

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
ESCUELA DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL



**TEMA: ANALISIS DE LAS CONSECUENCIAS QUE PODRIAN CAUSAR UNA
EXPLOSION EN TANQUES DE GLP EN UNA FUNDICION DE METALES NO
FERROSOS Y SU RESPUESTA EN CASO DE EMERGENCIA**

**TESIS DE GRADO
PARA OPTAR POR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

LOURDES GRACIELA CHAVEZ ISLA

LIMA – PERU

2006

DEDICATORIA

Agradecer a Dios por poner en mi camino a la persona que amo, y por todo el apoyo incondicional que me da día a día, al igual que su familia, para ti Sergio.

A mis padres Isaura y Leonidas, a mis hermanos Maria Luz, Hilya, Ricardo y Catherine que siempre me ayudan con sus consejos, y su ejemplo de seguir adelante como cada día me lo demuestran.

A mi tía Maria que siempre nos acompaña en todo momento, como si fuera mi madre.

Y a la Señora Primitiva González que desde el cielo nos guía.

RECONOCIMIENTOS

En la elaboración de la presente Tesis me brindaron su guía y apoyo, la cual quisiera hacer de una forma retribuirla, diciéndoles GRACIAS desde el fondo de mi corazón:

Ingeniero Pedro Valdivia Maldonado

Ingeniera Milagros Vega Montenegro

Ingeniero José Luis Pulido Montoya

Ingeniero José Silva Ávila

Ingeniero Rafael Ludeña Palomino

A toda la Familia Hernández González

INDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCION	1
RESUMEN	2- 7
OBJETIVOS	9
CAPITULO I MARCO LEGAL	10
<i>Normativa Nacional</i>	11
<i>Normativa Internacional</i>	13
CAPITULO II MARCO TEORICO	14
2.0 <i>Gas Licuado de Petróleo</i>	15
2.1 <i>Punto de Ignición</i>	16
2.2 <i>Limites de Inflamabilidad</i>	17
2.3 <i>Limites de Explosión</i>	18
2.4 <i>Accidentes Mayores</i>	19
2.5 <i>Teoría del Fuego</i>	19
2.5.1 <i>Combustible</i>	20
2.5.2 <i>Oxigeno</i>	20
2.5.3 <i>Calor</i>	20
2.5.4 <i>Reacción química en cadena</i>	21
2.6 <i>Métodos de Extinción de Incendios</i>	21
2.6.1 <i>Control de Fuentes de Energía</i>	22
2.6.2 <i>Control de Combustible</i>	22
2.6.3 <i>Control de las Interacciones del combustible y de las</i> <i>Fuente de energía</i>	22
2.7 <i>Incendios</i>	23
2.7.1 <i>Tipos de Incendios</i>	23
Cuadro N° 1: <i>Temperaturas de llama e intensidad de</i> <i>Radiación de algunos Hidrocarburos</i>	24

2.8 Teoría de las Explosiones	27
2.8.1 Tipos de Explosión	27
2.9 Métodos de Identificación de Peligros	30
2.9.1 Métodos Cualitativos	30
A) Método FMEA (<i>Failure Modes and Effect Analysis</i>)	30
B) Listas de Comprobación	31
C) What if....?	32
D) <i>Análisis Preliminar del Riesgo</i>	32
E) Árboles de Fallos	32
F) <i>Análisis de Causas y Consecuencias</i>	33
<i>Simbología empleada en el Árbol de Fallos</i>	34
2.9.2 Métodos Semi Cuantitativos	35
A) FMEAC (<i>Análisis del modo, efecto y criticidad de los fallos</i>)	35
B) Índices de Riesgo	35
B.1 Índices DOW	
B.2 Índices MOND	
Esquema Método DOW	36
Esquema Método MOND	37
2.9.3 Métodos Cuantitativos	38
A) Método JAM (<i>justificación Analítica de la Medida del Riesgo</i>)	38
B) Método UCSIP	48
CAPITULO III ANTECEDENTES ESTADISTICOS MUNDIALES	56
3.0 <i>Antecedentes Estadísticos de Accidentes Mundiales</i>	55
Cuadro N° 2: Principales Accidentes Mundiales sucedidos Entre 1951 al 2005	56
3.1 <i>Antecedentes Estadísticos de Accidentes e Incidentes en América Latina</i>	61
3.2 Descripción de Accidentes que involucran el uso de GLP	62
3.2.1 <i>Accidente en San Juan de Ixhuatepec</i>	62
3.2.2 <i>Explosión en Tanque de Propano en Albert City</i>	65

3.2.3	Explosión en Almacén de combustible en Reino Unido	66
3.2.4	<i>Escenarios donde ocurrieron accidentes que involucran el uso de GLP en sus instalaciones</i>	69
3.3	Panorama General	70
3.4	<i>Cuales son esos factores comunes</i>	71
CAPITULO IV	DESCRIPCION DE LA EMPRESA EN ESTUDIO	76
4.0	<i>Descripción de la empresa</i>	77
4.1	Organigrama de la empresa	78
4.2	Política de la empresa	79
4.3	<i>Proceso Productivo</i>	80
4.3.1	Descripción de las Líneas Operativas	80
4.4	Descripción de la Red Contra Incendios existente	85
CAPITULO V	APLICACIÓN DE LOS METODOS DE ANALISIS DE RIESGO A LA UNIDAD OPERATIVA OXIDA DE ZINC	86
5.0	Identificación de los Peligros	87
5.1	Planteamiento del Problema	88
5.1.1	Fuera de las Normas de Seguridad	89
5.1.2	Analizar el Problema	89
A)	Aplicación del Método JAM	89
B)	Aplicación del Método UCSIP	97
5.1.3	Cuales son las causas	103
5.1.4	Soluciones posibles	103
5.1.5	Beneficios	103
5.1.6	Ejecutar la acción	104
5.2	Aplicación del Método JAM	89
5.3	Aplicación del Método UCSIP	96
CAPITULO VI	INSTRUMENTOS DE PREVENCION DE RIESGOS ANTE EMERGENCIAS	
6.0	Instrumentos de Control de Riesgos	105
6.1	Procedimientos de	

VII

6.1.1 Evacuación en caso de fuga de sustancia inflamable	108
6.2. <i>Lucha contra incendio</i>	110
6.3. En caso de Derrame o fuga de hidrocarburo	113
6.4 Programa de Entrenamiento, Capacitación y respuesta	115
6.5 <i>Ejercicios de Evacuación</i>	116
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118 y 119

INDICE DE TABLAS

1.- Tabla N° 1: Valores recomendados de I_p , V_i , N_d y C_i	42
2.- Tabla N° 2: Niveles de Aceptabilidad	43
3.- Tabla N° 3: Valores equivalentes según el Fce obtenido	43
4.- Tabla N° 4: Valores para la Medida del Riesgo	44
5.- Tabla N° 5: Niveles de Riesgo para cada zona	46
6.- Tabla N° 6: Actuación recomendable en cada zona de riesgo	47
7.- Tabla N° 7: Niveles de probabilidad de ocurrencia de un suceso	48
8.- Tabla N° 8: Valores del Nivel de Gravedad	50
9.- Tabla N° 9: Parámetros P_{1j} para determinar el Coeficiente de Participación del riesgo en la operación (PR)	51
10.- Tabla N° 10: Parámetro P_{2j} para determinar el Riesgo Esperado (RE)	52
11.- Tabla N° 11: Niveles de probabilidad y riesgo total	55

INDICE DE ANEXOS

1.- Anexo N° 1: Componentes de la Unidad Operativa Oxido de Zinc	123
2.- Anexo N° 2: Diagrama de Flujo de Oxido de Zinc	124
3.- Anexo N° 3: Distribución de Operarios en Planta	125
4.- Anexo N° 4: Proceso Productivo de la Planta	128
5.- Anexo N° 5: Ubicación y Distribución de los Equipos Contra incendios	129
6.- Anexo N° 6: Distribución de Brigadistas	131
7.- Anexo N° 7: Organización y Responsabilidades de las Brigadas	132
8.- Anexo N° 8: Directorio Telefónico de emergencia	137

INDICE DE ANEXOS Y TABLAS

1.- TABLA N° I: Propiedades físicas y velocidades de combustión para incendios de charco de hidrocarburos sobre tierra	139
2.- TABLA N° II: Porcentaje de energía emitida por radiación para incendios de charco de algunos hidrocarburos	139
3.- TABLA N° III: Intensidad de Radiación en función del diámetro del incendio	140
4.- ANEXO: TABLA N° IV Cuadro Estadístico de los accidentes que involucran líquidos Inflamables desde 1800 al 2005	141
5.- ANEXO N° V: Cuadro Estadístico de América Latina	148
6.- ANEXO N° VI: Plano de Ubicación de la Empresa	152
7.- ANEXO N° VII: Reporte de Incidentes de Planta desde 1998 al 2003	153
8.- ANEXO N° VIII: Cuadro Estadístico del SINADECI	154
9.- ANEXO N° IX: Procedimientos	155

INTRODUCCION

La evolución de la industria química en el mundo, principalmente después de la Segunda Guerra Mundial, es de gran importancia para el desarrollo económico y para la vida moderna, dado que diariamente la cantidad de plantas industriales en el Perú van adquiriendo y se van instalando tanques para el almacenamiento de gas, se ven expuestas a una gran variedad de riesgos que esto implica.

La gran diversidad de productos en el mercado, como también la existencia de procesos cada vez más complejos, y el almacenamiento y transporte del gas, hace que el organismo humano esté expuesto a estos productos y representen un riesgo para la salud.

Los casos de algunas catástrofes, que afectaron el ambiente, principalmente en las décadas de los setenta y ochenta, contribuyeron a que las industrias de todo el mundo busquen mecanismos para invertir la imagen frente a la comunidad mundial.

Actualmente se sabe que todo desastre, cualquiera sea su causa, tiene un impacto sobre el medio ambiente. La ciencia no ha progresado hasta el punto de poder predecir o prevenir de manera efectiva todas las causas de los desastres naturales, mientras se logra esto, es necesario estar preparados para responder ante estas emergencias cuando y donde ocurran.

En este contexto, los estudios de análisis de riesgo (EAR) y los programas de gerencia de riesgo (PGR) se convierten en herramientas de gran importancia para la prevención de accidentes industriales que pudieran afectar el ambiente y en otras actividades en que se manipulan sustancias peligrosas. Todo esto propicia los subsidios necesarios para el conocimiento detallado de las posibles fallas que pueden conducir a un accidente, así como las consecuencias posibles de estos eventos, posibilitando la implementación de medidas para la reducción de riesgos y para la elaboración de planes de emergencia para la respuesta a los accidentes.

RESUMEN

Capítulo I Marco Legal Normativa Nacional e Internacional

La Normativa Nacional nos plantea lineamientos generales para la instalación, el almacenamiento, operación, distancias de seguridad entre tanques y llamas abiertas y mantenimiento de hidrocarburos en las empresas las cuales deberán siempre estar sujetas a los reglamentos que nos brinda el Ministerio de Energía y Minas, hace mención de la obligatoriedad de contar con un Plan de Contingencia para derrames o fugas de hidrocarburos en las empresas, y la respuesta que deben tener en caso de suscitarse una emergencia, finalmente el Reglamento de Seguridad N° 42-F, hace mención a la capacitación que deben recibir los trabajadores y frente a que riesgos están expuestos.

La Normativa Internacional menciona criterios que deben tener las instalaciones industriales que son ocupadas y que se consideran de alto riesgo así como los medios de egreso y los sistemas contra incendios que deberán estar instalados y proporcionaran una mayor seguridad de las instalaciones.

Capítulo II: Marco Teórico

En este capítulo hacemos mención a varios elementos que están presentes dentro de la Unidad Operativa Oxido de Zinc, tales como Gas Licuado de Petróleo sus características, punto de ebullición e ignición y peso específico además hablamos de términos como los límites de inflamabilidad de sustancias como por ejemplo el propano, propileno, y otros; Destacamos el uso de conceptos como Accidentes mayores, Incendios, Métodos de extinción, las Teorías de las Explosiones y otros ya conocidos como la teoría y el tetraedro de fuego.

Desarrollamos los Conceptos de los Métodos de Identificación del Peligro Cualitativos, Semi cuantitativos y Cuantitativos.

Los Métodos de Identificación de Riesgos se han clasificado en los siguientes:

- ❖ Métodos Cualitativos los cuales se centran exclusivamente en la identificación del riesgo, como fase decisiva y punto de partida de la evaluación del riesgo que va a condicionar todo el planteamiento. Se describen los siguientes métodos: FMEA, Lista de comprobación, What if..?, Análisis preliminar del riesgo, Árboles de fallos y Análisis de causas y consecuencias.
- ❖ Métodos Semi cuantitativos los dividimos en 2 grupos: FMEAC y el Índice de Riesgo, el primero es mas aplicable a etapas de instalaciones en funcionamiento, mientras que en el de Índice de Riesgo los mas importantes son el DOW y el MOND.
- ❖ Métodos Cuantitativos, los cuales nos proporcionan una frecuencia de ocurrencia de los sucesos, para nuestro estudio hemos aplicado dos métodos el JAM (Justificación Analítica de la Medida del Riesgo) y el USCIP (Unión de Cámaras Sindicales de la Industria del petróleo de Francia), ambos calculan el nivel de riesgo y el factor de seguridad.

Capitulo III: Antecedentes Estadísticos Mundiales de Accidentes Mundiales

Con el desarrollo industrial también ha aumentado la cantidad de accidentes químicos en el mundo, como fugas, derrames, incendios, etc., todo esto con consecuencias graves hacia las poblaciones, personas y el medio ambiente, como ejemplo de ello podemos citar a BHOPAL. Los gobiernos hoy en día vienen tomando acciones para prevenir y minimizar los daños a largo plazo que pudieran ocasionar los accidentes químicos hacia las poblaciones. En los cuadros estadísticos que se presentan se resume lo siguiente:

- ❖ Los accidentes industriales sucedidos entre los años 1940 a la actualidad que se van desarrollando vienen siendo: un total de 87 accidentes industriales que implican la utilización o transporte de sustancias químicas o sus derivados como por ejemplo el propano con un 28% del total de 87. 30 explosiones y 48 Bleves, de esta información debemos resaltar que la gran

mayoría de accidentes industriales sucedieron en América, y que la cantidad de vidas humanas perdidas fue de 4795 y de 12.001 heridos.

- ❖ Con respecto a América Latina la información recopilada fue la siguiente: Por fugas o derrames de sustancias químicas un 76.8% fueron en México (1978 a 1985), un 72% en Brasil (1984 a 1992) y un 26% en Argentina (1992), todas de un total de 182 accidentes industriales. El comercio de industrias químicas en el Mundo un 40% lo tiene América Latina y de estas el 50% esta ubicada en zonas urbanas.

Si se analizan los accidentes químicos ocurridos en América Latina en la mayoría de los casos predomina el desconocimiento de los riesgos sobre la salud y el medio ambiente, además los problemas de la industrialización que debe afrontar América Latina son nuevos y todo ello acarrea que se tomen medidas preventivas ante emergencias.

Otro punto que se noto es la falta de registros o la inexistencia de datos sobre estos accidentes lo que impide hacer un seguimiento a los accidentes de este tipo y se puedan identificar las causas y corregir los daños. Además la falta de participación de las autoridades gubernamentales refleja la escasa importancia que se le da a este tipo de eventos donde la gran mayoría de accidentes industriales solo son informadas por los medios de comunicación como la prensa.

Capítulo IV: Descripción de la Empresa

La empresa en estudio es una Fundición de metales no ferrosos ubicada en la Provincia Constitucional del Callao, tiene un área de aproximadamente 4 hectáreas, y cuenta en sus instalaciones con 275 trabajadores en producción y 80 en el área administrativa distribuidos en 3 turnos de 8 horas diarias; la política de la empresa se basa en preservar la salud e integridad de los trabajadores, proteger las instalaciones, prevenir la contaminación, asegurar la productividad y calidad y finalmente cultivar los valores de autoestima, respeto hacia los demás, el orden y la limpieza.

El proceso productivo consta de 3 líneas de producción que son la Línea Planos donde el producto final es la obtención de bobinas; la Línea Discos donde se fabrican discos pequeños que sirven como materia prima para las pilas y por último la Línea Oxido de Zinc y Recuperación en donde se fabrica el polvo de Zinc utilizado en diversas industrias, dentro de esta última línea se encuentran 2 tanques de residual N° 6 de capacidades 7.000 y 8.000 gln, 3 tanques de almacenamiento de Diesel N° 2 de 9.000, 4.000 y 800 glns. Además para la alimentación de los Hornos de Oxidación están 1 tanque de 50.000 gln y 1.000 gln de GLP.

La planta cuenta con una cisterna de agua contra incendios que tiene una capacidad de 73m³, ubicada en la zona denominada Hornos Morgan, así mismo la Red cuenta con una bomba que sirve para suministrar a 2 gabinetes de lucha contra incendio y a un sistema de enfriamiento por rociadores para los tanques de GLP. La distribución y totalidad de extintores es la siguiente: 10 extintores (6 de CO₂ y 4 de Polvo químico seco), 7 extintores (3 de CO₂ y 4 de Polvo químico seco), 10 extintores (3 de CO₂ y 7 de Polvo químico seco). El resto de extintores hacen un total de 31 extintores dentro de planta.

Capítulo V: Aplicación de los Métodos de Análisis de Riesgo

Para medir el Riesgo dentro de la Planta se aplicaron 2 métodos: Justificación Analítica de la Medida del Riesgo (JAM) y el Método de la Unión de Cámaras Sindicales de la Industria del petróleo de Francia (UCSIP), así también se tomó como referencia la información recopilada de los eventos no comunes que involucran fallas mecánicas en lo que respecta a los hidrocarburos que se utilizan en la Planta como son el GLP y el Diesel. Dentro del análisis histórico de la Planta desde 1998 al 2003 se obtuvo la siguiente información: 50 eventos que están comprendidos desde fugas de petróleo y GLP (30% del total de eventos sucedidos), así como cortocircuitos, sobrecalentamiento de equipos eléctricos, hasta inicios de incendios por chispas de soldaduras, donde la mayoría de dichos eventos sucedieron en la Unidad Operativa Oxido de Zinc, la cual tiene dentro de sus instalaciones los tanques de GLP de 50.000 gln y de 1 Tanque de Diesel.

Riesgos a fin de prevenir la ocurrencia de accidentes mayores, lo que requiere evaluar la frecuencia de las fallas capaces de provocar accidentes, así como las posibles consecuencias y minimizar los impactos en las personas y en el ambiente.

Para elaborar un Plan de emergencia adecuado, primero se debe hacer un estudio detallado de Análisis de Riesgos con la finalidad de evaluar adecuadamente los tipos de accidentes, los recursos y las acciones necesarias para minimizar los impactos.

Por lo tanto, el estudio de análisis de riesgos es un requisito básico para elaborar un plan de emergencia. El alcance de los daños causados por un accidente mayor es proporcional al nivel de planificación. Por consiguiente, un plan de emergencia debidamente elaborado e implementado, tiene más posibilidades de evitar que un accidente se transforme en un desastre.

Capítulo VII Conclusiones

Las estadísticas recopiladas desde 1998 al 2003 sirven como base para la aplicación de los dos métodos y estimar el nivel de riesgo existente. Con la aplicación de método de Justificación de la Medida del Riesgo (JAM) se encuentra un valor donde la medida del riesgo resulta MUY ELEVADA y con la del método USCIP se estima que la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado es ALTO, ambos métodos llegan a la conclusión de que en la Unidad Operativa Oxido de Zinc por el almacenamiento que tiene de grandes cantidades de líquidos inflamables, el nivel de ocurrencia de un hecho no deseado se considera Alto, lo cual nos hace pensar en elaborar e implementar un Plan de acción que involucre medidas preventivas y la implementación de sistemas contra incendios mas eficaces, así como la realización de inspecciones planeadas a los equipos industriales y el cambio de la cultura del personal y la empresa en seguridad.

Capítulo VII Recomendaciones

En las demás áreas operativas de la Planta deben hacerse los respectivos Análisis de Riesgos, con respecto a la Unidad Operativa Oxido de Zinc, se deben llevar a cabo auditorias periódicas, e implementar un sistema de protección donde se almacenan los líquidos inflamables en grandes cantidades, e impartir a los trabajadores la formación, instrucción sobre los peligros que corresponden a incendios relacionados con productos químicos, combustibles o metal fundido, así como las medidas de prevención que se deban adoptar.

OBJETIVOS

Objetivos Generales

- Detectar los peligros presentes en la Unidad Operativa Oxido de Zinc de una instalación de Metales No ferrosos y compararlos con otras similares que hayan tenido accidentes pasados, y que sirvan para analizar las fuentes de peligro, estimar el alcance posible de los daños e incluso si los datos son los suficientes estimar la frecuencia de ocurrencia.
- Aplicar un tratamiento cuantitativo, mediante procedimientos estadísticos a un conjunto de informaciones recopiladas sistemáticamente sobre accidentes industriales en los que han intervenido productos inflamables, cuanto menos, determinar que factores son los más significativos o influyentes en la severidad de estos eventos.

Objetivos específicos

- Tener una aproximación del Nivel de Riesgo en la Unidad Operativa Oxido de Zinc, lo que nos ayudara a tomar decisiones según los diferentes niveles de riesgo que plantean el Método de Justificación Analítica de la Medida del Riesgo y del Método UCSIP
- Brindar los procedimientos y acciones de respuesta antes, durante y después ante las situaciones de incendio, sismo u otros agentes externos que puedan ocasionar una explosión en dichas instalaciones
- Organizar y capacitar a las brigadas de emergencia para dar una respuesta rápida en las instalaciones en caso de ocurrir una emergencia.

CAPITULO I: Marco Legal

Normativa Nacional

- **Ley Orgánica de Hidrocarburos. Ley N° 26221**

Brinda los lineamientos generales a fin de dirigir las actividades de las empresas que se encuentran incluidas en el sector hidrocarburos, considera el tema de la seguridad tanto para los contratistas los cuales deberán atender la seguridad y la salud de sus trabajadores; al almacenaje del hidrocarburo en sus instalaciones el que deberá estar sujeto a los Reglamentos del Ministerio de Energía y Minas, y a las disposiciones establecidas para la Protección del Medio ambiente.

- **Reglamento para la Protección Ambiental en las actividades de hidrocarburos D.S. N° 046-93 EM**

Menciona la obligatoriedad de contar con un Plan de Contingencia para Derrames de petróleo y emergencias las cuales deben contemplar medidas a tomar en caso de producirse derrames, explosiones, accidentes, incendios, etc.

- **Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos D.S. N° 052-93 EM**

Establece normas y disposiciones para construir, operar y mantener instalaciones para el almacenaje de hidrocarburos, ya sea petróleo o sus derivados, estable también las distancias de seguridad entre tanques de almacenaje a linderos o líneas de producción de terceros, a zonas de procesos y a otros tanques, siendo la distancia mínima de 15 metros para tanques de Gas Licuado de Petróleo y edificaciones ocupadas, y de distancias mínimas de 15 metros frente a equipos o recipientes de procesos, a quemadores o equipos con llamas abiertas incluyendo hornos y calderas de 15 metros. Además que toda instalación que almacene hidrocarburos

debe tener un Sistema de agua para el enfriamiento con un abastecimiento de agua de 4 horas por lo menos.

- **Norma Técnica Peruana 350.043.1**

Esta norma determina los requerimientos que deben cumplir los extintores según el tipo de agente, da los lineamientos para la clasificación de los tipos de extintores según el tipo de fuego, los criterios para la ubicación y distribución en general de extintores de acuerdo a un nivel de riesgo determinado de forma cualitativa. Se establecen criterios para las Inspecciones, así como los procedimientos y requerimientos que deben cumplir los extintores.

- **Reglamento de Seguridad Industrial D.S. N° 42- F**

Menciona los lineamientos que debe considera toda empresa Industrial a fin de asegurar una adecuada protección a sus trabajadores, contra accidentes que afecten su vida, salud o integridad física. Para ello esta obligada a instruir a los trabajadores con respecto a los riesgos a los que se encuentra expuesto, para evitar accidentes. Todo establecimiento Industrial estará provisto de un sistema contra incendio (extintores, rociadores o equipos automáticos) para combatir incendios, en el caso de líquidos inflamables se usara agua, espumas químicas u otros para su extinción. El almacenamiento de grandes cantidades de líquidos inflamables se efectuara en construcciones resistentes al fuego o en tanques situados a una distancia especificada por la Dirección de Industria y Electricidad.

- **Reglamento de Construcción Civil, Título V, Capítulo III. Seguridad en el Almacenamiento de Materiales de Alto Riesgo y Prevención de Explosiones.**

Todas las edificaciones que sirvan para el almacenamiento de líquidos inflamables serán de construcción resistente al fuego, tendrá una separación no menor de 15 metros de otras edificaciones, así mismo el

almacenaje no será en envases de vidrio, excepto aquellos que estén aprobados por la autoridad competente, estará prohibido la presencia de llamas abiertas, chispas o cigarrillos encendidos, haciéndose obligatorio colocar avisos de “No Fumar”,

- **Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decreto Supremo N° 009-2005-TR.**

Este Reglamento hace mención a los derechos y deberes del empleador así como del trabajador. Cita también las sanciones que tendrán aquellos empleadores que incumplan con dicho reglamento en materia de Seguridad y salud hacia el Trabajador llevando consigo a garantizar condiciones de trabajo dignas y seguras para una vida saludable, física, mental y social hacia sus trabajadores, lo que implica brindar información de los riesgos presentes en sus labores, desarrollar actividades de capacitación y formación así como desarrollar una Evaluación de Riesgos e implementar dentro de sus instalaciones medidas preventivas para mejorar el ambiente del trabajo.

- **Ley que establece la obligación de elaborar y presentar Planes de Contingencia. Ley N° 28551.**

Establece la obligación en la aplicación de procedimientos en las operaciones industriales con la elaboración y presentación de Planes de Contingencia, sujetos a los principios y estrategias del Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres. Estos planes tienen por finalidad orientar en la prevención y reducción de riesgos, atención de emergencias y la rehabilitación en casos de desastres, minimizando los daños, víctimas y pérdidas como consecuencia de la producción industrial. Capacitando a funcionarios y empleados con la realización de simulacros para la correcta aplicación de los mismos.

Normativa Internacional

- **Norma IEC (Internacional Electromechanical Commission)**

Referidas a la electricidad y considera las restricciones y características de los equipos eléctricos a utilizar en las diferentes áreas o zonas de riesgo de acuerdo a la atmósfera del medio.

- **NFPA 101 Código de Seguridad Humana Edición 2000**

Hace mención a requisitos que deben cumplirse tanto en instalaciones industriales nuevas como ya existentes con respecto a las ocupaciones, medios de egreso en puertas, escaleras, salidas horizontales, pasadizos de salida, escaleras mecánicas o cintas transportadoras, áreas de refugio, etc.

Se mencionan criterios como que en ocupaciones industriales generales y para propósitos industriales los corredores sin salida no deberán superar los 15 metros, los pasillos, plataformas, rampas y escaleras de acceso para los equipos industriales deberán estar señalizados debidamente, por ultimo hace mención a la iluminación de los medios de egreso y de emergencia, así como a la protección de todas las ocupaciones, operaciones o procesos industriales de alto riesgo deberán contar con sistemas automáticos de extinción.

CAPITULO II
Marco Teórico.

2.0 Gas Licuado de Petróleo (G.L.P.)

Es una mezcla de hidrocarburos volátiles formados por butano y propano o sus mezclas y que contienen propileno o butileno.

El GLP es un hidrocarburo derivado del petróleo, que se obtiene durante el proceso de refinación de otro derivado denominado gasolina. Este se produce en estado de vapor pero se convierte en líquido mediante compresión y enfriamiento simultáneos de estos vapores, necesitándose 273 litros de vapor para obtener 1 litro de gas líquido.

El GLP se encuentra en estado gaseoso a condiciones normales, sin embargo, para facilitar su almacenamiento y transporte, se licúa y se maneja bajo presión para mantenerlo en este estado.

a) Composición química

Sus principales componentes son: 90% propano (C_3H_8) y 6% el butano (C_4H_{10}), los cuales se obtienen en grandes cantidades de los pozos de gas y de petróleo crudo, así como de las refinerías. Tiene una presión normal de $45^\circ C$ y su estado es normalmente gaseoso.

b) Características

- Permanece en estado gaseoso a temperatura normal y presión atmosférica.
- Se almacena y transporta en estado líquido manteniéndolo bajo presión en los tanques.
- No tiene color, es transparente como el agua en su estado líquido.
- No tiene olor, cuando se produce y licúa, pero se le agrega una sustancia de olor penetrante para detectarlo cuando se fugue, llamada etyl mercaptano.
- Es muy inflamable, cuando se escapa y se vaporiza se enciende violentamente con la menor llama o chispa.

- Es excesivamente frío, porque cuando se licuó se le sometió a muy bajas temperaturas de bajo 0°C, por lo cual, al contacto con la piel producirá siempre quemaduras de la misma manera que lo hace el fuego.
- En estado líquido: 1 litro de GLP es equivalente a 273 litros en estado gaseoso.
- No es venenoso ni corrosivo y se disuelve en muchos otros productos.

c) Punto de Ebullición

- Butano: 0.5°C bajo cero
- Propano: 41°C bajo cero
- GLP: 20 a 25°C bajo cero

d) Peso Específico

- En estado gaseoso, es más pesado que el aire y, en estado líquido más ligero que el agua.
- En estado vapor: 1 litro de GLP pesa 2 gramos, 1 litro de aire pesa 1 gramo; por lo que si se libera lentamente en una atmósfera en calma, tiende a descender, de existir una corriente o una leve brisa el gas es disipado rápidamente.
- En estado líquido: 1 litro de GLP pesa 500 gramos, 1 litro de agua pesa 1000 gramos.

2.1 Punto de ignición (Flash point)

Es la menor temperatura en que una sustancia libera vapores en cantidades suficientes para que la mezcla de vapor y aire sobre su superficie propague una llama a partir del contacto con una fuente de ignición.

Si la temperatura ambiente de una región es de 25° C y se produce la fuga de un producto con un punto de ignición de 15° C, significa que el producto

en esas condiciones está liberando vapores inflamables y sólo bastaría una fuente de ignición para que se produzca un incendio o una explosión.

Por otro lado, si el punto de ignición del producto fuera de 30° C, significa que éste no está liberando vapores inflamables. Por consiguiente, el concepto de punto de ignición está directamente relacionado con la temperatura ambiente.

2.2 Límites de inflamabilidad

Para quemar un gas o vapor inflamable se requiere, además de la fuente de ignición, una mezcla llamada "ideal" entre el aire atmosférico (oxígeno) y el gas combustible. La cantidad de oxígeno en el aire es prácticamente constante, un volumen aproximado de 21%.

La cantidad de gas combustible necesaria para la quema, varía para cada producto y sus dimensiones dependen de dos constantes: el límite inferior de explosión (LIE) y el límite superior de explosión (LSE).

Límites de Inflamabilidad para diversos gases combustibles

Gas	Límite Inferior	Límite superior
Gas natural	5%	15.4%
Gas licuado de petróleo	1.8%	9.5%
Gases de alcohol	1.9%	3.3%
Gases de Gasolina	1.4%	7.4%

Fuente: Manual de Prevención de Incendios en establecimientos de Salud del Ministerio de Salud de Chile, Departamento de Asuntos de Emergencias y Catástrofes.

2.3 Limite de Explosión

2.3.1. Limite Inferior de Explosión (LIE)

Es la mínima concentración de gas que, mezclada con el aire atmosférico, puede provocar la combustión del producto a partir del contacto con una fuente de ignición. Las concentraciones de gas inferiores al LIE no son combustibles porque en esa condición hay un exceso de oxígeno y poca cantidad del producto para la quema. Esa condición se llama "mezcla pobre".

