3. Elaboración de hoja de permiso y revisión de procedimientos para ingreso a espacios confinados.
4. Elaborar curso de Seguridad en espacios confinados.
5. Programa de capacitación a todo el personal operativo y de servicios del CMLO en espacios confinados.
6. Se actualizó la didáctica de interpretación de la curva de intoxicación del CO.
7. Inventario e identificación de espacios confinados en todas las plantas del CMLO a cargo de los supervisores.
8. Capacitación y certificación de los técnicos de ventilación en espacios confinados con empresas especializadas.
9. Se invitó a proveedores y representantes de equipos para dictar cursos sobre espacios confinados.
10. Se adquirieron equipos de monitoreo ambiental: Multigases (O₂, LEL, CO, SO₂, H₂S) y otros para gases específicos (H₂, AsH₃, NO_x); equipos portátiles con línea de aire y ventiladores portátiles.
11. Se implementaron progresivamente radios para comunicación inmediata.
12. Reprogramación del personal de ventilación para apoyo en los 3 turnos (disponibles 24 horas)
13. Revisión del plan de comunicaciones en caso de emergencia.
14. Asistencia del personal médico en trabajos programados de alto riesgo.

15. Simulacros de evacuación y rescate en casos de emergencias.

5. METODOLOGIA DE INVESTIGACION:

Se realizó el estudio y revisión del marco legal y regulatorio sobre espacios confinados.

Se identificaron los protocolos y los procedimientos de la OSHA y NIOSH concerniente a trabajos en espacios confinados.

- Norma OSHA 1910.146 ingreso seguros en espacios confinados.
- Norma NIOSH 80-106 trabajos en espacios confinados.
- Norma NIOSH 80-113 guía para espacios confinados
- Norma ANZI Z117.1 (1989) Rescate en espacios cerrados.
- Revisión del Reglamento de Seguridad e Higiene minera.

CONCLUSIONES

1. En todo proceso industrial, y de modo particular un Complejo Metalúrgico como el de La Oroya encontraremos innumerables áreas o recintos cerrados en cada etapa de los procesos; y por las características que describen a un espacio confinado, estaremos siempre enfrentando a diferentes tipos de riesgos, frente a los cuales debe de contarse con una adecuada capacitación al personal para su reconocimiento y prácticas seguras de ingreso.
2. Por naturaleza de las procesos y operaciones metalúrgicas del Complejo Metalúrgico de La Oroya y considerando la actual coyuntura de modernización de plantas como: La nueva planta de ácido de plomo, modernización de la fundición de cobre con el nuevo proceso Isasmelt y la nueva planta de ácido de cobre; se requiere de una revisión y actualización de los protocolos y procedimientos para trabajos e ingreso en espacios confinados, en estricto cumplimiento de las normas de seguridad específicas establecidas.
3. En el actual Reglamento de Seguridad e Higiene Minera - DS. N° 046-2001-EM se detalla los procedimientos básicos de seguridad en espacios confinados, este importante avance no será suficiente si no va de la mano con el compromiso de los empleadores y trabajadores de implementar y poner en práctica toda acción preventiva, que minimice cualquier incidente en un espacio confinado.
4. Está demostrado que toda acción de prevención para evitar accidentes en espacios confinados, radica principalmente en la capacitación de todo el personal involucrado; además de la elaboración y cumplimiento de los estándares y procedimientos específicos.
5. En la actualidad, la oxigenoterapia hiperbárica es la modalidad preferente de tratamiento de la intoxicación por monóxido de carbono por cuanto es la única manera de conseguir una inmediata eliminación de la COHb y permitiendo una

reoxigenación del organismo. Este proceso permite evitar la aparición de secuelas neurológicas tardías, y además de reducir el período de hospitalización.

