



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS:

**“ANÁLISIS DE RIESGOS EN PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES”**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA INDUSTRIAL

PRESENTA:

MARIBEL RODRÍGUEZ ANGELES



AGRADECIMIENTOS

A DIOS;

Por guiar mi camino, por la fortaleza, la salud y las personas que ha puesto en mi vida.

A mis padres: José Antonio Rodríguez y María Félix Angeles.

Porque sin ustedes esto no hubiera sido posible. Gracias por su amor, cuidados, apoyo y confianza.

No tengo palabras para describir lo importantes que han sido y serán siempre en mi vida, lo mucho q los amo y admiro.

Por ustedes soy lo que soy, y este logro es su logro también.

A Gerardo

El amor de mi vida y mejor amigo, por el amor, la confianza y apoyo, Por sus consejos y su paciencia, porque me has alentado a seguir adelante y por estar siempre conmigo.

Al ingeniero Victoriano Angüís

Porque más que mi asesor, mi amigo, y guía en el mundo laboral, por sus consejos y confianza.

A la UNAM

Porque ha sido un orgullo formar parte de ella.



ÍNDICE

OBJETIVO	4
INTRODUCCIÓN	5
1. ANTECEDENTES	8
1.1 DATOS GENERALES	8
1.2 PROCESO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	10
1.3 METODOLOGÍA UTILIZADA	11
2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	12
2.1 MARCO JURÍDICO APLICABLE	12
2.3 TABLA DE RESUMEN	33
2.4 ÁREAS CON OPORTUNIDAD DE MEJORA	34
2.5 PELIGROS IDENTIFICADOS	35
3. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS	37
3.2 RIESGOS DEFINIDOS	41
3.2 MAPA DE RIESGOS DEFINIDOS	41
3.3 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS	43
3.4 EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS	47
3.5 JERARQUÍA DE LOS EVENTOS	47
4. ANÁLISIS DEL ESCENARIO PRINCIPAL	48
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA HAZOP	48
4.2 ACTIVIDAD Y SISTEMA ANALIZADOS CON HAZOP	49
4.4 EVENTO DE MAYOR RIESGO	57
5. SIMULACIÓN (EVENTO DE MAYOR RIESGO): FUGA MASIVA DE CLORO	58
5.1 ÁREAS DE AMENAZA	68
5.2 POBLACIÓN AFECTADA EN EL ÁREA	69
4.5 EFECTOS DEL CLORO SOBRE EL SER HUMANO	69
6. FUNDAMENTO ECONÓMICO	70
6.1 ICEBERG DE LOS COSTOS	71
6.2 COSTO APROXIMADO EN CASO DE PRESENTARSE EL ESCENARIO	72
CONCLUSIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	75
MESOGRAFÍA	75



OBJETIVO

Identificar y evaluar riesgos potenciales en una planta de tratamiento de aguas residuales, mediante la observación e investigación, utilizando para tal propósito las hojas de verificación, un simulador y las técnicas para el análisis de riesgos. Con el fin de identificar los eventos los cuales sirvan de base para determinar las acciones necesarias y eliminar y/o disminuir la probabilidad de una contingencia.



INTRODUCCIÓN

Dado que en la planta de tratamiento de aguas residuales se manejan productos químicos nocivos para la salud, así como se realizan una serie de actividades las cuales pueden generar accidentes y enfermedades, se requiere efectuar el análisis de riesgos con el fin de identificar los puntos débiles en el área y tomar medidas preventivas que eviten pérdidas humanas, ecológicas y económicas.

La planta de tratamiento en la cual se sustenta el presente trabajo, nos arroja los indicativos para desarrollar y aplicar técnicas para familiarizarnos con el proceso de trabajo realizado y determinar los posibles riesgos laborales existentes que pudieran ocurrir, fundamentándose para tal fin en el alto porcentaje de accidentes ocurridos en México, donde a pesar de los avances en la reducción de accidentes las estadísticas siguen mostrando que son insuficientes o ineficaces las medidas establecidas en cada uno de los centros de trabajo.

En el 2009 se registraron en México mil 412 defunciones por riesgos laborales, así como 411 mil accidentes de trabajo, los cuales son la primera causa de incapacidad temporal en el país y representan el 81% de los riesgos registrados por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Lo que corresponde a 2.3 millones de muertes al año¹. Además de los accidentes no registrados ante el seguro social por la falta de cultura e intereses de las propias empresas.

Sin embargo los riesgos no sólo son latentes dentro de las instalaciones, un accidente podría dañar poblaciones aledañas y/o contaminar el ambiente en tal magnitud que los daños podrían ser irreversibles, generalmente este tipo de acontecimientos se dan a causa del mal manejo y de la poca importancia que se le da al uso de agentes químicos potencialmente dañinos. Como ejemplos tenemos:

Tabla 1: Ejemplos de accidentes ocurridos en México con sustancias químicas.²

Fecha	Localidad	Origen del accidente	Productos involucrado	Muertos	Lesionados	Evacuados
1996/20/02	Cd. México	Explosión (planta química)	Mercaptanos	-	>125	>100
1992/22/04	Guadalajara	Explosión (alcantarillado)	Hidrocarburos	206	1,500	6,500
1991/29/12	S. L. P.	Fuga	Butano	-	40	-
1991/21/05	Cd. De México	Fuga (t)	Acido Clorhídrico	-	200	500
1991/04/05	México,	Explosión	Paratiòn	-	300	-

¹ <http://www.gaceta.udg.mx/Hemeroteca/paginas/627/627.pdf>. Septiembre 2010

² Estudios de Riesgos Químicos, Dirección de Protección Civil del Municipio de León



INTRODUCCIÓN

Fecha	Localidad	Origen del accidente	Productos involucrado	Muertos	Lesionados	Evacuados
	Córdoba					
1991/12/01	México, Coatzacoalcos	Explosión (petroquímica)	Cloro	1	122	-
1988/11/12	Cd. México	Explosión	Fuegos Artificiales	62	87	-
1988/23/06	Monterrey	Explosión	Gasolina	4	15	10,000
1988/25/05	Chihuahua	Explosión (almacenamiento)	Aceite	-	7	15,000
1987/15/12	México, Minatitlán	Falla en proceso	Acrilonitrilo	-	>200	1000
1986/25/12	Cárdenas	Fuga (Tubería)	Gas	-	2	>20,000
1984/21/01	Matamoros	Transporte	Amoniaco	-	182	3,000
1984/19/11	México, San Juan Ixhuatepec	Explosión (almacenamiento)	Gas L. P.	>500	2,500	>200,000
1981/04/08	Montañas, S.L.P	Fuga (t.f)	Cloro	28	100	5,000
1979/03/06	Golfo	Explosión (plataforma)	Aceite	-	-	-
1978/02/11	S. Magallanes	Explosión (tubería)	Gas	41	32	-
1978/15/07	Xilotepec	Explosión (t.c.)	Gas	100	200	-
1977/19/06	Puebla	Fuga	Cloruro de vinilo	1	5	>10,000
1976/07/03	Cuernavaca	Fuga	Amoniaco	2	500	2000
1972/01/07	Chihuahua	Explosión (t.f)	Butano	>8	800	-

Ejemplos a nivel mundial de accidentes ocurridos con sustancias químicas:

Bhopal, India, el 2 de diciembre de 1984; donde murieron miles de personas a causa de la fuga de un gas químico, generada por las malas condiciones en las instalaciones.

Chernobil, Ucrania el 26 de abril de 1986, siendo el accidente nuclear más grande de la historia donde la cantidad de material radiactivo liberada fue 500 veces mayor que la liberada por la bomba atómica liberada en Hiroshima. Debido a esto en la actualidad, este lugar es aún inhabitable, se estima que en 600 años será otra vez seguro para el sano desarrollo de la vida.

El alcance de los accidentes con productos químicos depende en gran parte de la cuantía de la sustancia. Sin embargo el utilizar y/o almacenar cantidades consideradas de ciertos productos químicos es, en la mayoría de los casos, esencial en el proceso productivo, como en las plantas de tratamiento de aguas residuales, donde el cloro es parte fundamental en el tratamiento del agua.

Por eso es de vital importancia llevar a cabo análisis de riesgo y examinar los procesos y procedimientos de trabajo permitiendo el conocimiento de todos aquellos riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores, medio ambiente y comunidad en general.



Los estudios de riesgo involucran principalmente tres grandes temas; la identificación de los riesgos, la probabilidad de ocurrencia de accidentes o eventos y el análisis de consecuencia.

La identificación de los riesgos permite determinar las localizaciones, rutas, características y cantidades de materiales de fuentes potenciales de accidentes por explosión. Incendio, fuga o derrame de sustancia peligrosa, incumplimiento normativo y fallas en el sistema que deriven en una pérdida física, de salud o económica.

En el caso de un análisis probabilístico, permite identificar la verosimilitud de ocurrencia del accidente para examinar y priorizar los escenarios de accidentes potenciales en términos de su probabilidad de ocurrencia.

La evaluación de las consecuencias e impactos asociados con la ocurrencia de los escenarios identificados de accidentes, es el proceso denominado análisis de las consecuencias. Este paso permite la priorización de los escenarios en términos del impacto potencial del daño en la gente y las instalaciones.

El presente análisis de riesgos corresponde a una planta de tratamiento de aguas residuales, en el se analizan los posibles y más latentes riesgos, la aplicabilidad y el grado de cumplimiento legal de la normatividad vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo, así como la evaluación de las consecuencias de su principal riesgo en el que también, mediante un simulador se modelan los escenarios de eventos por fuga de cloro, en este sentido es importante contemplar el resultado general, principalmente normativo, donde se observa una gran oportunidad de mejora provocado por el incumplimiento en la materia, en la prevención en el rubro de productos químicos (principalmente cloro) y en cuestiones de salud ocupacional.



1. ANTECEDENTES

1.1 Datos Generales

En 1992 bajo contrato de obra, se construye un acueducto para llevar agua en bloque a Cancún e inicia la construcción de la Planta de Aguas Residuales en cuestión.

El 19 de octubre de 1993 el Gobierno del Estado de Quintana Roo y los Municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres otorgan a Desarrollos Hidráulicos de Cancún, la concesión integral por 30 años para prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento en las ciudades de este Municipio. Inicia operaciones la Planta.

En el 2006 y 2007 la Planta en estudio recibe la certificación ISO 9001:2000 para las operaciones de su laboratorio de medición y el Certificado de Industria Limpia respectivamente.

En el 2002 se incorpora a la asociación SUEZ Environnement, quien es el primer proveedor de agua en el mundo. Proporciona servicios de extracción, distribución y tratamiento a más de 125 millones de usuarios. Cuenta con 60, 000 clientes industriales, ha construido y operado más de 10,000 Plantas de tratamiento de agua y en el mismo año firmó un convenio con la UNESCO (en inglés United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) el fin de reducir en un 50% para el año 2015, el número de personas que carecen de agua potable y servicios sanitarios.

La población del área en concesión asciende a los 600,000 habitantes fijos y cerca de 3 millones de visitantes anuales.

AGUA POTABLE

- 145 pozos de captación en cuatro zonas distribuidas en 5,000 [ha] de selva.
- Cerca de 1,115 [km] de redes de distribución.
- 18 tanques de almacenamiento.
- 46 estaciones de rebombeo de agua potable.
- Cobertura del 100% en zonas concesionadas y la calidad de agua se encuentra dentro de los estándares Nacionales e Internacionales.



ALCANTARILLADO

- Más de 700 [km] de redes de captación de aguas residuales
- 42 estaciones de rebombeo que cubren más de 90,000 lotes.
- Cobertura de 100% en zona turística, 86% en el área urbana de Cancún y 97% en Isla Mujeres.

SANEAMIENTO

- 5 plantas de saneamiento cubren el 100% de la recolección de la red de alcantarillado de la zona urbana.
- El tipo de tratamiento es biológico.
- Capacidad total de 712 litros por segundo.



Este diagrama de flujo describe el proceso de tratamiento de aguas residuales municipales, detallando las etapas, los insumos y los productos.

```

graph LR
    CS[Cárcamo Sur] --> PT[Pretratamiento  
(cribado, +  
desengrasado +  
desarenado)]
    CF[Cárcamo Final] --> PT
    BSA[Basura y Arenas.  
170[m³/año] a  
Relleno Sanitario  
Municipal] --> PT
    ARA[Agua Residual  
Municipal. 180 [l/s]  
promedio] --> PT
    PT --> PA[Primario Avanzado  
(coagulación-  
floculación)]
    PT -- Sobrenadantes --> TAL[Tanque de aireación  
de lodos.]
    PA -- Lodos Primarios --> TAL
    PA -- Lodos activados en exceso. --> TAL
    PA -- 150 [l/s] máximo --> PLA[Proceso Biológico  
Lodos Activados]
    PA -.->|Caudal excedente en horas pico| PLA
    PLA --> TD[Tanque de desinfección]
    GCL[Gas Cloro. Dosis  
de 6-8 ppm] --> TD
    TD --> PAZ[8 pozos de absorción de  
100 a 120 [m] de  
profundidad.]
    TAL --> DLF[Deshidratado de Lodos en  
Filtro Banda. 20-25% de  
sólidos. 5-7 [ton]. Base seca.]
    PCC[Poliectrolito Catiónico.  
Poliacrilamida. Dosis de 17  
[kg/ ton] base seca.] --> DLF
    DLF --> EA[Estabilización  
Alcalina]
    ACA[Aplicación de Cal  
apagada (hidróxido  
de calcio). Dosis de  
10 a 20 % base seca.] --> EA
    EA --> DIP[Disposición sobre  
plataforma impermeable  
Planta Norponiente]
  
```

Entradas y Procesos:

- Cárcamo Sur** y **Cárcamo Final** suministran agua residual al **Pretratamiento**.
- Basura y Arenas** (170 m³/año) se envían al **Relleno Sanitario Municipal**.
- Agua Residual Municipal** (180 l/s promedio) ingresa al **Pretratamiento**.
- Pretratamiento** (cribado, desengrasado y desarenado) envía el efluente al **Primario Avanzado** y los **Sobrenadantes** al **Tanque de aireación de lodos**.
- Primario Avanzado** (coagulación-floculación) recibe **Lodos Primarios** y **Lodos activados en exceso** para el tanque de aireación, y un caudal máximo de 150 l/s al **Proceso Biológico Lodos Activados**.
- Proceso Biológico Lodos Activados** envía el efluente al **Tanque de desinfección**.
- Gas Cloro** (dosis de 6-8 ppm) se añade al **Tanque de desinfección**.
- Tanque de desinfección** envía el efluente a **8 pozos de absorción** (100 a 120 m de profundidad).
- Tanque de aireación de lodos** envía el efluente al **Deshidratado de Lodos en Filtro Banda**.
- Poliectrolito Catiónico** y **Poliacrilamida** (dosis de 17 kg/ton base seca) se añaden al **Deshidratado de Lodos**.
- Deshidratado de Lodos** (20-25% de sólidos, 5-7 ton base seca) envía el efluente a la **Estabilización Alcalina**.
- Aplicación de Cal apagada** (hidróxido de calcio, dosis de 10 a 20 % base seca) se añade a la **Estabilización Alcalina**.
- Estabilización Alcalina** envía el efluente a la **Disposición sobre plataforma impermeable** en la **Planta Norponiente**.



1. 3 Metodología utilizada

A continuación se describe en forma general la metodología utilizada en el presente análisis de riesgos:

- i. Para la identificación de peligros se utilizan tablas de verificación, realizadas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), en las cuales se obtiene información de documentos, observación y entrevistas al personal. Cada rubro tiene una ponderación con el fin de medir el porcentaje de cumplimiento en las normas, y de esta manera, identificar las condiciones de riesgo latentes en la Planta.
- ii. Previamente identificados los peligros, se definen los riesgos a los que esta expuesta la Planta y se ponderan, en este caso con el Método MOSLER, en el cual se utilizan una serie de criterios para analizar y evaluar los riesgos con el fin de calcular su respectiva clase y en función del valor obtenido de la evaluación del mismo, clasificarlos.
- iii. Una vez jerarquizados los riesgos, se realiza el análisis del riesgo con mayor nivel de riesgo. En este estudio se utiliza HAZOP como herramienta de análisis, con el objeto de detectar fallas técnicas del sistema o de procedimiento en la operación del mismo y proponer el evento para la simulación.
- iv. Ya identificado el posible suceso, se realizan simulaciones, este caso se utiliza el simulador comercial ALOHA, para determinar las zonas de riesgo y amortiguamiento en caso de suscitarse el evento.



2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Para la primera etapa del presente análisis de riesgos, la identificación de peligros, se utilizaron listas de verificación realizadas por la STPS, en base a la Normatividad Aplicable del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo y a las Normas Oficiales Mexicanas. Estas tablas cuentan con una ponderación asignada con la finalidad de medir el nivel de cumplimiento normativo del rubro en cuestión.

2.1 Marco jurídico aplicable

La normatividad aplicable de acuerdo a las instalaciones y proceso en la Planta de tratamiento de aguas residuales son las siguientes:

Reglamento Federal De Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo

DOF 21-01-1997

Título Segundo - Condiciones de seguridad.

Capítulo Primero: Edificios y locales.

Capítulo Segundo: Prevención, protección y combate de incendios.

Capítulo Tercero: Equipo, maquinaria, recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas.

Capítulo Cuarto: Instalaciones eléctricas.

Capítulo Sexto: Manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, y sustancias químicas.

Título Tercero - Condiciones de higiene.

Capítulo Primero: Ruido y vibraciones.

Capítulo Tercero: Sustancias químicas contaminantes solidas, liquidas o gaseosas.

Capítulo Cuarto: Agentes contaminantes biológicos.

Capítulo Noveno: Equipo de protección personal.

Capítulo Decimoprimer: Servicios para el personal.

Capítulo Decimosegundo: Orden y la limpieza.

Título Cuarto - Organización de la seguridad e higiene en el trabajo.

Capítulo Segundo: Comisiones de seguridad e higiene en el trabajo.

Capítulo Tercero: Avisos y estadísticas de accidentes y enfermedades de trabajo.

Capítulo Cuarto: Programas de seguridad e higiene en el trabajo.

Capítulo Quinto: Capacitación.