2.3.2. Limite Superior de Explosión (LSE)

Es la máxima concentración de gas que, mezclada con el aire atmosférico, puede provocar la combustión del producto a partir del contacto con una fuente de ignición. Las concentraciones de gas superiores al LSE no son combustibles porque en esa condición hay un exceso del producto y poca cantidad de oxígeno para que se produzca la combustión. Esa condición se llama "mezcla rica".

Los valores del LIE y LSE generalmente se indican en porcentajes de volumen tomados a aproximadamente 20 °C y 1 atm. Para cualquier tipo de gas, 1% en volumen representa 10.000 ppm (partes por millón).

Se puede concluir que los gases o vapores combustibles sólo queman cuando su porcentaje de volumen está entre los límites (inferior y superior) de explosión, que es la mezcla "ideal" para la combustión.

Actualmente, existen equipos capaces de medir el porcentaje de volumen de un gas o vapor combustible en el aire. Estos instrumentos se conocen como "explosímetros".

2.4 Accidentes Mayores

Se atribuye a la pérdida de control de las condiciones seguras de una o mas sustancias toxicas, inflamables o explosivas dentro de un proceso industrial o almacenamiento.

Tipos de accidentes mayores:

La pérdida de control puede deberse a tres tipos de causas:

1. Causas técnicas (fallo de equipos o materiales)
2. Causas humanas (involuntarias, errores de procedimientos o actuación, voluntarias, sabotaje, atentados)
3. Causas de la naturaleza (terremotos, inundaciones, caidas de rayos, etc).

Las sustancias peligrosas en condiciones no controladas pueden entonces escapar al ambiente, bajo determinadas circunstancias, las sustancias fuera de control pueden reaccionar químicamente o sufrir transformaciones físicas que conduzcan a fenómenos de consecuencias inmediatas potencialmente peligrosas, tales como nubes toxicas o corrosivas, llamas, explosiones, etc.

2.5 Teoría del Fuego

El fuego en si es una reacción química, conocida como combustión, en la cual un material combustible se oxida rápidamente. Esto provoca una liberación de energía en forma de calor y luz.

Por muchos años se describió como el triangulo del fuego.

En las distintas etapas del proceso de las plantas de Combustibles, se trabaja con líquidos y gases capaces de generar un alto riesgo de incendio y explosión.

Los hidrocarburos, así como otros compuestos, desarrollan con el oxígeno del aire una reacción química denominada combustión, que es esencialmente una oxidación que transcurre a alta velocidad, produciendo gases. Esos gases a alta temperatura emiten luz, siendo esa mezcla de gases emitiendo luz lo que se suele denominar como fuego.

Recientemente se ha desarrollado una mejor comprensión tanto de la combustión como de la extinción, en este concepto esta una figura geométrica de cuatro lados llamado "Tetraedro".

Un lado es conocido como la reacción en cadena. De esta manera, los cuatro lados son: oxígeno, combustible, calor y la reacción en cadena. La eliminación de cualquiera de estos elementos extingue rápidamente el fuego.

2.5.1. Combustible:

Es cualquier material que se pueda oxidar rápidamente, así por ejemplo la madera, papel, aceite, grasas, etc.

2.5.2. Oxígeno:

El fuego solo necesita de 16% de oxígeno para encenderse. El aire que respiramos contiene un 21% de oxígeno, por lo tanto, el combustible se encuentra rodeado por una gran cantidad de oxígeno que apoya a la combustión.

2.5.3. Calor:

El calor es un tipo de energía que se dice que esta en desorden, el calor de un fuego puede comenzar a temperatura baja, subir rápidamente a medida que el fuego continua consumiendo el combustible, además el calor

también puede volver a encenderse si el fuego que ha sido apagado no lo ha enfriado lo suficientemente el agente extintor.

2.5.4. Reacción química en cadena:

Esta reacción se forma en el proceso de combustión y crece en intensidad, alimentando el fuego.

Al comenzar el fuego, se liberan moléculas atómicas o radicales libres las que de inmediato retroceden a la base del fuego, estos átomos intensifican el incendio proporcionando combustible, gases y oxígenos adicionales, lo cual concluye que el combustible se calienta en su comienzo, liberando un gas o vapor que se enciende y que a mediar que el fuego pone en marcha la reacción en cadena, el combustible empieza a quemarse y continua así hasta que se consume todo. En resumen para fines prácticos, todo esto sucede instantáneamente.

2.6 Métodos de extinción de incendios:

Según este concepto, se considera que una vez que hay mezcla entre combustible y comburente, ésta debe recibir cierta energía para iniciar la reacción, y que en el transcurso de la misma se forman especies químicas (radicales libres) que la propagan.

En las condiciones habituales de trabajo, siempre están presentes el comburente (oxígeno), y la reacción en cadena (que es propia de la naturaleza de los productos involucrados), por lo que las medidas preventivas del incendio se basan en el control del combustible, de las fuentes de energía y/o de la interacción entre ambos:

2.6.1. Control de fuentes de energía: Puede hacerse por medio de:

- Eliminación de fuentes de energía (prohibición de uso de elementos que puedan actuar como fuente de ignición, tales como llamas abiertas cigarrillos, equipo eléctrico común, etc.), en áreas donde haya o se sospecha que puedan haber materiales inflamables, o
- Reducción de la emisión de energía por la fuente (uso de herramientas de chispa fría, arenados o picado de hormigón en húmedo, o equipo eléctrico a prueba de explosión) en esas mismas áreas.

2.6.2. Control de combustible: Puede implicar una de estas dos acciones:

- Eliminación de combustibles, reemplazando materiales por otros que no tengan esa característica, o
- Control de la facilidad de ignición del combustible, lo que implica actuar sobre las condiciones del ambiente (temperatura, presencia de gases inertes, etc.) que puedan impedir que éste se inflame.

2.6.3. Control de las interacciones entre el combustible y la fuente de energía: Hay tres posibilidades para hacerlo:

- Control del transporte de las fuentes de energía hacia zonas donde una ignición pueda ocurrir (mantener distancias de separación entre las zonas donde se produce la fuente de ignición y los posibles lugares con presencia de combustibles, o provisión de barreras físicas entre ambos), o
- Control de los procesos de transferencia de energía (transmisión de calor por conducción, convección y radiación), o
- Control del transporte de combustible (mantener distancias de separación entre las zonas con presencia de combustibles y las

posibles fuente de ignición, o provisión de barreras físicas entre ambos).

2.7 Incendios

Los incendios se producen dentro de las actividades industriales con mucha frecuencia que las explosiones, ocasionado perdidas materiales. Los incendios son fuegos incontrolados y destructivos, cuyo efecto principal es la modificación de la estructura de los combustibles, es la generación de calor.

En los incendios al aire libre, el mecanismo de propagación del calor mas importante es por radiación.

2.7.1 Tipos de Incendios

Los incendios pueden adoptar formas diferentes, tales como:

a) Dardos de Fuego (jet fires):

Se produce cuando un gas presurizado escapa a la atmósfera a través de un orificio, estrechamiento o grieta y entra en ignición por aporte de energía externa. La forma característica de la llama es como la de un Dardo y esto es debido a la velocidad que adquiere el gas a la salida como consecuencia de las diferentes presiones internas y externas.

Riesgos que representan los Dardos de Fuego:

❖ La incidencia directa sobre otras superficies, en cuyo caso la transferencia de calor por conducción es mas importante que por radiación.

Cuadro Nº 1 TEMPERATURAS DE LLAMA E INTENSIDAD DE RADIACION DE ALGUNOS HIDROCARBUROS

Hidrocarburo	Temperatura de llama (K)	Intensidad de radiación (kW/m ²)
Metano *	1.289	157
Etano	1.590	362
Etileno	1.722	498
Propano	1.561	336
Isobutano	1.554	330
n-Butano	1.612	383
Propileno	1.490	279
Isobutileno	1.409	223

Fuente : SEPE Handbook of FIRE protector Engineering

Datos recientes de fuegos de GNL, sugieren una temperatura de llama de 1.500 K y una intensidad de radiación de 287 kW/m²

b) Incendios de Líquidos en charco (pool fires)

Se produce cuando el líquido inflamable que está al aire libre (contenido en recipientes o depósitos, o proceder de un derrame o fuga accidental) entra en ignición. Los incendios de charco en zonas de depósitos pueden provocar una explosión BLEVE.

Para el caso: Se forme un incendio de base circular con radio conocido y en ausencia de viento se da la siguiente relación

$$\frac{H}{D} = 42 \left[\frac{M_h}{\rho_a \sqrt{g \cdot D}} \right]$$

Donde M_h es la velocidad de combustión por unidad de superficie

ρ_a es la densidad del aire en el ambiente

g es la aceleración de la gravedad

y la relación H/D es mantiene constante para combustibles líquidos

La velocidad con la que se consume el combustible en los incendios de charco es constante esto a partir de un cierto valor del diámetro del charco y dependerá de la sustancia. Sin embargo, para gases licuados, cuyo punto de ebullición es inferior a la temperatura ambiente, la velocidad de combustión sobre agua es dos y tres veces mayor que sobre tierra, por ejemplo el GNL y el GLP.

**Ver Anexos de Tablas pagina Nº 139*

Anexo Tabla Nº I PROPIEDADES FISICAS Y VELOCIDADES DE COMBUSTION PARA INCENDIOS DE CHARCO DE HIDROCARBUROS SOBRE TIERRA

Anexo Tabla Nº II PORCENTAJE DE ENERGIA EMITIDA POR RADIACION PARA INCENDIOS DE CHARCO DE ALGUNOS HIDROCARBUROS

c) Incendios con Rebosamiento violento del líquido

En los incendios de un líquido confinado, y bajo determinadas condiciones se pueden producir efectos adicionales que agravan considerablemente las consecuencias del incendio inicial. Estos son:

c.1) Rebosamiento por ebullición (Boil-over): este fenómeno puede producirse cuando los incendios suelen prolongarse, además cuando los líquidos incendiados son de amplio rango de puntos de ebullición.

c.2) Rebosamiento superficial (Slop-over): este fenómeno puede producirse cuando transcurre la lucha contra incendio en un líquido

viscoso, al introducir agua o espuma a la superficie caliente del líquido incendiado, en este caso la evaporación súbita del agua aplicada origina el rebosamiento del líquido incendiado pero en menor violencia.

**Ver Anexo de Tablas pagina N° 140*

Anexo Tabla N° III INTENSIDAD DE RADIACION EN FUNCION DEL DIAMETRO DEL INCENDIO

d) Deflagraciones de mezclas no confinadas de gas o vapor combustible y aire

La combustión de una mezcla libre puede dar lugar a tres fenómenos distintos como son:

d.1) Bola de fuego (fireball): se produce por la ignición inmediata de un escape instantáneo de gas combustible. Dado que la ignición es inmediata la nube de gas combustible no tiene tiempo para mezclarse con el aire produciéndose una combustión de aportación en la que no existe una mezcla preformada de combustible y comburente, sino que ambos se van incorporando por difusión, al frente de llama. Aunque la combustión es muy rápida, no se acumulan los gases generados y no se producen sobrepresiones. La energía que se disipa es mas térmica que mecánica, por lo tanto la Bola de Fuego es pues un incendio de gas, la cual no constituye una explosión.

d.2) Deflagraciones no explosivas: si se produce el escape de un gas y no se produce ignición inmediata, la nube de gas tiene tiempo de mezclarse con el aire. La ignición de esta nube inicia una combustión de propagación que tiene lugar a velocidad subsónica la cual se trata de una deflagración.

2.8 Teoría de las explosiones

Las explosiones son básicamente una liberación muy rápida de gas a alta presión en el ambiente. El gas se expande de forma que su energía se expande mediante una onda de presión cuyo componente principal es una onda de choque.

Las explosiones se pueden clasificar en función de su origen en explosiones físicas y químicas, o en función de las características y el estado de la sustancia involucrada.

2.8.1 Tipos de Explosión

a) *Explosiones Físicas*

Las explosiones físicas tienen origen físico, sin que intervenga una reacción química. Hay tres tipos:

a.1) *Explosión por liberación de un gas comprimido*

La sustancia involucrada es un gas contenido en un recipiente a una presión superior a la atmósfera. La causa de la explosión es por rotura del recipiente debida a una sobre presión, esta sobre presión puede ser debida a muchos factores:

- ❖ Por compresión del gas
- ❖ Por calentamiento del recipiente
- ❖ Por introducción del gas a alta presión proveniente de otro recipiente.

a.2) *Explosión por expansión del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE)*

Una BLEVE es un tipo de explosión mecánica cuyo nombre procede de sus iniciales en inglés Boiling Liquid Expanding Vapor Explosión

cuya traducción sería "Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición".

Para que se produzca una explosión BLEVE no es necesaria la existencia de reacciones químicas ni fenómenos de combustión. Podría producirse incluso en calentadores de agua y calderas de vapor. En principio podría originarse en cualquier líquido almacenado en un recipiente hermético, aunque hay explosiones que pueden confundirse con una BLEVE sin serlo. Las BLEVES son exclusivas de los líquidos o gases licuados en determinadas condiciones.

Normalmente las BLEVE se originan por un incendio externo que incide sobre la superficie de un recipiente a presión, especialmente por encima del nivel líquido, debilitando su resistencia y acabando en una rotura repentina del mismo, dando lugar a un escape súbito del contenido, que cambia masivamente al estado de vapor, el cual si es inflamable da lugar a la conocida bola de fuego (fireball). Esta última se forma por deflagración (combustión rápida) de la masa de vapor liberada. Debido a que esta circunstancia es el escenario normal, al hablar de explosiones BLEVE's y sus consecuencias, se incluye en sentido amplio a la bola de fuego, aunque debe quedar claro que ésta última sólo ocurre cuando el producto es inflamable.

La característica fundamental de una BLEVE es la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada súbitamente, aumentando su volumen más de 200 veces. La gran energía desarrollada en esa explosión repentina proyecta fragmentos rotos de distintos tamaños del recipiente a considerables distancias.

a.3) Explosión por evaporación de un líquido que entra en contacto con una superficie caliente:

Es un fenómeno físico similar al de la BLEVE, pero cuyo origen es distinto, que se explica así: cuando un líquido entra en contacto directo con una sustancia u objeto a una temperatura muy superior a la de su punto de ebullición se produce una súbita evaporación del líquido y la consiguiente expansión del vapor generado.

b) Explosiones químicas: es una reacción de combustión, pero que ocurre a una velocidad rápida con lo que se genera un desprendimiento grande de energía en muy poco tiempo. Normalmente, se da por una generación de gases y vapores inflamables en recintos cerrados.

b.1) Explosión Térmica: se produce cuando una reacción uniforme que genera gases a alta presión se acelera hasta alcanzar altas temperaturas. La explosión se debe al calor acumulado, que eleva la temperatura de la masa reactiva y la velocidad de la reacción.

b.2) Explosión por Deflagración: una deflagración es una reacción de propagación cuyo frente avanza a velocidad subsónica. La masa puede estar en cualquiera de los tres estados de la materia o en polvo en suspensión, también puede encontrarse libre o confinada.

Los casos de deflagraciones con mezclas no confinadas de gas o vapor combustible y aire, dan lugar a tres fenómenos posibles:

- Las Bolas de Fuego

- Las deflagraciones no explosivas
- Explosión de nubes de vapor no confinadas (UVCE)

b.3) Explosión por detonación: una detonación es una reacción de propagación que avanza a velocidad sónica o supersónica y lleva asociada una onda de choque.

Debido a la velocidad de reacción, las detonaciones siempre generan gases a alta presión, la consecuencia es que toda detonación da lugar a una explosión.

En las explosiones por detonación hay que distinguir dos frentes de expansión de los gases a alta presión, cada uno de los cuales lleva asociada una onda de choque:

- Frente de la detonación, que avanza sin reaccionar
- Frente de la explosión, que avanza en el ambiente.

2.9 Métodos de Identificación de Peligros

2.9.1 Métodos Cualitativos

A) FMEA (Failure Modes and Effect Analysis)

Este método intenta establecer los posibles fallos de todos los elementos de una planta y los efectos de cada uno de ellos en el conjunto.

Se consideran fallos las situaciones contrarias a las normales de operación (STORCH)

Cuadro N° 2: Ejemplo de operaciones en las que se hace mención situaciones normales y contrarias

Debe	Fallo
Estar cerrado	Estar cerrado
Estar abierto	Estar cerrado
Flujo	No fluir
En marcha	Parado
Estando	Fuga
Señal de indicación o mando	Falla de señal
Accionamiento	Sin accionamiento
Refrigeración	Sin refrigerar
Abrir	No abrir
Cerrar	No cerrar

Fuente: Guía Técnica de Métodos Cualitativos para el análisis de Riesgo de la Dirección General de Protección Civil y emergencias de España

El FMEA suele utilizarse en etapas de diseño, construcción y operación. Es un método mas rápido y de menor coste que un HAZOP, pero a pesar de ser ordenado no es sistemático, y es posible pasar por alto posibles fallos y consecuencias. Además no considera combinaciones ni secuencias de fallos.

B) Listas de Comprobación (Check List)

Las listas de comprobación se emplean para determinar la adecuación de determinados procesos y equipos específicos es, o bien el cumplimiento de un determinado reglamento. Son listas con cuestiones concretas que intentan cubrir todos los elementos del equipo.

Hay que tener en cuenta que la calidad del método depende directamente de la calidad de la Lista de comprobación que se este utilizando.

Las Check List son una buena base para la identificación de riesgos, aunque es importante complementarse con otros métodos. Esta

metodología puede usarse en cualquier fase de un proyecto, y tiene la ventaja de ser un método sencillo y directo.

C) What If.....?

Este es uno de los métodos mas antiguos de detección de riesgos junto con las listas de comprobación. Consiste en estudiar las consecuencias de posibles desviaciones indeseadas como pueden encontrarse en el diseño, la construcción, la modificación o la operación, las cuales son identificadas bajo la pregunta Que pas si.....?.

D) Análisis Preliminar de Riesgos

El análisis preliminar de riesgos consiste en seleccionar los productos peligrosos y los equipos principales de la planta, elaborando una lista con los peligros ligados a ellas.

- Materias primas, productos intermedios y finales
- Equipos de planta
- Instalaciones
- Equipos de seguridad
- Limites entre componentes de los sistemas
- Entorno de los procesos
- Operaciones (mantenimiento, puesta en marcha, etc.)

Se deben además proponer medidas de mitigación y de reducción del riesgo.

E) Árboles de Fallos

Es un procedimiento inductivo en el que se descomponen sucesos y consiste en un procedimiento inductivo en el que se descomponen sucesos complejos en otros mas sencillos hasta dar con los "sucesos básicos o iniciadores". Esta descomposición se representa de forma

esquemática en un "árbol", en el que se incluyen además las relaciones causa-efecto y las interacciones entre los sucesos. Los sucesos se clasifican en sucesos finales, intermedios, externos, iniciadores, etc. Este método es adecuado para sistemas complejos de proceso y permite un análisis cuantitativo posterior, además de tener un conocimiento mas profundo del proceso y recomendaciones de mejora muy concretas.

F) Análisis de Causas y consecuencias






Este método combina la metodología de árboles de fallos y árboles de sucesos. Parte de un suceso capital y se elabora un árbol de causas-consecuencias mediante símbolos lógicos que podrán ser utilizados después para un análisis cuantitativo.

Los pasos a seguir son:






- La elección del suceso capital
- La identificación de los factores condicionales
- El establecimiento de las secuencias.

Cuadro Nº 3: Simbología empleada en el Árbol de Fallos



SUCESOS BASICOS

	SUCESO BASICO-, suceso básico que no requiere posterior desarrollo
	SUCESO DE CONDICION-, condicion específica o restricción que se aplica a cualquier puerta lógica (se utiliza principalmente con las puertas lógicas Y PRIORITARIO e INHIBIDO).
	SUCESO NO DESARROLLADO-, un suceso no se desarrolla porque sus consecuencias son despreciables o porque no hay información suficiente.
	SUCESO EXTERNO-, un suceso que normalmente ocurrirá.
	SUCESO INTERMEDIO-, un suceso de fallo que ocurre porque una o más causas anteriores ocurren a través de unas puertas lógicas.

PUERTAS LOGICAS

	El suceso de fallo de salida ocurre si las entradas se producen.
	El suceso de fallo de salida ocurre si al menos una de las entradas se produce.
	El suceso de fallo de salida ocurre si ocurre exactamente una de las entradas.
	Y PRIORITARIO-, el suceso de fallo de salida ocurre si todas las entradas se producen en una determinada secuencia (representada por el suceso CONDICION dibujado a la derecha de la puerta lógica).
	INHIBICION-, el suceso de fallo de salida ocurre si la entrada única ocurre en el caso en que se produzca una condición (representada por el suceso CONDICION dibujado a la derecha de la puerta lógica).

TRANSFERENCIAS

	Transferencia de entrada-, Indica que el árbol de fallos se desarrolla posteriormente donde aparece el símbolo de transferencia de entrada.
	Transferencia de salida-, Indica que esta posición del árbol debe relacionarse con el símbolo de transferencia de entrada.

Fuente: Guía Técnica de Métodos Cualitativos para el análisis de Riesgo de la Dirección General de Protección Civil y emergencias de España

2.9.2 Métodos Semi cuantitativos

Los principales Métodos semicuantitativos existentes pueden dividirse en dos grupos:

A) FMEAC (Análisis del modo, efecto y criticidad de los fallos)

Este método establece un orden relativo de importancia de los fallos en función de sus consecuencias y una prioridad de aplicación de medidas correctoras. Esto es posible hacerlo mediante “índices de criticidad” obtenidos con la probabilidad y la severidad de las consecuencias. Este método es aplicable a etapas de proyecto y operación de plantas existentes.

B) Índices de Riesgo

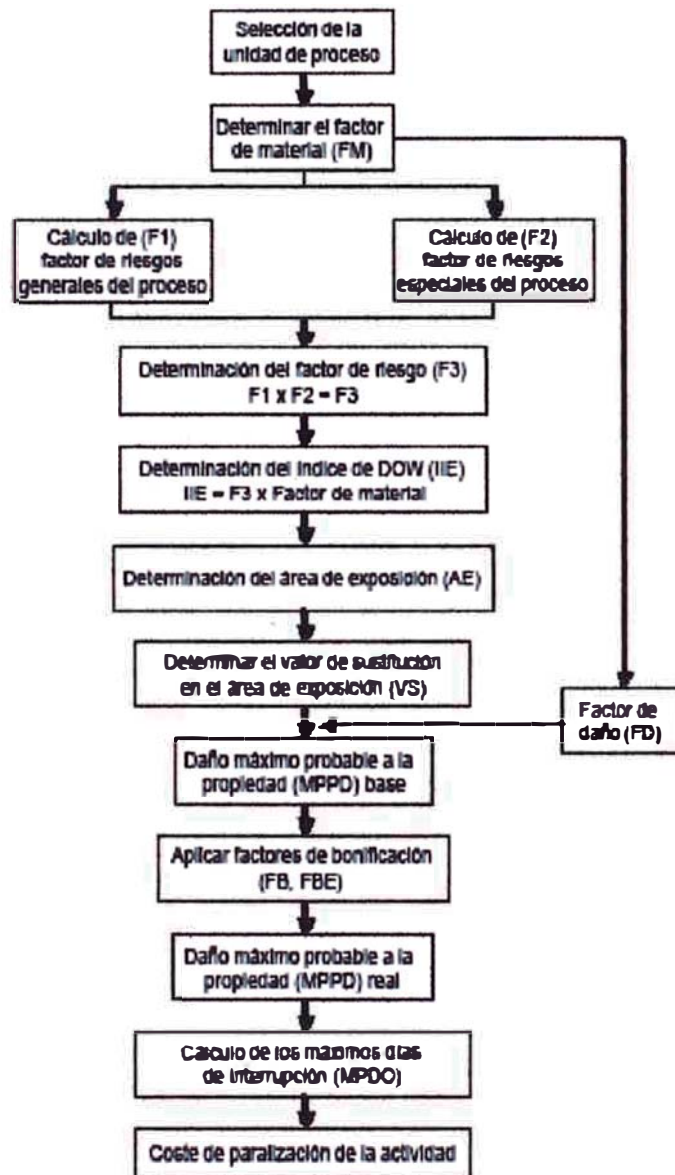
Los mas importantes son los índices DOW y de MOND. A continuación se muestran los esquemas de cálculo de ambos índices.

B.1 Índices DOW: este método fue desarrollado por DOW Chemical, este método sirve para clasificar previamente grandes unidades o complejos, como refinerías, complejos petroquímicos, etc, y cuya aplicación es para identificar las áreas con mayor riesgo.

B.2 Índices MOND: este método al igual que el anterior introduce un parámetro independiente que viene siendo para este caso la toxicidad de las sustancias presentes que se encuentren en grandes cantidades.

A continuación se muestra los diagramas de flujo para el procedimiento del calculo del Método DOW y MOND

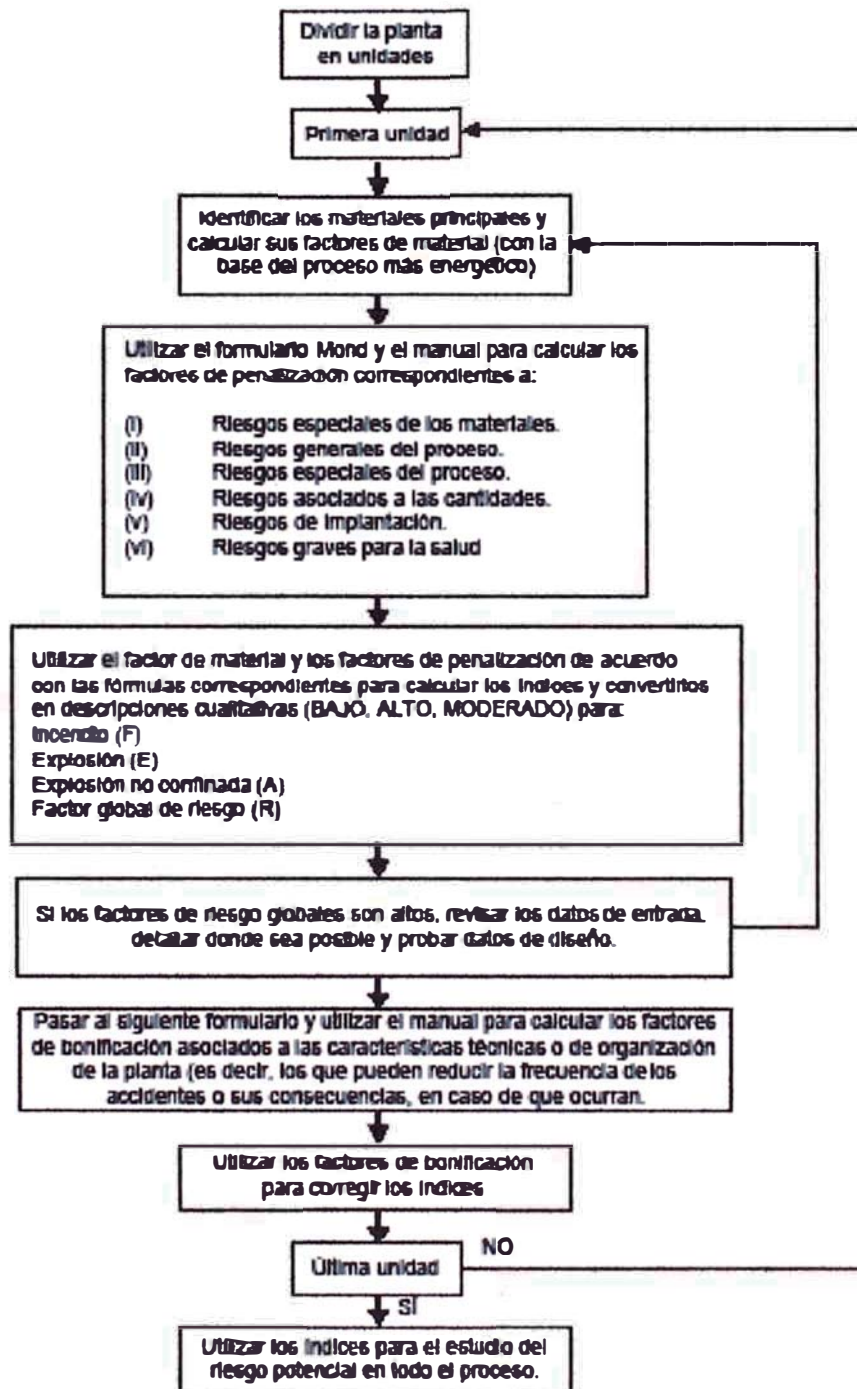
Cuadro N° 4:

MÉTODO DOW. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Fuente: Guía Técnica de Métodos Cualitativos para el análisis de Riesgo de la Dirección General de Protección Civil y emergencias de España.

Cuadro N° 5:

MÉTODO DEL ÍNDICE MOND



Fuente: Guía Técnica de Métodos Cualitativos para el análisis de Riesgo de la Dirección General de Protección Civil y emergencias de España

2.9.3 Métodos Cuantitativos

Además de los métodos comentados hasta ahora, existen también otros que nos proporcionan unas frecuencias de ocurrencia de los sucesos. Estos son los métodos cuantitativos, y algunos de ellos son únicamente dar un paso mas allá a partir de los métodos cualitativos o semi cuantitativos.

A) Método JAM (Justificación Analítica de la Medida del Riesgo)

Desde un punto de vista teórico, la aceptabilidad de un riesgo viene determinada por una curva que diferencia barreras entre lo aceptable y lo inaceptable; no obstante, la situación de la frontera entre ambos es de una gran subjetividad, aunque en muchos casos puede resultar de gran ayuda su consulta. La representación gráfica queda reflejada en la figura 1.

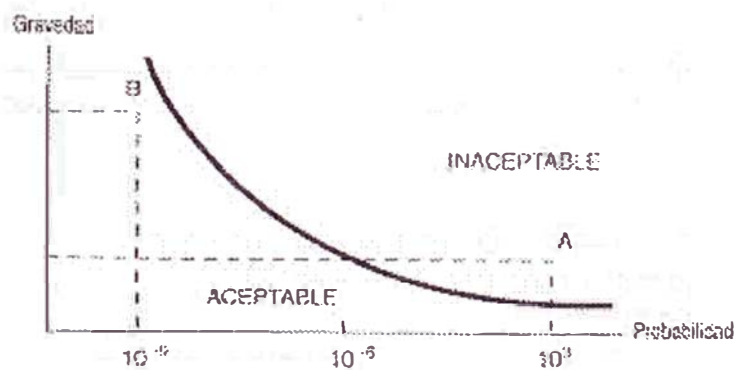


Figura Nº 1

Este método es conocido con el nombre de «Justificación Analítica de Medida del Riesgo» y en lo sucesivo lo identificaremos por su acrónimo: método JAM.

El método JAM sólo resulta útil en tanto en cuanto los riesgos evaluados sean de naturaleza mecánica, dada la imposibilidad, manifestada en todos los procedimientos hasta ahora conocidos, de ser aplicados en riesgos tan

distintos en su esencia y desarrollo como los que generan un accidente de trabajo o una enfermedad profesional.

Los riesgos mecánicos son los derivados directamente del hecho de la «mecanización», acaecida tras la paulatina sustitución del trabajo humano por equipos mecánicos. Surgen como consecuencia de las posibles agresiones que todo mecanismo o parte del mismo en reposo o en movimiento, puedan causar al trabajador; se incluyen en ellos también los objetos, herramientas, sistemas, etc. que estén presentes en el proceso de trabajo, así como en aquellas otras circunstancias que a nivel jurídico tengan la misma consideración, tal es el caso de los accidentes inherente o en el desplazamiento en la jornada laboral.

