



Ethylox

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÓXIDO DE ETILENO

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Sandra Aliaga Molina
Agustina Domínguez Cresci
Alejandro Lozano Correyero
Carla Martínez Castillo
Albert Mestre Escoda
Jon Ander Sanchiz Urbieto

Tutor: Josep Anton Torà



Ethylox

CAPÍTULO 5:

SEGURIDAD E HIGIENE

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÓXIDO DE ETILENO

ÍNDICE

5.1 INTRODUCCIÓN	1
5.2 PRINCIPALES RIESGOS EN LA INDUSTRIA	2
5.2.1 Clasificación de los riesgos.....	2
5.2.1.1 Riesgo de incendio	3
5.2.1.1.1 Medidas de seguridad y prevención en caso de incendio	4
5.2.1.2 Riesgo de explosión.....	5
5.2.1.2.1 Medidas de seguridad y prevención en caso de explosión	6
5.2.1.3 Riesgo de fuga	7
5.2.1.3.1 Medidas de seguridad y prevención en caso de fuga.....	8
5.2.1.4 Riesgo eléctrico	8
5.2.1.4.1 Medidas de protección de contacto eléctrico directo:.....	8
5.2.1.4.2 Medidas de protección de contacto eléctrico indirecto:.....	9
5.2.1.5 Riesgo de uso de sustancias químicas	9
5.3 SUSTANCIAS EN PLANTA	10
5.3.1 Clasificación de las sustancias.....	11
5.3.1.1 Propiedades fisicoquímicas	12
5.3.1.2 Propiedades toxicológicas (efectos sobre la salud).....	13
5.3.1.3 Propiedades ecotoxicológicas (efectos sobre el medio ambiente).....	16
5.3.2 Clasificación de las sustancias químicas en la planta Ethylox	16
5.3.3 Envasado y etiquetado de sustancias peligrosas	17
5.3.3.1 Listado de indicaciones de peligro:” Frases H”	21
5.3.3.1 Listado de consejos de prudencia:” Frases P”	24
5.3.4 Fichas de seguridad.....	27
5.4 SEÑALIZACIÓN	28
5.4.1 ¿Dónde se debe señalar?	28
5.4.2 Colores de seguridad	29
5.4.3 Clasificación de la señalización	30
5.4.3.1 Señales en forma de panel	30
5.4.3.1.1 Características intrínsecas	31
5.4.3.1.2 Requisitos de utilización	31
5.4.3.1.3 Tipos de señales de panel.....	31
5.4.3.1.3.1 Señales de advertencia	31
5.4.3.1.3.2 Señales de prohibición.....	32
5.4.3.1.3.3 Señales de obligación	33
5.4.3.1.3.4 Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios	33
5.4.3.1.3.5 Señales de salvamiento o socorro	34
5.4.3.2 Señales luminosas	35
5.4.3.2.1 Características y requisitos de las señales luminosas.....	35
5.4.3.3 Señales acústicas	36
5.4.3.3.1 Características y requisitos de uso de las señales acústicas.....	36
5.4.3.4 Comunicaciones verbales.....	37
5.4.3.5 Señales gestuales	37
5.4.3.5.1 Gestos codificados.....	38
5.5 SERVICIO HIGIÉNICO Y LOCALES DE DESCANSO	40
5.6 OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO	44

5.6.1 Seguridad estructural.....	45
5.6.2 Espacios de trabajo y zonas peligrosas	46
5.6.3 Suelos, aberturas, desniveles y barandillas	46
5.6.4 Tabiques, ventanas y vanos	47
5.6.5 Vías de circulación	47
5.6.6 Puertas y portones.....	48
5.6.7 Rampas, escaleras fijas y de servicio.....	49
5.6.8 Escalas fijas	49
5.6.9 Suelos, aberturas, desniveles y barandillas	50
5.6.10 Condiciones de protección contra incendios.....	51
5.6.11 Instalación eléctrica	51
5.6.12 Minusválidos.....	52
5.7 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI's)	52
5.7.1 Criterios de utilización de los EPI's.....	53
5.7.2 Categorías de EPI	53
5.7.3 Elección de los EPI.....	54
5.7.4 Uso y mantenimiento de los EPI	54
5.7.5 Clasificación según la localización de los efectos de protección	55
5.7.5.1 Equipos parciales.....	55
5.7.5.2 Equipos integrales.....	58
5.8. ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	58
5.8.1 Peligrosidad del almacenamiento.....	59
5.8.2 Condiciones de las instalaciones.....	60
5.8.3 Clasificación de las sustancias almacenadas:.....	61
5.8.3.1 ITC APQ 1.....	61
5.8.3.2 ITC APQ 2.....	62
5.8.4 Incompatibilidad en el almacenamiento conjunto	62
5.8.5 Operaciones de manipulación de productos químicos y de mantenimiento de las instalaciones:	65
5.8.5.1 Formación e información del personal de almacenamiento.....	65
5.8.5.2 Procedimientos de trabajo.....	65
5.8.5.3 Equipos de protección individual	66
5.8.6 Actuación ante emergencias.....	66
5.8.7 Tipo de almacenaje en la planta Ethylox	66
5.8.8 Carga y descarga	67
5.8.9 Distancias de seguridad entre recipientes.....	70
5.8.10 Ventilación	70
5.8.11 Cubetos de retención.....	71

5.8.12 Mantenimiento e inspecciones periódicas	72
5.9. SÍNTOMAS, PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	73
5.9.1 Protocolo PAS	74
5.9.2 Protocolo de actuación general	74
5.9.3 Primeros auxilios asociados a las sustancias de Ethylox	74
5.9.4 Límites de exposición	78
5.10 ATMOSFERAS EXPLOSIVAS	79
5.10.1 ¿Qué es una atmósfera explosiva ATEX?	79
5.10.2 Reglamentación	79
5.10.3 Clasificación de las zonas ATEX	79
5.10.4 Clasificación ATEX para la planta Ethylox.....	81
5.10.5 Señalización de las Zonas ATEX.....	85
5.10.6 Obligaciones del empresario	86
5.10.6.1 Prevención de explosiones y protección contra éstas	86
5.10.6.2 Evaluación de los riesgos de explosión	86
5.10.6.3 Obligaciones generales	87
5.10.6.4 Áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas	87
5.10.6.5 Documento de Protección contra explosiones	88
5.10.7 Equipos para atmósferas explosivas	88
5.11 ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP	89
5.11.1 Palabras guía	90
5.11.2 Análisis de riesgo- HAZOP en la planta Ethylox.....	92
5.12 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	170
5.12.1. ¿Qué es y cómo se produce un incendio?	170
5.12.2 Clasificación según el tipo de fuego	171
5.12.3 Clasificación de las áreas según el riesgo de incendio	172
5.12.4 Nivel de riesgo de incendio	174
5.12.5 Principales medidas contra los incendios	180
5.12.6 Protección activa contra incendios	180
5.12.7 Sistema pasiva contra incendios	185
5.12.8 Métodos de extinción	185
5.12.9 Sistema de protección activa utilizada en la planta	188
5.12.10 Sistema de protección pasiva utilizada en la planta	189
5.12.11 Sistema de abastecimiento de agua	190
5.13 PLAN DE EMERGENCIA	193
5.13.1 Manual de emergencia	195
5.13.2 Equipos de emergencia.....	196

5.13.3 Simulacros.....	196
5.13.4 Mantenimiento del PEI	197
5.13.5 Plan de emergencia	197
5.13.6 Ejemplo de plan de emergencia en caso de incendio.....	198
5.14 PREVENCIÓN DE RIESGO LABORAL	199
5.14.1 Riesgo de seguridad.....	200
5.14.2 Riesgo ergonómico	202
5.14.3 Riesgo psicosocial	204
5.14.4 Riesgo Higiénico.....	205
5.15 SIMULACIÓN EN CASO DE EXPLOSIÓN	206
5.16 COORDINACIÓN EMPRESARIAL.....	211
5.17 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	212
5.17.1. Mantenimiento preventivo de la empresa Ethylox	213
5.17.2 Ficha de mantenimiento preventivo.....	214
5.18 APÉNDICE	215
5.18.1 Hojas de seguridad.....	215
5.18.1.1 Ficha de seguridad del Etileno.....	215
5.18.1.2 Ficha de seguridad del Oxígeno	217
5.18.1.3 Ficha de seguridad del Nitrógeno	219
5.18.1.4 Ficha de seguridad del Dióxido de Carbono	221
5.18.1.5 Ficha de seguridad del Óxido de etileno	223
5.18.1.6 Ficha de seguridad del la Monoetanolamina	225
5.19 REFERENCIAS.....	229

5.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se realizará el estudio de la seguridad e higiene de la planta de producción de óxido de etileno, teniendo en cuenta todos los elementos químicos que intervienen, y cualquier factor que pueda provocar daños a la población, y a los trabajadores presentes en la planta.

Uno de los principales problemas en las industrias, ya sean químicas o no, es la seguridad y la higiene que estas deben cumplir. Toda empresa tiene que analizar e implementar un sistema de seguridad que garantice la seguridad de la planta, con el objetivo de evitar accidentes, o en el caso que se produzcan, minimizarlos aún habiendo establecido unas medidas de prevención.