6. En forma equivalente a la presión del oxígeno la saturación de oxígeno en sangre de personas normales, disminuye conforme aumenta el nivel de altitud. Este conocimiento es una apertura a la continuidad de las investigaciones, que faciliten la interpretación clínica cuando se use la oximetría de pulso en diferentes niveles de altitud.
7. Un tema muy importante en espacios confinados, es que en algunos casos el trabajador puede advertir la presencia del peligro mediante los sentidos, con lo cual se podría prevenir las posibles consecuencias. Así por Ejm.: dos sustancias pueden poseer el mismo grado de toxicidad pero presentar diferentes grados de peligro. Una de ellas puede ser inodora y no irritante para los ojos y nariz mientras que la otra puede tener un olor repugnante y desagradable aún en concentraciones mínimas o ser un irritante ocular o respiratorio. Por comparación las sustancias con propiedades que denuncian su presencia tiene un grado de peligro menor, dado que puede ser detectado a tiempo para prevenir el daño.
8. Un adecuado análisis de las diferentes características de los espacios confinados por su nivel o clase de riesgo y su identificación en planta, permite un fácil y efectivo control de las medidas preventivas que aseguren el éxito del trabajo. En el ámbito de la minería subterránea esta práctica requiere adecuar a los procedimientos de trabajo tradicionales.
9. El hecho de enfrentar a numerosos riesgos cuando se realizan trabajos en espacios confinados, obliga a pensar y repensar en los riesgos al que debemos enfrentar, por lo que sutilmente podemos afirmar que: “realizar trabajos en espacios confinados obliga a todos a pensar en la seguridad”.
10. Para todo trabajo en espacios confinados, se debe evitar que ingresen las personas discapacitadas o temporalmente incapacitadas, de igual manera aquel personal

que tiene dificultades para respirar y no pueden usar un respirador, otras que tiene dificultades para escalar, reptar, o mantener el equilibrio; personas con claustrofobia o acrofobia; personas con disfunción cardíaca o hepática; personas con grado elevado de estrés y sensibilidad extra a las vibraciones, sustancias químicas, calor o frío; personas con tendencia a presentar ataques o que tienen diabetes; o personas con problemas de visión, audición o lenguaje.

11. En muchas empresas incluidas a las contratistas, hay un desconocimiento de las normas básicas del uso de los diferentes tipos de respiradores y factores de protección respectivos, desconociendo además; las limitaciones de los filtros y cartuchos químicos, principalmente frente a las exposiciones tóxicas del monóxido de carbono. Para el caso del Complejo Metalúrgico de La Oroya, constituye una fortaleza los programas de protección respiratoria basados en las pruebas de sellado (Fit Test) descritos en la sección 7.2.4

12. El uso y manejo de explosivos como material indispensable en la actividad minera, requiere de mayores esfuerzos en la investigación y comprensión de la magnitud de los problemas secundarios que genera luego de la explosión, las mismas que producen distintos componentes oxidados, como el NO_x y CO entre otros, altamente riesgosos para la salud.

RECOMENDACIONES

1. Es responsabilidad de todos quienes somos parte de generar riesgos antropogénicos, principalmente en el sector minero metalúrgico, de velar y propiciar el desarrollo de tecnologías limpias; cumplir y hacer cumplir nuestras normas ambientales con la práctica permanente de toda acción preventiva con metas alcanzables y sostenibles en el tiempo. Para el caso del Complejo Metalúrgico de La Oroya, debe de concluirse el último proyecto ambiental PAMA, para la reducción de las emisiones de gases de SO₂ con la culminación de la nueva planta de ácido de cobre; además de los proyectos de encerramientos para la reducción de emisiones de materiales particulados.
2. Las empresas en aras de mantener la estandarización de los EPP de los trabajadores de contratistas, Sólo se deberá permitir el uso de respiradores aprobados y certificados por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) o por la American National Standard Institute (ANSI). o instituciones equivalentes como requisito que permitirá reducir la informalidad e improvisación de los programas de protección respiratoria.
3. Que los empleadores consideren a todos los espacios confinados, como si se tratara de espacios que requieren permiso, de modo que si existe personal que deba ingresar, aunque sea parcialmente y por muy poco tiempo en dichos espacios; estarán protegidos con medidas adicionales de prevención. Para el caso del Complejo Metalúrgico de La Oroya, esta medida debe implementarse con un inventario actualizado de todos los espacios confinados e identificarlos por medio de carteles visibles la clase de peligro (A, B y C) que encierran, en todas las plantas operativas y áreas de servicios.
4. Deben prohibirse el ingreso de cilindros de gases comprimidos dentro de los espacios confinados, excepto aquellos que suministran aire para respirar.