Fundamentos teórico-prácticos

De manera esquemática y resumida, podemos decir, que el método JAM permite situar sobre un eje cartesiano el punto de intersección de los valores obtenidos para su cálculo, de las dos variables que constituyen la base de su fundamento:

- La Incidencia (I).
- El Factor de implicación (Fce).

El hecho de establecer como punto de referencia la «incidencia» se debe a querer valorar aquello que se sale de la línea normal de acción o actuación. En nuestro caso, la incidencia no es el «cuasi accidente», así como tampoco la avería o el daño a la producción que no causa daño físico para el operario. Por el contrario, es la situación anómala, de fácil o difícil detección, según habilidad del observador, que de manera latente se encuentra en el puesto de trabajo o en su entorno.

Es por ello que la Incidencia, se convierte en el centro de atención de toda acción supervisora del proceso de trabajo. En el caso de pasar desapercibido por quien realice el trabajo técnico de la prevención de los riesgos, debería ser reflejada por

el trabajador afectado, en el «parte de trabajo» para su posterior inclusión en el estudio/valoración que el técnico de prevención realice.

El «factor de implicación» es la equivalencia que resulta al combinar el riesgo en sí con la duración del mismo en la jornada laboral del trabajador afectado por aquél. Es decir, su nivel de exposición, por utilizar un lenguaje universalmente empleado por los técnicos de prevención.

Ya se ha indicado con anterioridad que el producto escalar de los valores determinados para la Incidencia y el Factor de Implicación, lo denominamos Medida del Riesgo (MR), quedando su expresión, reflejada en la ecuación siguiente:

$$\text{MR} = I \cdot Fce \dots\dots\dots \text{ecuación 1}$$

Ahora debemos calcular el valor de cada una de estas variables. En primer lugar, un análisis sistemático de los incidentes, nos permitirá obtener una cifra, resultante del producto escalar de los cuatro factores que lo perfilan:

- El Indicador personal (Ip).
- El Valor latente (VI).
- El Nivel de deterioro (Nd).
- La Calidad del incidente (Ci).

Por lo que, la Incidencia (I) alcanzará su valor aplicando la siguiente ecuación:

$$I = Ip \cdot VI \cdot Nd \cdot Ci \dots\dots\dots \text{ecuación 2}$$

Cada una de las variables representadas en [2], responden a fundamentos concretos, que se reflejan a continuación:

El Indicador personal (Ip), representa el tiempo de trabajo real de un trabajador, afectado por la incidencia objeto de análisis. Naturalmente que en una gran mayoría de ocasiones, este indicador personal sólo afectará a una parte de la

jornada laboral completa. En caso que se evalúen riesgos no laborales, por ejemplo ciudadanos, se considerará una fracción evidentemente menor, pues debe ser la que resulte sobre el tiempo que el ciudadano se encuentre en áreas municipales donde esté manifestada la incidencia objeto también en este caso del análisis. Resulta evidente, que esta variable es absolutamente personal. La valoración se hace sobre la incidencia que afecta a cada trabajador, independientemente del número de personas presentes en el ámbito de influencia de la misma.

El Valor Latente (VI), refleja la reiteración o permanencia en el tiempo de la incidencia producida o detectada. Puede responder a situaciones comprobadas estadísticamente a través de las órdenes de trabajo cumplimentadas (si las hubiere), bien en la empresa, o bien en ámbitos exteriores a la misma. En este caso, el valor corresponde no a la persona, si no al objeto material pues es donde se encuentra presente. La experiencia del observador, ayudará mucho a detectar estas situaciones latentes en los elementos materiales del puesto de trabajo y de su entorno.

El nivel de deterioro (Nd), viene a significar la cuantía económica de la incidencia analizada en el caso de que esta se materializara. En el caso de disponer datos recientes sobre las cantidades abonadas por circunstancias semejantes ocurridas en la empresa o en ámbitos externos a ella, el valor será el correspondiente al dato que se disponga. La implicación de esta variable en el cálculo de la Incidencia responde a incluir en el mismo un elemento económico que vaya perfilando de una manera más completa el análisis sistemático de los incidentes. No es pues, un valor de justificación de la aplicación de medidas preventivas que a posteriori puedan presentarse, sino que constituye por sí mismo, elemento primordial para el desarrollo del cálculo final de la Incidencia.

La Calidad del Incidente (Ci), es el resultado físico de una clasificación subjetiva de la anomalía detectada y todavía no producida. En esta variable, la intuición, o el daño supuesto más lógico que pueda producirse, constituye el dato menos objetivo de los que se encuentran presentes. Una vez más, la experiencia y los datos

estadísticos se deben conjugar para atribuir la cifra adecuada para cada tipo de circunstancia recogida en las tablas de valoración propuestas para la aplicación de Método JAM.

Una vez conocidos los significados de cada una de las variables presentes, proponemos valores numéricos para cada una de ellas a fin de obtener cifras limitadas y concretas con respecto a la Incidencia (I) que se esté valorando, para facilitar así los criterios que deba seguir el técnico de prevención para gestionar el riesgo. Los valores que se proponen se indican en la tabla 1.

Tabla 1: Valores recomendados de Ip, VI, Nd y Ci

INDICADOR PERSONAL (Ip)	
Tiempo afectado por la incidencia	Valor
Esporádica	1
Poca	2
Media	3
Permanente	4
VALOR LATENTE (VI)	
Permanencia o reiteración mecánica	Valor
Escasa	1
Media	2
Permanente	3
NIVEL DE DETERIORO (Nd)	
Cuantía económica	Valor
Escasa	1
Poca	2
Media	3
Elevada	4
CUALIDAD DEL INCIDENTE (Ci)	
Potencialidad Lesiva	Valor
Escasa o asumible	1

Poca o cierta levedad	2
Elevada gravedad	3
Gravísima	4

Efectuadas todas las combinaciones posibles, las cifras obtenidas se situaran en una franja comprendida entre 1 y 192 como valor máximo. La resultante de cada análisis o valoración realizada, será la que situemos sobre el eje de abscisas en la gráfica de la figura 2. Los niveles de aceptabilidad para los valores obtenidos podrán ser motivo de negociación entre las partes interesadas y/o sus representantes. No obstante se proponen como orientación práctica los de la tabla 4, que se encuentran clasificados de manera más completa en los valores recogidos, en la tabla 6.

Tabla 2: Niveles de aceptabilidad

Valores de I	Criterios
1	Mínimo posible
2 a 12	Nivel de aceptabilidad
13 a 50	Nivel de expectación
51 a 191	Nivel de peligro
192	Máximo posible

Tabla 3: Valores equivalentes según el Fce obtenido

Valor Fce Obtenido	Valores equivalentes
< 0.10	1
0.11 a 0.25	2
0.26 a 0.50	3
0.51 a 1.00	4
> 1.00	5

Tabla 4: Valores de la Medida del Riesgo

VALORES			VALORACION FINAL
I	Fce	MR	
192	4	768	MUY ELEVADO
144	3	432	
128	2	256	
108	1.5	162	
0	1.0	100	
96		95	ELEVADO
81	0.75	61	
72	0.50	36	MODERADO
64	0.40	26	
54	0.30	16	LIGERO
48	0.25	12	
39			ACEPTABLE
36	0.20	7	
32			
27	0.15	4	
24	0.10	2	
18			
16	0.05	1	
12			
9	0.04	0.35	
8			
6	0.03	0.20	
4			
3	0.02	0.05	
2	0.01	0.02	

El cálculo del Factor de Implicación (Fce) se obtiene mediante el desarrollo de la ecuación siguiente:

$$\text{Fce} = n - I_p / 100 \text{ecuación 3}$$

DONDE:

Fce = Factor de implicación con respecto a la incidencia considerada.

n = Número de personas (trabajadores o no) afectadas por la incidencia considerada.

I_p = Indicador personal ya valorado y definido anteriormente.

Para que el dato obtenido resulte operativo debemos convertirlo en un factor de aplicación, según las equivalencias de la Tabla 3.

Eje Coordinado para determinar la Medida del Riesgo

Cuando se obtienen los valores escalares de las dos variables consideradas, deben ser pasados a los ejes de coordenadas representados en la figura 2.

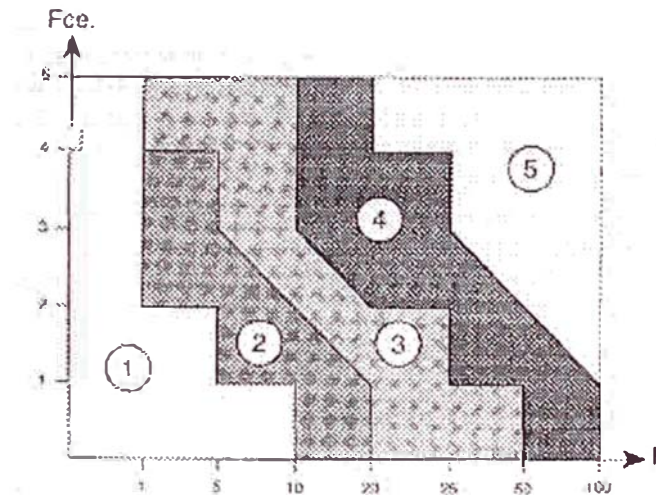


Fig. 2: Medida del riesgo

La intersección de los dos valores (incidencia y Factor de implicación), situará gráficamente la Medida del Riesgo (MR) en alguna de las cinco zonas o áreas en las que se divide el cuadrante.

Las cinco zonas o áreas suponen una clasificación del riesgo y responden al criterio reflejado en la tabla 5.

Tabla 5: Niveles de riesgo para cada zona

ZONA	NIVEL DE RIESGO
1	Trivial
2	Tolerable
3	Moderado
4	Importante
5	Intolerable

Niveles de Actuación Recomendada por el Método JAM

Tabla 6: Actuación recomendada en cada zona de riesgo

ZONA	TIPO DE ACTUACIÓN
1	Eliminar a largo plazo
2	Eliminar a medio plazo
3	Eliminar a corto plazo
4	Eliminar con urgencia
5	Paralización del trabajo

El tiempo de actuación, urgente, corto, medio y largo plazo, vendrá dado por las circunstancias objetivas del análisis efectuado. No pueden darse cifras concretas con carácter universal. Por lo que se deja a criterio de cada técnico de prevención y en última instancia, al director-gerente de la empresa afectada, el tiempo de realización de la mejora necesaria para eliminar la incidencia evaluada.

- B) *Método UCSIP*: creado por la Unión des Chambres Syndicales de l'Industrie du Petrole francesa, este método se basa en el calculo de un "factor de seguridad" a partir de parámetros definidos por la instalación, las operaciones y las protecciones existentes. Se propone una escala de seis niveles de probabilidad.

El método propone una escala de probabilidad de ocurrencia en seis niveles.

Tabla N° 7: Niveles de Probabilidad de la ocurrencia de un suceso

NIVEL	TIPO DE ACONTECIMIENTO	PROBABILIDAD DE LA OCURRENCIA
1	Improbable	inferior a 10^{-10} por hora
2	Extremadamente raro	entre 10^{-10} y 10^{-8} por hora
3	Raro	entre 10^{-8} y 10^{-6} por hora
4	Posible, pero poco frecuente	entre 10^{-6} y 10^{-4} por hora.
5	Frecuente	superior a 10^{-4} por hora
6	Acontecimiento al que no se puede atribuir una probabilidad (atentado, efecto de arma pesada, etc.).	

El método consiste en determinar un factor de seguridad (FS) sobre la base de tres valores:

- i) **Coficiente de la importancia del Riesgo (PR)**.- Participación en el riesgo del sistema, calculado en función de seis parámetros (P1j) que caracterizan el sistema y que tienen asignada una determinada ponderación entre 0 y 5.

Se definen dos coeficientes a partir de los doce parámetros:

- a. A partir de los valores de parámetros P11 a P16 (ver tabla A, que definen el tamaño o los estados representativos del sistema estudiado, se define (PR), coeficiente de participación en el riesgo del sistema, que se expresa como:

$$PR = \frac{\sum_{j=1}^6 P2_j}{30} \times 100 (\%)$$

.....ecuación A

El coeficiente PR puede adoptar valores entre un mínimo de 30 por 100 y un máximo de 90 por 100.

ii) Importancia del riesgo en operación (RE).- calculado en función de seis parámetros (P2j) que caracterizan la operación del sistema y que tienen asignada una determinada ponderación entre 0 y 5.

- b. A partir de los parámetros P21 a P26 (ver tabla B), que definen el tamaño o los estados representativos de la operación del sistema estudiado, se define (RE), coeficiente de importancia del riesgo en operación, que se expresa como:

$$PR = \frac{\sum_{j=1}^6 P2_j}{30} \times 100 (\%)$$

.....ecuación B

El coeficiente RE puede adoptar valores entre un mínimo de 20 por 100 y un máximo de 86 por 100.

El esquema lógico de la metodología está representado en la Tabla B. Los parámetros P1j y P2j pueden adoptar según el caso sólo algunos de los valores marcados entre 1 y 5.

iii) Nivel de gravedad (NG).- Valor que mide la magnitud de las consecuencias y que adopta un valor entre 0 y 5.

Tabla N° 8: de Valores del Nivel de Gravedad

Niveles	Consecuencias	Descripción del suceso
0	Nulas	Los sucesos que ocurren normalmente durante el funcionamiento del sistema
1	Menores	No hay heridas a las personas, ni daños notables a los bienes e instalaciones, ni interrupción a la producción, ni pérdida sensible a la capacidad de la instalación.
2	Significativas	Hay pérdidas significativas de la capacidad de la instalación, incluso parando la producción, pero no hay daños a las personas, ni daños importantes a los bienes e instalaciones
3	Criticas	Pueden existir daños físicos de las personas y/o de los bienes e instalaciones. Son daños limitados
4	Catastróficas	Efectos limitados en la instalación industrial. Hay uno o varios muertos y destrucción del sistema
5	Criticas o Catastróficas	Los efectos sobrepasan los límites de la instalación industrial.

Tabla 9 : Parámetro P1j para determinar la Coeficiente de participación del Riesgo en la operación (PR)

Parámetros P1j para la determinación de frecuencia			
Parámetro	Significado	Criterio	Valor
P11	Edad del equipo	Menos de 1 año	3
		De 1 año a 10 años	2
		De 10 a 15 años	3
		De 15 a 20 años	4
		Mas de 20 años	5
P12	Localización del equipo	En almacén	3
		En unidad	4
		Menos de 100 metros de instalación o propiedad ajena	5
		Otra	2
P13	Orden de los conjuntos mínimos engendrados las consecuencias correspondientes al nivel de gravedad fijada	Orden superior a 3	1
		Orden 3	2
		Orden 2	3
		Orden 1	5
P14	Redundancias	A+B+C	2
		A+B	2
		A+C	2
		B o C	3
		Ninguna redundancia	4
P15	Conformidad a los códigos y reglamentaciones	Si	2
		No	4
P16	Soldaduras; posibilidad de fragilidad o concentración de esfuerzos	No	1
		Si	4

Tabla 10 : Parámetro P2j para determinar el Riesgo esperado (RE)

Parametro	Significado	Valor asignado según el caso	
P21	Frecuencia de inspecciones, controles, mantenimiento	Cada 3 meses o mas	1
		Cada 6 meses	2
		Cada año	3
		Cada 2 años	4
		Cada 3 años o menos	5
P22	Proximidad con equipo con llama descubierta	Más de 500 metros	1
		Entre 200 y 500 metros	2
		Entre 100 y 200 metros	3
		Entre 30 y 100 metros	4
		Menos de 30 metros	5
P23	Frecuencia de los transitorios, arranques, movimientos	Menos de 5 veces al año	1
		De 5 a 10 veces al año	2
		De 10 a 20 veces al año	3
		De 20 a 30 veces al año	4
		Más de 30 veces al año	5
P24	Detección con alarma del peligro	Si	1
		No	3
P25	Toma en cuenta el peligro:	A + B + C	1
		A) Procedimiento especial	2
		B) Medios fijos de prevención	
		C) Medios fijos de protección	3
		No	4
P26	Vibraciones	No	1
		Si + dispositivo de amortiguación	2
		Si + seguimiento	3
		Si	4

(1) Valores posibles para P1j y P2j de acuerdo con tablas B.1 y B.2.

(2) PR = Coeficiente de importancia del riesgo en operación.

(3) RE = Participación en el riesgo del sistema.

(4) Mide la magnitud de las consecuencias posibles mediante una clasificación entre 6 niveles de 0 a 5.

(5) FS = Factor de Seguridad.

Para un punto de coordenadas (PR, RE), característico de un sistema estudiado, se expresará el factor de seguridad FS bajo forma de una ecuación en función del nivel de gravedad (NG) inherente al sistema estudiado y al riesgo total mínimo, por otro lado:

El factor de Seguridad (FS) lo calculamos mediante la siguiente expresión:

$$FS = \frac{30 * [(0,0945 * NG + 0,7275) - (0,122/NG - 0,02970)]}{\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^6 P_{ij}^{-4,5}} \quad \dots \text{ecuación C}$$

Donde,

NG = nivel de gravedad mide la magnitud de las posibles consecuencias. y adquiere valores entre 0 y 6;

Pij = representa la ponderación dada a los parámetros para la determinación de frecuencias

Eje Coordinado para determinar una relación entre el nivel de probabilidad NP y el factor de seguridad FS.-

Se ilustra en el diagrama de la figura B2, donde las diversas zonas de nivel de probabilidad 5, 4, 3, 2, y 1 están delimitadas por las rectas de factor de seguridad FS = 1; 1,25; 1,82, y 2,85.

Esto permite trazar un diagrama donde se representa en abscisas la participación en el riesgo del sistema y en ordenadas la importancia del riesgo en operación.

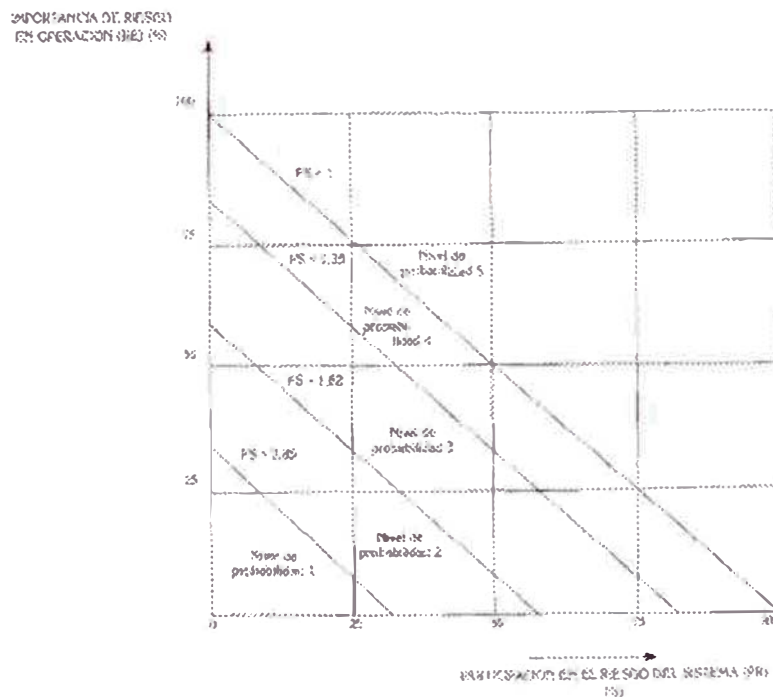


Figura B2

Se traza en este diagrama (Figura B2) la recta que pasa por los puntos (RE=100, PR=0) y (RE=0, PR=100).

Esta recta es la denominada «recta de inseguridad» y se caracteriza por el factor de seguridad FS = 1. Representa el conjunto de puntos para los que:

$$RE + PR = 100\%$$

Calculo del Riesgo Total.-

Si se calcula el riesgo total (R_{tot}) mediante la expresión:

$$R_{tot} = RE + PR$$

Cualquier recta situada a la derecha de la recta de inseguridad está caracterizada por un factor de seguridad FS inferior a 1.

Cualquier recta situada a la izquierda de la recta de inseguridad está caracterizada por un factor de seguridad FS superior a 1.

Sobre la base del riesgo total R_{tot} se fijan mediante un axioma y cuatro postulados los niveles de probabilidad siguientes:

Tabla N° 11: Niveles de probabilidad y riesgo total

Riesgo Total	Nivel de Probabilidad	Factor de seguridad
R. Total > 100	NP = 5	FS < 1
80% < R. Total < 100%	NP = 4	1 < FS < 1.25
55% < R. Total < 80%	NP = 3	1.25 < FS < 1.82
35% < R. Total < 55%	NP = 2	1.82 < FS < 2.85
R. Total < 35%	NP = 1	FS > 2.85

CAPITULO III:
Antecedentes Estadísticos
Mundiales

3.0. Antecedentes Estadísticos de Accidentes Mundiales

Aunque de hecho estos accidentes se inician con el desarrollo tecnológico de la humanidad, su número aumenta en Europa y Estados Unidos a partir de la Revolución Industrial. También aumenta en todo el mundo después de la Segunda Guerra Mundial, con el impresionante desarrollo industrial que le siguió, el incremento en número y cantidades de sustancias químicas que se utilizan y en el consumo de energía y por tanto de combustibles de diversas clases. Todo ello ha contribuido a elevar el número de accidentes químicos en el mundo y aumentar también su gravedad.

Los accidentes químicos están asociados con la fuga, derrame, explosión, incendio, etc., de sustancias peligrosas, ya sea que resulten de estos accidentes, o bien que la entrada de dichas sustancias al ambiente sea consecuencia de estos eventos. Muy frecuentemente ocurren ambas cosas; es decir, al inicio puede haber una fuga, derrame, explosión, etc., con la que está asociada una o más sustancias químicas, lo que origina que se formen otras sustancias y entren al ambiente. Por lo tanto, los accidentes químicos son acontecimientos peligrosos para la comunidad cercana, no sólo en el momento en que ocurren, sino que también pueden causar daño grave a largo plazo y en sitios relativamente lejanos.

A partir de los datos disponibles sobre los costos de reparación en los accidentes de Seveso, Bhopal, Basilea y Guadalajara, se puede concluir que sería un ahorro considerable para los gobiernos, e inclusive una magnífica inversión, empezar a tomar precauciones básicas para evitar los accidentes químicos en sus respectivos países o, por lo menos, reducirlos, así como para minimizar los daños inmediatos y de largo plazo que afectarán a la población por un tiempo considerable.

En el caso de los accidentes químicos esto significa que sin importar dónde ni cómo ocurran, PREVENIR ES MEJOR QUE LAMENTAR.

Tabla N° 12: PRINCIPALES ACCIDENTES MUDIALES SUCEDIDOS ENTRE 1951 al 2005.

Fecha	Lugar	Producto	Tipo de Accidente	Consecuencias
2003	Veracruz, México	GLP	Explosión	4 muertos, 62 lesionados
2002	Valladolid, España	Gasolina	Incendio	2 lesionados
1992	Gudalajara, Mexico	Combustible	Explosión	200 muertos y 1500 heridos
1988	Mar del Norte	Petroleo	Explosión	166 muertos
1986	Kennedy, E.E.U.U	Hidrogeno	BLEVE	7 muertos
1984	San Juan de IxHuatepec, Mexico	GLP	BLEVE	1500 muertos y mas de 4200 heridos
1983	Reserve, E.E.U.U	Clorobutadieno	BLEVE	3 muertos
1983	Houston, E.E.U.U	Bromuro de metilo	BLEVE	2 muertos
1982	Spencer, E.E.U.U	Agua	BLEVE	7 muertos
1982	Taft, E.E.U.U	Acroelina	BLEVE	-
1981	Montones, Mexico	Cloro	BLEVE	29 muertos
1979	Good Hope, E.E.U.U	Butano	BLEVE	29 muertos
1978	Waverly, E.E.U.U	Propano	BLEVE	12 muertos
1978	San Carlos de la Rapita, España	Propileno	BLEVE	216 muertos
1978	Texas City, E.E.U.U	Butano	BLEVE	7 muertos
1977	Cartagena, Colombia	Amoniaco	BLEVE	30 muertos, 25 heridos

continua en la página siguiente

Fecha	Lugar	Producto	Tipo de Accidente	Consecuencias
1976	Gadsden, E.E.U.U	Gasolina	BLEVE	3 muertos
1975	Eagles Paas	Propano	BLEVE	16 muertos
1974	West St. Paul, E.E.U.U	Propano	BLEVE	4 muertos
1974	Oreonta, E.E.U.U	Propano	BLEVE	-
1974	Puebla, E.E.U.U	Propano	BLEVE	-
1973	Klinman, E.E.U.U	Propano	BLEVE	13 muertos
1972	Rio de Janeiro, Brasil	Propano	BLEVE	37 muertos
1972	Illinois, E.E.U.U	Propileno	BLEVE	2 muertos
1972	New Jersey, E.E.U.U	Propano	BLEVE	2 muertos
1970	Baton Rouge, E.E.U.U	Etileno	BLEVE	-
1966	Feyzin, Francia	GLP	BLEVE	18 muertos, 90 heridos
1959	Weldria, E.E.U.U	Propano	BLEVE	23 muertos
1959	Kansas City, E.E.U.U	Gasolina	BLEVE	5 muertos
1958	Michigan, E.E.U.U	Butano	BLEVE	1 muerto
1957	Quebec, Canada	Butano	BLEVE	1 muerto
1951	Port Newark, E.E.U.U	Propano	BLEVE	-

Fuente de la página web: www.redproteger.com.ar/seguridadindustrial/grandesaccidentes.htm

Cuadro desarrollado por el Ingeniero Nestor Botta y actualizado hasta el 6 de noviembre del 2005

En los anexos de la Tabla IV (pagina 141 y siguientes) se presentan resultados resumidos en un cuadro Estadístico de los accidentes acaecidos en instalaciones fijas de la industria en general en los que han intervenido sustancias peligrosas, dichos datos constituyen una recopilación bibliográfica de la base de datos MHIDAS, la OIT y búsqueda de intemen en paginas de organismos gubernamentales.

3.1. Antecedentes Estadísticos de Accidentes e Incidentes en América Latina

Aunque es muy escasa, la información de que se dispone indica que, actualmente, los accidentes químicos son un problema de gran magnitud en América Latina.

Así, entre 1978 y 1985, tan sólo en el estado de São Paulo, Brasil se registraron 90 episodios, de los cuales 72% fueron causados por petróleo y sus derivados. En México, entre noviembre de 1984 y octubre de 1985 (un año luego del accidente de San Juanico) aparecieron en los diarios noticias sobre 34 episodios, la mayoría, asociados con plaguicidas y metales pesados; 28 de estos episodios causaron 2.321 casos de intoxicación y 271 muertes, lo que da una tasa de letalidad de 12%.

También en México, entre febrero de 1991 y diciembre de 1992, conforme a lo leído en los diarios nacionales, ocurrieron 113 accidentes químicos, en los cuales predominaron las fugas y los derrames de sustancias químicas, con una frecuencia total de 72%. Sin embargo en éste, como en el caso de São Paulo, según los registros disponibles, no se puede obtener el número de afectados ni las tasas de morbilidad y mortalidad asociadas con el accidente.

Conforme a los datos recopilados por el Centro de Información Química para Emergencias (CIQUIME) en Argentina - sin contar los accidentes causados por la contaminación de vino con alcohol metílico que, formalmente, también deberían ser considerados como accidentes químicos - durante 1992 hubo 15 accidentes químicos con un total de 89 lesionados y 6 muertes; en uno de ellos además hubo riesgo de exposición de 700.000 individuos. En estos accidentes, tal como en los de México, también predominaron las fugas y derrames, con una proporción total de 60,0%.

En Argentina, la mayor proporción de estos accidentes (73,33%) ocurrió en instalaciones fijas, lo que coincide con lo informado por la Agency for Toxic

Substances and Disease Registry (ATSDR) de los Estados Unidos, según la cual la proporción de accidentes en instalaciones fijas en ese país se calculó en 71,3%. Es importante resaltar que, conforme a los datos proporcionados por el CIQUIME, 40% de los accidentes antes mencionados fueron causados por sustancias que son tóxicos agudos (clasificación 6.1 de las Naciones Unidas).

3.2 Descripción de Accidentes que involucran el uso de GLP en sus instalaciones

3.2.1 Accidente en San Juan de Ixhuatepec, México DF, México, 1984

La mañana del 19 de noviembre de 1984, se produjeron en la terminal de almacenamiento de productos petrolíferos GLP de la planta de Petróleos Mexicanos PEMEX en San Juan de Ixhuatepec una serie de explosiones e incendios que produjeron aproximadamente 500 muertos y la destrucción casi total de la instalación de almacenamiento.

Características de las instalaciones:

La planta de Petróleos Mexicanos (PEMEX) instalada en la localidad de San Juan de Ixhuatepec (San Juanico) en México City, era una instalación de almacenamiento de GLP (Gases Licuados de Petróleo), propano y butano principalmente. La capacidad total de almacenamiento era de 16.000 m³ aproximadamente distribuidos en 6 esferas y 48 cilindros de diferentes capacidades.

Descripción del accidente:

El inicio del accidente se debió a la ruptura de una tubería de 20 centímetros de diámetro que transportaba GLP desde las refinerías hasta la planta de almacenamiento cerca de uno de los parques de tanques, probablemente debido al sobrellenado de uno de los depósitos y sobrepresión en la línea de transporte por retorno. No está aclarado por qué no funcionaron las válvulas de alivio del depósito sobrellenado. La fuga de GLP continuó durante 5-10 minutos. Se formó una gran nube de vapor inflamable de unos 200 metros por 150 metros que entró en ignición alrededor de 100 metros del punto de fuga, probablemente debido a alguna antorcha encendida a nivel del suelo. El viento en la zona era débil de 0,4 m/s en dirección suroeste. La explosión se registró, junto con otras ocho más en el sismógrafo de la Universidad de Ciudad de México a 30 km de distancia.



Foto N° 1: Explosiones en los tanques de GLP producidos en la Refinería

La **UVCE** generó un incendio de grandes proporciones que afectó primeramente a 10 viviendas y, al cabo de 12 minutos, una pequeña esfera se incendió generando una bola de fuego de unos 300 metros de diámetro. Posteriormente, otras 4 esferas y 15 cilindros generaron sucesivas BLEVEs durante aproximadamente hora y media, todas las explosiones se registraron en el sismógrafo de la Universidad de Ciudad de México.

Los daños en las edificaciones del exterior alcanzaron grandes proporciones y prácticamente quedaron destruidas en un radio de 300 metros. Hubo además explosiones dentro de las casas y muchas personas sufrieron daños y quemaduras graves por gotas incandescentes de GLP. Más de 500 personas murieron, más de 7.000 heridos y la planta quedó prácticamente destruida.



Foto N° 2: Condiciones en las que quedó la Refinería después de las explosiones

MEXICO CITY, 19.11.1984,
MEXICO



Foto N° 3: Después de las explosiones como quedó la Refinería

Análisis de las causas del accidente:

Parece que la causa principal del accidente fue la ruptura de una tubería de 20 cm de diámetro que suministraba GLP a los depósitos de almacenamiento. La causa de la ruptura no está clara, pero parece ser debida a la sobrepresión en la tubería por sobrellenado de uno de los depósitos. Las válvulas de alivio y corte no funcionaron.