La seguridad laboral pretende hacer un estudio de las condiciones laborales de los trabajadores, para prevenir y protegerlos de los posibles riesgos y accidentes que puedan suceder. Haciendo este estudio, se protegerá a los trabajadores con herramientas, y mecanismos de seguridad necesarias para que ejerzan su profesión de manera segura y con las máximas garantías. En cambio, la higiene industrial, es una técnica que trata de prevenir las enfermedades o trastornos de salud debidas a la presencia de contaminantes químicos (polvos, humos, vapores, etc.), físicos (ruido, vibraciones, radiaciones, etc.) o biológicos (virus, bacterias, etc.) en el centro de trabajo.

Asimismo, una planta química consta de diferentes áreas de proceso, donde en cada zona se tratan distintas sustancias químicas. Es por eso, que no solo se debe de implementar un sistema de seguridad general para toda la planta de proceso, sino que, en cada zona de proceso, se implementara un sistema de seguridad para que intervengan en caso de que se produzca un fallo en cualquier área de la planta.

Por otra parte, el estudio de seguridad e higiene en una planta química no solo ayuda evitar y minimizar accidentes que se puedan producir, sino que también ayudan a mejorar la productividad y eficiencia de la planta, ya que un accidente ya sea por daños materiales o personales, provocan costes externos significativos.

De este modo, para implementar un buen sistema de seguridad e higiene es necesaria la aportación de experiencia y conocimiento de especialistas, que garanticen el buen funcionamiento y cumplimiento legislativo de la planta.

5.2 PRINCIPALES RIESGOS EN LA INDUSTRIA

Los accidentes que han sucedido al largo de la historia hacen ver que en las industrias se puede encontrar peligros significativos que pueden provocar daños y consecuencias irreparables. En todos los sectores industriales se dan accidentes, pero cada uno tiene diferentes riesgos asociados.

Así mismo, un accidente es el resultado de condiciones de proceso inadecuadas para las diferentes características físicas y químicas de los materiales y las sustancias. Para que de lugar un accidente, antes se tiene que haber generado un riesgo y peligro.

Para empezar, se tiene que diferenciar las palabras riesgo y peligro, ya que estas no significan lo mismo. Un peligro es una situación física que puede causar daños, y en cambio un riesgo es la probabilidad de que este peligro provoque un accidente con unas consecuencias determinadas. Con estas definiciones, se puede decir entonces que el peligro es constante mientras que el riesgo es variable.

A continuación, se clasificarán los diferentes riesgos que se pueden encontrar en los diferentes sectores de la industria con el objetivo de evitar y minimizar los posibles riesgos que estos pueden provocar.

5.2.1 Clasificación de los riesgos

Des de un punto de vista general, los riesgos se pueden clasificar en:

- **Riesgos de categoría A:** Estos son los riesgos inevitables y aceptados, sin compensación.

- **Riesgos de categoría B:** Estos riesgos son evitables, pero se tienen que considerar inevitables para integrarse plenamente a la sociedad moderna.
- **Riesgos de categoría C:** Estos últimos son normalmente evitable, voluntarios y con compensación.

También se pueden clasificar de manera mas precisa:

- **Convencionales:** relacionados con la actividad y el equipo existente en cualquier sector.
- **Específicos:** Asociados a la utilización o manipulación de productos
- **Mayores:** Relacionados con los accidentes y situaciones excepcionales.

Los riesgos convencionales y específicos corresponden al tratamiento clásico de la seguridad e higiene en el trabajo, y generalmente son fáciles de prevenir. En cambio, los riesgos mayores tienen unas características especiales que los hace más peligrosos.

Por último, los riesgos se pueden clasificar en diferentes clases lo cual se especifican a continuación:

- Clase I: Contempla actividades consideradas de riesgo mínimo.
- Clase II: Actividades de riesgo bajo
- Clase III: Actividades de riesgo medio
- Clase IV: Actividades de riesgo alto
- Clase V: Actividades de riesgo máximo

Los principales riesgos que cabe destacar en la industria química son los riesgos de incendio, explosión y fuga.

5.2.1.1 Riesgo de incendio

Se define por incendio la combustión no deseada de uno o varios materiales. Existen tres palabras que acompañan la palabra incendio, estas son: oxidación, exotérmica y carácter irreversible.

- Oxidación: Combinación de un material con el oxígeno.

- Exotérmica: Desprende calor.
- Carácter irreversible: El material afectado por esta oxidación queda transformado totalmente, cambiando sus propiedades fisicoquímicas, sin posibilidad de recuperarlas.

Para que un fuego se produzca y/o se mantenga son necesarias cuatro condiciones; la falta de una de ellas produce automáticamente la extinción del fuego. Estas cuatro condiciones son:

1. **Calor:** aumento de temperatura
2. **Combustible:** Toda materia capaz de arder
3. **Comburente:** Materia que aporta oxígeno para la combustión.
4. **Reacción en cadena:** Distintas etapas de la combinación de las moléculas de un combustible con el oxígeno.

5.2.1.1.1 Medidas de seguridad y prevención en caso de incendio

A continuación, se van a especificar algunas medidas básicas de seguridad y prevención para minimizar el riesgo de producir un incendio: ^[1]

- Siempre que sea posible, mantener una zona de seguridad (sin combustibles) alrededor de los aparatos eléctricos.
- No aproximar focos de calor intensos a materiales combustibles.
- De efectuar operaciones “en caliente” (con llamas abiertas, objetos calientes, chispas mecánicas, arcos eléctricos), consulta a los responsables del área donde vayan a realizarse los trabajos.
- Respetar la prohibición de no fumar.
- Hay que recordar siempre que la prevención de incendios se basa en impedir la presencia simultánea de focos de ignición y materiales combustibles.
- Fíjate en la señalización, comprueba las salidas disponibles, vías a utilizar y la localización del pulsador de alarma y del extintor más próximo. En caso de observar anomalías, comunícalo a los responsables.
- Si se detecta cualquier anomalía en las instalaciones eléctricas o de protección contra incendios, comunícalo al responsable del área afectada.

Por lo tanto, un incendio puede provocar diferentes efectos negativos sobre la planta:

- Daños materiales y/o personales en áreas cercanas a los focos.
- Interrupción de la producción con los costes intrínsecos con la falta de producción y de mantenimiento o cambio de los equipos dañados.
- En el caso que en el incendio intervengan sustancias nocivas para la atmosfera, se pondría en peligro el medio ambiente y la población cercana a la planta.
- Si el incendio no se controla y no se extingue a tiempo, se podría extender por toda la planta y podría provocar el cierre de esta.

Por lo tanto, es importante tener un buen conocimiento de las diferentes áreas de la planta, de las instalaciones y equipos, y los riesgos que existen en cada una de ellas como también del procedimiento que se tiene que seguir en caso de incendio.

5.2.1.2 Riesgo de explosión

Una explosión es una expansión violenta y rápida de un sistema de energía, lo cual puede tener origen en distintas formas de transformación, física o química, acompañada de un cambio de energía potencial y generalmente seguida de una onda expansiva que actúa de forma destructiva sobre el recipiente o estructura que lo contiene. ^[2]

Para que se produzca una explosión es necesario que se den tres circunstancias:

- Acumulación de un gas
- Estar dentro del rango de inflamabilidad
- Que se produzca una chispa o llama que inflame la mezcla

Una atmosfera potencialmente explosiva (ATEX) puede formarse como una mezcla de aire y gases, vapores, nieblas o polvos inflamables bajo condiciones atmosféricas. Si la concentración de las sustancias está dentro de los límites inferiores y superiores de explosividad el proceso de combustión puede propagarse.

Límite inferior de explosividad (LIE): La concentración mínima de una mezcla de gases, vapores o nieblas inflamables con aire donde juntamente con una llama no se puede propagar independientemente de la fuente de ignición después del encendido. ^[2]

Límite superior de explosividad (LSE): Valor límite superior de una mezcla de gases, vapores o nieblas inflamables con aire donde juntamente con una llama no se puede propagar independientemente de la fuente de ignición después del encendido. ^[2]

A continuación, se muestra los límites de explosividad inferior y superior del óxido de etileno: ^[3]

Tabla 5.1. Valores límites de explosividad (%)

	LIE	LSE
ÓXIDO DE ETILENO	3,00	80,00

Existen diferentes tipos de explosiones: ^[4]

- Explosiones no confinadas: Consiste en el escape de una sustancia inflamable (líquido o gas) que forma una nube de considerables dimensiones la cual se incendia produciendo una deflagración. El material inflamable liberado a la atmósfera se encuentra en un espacio abierto.
- Explosiones confinadas: Originadas a causa del aumento del volumen del gas confinado y superando la presión máxima permitida por el recipiente.
- Explosiones tipo BLEVE: Se considera una explosión de vapores por expansión de un líquido en ebullición. Normalmente se origina por un incendio externo que incide sobre la superficie de un recipiente a presión, debilitando su resistencia y causando su ruptura con el escape súbito del contenido. Si el producto es inflamable, produce una bola de fuego.

5.2.1.2.1 Medidas de seguridad y prevención en caso de explosión

A continuación, se detallan las medidas preventivas que se deben adoptar en caso de explosión: ^[5]

- El acceso a la instalación debe ser controlado, debiendo adoptarse las precauciones necesarias para evitar la presencia de personas ajenas a los trabajos desarrollados en la misma.