Normas Oficiales Mexicanas

- **NOM-001-STPS-1999**, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad e higiene.
- **NOM-002-STPS-2000**, Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- **NOM-004-STPS-1999**, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- **NOM-005-STPS-1998**, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- **NOM-006-STPS-2000**, Manejo y almacenamiento de materiales- condiciones y procedimientos de seguridad.
- **NOM-009-STPS-1999**, Equipo suspendido de acceso- instalación, operación y mantenimiento-condiciones de seguridad.
- **NOM-010-STPS-1993**, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
- **NOM-011-STPS-2001**, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- **NOM-017-STPS-1993**, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.
- **NOM-018-STPS-2000**, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- **NOM-019-STPS-1993**, Constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- **NOM-020-STPS-2002**, Recipientes: sujetos a presión y calderas: funcionamiento-condiciones de seguridad.
- **NOM-021-STPS-1994**, Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.
- **NOM-022-STPS-1999**, Electricidad estática en los centros de trabajo - condiciones de seguridad e higiene.
- **NOM-026-STPS-1998**, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- **NOM-027-STPS-2000**, Soldadura y corte-condiciones de seguridad e higiene.
- **NOM-028-STPS -2004**, Organización del trabajo-seguridad en los procesos de sustancias químicas.
- **NOM-029-STPS-2005**, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.
- **NOM-030-STPS-2003**, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-organización y funciones.



2.2 Tablas de verificación

En las siguientes tablas se muestran los rubros evaluados para identificar los peligros existentes de acuerdo al porcentaje de cumplimiento en cada uno de ellos. Las fuentes para recabar la información fueron:

D - Documental

O - Observación

I- Investigación (entrevistas)

Tabla 2. Recipientes sujetos a presión y calderas.

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
1 Recipientes sujetos a presión y calderas						
1.1 Relación de equipos	Se cuenta con un listado de todos los equipos instalados en el centro de trabajo, no importando si requieren o no de autorización de funcionamiento, y se identifican aquellos que son portátiles o que contienen líquidos orgánicos. (NOM-020-STPS-2002)	D	2	SI	2	-----
1.2 Autorización de funcionamiento y bajas	Los equipos que de acuerdo con la norma vigente en esta materia requieren de autorización provisional de funcionamiento, la tienen, o en su caso cuentan con la ampliación de la vigencia de la autorización de funcionamiento, mediante cualquiera de las omisiones establecidas en la norma. (NOM-020-STPS-2002)	D	3	NO	0	No tienen los formatos de autorización
	Se ha notificado por escrito a la autoridad laboral los equipos con autorización de funcionamiento, que han dejado de operar o se cambiaron de lugar en el centro de trabajo. (NOM-020-STPS-2002)	D	2	NO	0	No se tienen documentos
1.3 Condiciones de seguridad	Se asegura que el sistema de soporte de los equipos no afecte la operación de éstos. (NOM-020-STPS-2002)	O,I	3	SI	3	-----
	Se disponen de espacios libres para las actividades de operación, mantenimiento y revisión. (NOM-020-STPS-2002)	O	2	SI	2	-----
	Cuentan los equipos con instrumentos de medición de presión y dispositivo de seguridad, de acuerdo con las características que señala la norma vigente en esta materia. (NOM-020-STPS-2002)	O	3	SI	3	-----
	Los equipos cuentan con desfogue de fluidos, si se requiere, a través de las válvulas de seguridad, a lugares específicos para evitar riesgos a los trabajadores, medio ambiente de trabajo y atmosfera en general. (NOM-020-STPS-2002)	O	3	SI	3	-----
1.4 Identificación	Se identifican los equipos con etiqueta, placa u otro medio, con el nombre del equipo o número de identificación. (NOM-020-STPS-2002)	O	1	SI	1	-----



IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
1.5 Procedimiento de Seguridad	Se cuenta con procedimientos en idioma español, para la operación, mantenimiento y revisión de equipos, que incluyan medidas de seguridad. (NOM-020-STPS-2002)	D	2	NO	0	No hay procedimientos
1.6 Difusión	Se difunden los procedimientos a los trabajadores encargados de los equipos. (NOM-020-STPS-2002)	D,I	2	NO	0	
1.7 Capacitación	Se cuenta con personal capacitado para la operación, mantenimiento y revisión de los equipos. (NOM-020-STPS-2002)	D,I	3	NO	0	No hay constancias
1.8 Mantenimiento	Se conservan los antecedentes de alteraciones, reparaciones, condiciones de operación y mantenimiento de los equipos. (NOM-020-STPS-2002)	D	1	NO	0	No se tiene historial
PUNTUACIÓN MÁXIMA			27			
PUNTUACIÓN OBTENIDA POR LA EMPRESA			14			

Tabla 3. Protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria, equipos, accesorios y trabajos de soldadura

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
2 Protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria, equipos, accesorios y trabajos de soldadura						
A. Maquinaria, equipos y accesorios						
2.1 Estudio de riesgo potencial para la maquinaria y equipo	Se elabora un estudio para analizar el riesgo potencial generado por la maquinaria y equipo, que incluye un inventario de todos los factores y condiciones peligrosas que afectan la salud del trabajador (Generación de calor, electricidad estática de la maquinaria y equipo, Superficies cortantes, etc.). (NOM-004.STPS-1999)	D	2	NO	0	No se ha realizado el análisis de riesgo específico
2.2 Dispositivos de Seguridad	Se cuenta con dispositivos de seguridad en la maquinaria, los cuales proporcionan una protección total y permiten el libre movimiento del trabajador. (NOM-004.STPS-1999)	O	3	SI	3	-----
2.3 Herramientas	Se verifican periódicamente las herramientas en su funcionamiento, a fin de proporcionarles el mantenimiento adecuado y en su caso sustituir aquellas que hayan perdido sus características técnicas. (NOM-004.STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
2.4 Equipo de trabajo	Se proporciona a los trabajadores que lo requieren cinturones, portaherramientas, bolsas o cajas para el transporte y almacenamiento de herramientas. (RFSHMT Art. 52; NOM-004.STPS-1999)	O,D	2	SI	2	-----
2.5 Mantenimiento	Se tiene un programa de mantenimiento de la maquinaria y equipo, con las medidas de seguridad e higiene incluidas. (NOM-004.STPS-1999)	D	2	NO	0	-----



IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
	Se lleva un registro para un mejor control del mantenimiento de la maquinaria y equipo, correctivo o preventivo, indicando la fecha en que se realizó y se mantiene este registro al menos durante doce meses. (NOM-004-STPS-1999)	D	2	NO	0	-----
2.6 Manuales y procedimientos para emergencias	Se cuenta por escrito con los manuales para casos de emergencia y los procedimientos de seguridad, y se les proporciona a los trabajadores que operan o dan mantenimiento a la maquinaria. (NOM-004-STPS-1999)	D	2	NO	0	No se tienen manuales para emergencias
2.7 Dispositivos de seguridad para el mantenimiento de la maquinaria	Se colocan candados, portacandados y tarjetas de aviso de seguridad para el bloqueo de energía, advirtiendo la desactivación de la maquinaria y equipo, en lugares estratégicos y visibles, cuando menos a un metro de distancia. (NOM-004-STPS-1999)	O	3	NO	0	No se comunica la desactivación
B. Protección de corte y soldadura						
2.8 Programa de seguridad e higiene	Se cuenta con un programa de seguridad e higiene para la realización de trabajos de soldadura y corte en condiciones de seguridad e higiene. (NOM-027-STPS-2000)	D	2	NO	0	No se cuenta con programas de seguridad
	Se cuenta con autorización para realizar actividades de soldadura y corte en área de riesgo como espacios confinados, alturas, sótanos, áreas controladas con presencia de sustancias inflamables o explosivas y aquellas no designadas específicamente para estas actividades. (NOM-027-STPS-2000)	D	2	NO	0	
2.9 Análisis de riesgos	Se cuenta con el análisis de riesgos potenciales para las actividades de soldadura y corte que desarrollen en el centro de trabajo. (NOM-027-STPS-2000)	D	2	NO	0	-----
2.10 Reconocimientos médicos	Se somete a los trabajadores que realizan trabajos de soldadura y corte a los reconocimientos médicos específicos, según lo establecen las normas oficiales mexicanas que al respecto emite la Secretaría de Salud. (NOM-027-STPS-2000)	D	3	NO	0	-----
2.11 Delimitación de áreas	Se cuenta con casetas de soldar o con mamparas para delimitar las áreas en donde se realicen actividades de soldadura y corte. (NOM-027-STPS-2000)	O	3	NO	0	-----
2.12 Mantenimiento	Se brinda mantenimiento preventivo y, en su caso, correctivo, al equipo y maquinaria utilizada en las actividades de soldadura y corte, con trabajadores autorizados y capacitados del centro de trabajo o del proveedor de equipo. (NOM-027-STPS-2000)	O	3	NO	0	No hay constancias de capacitación
PUNTUACIÓN MÁXIMA			33			
PUNTUACIÓN OBTENIDA POR LA EMPRESA			7			



Tabla 4. Condiciones del medio ambiente

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
3 Condiciones del medio ambiente						
3.1 Ruido	Se efectúa el reconocimiento y la evaluación a fin de conocer las características del ruido y sus componentes de frecuencia, y se mantienen vigentes. (NOM-011-STPS-2001)	D	3	NO	0	No se tienen identificadas las actividades con riesgo especial
	Se vigila que no se rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana correspondiente con la materia. (NOM-011-STPS-2001)	D	3	NO	0	
	Se cuenta con un programa de conservación de la audición. (NOM-011-STPS-2001)	D	2	NO	0	
	En los centros de trabajo en donde por los procesos y operaciones se genere ruido, que por sus características, niveles y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, se elabora un programa específico de seguridad e higiene conforme a las normas aplicables. (NOM-011-STPS-2001)	D	2	NO	0	
	Se difunde entre los trabajadores y la comisión de seguridad e higiene información sobre posibles alteraciones a la salud por la exposición a ruido y son orientados sobre la forma de evitarlo o atenuarlo. (NOM-011-STPS-2001)	D,I	3	NO	0	
	Se vigila la salud de los trabajadores expuestos a ruido mediante la aplicación de exámenes médicos específicos. NOM-011-STPS-2001	D	3	NO	0	
	Los trabajadores expuestos a ruido durante su jornada de trabajo se apegan a tiempos y niveles de exposición, conforme a la norma. (NOM-011-STPS-2001)	I	3	NO	0	
3.3 Agentes biológicos	Se elabora y difunde entre los trabajadores el Programa de Seguridad e Higiene para el uso, manejo, transporte, almacenamiento y desecho de materiales contaminados por microorganismos patógenos y contiene las medidas preventivas de desinfección, esterilización y limpieza del equipo e instrumental utilizado. (RFSHMA Art. 86)	D	3	NO	0	
	Se llevan un registro del personal autorizado para la ejecución de actividades que impliquen un riesgo especial por el manejo de agentes biológicos. (RFSHMA Art. 89)	D	1	NO	0	
	En los centros de trabajo en donde existan agentes biológicos capaces de alterar la salud de los trabajadores, el patrón deberá de identificar, evaluar y controlar la exposición a los mismos, de acuerdo con las normas correspondientes. (RFSHMA Art. 85)	D	3	NO	0	-----



IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
	El patrón deberá identificar y señalizar las áreas de riesgo, contenedores y material contaminado por microorganismos patógenos. (RFSHMAT Art. 87)	D,O,I	3	NO	0	No se ha realizado un estudio para determinar la existencia de agentes patógenos
3.4 Ventilación	Se mantiene durante las labores la ventilación natural o artificial que contribuya a prevenir el daño en la salud de los trabajadores. (RFSHMAT Art. 99; NOM-001-STPS-1999)	O	3	SI	3	-----
3.7 Sustancias químicas contaminantes sólidas, líquidas y gaseosas	Se cuenta con las hojas de seguridad para todas las sustancias químicas peligrosas que se utilizan en el centro de trabajo y se entregan a los clientes con el acuse de recibo correspondiente.(NOM-005-STPS-1998 ,NOM-010-STPS-1999)	D,O	3	SI	3	Garantizar que todas las sustancias químicas que ingresan mantengan vigente su hoja de datos de seguridad (HDS) en idioma español
	Se realiza y mantiene actualizado el estudio de los contaminantes del medio ambiente laboral que incluye el reconocimiento, la evaluación y el control necesario para prevenir alteraciones en la salud de los trabajadores expuestos a dichos contaminantes. (NOM-005-STPS-1998 ,NOM-010-STPS-1999)	D	2	NO	0	-----
	Se cuenta con un Programa de Seguridad e Higiene que permita mejorar las condiciones del medio ambiente laboral, y reducir la exposición de los trabajadores a las sustancias químicas contaminantes. (NOM-005-STPS-1998 NOM-010-STPS-1999)	D	2	NO	0	-----
	Se elabora y tiene el estudio de riesgos potenciales cuando existen cambios de procesos o sustancias químicas peligrosas en el centro de trabajo. (NOM-005-STPS-1998 NOM-010-STPS-1999)	D	2	NO	0	-----
	Se tiene una relación del personal capacitado para el manejo y transporte de materiales peligrosos, y se cuenta con las constancias de habilidades correspondientes. (NOM-005-STPS-1998 NOM-010-STPS-1999)	D	2	NO	0	-----
	Se informa a los trabajadores de las posibles alteraciones en su salud por la exposición a las sustancias químicas. (NOM-005-STPS-1998 NOM-010-STPS-1999)	D,I	3	NO	0	-----
	PUNTUACIÓN MÁXIMA			46		
PUNTUACIÓN OBTENIDA POR LA EMPRESA			6			



Tabla 5. Sistema contra incendio

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
4 Sistema contra incendio						
4.1 Condiciones de seguridad	Se instalan equipos contra incendio, de acuerdo al grado de riesgo de incendio, la clase de fuego que se pueda presentar en el centro de trabajo y a las cantidades de materiales en almacén y en proceso. (NOM-002-STPS-2000)	O	3	SI	3	-----
	De las salidas normales y de emergencia, la distancia a recorrer desde el punto más lejano del interior de una edificación, a un área de salida, no debe ser mayor de 40 [m]. (NOM-002-STPS-2000)	O	2	SI	2	-----
	Las puertas de las salidas normales de la ruta de evacuación y de las salidas de emergencia deben abrirse en el sentido de la salida, y contar con un mecanismo que las cierre y otro que permita abrirlas desde adentro mediante una factura simple de empuje. (NOM-002-STPS-2000)	O	3	SI	3	-----
	Las puertas de las salidas normales de las rutas de evacuación y de las salidas de emergencia deberán estar libres de obstáculos, candados, picaportes o de cerraduras con seguros puestos, durante las horas laborales; así como comunicar a un descanso, en caso de acceder a una escalera. (NOM-002-STPS-2000)	O	3	NO	1	La puerta de las oficinas de calidad se encuentra cerrada
	Las puertas de las salidas normales de la ruta de evacuación y de las salidas de emergencia deben ser de materiales resistentes al fuego y capaces de impedir el paso del humo entre estas áreas de trabajo; así mismo, estar identificadas conforma a lo establecido en la (NOM-026-STPS-1998, NOM-002-STPS-2000)	O	2	SI	2	-----
	Los pasillos, corredores, rampas y escaleras que sean parte del área de salida deben ser de materiales ignífugos y, si tienen acabados estos deben ser de materiales resistentes al fuego; así como estar libres de obstáculos que impidan el tránsito de los trabajadores. (NOM-002-STPS-2000)	O	2	SI	2	-----
4.2 Grado de riesgo medio	En cada nivel del centro de trabajo, por cada 300 [m]., cuadrados o fracción se debe instalar, al menos, un extintor de acuerdo a la clase de fuego. (NOM-002-STPS-2000)	O	3	SI	3	-----
4.4 Extintores	Se verifica que los extintores cuenten con su placa o etiqueta, colocada al frente y contenga, por lo menos el nombre, denominación o razón social del fabricante (NOM-002-STPS-2000)	O	2	SI	2	-----
	Se verifica que los extintores cuenten con la nemotecnia de funcionamiento pictograma de la clase de fuego, y sus limitaciones. (NOM-002-STPS-2000)	O	2	SI	2	-----



Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
	Se verifica que los extintores cuenten con la fecha de la carga original o del último de servicio de mantenimiento realizado, indicando al menos el mes y año; y su agente extinguidor; la capacidad nominal en [kg] o [lbs]. (NOM-002-STPS-2000)	O	2	SI	2	-----
	Los extintores deben de recibir, cuando menos una vez al año, mantenimiento preventivo, a fin de que se encuentren permanentemente en condiciones seguras de funcionamiento. (NOM-002-STPS-2000)	O	3	NO	3	Algunos extintores se encuentran deteriorados
	Los extintores se colocan en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos, de tal forma que el recorrido así el extintor más cercano, tomando en cuenta las vueltas y rodeos necesarios para llegar a uno de ellos, no exceda de 15 [m] desde cualquier lugar ocupado en el centro de trabajo. (NOM-002-STPS-2000)	O	3	SI	3	-----
	Los extintores deben fijarse a una altura no menor de 10 [cm], medidos del suelo a la parte mas alta del extintor y una altura máxima de 1.5 [m], medidos del piso a la parte mas alta del extintor; así como colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50 °C y no sea menor a -5 [°C] y protegidos de la intemperie. (NOM-002-STPS-2000)	O	2	SI	2	-----
	Se cuenta con al menos un extintor del tipo y capacidad necesaria, de acuerdo al análisis de riesgos potenciales en el área donde se desarrollan las actividades de soldadura y corte. (NOM-002-STPS-2000)	O	3	SI	3	-----
4.5 Revisión y mantenimiento de extintores	Los extintores se revisan al momento de su instalación y posteriormente a intervalos no mayores a un mes. (NOM-002-STPS-2000)	D, O	3	NO		Las condiciones de algunos extintores no lo demuestran
	Se da mantenimiento a los extintores cuando menos una vez al año, y durante esta actividad se sustituye del mismo tipo de fuego y de la misma capacidad. (NOM-002-STPS-2000)	D	2	NO	2	
	PUNTUACIÓN MAXIMA		40			
	PUNTUACIÓN OBTENIDA POR LA EMPRESA		35			