3.2.2 Explosión en Tanque de Propano en Albert City, Oiwa, 9 de Abril 1998 en E.E.U.U.

Dos personas murieron y 7 resultaron heridas cuando un tanque de gas propano en llamas y con capacidad de 18.000 galones explotó en la granja agrícola de Albert City en Iowa, el incendio comenzó después que dos adolescentes conduciendo una camioneta chocaron con una de las tuberías de gas propano que no contaba protección. La colisión arranco una tubería

y otra la daño ocasionando la fuga de inmediata del gas propano por debajo del tanque, aproximadamente 5 minutos mas tarde la tubería dañada comenzó a incendiarse y estallo en llamas lo que rodeo al tanque y comenzó a calentar el tanque con gas propano.

Debido al incendio los bomberos acudieron al incendio, no pudiendo alcanzar una de las válvulas manuales de cierre para detener la fuga de propano, optando por la extinción del liquido inflamable. Solo 7 minutos después se produjo el estallido del tanque sufriendo la ruptura completa del mismo, experimentando lo que se le conoce como BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vaporing Explosion).

El tanque de propano explotó en por lo menos 36 pedazos algunas de las cuales volaron 100 pies mas, algunos de los proyectiles que salieron lanzados mataron a 2 bomberos mientras que el resto causo daños en las propiedades cercanas



Foto N° 4: Daños causados por el tanque de Propano a las propiedades y casas aledañas

3.2.3 Explosión en Almacén de combustibles en Reino Unido

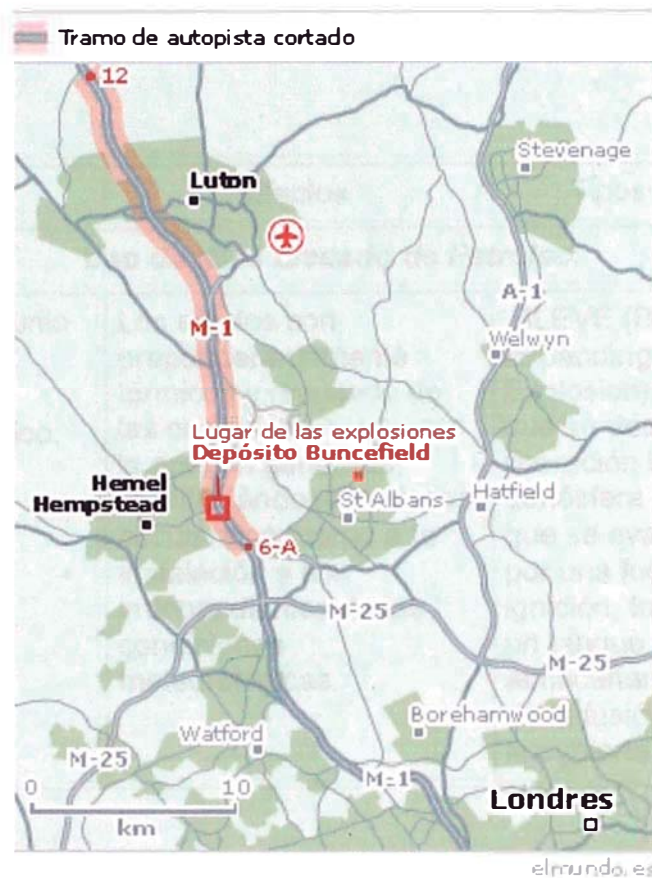
Una serie de explosiones ha tenido lugar en una planta de almacenamiento de combustible, cerca de la ciudad británica de Hemel Hempstead, a unos 35 kilómetros al norte de Londres y a unos 16 del

aeropuerto de Luton. Los servicios sanitarios dicen que hay 39 heridos, dos de ellos graves. Según la Policía, ha sido un accidente, aunque hay que estar abierto a otras causas. En principio, se cree que son cinco los tanques que han estallado en la planta de almacenamiento de combustible de Buncefield, que se encuentra a cinco kilómetros de Hemel Hempstead, en Hertfordshire, junto a la intersección 8 de la autopista M1.

En el momento de la primera explosión, había 10 trabajadores en el interior de la planta, que han sobrevivido a las explosiones. Según un empleado citado por la BBC, en el recinto hay unas 20 cubas, aunque puede que algunas no estuvieran llenas.

La primera explosión, la más grande, tuvo lugar a las 6.05 horas (7.05 hora española) y pudo escucharse en 60 kilómetros a la redonda. Las otras dos, de menor intensidad, se produjeron a las 6.20 (7.20 en España). Cinco horas después, las llamas seguían sin extinguirse (aunque controladas) y el humo seguía extendiéndose a varios kilómetros.

Un portavoz del hospital al que trasladaron a las víctimas ha informado de que han atendido a 39 heridos, la mayoría con cortes y magulladuras. Entre ellos, hay dos graves, uno ingresado en cuidados intensivos. Aunque no hay informes sobre los daños materiales, las imágenes muestran que los destrozos han sido de gran magnitud en los edificios comerciales de alrededor.



Mapa de la ubicación de la Planta de almacenamiento de combustible

La zona de la explosión es básicamente industrial y comercial, aunque también hay algunos hoteles por encontrarse cerca del aeropuerto. Todos ellos han sido evacuados El depósito de Buncefield, que data de 1990, almacena gasolina, gasoil y queroseno y suministra combustible a los aeropuertos de Luton y Heathrow, también próximo a la capital.

3.2.4 Escenarios donde ocurrieron accidentes que involucran el uso de GLP

Ejemplos	Efectos	Tipos de accidente
Uso de Gas Licuado de Petróleo:		
<p>Feyzin, Francia, Junio de 1966</p> <p>San Juanico, México, noviembre 1984.</p>	<p>Los efectos son preponderantemente térmicos y resultado de las ondas de choque por la presión generada, manifestándose en áreas circulares en torno a la instalación y son independientes de las condiciones meteorológicas.</p>	<p>BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion): Nombre con el que se designa una liberación brutal hacia la atmósfera de gas licuado que se evapora e inflama por una fuente externa de ignición, tras la ruptura de un tanque de almacenamiento, resultado de la fusión o perforación de la cubierta de metal.</p>
<p>Port-Hudson, Estados Unidos, diciembre 1970.</p> <p>Garmisch-Partenkirchen, Alemania, diciembre 1986</p>	<p>Los efectos son esencialmente resultado de las ondas de choque por la presión generada.</p>	<p>UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion): Término aplicado a la explosión de una nube o capa de gas combustible o vapores, tras la ruptura de un ducto.</p>
<p>Youngtown, Estados Unidos.</p> <p>Febrero 1978.</p>	<p>La inhalación del gas puede ocasionar la muerte y efectos irreversibles, en el área hacia donde se dirige la pluma de gas movida por el viento.</p>	<p>Perdida total e instantánea de confinamiento de gas</p>

<p>Chateaux, Francia, marzo 1981.</p> <p>Nápoles, Italia, Diciembre 1985</p>	<p>Muertes y lesiones ocasionadas por el fuego, por las ondas de choque o por los proyectiles generados durante las explosiones.</p>	<p>Riesgos ligados al almacenamiento inflamables:</p> <p>Casos posibles en los depósitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ incendio ❖ explosión ❖ bola de fuego y proyección del producto en llamas (boil over)
--	--	--

Fuente: Guide on urban development around high-risk industrial sites. Secretary of State to the Prime Minister for the Environment Department. Francia 1990.

3.3. Panorama general

En 1987 se realizó un taller en Río de Janeiro, bajo el auspicio de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y de su Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO-OPS/OMS), en el cual los expertos de la Región analizaron algunas de las características que pueden influir sobre la frecuencia de los accidentes químicos en ella.

En 1987, entre los principales datos que ahí se reunieron destacan:

- a. El 40% del comercio mundial de productos químicos en los países en vías de desarrollo se realizaba en países de América Latina.
- b. El 70% de la industria química de la Región se concentraba en Brasil, México y Argentina.
- c. El 50% de las instalaciones de la industria se localizaba en áreas de alta densidad poblacional, ya sea en las ciudades mismas o,

como en el caso de San Juanico en México, en los alrededores de éstas, en zonas marginales, de bajo poder económico, escasa cultura y poca influencia política.

- d. En América Latina, las áreas de higiene y seguridad industrial y el mantenimiento preventivo de las industrias muy frecuentemente son postergadas en los planes de inversión de las empresas, cuando no definitivamente relegadas ante otras prioridades.
- e. No existe una conciencia clara de los riesgos entre el personal de las empresas (gerentes, supervisores, obreros) ni entre las autoridades.
- f. No existe suficiente participación activa del sector salud en los planes de seguridad y respuesta a los accidentes químicos. Cuando llega a haberla, por lo común es secundaria a las decisiones de otros sectores; por ejemplo, en el caso de México, los sectores de gobernación, defensa y ambiente tienen, por ley, la competencia para actuar en estos casos.
- g. En términos generales, no se ha dado suficiente importancia en los planes, presupuestos, como tampoco en la práctica, a la concientización de los dirigentes (oficiales o privados), a la capacitación de los responsables directos del control y la supervisión ni, obviamente, a dotar de equipo de protección adecuado al personal de primera respuesta y a capacitarlo.

3.4. Cuales son esos factores comunes

Si se analizan los accidentes químicos que han ocurrido en América Latina hasta la fecha, se concluye que hay varios factores comunes.

- a. En la mayoría de los casos ha habido, por lo menos, un manejo poco cuidadoso - o poco informado - sobre las sustancias cuyo potencial de daño es extremadamente alto. Predomina el desconocimiento general

sobre los riesgos que cada tecnología específica puede representar para la salud y el ambiente. Esto causa que las autoridades no estén conscientes de los riesgos en su zona de influencia o que no se encuentren preparadas para enfrentar los accidentes o sus consecuencias.

- b. Estos accidentes empiezan a reducirse, en número y gravedad, en los países desarrollados; sobre todo después del ocurrido en Seveso, Italia, que dio origen a que la Comunidad Europea emitiera la llamada Directiva de Seveso. No obstante, llama la atención que estos accidentes estén en aumento en lugar de disminuir en los países en desarrollo y particularmente en algunos de los conocidos como recientemente industrializados (*newly industrialized countries* o NIC, por sus siglas en inglés). Éstos son principalmente Argentina, Brasil, México y Venezuela. Además, como se comprobó en el caso de Guadalajara, México, cada vez aumenta también el número de víctimas y la magnitud de los daños materiales que causan estos accidentes.
- c. Además, en América Latina los problemas asociados con la industrialización acelerada son relativamente nuevos y no ha habido aún tiempo de establecer medidas realmente eficaces para la prevención y control de estas emergencias.
- d. También es posible que la falta de un registro correcto de los datos disponibles sobre estos accidentes impida que se haga un seguimiento correcto, que permita identificar tendencias y causas, y evaluar correctamente los daños.
- e. En términos generales, fuera de las actividades inmediatas para el control del accidente, es muy poco lo que se hace en la Región para conocer y reducir sus consecuencias a largo plazo.

Algunas deficiencias del registro de accidentes químicos en América Latina

Entre las principales deficiencias se encuentran las siguientes:

- a. No existe un criterio homogéneo en los diferentes países sobre lo que se considera un accidente químico. Por ello, las discrepancias entre los países impiden realizar una evaluación sistemática integral y llegar a conclusiones útiles. Por ejemplo, dependiendo de los países, se puede integrar bajo este rubro a los accidentes individuales, intoxicaciones ocupacionales y catástrofes.
- b. Es notoria la falta de un registro organizado y computarizado de los accidentes químicos que cubra por lo menos los accidentes más importantes que ocurran en la Región, en cuanto a pérdida de vidas humanas, daños materiales o magnitud de la contaminación ambiental resultante del accidente.
- c. Un problema adicional es la falta de un sistema uniforme para el registro de estos accidentes. Así, en algunos países existe algún sistema, mientras que en otros no hay nada y en otros más el registro es de tipo anecdótico.
- d. Los registros de morbilidad y mortalidad relacionados con estos casos varían, en generalmente de deficientes a inexistentes; además, la mayoría de los que existen no son sistemáticos.
- e. Los datos sobre producción, transporte y uso de sustancias químicas en los países no son completos ni actuales, o están dispersos en numerosas dependencias, lo que hace difícil su recopilación, integración y análisis.
- f. Con frecuencia, los mejores datos sobre accidentes químicos en la Región se obtienen de la prensa cotidiana aunque, como es de esperarse, la mayoría de estas noticias se refieren a casos críticos, en los que la mortalidad o los daños materiales inmediatos son elevados.
- g. Prácticamente no se realizan investigaciones sistemáticas después de los accidentes; esto impide que los datos disponibles se analicen en conjunto, dificulta la evaluación de los casos y, frecuentemente ocasiona que el

diagnóstico de la causa de los accidentes sea de baja calidad o no se realice.

- h. En cualquiera de los casos, e independientemente de la calidad de los registros, la participación del sector salud es mínima o inexistente; cuando la hay, refleja un grado importante de falta de información de las autoridades respectivas sobre este tipo de problemas y sus repercusiones para el sector salud.

Al respecto, es interesante anotar que en Estados Unidos la Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR) inició un programa para registrar los accidentes químicos en cinco estados de ese país. Para sorpresa de los responsables del programa, se encontró que:

1. Aunque tres agencias distintas estaban llevando el registro de los accidentes, no todas registraban los mismos. Por ello había al mismo tiempo un sub. registro importantes pues algunos casos eran registrados por más de una agencia y muchos sólo por una. Por otra parte, los casos registrados por las tres agencias eran relativamente pocos.
2. El segundo hallazgo de importancia en este estudio fue que, en contra de la idea generalizada, la mayor parte de los accidentes no ocurría durante el transporte, sino dentro de las instalaciones de empresas que fabricaban, almacenaban o utilizaban las sustancias químicas asociadas con el accidente.

Este segundo hallazgo permite suponer que, muy frecuentemente, las empresas no informan de sus accidentes cuando los controlan antes de que causen un daño al exterior; es fácil pensar en un buen número de razones para esta actitud.

Situación actual

Con estos antecedentes es posible imaginar cuál es el panorama actual en América Latina en cuanto a la prevención de accidentes químicos y su atención eficiente - inmediata, y a largo plazo. Además, se puede vislumbrar el panorama en cuanto al control del accidente mismo, la atención de lesionados y evacuados, la rehabilitación del sitio (si hubiera quedado contaminado) y a permitir un crecimiento saludable de la industria (en particular, la industria química), sin poner en riesgo excesivo a los empleados, al personal de primera respuesta y a la población circundante.

En el Perú

En el panorama nacional en el Perú los accidentes químicos registrados se encuentran en la base de dato del SINADECI, donde podemos filtrar la información según la ubicación regional, por fechas, fenomenología y los daños a la salud de las poblaciones cercanas.

En las páginas N° 149 y 150 del Anexo V hemos realizado un resumen de la Situación actual del Perú según la fenomenología Tecnológica, incendios industriales y explosiones desde el año 2003 a la actualidad. No dejamos de mencionar que es responsabilidad de los gobiernos, los organismos nacionales, las asociaciones de industriales y los ciudadanos en su conjunto, trabajar para reducir este tipo de riesgos y sus consecuencias adversas para la población.

CAPITULO IV:
***Descripción de la Empresa y de
la Unidad Operativa Oxido de
Zinc.***

4.0. Descripción de la empresa

La empresa en estudio es el principal complejo de transformación de zinc del Perú y de Sudamérica, además de procesar otros metales no ferrosos.

Sus operaciones se inician en 1980, las cuales abarcan la producción de derivados metalúrgicos de zinc tales como aleaciones, zinc laminado (hojas, tiras, planchas, discos para pilas, planchas para zinc grabado, etc) y la elaboración de diversos productos tales como el óxido de Zinc.

Cuenta con un área aproximada de 4 hectáreas. La empresa está incluida en la clasificación Internacional Industrial Uniforme CIIU 3720, como Fundición de Metales No ferrosos.

La planta cuenta con 355 trabajadores de los cuales 275 pertenecen al área de producción y 80 al personal administrativo.

El grupo de trabajo está distribuido en 3 turnos que a continuación se detallan:

Turno A de 7.00 a 15.00hrs

Turno B de 15.00 a 23.00 hrs

Turno C de 23.00 a 7.00 hrs

Además la planta cuenta con un tópicó para las emergencias que puedan suscitarse en horas laborales.

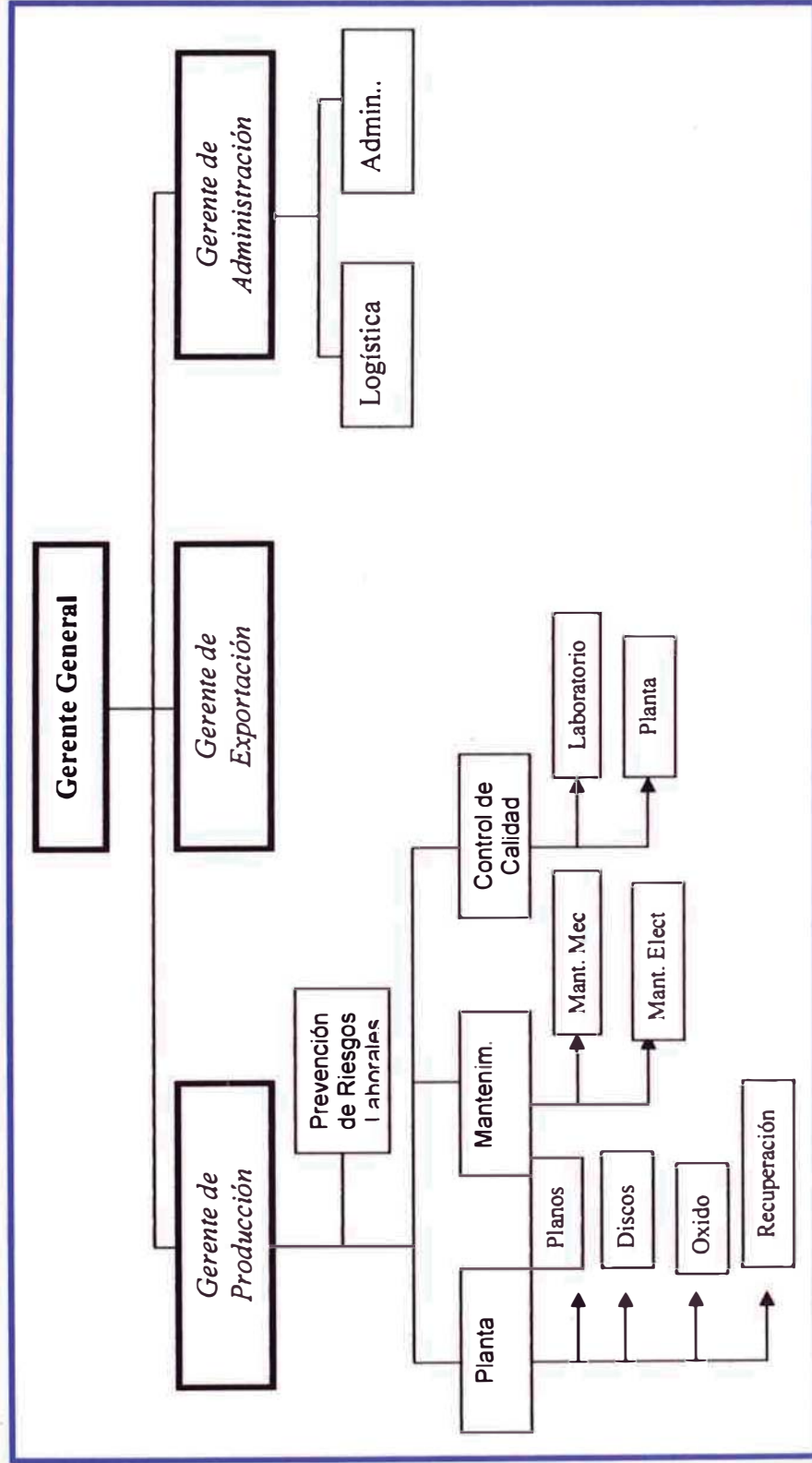
En el ANEXO N° VI de la página 152 adjuntamos 2 planos:

1.- Plano General de Distribución de máquinas, equipos, área administrativa, y distribución del almacenaje de GLP e Hidrocarburos de la Unidad Operativa Óxido de Zinc.

2.- Plano del Entorno de la Planta con respecto a las urbanizaciones y empresas aledañas.

4.1 Organigrama de la empresa

El organigrama de producción se muestra a continuación:



4.2. Política de la empresa

La política de la empresa se basa en la en el siguiente estipulado: La alta dirección, los empleados y obreros, declaramos nuestro compromiso de:

Preservar la salud y la integridad física de las personas dentro de nuestras instalaciones.

Proteger las instalaciones, equipos y materiales de nuestra empresa.

Prevenir la contaminación ambiental y utilizar adecuadamente la energía.

Asegurar la productividad, calidad, controlar los costos y minimizar las pérdidas.

Para ello aceptamos nuestra responsabilidad individual y de equipo en:
Capacitamos en la prevención de riesgos.

Cumplir y hacer cumplir las normas y procedimientos de nuestro Manual de Prevención de Riesgos.

Cultivar los valores de: autoestima, respeto por los demás, el orden y la limpieza.

En consecuencia, reiteramos nuestro esfuerzo por elevar la imagen de nuestra empresa ante nuestros clientes, proveedores y la comunidad en general.

4.3 Proceso Productivo

La planta consta de tres líneas de producción que son:

- La Línea de Planos
- La Línea de Discos
- La Línea de Óxidos y Recuperación

El área de mantenimiento y de Control de calidad, además del área de los servicios diversos requeridos en la empresa

4.3.1 Descripción de las Líneas Operativas

Línea Planos:

Esta línea usa como materia prima el zinc junto con aleaciones de titanio, cobre y aluminio.

Los insumos que utilizan son el cloruro de amonio para el proceso de escarificación.

Sus procesos productivos son

- Fundición: en dos hornos eléctricos a gas propano de 15 TM de capacidad cada uno es alimentado por zinc electrolítico y aleaciones de Zn-Ti, Zn-Cu y Zn-Al. La cual se funde a 430°C
- Colada Continua: en la máquina de colada continua se obtiene la aleación final de zinc en forma de lámina.
- Corte y Refilado: realiza el corte según los requerimientos de los clientes.
- Laminado: reduce el espesor de la lámina
- Lavado: retira las impurezas de la lámina
- Embalaje: las bobinas son pesadas y embaladas para luego ser depositadas en el almacén.

Línea Discos:

Usa como materia principal el zinc, junto con las aleaciones de magnesio y metales como plomo, cadmio, indio, magnesio y telurio. Dentro de su proceso de escorificación utiliza el cloruro de amonio.

Sus principales procesos son:

- Fundición: realizado por un horno de 50TM, la cual se alimenta de zinc electrolítico y aleaciones de magnesio, plomo, cadmio, indio, magnesio y telurio, fundiéndose todo a 420° C.
- Colada Continua: en dicha maquina se obtiene la aleación de zinc en forma de lamina.
- Laminado: determina el laminado o grosor de las láminas.
- Troquelado: mediante un proceso de corte por troqueladoras determina el diámetro de cada disco.
- Escogido: los discos son limpiados con bombos que contienen aserrín y pasan a ser escogidos manualmente por personal obrero.
- Lubricación: una vez obtenidos escogidos los discos son lubricados con grafito y otros componentes.
- Embalaje: los discos son pesados y embalados en bolsas de 25kg. Y colocados en pallets de 1TM.

Línea Oxido

Usa como materia prima el Zinc "Special High Grade" así como insumo el cloruro de amonio para la escorificación. Sus principales operaciones son

- Fundición: la planta tiene 7 hornos que se alimentados con gas licuado de petróleo y dentro de proceso de fundición esta la producción oxido de zinc que se lleva a temperaturas por encima de los 400° C para obtener zinc en forma de partículas las cuales pasan a un ciclón.

- Cicloneado: las partículas de diferentes tamaños son llevadas a través de un ciclón a las mangas las cuales hacen que estas sean depositadas y pasen por un filtro que separa las partículas mas pequeñas las cuales son recogidas y embaladas en bolsas de 45 kg.
- Embalaje: el zinc en forma de partícula es embolsado y embalado en pallets para su salida de la planta como insumo químico o para exportación.

Dentro de las instalaciones de la Línea de Oxido se encuentran 2 tanques de residual N° 6 de capacidades 7.000 y 8.000 gln y 3 tanques de almacenamiento de Diesel N° 2 de 9.000, 4.000 y 800 glns. Además para la alimentación de los Homos de Oxidación están 1 tanque de 50.000 gln y 1.000 gln de GLP.

Área de Control de Calidad

En donde se realizan los diferentes análisis de control de calidad del producto en fase media y final dentro de todas las líneas de producción.

Área de Mantenimiento

Se encarga del mantenimiento de las diferentes maquinas usadas en el proceso productivo, ofreciendo el servicio de reparación eléctrica, mecánica, electrónica, hidráulica o refractaria.

Área Administrativa

Consta de oficinas administrativas, un Tópico de atención de emergencias medicas y servicios como el de alimentación y de aseo personal.



Foto N° 1 : Vista de la Unidad Operativa Oxido de Zinc



Foto N° 2: Abastecimiento de petróleo para las unidades de transporte de carga

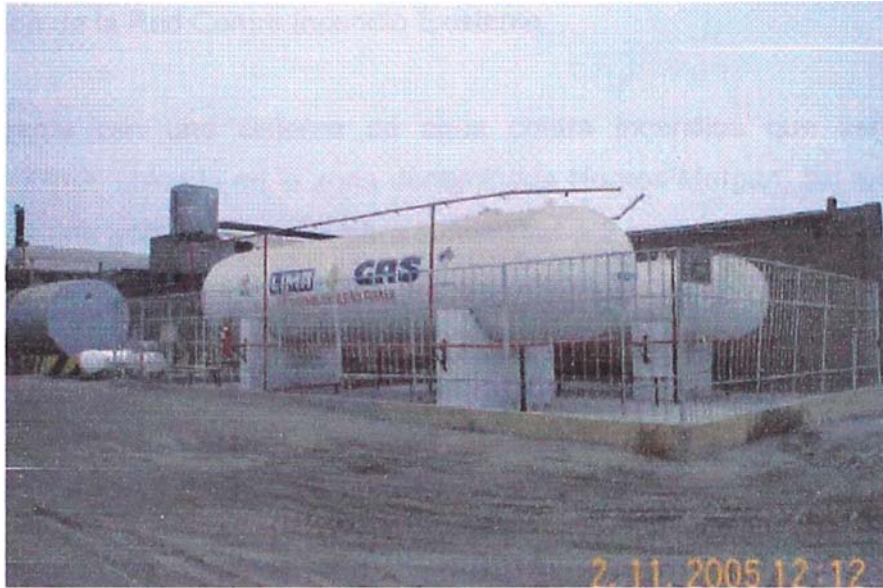


Foto N° 3: Tanques de Gas Licuado de Petróleo que abastecen a las unidades operativas de la Planta junto a tanque de petróleo, ubicados en el área que corresponde a la Unidad Operativa Oxido de Zinc



Foto N° 4: Tanque de petróleo que abastece a las Unidades operativas ubicado en el área de la Unidad operativa Oxido de Zinc

4.4. Descripción de la Red Contra Incendio Existente

La planta cuenta con una cisterna de agua contra incendios que tiene una capacidad de 73m³, ubicada en la zona denominada Hornos Morgan, así mismo la Red cuenta con una bomba que sirve para suministrar a 2 gabinetes de lucha contra incendio y a un sistema de enfriamiento por rociadores para los tanques de GLP, mediante una bomba cuyas características son:

- Capacidad : 350 psi
- Presión descarga : 80 psi
- Caudal : 25 a 35 Lt/seg
- Potencia: 30 HP
- Las tuberías son de 2", 2 ½" y 3"

El sistema de enfriamiento de los tanques

Conformado por rociadores que están ubicados en los Tanques de GLP. Para el tanque de 50.000 galones la distribución de los rociadores es la siguiente:

- Numero de filas : 4
- Numero de rociadores: 11 por cada fila
- Angulo del rociador: 60 grados
- Presión de descarga (psi) : 30
- Distancia del rociador al tanque (m) : 1.03

Otros equipos de protección contra incendio:

- Espuma fluoroproteínica FP 70, cantidad 7 bidones de 5 galones cada uno.
- Mangueras contra incendios : 2 de 25m cada una de diámetro 2 ½"
- 01 lanzador de espuma.

*Ver ANEXOS:

Diagrama de Flujo de Oxido, pagina N° 124

Distribución de Operarios en Planta, pagina N° 125 al 127

Diagrama del Proceso Productivo en Planta, pagina N° 128

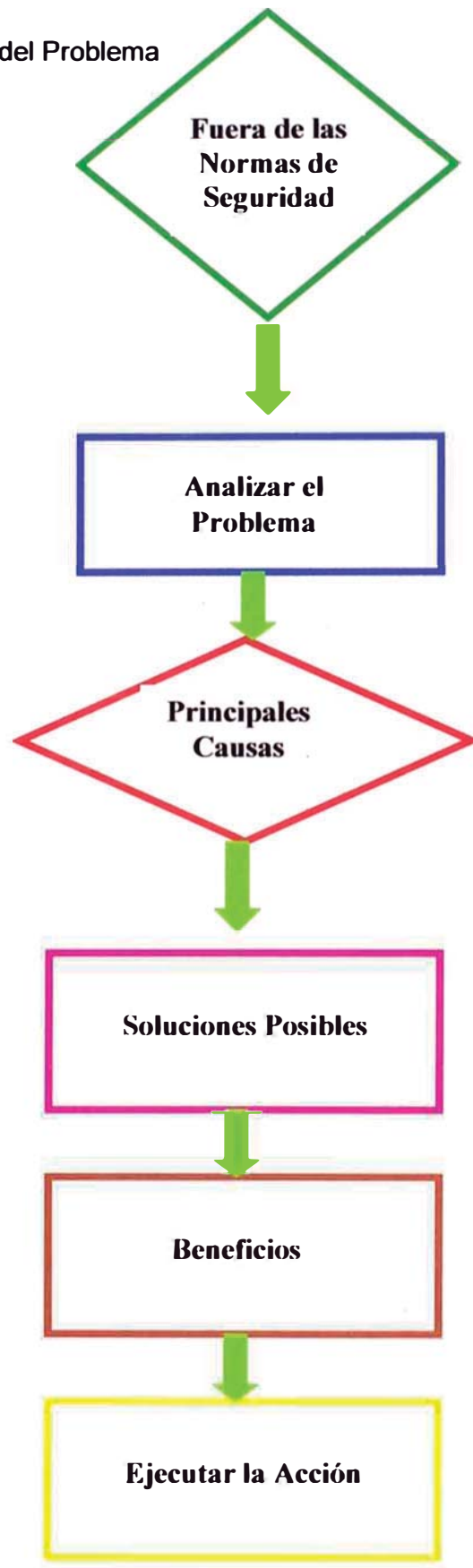
Ubicación y distribución extintores en la UO Oxido de Zinc, pagina N° 129 y 130.

CAPITULO V:
***Aplicación de los Métodos de
Análisis de Riesgos Cuantitativo.***

5.0 Identificación de los Peligros

En la pagina 88 elaboramos el planteamiento del problema en 6 pasos, el objetivo es poder medir el riesgo presente en la Unidad Operativa Oxido de Zinc, que representa una de las áreas con mayor frecuencia de incidentes de fuga y derrame de líquidos inflamables, según los reportes de incidentes desde 1998 al 2003 de la Planta que hemos podido recopilar, en el Anexo N° VI de la pagina 153 se hace una clasificación de los incidentes por áreas y según el tipo de incidente ocurrido.

5.1.- Planteamiento del Problema



- 5.1.1 Fuera de las Normas de Seguridad: No cumple con las distancias mínimas de seguridad para tanques de almacenamiento de GLP y combustibles, según la Ley N° 26221, la Norma de Hidrocarburos DS N° 0052-93EM, y el Reglamento de construcción Civil, Título V, Capítulo III de "Seguridad en el almacenaje de materiales de alto riesgo" La cantidad de tanques en esta zona es la siguiente.