- Cuando sea necesario, los accesos a las áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas en cantidades significativas, que supongan un peligro para la salud y la seguridad de los trabajadores deberá señalizarse.
- No situar materiales combustibles ni productos inflamables próximos a las fuentes de alumbrado o calefacción. Los productos inflamables se almacenarán en los recintos habilitados para ello, y en las cantidades imprescindibles.
- Aislamiento térmico para evitar que aumente la presión en el interior del equipo.
- Distancia mínima de seguridad para evitar que la explosión de un equipo cause daños a los equipos más cercanos a este.
- Reducir el riesgo de explosión conteniendo la sustancia explosiva bajo tierra.
- Revisar periódicamente las instalaciones mecánicas, para asegurar que los equipos se encuentran correctamente.
- Sistemas de alivio de presión para impedir que la presión aumente súbitamente en el interior de los equipos.

5.2.1.3 Riesgo de fuga

Una fuga, es un escape de una sustancia tóxica fuera del recipiente que la contiene. Las fugas de sustancias peligrosas constituyen uno de los accidentes más frecuentes en las instalaciones químicas de proceso, y que suelen generar daños graves tanto a los propios equipos, como a las personas expuestas. ^[6]

También hay que tener en cuenta, que el hecho de que se produzca una fuga provoca la interrupción del proceso productivo incluyendo en algunos casos el vaciado de la instalación.

Durante la fase de proyecto es preciso analizar una serie de aspectos relativos a la peligrosidad de las sustancias y las condiciones de proceso, características de la instalación y su idoneidad, capacidad de respuesta ante la diversidad de agentes agresivos internos y externos (corrosión, impactos, etc.), y los elementos tanto activos como pasivos con funciones de seguridad para prevenir fugas y minimizar consecuencias.

5.2.1.3.1 Medidas de seguridad y prevención en caso de fuga

En caso de producirse una fuga de cualquiera de las sustancias de este proceso, se adoptarán las medidas siguientes: ^[6]

- Implementar un sistema de detección de gases
- Dirigir los gases mediante su venteo hacia depósitos o hacia “scrubbers”, para evitar que los gases se emitan a la atmosfera.

5.2.1.4 Riesgo eléctrico

Uno de los riesgos que más se debe tener en cuenta, son los sistemas eléctricos que se encuentran presentes en las diferentes áreas de proceso. Si se analiza bien el proceso de la planta, se puede ver que gran parte de equipos, control, y la mayoría de las instalaciones van acompañadas de la electricidad, la cual cosa esto puede generar un riesgo, y una de las causas principales de la generación de incendios y explosiones. ^[7]

Los trabajadores presentes en la planta están continuamente expuestos a estas instalaciones, lo cual un mal funcionamiento en el ámbito eléctrico puede llegar a ocasionar daños personales y materiales significativos.

Se puede distinguir dos tipos de contacto eléctrico; la directa y la indirecta. Se define como contacto directo, como el contacto de personas o objetos con partes activas (con tensión eléctrica) de los materiales y equipos. En cambio, contacto indirecto es el contacto de personas o objetos con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento. ^[7]

5.2.1.4.1 Medidas de protección de contacto eléctrico directo:

- Alejamiento de las partes activas
- Interposición de obstáculos
- Recubrimiento de partes activas

5.2.1.4.2 Medidas de protección de contacto eléctrico indirecto:

Sistemas de protección de clase A: Reducen el riesgo por si mismos, impidiendo el contacto entre masas y elementos conductores y haciendo que los contactos no sean peligrosos. ^[8]

- Doble aislamiento
- Separación de circuitos
- Pequeña tensión de seguridad

Sistemas de protección de clase B: Se considera como sistemas activos y desconectan o cortan la alimentación cuando se detectan condiciones peligrosas, asegurando la desconexión de la instalación en el menor tiempo posible. ^[8]

- Puesta a tierra
- Instalación de un diferencial

5.2.1.5 Riesgo de uso de sustancias químicas

El descubrimiento, desarrollo y aplicación de nuevos productos químicos, ha permitido mejorar las condiciones de vida de la población, pero al mismo tiempo, ha ocasionado efectos desfavorables para la salud humana y el medio ambiente. El conocimiento de estos efectos es esencial para prevenir y controlar los riesgos de los productos químicos peligrosos.

Por este motivo, es muy importante conocer que sustancias se encuentran presentes en nuestra planta, cuales son sus propiedades, sus efectos y con todo esto poder implementar un sistema de seguridad e higiene efectivo en función de las sustancias con las que se trabaja. En el **apartado 5.3**, se estudian, clasifican y analizan las diferentes sustancias químicas.

5.3 SUSTANCIAS EN PLANTA

Existen diferentes formas de clasificar las sustancias que se encuentran en una planta. En este apartado se muestra una clasificación en función del Reglamento 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, que establece las directrices sobre la clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. ^[9]

Con el presente Reglamento se pretende garantizar un elevado nivel de protección de la salud humana y del medio ambiente, así como la libre circulación de sustancias químicas, mezclas y ciertos artículos específicos, a la vez que se fomentan la competitividad y la innovación.

El objetivo del presente Reglamento debe ser determinar qué propiedades de las sustancias y las mezclas deben conducir a su clasificación como peligrosas, para que sus peligros se identifiquen y comuniquen adecuadamente. Entre dichas propiedades se cuentan con los siguientes peligros: físicos, lo cual hacen referencia a los peligros para la salud humana, y los peligros para el medio ambiente, con inclusión de los peligros para la capa de ozono.

La responsabilidad de identificar las sustancias peligrosas y sus peligros, así como las mezclas de la misma naturaleza, es única y exclusiva de los fabricantes, importadores y usuarios intermedios, independientemente de que entren en el ámbito de aplicación del Reglamento.

El nuevo Reglamento CLP (Classification Labelling Packaging), unifica la clasificación, etiquetado y embalaje de sustancias y mezclas químicas en el ámbito europeo. Esta norma legal, introduce el nuevo sistema en base al sistema universal armonizado de la ONU (ONU GHS). ^[13]

5.3.1 Clasificación de las sustancias

Previamente a la clasificación de las sustancias, se procede a la definición de estas.

Una sustancia química es materia con una composición química definida, compuesta por sus entidades: moléculas, unidades formulares y átomos. Una sustancia no puede separarse en otras por ningún medio mecánico. Estas sustancias pueden clasificarse en dos grupos: elementos y compuestos. A continuación, se explicará la diferencia entre un compuesto y un elemento:

Una sustancia pura que, mediante transformaciones, puede convertirse en otras sustancias se denomina **compuesto**. En cambio, una sustancia pura que no se puede descomponer en otras más simples, se denominan **elementos**.

La clasificación consiste en incluir una sustancia en alguna de las categorías de peligro que se describen a continuación y en asignarle la frase o frases de riesgo. La clasificación no solo tiene consecuencias para el etiquetado, sino que también para otras medidas legislativas y reglamentarias relacionadas con sustancias peligrosas.

Las sustancias que se utilizan en la planta Ethylox a lo largo del proceso para producir óxido de etileno son las siguientes:

Materias primas: Etileno (C_2H_4), Oxígeno (O_2)

Catalizador: Plata sobre una superficie de Alúmina

Productos: Óxido de etileno (C_2H_4O)

Subproductos: Dióxido de Carbono (CO_2), Agua (H_2O)

Otros: Nitrógeno (N_2), Monoetanolamina (C_2H_7NO)

El etiquetado de un producto implica la asignación previa de unas categorías de peligro definidas y preestablecidas y que están basadas en las propiedades fisicoquímicas, en las toxicológicas, en los efectos específicos sobre la salud humana y en los efectos sobre el medio ambiente, identificadas mediante pictogramas y/o frases de riesgo.

5.3.1.1 Propiedades fisicoquímicas

Para la clasificación de una sustancia según sus propiedades fisicoquímicas se consideran los datos obtenidos mediante métodos de ensayo. El carácter explosivo o comburente se determina en base a la respuesta del producto frente al choque/fricción o su capacidad de producir una reacción exotérmica sin ayuda de energía o bien en contacto con sustancias combustibles.

También se tienen en cuenta algunas sustancias con un grupo funcional definido, como es el caso de los peróxidos orgánicos, que siempre son clasificados como comburentes. La inflamabilidad se puede clasificar en tres grados: extremadamente inflamable, fácilmente inflamable e inflamable en función, para los líquidos, de su punto de inflamación o destello y su punto de ebullición. También se consideran extremadamente inflamables los gases que se inflaman en contacto con el aire y fácilmente inflamables los sólidos susceptibles de inflamarse tras un breve contacto con una fuente de ignición, así como todos aquellos productos que por reacción con otros pueden desprender gases inflamables o explosivos.

A continuación, en la **Tabla 5.2**, se observa la clasificación de estas en función de las propiedades fisicoquímicas de una sustancia:^{[10][12]}

Tabla 5.2. Clasificación de las sustancias a partir de las propiedades fisicoquímicas

Clasificación	Definición
Explosivos	Sustancias y preparados que pueden explosionar por el efecto de una flama, el calor, o que sean muy sensibles a los choques y a la fricción.
Comburentes	Sustancias y preparados oxidantes que, en contacto con otros, particularmente con los inflamables, originan una reacción altamente exotérmica. <u>Categoría 1 y 2:</u> Sustancias que pueden provocar un incendio o una explosión (Muy comburente).