Tabla 6. Equipo de protección personal

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
5 Equipo de protección personal						
5.1 Dotación del equipo	En los centros de trabajo donde existan agentes en el medio laboral, que pueden alterar la salud y poner en riesgo la vida de los trabajadores y por razones de carácter técnico no sea posible aplicar las medidas de prevención y control, el patrón deberá dotar éstos con el equipo de protección personal (RFSHMA; Art. 101)	D, O	3	SI	3	-----
5.2 Equipo de protección personal	Se tienen por escrito los estudios y análisis de riesgo para determinar el uso del equipo de protección personal. (NOM-017-STPS-2001)	D	2	NO	0	-----
	El equipo de protección personal proporcionado al trabajador es acorde a las características y dimensiones físicas del mismo y a los agentes de riesgo. (NOM-017-STPS-2001)	D, O	3	NO	0	No se ha realizado análisis de riesgo de las actividades que desarrollan los trabajadores
5.3 Capacitación	Se proporciona a los trabajadores la capacitación y el adiestramiento necesario, para el uso, limpieza, mantenimiento, limitaciones y almacenamiento del equipo de protección personal. (NOM-017-STPS-2001)	D, I	3	SI	9	-----
5.4 Difusión	Los trabajadores cuentan con información sobre los riesgos a los que están expuestos y el equipo de protección personal que deben utilizar. (NOM-017-STPS-2001)	D, I	3	NO	0	-----
PUNTUACIÓN MÁXIMA			14			
PUNTUACIÓN OBTENIDA POR LA EMPRESA			12			



Tabla 7. Instalaciones eléctricas y electricidad estática

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
6 Instalaciones eléctricas y electricidad estática						
6.1 Diagrama de la instalación eléctrica	Cuenta el centro de trabajo con el diagrama unifilar de la instalación eléctrica, actualizado y contiene el cuadro general de cargas instaladas y por circuito derivado. (NOM-029-STPS-2005)	D	1	NO	0	No esta actualizado
6.2 Riesgos de trabajo-mantenimiento	Se analizan los riesgos de trabajo a los que se exponen los trabajadores antes de realizar cualquier mantenimiento a las instalaciones eléctricas, considerando lo que señala el art. 7 de la NOM-029-STPS-2005.	D, I	2	NO	0	-----
	Se autoriza por escrito a los trabajadores las actividades de mantenimiento a las instalaciones eléctricas en lugares peligrosos, como altura, espacios confinados, subestaciones, etc., con base en lo que señala el numeral 5.6 de la NOM-029-STPS-2005.	D	2	NO	0	-----
6.3 Procedimientos de seguridad	Cuenta el centro de trabajo con los procedimientos de seguridad para las actividades de mantenimiento a las instalaciones eléctricas, los cuales incluyen lo dispuesto en el capítulo 11 de la NOM-029-STPS-2005.	D	1	NO	0	-----
6.4 Capacitación	Se proporciona capacitación y adiestramiento a los trabajadores que realizan mantenimiento a las instalaciones eléctricas del centro de trabajo, atendiendo lo dispuesto en el procedimiento correspondiente y elaborado con base en lo que señala el art 11 de la NOM-029-STPS-2005.	D, I	3	NO	0	-----
6.5 Comunicación	Se informa a los trabajadores sobre los riesgos que la energía eléctrica representa y de las condiciones de seguridad que deben prevalecer en el área de trabajo o en la actividad a desarrollar. (NOM-029-STPS-2005)	D, I	3	NO	0	-----
6.6 Equipo de protección personal y colectivo	Se proporciona y lo tiene el equipo de protección personal a los trabajadores que realizan mantenimiento a las instalaciones eléctricas con base en lo que señala el análisis de riesgos del centro de trabajo. (NOM-029-STPS-2005)	D, O	3	SI	3	-----
	El personal que realiza actividades de mantenimiento a las instalaciones eléctricas, cuenta con equipo y materiales de protección aislante según el nivel de tensión o corriente de alimentación, que garantice su seguridad. (NOM-029-STPS-2005)	D, O	3	SI	3	-----
6.7 Primeros auxilios	Se cuenta con elementos que permitan brindar la atención médica a un posible accidentado por contacto con la energía eléctrica, y el botiquín de primeros auxilios está equipado para atender a trabajadores lesionados o accidentados por esta materia. (NOM-029-STPS-2005)	O	3	NO	0	-----



IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
6.8 Señalización	Las instalaciones eléctricas deben tener dispositivos y protecciones de seguridad y señalarse de acuerdo al voltaje y corriente de la carga instalada. (RFSMAT; Art. 47)	O	3	NO	0	-----
6.9 Tableros	El bloqueo de energía para el control de riesgos, estará en tableros, controles y equipos, a fin de desenergizar, desactivar y/o impedir la operación normal de la maquinaria y equipo. (NOM-004-STPS-1999)	O	3	SI	3	-----
6.10 Cargas eléctricas estáticas	Se establecen las condiciones de seguridad e higiene para evitar la generación y acumulación de las cargas eléctricas estáticas y se previenen los efectos de las descargas eléctricas atmosféricas. (NOM-022-STPS-1999)	O	3	SI	3	-----
	Se evita la generación o acumulación de electricidad estática en el centro de trabajo, aplicando, en su caso, control de humedad, instalación e dispositivos de conexión a tierra o equipo a prueba de explosión. (NOM-022-STPS-1999)	D, O	3	SI	3	-----
	Las instalaciones metálicas que no estén destinadas a conducir energía eléctrica, tales como cercas perimetrales y estructuras metálicas y maquinaria y equipo ubicados en zonas en donde se maneje, almacenes o transporten sustancias inflamables o explosivas, debe conectarse a tierra. (NOM-022-STPS-1999)	O	3	SI	3	-----
	Se instalan en su caso, elementos de captura, sistemas de tierra, sistemas de pararrayos, equipos y dispositivos para proteger al centro de trabajo de la acumulación de cargas eléctricas estáticas y descargas eléctricas atmosféricas; (NO-022-STPS-1999)	O	3	SI	3	-----
6.11 Registro de valores de resistencia eléctrica	El patrón deberá de medir y registrar al menos cada doce meses, los valores de resistencia de la red de tierras y la continuidad en los puntos de conexión a tierra en el equipo que pueda generar o almacenar electricidad estática. (NOM-022-STPS-1999)	D	2	NO	0	-----
PUNTUACIÓN MAXIMA			41			
PUNTUACIÓN OBTENIDA POR LA EMPRESA			21			



Tabla 8. Señales, avisos de seguridad y código de colores

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
7 Señales, avisos de seguridad y código de colores						
7.1 Características	Se ubican las señales de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observadas e interpretadas por los trabajadores a los que están destinados y se evita que sean obstruidas. (NOM-026-STPS-1998)	O	2	SI	2	Algunas señales de seguridad se encuentran en malas condiciones
7.2 Código de colores	Se identifican y señalan las áreas en donde se requiera el uso obligatorio del Equipo de Protección Personal correspondiente. (NOM-026-STPS-1998)	O	2	SI	2	-----
	Se garantiza que la aplicación del color, señalización y la identificación en la tubería están sujetas a un mantenimiento que asegure en todo momento su visibilidad y legibilidad. (NOM-026-STPS-1998)	O,I	2	SI	2	-----
7.3 Identificación y comunicación de peligros y riesgos	Se identifican los depósitos, recipientes y áreas que contengan sustancias químicas peligrosas o los residuos de estas. (NOM-026-STPS-1998)	O	2	SI	2	-----
PUNTUACIÓN MÁXIMA			8			
PUNTUACIÓN OBTENIDA POR LA EMPRESA			8			



Tabla 9. Manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
8 Manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general						
8.1 Condiciones de seguridad e higiene	En los recipientes fijos de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas deben de contar con cimentaciones a prueba de fuego y sistemas que permitan interrumpir el flujo de sustancias. Así mismo deben de estar identificados conforme a la norma correspondiente. (NOM-005-STPS-1998, NOM-018-STPS-2000)	O	2	SI	2	-----
	Se cuenta con contenedores de sustancias químicas peligrosas para impedir su escurrimiento o dispersión en caso de derrames o fugas. (NOM-005-STPS-1998)	O	2	SI	2	-----
8.2 Manejo, transporte y almacenamiento	Se cuenta con una relación del personal autorizado para llevar a cabo las actividades de manejo, transporte y almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas, así como para operaciones en espacios confinados. (RFSHMAT; Art. 56)	D,O	2	NO	0	-----
	Se cuenta con un programa para el manejo, transporte y almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas en equipos y sistemas, el cual contendrá los elementos señalados de las normas aplicables así como la señalización y limitación de las zonas para el tránsito de personas. (RFSHMAT Art.66; NOM-005-STPS-1998)	D,O	2	NO	0	Sólo existe para transporte y mantenimiento del sistema de cloración
	Se cuenta con un estudio actualizado del análisis de los riesgos potenciales de las sustancias químicas peligrosas. (RFSHMAT Art. 57; NOM-005-STPS-1998)	D,O	2	NO	0	-----
	Se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, equipos e instalaciones, con registros de los últimos 12 meses. (NOM-005-STPS-1998)	D,O	2	SI	2	-----
	Los recipientes fijos para almacenar líquidos corrosivos, irritantes o tóxicos, el llenado debe hacerse hasta un máximo de 90% de su volumen, con dispositivos de lectura del nivel de llenado. (NOM-005-STPS-1998)	O	2	SI	2	-----
8.3 Regaderas, lavajos, neutralizadores e inhibidores	Se cuenta con la cantidad suficiente de regaderas, lavajos, neutralizadores e inhibidores en las zonas de riesgo, para la atención de casos de emergencia. (NOM-005-STPS-1998)	O	2	NO	0	Hace falta regadera y lavajos en el área de prensado de lodos
	En las áreas del centro de trabajo donde se manejen, transporten, o almacenen sustancias inflamables o combustibles, se prohíbe el uso de herramientas, zapatos y objetos personales que puedan generar chispa, flama abierta o temperaturas que provoquen ignición (NOM-005-STPS-1998)	D,O	3	SI	3	-----



Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
	Se establecen por escrito los trabajos peligrosos que entrañen exposición a dichas sustancias que requieran autorización para ejecutarse, indicando el procedimiento para la autorización, y los niveles de responsabilidad. (NOM-005-STPS-1998)	D	2	NO	0	-----
8.4 Manejo de sustancias inflamables o combustibles	El almacenamiento de sustancias corrosivas, irritantes o tóxicas, debe hacerse en recipientes específicos en función de la sustancia de que se trate y deben estar identificadas por medio de avisos y señales de seguridad. (NOM-005-STPS-1998)	O	3	SI	3	-----
8.5 Elementos transportadores de materiales	Los sistemas y equipos que se utilicen para el transporte de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas, deberán verificarse en sus elementos de transmisión, carga, protecciones y dispositivos de seguridad. (RFSMAT; Art. 64)	O	3	SI	3	-----
PUNTUACIÓN MÁXIMA			27			
PUNTUACIÓN OBTENIDA POR LA EMPRESA			17			

Tabla 10. Planta física

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
9 Planta física						
9.1 Verificaciones	Se realizan verificaciones oculares periódicas a las instalaciones y elementos estructurales de acuerdo con el programa de la Comisión de Seguridad e Higiene del centro de trabajo, o cuando haya ocurrido un evento que hubiera podido dañarlos. (NOM-001-STPS-1999)	D, O, I	2	SI	2	-----
	Los resultados de dichas verificaciones, son anotadas en un registro o en la correspondiente acta de la comisión, siempre y cuando se detecten signos de ruptura, agrietamiento, pandeo, fatiga del material, deformación, hundimientos u otra condición similar, se debe realizar el peritaje y las respiraciones correspondientes. (NOM-001-STPS-1999)	D, O, I	2	SI	2	-----
9.2 Servicios y limpieza	Se establecen lugares adecuados y seguros, destinados al servicio de los trabajadores, para sanitarios, consumo de alimentos y en su caso, regaderas y vestidores. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
	Se mantienen las áreas de trabajo libres de obstáculos y los suelos limpios. Así como las estibas no deberán de obstaculizar la iluminación y ventilación en las zonas en que estas se requieren. (NOM-001-STPS-1999)	O	3	SI	3	-----



Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
9.3 Ventilación artificial	En los centros de trabajo donde exista ventilación artificial, el sistema debe de iniciar su operación por lo menos 15 minutos antes de que ingresen los trabajadores al área correspondiente. (NOM-001-STPS-1999)	I	2	SI	2	-----
9.4 Pisos, rampas y puentes	Los pisos, rampas, plataformas elevadas y las huellas de las escalas y escaleras se mantienen en condiciones tales que eviten que el trabajador al usarlas resbale. (NOM-001-STPS-1999)	O	3	SI	3	-----
9.5 Áreas y elementos estructurales	Las instalaciones están construidas considerando las condiciones normales de operación y las situaciones extraordinarias, tales como impacto accidental de vehículos, fenómenos meteorológicos y sismos. (NOM-001-STPS-1999)	O	3	SI	3	-----
	Se conservan las áreas limpias y en orden, permitiendo el desarrollo de las actividades para las que fueron destinadas; asimismo, se les da mantenimiento preventivo y correctivo. (NOM-001-STPS-1999)	O	3	SI	3	-----
	Las áreas del centro de trabajo, tales como: producción, mantenimiento, circulación de personas y vehículos, zonas de riesgo, almacenamiento y servicios para los trabajadores, se deben delimitar mediante barandales, cualquier elemento estructural, o bien con franjas amarillas de al menos 5 cm. de ancho de tal manera que se disponga de espacios seguros para la realización de las actividades. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
9.6 Techos, paredes, pisos y patios	Los techos del centro de trabajo, cuentan con un sistema que evite el estancamiento de líquidos. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
	Las paredes del centro de trabajo, se mantienen con colores que, de producir reflexión, no afecten la visión del trabajador. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
	Los pisos del centro de trabajo, se mantienen limpios, y cuentan con un sistema que evitan el estancamiento de líquidos. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
	Los pisos del centro de trabajo, se mantienen llanos para que circulen con seguridad los trabajadores y los equipos de transporte, y estar libres, de agujeros, astillas, clavos y pernos que sobresalgan, válvulas, tubos salientes u otras protuberancias que puedan causar riesgos. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
	Los patios del centro de trabajo, cumplen con el ancho de las puertas donde normalmente circulen los vehículos y personas debe ser como mínimo, igual al ancho del vehículo más grande que circule por ellas, más 60 [cm]., y deben contar con un pasillo adicional para el transito de trabajadores, de al menos 80 cm. de ancho, delimitado o señalado mediante franjas amarillas en el piso o en guarniciones, donde existan, de cuando menos 5 [cm]. de ancho. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----



Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
9.7 Escaleras	Las escaleras tienen un ancho constante de al menos 56 [cm]., con variaciones de hasta 3 [cm]., en cada tramo, asimismo, cuando se tengan descansos, el largo de estos deben de ser cuando menos de 90 [cm] y tener el mismo ancho que las escaleras, cada tramo de la escalera todas las huellas deben tener el mismo ancho y todos los peraltes la misma altura, con una variación de no más de 1 [cm]. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
	En sus lados descubiertos, las escaleras tendrán barandales dispuestos paralelamente a la inclinación de la escalera, cumpliendo con pasamanos con una altura de 90 [cm] $\pm$ 10 [cm]. (NOM-001-STPS-1999)	O	3	SI	3	-----
	La distancia libre medida desde la huella de cualquier escalón, contemplando los niveles inferior y superior de la escalera y el techo, debe ser mayor a 2 metros. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
	Las edificaciones tendrán siempre escaleras o rampas peatonales que comuniquen todos los niveles, aún cuando existan elevadores o escaleras eléctricas. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
9.8 Escalas fijas	Deben tener un ancho de 40 [cm], y cuando su altura sea mayor a 2.50 [m]., el ancho mínimo será de 50 [cm], así como la distancia entre los centros de los peldaños no debe ser mayor de 30 [cm]. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	0	-----
	Se cuenta con protección circundante de un diámetro comprendido entre 60 y 100 [cm], a partir 200 [cm]., del piso y, al menos, hasta 90 [cm], por encima del último nivel o peldaño al que se asciende. (NOM-001-STPS-1999)	O	3	SI	3	-----
	Cuando la altura sea mayor a 6 [m], debe permitir el uso de dispositivos de seguridad, tales como línea de vida. (NOM-001-STPS-1999)	O	3	NO	0	-----
	La separación entre el frente de los peldaños y objetos más próximos al lado del ascenso y descenso, no debe ser menor a 75 [cm] y para el lado opuesto al ascenso debe ser de por lo menos 20 [cm]. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
	De contar con estructuras laterales para el soporte de los peldaños, deben prolongarse por encima del último peldaño, por lo menos 90 [cm], ser pulidas, continuas y mantenerse en tal estado que no causen lesiones en las manos de los trabajadores y permitan el ascenso y descenso seguro. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
9.9 Escalas móviles	Deben cumplir con los requerimientos de dimensiones establecidas para escalas fijas, en lo que se refiere al ancho, espacios libres y distancia entre peldaños. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----
9.10 Transito de vehículos	En los centros de trabajo se debe disponer de espacios libres que permitan la circulación de los vehículos, independientemente de la circulación de los trabajadores. (NOM-001-STPS-1999)	O	2	SI	2	-----



Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
9.11 Velocidad máxima	La velocidad máxima de circulación de vehículos debe estar señalizada y no debe ser mayor de 20 [km] por hora en calles interiores del centro de trabajo; en áreas de patio, no debe ser mayor de 15 [km] por hora, y en estacionamientos, áreas de ascenso y descanso de vehículos de personal, áreas de carga y descarga de productos materiales, no debe ser mayor de 10 [km] por hora. (NOM-001-STPS-1999)	O,I	1	SI	1	-----
PUNTUACIÓN MÁXIMA			58			
PUNTUACIÓN OBTENIDA POR LA EMPRESA			53			