Tanque Residual N° 6 de 7000 y 8000 galones

Tanque Diesel N°2 de 9000 , 4000 y 800 galones

Tanque de GLP de 20 000 y 1000 galones

- 5.1.2 Analizar el Problema:

Localización del Problema: Unidad Operativa Oxido de Zinc

Hecho a analizar: fuga de petróleo y GLP que ocurrió en 1998

Medir el Nivel de Riesgo en esta Unidad Operativa: para ello utilizamos 2 métodos

A.- Aplicación del Método JAM (Justificación Analítica de la Medida del Riesgo) para determinar la Medida del Riesgo y la Incidencia en la Unidad Operativa oxido de Zinc.

Calculo de la Medida del Riesgo

$$\mathbf{MR = I \times Fce \dots\dots\dots Ecuación 1}$$

Ahora debemos calcular el valor de I

$$\mathbf{I = Ip \times VI \times Nd \times Ci \dots\dots\dots Ecuación 2}$$

Calculo para hallar el valor de I de la Ecuación N° 2

Valores para:

El Indicador Personal (Ip):

<i>Indicador Personal (Ip)</i>	
<i>Tiempo afectado por la incidencia</i>	<i>Valor</i>
Esporádica	1
Poca	2
Media	3
Permanente	4

Consideramos el siguiente criterio para evaluar este Indicador Personal (Ip) de la siguiente Tabla según la permanencia en el lugar de trabajo.

<i>Tiempo afectado por la incidencia</i>	<i>Valor</i>	<i>Consideraciones de permanencia en el lugar de trabajo</i>
Esporádica	1	Mayor a 1 hora pero menor a 2
Poca	2	Mayor e igual a 2 horas pero menor a 6
Media	3	Mayor e igual a 6 horas pero menor a 8
Permanente	4	Mayor o igual a 8 horas permanece en su lugar de trabajo

Elegimos un valor para el **Indicador Personal Ip igual a 3 es decir MEDIA** porque durante su jornada laboral no solo permanecen en el lugar de su labor, sino también que realizan otras actividades como trasladarse de un lugar a otro, por ejemplo: cargar a los hornos con materia prima lo que implica desplazarse hasta el almacén e

incluso podemos citar el salir a su hora de refrigerio y no encontrarse en su lugar de labor.

Calculo del Valor Latente (VI):

Del ítem 5.1 que se encuentran en las páginas 90 y 91 de este capítulo deducimos la reiteración e incidencia de sucesos cometidos a lo largo de los años 1998 al 2003 de lo cual concluimos que el **Valor Latente que asumiremos será 2, es decir, la Permanencia o reiteración mecánica es MEDIA**

<i>Valor Latente (VI)</i>	
<i>Permanencia o reiteración mecánica</i>	<i>Valor</i>
Escasa	1
Media	2
Permanente	3

Calculo del Nivel de Deterioro (Nd):

Para el **Nivel de Deterioro (Nd)** consideramos un valor de **4, es decir, ELEVADO**, ya que en el caso de ocurrir un incendio las cuantías económicas dentro de esta unidad operativa serían elevadas ya en dicha unidad se encuentran no solo materiales inflamables sino que su almacenamiento y las cantidades almacenadas son grandes como por ejemplo de 50.000 galones de Gas Licuado de Petróleo, Tanques de Residual N° 6 de 7.000 y 8.000 galones y Tanques de Diesel de 9.000, 4.000 y 800 galones.

<i>Nivel de Deterioro (Nd)</i>	
<i>Cuantía económica</i>	<i>Valor</i>
Escasa	1
Poca	2
Media	3
Elevada	4

Calculo de la Calidad de la Incidencia (Ci):

Para este último valor (Ci) consideramos que **3** representa una **ELEVADA GRAVEDAD**, porque dentro de las estadísticas de la planta (item 5.1), los incidentes ocurridos con mas frecuencia están relacionados con productos inflamables

<i>Cualidad de la Incidencia (Ci)</i>	
<i>Potencialidad Lesiva</i>	<i>Valor</i>
Escasa o asumible	1
Poca o cierta levedad	2
Elevada gravedad	3
Gravísima	4

De la ecuación N° 2 tenemos lo siguiente:

$$I = I_p \times V_l \times N_d \times C_i$$

$$I = 3 \times 2 \times 4 \times 3$$

$$I = 72$$

Este valor de I (Nivel de aceptabilidad) lo ubicamos dentro de la tabla 2 y llegamos a que 72 se encuentra dentro del **Nivel de Peligro**.

Tabla 2: Niveles de aceptabilidad

Valores de I	Criterios
1	Mínimo posible
2 a 12	Nivel de aceptabilidad
13 a 50	Nivel de expectación
51 a 191	Nivel de peligro
192	Máximo posible

Calculo del Factor de Implicación (Fce)

$$Fce = (n - Ip) / 100$$

N = 40 operarios

Ip = 4

Entonces **Fce = 0.36**

De la tabla N° 3 tenemos que el valor de **Fce tiene un valor equivalente igual a 3**

Tabla 3: Valores equivalentes según el Fce obtenido

Valor Fce Obtenido	Valores equivalentes
< 0.10	1
0.11 a 0.25	2
0.26 a 0.50	3
0.51 a 1.00	4
> 1.00	5

De lo que concluimos que la ecuación N° 1

$$MR = 72 \times 3$$

$$MR = 216$$

Según la tabla N° 4 concluimos que la Medida del Riesgo se encuentra en **Muy Elevado**.

Tabla 4: Valores de la Medida del Riesgo

VALORES			VALORACION FINAL
I	Fce	MR	
192	4	768	MUY ELEVADO
144	3	432	
128	2	256	
108	1.5	162	
0	1.0	100	
96		95	ELEVADO
81	0.75	61	
72	0.50	36	MODERADO
64	0.40	26	
54	0.30	16	LIGERO
48	0.25	12	
39			ACEPTABLE
36	0.20	7	
32			
27	0.15	4	
24	0.10	2	
18			
16	0.05	1	
12			
9	0.04	0.35	
8			
6	0.03	0.20	
4			
3	0.02	0.05	
2	0.01	0.02	

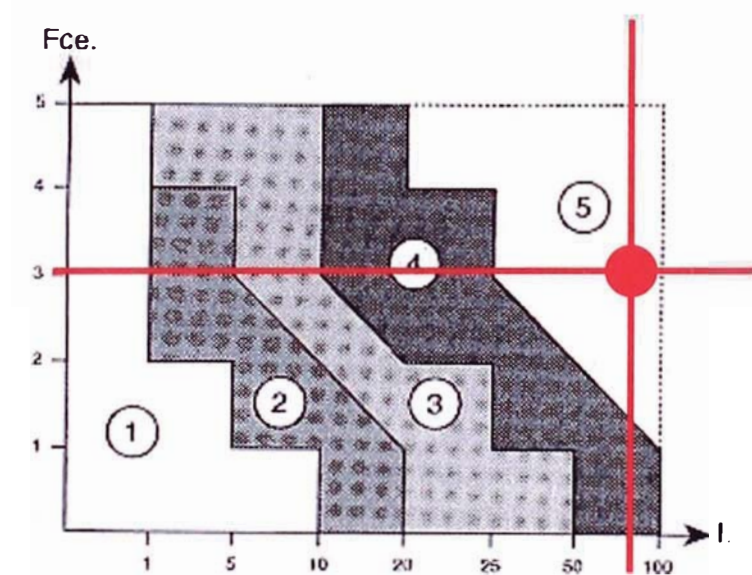
A.1. Eje Coordinado para determinar los niveles de riesgo en cada zona y conocer el tipo de actuación se recomienda en cada riesgo

Cuando se obtienen los valores escalares de las dos variables consideradas, deben ser pasados a los ejes de coordenadas representados en la figura 2 de la página Nº 46.

Valores de:

Factor de Implicación (Fce) = 3

Nivel de Aceptabilidad (I) = 72



Medida del Riesgo

La intersección de los dos valores (incidencia y Factor de implicación), nos sitúa gráficamente en la sección Nº 5 y de la Tabla Nº 5 tenemos que el Nivel de Riesgo es INTOLERABLE.

Tabla 5: Niveles de Riesgo de cada zona

Zona	Nivel de Riesgo
1	Trivial
2	Tolerable
3	Moderado
4	Importante
5	Intolerable

Tabla 6: Actuación recomendable en cada riesgo

Zona	Tipo de actuación
1	Eliminar a largo plazo
2	Eliminar a mediano plazo
3	Eliminar a corto plazo
4	Eliminar con urgencia
5	Paralización del trabajo

El tiempo de actuación, urgente, corto, medio y largo plazo, vendrá dado por las circunstancias objetivas del análisis efectuado. No pueden darse cifras concretas con carácter universal.

Entonces si nos situamos en el Nivel 5 Intolerable, debemos de tomar decisiones que nos ayuden a prevenir, para ello la Tabla 6 nos indica que para la zona 5 donde nos situamos debemos tomar medidas con urgencia hasta tener que paralizar algunas actividades y sean corregidas

B.- Aplicación del Método UCSIP para determinar el factor de seguridad y la probabilidad de ocurrencia de un suceso aplicado a una sustancia peligrosa como el GLP. Información recabada para la aplicación del método

Tabla 9: Parámetro P1j para determinar el valor del coeficiente de Importancia del Riesgo (PR)

Parámetros P1j para la determinación de frecuencia			
Parámetro	Significado	Criterio	Valor
P11	Edad del equipo	Menos de 1 año	3
		De 1 año a 10 años	2
		De 10 a 15 años	3
		De 15 a 20 años	4
		Mas de 20 años	5
P12	Localización del equipo	En almacén	3
		En unidad	4
		Menos de 100 metros de instalación o propiedad ajena	5
		Otra	2
P13	Orden de los conjuntos mínimos engendrados las consecuencias correspondientes al nivel de gravedad fijada	Orden superior a 3	1
		Orden 3	2
		Orden 2	3
		Orden 1	5
P14	Redundancias	A+B+C	2
		A+B	2
		A+C	2
		B o C	3
		Ninguna redundancia	4
P15	Conformidad a los códigos y reglamentaciones	Si	2
		No	4
P16	Soldaduras; posibilidad de fragilidad o concentración de esfuerzos	No	1
		Si	4

Desarrollo de la Sumatoria y Resultado de PR

$$PR = \frac{3+4+3+4+4+4}{30} \times 100\%$$

30

$$PR = 73.33 \%$$

El Riesgo Esperado (RE) evalúa la importancia del riesgo en operación, la calculamos a partir de los seis valores de P2j, valores que poseen una ponderación entre el 0 y el 5 que se obtendrán en la tabla B. de forma que:

Tabla 10: Parámetro P2j Para determinar el Riesgo esperado (RE)

Parámetros P2j para la determinación de frecuencia			
Parámetro	Significado	Criterio	Valor
P21	Frecuencia de inspecciones, controles, mantenimiento	Cada 3 meses o mas	1
		Cada 6 meses	2
		Cada año	3
		Cada 2 años	4
		Cada 3 años o menos	5
P22	Proximidad con equipo con llama descubierta	Mas de 500 metros	1
		Entre 200 y 500 metros	2
		Entre 100 y 200 metros	3
		Entre 30 y 100 metros	4
		Menos de 30 metros	5
P23	Frecuencia de los transitorios, arranques, movimientos	Menos de 5 veces al año	1
		De 5 a 10 veces al año	2
		De 10 a 20 veces al año	3
		De 20 a 30 veces al año	4
		Mas de 30 veces al año	5
P24	Detección con alarma de peligro	Si	1
		No	3
P25	Toma en cuenta el peligro	A+B+C	1
	A: Procedimiento especial	B	2

	B: Medios fijos de prevención C: Medios fijos de protección	C	3
		No	4
P26		No	1
		Si+dispositivo de amortiguación	2
		Si+seguimiento	3
		Si	4

Desarrollo de RE

$$RE = \frac{1+4+5+3+3+1}{30} \times 100\%$$

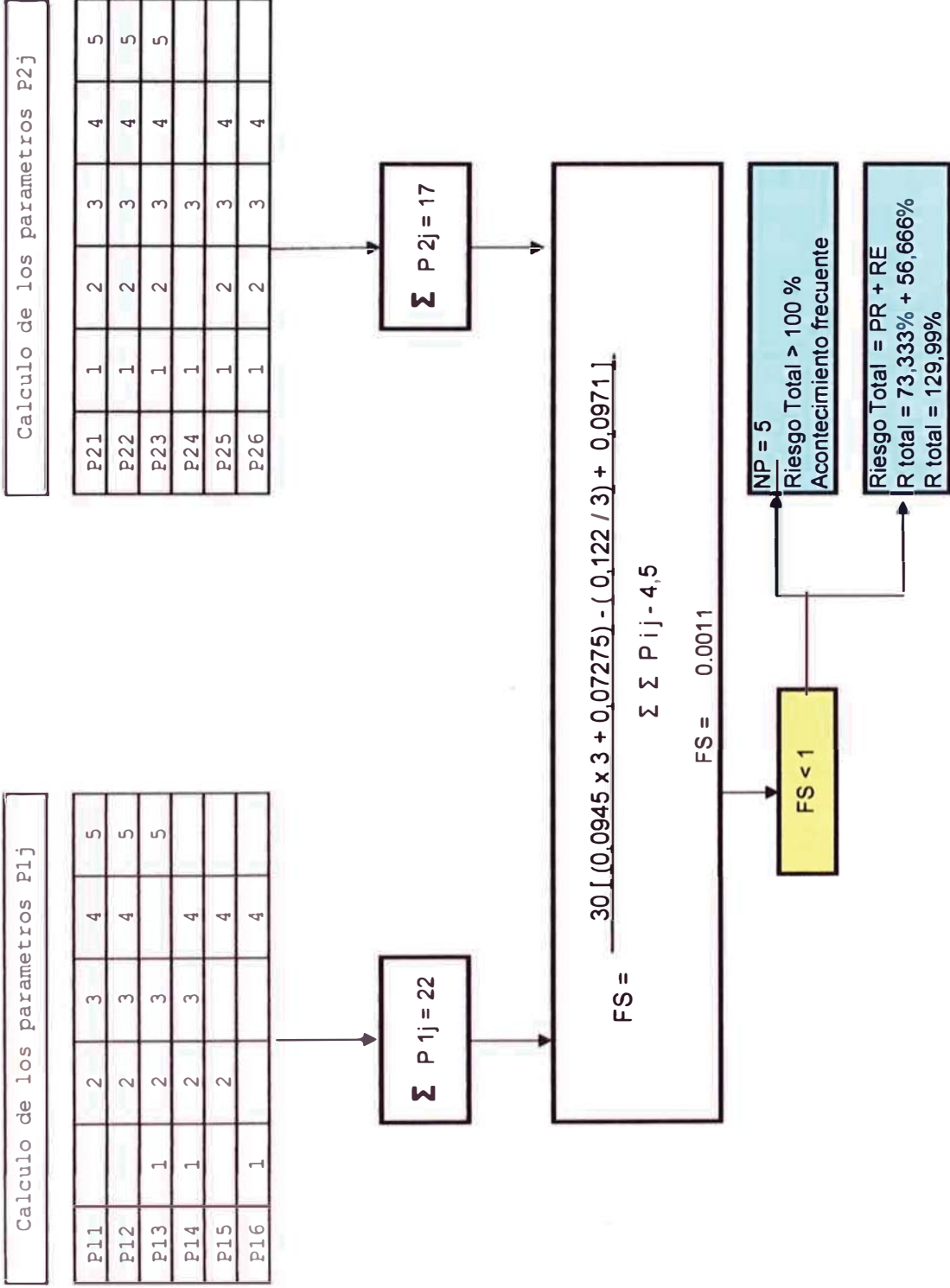
30

$$RE = 56.66\%$$

El factor NG que consideramos es de 3, de la tabla N° 8, pagina 50, por considerar que las consecuencias en las instalaciones y la planta serian criticas:

Calculo para hallar los valores: Factor de Seguridad (FS) y el Riesgo Total se encuentran en la siguiente hoja.

Esquema del Cálculo del Factor de Seguridad (FS)



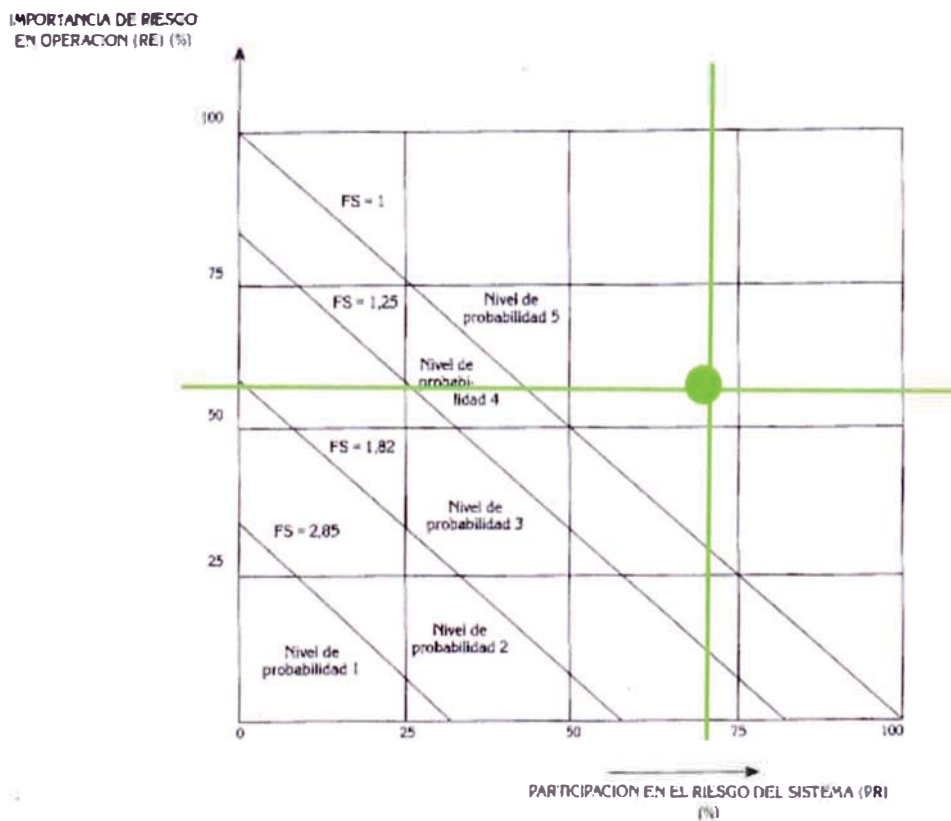
De la siguiente tabla N° 11 tenemos que:

<i>Riesgo Total</i>	<i>N. Probabilidad</i>	<i>Factor de seguridad</i>
R total > 100%	NP = 5	FS < 1
80% < R total < 100%	NP = 4	1 < FS < 1.25
55% < R total < 80%	NP = 3	1.25 < FS < 1.82
35% < R total < 55%	NP = 2	1.82 < FS < 2.85
R total < 35%	NP = 1	FS > 2.85

Concluimos en que FS es menor que 1 (FS < 1).

El Riesgo Total es de 129.99% donde el N. Probabilidad (NP) es 5.

B.1. Eje Coordinado que sirve para ubicar el Nivel de Probabilidad



5.1.3 Cuales son las Causas:

<i>CAUSAS</i>	<i>PROBLEMA</i>
Golpes en tuberías sin protección	Fuga de combustible y GLP
Falta de mantenimiento a equipos (hornos de oxidación)	Explosión de horno
Mala instalación eléctrica en máquinas y equipos	Cortocircuitos
Falta de medidas de seguridad en trabajos de riesgo	Incendio

5.1.4 Soluciones Posibles: implementar en el área

Capacitación al personal en los riesgos que llevan consigo los golpes a tuberías que transportan gas combustible y los riesgos de incendio y explosión que traen como consecuencia.

Implementar un sistema de señal rápida o de advertencia para detectar fugas en la zona de almacenamiento de combustibles.

Elaborar un Plan de Emergencia con los procedimientos de actuación para incendio y fuga de combustibles e implementar y organizar brigadas de emergencia.

Construcción de muros de Protección en la zona aledaña al almacenaje de combustibles.

5.1.5 Beneficios:

Minimizar el nivel de riesgo elevado existente, un ambiente seguro en las instalaciones, evitar las pérdidas de mobiliario, equipos, máquinas y muertes que sean producto de un incendio o explosión.

5.1.6 Ejecutar la Acción: poner en práctica las soluciones posibles, para ello se debe invertir en la instalación de equipos contra incendios, capacitaciones, práctica de simulacros, y en la elaboración de una plan de emergencias, asi mismo hacer un seguimiento a las soluciones que estamos planteando.

CAPITULO VI:
***Instrumentos de Prevención
de Riesgos ante Emergencias***

Instrumentos de Control de Riesgos

Para la gestión de riesgos en instalaciones o actividades peligrosas se deben considerar las medidas necesarias a fin de prevenir la ocurrencia de accidentes mayores, lo que requiere evaluar la frecuencia de las fallas capaces de provocar accidentes, así como las posibles consecuencias de esos accidentes para minimizar los impactos en las personas y en el ambiente.

La elaboración de un *Plan de Emergencia* forma parte de la *Gestión de Riesgos*, cuya finalidad es minimizar los daños provocados por los accidentes. Para elaborar un plan de emergencia adecuado, que permita enfrentar los posibles daños causados por los accidentes en una planta industrial, primero se debe hacer un estudio detallado de análisis de riesgos con la finalidad de evaluar adecuadamente los tipos de accidentes, los recursos y las acciones necesarias para minimizar los impactos.

Por lo tanto, el estudio de análisis de riesgos es un requisito básico para elaborar un plan de emergencia. El alcance de los daños causados por un accidente mayor es proporcional al nivel de planificación.

Por consiguiente, un Plan de emergencia debidamente elaborado e implementado, tiene más posibilidades de evitar que un accidente se transforme en un desastre.

El objetivo de un Plan de emergencia es proporcionar un conjunto de directrices e información destinadas a la adopción de procedimientos lógicos, técnicos y administrativos estructurados para facilitar respuestas rápidas y eficientes en situaciones de emergencia.

En términos generales, un plan debe tener las siguientes características:

- posibilitar la restricción de los daños a un área determinada, previamente designada para evitar que los impactos sobrepasen los límites de seguridad preestablecidos;
- contemplar las acciones necesarias para evitar que situaciones (internas o externas), de las instalaciones involucradas en el accidente, contribuyan a su agravamiento;
- ser un instrumento práctico que facilite respuestas rápidas y eficaces en situaciones de emergencia; y
- ser lo más sucinto posible y contemplar, clara y objetivamente, las atribuciones y responsabilidades de las personas involucradas.

Como se mencionó anteriormente, el estudio de análisis de riesgos es un requisito para la elaboración del plan de emergencia ya que permitirá extraer, entre otras, la siguiente información:

- escenarios de accidentes;
- consecuencias esperadas de cada uno de los accidentes considerados; y
- posibles impactos y áreas afectadas.

Esa información permite planificar la elaboración del plan de emergencia porque facilita la proyección adecuada de las siguientes acciones:

- aislamiento;
- señalización;
- definición de puntos de encuentro y vías de escape;
- determina la cantidad y localización estratégica de equipos de seguridad y protección individual;
- definición de procedimientos contra fugas e incendios.

Consideramos que un Plan de emergencia para la atención de accidentes ambientales provocados por productos o actividades peligrosas debe seguir una

estructura en donde se detalle las características de las instalaciones, actividades que se realizan, cual será el alcance de dicho plan, la estructura organizacional y las responsabilidades a nivel organizacional que son importantes para poder actuar ante una emergencia.

Es también importante organizar a todo el personal de la planta y sepa como actuar ante una emergencia que involucre sustancias inflamables que para nuestro estudio estamos desarrollando, para ello se ha distribuido a un grupo de todo el personal para que integre las siguientes brigadas.

* *Ver Anexo:*

- Distribución de brigadistas, pagina 131
- Organigrama y Responsabilidades de las brigadas, pagina 132 al 136
- Directorio telefónico de emergencias, pagina 137

6.1 Procedimientos de:

6.1.1. Evacuación en caso de fuga de una sustancia inflamable

Para Oficinas:

1. Dada la alarma u orden de evacuación la movilización comenzará en orden a paso vivo, sin correr y sin alarmarse.
2. No empujarse, ni gritar, obedezca la voz de mando de quien conduzca la evacuación.
3. El personal de oficinas administrativas, tomarán sus objetos personales indispensables (sacos, carteras, llaves de automóviles, etc.). Previamente se debe guardar toda papelería, cerrar los cajones de escritorio y archivos y desconectar máquinas y artefactos eléctricos a su cargo.
4. El personal que tenga asignado el retiro de valores o documentos importantes y/o confidenciales no sustituibles, deberá portarlos consigo al punto de reunión.

5. En lo posible, el personal femenino debe evitar el uso de zapatos de taco alto, si los tiene debe tener mucho cuidado al desplazarse. No deberán quitárselos porque pueden dañarse con los vidrios rotos u otros elementos.
6. En caso de incendio o sismo, use solamente las vías y/o escaleras de su ruta.
7. Quien se encuentre más cerca de la puerta la abrirá y ordenará la salida con calma.
8. Al llegar al área de Seguridad cada sección u oficina se constituirá en orden para verificar si todos se encuentran presentes.
9. Si en los momentos de evacuación usted, se encontrará con visitantes, indicar las rutas y acciones a seguir para su rápida evacuación hasta llegar al punto de reunión.

En las Unidades Operativas:

Al recibir la orden de evacuación (verbal, radio o por sirena), proceda de acuerdo de la siguiente manera:

1. Los brigadistas responsables de cada unidad operativa se constituirán y ubicarán en el lugar de la emergencia en el menor tiempo posible.
2. Todos brigadistas de Evacuación trabajarán en forma conjunta con los brigadistas de Rescate.
3. El brigadista de evacuación guiará a las personas hacia el punto de encuentro más cercano, mientras que el brigadista de rescate se ubicarán al final de la columna formada por las personas que desalojarán el pabellón y ayudará a las personas que no puedan salir de la instalación e inspeccionarán que ninguna persona se quede dentro
4. Si alguien cae, deberá tratar de rodar fuera de la ruta y/o levantarse inmediatamente para no provocar más caídas y amontonamiento

que pueden ser fatales. Quienes se hallen cerca deberán ayudar a levantar lo más rápido posible al caído.

5. Los brigadistas de evacuación mantendrán a las personas en los puntos de encuentro más cercanos hasta que se dé la orden de salida de la instalación.
6. El desplazamiento hacia los exteriores, se realizará siguiendo las Rutas de Evacuación establecidas.
7. Todas las salidas hacia lo exteriores serán por la avenida Elmer Faucett

6.2 Lucha contra incendios: En caso de generarse un incendio se procederá:

Si la instalación afectada se encuentra en condiciones inhabitables o pongan en peligro la vida de la persona, no se ingresará por ningún motivo, se esperará ayuda de la Compañía de Bomberos.

CONSIDERACIONES PREVENTIVAS EN CASO DE INCENDIO:

1. Familiarizarse con la ubicación de los extintores manuales y gabinetes contra incendio. Reporte al jefe de Seguridad Industrial si observa algún extintor descargado o faltante.
2. Elaborar una lista o inventario de los extintores, en donde se detalle las fechas de vencimiento, el tipo y la capacidad, que aseguren la operatividad de los mismos en el momento de la emergencia.
3. Verificar las condiciones de los Gabinetes Contra incendios, es decir enrollado, limpieza y secado de las mangueras y accesorios.
4. El Jefe de Seguridad Industrial debe elaborar un FORMATO DE PERMISO DE TRABAJO EN CALIENTE, que hará entrega al Responsable de la obra, este formato será llenado antes de realizar dicho trabajo (soldaduras, esmerilado y corte)

5. Todos los trabajos que el Jefe de Seguridad Industrial considere un riesgo de incendio, deben tener el Permiso de Trabajo en Caliente en un lugar visible.
6. Mantener una Lista Telefónica actualizada con los números de las Compañías de Apoyo (Bomberos, Cruz Roja, PNP, etc.), más próximas al establecimiento.
7. Asegurarse que el Sistema de Alarma funcione adecuadamente.
8. Los miembros asignados a las brigadas contra incendio en la emergencia se proveerán de las llaves de los gabinetes contra incendio.
9. Capacitar a los Brigadistas con cursos teóricos y prácticos de lucha contra incendio y realizar semestralmente simulacros.

PROCEDIMIENTO AL INICIO DE UN INCENDIO

Si se detecta un incendio:

1. Actuar de inmediato sin perder la calma.
2. Dar el aviso del incendio y comunicar al Jefe de Seguridad Industrial.
3. Activar el equipo extintor apropiado si tiene conocimiento de operarlo. Si no ha sido entrenado en el uso de extintores, abandonar el área, dar aviso de incendio y solicitar ayuda.
4. Considerar que los extintores portátiles solamente constituyen un medio de controlar amagos o incendios en su fase inicial, y de ninguna manera servirán para la extinción de incendios de grandes proporciones. En la presencia de incendios mayores, se deberá recurrir a la utilización de los gabinetes contra incendios, los cuales serán operados por las brigadas, debidamente entrenados.

PROCEDIMIENTO GENERAL CONTRA INCENDIO

Dada una situación de alarma de incendio o emergencia de incendio, el personal involucrado en la Organización Contra incendio actuará de la siguiente forma:

1. El jefe de brigada es responsable que los brigadistas asuman los puestos y funciones indicadas.
2. Todos los brigadistas deben usar equipo de protección completo (casco de bombero con protector facial, botas, guantes y capote), por lo menos quienes sean destinados a la primera línea de combate. El resto del personal usará casco de protección convencional.
3. Bajo el mando jerárquico más alto que se encuentre presente, a falta de los miembros establecidos de la brigada, se iniciará el control y/o extinción de la emergencia.
4. El jefe de Seguridad Industrial coordinará con el Jefe de Seguridad Física la evacuación de vehículos, quien tomará las medidas necesarias para facilitar la salida de vehículos del área comprometida en la emergencia, así como de las rutas de acceso de vehículos de apoyo al área de emergencia. Asimismo, será responsable de coordinar con la policía el tránsito fuera de las instalaciones.
5. La orden de evacuación general no incluye al personal de brigadas y vigilancia, salvo órdenes específicas en contrario.
6. La llegada de personal especializado externo, como el Cuerpo de Bomberos y Emergencia de la Policía Nacional, no libera ninguna responsabilidad al Comité General de emergencias. Se debe mantener activa toda organización en

estricta coordinación con los mandos de las fuerzas de emergencia y de apoyo, que se hagan presentes en la instalación.

7. El personal de vigilancia no permitirá la salida y el ingreso de ninguna persona o vehículo de la planta que no cuente con la autorización del jefe de Seguridad Física.
8. Solamente personal oficial y debidamente identificado del Cuerpo de Bomberos y de las Fuerzas de apoyo externo podrá ingresar a la instalación y solamente con vehículos de apoyo especializado. El Jefe de Seguridad Industrial tomará la decisión en los casos especiales que se puedan presentar en consulta, con el Primer Coordinador General.
- 9 Ninguna persona de la empresa deberá prestar declaraciones a las autoridades ni periodistas. Esta es función y responsabilidad exclusiva del Gerente Administrativo.

6.3 Procedimiento en caso de Derrame o Fuga de Hidrocarburo

Todo derrame producido en la instalación ya sea durante la carga, operación, transporte o eventualmente por averías en el sistema o alguna otra causa, deberá ser comunicado por la primera persona que lo detecta al Ingeniero Seguridad Industrial quien activara al grupo de respuesta para las acciones que le corresponden a su vez dispondrá las medidas de aviso a los miembros del Comité Central de Emergencia, activara la Brigada Contra Incendio, los avisos y alarmas para todo el personal si fuera necesario.