Clasificación	Definición
	<u>Categoría 3</u> : Sustancia que puede provocar o empeorar un incendio (comburente).
Extremadamente inflamables	Sustancias que sus vapores queman con facilidad en mezclarse con el aire y que su temperatura mínima a la que se desprenden suficientes vapores para que se produzca la inflamación es de P.I.<35°C
Fácilmente inflamables	Sustancias que sus vapores queman con facilidad en mezclarse con el aire.
Inflamables	Sustancias que sus vapores queman con facilidad en mezclarse con el aire. P.I.>60°C

5.3.1.2 Propiedades toxicológicas (efectos sobre la salud)

La toxicidad es la capacidad de una sustancia o preparado de ocasionar daños en un organismo vivo, esta capacidad es intrínseca a la sustancia y puede ser modificada por multitud de factores como pueden ser: ^{[11][12]}

- Dosis administrada y/o absorbida
- Vía de administración
- Distribución en el tiempo de la dosis

Los estudios toxicológicos nos informan de que, para la mayoría de los compuestos, la severidad de un daño está relacionado con la concentración y el tiempo de exposición y a su vez de otras variables que se deben tener en cuenta ya que pueden modificar la magnitud del efecto.

El principal recurso para establecer la toxicidad de los compuestos químicos es la experimentación en animales, que permite obtener datos de toxicidad aguda y crónica.

Una de las pruebas más utilizada consiste en determinar la dosis letal para exposiciones agudas. Se llama dosis letal 50, DL₅₀, cuando se refiere a la dosis, expresada en mg/kg de peso del animal, que administrada de una vez por vía oral a un grupo determinado de animales produce la muerte del 50% de los mismos. Si la administración es vía inhalatoria se habla de concentración letal 50, CL₅₀. En base a los valores de las DL₅₀ y las CL₅₀ se pueden clasificar los tóxicos en muy tóxicos, tóxicos y nocivos. ^[11]

A continuación, en la **Tabla 5.3**, se observa la clasificación de estas en función de las propiedades toxicológicas de una sustancia:^{[10] [12]}

Tabla 5.3. Clasificación de las sustancias a partir de las propiedades toxicológicas.

Clasificación	Definición
Muy tóxicos	Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte. T ⁺ : Muy tóxicos (Categoría 1 y 2: Mortal).
Tóxicos	Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden provocar dolores, riesgos graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte. T: Tóxicos (Categoría 3: Tóxico).
Nocivos	La inhalación, la ingestión o la absorción cutánea pueden provocar daños para la salud agudos o crónicos. Peligros para la reproducción y peligro de sensibilización por inhalación. X: Nocivos (Categoría 4: Nocivo).
Corrosivos	Sustancias y preparados que, en contacto con tejido vivo, pueden ejercer una acción destructiva del mismo.

Clasificación	Definición
Irritantes	<p>Sustancias y preparados, no corrosivos, que, con el contacto inmediato o repetitivo con la piel o las mucosas pueden provocar una reacción inflamatoria</p> <p><u>Categoría 1:</u> Provoca síntomas de enfermedades, alergias, etc.</p> <p><u>Categoría 2:</u> Puede provocar irritaciones graves para las personas.</p> <p><u>Categoría 3:</u> Provoca efectos nocivos específicos como irritación del gastro intestinal al ingerirla.</p> <p><u>Categoría 4:</u> Provoca efectos nocivos con el contacto de la piel o su ingestión.</p>
Sensibilizantes	<p>Las sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado da lugar a efectos negativos característicos.</p>
Carcinogénicos	<p>Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia.</p> <p>Categorías 1A y 1B: Pueden provocar cáncer (siendo la A la más peligrosa)</p> <p>Categoría 2: Sospechosas de que pueda provocar cáncer.</p>
Mutagénicos	<p>Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir efectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia.</p> <p><u>Categoría 1A y 1B:</u> Puede provocar defectos genéticos.</p> <p><u>Categoría 2:</u> Sospechas de que pueda provocar efectos genéticos.</p>
Tóxicos para la reproducción	<p>Las sustancias y preparados que, por inhalación ingestión o penetración cutánea, puedan producir efectos negativos en la descendencia, aumentar su frecuencia, o afectar a la capacidad reproductora masculina o femenina.</p>

5.3.1.3 Propiedades ecotoxicológicas (efectos sobre el medio ambiente)

Respecto al medio ambiente se consideran los efectos sobre los distintos ecosistemas, principalmente el acuático, y los peligros que el producto representa para la capa de ozono.

En lo referente al medio ambiente acuático se tienen en cuenta, para los productos químicos, la toxicidad aguda en peces, algas y Daphnias y los daños a largo plazo en función de su biodegradabilidad y posible bioacumulación. En el medio no acuático se consideran los efectos negativos sobre la fauna, la flora y los organismos del suelo, incluidos los daños a largo plazo.

A continuación, en la **Tabla 5.4**, se observa la clasificación de estas en función de las propiedades ecotoxicológicas de una sustancia ^[10] ^[12]







Tabla 5.4. Clasificación de las sustancias a partir de las propiedades ecotoxicológicas.

Clasificación	Definición
Peligrosos para el medio ambiente	Las sustancias o preparados que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.

5.3.2 Clasificación de las sustancias químicas en la planta Ethylox

En el siguiente apartado, se clasificarán las sustancias químicas presentes en la planta acompañados de su peligro y su pictograma correspondido.

Tabla 5.5. Clasificación de las sustancias presenten en la planta Ethylox

Sustancia	Peligro	Pictograma
Etileno	Inflamable Gas a presión Irritante	
Oxígeno	Comburente Gas a presión	
Agua	Ningún	
Dióxido de Carbono	Gas a presión	
Nitrógeno	Gas a presión	
Óxido de etileno	Inflamable Gas a presión Tóxico Peligro por aspiración	
Monoetanolamina	Irritante Corrosivo para metales y cutáneo	

5.3.3 Envasado y etiquetado de sustancias peligrosas

El Reglamento (CE) n.o 1272/2008 («Reglamento CLP») alinea la legislación anterior de la UE con el SGA (Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de

Productos Químicos), un sistema de las Naciones Unidas para identificar productos químicos peligrosos e informar a las empresas/personas usuarias sobre estos peligros. También dispone de enlaces con la legislación REACH.

El Reglamento CLP entró en vigor el **20 de enero de 2009** y **sustituyó a las Directivas sobre clasificación y etiquetado de sustancias peligrosas (67/548/CEE) y sobre preparados peligrosos (1999/45/CE)**. Ambas directivas fueron derogadas el 1 de junio de 2015.

Uno de los principales objetivos del Reglamento CLP consiste en determinar si una sustancia o mezcla muestra propiedades que den lugar a su clasificación como sustancia peligrosa. En este contexto, la clasificación es el punto de partida para la comunicación del peligro.

Si la información relevante sobre una sustancia o mezcla cumple los criterios de clasificación previstos en el Reglamento CLP, los peligros de una sustancia o mezcla se identifican mediante la asignación de una determinada clase o categoría de peligro. Las clases de peligro del Reglamento CLP abarcan peligros físicos, sanitarios, medioambientales y adicionales.

Los fabricantes, los importadores, los usuarios intermedios y los distribuidores, así como los productores y los importadores de determinados artículos, deben comunicar los peligros identificados a los otros agentes de la cadena de suministro, incluidos los consumidores.

Esto se realiza por medio del etiquetado de la sustancia o la mezcla de acuerdo con el Reglamento CLP antes de su comercialización, cuando:^[14]

- La sustancia o mezcla esté clasificada como peligrosa
- La mezcla contenga una o más sustancias clasificadas como peligrosas más allá de un cierto valor umbral.
- El artículo tenga propiedades explosivas

El Reglamento CLP define el contenido de la etiqueta y la presentación de sus diferentes elementos. La etiqueta debe estar bien pegada a una o más superficies del envase y debe incluir la siguiente información: ^[14]

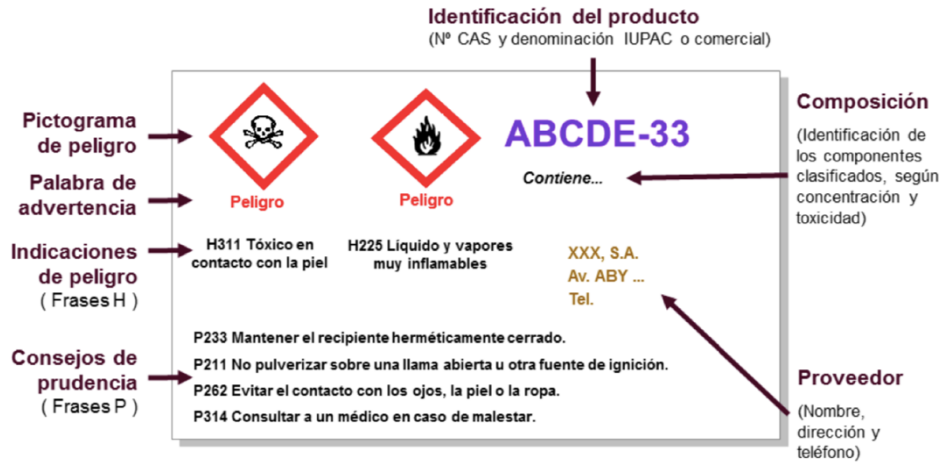


Figura 5.1 Ejemplo de como se debe etiquetar una sustancia química

- El nombre, la dirección y el número de teléfono del proveedor
- La cantidad nominal de la sustancia o mezcla acondicionada en el envase a disposición del público en general, salvo que esta cantidad ya aparezca especificada en otro lugar del envase
- Identificadores del producto
- Cuando proceda, los pictogramas de peligro, palabras de advertencia, indicaciones de peligro, consejos de prudencia e información suplementaria de conformidad con legislación adicional.