Tabla 11. Orden, Limpieza y Servicios

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
10 Orden, limpieza y servicios						
10.1 Requerimientos	Los locales de los centros de trabajo, la maquinaria y las instalaciones deben mantenerse limpias. La limpieza se hará por lo menos al término de cada turno. (RFSHMAT Art. 107)	O	2	NO	0	-----
10.2 Orden y limpieza	En los centros de trabajo, la basura y los desperdicios que se generen deberán identificarse, clasificarse, manejarse y en su caso controlarse, de manera que no afecten la salud de los trabajadores y al centro de trabajo. (RFSHMAT Art. 108)	O	1	SI	1	-----
10.3 Disposición de basura y desechos industriales	Los servicios sanitarios destinados a los trabajadores, deberán conservarse permanentemente en condiciones de uso e higiénicos. (RFSHMAT Art. 103)	O,I	1	SI	1	-----
	Deberán existir excusados y mingitorios con agua corriente, separados los de los hombres de los de mujeres. (RFSHMAT Art. 103)	O	1	SI	1	-----
PUNTUACIÓN MÁXIMA			5			
PUNTUACIÓN OBTENIDA POR LA EMPRESA			3			



Tabla 12. Organismos

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
11 Organismos						
11.1 Comisiones de seguridad e higiene	Se cuenta con una comisión de Seguridad e Higiene y el acta de integración correspondiente. (RFSMAT Art. 125; NOM-019-STPS-2004)	D	3	SI	3	-----
	Se atienden las recomendaciones de seguridad e higiene que señala la Comisión, con base en las actas de verificación que ésta levante, así como aquellas que se derivan de las investigaciones de las causas de los riesgos de trabajo. (NOM-019-STPS-2004)	I,D	3	SI	3	-----
	Se proporciona la información sobre procesos de trabajo, materias primas y sustancias utilizadas en dichos procesos, las incidencias, accidentes y enfermedades de trabajo y el resultado de las investigaciones practicadas con motivo de los mismos, cuando la Comisión lo ha solicitado. (NOM-019-STPS-2004)	I,D	3	NO	0	-----
	Se difunde, fija y se mantiene en lugares visibles del centro de trabajo la relación actualizada de los integrantes de la Comisión precisando su puesto, turno y área de trabajo. (NOM-019-STPS-2004)	O	1	NO	0	-----
	Se difunde, fija y se mantiene en lugares visibles los resultados de las investigaciones de las causas de los riesgos de trabajo ocurridos, así como las medidas preventivas dictadas a fin de evitar su recurrencia. (NOM-019-STPS-2004)	D,O	2	NO	0	-----
11.2 Funcionamiento	Se establece un programa anual de verificaciones, asignado prioridades de acuerdo a los incidentes, accidentes y enfermedades de trabajo y a las áreas de mayores condiciones peligrosas, dentro de los primeros 15 días hábiles de cada año. (NOM-019-STPS-2004)	D	2	NO	0	-----
	Se levanta acta de cada una de las verificaciones, anotando las condiciones peligrosas y el incumplimiento, que en su caso existan, a la normatividad aplicable en materia de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo; las propuestas de medidas para su corrección; los resultados de las recomendaciones atendidas y el proceso de resolución de las que queden pendientes. El acta se conserva por lo menos doce meses. (NOM-019-STPS-2004)	D	2	NO	2	-----
11.3 Capacitación	Se garantiza que a los integrantes de la comisión se les proporcione la capacitación y adiestramiento en materia de seguridad e higiene necesarios para el ejercicio de sus funciones, por lo menos una vez al año. (NOM-019-STPS-2004)	D,I	3	NO	3	No se les proporciona la capacitación necesaria
PUNTUACIÓN MÁXIMA			19			
PUNTUACIÓN OBTENIDA POR LA EMPRESA			11			



Tabla 13. Organización de la seguridad en procesos con sustancias químicas

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
12 Organización de la seguridad en procesos con sustancias químicas						
12.1 Análisis de riesgo	Se cuenta con un análisis de riesgo por cada uno de los procesos críticos del centro de trabajo en el que se incluye las recomendaciones para la administración de los riesgos de los procesos identificados y se actualiza por lo menos cada cinco años, o bien, se realicen cambios a algún proceso, se proyecte un proceso nuevo o producto de una investigación de accidente mayor y se cuenta con un programa para el cumplimiento de las recomendaciones seleccionadas el cual se difunde entre los trabajadores del centro de trabajo. (NOM-028-STPS-2004)	D	3	NO	0	-----
12.2 Administración de riesgos	Se cuenta con una relación de riesgos potenciales identificados y evaluados mediante los estudios de análisis de riesgo, en el que se consideren criterios de adaptación de riesgos basados en la probabilidad de ocurrencia y los posibles daños que ocasionen. (NOM-028-STPS-2004)	D	3	NO	0	Se esta elaborando el primero
	Se lleva un registro de las medidas de control aplicadas, se actualiza la documentación del proceso y se mantiene la información de los últimos cinco años. (NOM-028-STPS-2004)	D	3	NO	0	Se esta elaborando el primero
12.3 Investigación de accidentes mayores	Se cuenta con un procedimiento de investigación de accidentes mayores en el que se incluyen los datos relacionados con el proceso, equipo crítico y contratistas y se le proporciona a la Comisión de Seguridad e Higiene. (NOM-028-STPS-2004)	D	1	NO	0	El proceso actual de investigación no se ajusta a los accidentes mayores
	Se capacita y adiestra al personal involucrado en la investigación de accidentes para que realicen su función. (NOM-028-STPS-2004)	D,I	2	NO	0	El proceso actual de investigación no se ajusta a los accidentes mayores
	Se establece un plan de seguimiento a las acciones y/o recomendaciones resultantes de la investigación, y se difunden entre los trabajadores. (NOM-028-STPS-2004)	D	2	NO	0	-----
12.4 Trabajos peligrosos	Se cuenta con un programa de capacitación y adiestramiento para los trabajadores y contratistas, así como un procedimiento para la autorización de trabajos peligrosos, el cual se conserva por los últimos cinco años. (NOM-028-STPS-2004)	D	2	NO	0	-----
12.5 Mantenimiento preventivo	Se cuenta con la relación vigente del equipo crítico instalado en el centro de trabajo, y con programas de mantenimiento preventivo y de revisión y prueba que incluya todo el equipo critico relacionado con el proceso. (NOM-028-STPS-2004)	D	3	NO	0	No se ha analizado cuál es el equipo crítico instalado en la planta
12.6 Registros	Se cuenta con registros actualizados del mantenimiento preventivo y de las revisiones y pruebas que se realicen a los equipos críticos relacionados con el proceso y se conservan durante cinco años.	D	2	NO	0	



IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Elemento	Disposición	Fuente	Puntaje	¿Cumple?	Puntuación obtenida	Observaciones
12.7 Administración de cambios	Se cuenta con un sistema que permite realizar de una manera controlada los cambios temporales o permanentes, e incluye cambios en las sustancias químicas, tecnologías, equipos y procedimientos. (NOM-028-STPS-2004)	D, I	3	NO	0	-----
	Se cuenta con una relación del personal que puede actualizar cambios en los equipos críticos, maquinaria, instalaciones y procesos. (NOM-028-STPS-2004)	D	2	NO	0	No se ha analizado cuál es el equipo crítico instalado en la planta
	Se aplica una lista de revisión de seguridad antes de iniciar la operación de un cambio. (NOM-028-STPS-2004)	D	2	NO	0	-----
12.8 Contratista	Se comunica al contratista los riesgos a los que estará expuesto y los accidentes previos que hayan ocurrido en la actividad asignada, así como las reglas de seguridad, generales y específicas, del área donde va a realizar el trabajo. (NOM-028-STPS-2004)	D, I	3	NO	0	-----
	Se cuenta con criterios para la contratación de servicios relacionados con el proceso y equipos críticos, en los cuales se debe revisar que el contratista cuenta con personal capacitado y adiestrado para desarrollar el trabajo. (NOM-028-STPS-2004)	D	3	NO	0	No se ha analizado cuál es el equipo y procesos críticos en la planta
12.9 Capacitación y adiestramiento	Se proporciona capacitación y adiestramiento inicial y periódico a los trabajadores y contratistas relacionados con la operación y mantenimiento de los equipos críticos, procesos y procedimientos, trabajos peligrosos e investigación de accidentes mayores y a quienes realicen las auditorías internas. (NOM-028-STPS-2004)	D, I	3	NO	0	
	La capacitación y el adiestramiento se proporcionan en función de un programa específico en el que se indica el nombre de los trabajadores participantes, fechas de impartición y evaluación. (NOM-028-STPS-2004)	D	2	NO	0	-----
12.10 Auditorías internas	Se cuenta con un procedimiento para realizar las auditorías internas por lo menos cada dos años, y se genera un reporte de cada auditoría. (NOM-028-STPS-2004)	D	2	NO	0	No existe un grupo multidisciplinario en la empresa que realice auditorías internas
PUNTUACIÓN MÁXIMA			41			
PUNTUACIÓN OBTENIDA POR LA EMPRESA			0			



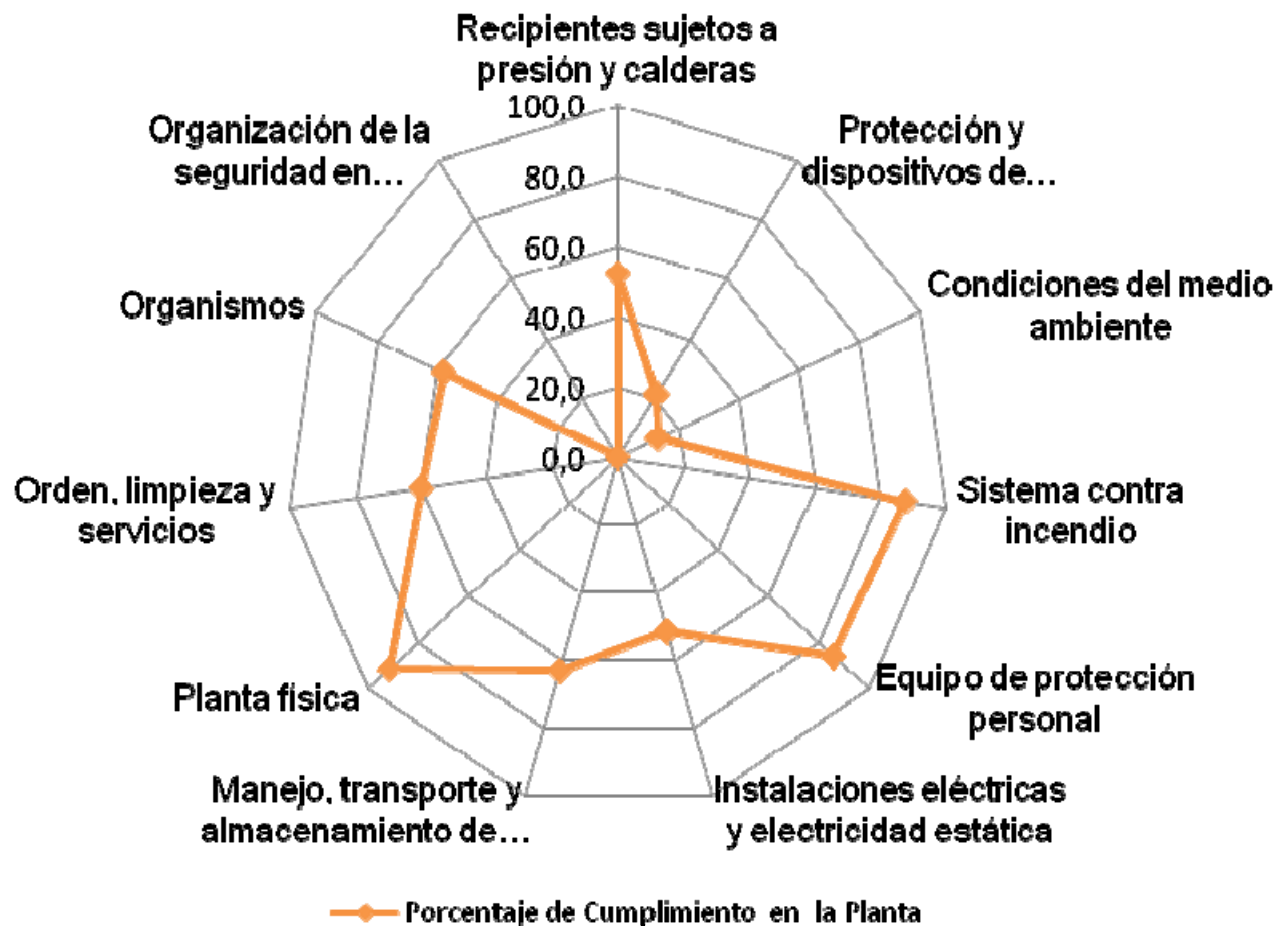
2.3 Tabla de resumen

Tabla 14. Porcentaje de cumplimiento obtenido en cada rubro respecto a la puntuación máxima establecida.

ÁREA		PUNTUACIÓN		% CUMPLIMIENTO
		MÁXIMA	OBTENIDA	
1	Recipientes sujetos a presión y calderas	27	14	51,9
2	Protección y dispositivos de seguridad en maquinaria, equipos, accesorios y trabajos de soldadura	33	7	21,2
3	Condiciones del medio ambiente	46	6	13,0
4	Sistema contra incendio	40	35	87,5
5	Equipo de protección personal	14	12	85,7
6	Instalaciones eléctricas y electricidad estática	41	21	51,2
7	Señales, avisos de seguridad y código de colores	8	8	100,0
8	Manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general	27	17	63,0
9	Planta física	58	53	91,4
10	Orden, limpieza y servicios	5	3	60,0
11	Organismos	19	11	57,9
12	Organización de la seguridad en proceso con sustancias químicas	41	0	0,0
TOTAL		359	187	52,1

2.4 Áreas con oportunidad de mejora

Grafico 1. Áreas con algún porcentaje de incumplimiento en la normatividad.





2.5 Peligros Identificados

Tabla 15. Identificación de peligros en cada área, de acuerdo al los rubros con incumplimiento normativo.

ÁREA	PELIGROS
Recipientes sujetos a presión y calderas	• Falta de autorización para su funcionamiento. • Falta de procedimientos de seguridad. • Falta de personal capacitado para el funcionamiento, mantenimiento y revisión de lo equipos. • Falta de antecedentes físicos detallados de los equipos.
Protección y dispositivos de seguridad en maquinaria, equipos, accesorios y trabajos de soldadura	• Falta de antecedentes físicos detallados de los equipos. • No hay manuales para casos de emergencias. • No hay programa de seguridad. • No se cuenta con el equipo necesario para actividades de soldadura y corte. • Falta de personal capacitado para el funcionamiento, mantenimiento y revisión de lo equipos. • No se brinda algún tipo de mantenimiento al equipo de soldadura y corte.
Condiciones del medio ambiente	• No se han medido la cantidad de decibeles en áreas de ruido para descartar riesgos. • No se ha realizado un estudio para determinar la existencia de agentes patógenos derivados de los lodos activados que se desechan y almacenan en la planta. • No existe un programa de seguridad e higiene. • No se brinda capacitación para la manipulación de los químicos.
Sistema contra incendio	• Algunas salidas para emergencias se encuentran cerradas • Las condiciones físicas de algunos extintores no son las óptimas.
Equipo de protección personal	• No se ha realizado un análisis para determinar el equipo de protección personal (E.P.P.) de acuerdo a las necesidades y actividades específicas. • No se ofrece capacitación en el área.
Instalaciones eléctricas y electricidad estática	• No se cuenta con el diagrama unifilar de la instalación eléctrica. • No se analizan los riesgos antes de realizar actividades en instalaciones. • No se trabaja con autorizaciones por escrito. • No se cuenta con procedimientos de seguridad. • No se ofrece capacitación. • No se comunican los riesgos a los que se exponen. • No se cuenta con personal para brindar primeros auxilios



IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

ÀREA	PELIGROS
Instalaciones eléctricas y electricidad estática	- en caso de emergencia. • No hay botiquín para primeros auxilios. • Las instalaciones eléctricas no cuentan con dispositivos y protecciones de seguridad. • No se lleva a cabo un estudio de resistencia y continuidad de las conexiones a tierra.
Manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general	• No se tiene la relación de trabajadores encargados del manejo de materiales. • No se cuenta con un programa para el manejo de materiales y sustancias químicas. • Faltan regaderas y lavaojos. • No se tiene un manual para trabajos peligrosos por exposición con materiales y sustancias químicas. • No se llevan a cabo autorizaciones por escrito para trabajos peligrosos.
Planta física	• No se cuenta con dispositivos de seguridad en escalas fijas con altura mayor de seis metros.
Orden, limpieza y servicios	• Falta de orden y limpieza en las instalaciones.
Organismos	• No se proporciona la información necesaria sobre procesos de trabajo a las comisiones de seguridad. • No se difunde ni mantiene la relación de los integrantes de las comisiones, • No se realizan verificaciones periódicas para el buen funcionamiento. • No hay capacitación.
Organización de la seguridad en proceso con sustancias químicas	• No se ha realizado un análisis de riesgo específico. • No se cuenta con la relación de riesgos ni medidas de control. • No hay investigación de accidentes. • No se cuenta con programas de capacitación y adiestramiento en el tema para trabajadores y contratistas. • No se ha identificado el equipo crítico instalado. • No se tienen registros de mantenimiento preventivo y/o pruebas realizadas a los equipos. • No se cuenta con un sistema para controlar las actividades realizadas con equipos o sustancias químicas. • No hay un esquema de trabajo para contratistas. • No hay capacitación. • No se realizan auditorías internas.



3. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS

Después que se han identificado las condiciones de riesgo o peligros de acuerdo a las listas de verificación se jerarquizan los riesgos para determinar en este caso, aquellos que sean más importantes de minimizar según su nivel de riesgo. Para ello el método Mosler es el más conveniente ofreciendo una técnica efectiva, en el cual se utilizan una serie de criterios para analizar y evaluar los riesgos con el fin de calcular su respectiva clase, y en función del valor obtenido en la evaluación del mismo, clasificarlos.

3.1 Descripción del método Mosler

Este método se desarrolla en cuatro fases concatenadas:

Fase 1: Definición del riesgo.

Fase 2: Análisis de riesgo.

Fase 3: Evaluación del riesgo.

Fase 4: Cálculo y clasificación de riesgo.

FASE 1.DEFINICIÓN DEL RIESGO

Para llevar acabo se requiere definir a qué riesgos está expuesta el área o sitio de estudio.