El Ingeniero de Seguridad Industrial deberá levantar la siguiente información:

- Nombre del Informante
- Lugar del derrame
- Fecha y hora en que se produjo el derrame
- Características del derrame

- Tipo de producto
- Volumen aproximado
- Extensión del derrame o mancha aproximada en m2.
- Desplazamiento del derrame o dirección de la mancha
- Circunstancias en las que se produjo el derrame
- Posibles causas del derrame
- Que afecto el derrame

Cuando el derrame se produzca fuera de las horas laborables se efectuará con el personal de turno de servicio debiéndose comunicar esto a los miembros del Comité Central de Emergencia.

Acciones Generales a realizar ante la presencia de derrames:

- El operador del área dará aviso al Ingeniero de Seguridad Industrial, quien dará las instrucciones para eliminar el derrame.
- El personal de vigilancia cerrará las puertas de la instalación restringiendo el acceso de cualquier persona salvo autorización del Ingeniero de Seguridad Industrial.
- Se detendrá toda maniobra de bombeo trasvase con el Tanque involucrado así mismo se cerraran las válvulas de alimentación de la tubería principal o afectada.
- Hasta que el Ingeniero de Seguridad industrial lo disponga no se autorizará o emitirán "Permisos de Trabajo" en caliente o con fuego en cualquier lugar de la instalación, esta restricción solo podrá ser revocada por el Primer Coordinador General de Emergencia.
- El personal de seguridad señalará y vigilará permanentemente la zona de peligro.
- Luego de haber recuperado el combustible y confinado los desechos impregnado del producto derramado el Ingeniero de Seguridad Industrial procederá a determinar el nivel de riesgo de incendio, si

este fuera poco probable, se procederá a retirar los avisos de seguridad y ha normalizar las actividades

- De acuerdo al volumen del desecho confinado se solicitará a un tercero el transporte del material confinado.
- Por último, se deberá analizarse las causas del derrame del combustible, las maniobras de aislamiento del área de recuperación del combustible, limpieza del área y confinamiento de los residuos sólidos contaminados, con la finalidad de tomar las precauciones del caso y no se vuelva a repetir.

6.4 Programa de Entrenamiento, capacitación y respuesta

El entrenamiento, los simulacros y ejercicios que se puedan desarrollar son la parte más importante de este Plan, ya que en ellos nos permite evaluar su funcionalidad y nos muestra los errores que se pueden cometer durante el desarrollo de una emergencia, por esto los ensayos y simulacros deben ser lo más real posible.

La frecuencia con la que se desarrollen este tipo de actividades será establecida de acuerdo a procedimientos por el Jefe de Seguridad Industrial y descritos en los procedimientos de respuesta de emergencia.

Al final de cada ejercicio se realizará una evaluación desde el punto de vista de sus funciones y se harán las críticas y sugerencias en forma conjunta.

Además de la debida divulgación, la implementación del plan está relacionada con la disponibilidad de los recursos humanos, materiales necesarios y compatibles con la gravedad de las posibles ocurrencias que se atenderán.

Dicho programa considera la implementación y mantenimiento de la capacitación en diferentes niveles de dificultad, incluidos:

- ❖ capacitación teórica;
- ❖ capacitación individual;
- ❖ ejercicios de campo;
- ❖ operaciones simuladas de coordinación.

Después de la etapa de implementación, el plan de emergencia se debe actualizar y revisar periódicamente, con base en la experiencia adquirida a lo largo del tiempo, tanto durante las ocurrencias reales como durante la capacitación. El mantenimiento del plan debe contemplar las siguientes actividades:

- ❖ sistema de actualización de la información;
- ❖ registro de los casos atendidos;
- ❖ reevaluación periódica de los procedimientos;
- ❖ reemplazo y renovación de recursos.

6.5 Ejercicios de Evacuación

La existencia de medios de evacuación no es suficiente para garantizar la seguridad del personal. Es necesario llevar a cabo simulacros de evacuación para aprender el empleo eficaz de las vías de salida. Es necesario que exista alguna forma de organización de los ejercicios de evacuación en todos los casos, para garantizar que alguien esté a cargo de las tareas de evacuar a los ocupantes y evitar confusiones entre las tareas de evacuación, y extinción del fuego.

- ❖ La responsabilidad de planear la salida y los ejercicios de evacuación se asigna generalmente al director de prevención y control de pérdida por incendio y su personal.
- ❖ Los planes deben discutirse con la dirección intermedia e inferior

para asegurarse su comprensión y cooperación. Si no hubiese director de prevención, el director de planta puede asumir esta responsabilidad o delegarla en algún miembro de su equipo.

- ❖ Todos los empleados deben conocer la señal de evacuación y la vía de salida que deben seguir. Deben saber desconectar todos los equipos inmediatamente después de oír la señal y presentarse en el punto de reunión fijado. En las grandes instalaciones se establecen vías principales y alternativas y todos los empleados deben recibir instrucciones en el empleo de ambas.
- ❖ Una vez que los empleados estén reunidos, los jefes de cada zona deben pasar lista para asegurarse de que todo el personal a su cargo se encuentra presente. En caso de que hubiese empleados ausentes debe informarse al director de evacuación, de modo que se inicie inmediatamente las actividades de búsqueda. Solamente se permitirá el acceso a las zonas evacuadas de los individuos dotados de equipo de protección.
- ❖ Al terminar los ejercicios de evacuación deben reunirse los Directores responsables para evaluar el éxito o no del ejercicio y corregir los detalles en que se hayan registrado fallas o malentendido.
- ❖ El momento mas oportuno para la realización de estos ejercicios dependerán en cierto grado del tipo de trabajo que se realice en la industria; generalmente la realización de ejercicios minutos antes de la comida reduce la pérdida de tiempo y producción. La frecuencia de los ejercicios debe determinarse según el grado de riesgo que presente la actividad que se realice y la complejidad de las operaciones de desconexión e interrupción de la maquinaria y de los procedimientos de evacuación.

CAPITULO VII:
Conclusiones y
Recomendaciones

CONCLUSIONES:

1. De las estadísticas recopiladas en el Reporte de Incidentes de Planta desde 1998 al 2003 podemos decir que constituyen un valioso aporte para la formulación del Planteamiento del problema, lo que nos ayuda a poder localizar y a su vez observar la frecuencia de los hechos que constituyen el análisis de nuestro estudio.
2. De la aplicación del Método JAM (Justificación Medida del riesgo) obtenemos un Nivel de Riesgo de 5, y un Factor de implicancia de 3 es decir el nivel de exposición de un trabajador con respecto al riesgo de fuga o escape de hidrocarburos es más frecuente que el de otros riesgos presentes en los reporte de incidencia. La Medida del Riesgo (MR) obtenida es de 216, y teniendo en cuenta la tabla N° 2 se puede considerar MUY ELEVADA. El nivel de aceptabilidad es 72 es decir considerar a este hecho como peligroso para el desarrollo de las actividades industriales que junto con el valor del factor de implicancia colocados en el eje cartesiano, lo ubican dentro de los Riesgos Intolerables, teniendo como medida la Paralización de cualquier actividad que involucre hidrocarburos.
3. Del Método UCSIP tenemos lo siguiente: El Factor de Seguridad (FS) obtenido es menor a 1 lo que nos indica una mayor frecuencia de un hecho no deseado , y el Nivel de Probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado (NP) es 5 (el mayor valor en la escala de este método), de lo que concluimos que la probabilidad de repetirse un evento no deseado es muy elevada de no realizarse de inmediato las medidas preventivas oportunas.
4. La aplicación del segundo método nos confirma lo aplicado en el primero y ambos Métodos llegan a la conclusión de que la Unidad Operativa Oxido de Zinc tiene un nivel de riesgo alto, y existe una alta probabilidad de que un evento no deseado se pueda producir.
5. Con la aplicación y desarrollo del análisis de riesgo a la UO Oxido de Zinc se debe elaborar un Plan de Acción que involucre las medidas preventivas necesarias, las cuales, deben tener el apoyo de la gerencia hacia el área de Seguridad Industrial, lo que significa la inversión en la implementación de una red y equipos contra incendios, señalización de evacuación normalizada, realización de inspecciones planeadas a los equipos industriales y el cambio en la cultura del personal y la empresa en seguridad.

RECOMENDACIONES:

1. Ampliar el Análisis de Riesgo para las demás áreas operativas de la Planta e informar a la gerencia para obtener el apoyo que se requiere y así prevenir futuros acontecimientos no deseados
2. Revisar e Implementar los sistemas de protección que involucran el almacenamiento de los depósitos de Líquidos inflamables como por ejemplo el GLP y Diesel, lo que incluye una red contra incendios, distribución correcta de equipos para combatir incendios, aislamientos de emergencia y sistemas de refrigeración para los tanques de GLP que garantice la protección de los equipos y los trabajadores.
3. La implementación de un Plan de emergencia para las áreas de mayor riesgo, además de la capacitación del personal, formación de las brigadas correspondientes con prácticas de campo para una eficiente y eficaz respuesta ante una emergencia.
4. Llevar a cabo auditorias periódicas para garantizar que los riesgos presentes en esta unidad se identifiquen claramente, como por ejemplo: un control estricto de los equipos más antiguos dentro de la Planta garantizando que las medidas de control se mantengan óptimas.
5. Establecer procedimientos de encendido y apagado de los hornos de oxidación que servirá para garantizar que el combustible que no se ha consumido se acumule y entre en ignición. Esto es debido a la proximidad que hay entre los Hornos y los Tanques de almacenamiento de GLP y Diesel.
6. Impartir a los trabajadores la formación e información sobre los peligros que generan los incendios con productos químicos, combustibles o metal fundido, así como las medidas de prevención que se deban adoptar.

Bibliografía

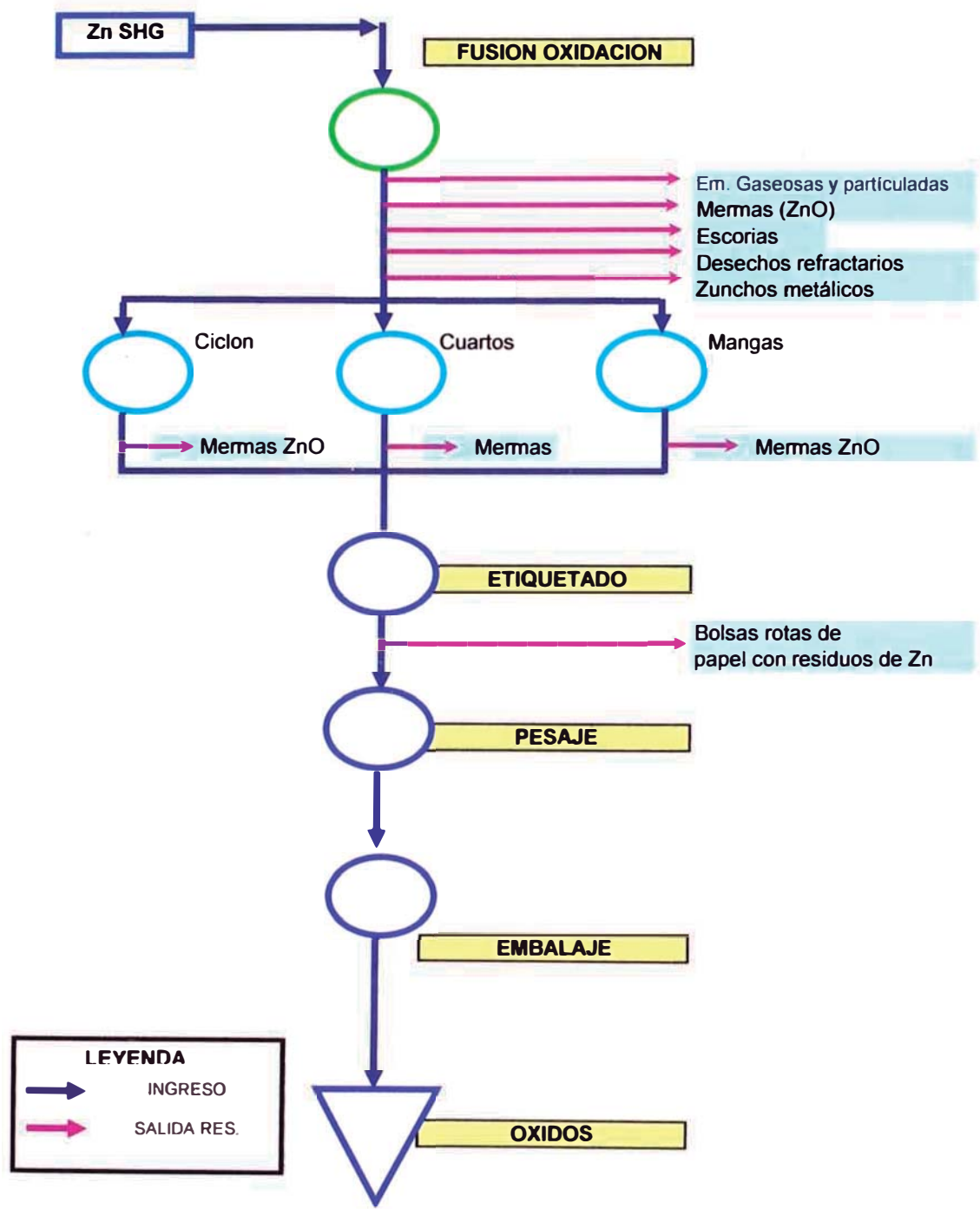
- 1.- MANUAL DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL MINISTERIO DE SALUD DE CHILE, Departamento de Asuntos de Emergencias y Catástrofes de Chile. Capítulo I.
- 2.- CENTRO DE INFORMACION QUIMICA PARA EMERGENCIAS. Referencia: Química de los Materiales Peligrosos, Lección N° 9 Sustancias Inflamables Pagina 3 (Riesgos en los Líquidos Inflamables) www.ciquime.org.ar
- 3.- SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE DE MEXICO. Referencia: Artículo Gas Licuado de Petróleo (GLP) del tema AIRE, publicado el 13 noviembre 2003 www.sma.df.gob.mx/sma/module.php.
- 4.- METODOS DE EVALUACION DE RIESGOS LABORALES. Capítulo 3: Métodos complejos de evaluación de riesgos. Seguridad Industrial. Pág. 101. Autor Juan Carlos Rubio Moreno.
- 5.- MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES DE ESPAÑA. Nota Técnica de Prevención NTP N° 410. Método Justificación Analítica de la Medida del Riesgo
- 6.- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. Reglamento de Seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos. Título tercero
- 7.- Curso de Auto instrucción en Prevención, preparación y respuesta para desastres por productos químicos. Capítulos: Estudio de Análisis de Riesgos en instalación con Productos químicos y Planes de Respuesta en caso de accidentes químicos. www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/e/peliasoc/index.html.
- 8.- MANUAL DE INCENDIOS DE CHILE. Capítulo 1. www.disaster-info.net/chile/manualincendios/capitulo1.html.

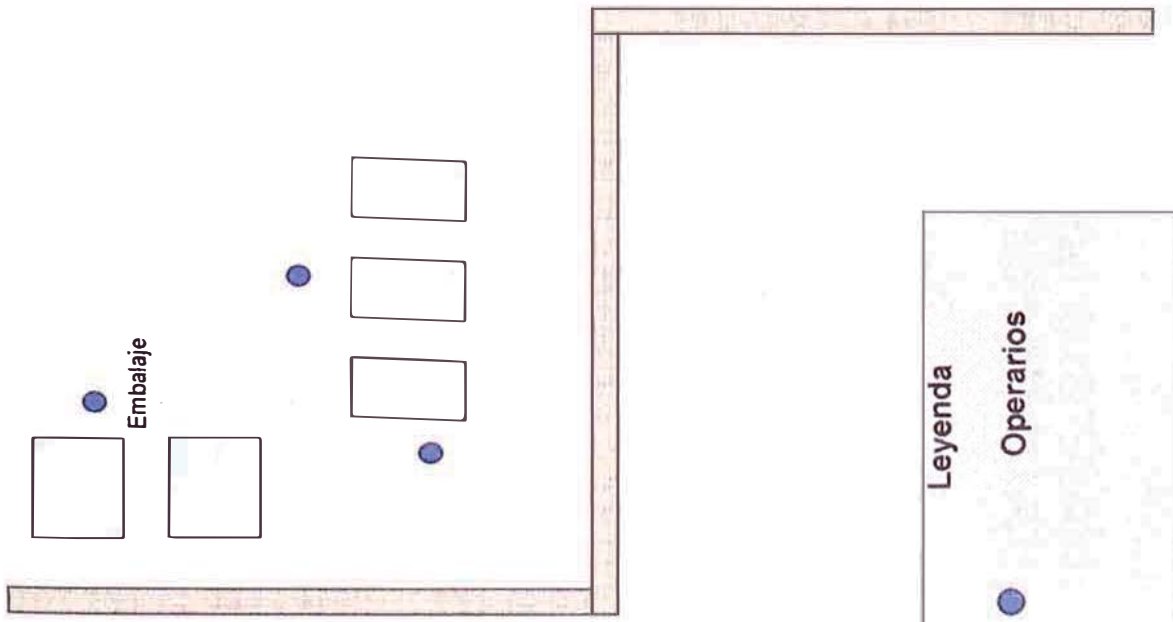
ANEXOS

ANEXO N° 1 COMPONENTES DE LA UNIDAD OPERATIVA OXIDO DE ZINC.

UNIDAD OPERATIVA OXIDO DE ZINC	
<i>Elementos</i>	<i>Cantidad</i>
Número de Operarios	40
Horas de labor	8 horas diarias
Turnos de trabajo	3
Hornos de Oxidación	7
Tolvas	7
Máquinas de embolsado	2
Tecles	1
Montacargas	3
Molinos	1
Tanques de Residual N° 6 de 7.000 gln	1
Tanque de Residual N° 6 de 8.000 gln	1
Tanques de Diesel N° 2 de 9.000 gln	1
Tanques de Diesel N° 2 de 4.000 gln	1
Tanques de Diesel N° 2 de 800 gln	1
Tanque de GLP de 20.000 gln	1
Tanque de GLP de 1.000 gln	1
Materia prima	Barras de Zinc
Ciclones de partículas	7

RESIDUOS GENERADOS EN LA UO OXIDO-IEQSA

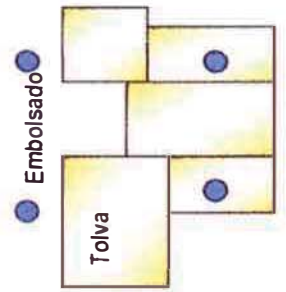
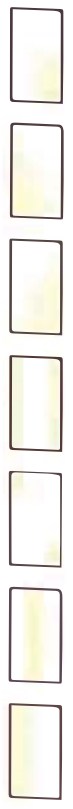




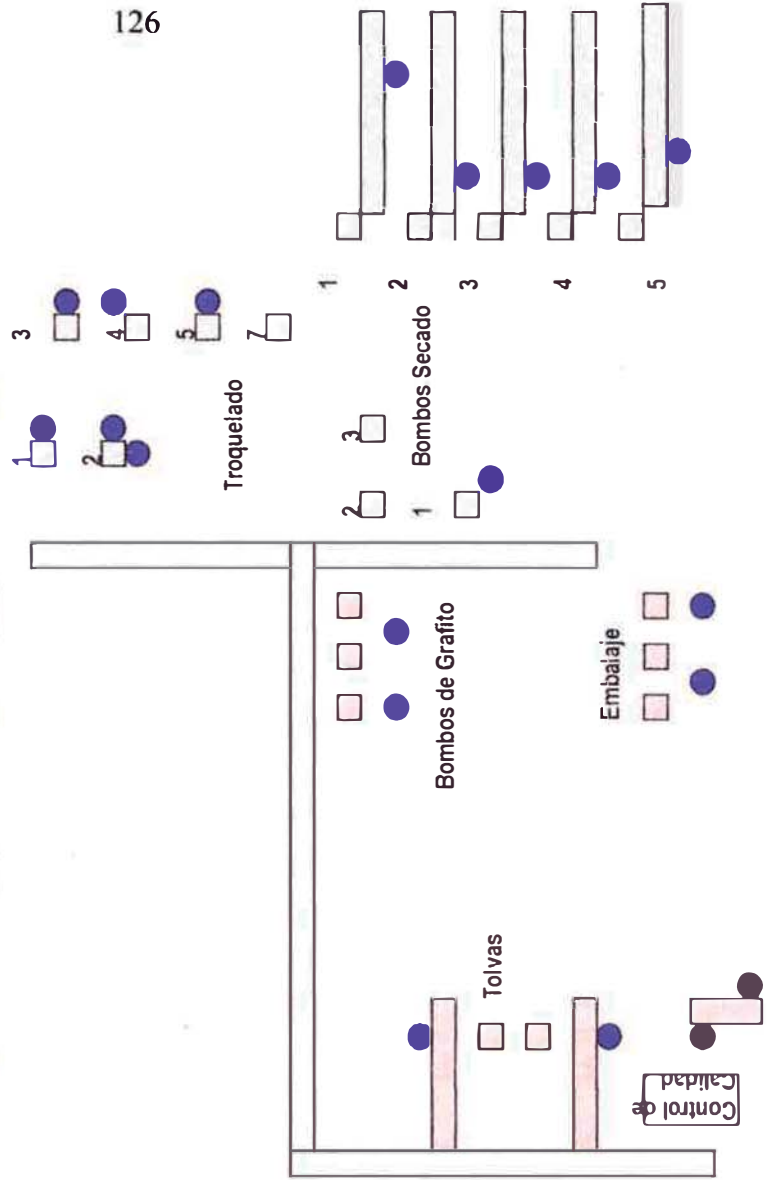
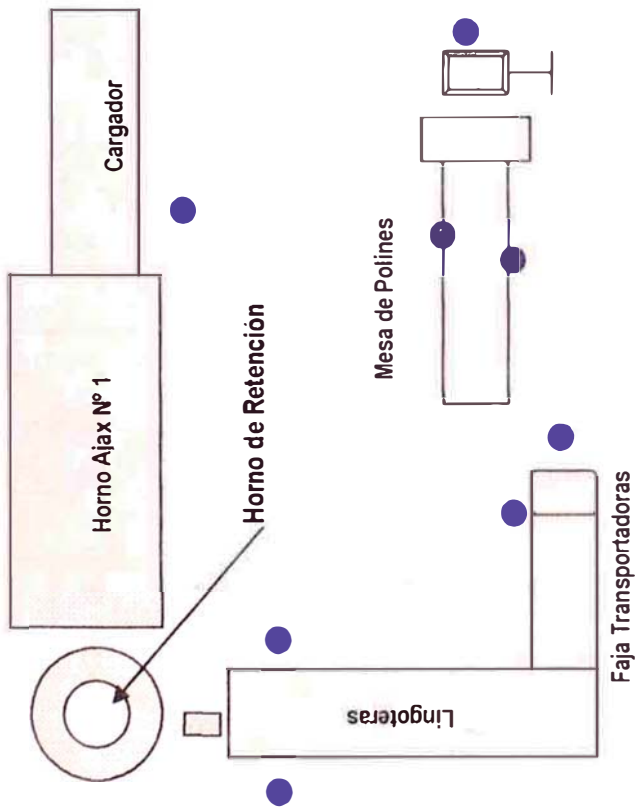
Linea N° 7 Linea N° 6 Linea N° 5 Linea N° 4 Linea N° 3 Linea N° 2 Linea N° 1



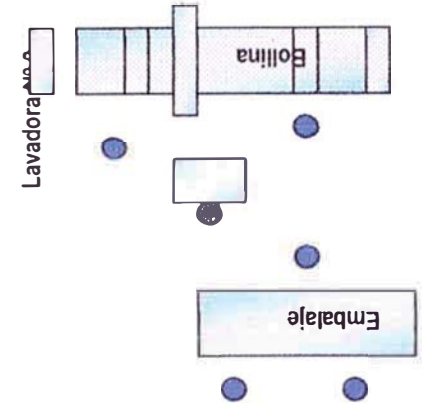
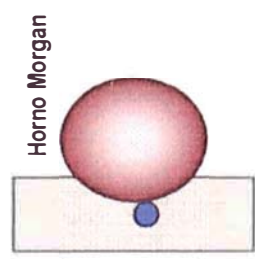
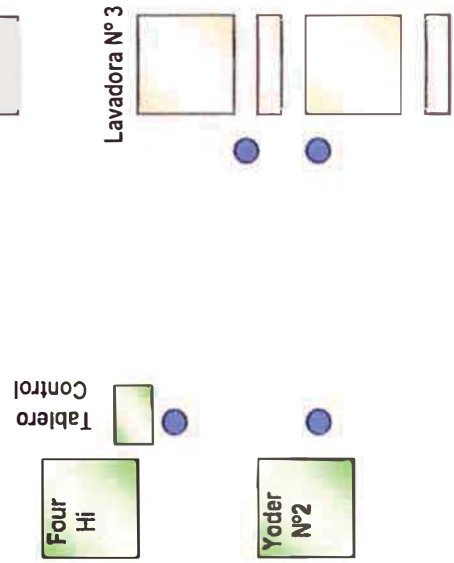
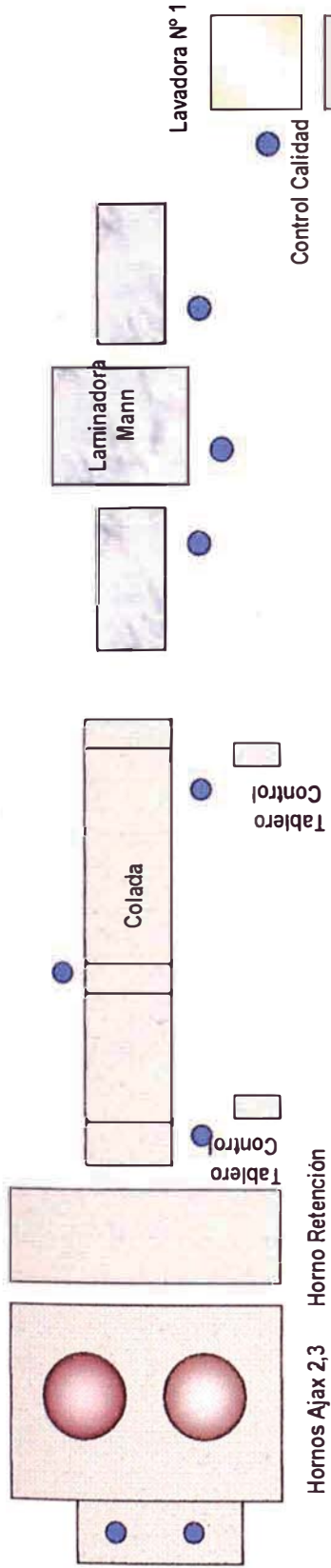
Hornos



Distribución de los Operarios dentro de la UO OXIDO de Zinc

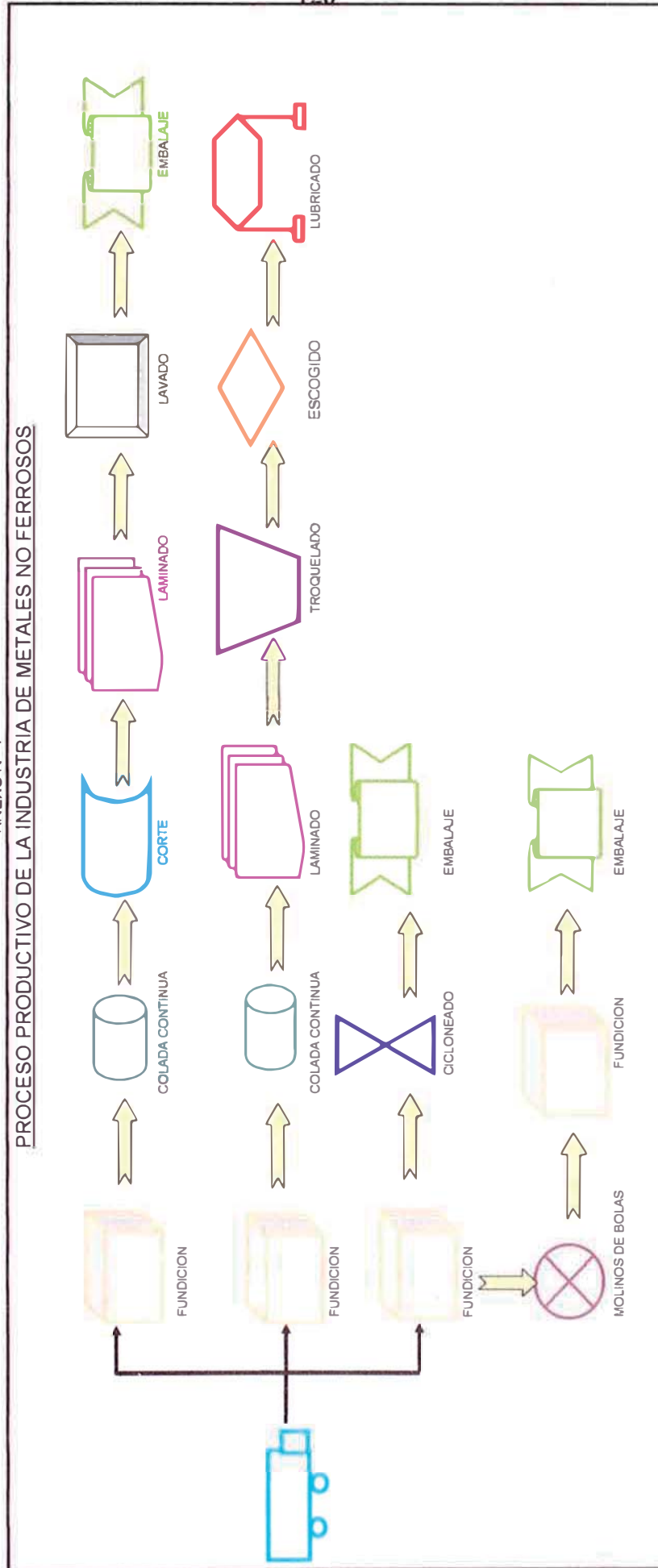


Distribución de los operarios dentro de la UO DISCOS



Distribución de los Operarios dentro de la UO PLANOS

128 ANEXONº 4
PROCESO PRODUCTIVO DE LA INDUSTRIA DE METALES NO FERROSOS



ANEXO N° 5 Distribución de Equipos Contra Incendios en Planta

RESUMEN DE EXTINTORES			
N° de extintor	Ubicación	Tipo/peso	
		CO2	PQS
PLANOS			
1	Horno Zincal		12
2	Horno Ajax 2 y 3	15	
3	Hunter Control	15	
4	Control Malinadora Farrel		12
5	Final laminadora farrel	15	
6	Laminadora Mann		12
7	Control Lavadora 3	15	
8	Laminadora Nash		12
9	Laminadora Bollina	15	
10	Laminadora Bollina	50	
Sub Total		6	4
DISCOS			
1	Panel eléctrico		12
2	Laminadora Conveyor	15	
3	Troqueladora	15	
4	Final de Troquealdora		12
5	Tambores		12
6	Escogido de discos		12
7	Embalaje	15	
Sub Total		3	4
OXIDO DE ZINC			
1	Polvo de zinc		12
2	Oficina de Oxido de zinc		12
3	Oficina de Oxido de zinc	15	
4	Línea 3 y 4		12
5	Línea 5 y 6		12
6	Línea 7	15	
7	Embolsado	15	
8	Molino de Bolas		12
9	Horno de recuperación		12
10	Hornos Morgan 1		12
Sub Total		3	7
MANTENIMIENTO			
1	Taller de soldadura		12
2	Taller eléctrico	15	
3	Taller electrónico	15	
4	Controles de Laminadora Mann	15	
5	Controles de Laminadora Mann	15	
6	Controles de Laminadora Mann	15	
7	Grupo electrógeno	15	
8	Grupo electrógeno		12
9	Maestranza		12