5. Mantener actualizado el check list y/o encuesta de los riesgos existentes en el lugar de trabajo para identificar todas las fuentes potenciales de exposición a gases tóxicos (CO, SO₂, etc.), que pudieran generarse durante la ejecución del trabajo.
6. Promover una capacitación y educación a todos los trabajadores del Complejo Metalúrgico de La Oroya, sobre las fuentes y riesgos de exposición a los diferentes gases y vapores tóxicos producto de los procesos metalúrgicos como son los gases de CO, CO₂, SO₂, AsH₃, NO_x, vapores ácidos, humos metálicos, etc. que puedan resultar en envenenamiento por exposición aguda o adquirir enfermedades ocupacionales en el largo plazo.
7. En lo posible hacer sustituciones por equipos menos peligrosos, verificar las áreas libres de operación de los equipos que permitan colocar el motor de combustión interna (Ejm.: motor de gasolina), fuera del recinto cerrado.
8. La implementación de adecuados procedimientos y estándares para ingreso a espacios confinados, debe ser una prioridad que se enmarque en el cumplimiento de la ley y en el compromiso por responsabilidad moral del empleador hacia sus trabajadores en la protección de su integridad y bienestar.
9. Los simulacros y prácticas de rescate deben ser tomados muy en serio por los empleadores y la autoridad fiscalizadora que avale su real y efectivo cumplimiento, para evitar improvisaciones en un caso real.
10. En caso de la ocurrencia de un accidente dentro de un espacio confinado, inmediatamente después incluyendo las tareas de rescate seguro, se debe anular cualquier permiso de ingreso hasta después de una investigación y acciones correctivas implementadas por el área de Seguridad.

11. Durante una emergencia, los procedimientos de ingreso se deben obviar y se resumen a verificar una lista de chequeo para el rescate, siempre y cuando se cuente con todos los equipos adecuados para dicha emergencia.
12. El área de medicina y salud ocupacional, debe retomar los estudios que relacionen los factores antrópicos del trabajador de grandes alturas como es el caso general de las minas del Perú, con relación directa a la exposición de contaminantes tóxicos frente a la fisiología en común del hombre en alturas. Es importante conocer más sobre los llamados males de altura y la tóxica dinámica de la interacción del oxígeno atmosférico a grandes alturas, escenario común del desarrollo de las minas del Perú.
13. Por la importancia que adquiere las medidas de prevención y atención en caso de ocurrencia de graves accidentes por intoxicación, el área de medicina del trabajo debe tener el inventario de clínicas y/o hospitales especializados para asegurar la atención inmediata de un trabajador, medidas por cierto que muy poco son tomadas en cuenta, por lo escaso y costoso de dichos tratamientos especializados como las cámaras hiperbáricas.
14. Todo trabajo en espacios confinados por la configuración propia, está al margen de toda norma y/o protocolo ergonómico, por lo que este es un campo abierto para la investigación específica de adecuar los criterios de ergonomía a los trabajos dentro de espacios confinados. Este aspecto muy común y especial en un complejo metalúrgico, sin duda es un escenario ideal para este tipo de estudio de investigación.
15. Las operaciones de minería subterránea, deberían replantear las actividades, adecuando en lo posible las normas y procedimientos de espacios confinados en sus diferentes clases por el tipo de riesgos y peligros identificados y característicos en las labores subterráneas; de esta manera los análisis de trabajo serán más detallados con los consiguientes resultados de minimizar los accidentes.

BIBLIOGRAFIA

1. CURSO BASICO DE TOXICOLOGIA AMBIENTAL: OPS-OMS.
2. D. S. N°046-2001-EM-REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE MINERA.
3. ELABORACION DE ESTANDARES Y PROCEDIMIENTOS: ISEM INSTITUTO DE SEGURIDAD MINERA – NILDA BARRERA CONZUÉ.
4. EVOLUCION Y REVOLUCION A MEDIDA QUE LAS ORGANIZACIONES CRECEN: HARVARD BUSINESS REVIEW BY LARRY E. GREINER – PROFESOR DE GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA ESCUELA DE NEGOCIOS MARSHALL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA DEL SUR EN LOS ANGELES.
5. INFLUENCIA DE LAS TECNICAS DE ADMINISTRACION DE RIESGOS EN LOS SISTEMAS DE SALUD Y MEDIO AMBIENTE – CORPORACIÓN HSE.
6. INVENTARIO DE ITEMS CRITICOS–SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA (SERNAGEOMIN – CHILE) – PROF. NIBALDO GONZÁLES NICOLÁS.
7. MANUAL DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES PARA OPERACIONES INDUSTRIALES – 1974 NATIONAL SAFETY COUNCIL.
8. PROAUDIT – EL SISTEMA ISTEAC.
9. PROGRAMA DE ADECUACION Y MANEJO AMBIENTAL PAMA COMPLEJO METALÚRGICO DE LA OROYA – CENTROMIN PERU.