FASE 2.ANÁLISIS DEL RIESGO

Se utilizan para este análisis una serie de coeficientes (criterios):

Criterio de Función (F)

Esta referido a las consecuencias negativas o daños que pueden alterar o afectar a la propia actividad de la empresa.

Criterio de Función (F)	
Muy gravemente	5
Gravemente	4
Medianamente	3
Levemente	2
Muy levemente	1



Criterio de Sustitución (S)

Esta referido a las dificultades que pueden tenerse para sustituir los productos o los bienes.

Criterio de Sustitución (S)	
Muy difícilmente	5
Difícilmente	4
Sin muchas dificultades	3
Fácilmente	2
Muy fácilmente	1

Criterios de Extensión (E)

Esta referido al alcance que los daños o pérdidas pueden conseguir.

Criterio de Extensión (E)	
Internacional	5
Nacional	4
Regional	3
Local	2
Individual	1

Criterios de Vulnerabilidad (V)

Esta referido a la posibilidad o probabilidad de que realmente se producen daños o pérdidas.

Criterio de Vulnerable (V)	
Muy elevada	5
Elevada	4
Normal	3
Reducida	2
Muy reducida	1



Criterios de Profundidad (P)

Esta referido a las perturbaciones efectos psicológicos que se podrían producir como consecuencias en la propia imagen de la empresa.

Criterio de Profundidad (P)	
Perturbaciones muy graves	5
Perturbaciones graves	4
Perturbaciones limitadas	3
Perturbaciones leves	2
Perturbaciones muy leves	1

Criterios de Agresión (A)

Esta referido a la posibilidad o probabilidad de que el riesgo se manifieste.

Criterio de Agresión (A)	
Muy Elevada	5
Elevada	4
Normal	3
Reducida	2
Muy reducida	1

FASE 3.EVALUACIÓN DEL RIESGO

Esta tercera etapa tiene por objeto cuantificar el riesgo previamente definido analizado. Para la evaluación del riesgo se consideran tres aspectos:

Cálculo del Carácter del riesgo (C)

Esta referido al resultado de sumar la importancia del suceso ($I = FS$), más los daños ocasionados ($D = PE$).

$$C = I + D = FS + PE$$

Cálculo de la probabilidad (P)

Esta referido al resultado obtenido de multiplicar el criterio de Agresión (A) por el criterio de Vulnerabilidad (V).

$$P = AV$$

Cuantificación del riesgo considerado (ER)

Esta referido al resultado obtenido de multiplicar los datos resultantes en el cálculo del carácter de riesgo (C) por los datos resultantes en el cálculo de la probabilidad (P).

$$ER=CP$$

FASE 4.CÁLCULO Y CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

Esta cuarta fase tiene por objeto clasificar el riesgo en función del valor obtenido en la evaluación del mismo.

Valor	Clase de Riesgo
$2 \leq CR \leq 250$	MUY REDUCIDO
$251 \leq CR \leq 500$	REDUCIDO
$501 \leq CR \leq 700$	NORMAL
$751 \leq CR \leq 1,000$	ELEVADO
$1,001 \leq CR \leq 1,250$	MUY ELEVADO



3.2 Riesgos definidos

- Riesgo químico
- Riesgo eléctrico
- Riesgo de incendio
- Riesgo biológico
- Riesgo mecánico
- Riesgo de explosión
- Riesgo acuático
- Riesgo de caída

3.2 Mapa de riesgos definidos

Siguiente página



3.3 Análisis y Evaluación de los riesgos

▪ Riesgo Químico

Criterio	Alcance	Valor
Función (F)	Muy gravemente	5
Sustitución (S)	Muy difícilmente	5
Extensión (E)	Local	2
Vulnerabilidad (V)	Muy elevada	5
Profundidad (P)	Perturbaciones muy graves	5
Agresión (A)	Muy Elevada	5

Cálculo del carácter del riesgo (C)

$$C = I + D = F S + P E = 25 + 10 = 35$$

Donde:

I: importancia del suceso

D: daños ocasionados

Probabilidad del riesgo $P = A V = (5)(5) = 25$

Riesgo Considerado $ER = C P = (35)(25) = 875$

▪ Riesgo Eléctrico

Criterio	Alcance	Valor
Función (F)	Muy gravemente	5
Sustitución (S)	Gravemente	4
Extensión (E)	Individual	1
Vulnerabilidad (V)	Elevada	4
Profundidad (P)	Perturbaciones limitadas	3
Agresión (A)	Elevada	4

Cálculo del carácter del riesgo (C)

$$C = I + D = F S + P E = 20 + 3 = 23$$

Probabilidad del riesgo $P = A V = (4)(4) = 16$

Riesgo Considerado $ER = C P = (23)(16) = 368$



▪ Riesgo de Incendio

Criterio	Alcance	Valor
Función (F)	Gravemente	4
Sustitución (S)	Difícilmente	4
Extensión (E)	Individual	1
Vulnerabilidad (V)	Reducida	2
Profundidad (P)	Perturbaciones muy leves	1
Agresión (A)	Normal	3

Cálculo del carácter del riesgo (C)

$$C = I + D = F S + P E = 16 + 1 = 17$$

Probabilidad del riesgo $P = A V = (3)(2) = 6$

Riesgo Considerado $ER = C P = (17)(6) = 102$

▪ Riesgo Biológico

Criterio	Alcance	Valor
Función (F)	Muy levemente	1
Sustitución (S)	Muy fácilmente	1
Extensión (E)	Local	2
Vulnerabilidad (V)	Normal	3
Profundidad (P)	Perturbaciones limitadas	3
Agresión (A)	Elevada	4

Cálculo del carácter del riesgo (C)

$$C = I + D = F S + P E = 1 + 6 = 7$$

Probabilidad del riesgo $P = A V = (4)(3) = 12$

Riesgo Considerado $ER = C P = (7)(12) = 84$



▪ Riesgo Mecánico

Criterio	Alcance	Valor
Función (F)	Medianamente	3
Sustitución (S)	Sin muchas dificultades	3
Extensión (E)	Individual	1
Vulnerabilidad (V)	Normal	3
Profundidad (P)	Perturbaciones muy leves	1
Agresión (A)	Normal	3

Cálculo del carácter del riesgo (C)

$$C = I + D = F S + P E = 9 + 1 = 10$$

Probabilidad del riesgo $P = A V = (3)(3) = 9$

Riesgo Considerado $ER = C P = (10)(9) = 90$

▪ Riesgo de Explosión

Criterio	Alcance	Valor
Función (F)	Gravemente	4
Sustitución (S)	Difícilmente	4
Extensión (E)	Individual	1
Vulnerabilidad (V)	Muy Elevada	5
Profundidad (P)	Perturbaciones limitadas	3
Agresión (A)	Elevada	4

Cálculo del carácter del riesgo (C)

$$C = I + D = F S + P E = 16 + 3 = 19$$

Probabilidad del riesgo $P = A V = (4)(5) = 20$

Riesgo Considerado $ER = C P = (19)(20) = 380$



▪ Riesgo Acuático

Criterio	Alcance	Valor
Función (F)	Medianamente	3
Sustitución (S)	Fácilmente	2
Extensión (E)	Individual	1
Vulnerabilidad (V)	Normales	3
Profundidad (P)	Perturbaciones leves	2
Agresión (A)	Normal	3

Cálculo del carácter del riesgo (C)

$$C = I + D = F S + P E = 6 + 2 = 8$$

Probabilidad del riesgo $P = A V = (3)(3) = 9$

Riesgo Considerado $ER = C P = (8)(9) = 72$

▪ Riesgo de Caídas

Criterio	Alcance	Valor
Función (F)	Levemente	2
Sustitución (S)	Muy fácilmente	1
Extensión (E)	Individual	1
Vulnerabilidad (V)	Reducida	2
Profundidad (P)	Perturbaciones muy leves	1
Agresión (A)	Reducida	2

Cálculo del carácter del riesgo (C)

$$C = I + D = F S + P E = 2 + 1 = 3$$

Probabilidad del riesgo $P = A V = (2)(2) = 4$

Riesgo Considerado $ER = C P = (3)(4) = 12$



3.4 Evaluación y Clasificación de los Riesgos

Tabla 16. Evaluación y clasificación de los riesgos

Riesgo	Evaluación del Riesgo (ER)	Clase de Riesgo
Químicos	875	ELEVADO
Eléctricos	368	REDUCIDO
Incendio	102	MUY REDUCIDO
Biológicos	84	MUY REDUCIDO
Mecánicos	90	MUY REDUCIDO
Explosión	380	REDUCIDO
Acuáticos	72	MUY REDUCIDO
Caídas	12	MUY REDUCIDO

3.5 Jerarquía de los eventos

Tabla 17. Jerarquía de los riesgos existentes en función del valor obtenido en la evaluación

No.	Riesgo (Evento)	Sistema o área involucrada
1	Químico	• Sistema de inyección de gas cloro • Almacén de polímeros • Laboratorio • Almacén temporal de productos químicos
2	Explosión	• Recipientes sujetos a presión (compresores)
3	Eléctricos	• Subestación eléctrica
4	Incendio	• Oficinas • Almacén de productos inflamables
5	Mecánicos	• Maquina para compresión de lodos • Aireadores
6	Biológicos	• Residuos de lodos activados
7	Acuáticos	• Tanques sedimentadores
8	Caídas	• Escalas fijas • Tanques



4. ANÁLISIS DEL ESCENARIO PRINCIPAL

Habiendo realizado la jerarquización de los riesgos, y conociendo el de mayor prioridad para su análisis de acuerdo a la evaluación, se procede a identificar la desviación de mayor afectación, para ello, se utilizó la metodología HAZOP, con el objeto de detectar fallas técnicas o de procedimiento del sistema o en la operación del mismo.

4.1 Descripción de la metodología HAZOP

El **método HAZOP**, (“HAZard and OPerability” Riesgo y Operabilidad) o análisis de Riesgo y Operabilidad de los procesos, involucra, la investigación de desviaciones del intento de diseño o propósito de un proceso, se concentra en identificar tanto riesgos como problemas de operabilidad.

El procedimiento del HAZOP, involucra tener una descripción y documentación completa del sistema a analizar y sistemáticamente cuestionar cada parte, para identificar como se pueden producir desviaciones en el sistema. Una vez identificados, se hace una evaluación, para determinar si tales desviaciones y sus consecuencias, pueden tener un efecto negativo en la seguridad del personal y operación eficiente de la Planta.

En el proceso del HAZOP, lo esencial es el cuestionamiento y análisis sistemático, el uso de palabras clave para enfocar la atención del grupo sobre las desviaciones y sus posibles causas.

Esta metodología aplica todas las combinaciones relevantes de palabras claves a la planta o sistema bajo estudio, para descubrir los riesgos potenciales es importante destacar que debido al nivel de riesgo, dicha metodología se aplicó únicamente en el proceso de cloración debido al grado de riesgo que este podría representar.

Para la aplicación de la metodología se utiliza un formato acorde a las necesidades, por ejemplo:

Línea o equipo	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Salvaguarda	Acción/ Recomendación



4.2 Actividad y sistema analizados con HAZOP

4.2.1 Actividad analizada con HAZOP (nodo A)

Procedimiento de actividades en el sistema para cloración

a) Cambio de tanque:

- 1) Cerrar las válvulas principales de los tanques en servicio.
- 2) Verificar que el gas cloro no pasa por el rotámetro; es decir, que el flotador se encuentra en fondo del mismo.
- 3) Parar la bomba de ayuda.
- 4) Desconectar la válvula.
- 5) Realizar el movimiento con la ayuda del polipasto.
- 6) Dejar el tanque vacío en el piso para realizar el cambio de movimiento.
- 7) Manejar el tanque lleno con el polipasto hasta colocarlo sobre los soportes.

b) Conexión de tanque:

- 1) El operador colocara en la válvula principal superior de tanque el regulador de presión, para esto, se retirará el empaque de plomo usado del regulador y se le colocara un empaque de plomo nuevo en la unión de la válvula y el regulador para evitar alguna fuga.
- 2) El operador se pondrá el canister (la mascarilla con el filtro para el gas cloro) para abrir la válvula principal conectada al sistema de cloración. Una vez colocada el canister el procederá a abrir la válvula del tanque.
- 3) Verificar que en la válvula conectada no presenta fuga, vez verificado que no se presento ninguna fuga de gas cloro procederá a retirarse el canister.
- 4) Activar la bomba de ayuda.
- 5) Regular la dosificación del gas cloro con la válvula.

c) Detección de fugas:

Para detectar la presencia de alguna posible fuga en el sistema de cloración se esparce hidróxido de amonio en los siguientes puntos:

- Válvula superior gas cloro.
- Conexiones.
- Regulador de presión.
- Cuerpo del tanque.

4.2.2 Sistema de cloración analizado con HAZOP

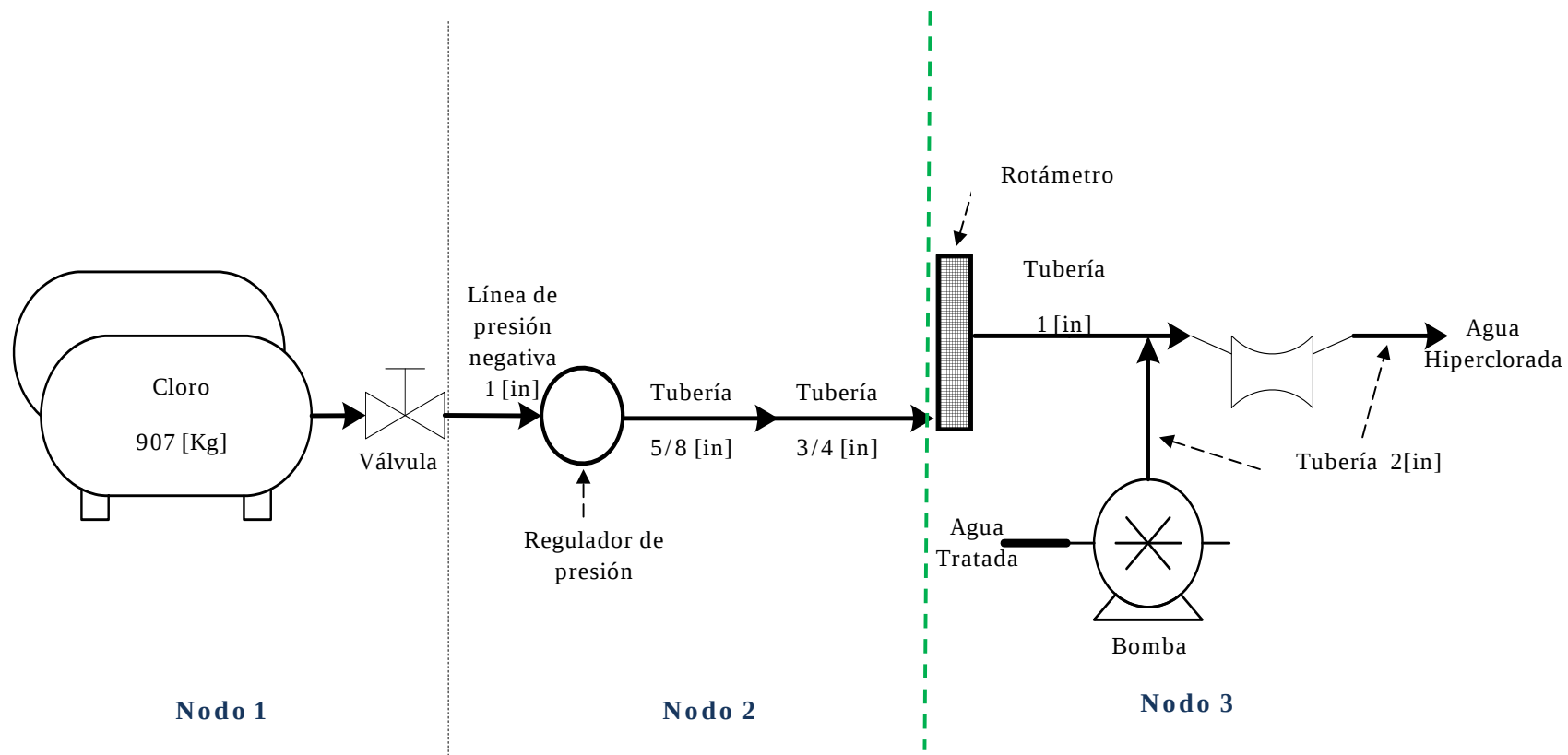




Tabla 18. HAZOP: Cambio de tanque y abastecimiento de cloro.

PROCESO: CLORACIÓN
 ATENCIÓN: ABASTECIMIENTO DE CLORO
 SISTEMA: CAMBIO DE TANQUE
 NODO: A
 FECHA:
 ÁREA: CLORACION
 DESCRIPCIÓN: SE CIERRA Y DESCONECTA TANQUE, SE ENGANCHA Y MANIPULA CON EL POLIPASTOS, SE DEJA EN EL SUELO. SE ENGANCHA Y MANIPULA EL TANQUE LLENO CON EL POLIPASTOS, SE ACOMODA Y SE CONECTA AL SISTEMA.

Parte, línea o equipo	Palabras guía	Desviación	Consecuencias	Causa potencial	Medios de protección, control actual de prevención del peligro y/o su causa potencial	Recomendaciones
Desconexión del yugo y válvula de tanque	Inadecuada	Inadecuada manipulación al desconectar el sistema	Caída o golpe de piezas	Falta de capacitación, atención o descuido	Capacitación anual	Realizar y dar a conocer un procedimiento para la desconexión que cuente con las medidas de seguridad y riesgos presentes en esta actividad.
Manipulación, traslado de tanque vacío	Más	Movimiento excesivo	Caída y/o golpe del tanque	Falta de capacitación, atención o descuido	Capacitación anual	Instalar polipastos eléctrico mínimo de cinco toneladas de capacidad y regular la velocidad.
	Inadecuada	Mal enganchado	Desprendimiento del tanque	Falta de atención, descuido o mal estado físico del polipastos	Verificar el diseño de la barra de sujeción, mantenimiento del equipo y/o capacitación anual	Realizar y dar a conocer un procedimiento para la desconexión que cuente con las medidas de seguridad y riesgos presentes al realizar la operación. Llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo.
Manipulación, traslado de tanque lleno	No	No hay traslado de tanque lleno	No habrá suministro de gas cloro	falla del polipasto	Mantenimiento	Dar mantenimiento preventivo al polipasto.