10	Carpintería		12
11	Mantenimiento Transporte		12
	Sub Total	6	5
OVERPELT			
1	Productos terminados		12
2	Oficina de control de calidad	5	
3	Almacèn parte externa		12
4	Almacèn parte interna		12
5	Servicios	5	
6	Sub estación	5	
7	Rueda	5	
	Sub Total	4	3
ALMACENES			
1	Ingreso de material		12
2	Despacho interno		12
3	Tanques de R-6		12
4	Almacèn de repuestos		12
	Sub Total	0	4
OFICINAS DE PLANTA Y ADMINISTRATIVAS			
1	Oficinas de Planta	5	
2	Escalera	5	
3	Laboratorio	5	
4	Oficinas de contabilidad		12
5	Oficinas de Cómputo		12
6	Oficinas Principales		12
7	Tópico	5	
8	Comedor	5	
9	Oficina Vigilancia		12
	Sub Total	5	4
	SUB TOTAL	27	31
	TOTAL		58

ANEXO N° 6 DISTRIBUCION DE BRIGADAS EN LA PLANTA

BRIGADAS										
ZONA DE REUNION	VIAS DE ESCAPE	UO	AREAS	No DE PERSONAS	TOTAL	EVACUACION	PRIMEROS AUXILIOS	RESCATE	DEL AREA DE LA ZONA DE REUNION A LAS SALIDAS	TIEMPO DE EVACUACION
Frente a Vigilancia	Puerta principal	Logística	Almacén	14	29	Jefe - Auxiliar	Paramédico	Auxiliar de compras	27"	20"
	Puerta principal		Vigilancia	15		Jefe - Empleado	Paramédico	Vigilancia	12"	14"
	Puerta principal	Administración	Limpieza personal			Supervisor - Empleado	Paramédico	Operario de limpieza	12"	
Frente al Tópico	Salida Nash	Planos	Corte, lavadora, Control de Calidad	7	57	Ingeniero de Turno - Maquinista	Coopera con el paramédico	Supervisor - operario	24"	
	Salida Troqueladora		Bollina, embalaje	8		Supervisor - Maquinista	Coopera con el paramédico	Supervisor - operario	53"	
	Salida al 1er piso	Administración	Asuntos legales, logística, computo	29		Jefe - Empleado	Coopera con el paramédico	Empleado	46"	18"
	Puerta grande	Servicios Discos	1er piso			Jefe - Empleado	Coopera con el paramédico	Compras - conseje	40"	
	Puerta principal		Cocina	6		Supervisor - Operario	Coopera con el paramédico	Trabajador	18"	
	Salida Nash		Troquelado	7		Supervisor - Maquinista	Coopera con el paramédico	Maquinista - Operario	43"	
	Puerta No 3	Planos	Laminadora Mann y Rectificado	9		Ing. de Turno - Supervisor	Coopera con el paramédico	Supervisor - Maquinista	21"	
Frente al vestuario de empleados	Escalera escape	Administración	2do piso Contabilidad, Finanzas	4	26	Jefe - Empleado	Coopera con el paramédico	Empleado	46"	1mn 20"
Frente al taller eléctrico	Puerta principal	Mantenimiento	Electrónica, Refractorio	13	25	Electrónico - Mecánico	Coopera con el paramédico	Supervisor - Técnico	16"	
	Salida Principal	Mantenimiento	Soldadura, Mecánica	18		Operarios - Ayudantes	Coopera con el paramédico	Guardia técnico	31"	
	Salida Principal	Mantenimiento	Eléctrico	5		Supervisor - Empleado	Coopera con el paramédico	Guardia técnico	17"	1mn 20"
	Salida Principal	Almacén	Repuestos	2		Técnicos - Operarios	Coopera con el paramédico	Guardia técnico	21"	
	Salida Principal	Oxido	Polvo de Zinc	4		Jefe	Coopera con el paramédico	Supervisor	22"	
	Salida Principal	Adm de Planta	Oficinas de Planta	25		Jefe - Secretaria	Coopera con el paramédico	Ingeniero	21"	1mn 20"
	Frente a Maestranza	Salida Principal	Mantenimiento	Matrateria y Maestranza		6	Supervisor - Operario	Coopera con el paramédico	Tomero - Matrícero	20"
Frente a Homo 6	Zona de Evacuación	Planos	Homos Ajax 2 y 3, Hunter	7	49	Supervisor - Operario	Coopera con el paramédico	Maquinista - Operario	32"	1mn 43"
	Puerta No 5	Discos	Fundición Rueda	7		Ing. Turno - Operario	Coopera con el paramédico	Supervisor - Operario	20"	
	Salida Intemperie	Recuperación	Zaranda No 2	2		Supervisor	Coopera con el paramédico	Operario de limpieza	17"	1mn 43"
	Zonas principales	Oxido	Fundición, embolsado y embalaje	21		Supervisor - Operario	Coopera con el paramédico	Maquinista - Operario	85"	
	Puerta 6	Discos	Laminadora 1 y 4	20		Supervisor - Operario	Coopera con el paramédico	Operario	15"	
	Zona Aledaña	Recuperación	Homo, Molinos, y Zaranda	5		Supervisor - Operario	Coopera con el paramédico	Operario	14"	
	Puerta No 7	Discos	Escogido Embalaje y Lubricación	18		Supervisor - Operario	Coopera con el paramédico	Supervisor - Operario	35"	1mn 11"
Frente a Almacén Central y carpintería	Puerta No 7	C. Calidad	Planta Discos, caseta	6	Supervisor - Operario	Coopera con el paramédico	Inspector - Operario	34"		
	Puerta despacho	Almacén	Despacho insumos	8	Auxiliar - Operario	Coopera con el paramédico	Auxiliar de compras	23"		
	Zona Aledaña	Servicios	Carpintería	3	Operarios - Operarios	Coopera con el paramédico	Operarios	46"		

ANEXO N° 7: Organización y responsabilidades de las Brigadas

A) Brigada Contra Incendios: Se encarga de combatir en forma directa el amago o incendio en caso de producirse.

Equipo de Trabajo*Jefe de Brigada de Incendios*

- Agrupa a su personal en el lugar donde se desarrolla la emergencia, identifica el tipo de incendio y comunica al Jefe de Seguridad Industrial
- Coordina las acciones para combatir el incendio hasta su extinción o controlarlo hasta la llegada de apoyo externo.
- Mantiene informado de la situación de emergencia al Jefe de Seguridad Industrial.

Sub Jefe de Brigada de Incendios

Es el encargado de secundar al Jefe de Brigada, en todas las actividades de operación destinadas a combatir la emergencia.

Pitonero:

- Estira la manga del Gabinete Contra Incendios.
- Informa al jefe de Brigada que todo esta listo.
- Bajo orden del Jefe de Brigada y cuando tenga posición en la línea, empezará con el pitoneo, dirigiendo el chorro a la base del fuego.
- En caso de ser necesario de extender la línea coordina el cierre de la válvula, sacando inmediatamente el pitón de la manga y colocándola en su nueva posición.

Hombre de Mangas N° 1

- Elemento encargado de ayudar en el extendido de la manga.
- Es el hombre inmediato del Pitonero.
- En la operación de empalme de línea se ocupa de ajustar el embone macho de la sección por agregar.

Hombre de Mangas N° 2

- Secunda al Hombre de Mangas N°1, en la operación del extendido verificando que no existan dobleces en la mangas o algún obstáculo que pueda interferir el desarrollo normal de la actividad.
- Si fuera necesario la colocación de una segunda línea, será el encargado para las sujeción del tramo a empalmar (hembra).

Hombre válvula

- Es la persona que tiene la responsabilidad de abrir la llave de la válvula del gabinete contra incendios, coordinando dicha acción con los demás integrantes del grupo.

Bomba de Agua

- El sistema de la bomba Contra incendio es automática, pero habrá una persona responsable de controlar y regular la presión de agua de acuerdo a la cantidad de gabinetes que serán utilizados en el incendio.

B) Brigada de Primeros Auxilios: Dirige y coordina las acciones de rescate y atención de heridos, proporcionándoles los Primeros auxilios.

Jefe de Brigada

- Se constituye con su personal en su puesto de comando, en espera de órdenes del Jefe de Seguridad Industrial.

- Coordina con los apoyos médicos y paramédicos (alerta medica, cruz roja, etc)

Sub Jefe de Brigada de Primeros auxilios

- Es el encargado de secundar al Jefe de Brigada de Primeros auxilios cuando este no se encuentre.
Conjuntamente con el jefe de brigada organiza las actividades de apoyo necesarias.

Titulares

Son las personas encargadas de coordinar con el Jefe de Brigada todas las actividades de primeros auxilios, llevando consigo el equipo necesario (botiquín, camillas, etc).

- Coordina con el jefe de brigada el traslado o evacuación de personas heridas hacia el centro asistencial más próximo en caso fuera necesario.

Auxiliares

Apoya a todas las actividades y necesidades del Jefe de Brigada de Primeros auxilios, que puedan surgir en el momento de la emergencia.

- Son las personas que asumen responsabilidades de los titulares en el caso que algún miembro no se encuentre presente.

C) Brigada de Aislamiento

Jefe de Brigada

- Coordina con el Jefe de Seguridad Industrial las zonas de riesgo.
- Convoca a su personal y coordina el aislamiento de la zona de emergencia.

Sub Jefe de Brigada de Aislamiento

- Secunda las actividades del Jefe de Brigada en caso que este no se encuentre.

Titulares

- Aísla y despeja la zona de emergencia, permitiendo el libre accionar de las brigadas.
- Evitarán el ingreso hacia las zonas de emergencia y de ser necesario hará efectiva la colocación de cintas rojas o amarillas de seguridad.

D) Brigada de Evacuación

Jefe de Brigada

- Coordina con el Jefe de Seguridad Industrial la salida de las personas hacia el exterior del establecimiento
- Coordina con su personal el momento de la evacuación dentro y fuera de la Planta

Titulares

Dirigen a las personas hacia los puntos de encuentro, luego de la orden de evacuación.

- Dirigen a las personas hacia la salida exterior de la instalación, luego de la orden de evacuación.

E) Brigada de Rescate

Jefe de Brigada

- Coordina con el Jefe de la Brigada de Evacuación y su personal el rescate de personas que has sido afectadas o las que por otras limitaciones no puedan salir (mujeres embarazadas, minusválidos, etc).

Titulares

- Personal encargado de trasladar de forma segura y rápida a los heridos o a aquellos que tengan alguna limitación física que impida su traslado por si mismo.
- Coordina y apoya a la Brigada de Primeros auxilios el traslado de los heridos.

F) Brigada de Mantenimiento

Jefe de Brigada

- Coordina con su personal el corte del flujo eléctrico en las zonas que solicite el Jefe de Producción
- Coordina con Jefe de Producción las necesidades materiales y equipos de su personal, para hacer frente a la emergencia

Sub Jefe de Brigada

- Secunda al jefe de Brigada en todas las actividades destinadas al cumplimiento de la misión

Titulares

- Recibe la indicación de su jefe de brigada constituyéndose en el lugar en el menor tiempo posible para realizar esa labor.

ANEXO N° 8: DIRECTORIO TELEFONICO DE EMERGENCIAS

Nombre	Teléfono
Bomberos Central de Emergencia	2220222
Incendios - Rescates Emergencias Médicas	116
AMBULANCIAS	
Alerta Médica	225 4040
Cruz Roja del Perú	265 8783
Cruz Verde	372 6025
EMERGENCIAS POLICIALES	
Radio Patrulla Callao	420 3566
Comisaría De La Legua	97544164 Next 818*4955 818*5553
Dirección Nacional Contra el Terrorismo DINCOTE	433 3684
Explosivos PNP UDEX	481 2901 / 481 4069
División de Robos	433 3657
División de Secuestros	433 3789
División de Robos de Vehículos DIROVE	328 0351 / 473 3333
División de Homicidios	441 8773
HOSPITALES DE EMERGENCIA	
Daniel Alcides Carrión (Emergencia)	429 6062
Zonal II de Callao (SABOGAL)	429 0350

ANEXO DE TABLAS

ANEXO TABLA N° I

PROPIEDADES FISICAS Y VELOCIDADES DE COMBUSTION PARA INCENDIOS DE CHARCO DE HIDROCARBUROS SOBRE TIERRA				
Hidrocarburo	Calor de Combustión	Calor de vaporización	Punto de ebullición	Velocidad de combustión*
Metano	500,2	5,1	-161,5	2,08
Etano	472	4,9	-8,6	1,22
Propano	460,1	4,3	-42,1	1,37
Butano	453,9	3,9	-0,5	1,32
Isobutano	452,6	3,7	-11,8	1,55
Isohexano	445,4	3,2	60,3	1,37
Isopentano	449,2	3,4	27,9	1,23
Etileno	471,9	4,8	-103,7	1,23
Propileno	458	3,4	-47,7	1,33

Fuente SPPE Handbook of FIRE Protection Engineering

*Valores estimados a partir de datos termodinámicos de las sustancias

ANEXO TABLA N° II

Hidrocarburo	Diámetro del charco (m)	% Energía radiada
		Energía de la combustión total
Metanol	1,2	17
GNL sobre tierra	18,0	16,4
	0,4 a 3,5	15 a 34
	1,8 a 6,1	20 a 25
	20	36
GNL sobre agua	8,5 a 15	12 a 31
GLP sobre tierra	20	7
Butano	0,3 a 0,76	19,9 a 26,9
Gasolina	1,22 a 3,05	40 a 13 *
	1 a 10	60 a 10 *

Fuente SPPE Handbook of FIRE Protection Engineering

* En estos casos el diámetro menor implica mayores niveles de radiación

ANEXO TABLA N° III

Intensidad de Radiación en función del diámetro del incendio		
Hidrocarburo	Diámetro del incendio (m)	Intensidad de Radiación (kW/m²)
GNL sobre agua	8,5 a 15	210 a 280
GNL sobre tierra	20	150 a 220
GNL sobre tierra	20	48 (1)
Gasolina 1 a 10	60 a 130 (2)	
JP -5 1 a 10	30 a 50 (2)	
Queroseno (C ₁₁ H ₃₀)	30 a 80	10 a 25 (2)

Fuente SPPE Handbook of FIRE Protection Engineering

- (1) Fuego con gran cantidad de humos
 (2) Los fuegos menores radian menos que los mas pequeños

***ANEXO TABLA N° IV:
CUADRO ESTADISTICO DE LOS
PRINCIPALES ACCIDENTES
MAYORES OCURRIDOS ENTRE
1800 AL 2005***

CUADRO ESTADISTICO DE TIPOS DE ACCIDENTES DESDE EL AÑO 1800 AL 2005

Año	Lugar	Tipo de Accidente			Cantidad Total	Daños (muertes)	Heridos
		Incendio	Explosiones	BLEVE			
2001 al 2005	Europa	1	3	0	4	10	7
	América	1	6	0	7	7	79
	Resto del mundo	1	2	0	3	467	1538
1990 al 2000	Europa	0	0	0	0	0	0
	América	0	1	0	1	200	1500
	Resto del mundo	0	1	0	1	8	s/d
1970 al 1989	Europa	0	3	1	4	424	196
	América	4	5	25	34	2280	4610
	Resto del mundo	0	1	1	2	182	s/d
1940 al 1969	Europa	2	3	6	11	385	3981
	América	0	3	10	13	650	90
	Resto del mundo	0	1	1	2	9	s/d
1920 al 1939	Europa	0	0	3	3	89	s/d
	América	0	0	1	1	1	s/d
	Resto del mundo	0	0	0	0	0	s/d
1900 al 1919	Europa	0	0	0	0	0	s/d
	América	0	0	0	0	0	s/d
	Resto del mundo	0	0	0	0	0	s/d
1800 al 1899	Europa	0	0	0	0	0	s/d
	América	0	1	0	1	1547	s/d
	Resto del mundo	0	0	0	0	0	s/d
TOTAL		9	30	48	87	6259	12001

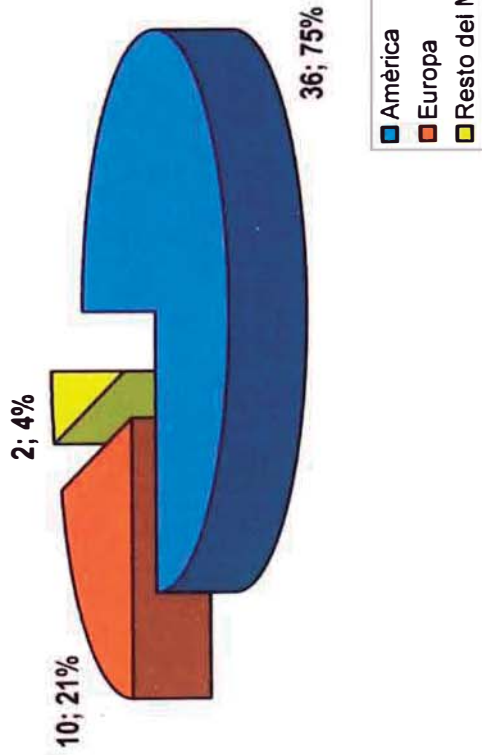
Comentario: Este cuadro es la recopilación de eventos sucedidos entre los años 1800 hasta la actualidad. Resumen los tipos de accidentes según el lugar (Europa, el Resto del mundo) así mismo nos brinda datos como los incendios, explosiones y BLEVE que ocurrieron por décadas, observándose que en lo que va de los años actual vamos registrando un total de 14 accidentes trayendo consigo muertes, heridos y pérdidas millonarias. Estos eventos si bien son reportados a organismos gubernamentales, quedan también fuera de estos aquellos países que no cuentan con bases de datos que nos puedan brindar ayuda a nuestro estudio.

BLEVE	Cantidad
América	36
Europa	10
Resto del Mundo	2
TOTAL	48

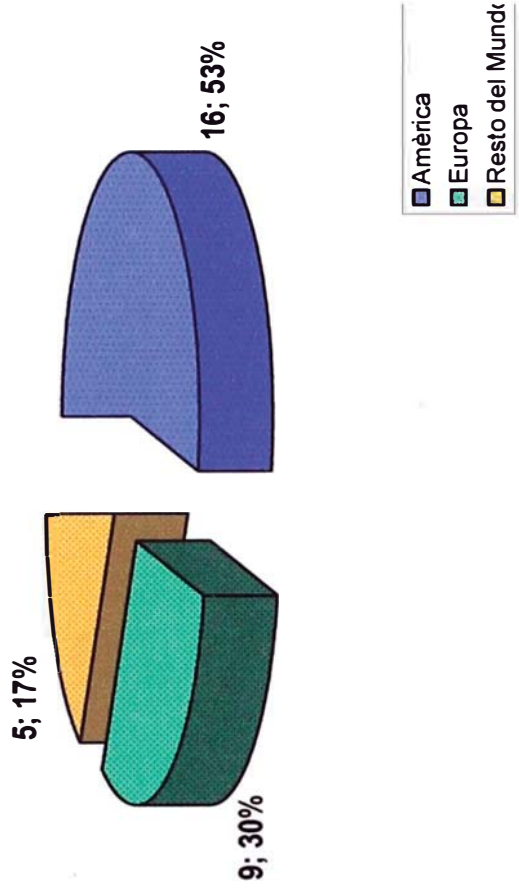
Explosiones	Cantidad
América	16
Europa	9
Resto del Mundo	5
TOTAL	30

Incendio	Cantidad
América	5
Europa	3
Resto del Mundo	1
TOTAL	9

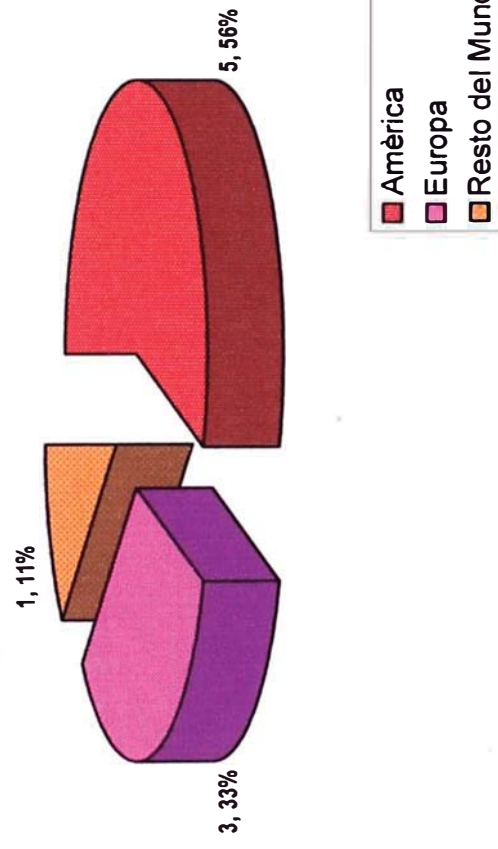
Resumen de Accidentes por BLEVE desde el 1800 al 2005



Resumen de Accidentes por Explosión desde 1800 al 2005

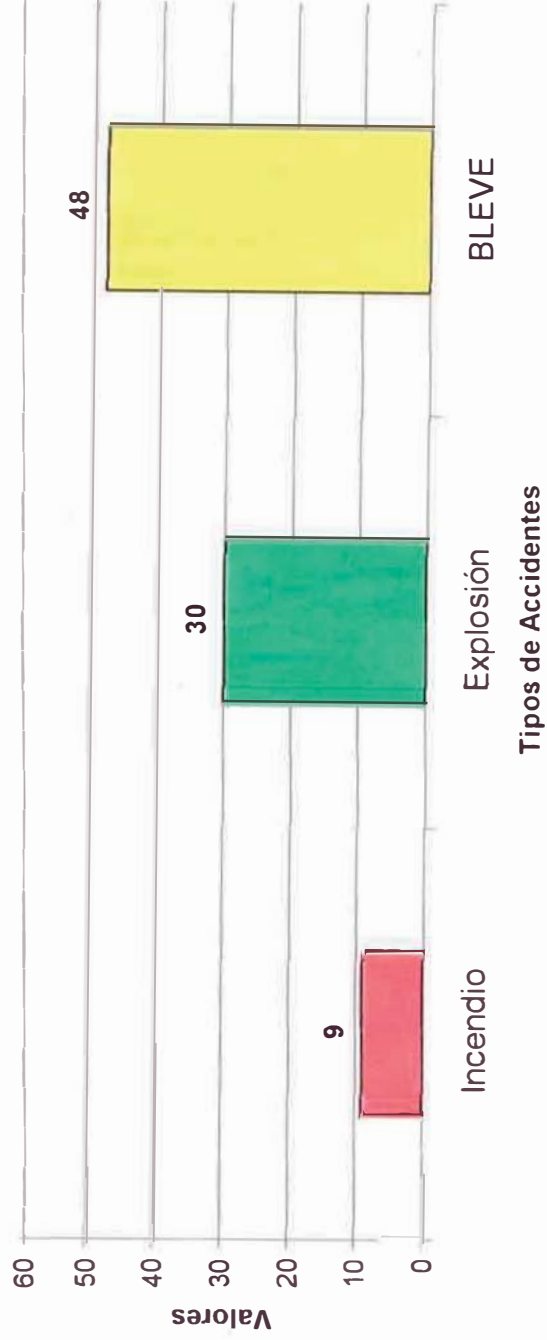


Resumen de Accidentes por Incendio desde 1800 al 2005



Resumen de los Tipos de Accidentes desde 1940 al 2005	
Tipo de Accidentes	Cantidad
Incendio	9
Explosión	30
BLEVE	48

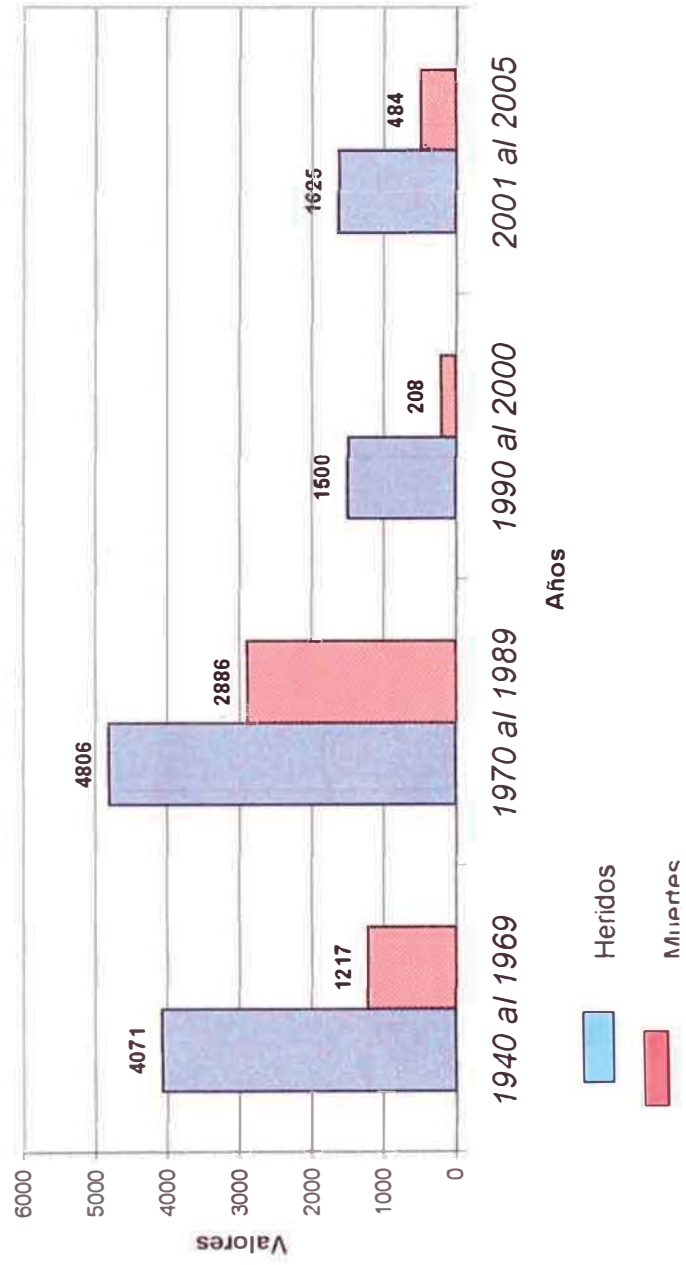
Resumen de los Tipos de Accidentes desde 1800 al 2005



Resumen por Años de los Tipos de Accidentes según las pérdidas ocasionadas

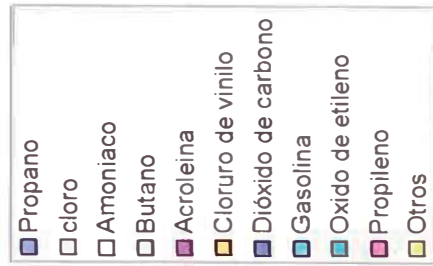
Años	Heridos	Muertes
1940 al 1969	4071	1217
1970 al 1989	4806	2886
1990 al 2000	1500	208
2001 al 2005	1625	484

Resumen de los Accidentes y las pérdidas ocasionadas



CANTIDAD DE ACCIDENTES TIPO BLEVE POR PRODUCTO		
Producto	Nº Accidentes	Porcentaje
Propano	14	28
cloro	7	14
Amoniaco	5	10
Butano	4	8
Acroleina	2	4
Cloruro de vinilo	2	4
Dióxido de carbono	2	4
Gasolina	2	4
Oxido de etileno	2	4
Propileno	2	4
Otros	8	16
TOTAL	50	100

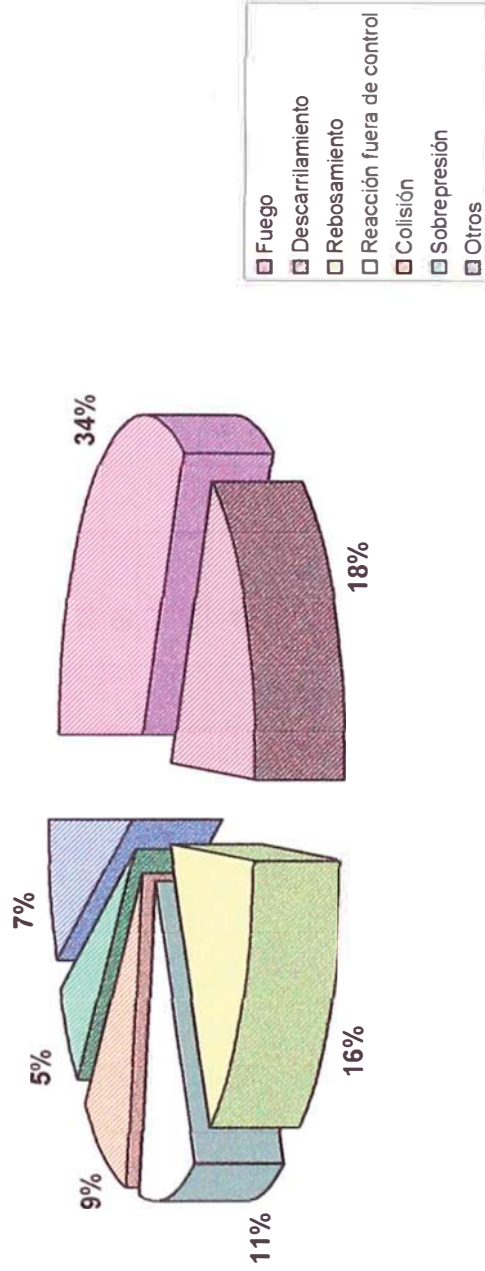
Accidentes Tipo BLEVE por Productos



CAUSAS MAS FRECUENTES EN ACCIDENTES TIPO BLEVE

CAUSAS	Numero de eventos	%
Fuego	18	34
Descarrilamiento	10	18
Rebosamiento	9	16
Reacción fuera de control	6	11
Colisión	5	9
Sobrepresión	3	5
Otros	4	7