Las dimensiones de la etiqueta deberán responder a los formatos siguientes: ^[15]

Tabla 5.6. Dimensiones mínimas de las etiquetas y pictogramas.










Capacidad del envase	Dimensiones de la etiqueta (en milímetros)	Dimensiones del pictograma (en milímetros)
Hasta 3 metros	52 x 74 como mínimo	No puede ser inferior a 10 x 10, como mínimo ha de ser de 16x 16.
Más de 3 litros sin llegar a los 50 litros.	74 x 105 como mínimo	23x23 como mínimo.
Más de 50 litros, pero sin llegar a los 500 litros.	105 x 148 como mínimo	32 x 32 como mínimo
Más de 500 litros	148 x 210 como mínimo	46 x 46 como mínimo

Respecto al envasado, este debe diseñarse, construirse y cerrarse de forma que su contenido no pueda salirse en ningún momento. Por lo tanto, los materiales del envase deben ser fuertes, sólidos, y resistentes a daños producidos por el contenido. Los dispositivos de cierre reposicionables deben permitir el cierre repetido sin que se escape el contenido. ^[14]

El envase de una sustancia química suministrada al público en general no debe atraer ni despertar la curiosidad de los niños ni confundir a los consumidores. El envase no debe tener una presentación similar o un diseño utilizado para productos alimenticios, ni pienso de animales, ni medicamentos o cosméticos. ^[14]

Los pictogramas utilizados, son rombos rojos con fondo blanco que en el centro incluyen el dibujo que indica el peligro específico de la sustancia. A continuación, en la **tabla 5.7**, se observa los pictogramas que forman parte del reglamento y con los que se tiene en cuenta todos los posibles peligros causados por una sustancia: ^[14]

Tabla 5.7 Pictogramas pertenecientes al reglamento

Explosivo- [GHS01]	Líquido inflamable- [GHS02]	Líquido comburente- [GHS03]
		
Gas comprimido- [GHS04]	Corrosivo para metales y cutáneo-[GHS05]	Toxicidad aguda-[GHS06]
		
Irritación cutánea-[GHS07]	Peligro por aspiración- [GHS08]	Peligroso para el medio ambiente acuático- [GHS09]
		

5.3.3.1 Listado de indicaciones de peligro: "Frases H"

Como se puede observar en la **tabla 5.7**, cada pictograma esta indicado con diferentes indicadores de peligro, una de ellas es la letra H.

A continuación, se detalla como es la estructura de estos indicadores de peligro: ^[16]

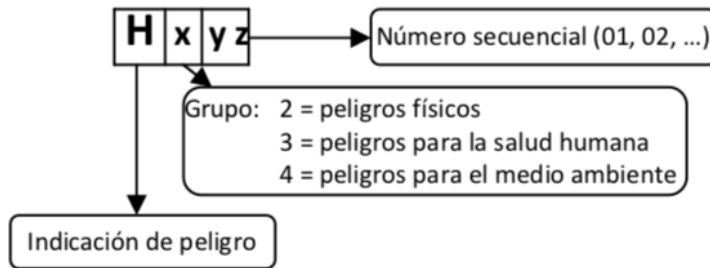


Figura 5.2 Estructura de indicaciones de peligro, Frases H

Como se puede ver en la **Figura 2**, las frases vienen definidas por la letra H, y esencialmente por la primera cifra que especifica el tipo de peligro, que este puede ser físico, peligroso para la salud humana, y para el medio ambiente). Los números posteriores son cifras secuenciales.

A continuación, se clasificarán las sustancias presentes en la producción de óxido de etileno, en base a las frases H. ^{[17] [18] [19] [20] [21] [22]}

Tabla 5.8. Frases H del Oxígeno



Frase H	Significado	Representación
H270	Puede provocar o agravar un incendio; comburente	
H280	Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento	

Tabla 5.9. Frases H del Etileno




Frase H	Significado	Representación
H220	Gas extremadamente inflamable	
H336	Puede provocar somnolencia o vértigo	
H280	Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento	

Tabla 5.10. Frases H del dióxido de carbono


Frases H	Significado	Representación
H280	Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento	

Tabla 5.11. Frases H del Nitrógeno


Frases H	Significado	Representación
H280	Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento	

Tabla 5.12. Frases H del Óxido de etileno











Frases H	Significado	Representación
H220	Gas extremadamente inflamable	     
H230	Puede explotar incluso en ausencia de aire	
H280	Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento	
H331	Tóxico en caso de inhalación	
H315	Provoca irritación cutánea	
H319	Provoca irritación ocular grave	
H340	Puede provocar defectos genéticos	
H350	Puede provocar cáncer	
H335	Puede irritar las vías respiratorias	

Tabla 5.13. Frases H de la MEA

Frases H	Significado	Representación
H227	Combustible líquido	
H302+H312+H332	Nocivo en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación. Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.	
H335	Puede irritar las vías respiratorias	 

5.3.3.1 Listado de consejos de prudencia: " Frases P"

En los envases, también aparecen las frases P, lo cual te indica un listado de consejos de prudencia para la persona que este manipulando dicha sustancia. A continuación, en la **Figura 3**, se muestra como es la estructura de las frases P:

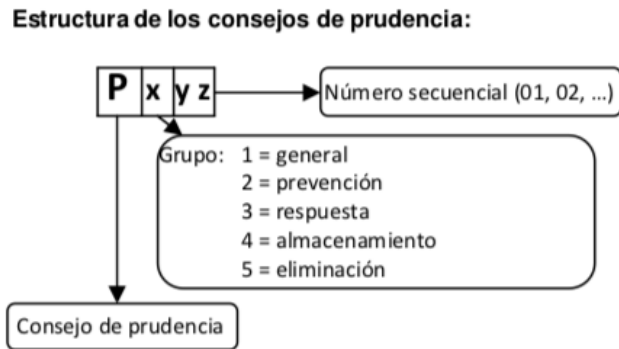


Figura 5.3 Estructura de los consejos de prudencia.

A continuación, se clasificarán las sustancias presentes en la producción de óxido de etileno, en base a las frases P. [17] [18] [19] [20] [21] [22]

Tabla 5.14. Consejos de prudencia del Oxígeno

Frases P	Consejo de prudencia
P244	Mantener las válvulas y accesorios libres de grasa y aceite.
P220	Mantener o almacenar alejado de la ropa/.../ materiales combustibles.
P370+P376	En caso de incendio: Detener la fuga, si no hay peligro en hacerlo.
P403	Almacenar en un lugar bien ventilado

Tabla 5.15. Consejos de prudencia del dióxido de carbono

Frases P	Consejos de prudencia
P403	Almacenar en un lugar bien ventilado

Tabla 5.16. Consejos de prudencia del etileno

Frases P	Consejos de prudencia
P260	No respirar polvo, el humo, el gas, la niebla los vapores, o el aerosol.
P210	Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar
P304+P340+P315	En caso de inhalación: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar. Consulta a un médico, inmediatamente.
P377	Fuga de gas en llamas: No apagar, salvo si la fuga puede detenerse sin peligro.
P381	Eliminar todas las fuentes de ignición si no hay peligro en hacerlo.
P403	Almacenar en un lugar bien ventilado.

Tabla 5.17. Consejos de prudencia de la MEA

Frases P	Consejos de prudencia
P260	No respirar el polvo, humo, gas, nieva, vapores o aerosol.
P280	Llevar guantes, prendas, gafas, máscara de protección.
P303+P361+P353	En caso de contacto con la piel o pelo: Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua y ducharse.
P305+P351+P338	En caso de contacto con los ojos: Enjuagar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Si es posible, quitarse las gafas.
P370+P378	En caso de incendio: Utilizar arena, dióxido de carbono o extintor de polvo para la extinción.
P403+P233	Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente-

Tabla 5.18. Consejos de prudencia del óxido de etileno

Frases P	Consejos de prudencia
P202	No manipular la sustancia antes de haber leído y comprendido todas las instrucciones de seguridad.
P260	No respirar el polvo, el humo, el gas, la niebla, los vapores o el aerosol.
P280	Llevar guantes de protección, prendas de protección, gafas de protección, máscara de protección.
P210	Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.
P302+P352	En caso de contacto con la piel: Lavar con agua y jabón abundantes.
P304+P340+P315	Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.
P305+P351+P338+P315	En caso de contacto con los ojos: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando. Consulte a un médico inmediatamente.
P308+P313	En caso de exposición manifiesta o presunta: Consultar a un médico.
P332+P313	En caso de irritación cutánea: Consultar a un médico
P377	Fuga de gas en llamas: No apagar, salvo si la fuga puede detenerse sin peligro.
P381	Eliminar todas las fuentes de ignición si no hay peligro en hacerlo.
P403	Almacenar en un lugar bien ventilado.
P405	Guardar bajo llave.

5.3.4 Fichas de seguridad

Una ficha de seguridad (FDS) es un documento, elaborado de acuerdo con lo establecido en determinados textos legislativos, principalmente el Reglamento (CE) nº 1907/2006 (Reglamento REACH) sobre Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de sustancias y mezclas químicas que nos informan sobre los peligros identificados en el producto y los riesgos para la salud y la seguridad derivados de su uso. ^[23]

Aparte de la información sobre la naturaleza de una sustancia química, una ficha de seguridad también debe facilitar información sobre como trabajar con dichas sustancias de manera segura, y la acción a realizar en caso de haber un derrame accidental.