ANÁLISIS DE RIESGOS

Parte, línea o equipo	Palabras guía	Desviación	Consecuencias	Causa potencial	Medios de protección, control actual de prevención del peligro y/o su causa potencial	Recomendaciones
Manipulación, traslado de tanque lleno	Más	Movimiento excesivo	Caída, daño del tanque y probable fuga de cloro	Falla del polipasto. Falta de atención o descuido	Capacitación anual	Instalar polipastos eléctrico mínimo de cinco toneladas de capacidad y regular la velocidad. Dar mantenimiento y capacitar al personal que lo opera.
	Menos	Menos movimiento del tanque	Retraso de operación	Falta de capacitación, atención, descuido o mal estado físico del polipastos.	Verificar el diseño de la barra de sujeción, mantenimiento del equipo y/o capacitación anual	Realizar y dar a conocer un procedimiento para la desconexión que cuente con las medidas de seguridad y riesgos presentes al realizar la operación. Llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo.
Conexión del tanque al sistema	No	No se coloca el empaque de plomo	Fuga de cloro	Falta de atención o descuido	Falta de capacitación e inspección	Dar capacitación constante para la operación del cambio de tanques.
	Más	Más torque en la conexión	Fuga masiva de cloro	Falta de capacitación o descuido	Capacitación anual	Dar capacitación que incluya la correcta instalación del regulador de presión.
	Menos	Menos torque en la conexión	Fuga de gas cloro	Falta de capacitación o descuido	Capacitación anual	Dar capacitación que incluya la correcta instalación del regulador de presión.



Tabla 19. HAZOP Nodo 1

PROCESO: CLORACIÓN NODO: 1
INTENCIÓN: PROPORCIONAR CLORO AL SISTEMA FECHA:
SISTEMA: PROVEER CLORO A LINEA DE VACÍO ÁREA: CLORACIÓN

DESCRIPCION: SE HACE PASAR EL CLORO POR UNA TUBERIA DE 5/8" [in] HACIA UNA TUBERÍA DE 3/4".

e, línea o equipo	Palabras guía	Desviación	Consecuencias	Causa potencial	Medios de protección, control actual de prevención del peligro y/o su causa potencial	Recomendaciones
Tanque	No	No hay cloro en el tanque	No se inyecta cloro al proceso, incumplimiento a normas para el tratamiento de aguas residuales	Tanque vacío	Mayor número de tanques en el área	Revisar el número de tanques llenos cada vez que se vacíe uno y reemplazar en tiempo programado.
	Más	Más de 907 [kg] cloro	Mayor presión en el tanque	Mal llenado por proveedor	Medir el peso del tanque antes de que el proveedor lo entregue	Revisar el peso del tanque cuando es llevado a la planta por el proveedor.
	Menos	Menos de 907 [kg]	No se inyecta cloro al proceso, incumplimiento a normas para el tratamiento de aguas residuales	Mal llenado por proveedor, fuga	Cerciorarse de que no haya fugas. En el consumo se va observando la cantidad de cloro dosificado al sistema	Revisar el peso del tanque cuando es entregado en la planta y revisar todos los puntos para evitar fugas.
Válvula v1	No	No hay flujo	No se inyecta cloro al proceso, incumplimiento a normas para el tratamiento de aguas residuales	Válvula cerrada, no hay cloro	Conectar y abrir la válvula, dar capacitación al operador	Capacitar al personal que realiza la operación.
	Menos	Menos flujo	Decremento de cloro en el agua, incumplimiento de las normas para el tratamiento de aguas residuales	Válvula parcialmente cerrada, fuga de cloro o corrosión en la base de la válvula	Capacitación y detección de fugas con amoníaco	Capacitar al personal que realiza la operación, llevar una bitácora de las condiciones físicas en las que llega el tanque



Tabla 20. HAZOP Nodo 2

PROCESO: CLORACIÓN
 INTENCIÓN: TRANSPORTAR EL CLORO HACIA EL ROTAMETRO
 SISTEMA: TRANSPORTE DE CLORO

NODO: 2
 FECHA:
 ÁREA: CLORACION

DESCRIPCIÓN: SE TRANSPORTA EL CLORO REGULANDO LA PRESIÓN HACIENDOLO PASAR POR UNA TUBERIA DE 5/8 Y 3/4 [in] HACIA EL ROTAMETRO.

Parte, línea o equipo	Palabras guía	Desviación	Consecuencias	Causa potencial	Medios de protección, control actual de prevención del peligro y/o su causa potencial	Recomendaciones
Regulador de presión	No	No evapora el cloro líquido	pasa cloro líquido	Daño en la resistencia	Revisar el estado y funcionamiento de la resistencia	Dar mantenimiento preventivo a la resistencia.
	Menos	Deficiente evaporación	Pasa cloro líquido	No se espero el tiempo adecuado para el reposo de cloro, daño en la resistencia	Revisar el estado y funcionamiento de la resistencia, esperar el tiempo estipulado para dejar que el cloro se evapore	Dar mantenimiento preventivo a la resistencia, capacitación.
Línea de presión negativa de 5/8 [in]	No	No hay flujo	Nulo contenido de cloro para el tratamiento del agua	Válvula cerrada	Verificar el buen funcionamiento de la válvula	Dar mantenimiento preventivo a la válvula.
	Más	Más flujo	Exceso de cloro en el agua	Mal funcionamiento en válvula	Verificar el buen funcionamiento de la válvula	Dar mantenimiento preventivo a la válvula.
	Menos	Menos flujo	Bajo contenido de cloro para el tratamiento del agua	Válvula mal abierta	Verificar el buen funcionamiento de la válvula	Dar mantenimiento preventivo a la válvula.
Línea de 3/4 [in]	No	No hay flujo en la tubería	No se inyecta cloro al proceso, incumplimiento a normas para el tratamiento de aguas residuales	Válvula cerrada , no hay cloro	Dar capacitación	Cerciorarse que la válvula este abierta al iniciar la inyección de cloro.



Parte, línea o equipo	Palabras guía	Desviación	Consecuencias	Causa potencial	Medios de protección, control actual de prevención del peligro y/o su causa potencial	Recomendaciones
Línea de 3/4 [in]	Más	Mas flujo en tubería	Mayor presión en tubería	No se observo el nivel de cloro en el rotámetro	Dar capacitación	Realizar revisiones periódicas al nivel de cloro en el rotámetro
	Menos	Menos flujo en tubería	No se inyecta cloro al proceso, incumplimiento a normas para el tratamiento de aguas residuales	Escases de gas cloro	Dar capacitación	Cerciorarse que la válvula este abierta al iniciar la inyección de cloro

Tabla 21. HAZOP Nodo 3

PROCESO: CLORACIÓN
 INTENCIÓN: DOSIFICAR EL CLORO
 SISTEMA: ROTAMETRO
 DESCRIPCIÓN: EL CLORO LLEGA A LA TUBERIA DE 2 [in] PARA MEZCLARSE CON AGUA PREVIAMENTE TRATADA Y COMENZAR LA DESINFECCIÓN DE LA MISMA.

NODO: 3
 FECHA:
 ÁREA: CLORACIÓN

Parte, línea o equipo	Palabras guía	Desviación	Consecuencias	Causa potencial	Medios de protección, control actual de prevención del peligro y/o su causa potencial	Recomendaciones
Rotámetro	No	No mide el nivel de cloro	No se inyecta cloro al proceso, incumplimiento a normas para el tratamiento de aguas residuales	El rotámetro no sirve, no hay flujo de cloro	Dar mantenimiento al rotámetro, capacitación al operador	Dar mantenimiento al rotámetro y cerciorarse de que este pasando flujo de gas cloro al sistema.



ANÁLISIS DE RIESGOS

Parte, línea o equipo	Palabras guía	Desviación	Consecuencias	Causa potencial	Medios de protección, control actual de prevención del peligro y/o su causa potencial	Recomendaciones
	Menos	Mide menos flujo de cloro	Incumplimiento a normas de agua potable	El rotámetro no sirve, no hay suficiente flujo de cloro	Dar mantenimiento al rotámetro, capacitación al operador	Dar mantenimiento al rotámetro y cerciorarse de que este pasando el flujo de gas cloro necesario al sistema.
	Más	Mide mas flujo de cloro	No se inyecta cloro al proceso, incumplimiento a normas para el tratamiento de aguas residuales	El rotámetro no sirve, hay un exceso de flujo de cloro	Dar mantenimiento al rotámetro, capacitación al operador	Dar mantenimiento al rotámetro y cerciorarse de que este pasando el flujo de gas cloro necesario al sistema.
Línea de 1"	No	No hay flujo en la tubería	No se inyecta cloro al proceso, incumplimiento a normas para el tratamiento de aguas residuales	Válvula cerrada	Dar capacitación	Cerciorarse que el rotámetro esta midiendo flujo
	Más	Más flujo en tubería	Mayor presión en tubería	No se observo el nivel de cloro en el rotámetro	Dar capacitación	Realizar revisiones periódicas al nivel de cloro en el rotámetro.
	Menos	Menos flujo en tubería	Incumplimiento a normas para el tratamiento de aguas residuales	Escases de gas cloro	Dar capacitación	Cerciorarse que el rotámetro esté midiendo el flujo necesario.
Bomba	No	No funciona la bomba	No hay flujo de agua	La bomba no sirve, no hay corriente eléctrica	Dar mantenimiento preventivo a la bomba, cerciorarse que haya corriente eléctrica	Tener una bomba de emergencia que se encuentre en buen estado de funcionamiento.



Parte, línea o equipo	Palabras guía	Desviación	Consecuencias	Causa potencial	Medios de protección, control actual de prevención del peligro y/o su causa potencial	Recomendaciones
	Menos	Menos flujo de agua	Hay escaso flujo de agua	La bomba esta fallando	Dar mantenimiento preventivo a la bomba	Tener una bomba de emergencia que se encuentre en buen estado de funcionamiento.
Línea de 2"	No	No hay flujo de agua	No se inyecta cloro al proceso, incumplimiento a normas para el tratamiento de aguas residuales	No hay flujo de agua hiperclorada, mal funcionamiento de bomba	Revisar el buen funcionamiento del sistema	Revisar que este pasando agua hiperclorada al sistema.
	Menos	Hay menos flujo de agua	Incumplimiento a normas para el tratamiento de aguas residuales	No hay suficiente flujo de agua hiperclorada, bomba fallando	Revisar el buen funcionamiento del sistema	Revisar que este pasando la cantidad necesaria de agua hiperclorada al sistema.

4.4 Evento de Mayor Riesgo

Considerando el grado de afectación del riesgo, las mayores consecuencias se podrían tener en:

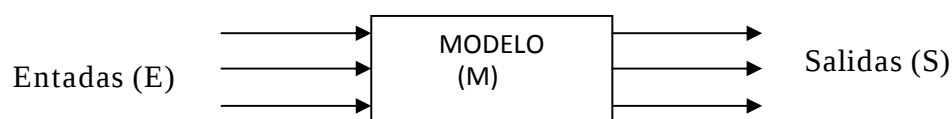
Fuga masiva de Cloro



5. SIMULACIÓN (EVENTO DE MAYOR RIESGO): FUGA MASIVA DE CLORO

Se entiende por simulador a un experimento realizado sobre un modelo, en el cual se representa el sistema del que se intenta mantener las mismas características que la actividad en estudio.

La simulación consiste en aplicar datos de entrada (E) sobre el modelo o sistema (M) para estudiar los resultados o salidas (S), es indispensable encontrar la estructura y parámetros y estados internos de M.



Es importante reconocer que el modelo sólo es válido en contexto y bajo las suposiciones con las que se ha desarrollado, cuando se lleva a cabo bajo diferentes circunstancias se debe realizar una simulación para cada una de ellas para verificar las salidas del sistema.

Para el desarrollo de los ejemplos propuestos en este análisis se utiliza el programa Areal Locationas of Hazardous Atmospheras (ALOHA), desarrollado por la Environmental Protection Agency de EEUU, que está disponible en Internet –EPA (2002)–. La elección responde a la especial ventaja de estar disponible en Internet, lo que posibilita su utilización. Además de la ventaja citada, caben destacar las siguientes:

1. Ha sido desarrollado por la EPA (Environmental Protection Agency) y la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) de EEUU, gozando de reconocido prestigio.
2. Está específicamente diseñado para su aplicación a escenarios accidentales, pudiendo simular emisiones desde tuberías y recipientes utilizados en la industria o derrames que forman charcos y la simultánea dispersión nubes tóxicas.
3. En su base de datos se reconoce la sustancia en estudio (cloro).

Las siguientes simulaciones están orientadas al fenómeno específico de la emergencia química de una fuga de cloro, en este caso de un contenedor de 907 [Kg]. La simulación se realiza bajo distintas condiciones de clima que ayudan a determinar las zonas en riesgo si se llegara a presentar el evento.

**Simulación 1****SITE DATA:**

Location: CANCUN, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.72 (sheltered single storied)
Time: October 2, 2008 1139 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: CHLORINE Molecular Weight: 70.91 g/mol
AEGL-1(60 min): 0.5 ppm AEGL-2(60 min): 2 ppm AEGL-3(60 min): 20 ppm
IDLH: 10 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO
Ambient Boiling Point: -29.3° F
Freezing Point: -149.9° F

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 4.44 meters/second from NE at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 29° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 58%

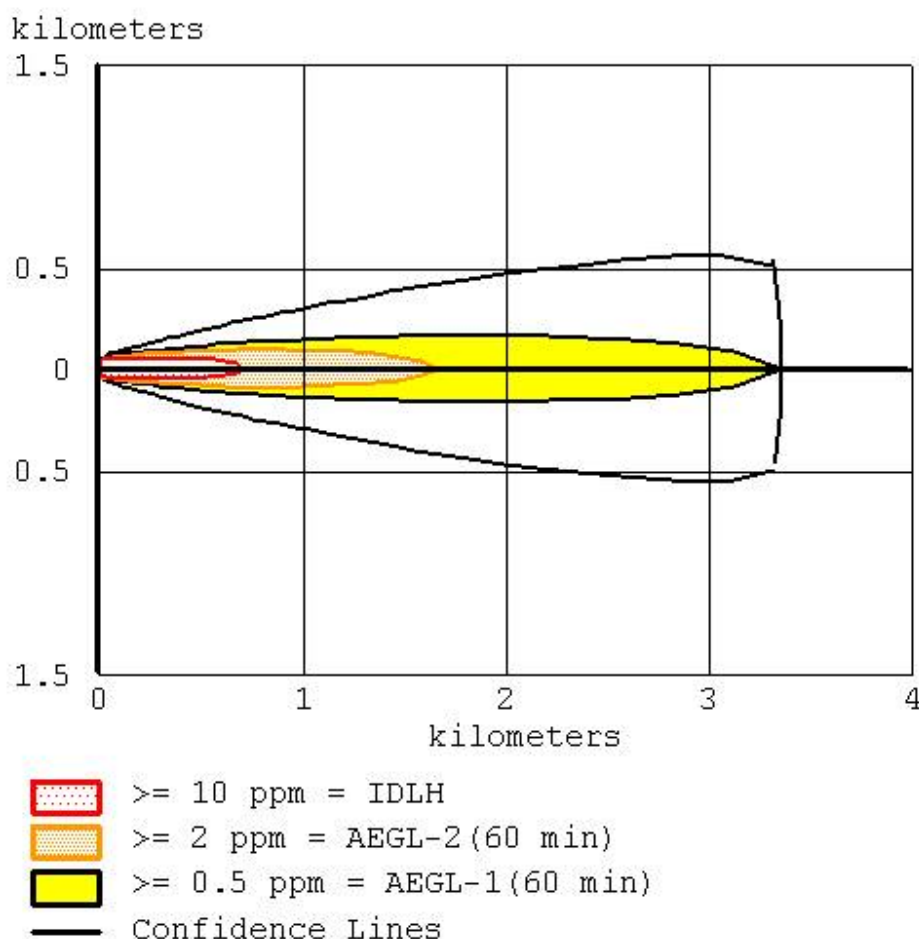
SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Non-flammable chemical is escaping from tank
Tank Diameter: 0.75 meters Tank Length: 1.85 meters
Tank Volume: 0.82 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: -34° C
Chemical Mass in Tank: 907 kilograms
Tank is 71% full
Circular Opening Diameter: 0.75 inches
Opening is 25 centimeters from tank bottom
Release Duration: 22 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 34.5 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 538 kilograms
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas
Red : 704 meters --- (10 ppm = IDLH)
Orange: 1.7 kilometers --- (2 ppm = AEGL-2(60 min))
Yellow: 3.4 kilometers --- (0.5 ppm = AEGL-1(60 min))

Imagen 1. Zonas de amenaza por niveles de concentración de cloro.



Donde:

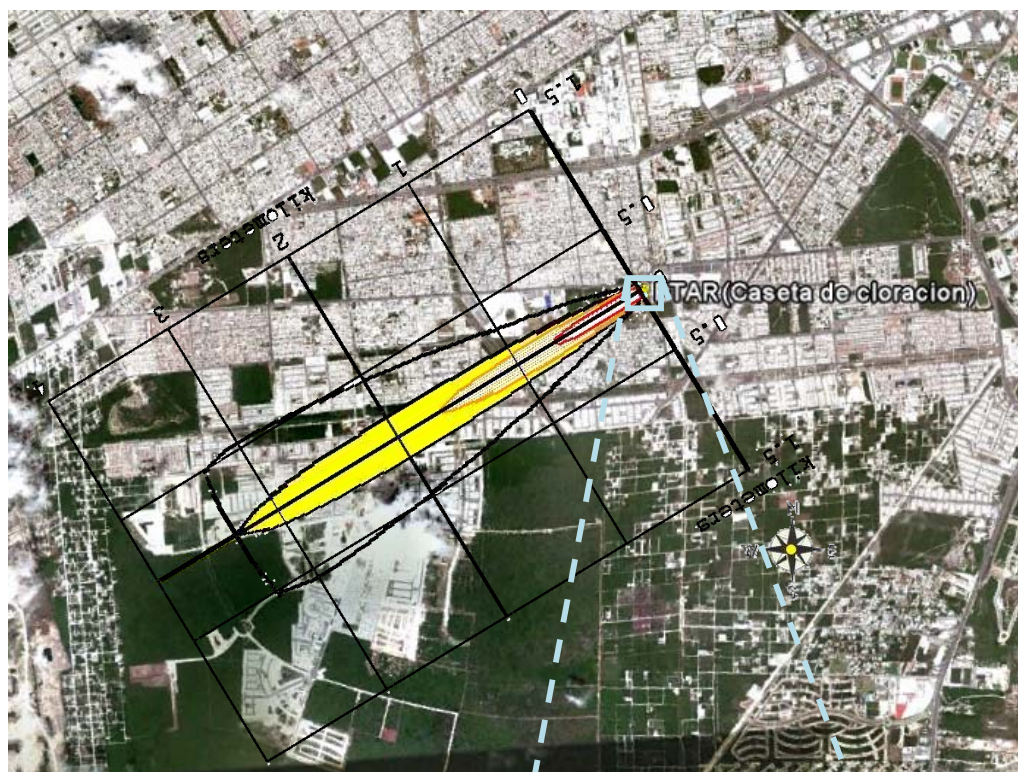
IDLH (Immediately dangerous to life or health) – Límites inmediatamente peligroso para la vida o la salud.