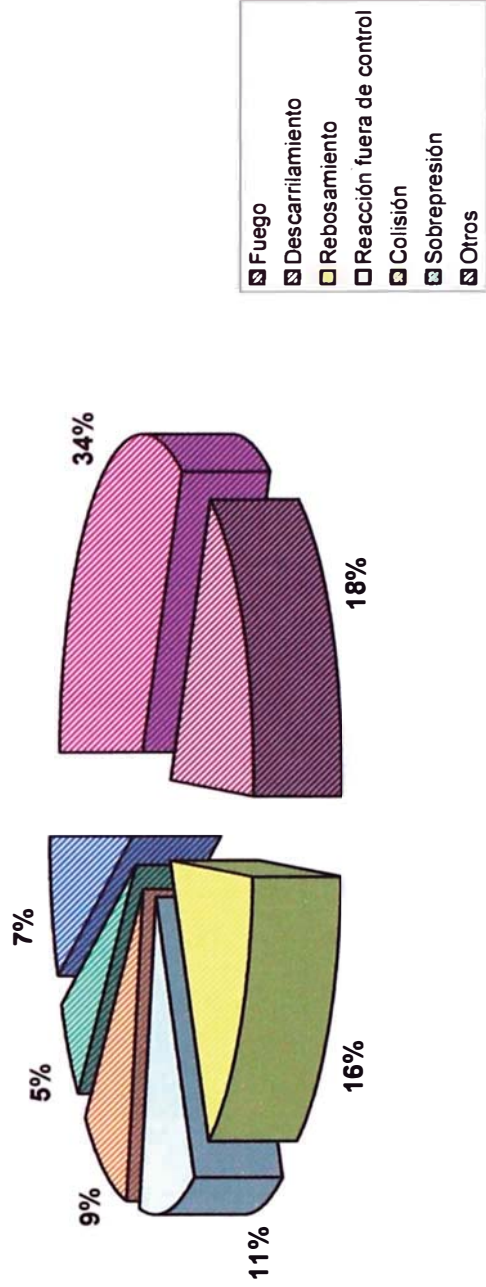
Causas mas Frecuentes en BLEVE



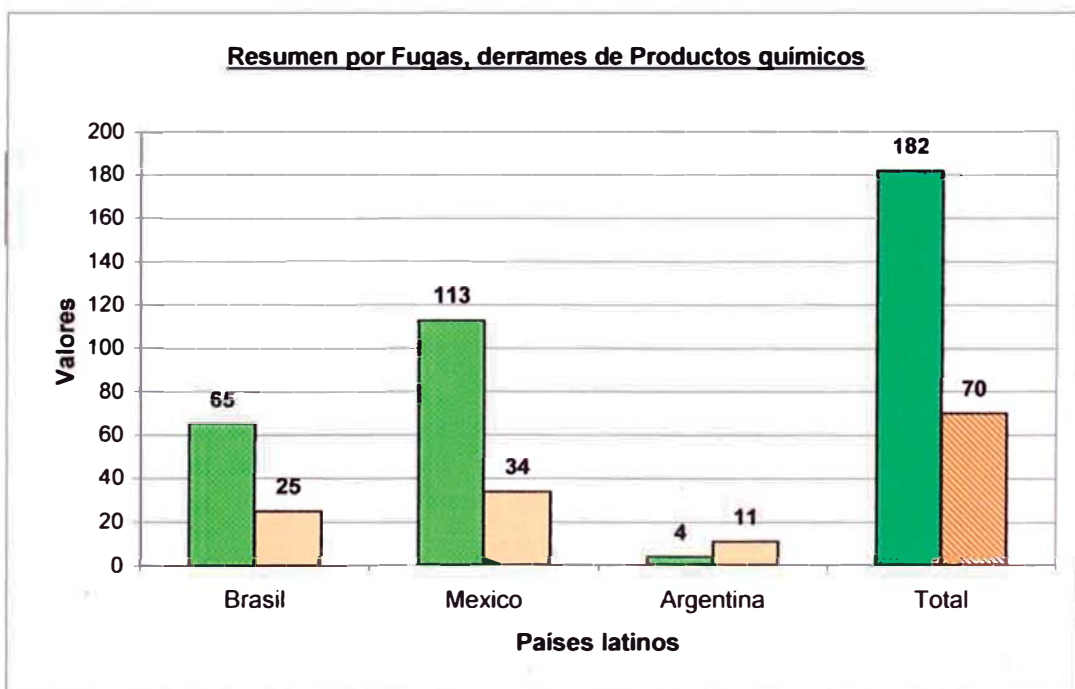
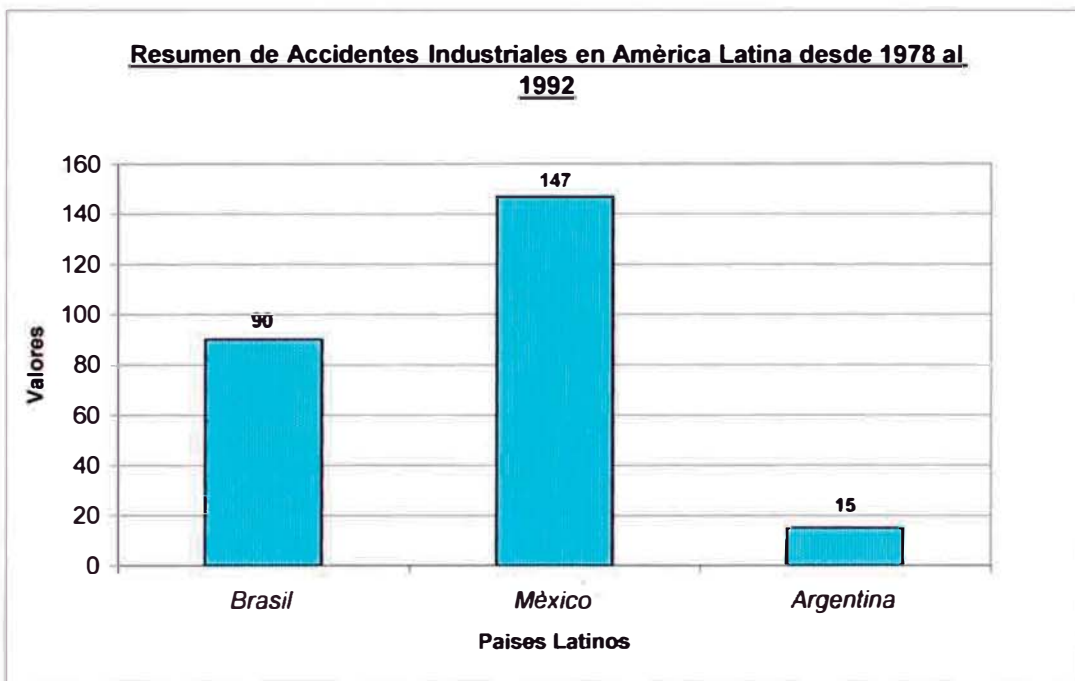
CAUSAS MAS FRECUENTES EN ACCIDENTES TIPO BLEVE

CAUSAS	Numero de eventos	%
Fuego	18	34
Descarrilamiento	10	18
Rebosamiento	9	16
Reacción fuera de control	6	11
Colisión	5	9
Sobrepresión	3	5
Otros	4	7

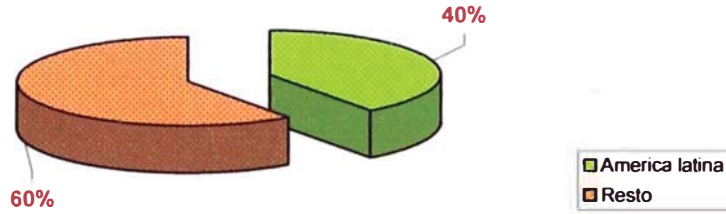
Causas mas Frecuentes en BLEVE



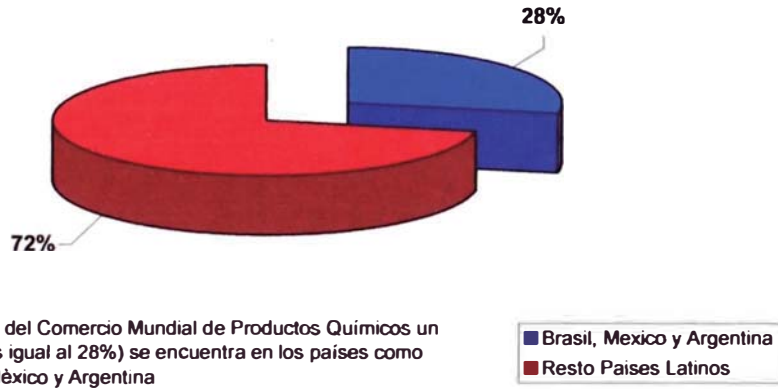
Años	País	Eventos ocurridos	Tipos de accidentes			
			Fugas, derrames de sustancias químicas	%	Otros	%
1978 al 1985	Brasil	90	65	72,2	25	27,7
1984 al 1992	México	147	113	76,8	34	23,1
1992	Argentina	15	4	26,6	11	73,3
Total		252	182		70	



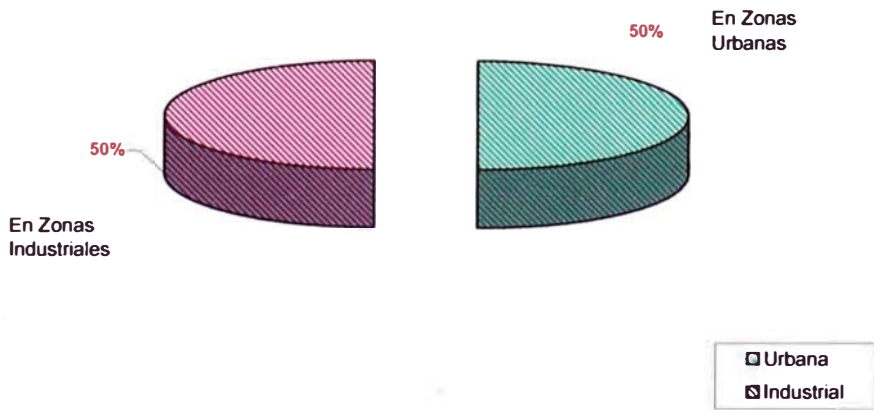
Comercio Mundial de Productos Químicos



Comercio de Productos Químicos en América Latina



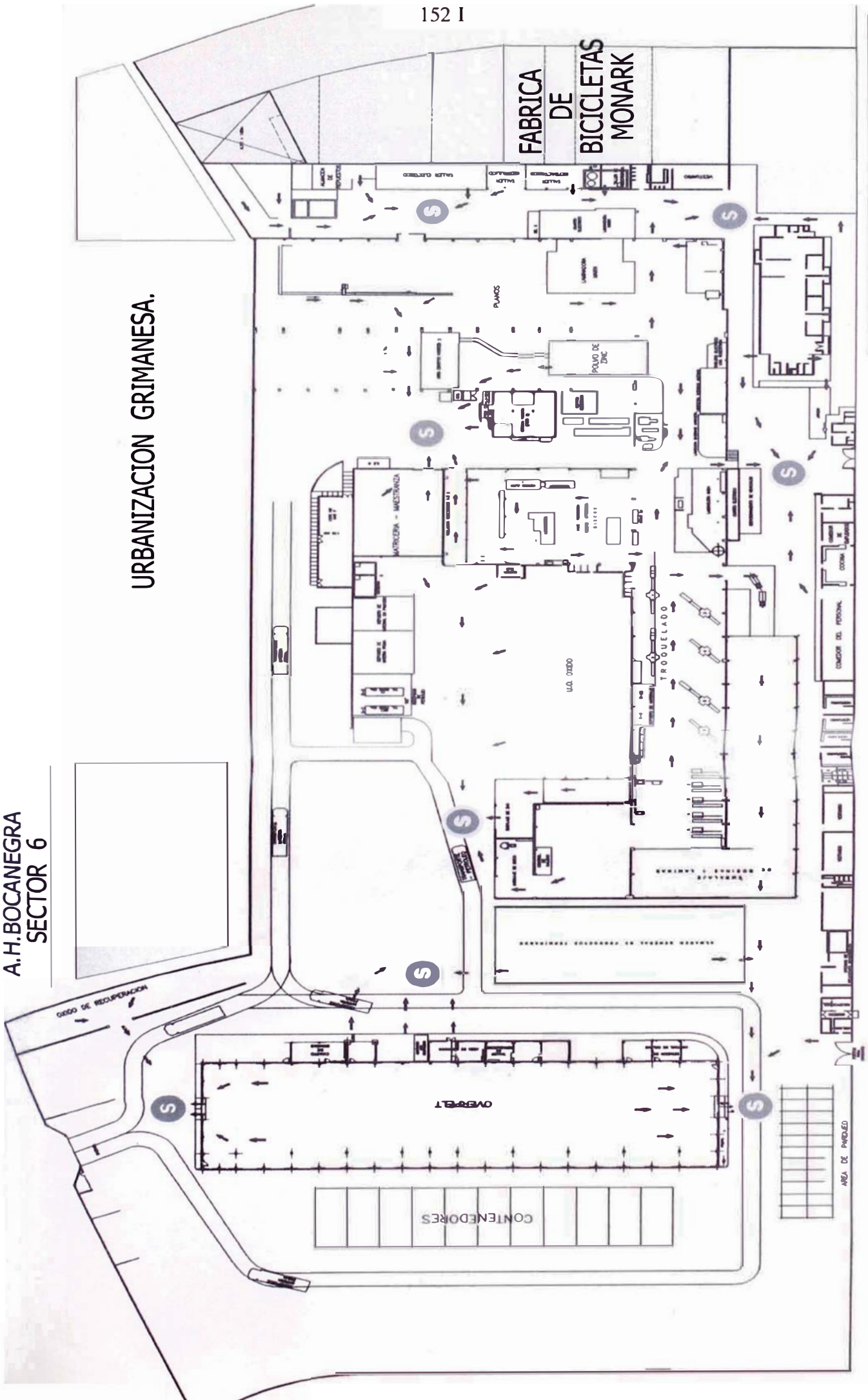
Ubicación de Industrias en America Latina de Productos Químicos



ANEXO N° VI:
PLANO UBICACION
DE LA EMPRESA

A.H. BOCANEGRA
SECTOR 6

URBANIZACION GRIMANESA.



FABRICA
DE
BICICLETAS
MONARK

PLANO DE UBICACION DEL ENTORNO DE LA
PLANTA DE METALES NO FERROSOS

AVENIDA ELMER FAUCETT

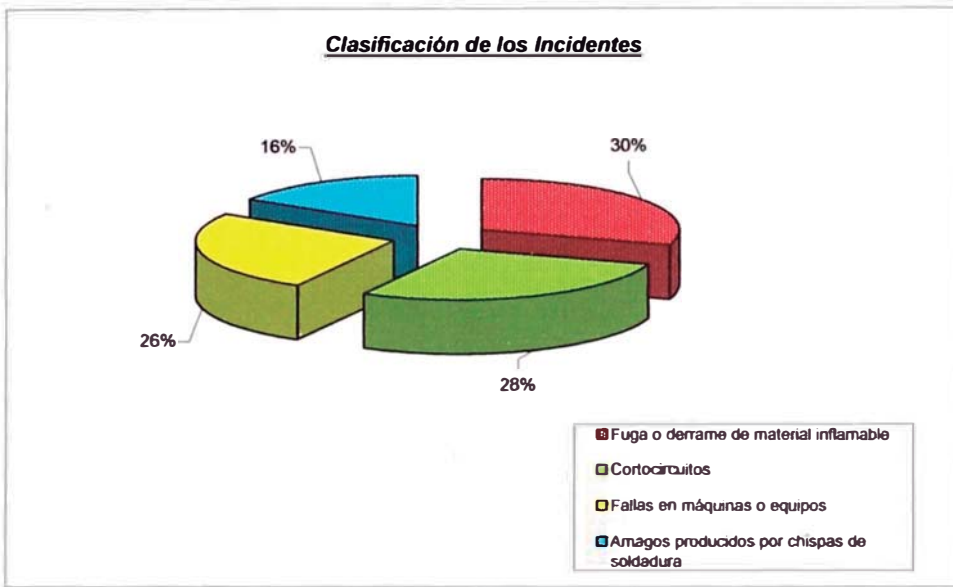
ANEXO N° VII:

***REPORTE DE INCIDENTES DE
PLANTA DESDE 1998 AL 2003***

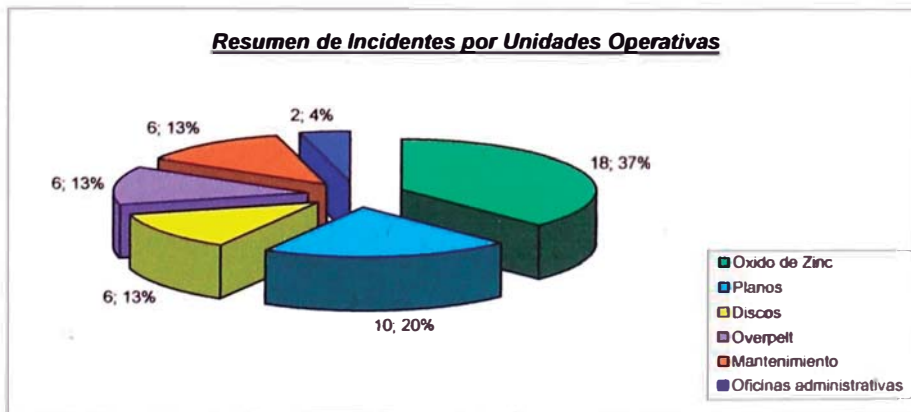
REPORTE DE INCIDENTES OCURRIDOS DESDE 1998 AL 2003			
Año	Unidad Operativa	Descripción del Incidente	Frecuencia
1998	Oxido de Zinc	Fuga de petróleo de tubería	3
		Salpicadura de escoria sobre depósito con solvente	1
	Plano	Fuga de petróleo en tubería	1
	Mantenimiento	Salpicadura de soldadura sobre trapo con grasa	1
1999	Oxido de Zinc	Chorro de zinc sobre charco de petróleo	3
		Fuga de petróleo en tubería	1
	Discos	Chispa de cable arrancador sobre solvente	1
	Plano	Cortocircuito	2
		Recalentamiento de resistencia de horno	1
	Overpelt	Salpicadura de soldadura sobre balde con grasa	1
2000	Plano	Sobrecalentamiento de horno mantenedor	1
	Oxido de Zinc	Fuga de GLP por golpe de tubería	1
		Fuga de zinc líquido de horno de oxidación	2
	Overpelt	Salpicadura de soldadura sobre depósito grasa	2
		Cortocircuito	1
	Mantenimiento	Cortocircuito	3
2001	Plano	Sobrecalentamiento de horno mantenedor	2
		Chorro de lámina de zinc sobre trapos de grasa	1
	Discos	Salpicadura de chispa de soldadura sobre plásticos	1
	Oxido de Zinc	Derrame de petróleo cerca de tanque de almacenamiento	1
		Fuga de GLP en tanque de almacenamiento	1
		Fuga de zinc líquido de horno de oxidación	1
		cortocircuito	2
	Mantenimiento	fuga de gas de cilindro de acetileno	2
2002	Plano	Trabajos de soldadura externa sobre cámara de aceites	2
	Discos	Rebalse de zinc de horno que tuvo contacto con maderas	2
	Oxido de Zinc	Derrame de petróleo por camión cisterna	3
		Fuga de gas en tubería de horno	1
2003	Oficinas administrativas	cortocircuito	2
	Discos	cortocircuito cerca de balones de gas	2
	Oxido de Zinc	Fuga de gas en tubería de horno	1
		cortocircuito de tablero eléctrico	1
TOTAL			50

Fuente: Recopilación de los formatos encontrados donde se registran los principales incidentes que ocurrieron durante 1998 al 2003 dentro de la Planta

CLASIFICACION DE LOS INCIDENTES	
<i>Incidente</i>	<i>Frecuencia</i>
Fuga o derrame de material inflamable	15
Cortocircuitos	14
Fallas en máquinas o equipos	13
Amagos producidos por chispas de soldadura	8



UNIDAD OPERATIVA	Frecuencia
Oxido de Zinc	18
Planos	10
Discos	6
Overpelt	6
Mantenimiento	6
Oficinas administrativas	2



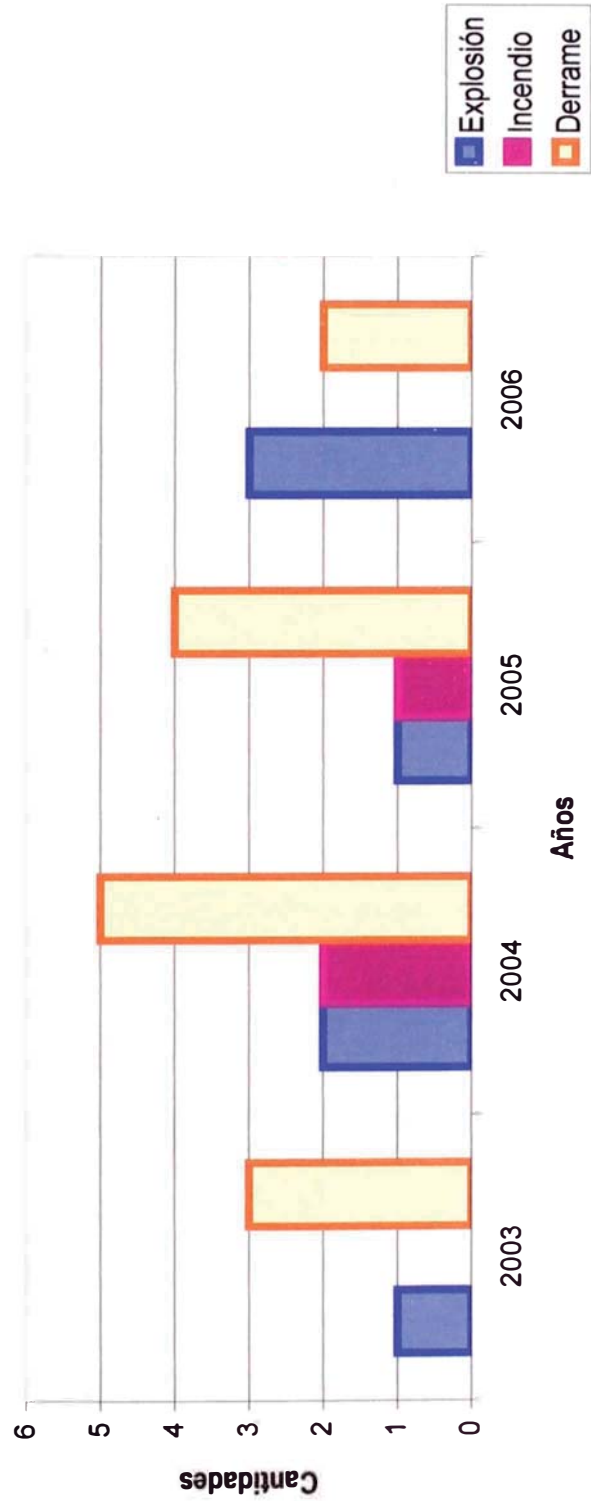
ANEXO N° VIII:
CUADRO ESTADISTICO
DEL SINADECI

RESUMEN DE LOS PRINCIPALES FENOMENOS INDUSTRIALES (DERRAME, INCENDIOS INDUSTRIALES Y EXPLOSIONES) OCURRIDOS ENTRE LOS AÑOS 2003 AL 2006, EN EL PERU

Fecha	Descripcion del Evento	Fenomeno	Departamento	Fallecidos	Desaparecidos	Heridos	Damnificados	Afectados
27/03/2004	Derrame de Cianuro	Derrame de Sustancia Nociva	Ancash	6	0	23	0	0
31/08/2005	Derrame de Anfo	Derrame de Sustancia Nociva	Apurimac	0	0	0	0	0
16/09/2005	Derrame de Sustancias nocivas	Derrame de Sustancia Nociva	Ayacucho	0	0	0	0	32
21/01/2004	Derrame de Combustible para distribucion	Derrame de Sustancia Nociva	Cajamarca	0	0	0	0	0
04/08/2003	Derrame de amonio	Derrame de Sustancia Nociva	Callao	0	0	2	0	0
24/11/2005	Derrame de Hidrocarburo gas	Derrame de Sustancia Nociva	Cusco	0	0	0	0	2065
04/03/2006	Ruptura y explosion de ductos de gas	Derrame de Sustancia Nociva	Cusco	0	0	2	15	0
14/08/2005	Derrame de petroleo	Derrame de Sustancia Nociva	La Libertad	0	0	0	0	0
10/03/2006	Derrame de Productos desconocido	Derrame de Sustancia Nociva	Lima	0	0	0	0	3
04/11/2003	Fuga de sustancia quimica	Derrame de Sustancia Nociva	Lima	0	0	0	0	2
02/01/2004	Derrame acido nitrico	Derrame de Sustancia Nociva	Lima	0	0	0	0	9
02/09/2004	Contaminacion por hidrocarburo	Derrame de Sustancia Nociva	Moquegua	0	0	0	0	52
12/05/2004	Derrame de Relave minero	Derrame de Sustancia Nociva	Puno	0	0	0	0	0
20/06/2003	Derrame sustancia quimica no identificada	Derrame de Sustancia Nociva	Tacna	0	0	0	0	0
11/04/2005	Incendio en almacenes de la Volvo	Incendio Industrial	Lima	0	0	0	0	0
15/10/2004	Incendio Deposito Combustible	Incendio Industrial	Tacna	0	0	0	4	0
20/11/2004	Incendio por fuga de gas en panificadora	Incendio Industrial	Tumbes	0	0	6	0	0
01/07/2006	Explosion en balon de gas	Explosion	Junin	0	0	0	19	0
04/10/2004	Explosion en balon de gas	Explosion	Lima	0	0	2	0	0
03/12/2003	Explosion en terma de gas	Explosion	Lima	0	0	2	0	0
12/01/2005	Explosion de gas	Explosion	Lima	1	0	11	0	0
01/10/2004	Explosion balon de gas	Explosion	Lima	0	0	4	0	0
20/07/2006	Explosion de balon de gas local clandestino	Explosion	Lima	0	0	2	14	0
19/08/2006	Explosion por fuga de gas	Explosion	Piura	0	0	2	0	0
TOTAL				7	0	56	52	2163

Tipo	2003	2004	2005	2006
Explosión	1	2	1	3
Incendio	0	2	1	0
Derrame	3	5	4	2
Total	4	9	6	5

Estadística de los diversos tipos de Fenómenos: Explosión, Incendios Industriales y Derrames ocurridos entre el 2003 al 2006 que involucran el uso de productos inflamables y explosivos, ocurridos en el Peru



Fuente de Información: SINADECI años 2003 al 2006, recogidos de la pagina web www.indec.gov.pe/estadisticas

ANEXO N° IX:
PROCEDIMIENTOS

PROCEDIMIENTO CONTRA INCENDIOS

Dada la situación de alarma de incendio o emergencia de incendio independientemente del tamaño de la misma, el personal involucrado en la Organización contra incendio actuara de la siguiente forma:

1. Los miembros de las Brigadas de emergencia se reunirán en la zona de seguridad donde se les dará las órdenes pertinentes.
2. cada Jefe de brigada será responsable de que cada persona ocupe los puestos y asuma las funciones indicadas.
3. Todo el personal de las brigadas deberá usar el equipo de protección completo.
4. En cada situación, se seguirán los procedimientos y acciones pre planificadas específicas para cada emergencia.
5. El miembro asignado de la brigada contra incendio, será responsable de dirigirse al cuarto de bombas, donde se mantendrá atento a las instrucciones que reciba para activar el sistema contra incendios.
6. Los miembros de esta brigada estarán provistos de las llaves de grifos y de los gabinetes contra incendios. Así mismo el personal de tendido de mangas, portara las mangas cada uno, así como los paños de 1 ½ y otro de 2 ½", un bifurco y los pitones selectores del chorro.
7. Los miembros de las otras brigadas que no reciban órdenes específicas permanecerán en sus respectivas zonas de seguridad, listos para intervenir, transportar el equipo adicional que se requiera.
8. La llegada de personal externo, como el Cuerpo de bomberos y de INDECI, no libera de ninguna responsabilidad al conjunto de las brigadas de emergencia.
9. El personal de vigilancia no permitirá la salida y el ingreso de ninguna persona o vehículo a la planta a menos que cuente con la autorización del Jefe de Brigada General.

10. Controlada la emergencia, el Jefe de Seguridad dará la orden de termino y terminada la emergencia el Jefe de Brigada general se reunirá con los miembros de la brigada de emergencia para efectuar un análisis y resumen de lo actuado, así como para dictar las ordenes necesarias para la normalización de las operaciones, realización de trabajos de recuperación y efectuar las investigaciones que den lugar a evitar la recurrencia de las causales del siniestro.

Instrucciones e Caso de Incendios

Si se detecta un incendio:

- Actuar de inmediato y sin perder la calma.
- Dar aviso de incendio a viva voz, llamar a los anexos de seguridad.
- Activar el equipo extintor apropiado si es que se tiene conocimiento de cómo operarlo, sino abandonar el área y solicitar ayuda.
- En todos los casos de amagos de incendio, no importa cuan pequeñas sean, deberán ponerse en marcha el Plan de emergencias de la planta.

Si el incendio es en su área:

- Asegurase que se ha dado el aviso de incendio y accionado las alarmas locales.
- Dirigir la actividad inicial de control de la energía con extintores manuales, hasta que reciba apoyo
- Dirigir la evacuación del personal de su área.

Si el incendio no es en su área

- Mantenerse atento a las instrucciones que pueda recibir de sus supervisores.
- Mantener en su área tranquilo y evite evacuar el área, no se dirija a curiosear la emergencia.
- Facilite la salida del personal de la organización contra incendio que tenga puesto asignado.
- No utilice los teléfonos de emergencia, salvo que su área se vea comprometida en la emergencia.

PROCEDIMIENTO EN EL CASO DE EXPLOSIONES

La empresa cuenta en cada sector con señalización y croquis donde están ubicadas las rutas de evacuación, para conocimiento de su personal y público en general.

Antes:

a. Personal en general:

- a.1. Deben conocer las rutas de escape en caso de emergencia
- a.2. Todo trabajador que detecte una probable explosión que ponga en riesgo la integridad de las personas tiene la obligación de dar la alerta en la inmediación repitiendo en voz alta varias veces: EVACUAR EXPLOSION....(LUGAR).....y activar las Brigadas informando el riesgo al Centro de Comunicaciones utilizando el dispositivo de Comunicación más rápido:
 - Activando la estación manual para incendios que se encuentre en la zona.
 - Informando a Vigilancia el tipo de riesgo y la ubicación exacta a través de los siguientes medios: Teléfonos fijos, radios, dirigirse personalmente al vigilante (Centro de Comunicaciones) o brigadista de servicio (Primeros Auxilios o Contra Incendios) cerca del lugar.

b. El Centro de Comunicaciones: Al recibir la información de una probable explosión procederá a:

- b.1. Derivar el personal correspondiente para analizar los posibles riesgos.
- b.2. En caso de una amenaza de bomba efectuada por personal no identificado se solicitara el apoyo externo de la PNP (Policía Nacional del Perú)

- b.3. De corresponder a una maquinaria o material se solicitará la presencia en el lugar del personal de mantenimiento
- b.4. Activa el tipo de alarma requerida por el Jefe de Seguridad.
- c. **Personal de Mantenimiento:** Se dirigirán hacia la zona de peligro y verificarán las posibilidades de riesgo intentando para controlar la situación.
- d. **Coordinador General:** Evaluará el desarrollo de las acciones, la activación de Brigadas en estado de alerta y determinará la clasificación de la emergencia.
- e. **Apoyo Externo:** De darse luz verde para el ingreso a la instalación del Cuerpo General de Bomberos del Perú, el oficial de mayor rango asume el comando total de las operaciones y será quien determine el término de la emergencia.

Durante

- a. **Centro de Comunicaciones:** Se mantiene Alerta y activa el tipo de alarma requerida por el Coordinador General.
- Plan de Contingencias en caso de Evacuación.
 - Plan de Contingencias en caso de Incendios.
 - Plan de Contingencias en caso de Primeros Auxilios.
 - Plan de Contingencias en caso de Materiales Peligrosos y Gas Venenoso.

Después

- a. **Coordinador General:** determinará el fin de la Emergencia, recibirá las novedades de los jefes de las diferentes Brigadas de emergencia y evaluará los daños y acciones a seguir, informando inmediatamente a la Gerencia de Planta.
- b. **Personal no asignado al Plan:**

- b.1. Ejecutar acciones de remoción de escombros y apoyar en el tratamiento de cadáveres si fuera necesario.
 - b.2. Contribuir en las operaciones de saneamiento básico y recuperación de los servicios vitales
 - b.3. Revisar minuciosamente su área o departamento de responsabilidad indicando inmediatamente alguna anomalía (Cables pelados, líquidos inflamables, amagos de incendio, etc.) al Coordinador General de las citadas novedades.
- c. **Personal de Mantenimiento:** previo análisis de los daños mecánicos y/o eléctricos, procederá a la habilitación de los mismos en el más breve plazo de tiempo.