Se debe tener en cuenta, que las FDS van dirigidas para los trabajadores que puedan estar expuestos a productos peligrosos, para el servicio de prevención, y para el personal de emergencia.

La información que debe de contener una FDS es la que se muestra a continuación: ^[23]

- Identificación de la sustancia o preparado y de la sociedad o empresa
- Identificación de los peligros
- Composición/ información sobre componentes
- Primeros auxilios
- Medidas de lucha contra incendios
- Medidas en caso de vertido accidental
- Manipulación y almacenamiento
- Controles de exposición/ protección personal
- Propiedades físicas y químicas
- Estabilidad y reactividad
- Información toxicológica
- Información ecológica
- Consideraciones relativas a la eliminación
- Información relativa al transporte
- Información reglamentaria
- Otra información

En el apéndice, **apartado 5.17**, aparecen las hojas de seguridad de los componentes presentes en la planta Ethylox.

5.4 SEÑALIZACIÓN

En este apartado, se procederá a estudiar la señalización de seguridad en una planta química, con la finalidad de evitar accidentes y riesgos que puedan generarse. El Real Decreto 485/1997, de señalización de seguridad y salud en el trabajo, obliga al empresario a utilizar toda la señalización de seguridad que, de acuerdo con los resultados de la evaluación de riesgos, sea necesaria y útil para controlar los riesgos. ^[24]

Asimismo, la falta de señalización de seguridad incrementa el riesgo, debido a la manera en que priva al trabajador de la más elemental información sobre el riesgo y la manera de evitarlo.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar se realizará de manera que la señalización resulte lo más eficaz posible. Para realizar esta elección, se tendrá en cuenta: ^[24]

- Las características de la señal
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir
- El número de trabajadores afectados

5.4.1 ¿Dónde se debe señalar?

Se debe señalar todo elemento o situación que pueda constituir un riesgo para la salud o la seguridad de los trabajadores. A continuación, se especifican los principales lugares de señalización en una planta: ^[24]

- Lugares de almacenamiento de sustancias y productos peligrosos. Recipientes y tuberías que contengan estos productos.

- Lugares peligrosos, obstáculos y vías de circulación.
- Riegos específicos, como radiaciones ionizantes, riesgo biológico, riesgo eléctrico, etc.
- Salidas de emergencia
- Equipos de lucha contra incendios
- Maniobras peligrosas y situaciones de emergencia.

5.4.2 Colores de seguridad

Los colores de seguridad podrán formar parte de una señalización de seguridad o constituirlos por sí mismos. En el siguiente cuadro, se muestran los colores de seguridad con su respectivo significado y otras indicaciones de uso: ^[24]

Tabla 5.19. Clasificación de los colores de seguridad

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro-alarma	Alta, parada Desconexión de emergencia. Evacuación.
	Material y equipos De lucha contra incendios	Identificación y localización.
Amarillo o Amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar equipo de Protección individual.
Verde	Señal de salvamiento o de auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamiento o de Socorro, locales.
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad.

Cuando el color de fondo sobre el que tenga que aplicarse el color de seguridad pueda dificultar la percepción de este último, se utilizará un color de contraste que enmarque o se alterne con el de seguridad, de acuerdo con la siguiente tabla: ^[24]

Tabla 5.20. Color de contraste según el color de seguridad

Color de seguridad	Color de contraste
Rojo	Blanco
Amarillo/ Amarillo anaranjado	Negro
Azul	Blanco
Verde	Blanco

5.4.3 Clasificación de la señalización

La señalización puede ser de tipo visual, acústico, olfativo y táctil, pero las más usuales son las señales visuales y las acústicas. Ambas pueden tener carácter provisional o permanente. Esta señalización, siempre debe estar acompañada de una información y formación sobre su significado.

En la **Figura 4** se observa la clasificación que se puede llevar a cabo en las señales de seguridad.



Figura 5.4 Tipo de señales de seguridad

5.4.3.1 Señales en forma de panel

Este tipo de señales es el más utilizado en cuanto a señales de seguridad. Una señal en forma de panel es aquella que, por la combinación de una forma geométrica, de colores o de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad. [24]

5.4.3.1.1 Características intrínsecas

1. La forma y colores de estas señales varían en función del tipo de señal.
2. Los pictogramas serán lo más sencillos posible.
3. Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medioambientales.
4. Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

5.4.3.1.2 Requisitos de utilización

1. Las señales se instalarán a una altura y en una posición apropiada en relación con el ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.
2. El lugar dónde se coloque la señal, deberá estar bien iluminado, a más de ser accesible y fácilmente visible.
3. No se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí para no provocar una disminución de la eficacia de la señalización.
4. Las señales se retirarán cuando deje de existir la justificación por lo cual estas se encontraban presentes.

5.4.3.1.3 Tipos de señales de panel

5.4.3.1.3.1 Señales de advertencia

Las señales de advertencia advierten de un riesgo o un peligro. Estas se caracterizan por tener una forma triangular. El pictograma que se encuentra en la señal es negro sobre un fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal). Los bordes de la señal al igual que el pictograma también es negro. ^[24]

En la **Figura 5**, se muestra las diferentes señales de advertencias presentes en el trabajo: ^[24]

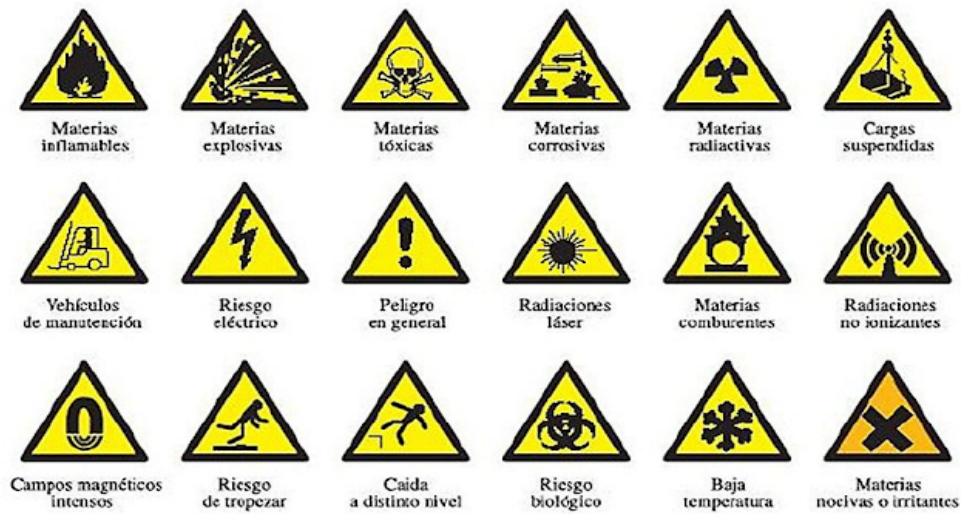


Figura 5.5 Señales de advertencia

5.4.3.1.3.2 Señales de prohibición

Las señales de prohibición prohíben un comportamiento susceptible de provocar un peligro. Estas se caracterizan por tener forma redonda. El pictograma que se encuentra en la señal es negro sobre un fondo blanco. Los bordes de la redonda y la banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) son de color rojo. El rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal. [24]

En la **Figura 6**, se observan las diferentes señales de peligro presentes en el trabajo: [24]



Figura 5.6 Señales de peligro

5.4.3.1.3.3 Señales de obligación

Las señales de obligación obligan a seguir un comportamiento determinado. Estas se caracterizan por tener forma redonda. El pictograma que se encuentra en la señal es blanco sobre un fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal). [24]

En la **Figura 7**, se observan las diferentes señales de obligación presentes en el trabajo:[24]



Figura 5.7 Señales de obligación

5.4.3.1.3.4 Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios

Las señales relativas a los equipos de lucha contra incendios, indican la situación de alguno de los dispositivos no automáticos de extinción de incendios presentes en el lugar de trabajo. Estas señales se caracterizan por tener forma rectangular o cuadrada. El pictograma en el cual se encuentra la señal es blanco sobre un fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal). [24]

En la **Figura 8**, se observan las diferentes señales relativas a los equipos de lucha contra incendios presentes en el trabajo: [24]



Figura 5.8 Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios

5.4.3.1.3.5 Señales de salvamiento o socorro

Se denominan así, a las utilizadas para proporcionar indicaciones relativas a las salidas de evacuación, a material de primeros auxilios o a dispositivos de salvamiento. Tienen forma rectangular o cuadrada y un pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).^[24]

En la **Tabla 5.21**, se observa el tamaño mínimo de las señales: ^[24]

Tabla 5.21. Tamaño mínimo de las señales de salvamiento o socorro

210 x 210 mm	Cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m
420 x 420	Cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m
594 x 594	Cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m

En la **Figura 9**, se observan las diferentes señales de salvamiento o socorro presentes en el trabajo:^[24]