AEGL (Acute exposure guideline levels) – Niveles Agudos de exposición.

El AEGL-1 Este índice define el límite inferior de la zona de alerta. (Efectos transitorios y reversibles).

El AEGL-2 Este índice define el límite inferior de la zona de alerta. (Efectos duraderos serios o irreversibles o ver impedida su capacidad para escapar).

Imagen 2. Vista de la zona afectada por concentración de cloro. Vientos del Noreste.



Planta en estudio





Simulación 2.

SITE DATA:

Location: CANCUN, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.92 (sheltered single storied)
Time: October 12, 2008 1054 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: CHLORINE Molecular Weight: 70.91 g/mol
AEGL-1(60 min): 0.5 ppm AEGL-2(60 min): 2 ppm AEGL-3(60 min): 20 ppm
IDLH: 10 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO
Ambient Boiling Point: -29.3° F
Freezing Point: -149.9° F

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5.81 meters/second from S at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths
Air Temperature: 31° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 35%

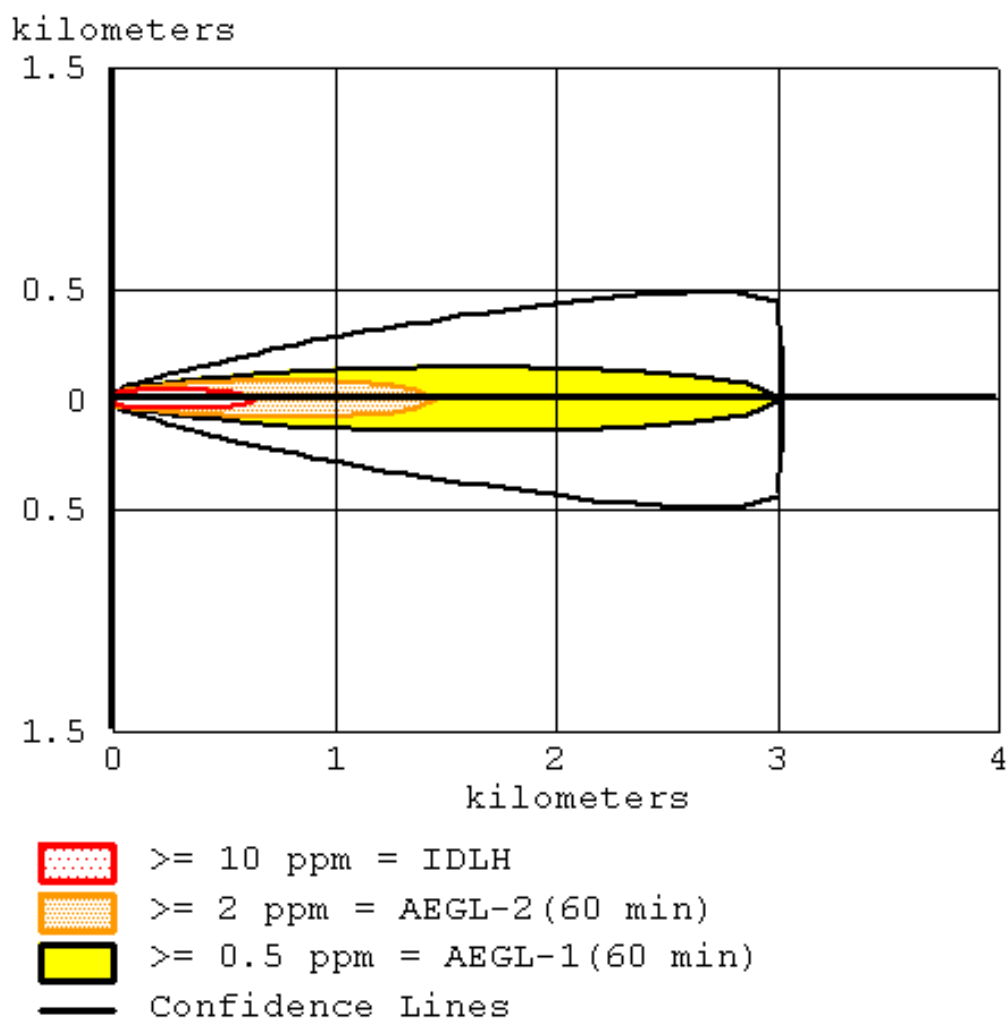
SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Non-flammable chemical is escaping from tank
Tank Diameter: 0.75 meters Tank Length: 1.85 meters
Tank Volume: 0.82 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: -34° C
Chemical Mass in Tank: 907 kilograms
Tank is 71% full
Circular Opening Diameter: 0.75 inches
Opening is 0.25 meters from tank bottom
Release Duration: 22 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 34.5 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 538 kilograms
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

REAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas
Red : 590 meters --- (10 ppm = IDLH)
Orange: 1.4 kilometers --- (2 ppm = AEGL-2(60 min))
Yellow: 3 kilometers --- (0.5 ppm = AEGL-1(60 min))

Imagen 3. Zonas de amenaza por niveles de concentración de cloro.



Donde:

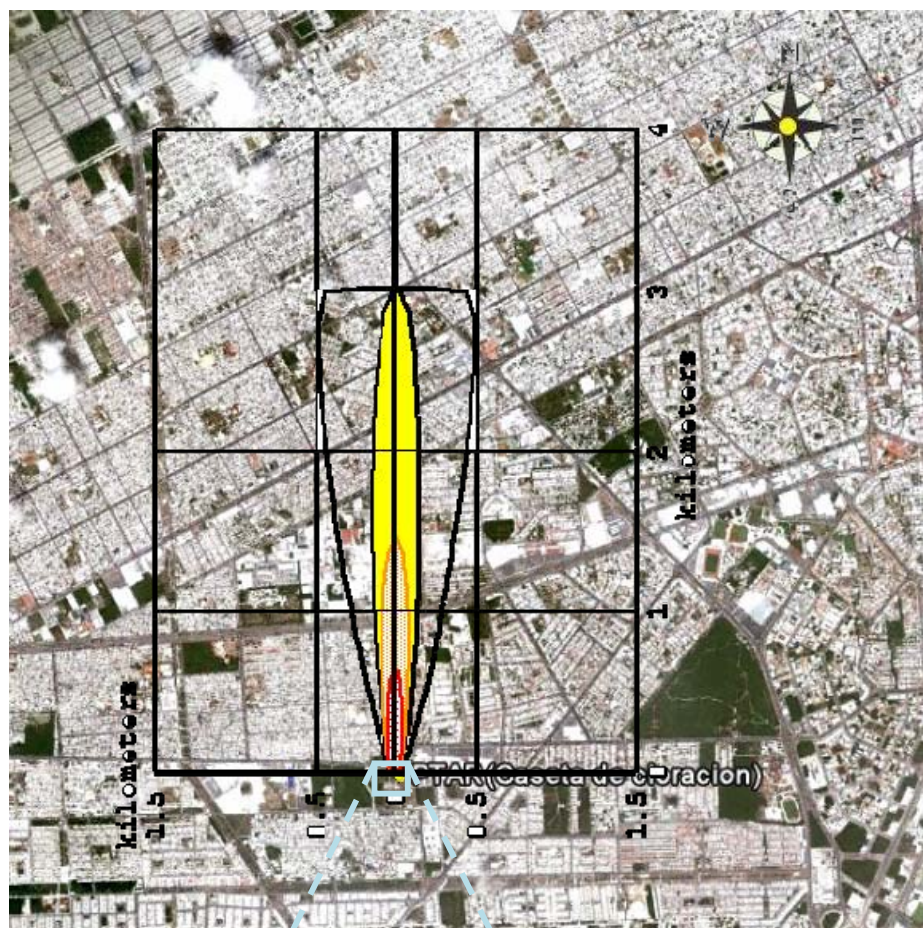
IDLH (Immediately dangerous to life or health) – Límites inmediatamente peligroso para la vida o la salud.

AEGL (Acute exposure guideline levels) – Niveles Agudos de exposición.

El AEGL-1 Este índice define el límite inferior de la zona de alerta. (Efectos transitorios y reversibles).

El AEGL-2 Este índice define el límite inferior de la zona de alerta. (Efectos duraderos serios o irreversibles o ver impedida su capacidad para escapar).

Imagen 4. Vista de la zona afectada por concentración de cloro. Vientos del Sur.



Planta en estudio



Simulación 3

SITE DATA:

Location: CANCUN, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.79 (sheltered single storied)
Time: October 12, 2008 1124 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: CHLORINE Molecular Weight: 70.91 g/mol
AEGL-1(60 min): 0.5 ppm AEGL-2(60 min): 2 ppm AEGL-3(60 min): 20 ppm
IDLH: 10 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO
Ambient Boiling Point: -29.3° F
Freezing Point: -149.9° F

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 29° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

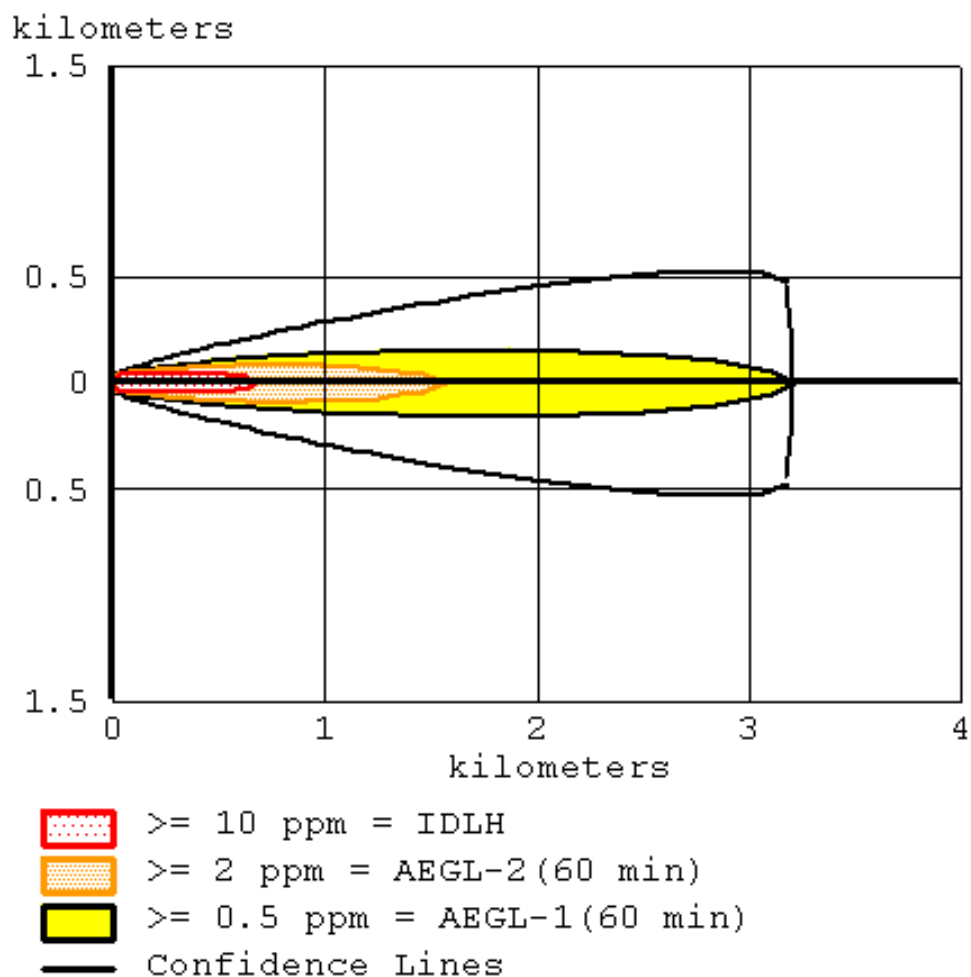
SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Non-flammable chemical is escaping from tank
Tank Diameter: 0.75 meters Tank Length: 1.85 meters
Tank Volume: 0.82 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: -34° C
Chemical Mass in Tank: 907 kilograms
Tank is 71% full
Circular Opening Diameter: 0.75 inches
Opening is 0.25 meters from tank bottom
Release Duration: 22 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 34.5 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 538 kilograms
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

REAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas
Red : 650 meters --- (10 ppm = IDLH)
Orange: 1.6 kilometers --- (2 ppm = AEGL-2(60 min))
Yellow: 3.15 kilometers --- (0.5 ppm = AEGL-1(60 min))

Imagen 5. Zonas de amenaza por niveles de concentración de cloro.



Donde:

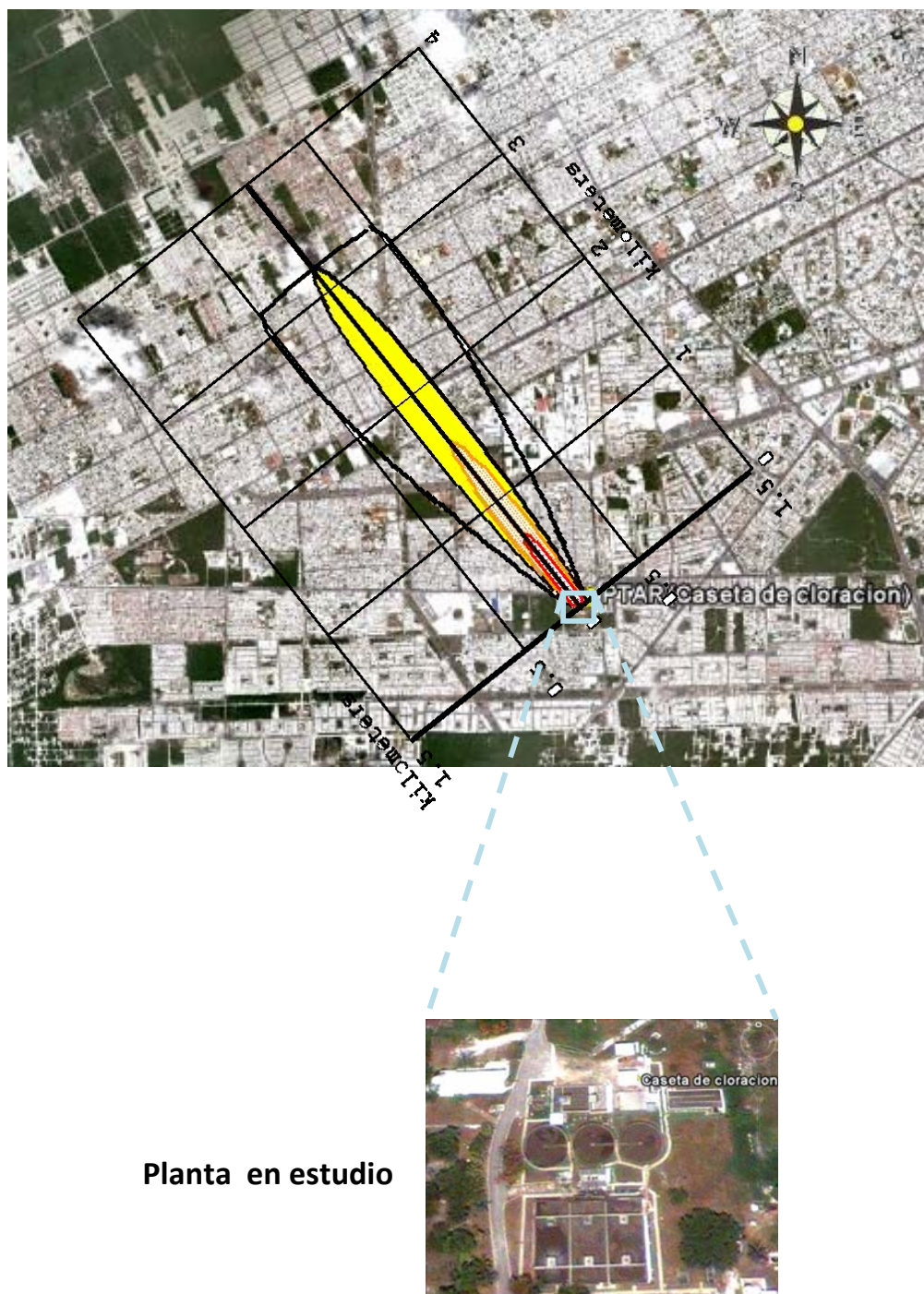
IDLH (Immediately dangerous to life or health) – Límites inmediatamente peligroso para la vida o la salud.

AEGL (Acute exposure guideline levels) – Niveles Agudos de exposición.

El AEGL-1 Este índice define el límite inferior de la zona de alerta. (Efectos transitorios y reversibles).