10. PUBLICACIONES DEL CONSEJO INTERAMERICANO DE SEGURIDAD, NOTICIAS.
11. REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL: DOE RUN PERÚ.
12. REPENSANDO LA SEGURIDAD COMO UNA VENTAJA COMPETITIVA INSTITUTO DE SEGURIDAD DEL TRABAJO IST- CHILE - SAMUEL CHÁVEZ DONOSO.
13. SAFE WORKING IN CONFINED SPACES MANUAL: W.J. ROWE; MIIRSM GRAD. I. FIRE. E FOR DRÄGER ASIA PACIFIC.
14. SEGURIDAD AMBIENTAL: UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS DE MADRID – INSTITUTO DE POSTGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA. PORF. ARTURO SILVA VALDÉS.

PAGINAS WEB:

- http://www.hazmat.cl/HTML/Centro_Doc_Monoxido.htm
- <http://www.congresosinaloa.gob.mx/bibliovirtual/temas.php?libro=144&titulo=MEDICINA%20LEGAL&texto=monoxido%20de%20carbono>
- <http://www.cdc.gov/co/es/checklist.htm>
- http://www.laplatavive.com/miweb/mromero/notas_med/monoxido.htm
- www.epa.gov/air/oarnew.html
- <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/MonoxiCar.htm>
- <http://www.cdc.gov/spanish/niosh/>
- <http://tratado.uninet.edu/c0907b.html#91>
- http://www.fepafem.org.ve/Guias_de_Urgencias/Intoxicaciones/Intoxicacion_por_monoxido_de_carbono.pdf
- <http://www.cdc.gov/spanish/niosh/>
- <http://www.hospitalposadas.org.ar/servicios/monoxi.htm#up>

- <http://www.socalgas.com/sp/safety/appliance.shtml#top>
- <http://www.mednet.org.uy/dml/atlas/index.php?tarea=zoom&id=51&nomsecc=&SecId=5&casoId=31>
- <http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-118sp.html>
- <http://www.congresosinaloa.gob.mx/bibliovirtual/temas.php?libro=144&titulo=MEDICINA%20LEGAL&texto=MONOXIDO%20DE%20CARBONO>
- <http://www.hospitalposadas.org.ar/servicios/cni.htm#up>
- <http://www.camuzzigas.com/htm/seguridad/consejos.htm>
- www.biol.unlp.edu.ar/toxicología/seminarios/parte_1/monóxido_carbono.htm
- http://www.antioxidantes.com.ar/Dicciona_2.asp
- <http://www.hipercamaras.com.ar/indicaciones/intoxicaciones.htm>
- http://www.intox.org/databank/documents/treat/treats/trt09_s.htm
- <http://www.nizkor.org/faqs/auschwitz/cyanide-sp.001.html>
- http://www.ut.edu.co/fcs/1002/cursos/so_1/trabajos_estudiantes/citocromop450/index.html
- <http://www.eutimia.com/cursos/psiquiatriabiologica.htm>
- http://www.respyn.uanl.mx/especiales/fisiologia/cartel/transmision_sinaptica.html
- <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000501.htm>
- <http://images.google.com.pe/imgres?imgurl=http://www.fisterra.com/material/tecnicas/pulsioximetria/images/pulsio1b.gif&imgrefurl=http://www.fisterra.com/material/tecnicas/pulsioximetria/pulsio.asp&h=251&w=297&sz=4&tbnid=pFNwIF5D-6VyIM:&tbnh=93&tbnw=111&hl=es&start=3&prev=/images%3Fq%3DOXIHEMOGLOBINA%26svnum%3D10%26hl%3Des%26lr%3D%26ie%3DUTF-8>
- <http://www.aegastro.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/aeg/libro.fulltext?pid=13021572>
- <http://es.geocities.com/simplex59/Image330.gif>
- <http://www.uam.es/departamentos/medicina/anesnet/revistas/ijeicm/vol1n2e/articulos/co.htm>
- http://www.ninds.nih.gov/disorders/spanish/parkinson_disease_spanish.htm#parkinson
- <http://www.uv.es/brager/Intoxicaciones%20aguda/Parte%204%AA.pdf>
- <http://tratado.uninet.edu/c100802.html>