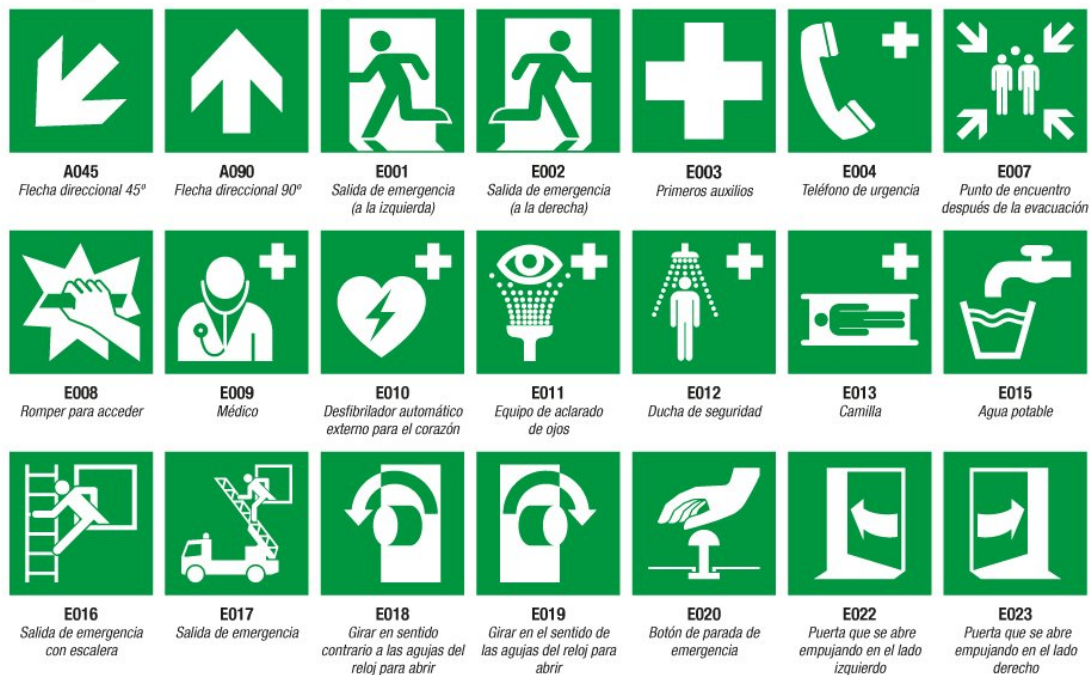


Figura 5.9 Señales de salvamiento o socorro

5.4.3.2 Señales luminosas

Las señales luminosas, son aquellas que están formadas por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa. [24]

5.4.3.2.1 Características y requisitos de las señales luminosas

- La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno según sus condiciones de uso previstas. La intensidad que se aplique debe asegurar su visión sin llegar a producir deslumbramientos.
- En el caso de que la superficie luminosa emita una señal de color uniforme, el color deberá ajustarse a lo dispuesto en el **apartado 5.4.2**. En cambio, en el caso de que la superficie luminosa lleve un pictograma, deberá respetar las reglas aplicables a las señales en forma de panel explicadas en el apartado **5.4.3.1.2**.

- Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida con respecto a la señal continua.
- No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, tampoco se pondrá una señal luminosa cerca de otra señal luminosa a no ser que sean muy diferentes.
- En el caso de utilizar una señal luminosa intermitente, la duración y la frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje. De este modo, se evita que esta señal pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.
- Los equipos de emisión de señales luminosas que se utilizan en caso de peligro grave, deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

5.4.3.3 Señales acústicas

Una señal acústica, es aquella señal sonora codificada, emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética. ^[24]

5.4.3.3.1 Características y requisitos de uso de las señales acústicas

- La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al ruido ambiental, con el objetivo de poder oírlo, sin llegar a ser excesivamente molesto. Por otro lado, cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso, no se deberá utilizar ninguna señal acústica.
- El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales.
- No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.
- Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para

indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.

- El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.

5.4.3.4 Comunicaciones verbales

La comunicación verbal se da entre un locutor y un emisor, y uno o varios oyentes. Se trata de utilizar textos cortos, frases, grupos de palabras o palabras aisladas, eventualmente codificados. La comunicación verbal será directa (utilización de la voz humana) o indirecta (voz humana o sintética, difundida por un medio apropiado). [24]

Asimismo, los trabajadores, deberán conocer bien el lenguaje utilizado, para así poder comprender correctamente el mensaje verbal y adoptar el comportamiento apropiado en el ámbito de seguridad y salud.

Si la comunicación verbal se utiliza como complemento de señales gestuales, se utilizarán las siguientes palabras:

- Comienzo: Indicar la toma de mando
- Alto: Interrumpir o finalizar un movimiento
- Fin: Para finalizar las operaciones
- Izar: Para izar una carga
- Bajar: Para bajar una carga
- Avanzar, retroceder, a la derecha. Izquierda: Indicar el sentido de un movimiento.
- Peligro: Para efectuar una parada de emergencia.
- Rápido: Para acelerar un movimiento por razones de seguridad.

5.4.3.5 Señales gestuales

Una señal gestual, es un movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores. [24]

Las señales de este tipo deberán ser precisas, simples, amplias, fácil de realizar y comprender, y distinguible de otras señales gestuales.

5.4.3.5.1 Gestos codificados

Los gestos codificados que se muestran a continuación no impiden utilizar otros códigos, en particular en determinados sectores de actividad, aplicables a nivel comunitario e indicadores de idénticas maniobras. ^[24]

Tabla 5.22. Señales gestuales con gestos generales






GESTOS GENERALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia adelante	
Alto: Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia adelante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

Tabla 5.23. Señales gestuales con movimientos verticales

MOVIMIENTOS VERTICALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Izar	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo.	
Bajar	Brazo derecho extendido hacia abajo, palma de a mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo.	


MOVIMIENTOS VERTICALES		
Distancia vertical	Las manos indican la distancia.	

Tabla 5.24. Señales gestuales con movimientos horizontales







MOVIMIENTOS HORIZONTALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Avanzar	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo	
Retroceder	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente, alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de las señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de las señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal	Las manos indican la distancia	

Tabla 5.25. Señales gestuales que reflejan peligro

PELIGRO		
Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de emergencia.	Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante.	
Rápido.	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento.	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente.	

5.5 SERVICIO HIGIÉNICO Y LOCALES DE DESCANSO

El Real Decreto 486 de 1997, relativo a los servicios higiénicos en lugares de trabajo regula las condiciones que deben de cumplir los lugares de trabajo para que no se originen riesgos para la seguridad y salud de los empleados. ^{[25][26]}

A continuación, se muestran diferentes aspectos que se deben tener en cuenta, para conseguir unos buenos servicios higiénicos en el trabajo:

- Agua potable ^[25]

Los lugares de trabajo dispondrán de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible. Se evitará toda circunstancia que posibilite la contaminación del agua potable. En las fuentes de agua se indicará si ésta es o no potable, siempre que puedan existir dudas al respecto.

- Vestuarios, duchas, lavabos y retretes ^[25]

Vestuarios: Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios, cuando los trabajadores se tengan que cambiar de ropa, ya que estos deben llevar ropa especial para su lugar de trabajo.

Los vestuarios estarán equipados de asientos y de armarios, o taquillas individuales con llave, que estos deben tener la capacidad para guardar toda la ropa y el calzado del trabajador. Los armarios o taquillas para la ropa de calle y trabajo estarán separadas cuando pueda haber riesgo de contaminación, suciedad o humedad de la ropa del trabajo.

En el caso de que los vestuarios no sean necesarios, los trabajadores deberán disponer de colgadores o armarios para colocar su ropa.

Aseos: Estos deben ir equipados con espejos, agua corriente (caliente si es necesario), jabón y toallas individuales u otro secado con garantías higiénicas.

Duchas: Se dispondrá de duchas con agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. En estos casos, se suministrarán a los trabajadores los medios especiales de limpieza que sean necesarios.

En el caso que los vestuarios y los aseos estén separados, la comunicación entre ambos deberá ser fácil.

Retretes: Los lugares de trabajo dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en estos últimos. Estos deberán ir equipados de papel higiénico y descarga automática de agua. En los retretes dedicados a las mujeres, se instalarán recipientes especiales y cerrados.

En general, las dimensiones de los vestuarios, aseos, duchas e inodoros, como la medida de los armarios o taquillas y colgadores deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin complicaciones ni molestias para el trabajador, teniendo en cuenta el número de trabajadores que vayan a utilizarlos simultáneamente.

Por otro lado, los vestuarios, locales de aseos y retretes estarán separados por hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos. No se utilizarán para usos distintos de aquellos para los que estén destinados.

A continuación, se muestran los números recomendables de aseos, duchas y espejos en el caso de que ciertos trabajadores finalicen su jornada simultáneamente.

- 1 aseo por cada 10 trabajadores
- 1 espejo por cada 25 trabajadores
- 1 ducha por cada 10 trabajadores
- 1 retrete por cada 25 hombres
- 1 retrete por cada 15 mujeres

- Locales de descanso: ^[25]

Cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular debido al tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso. La presencia de locales de descanso se dará cuando el personal no trabaje en despachos o en lugares de trabajo similares que ofrezcan posibilidades de descanso equivalentes durante las pausas.

Con respecto a las dimensiones, estos serán tan grandes como trabajadores deban utilizar estos locales de descanso simultáneamente.

Asimismo, las mujeres en estado de embarazo y madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas para su correcto bienestar.

Los lugares de trabajo en los que, sin contar con locales de descanso, el trabajo se interrumpa regular y frecuentemente, dispondrán de espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, si su presencia durante las mismas en la zona de trabajo supone un riesgo para su seguridad o salud o para la de terceros.

Por otro lado, los locales de descanso dispondrán de medios de protección para evitar molestias de los fumadores con los no fumadores.

Por último, cuando existan dormitorios en el lugar de trabajo, estos deberán reunir las condiciones de seguridad y salud exigidas para los lugares de trabajo y permitir el descanso del trabajador en condiciones adecuadas.