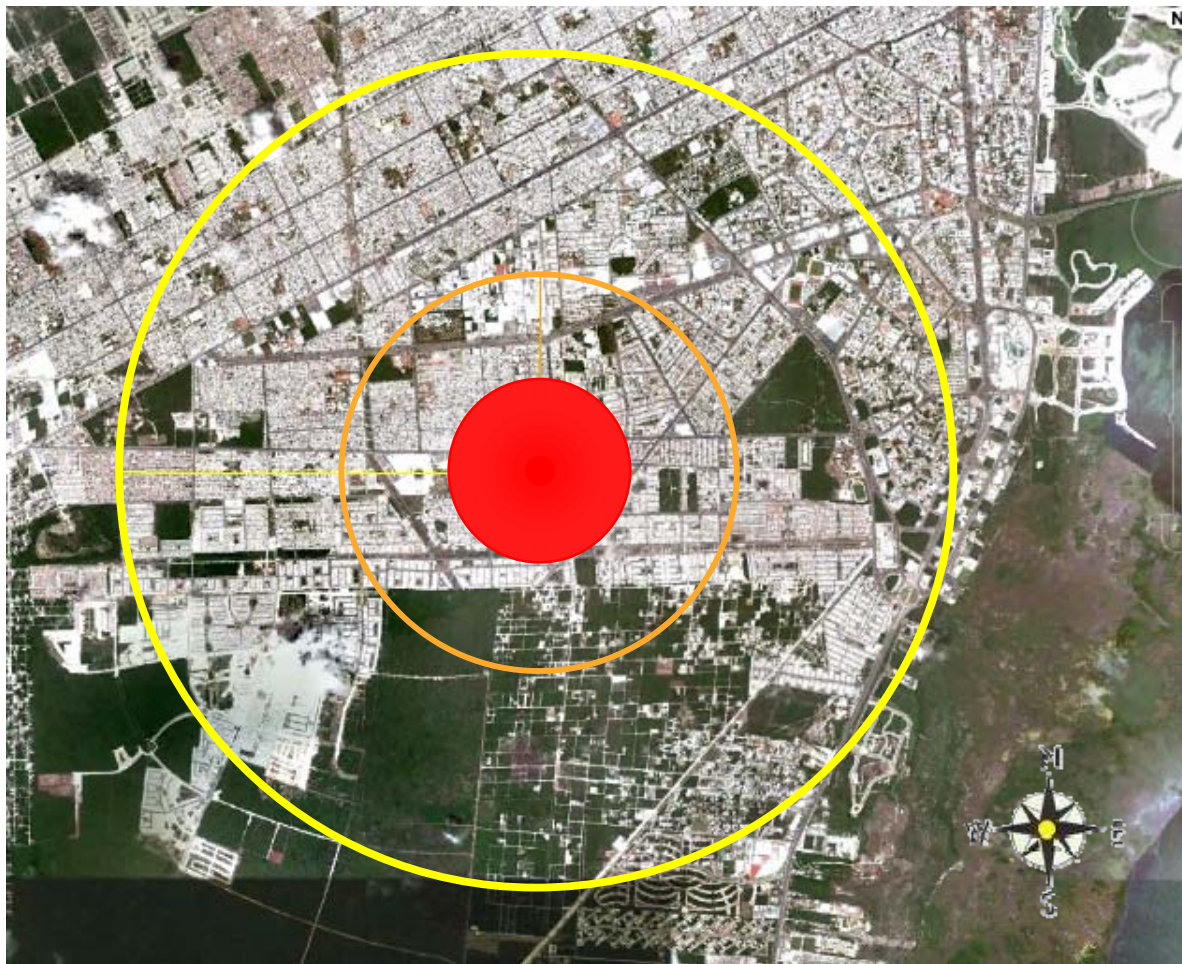
El AEGL-2 Este índice define el límite inferior de la zona de alerta. (Efectos duraderos serios o irreversibles o ver impedida su capacidad para escapar).

Imagen 6. Vista de la zona afectada por concentración de cloro. Vientos del Sureste.



5.1 Áreas de amenaza

Imagen 6. Áreas de afectación considerando todas las direcciones del viento.



La imagen 6 muestra los radios de afectación por una fuga masiva de cloro.

-  Abarca un radio de 0.648 km y corresponde a la presencia de 10 ppm de cloro.
-  Abarca un radio de 1.56 km y corresponde a la presencia de 2 ppm de cloro.
-  Abarca un radio de 3.183 km y corresponde a la presencia de 0.5 ppm de cloro en el ambiente.



5.2 Población afectada en el área

Cancún cuenta con una población total de 526,701 habitantes y 3,075 viviendas habitadas³. La extensión territorial de la zona es de 1,664 [Km²], y de acuerdo con el censo del INEGI, la densidad poblacional correspondiente es de 316 [hab/km²], por lo tanto con la información obtenida por el software y el registro de estadísticas se puede determinar, para la zona de mayor **riesgo fatal** que el número de población afectada en caso de una fuga masiva de cloro seria de aproximadamente de **316 personas en 1 [km²]** y en **total la población afectable es de 1,156 habitantes en 3.5 [km²]**.

4.5 Efectos del cloro sobre el ser humano

Tabla 22. Efectos de las concentraciones de gas cloro [ppm] sobre las personas (1ppm = 3 mg/m³)

Concentración del cloro [ppm]	Efectos en la salud
0.014 – 0.097	Cosquilleo en la nariz y garganta, puede haber irritación en ojos.
0.1 – 0.3	Comezón y sequedad de nariz y garganta.
0.35 – 0.72	Quemadura de la conjuntiva y dolor después de 15 minutos.
1 - 3	Irritación ocular y/o de las membranas mucosas, respiratoria corta y/o con tos y dolor de cabeza.
3 - 6	Causa una sensación de picor o quemazón, pero se tolera, sin que se produzca ningún efecto nocivo indebido durante un máximo de una hora.
10	Tos, puede causar severa irritación del tracto respiratorio alto y los ojos.
10 - 20	Irritación inmediata de fosas nasales, garganta y ojos, con tos y lagrimeo.
30	Causa dolor de pecho intenso, disnea, tos muy intensa y vómito.
46 - 60	Causa neumonía química, edema pulmonar, náuseas, vómito.
100 - 150	Aumenta la dificultad para respirar hasta la sofocación, puede ser letal para las personas más vulnerables.
300 - 400	Concentración media letal previsible de 50 % de las personas sanas.
430	Es fatal después de 30 min.
1,000	Es letal (paro respiratorio y la muerte) en pocos segundos.

³ INEGI, Estados Unidos Mexicanos, II Censo de Población y Vivienda 2005, Cancún, Quintana Roo, 02 octubre 2008.



6. Fundamento Económico

Los accidentes de trabajo y las enfermedades ocasionan daños y pérdidas materiales a la empresa. Aún sabiendo esto, algunas empresas siguen pensando que llevar a cabo medidas de seguridad es un gasto y no una inversión, lo anterior se da debido al desconocimiento de los verdaderos costos del daño a trabajadores, medio ambiente y/o a terceros.

Los costos de accidentes de trabajo se dividen en costos directos e indirectos:

Costos Directos. Este grupo incluye los costos tanto en materia de prevención después de, como del seguro de Riesgos de Trabajo:

- 1) La inversión en materia de la prevención de los Riesgos de Trabajo tales como medidas y dispositivos de seguridad, instalaciones, equipo de protección específico, señalamientos, cursos de capacitación y otras erogaciones.
- 2) Las cuotas o aportaciones que por concepto de seguro de Riesgos de Trabajo esta obligado a pagar el empleador al seguro social, o a otras organizaciones similares o equivalentes.
- 3) Las primas que se aumentan, o costos de los seguros adicionales para la empresa y los trabajadores.

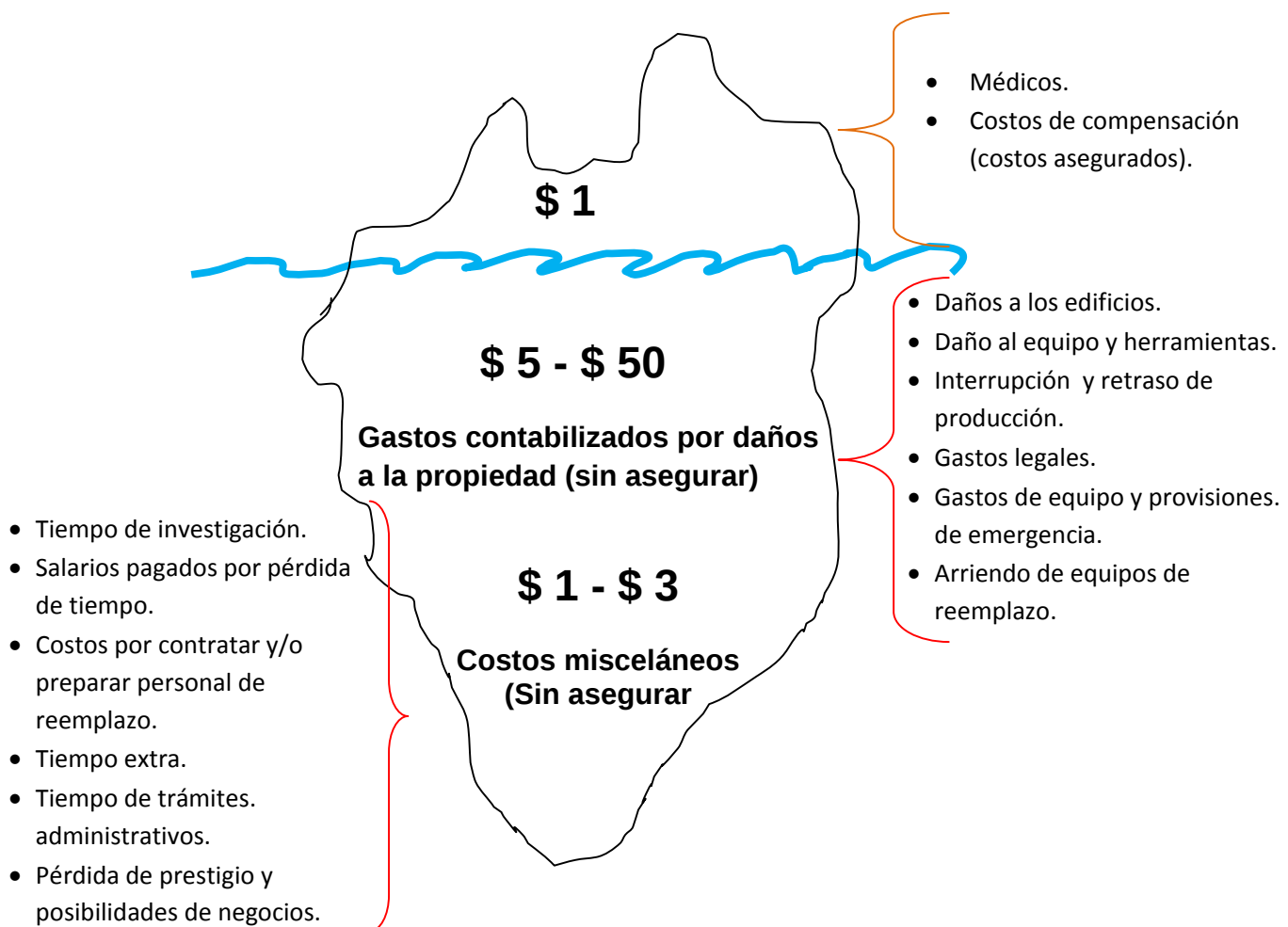
Costos Indirectos. Son el conjunto de pérdidas económicas tangibles que sufren las empresas como consecuencia de los accidentes:

- El tiempo perdido de la jornada laboral.
- Los daños causados a las instalaciones, maquinaria, equipo y herramientas.
- La pérdida en materia prima, subproductos o productos.
- El deterioro del ritmo de producción.
- La disminución de la calidad.
- El incumplimiento de compromisos de producción y la penalización de fianzas establecidas en los contratos.
- La pérdida de clientes.
- Los gastos por atención de demandas laborales.
- El deterioro de la imagen corporativa.



6.1 Iceberg de los costos

Para dar una idea de lo que verdaderamente significan los accidentes como costos para toda la sociedad, se puede representar como un témpano de hielo (iceberg). La parte superior, la que esta a la vista, serían los costos que la empresa cubre por obligación con el seguro (costos directos). La masa inferior del témpano que no se ve, mucho más grande, estaría bajo la superficie (costos indirectos).



Esto que ha primera vista parece exagerado, no lo es tanto pues los accidentes, realmente son un problema mucho mayor de lo que aparece en la superficie.

Un análisis exhaustivo de los costos de daños a la propiedad, alrededor del mundo, hecho por Frank Bird Jr. y Frank Fernández, les ha llevado a aceptar el hecho de que el costo de daños a la propiedad sin asegurar es de 5 a 50 veces mayor que los costos de las lesiones aseguradas y de compensación, mientras que otros sectores sin asegurar



constituyen de uno a tres veces por sobre los costos de compensación y gastos médicos.

Si bien la mayoría de los costos obedecen a daños ocasionados a trabajadores o a instalaciones o equipo de la propia empresa, cuando el siniestro rebasa los límites de las instalaciones el costo aumenta considerablemente teniendo muchas variables que alarguen ese costo por tiempo indefinido. Por ejemplo esos costos incluyen:

- Gastos relacionados con la recuperación y la mitigación.
- Reasentamiento de las personas.
- Protección social y la atención de salud de la población afectada,
- Investigaciones sobre el medio ambiente, la salud y la producción de alimentos no contaminados.
- Aumento del costo de producción.

6.2 Costo aproximado en caso de presentarse el escenario

En nuestro caso no se cuenta con información real que nos de una cifra exacta de lo costarían daños causados por la fuga masiva de cloro.

Para realizar un análisis económico manejaremos un estimado considerando la cantidad de población dañada de acuerdo al área de afectación y la densidad demográfica por el INEGI, así como, considerando que las personas fueran trabajadoras de la empresa con un sueldo mínimo, mostrando de esta manera los siguientes costos:

Sueldo Mínimo (\$)	Sueldo Mensual (\$)	Tipo de Daño	Porcentaje Prima de Riesgo (%)	No. de Afectados	Costos Asegurados (\$)
54,47	1.634,1	Incapacitante	70	840	960.850,80
		Muerte	100	316	516.375,60

Total \$1.477.226,40

Aplicando la teoría de Frank Bird:

Costos asegurados (\$)	Daños a la propiedad sin asegurar (\$)	Costos Misceláneos sin asegurar (\$)	COSTO TOTAL (\$)
1.477.226,40	73.861.320,00	\$4.431.679,20	79.770.225,60



Conclusiones

El realizar un análisis de riesgos puede parecer sencillo, aplicar tablas, analizar si cumple o no para determinar si hay algún peligro, usar metodologías aparentemente subjetivas, e introducir en un software elementos conocidos para mostrar el escenario que podría presentarse, parece simple. Sin embargo el determinar la existencia de un verdadero riesgo va más allá de conformarse con ver documentos que avalen inspecciones, capacitaciones, mantenimientos, observar las instalaciones o las condiciones en que trabajan o entrevistar a los trabajadores sobre sus actividades cotidianas. Algunos peligros y quizá los de mayor significancia se encuentran ocultos, y el trato y la confianza que se les brinde a los trabajadores son de vital importancia para descubrirlos. Por experiencia propia puedo asegurar que la información más valiosa se obtiene de la propia voz de cada uno de los trabajadores, quienes diariamente interactúan directamente con el proceso y sin lugar a duda conocen las fortalezas y debilidades del mismo.

Para el presente análisis la información recabada de las conversaciones entabladas con trabajadores no directivos de la Planta fue de vital importancia para constatar que una fuga masiva de cloro era latente, por ejemplo, los trabajadores mencionaron pequeñas fugas de cloro, de las cuales no informaron al personal de seguridad por temor a represalias, aunado la dificultad que tenían al tratar de abrir la válvula principal del tanque contenedor de cloro y por consecuencia la fabricación, por su cuenta, de una especie de palanca para facilitarles la tarea, sin medir el riesgo de romper el mecanismo, de lo cual el jefe inmediato a cargo no tenía conocimiento. La ocurrencia de los sucesos anteriores, se presentan debido a que los trabajadores no expresan los acontecimientos debido a la negativa y falta de atención de los directivos.

De esta manera, y sumado al alto porcentaje de incumplimiento en materia de seguridad e higiene laboral dentro de la Planta, se evidencian los accidentes y enfermedades que podrían suscitarse, además de justificar la existencia su principal y más impactante riesgo, *una fuga masiva de cloro*, el cual como lo demuestra el análisis de costo-beneficio traería consigo un cuantioso impacto económico y lo mas lamentable, la pérdida de vidas humanas.

El conocimiento y difusión del alcance que pudiese tener un acontecimiento así como la aplicación de las adecuadas medidas preventivas salvaguarda la vida, el ambiente y el capital. Lo anterior sustenta que la prevención es la base para evitar accidentes que causen daños irreparables.



Bibliografía

ANGÜIS TERRAZAS Victoriano, "Sistema de Seguridad Integral", Editorial Color, 1ra edición, México 1998.

CASAL Joaquín y MONTIEL Helena, "Análisis de riesgo en instalaciones industriales", Editorial Alfa omega, 4ta edición, Madrid 2002.

CENAPRED, "Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en la República Mexicana" 2002.

HERNÁNDEZ ZÚÑIGA Alfonso, "Seguridad e higiene industrial", Editorial Limusa, México 1999.

MARTÍNEZ PONCE DE LEON, "Introducción al análisis de Riesgos", Editorial Megabyte 4ta edición, 1998.

MOSQUERA Genaro, "Análisis de riesgo industrial", Editorial Universidad Central de Venezuela, 1ra edición, Venezuela 2000.

RIDLEY John & CHANNING John, "Safety at Work", Editorial Butterwork Heinemann, 6ta edition, Oxford 2003.

RODELLAR LISA Adolfo, "Seguridad e higiene en el trabajo", Editorial Marcombo, 1ra edición, España 1988.

Compendio de material de la "Certificación en Seguridad Integral", 2009.

Mesografía

Página electrónica del Servicio de Administración Tributaria
www.sat.gob.mx/sitio_internet/asistencia_contribuyente/informacion_frecuente/salarios_minimos/, octubre 2010.

Página electrónica de la Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social
academia.uat.edu.mx/sutuat/Documentos/LeySeguroSocial.pdf. octubre 2010.

Página electrónica del Instituto Mexicano del Seguro Social
www.imss.mx. octubre 2010.

Página electrónica de la Secretaria del Trabajo y Previsión Social
www.stps.gob.mx, octubre 2010.