- Locales provisionales y trabajos al aire libre ^[25]

En el caso de que el trabajo se realice al aire libre, y cuando la seguridad o la seguridad de los trabajadores lo exijan, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.

Al existir el caso, de que el centro de trabajo este alejado del lugar de residencia del trabajador, este dispondrá de locales adecuados destinados a dormitorios y comedores. Estos dormitorios y comedores deberán reunir las condiciones necesarias de seguridad y salud y permitir el descanso y alimentación de los trabajadores en condiciones adecuadas.

- Orden, limpieza y mantenimiento ^[25] ^[26]

Como ya se ha explicado anteriormente, el Real Decreto 486/1997, establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, y un punto

importante y que se debe de tener en cuenta es el orden, la limpieza y mantenimiento de la planta. En el reglamento se establecen los siguientes puntos:

- Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial las salidas de evacuación en caso de emergencia deberán permanecer libres de cualquier obstáculo que pueda dificultar el paso por estas zonas.
- Los lugares de trabajo se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en condiciones higiénicas adecuadas.
- Las operaciones de limpieza no deberán constituir por si mismas una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros, realizándose a tal fin en los momentos, de la forma y con los medios más adecuados.
- Los lugares de trabajo y principalmente las instalaciones, deberán tener un mantenimiento periódico, para que su funcionamiento satisfaga las especificaciones del proyecto, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

5.6 OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO

Según el Real Decreto 486/1997, Capítulo II Artículo 3, el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para garantizar que el uso de los lugares de trabajo no genere riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores o, si no es posible, que los riesgos se reduzcan al mínimo. Para ello, los lugares de trabajo deben cumplir unas disposiciones mínimas establecidas en el RD 486/1997 en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.^[27]

En el Artículo 4 se recogen las diferentes condiciones constructivas por tal de garantizar un espacio de trabajo lo más seguro posible:^[27]

- El diseño y características constructivas de los lugares de trabajo deben ofrecer seguridad frente a los riesgos como resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos de materiales sobre los trabajadores.

- Éstos también deberán facilitar el control de las situaciones de emergencia, como es el caso de incendio, y posibilitar la rápida y segura evacuación de los trabajadores cuando sea necesario.
- Los lugares de trabajo deben cumplir los requisitos mínimos de seguridad indicados en el Anexo I.

Además, en el Artículo 7 se nombran las 2 condiciones ambientales que deberán tenerse en cuenta: ^[27]

- La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deberá suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
- La exposición a los agentes físicos, químicos y biológicos del ambiente de trabajo se regirá por lo dispuesto en su normativa específica.

Si nos dirigimos a los anexos, concretamente al Anexo I para poder definir los requisitos mínimos de seguridad en el lugar de trabajo, encontramos 12 puntos importantes que se comentarán a continuación.

5.6.1 Seguridad estructural

- Los edificios y locales de los lugares de trabajo deberán poseer la estructura y solidez apropiadas a su tipo de utilización. Para las condiciones de uso previstas, todos sus elementos, estructurales o de servicio, incluidas las plataformas de trabajo, escaleras y escalas, deberán: ^[27]
 - Tener la solidez y la resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.
 - Disponer de un sistema de armado, sujeción o apoyo que asegure su estabilidad.
- Se prohíbe sobrecargar los elementos citados en el apartado anterior. El acceso a techos o cubiertas que no ofrezcan suficientes garantías de resistencia solo podrá autorizarse cuando se proporcionen los equipos necesarios para que el trabajo pueda realizarse de forma segura. ^[27]

5.6.2 Espacios de trabajo y zonas peligrosas

- Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes: ^[27]
 - 3 metros de altura desde el suelo hasta el techo, excepto en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos que podrá ser de 2,5 metros.
 - 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.
 - 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.
- La separación entre los elementos materiales existentes en el puesto de trabajo será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor en condiciones de seguridad, salud y bienestar. En caso contrario, el trabajador deberá disponer de espacio adicional suficiente en las proximidades del puesto de trabajo. ^[27]
- Deberán tomarse las medidas adecuadas para la protección de los trabajadores autorizados a acceder a las zonas de los lugares de trabajo donde la seguridad de éstos pueda verse afectada por riesgos de caída, caída de objetos y contacto o exposición a elementos agresivos. Asimismo, deberá disponerse, en la medida de lo posible, de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a dichas zonas, las cuales, además, deben estar correctamente señalizadas. ^[27]

5.6.3 Suelos, aberturas, desniveles y barandillas

- Los suelos de los locales de trabajo deberán ser fijos, estables y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. ^[27]
- Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura. Deberán protegerse, en particular, las aberturas en los suelos, en paredes o tabiques, y las plataformas, muelles o estructuras similares.

Esto no será obligatorio si la altura de caída es inferior a 2 metros. También deberán protegerse los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. ^[27]

- Las barandillas serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas. ^[27]

5.6.4 Tabiques, ventanas y vanos

- Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros, o bien estar separados de dichos puestos y vías, para impedir que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura. ^[27]
- Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación. ^[27]
- Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán poder limpiarse sin riesgo para los trabajadores que realicen esta tarea o para los que se encuentren en el edificio y sus alrededores. ^[27]

5.6.5 Vías de circulación

- Las vías de circulación de los lugares de trabajo, tanto las exteriores como las interiores, incluidas las puertas, pasillos, escaleras, escalas fijas, rampas y muelles de carga, deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad para los peatones o vehículos que circulen por ellas y para el personal que trabaje en sus proximidades. ^[27]
- A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, el número, situación, dimensiones y condiciones constructivas de las vías de circulación de personas o

de materiales deberán adecuarse al número potencial de usuarios y a las características de la actividad y del lugar de trabajo. ^[27]

- La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 80 centímetros y 1 metro, respectivamente. ^[27]
- La anchura de las vías por las que puedan circular medios de transporte y peatones deberá permitir su paso simultáneo con una separación de seguridad suficiente. ^[27]
- Las vías de circulación destinadas a vehículos deberán pasar a una distancia suficiente de las puertas, portones, zonas de circulación de peatones, pasillos y escaleras. ^[27]
- Los muelles de carga deberán tener al menos una salida, o una en cada extremo cuando tengan gran longitud y sea técnicamente posible. ^[27]
- Siempre que sea necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente señalizado. ^[27]

5.6.6 Puertas y portones

- Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista. ^[27]
- Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas y portones que no sean de material de seguridad deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores. ^[27]
- Las puertas y portones de vaivén deberán ser transparentes o tener partes transparentes que permitan la visibilidad de la zona a la que se accede. ^[27]
- Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los carriles y caer. ^[27]
- Las puertas y portones que se abran hacia arriba estarán dotados de un sistema de seguridad que impida su caída. ^[27]
- Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo para los trabajadores. Tendrán dispositivos de parada de emergencia de fácil

identificación y acceso, y podrán abrirse de forma manual, salvo si se abren automáticamente en caso de avería del sistema de emergencia. ^[27]

- Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquéllos. ^[27]
- Los portones destinados básicamente a la circulación de vehículos deberán poder ser utilizados por los peatones sin riesgos para su seguridad, o bien deberán disponer en su proximidad inmediata de puertas destinadas a tal fin, expeditas y claramente señalizadas. ^[27]

5.6.7 Rampas, escaleras fijas y de servicio

- Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes. ^[27]
- En las escaleras o plataformas con pavimentos perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 milímetros. ^[27]
- Las escaleras tendrán una anchura mínima de 1 metro, excepto en las de servicio, que será de 55 centímetros. ^[27]
- Los peldaños de una escalera tendrán las mismas dimensiones. Se prohíben las escaleras de caracol excepto si son de servicio. ^[27]
- Las escaleras mecánicas y cintas rodantes deberán tener las condiciones de funcionamiento y dispositivos necesarios para garantizar la seguridad de los trabajadores que las utilicen. Sus dispositivos de parada de emergencia serán fácilmente identificables y accesibles. ^[27]

5.6.8 Escalas fijas

- La anchura mínima de las escalas fijas será de 40 centímetros y la distancia máxima entre peldaños de 30 centímetros. ^[27]
- Cuando el paso desde el tramo final de una escala fija hasta la superficie a la que se desea acceder suponga un riesgo de caída por falta de apoyos, la barandilla o lateral de la escala se prolongará al menos 1 metro por encima del último

peldaño o se tomarán medidas alternativas que proporcionen una seguridad equivalente. ^[27]

- Las escalas fijas que tengan una altura superior a 4 metros dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante. ^[27]
- Si se emplean escalas fijas para alturas mayores de 9 metros se instalarán plataformas de descanso cada 9 metros o fracción. ^[27]

5.6.9 Suelos, aberturas, desniveles y barandillas

- Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica. Además, deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en el exterior o en una zona de seguridad. ^[27]
- En caso de peligro, los trabajadores deberán poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente y en condiciones de máxima seguridad. ^[27]
- El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de evacuación dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de los lugares de trabajo, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en los mismos. ^[27]
- Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de urgencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente. Estarán prohibidas las puertas específicamente de emergencia que sean correderas o giratorias. ^[27]
- Las puertas situadas en los recorridos de las vías de evacuación deberán estar señalizadas de manera adecuada. Se deberán poder abrir en cualquier momento desde el interior sin ayuda especial. Cuando los lugares de trabajo estén ocupados, las puertas deberán poder abrirse. ^[27]
- Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto de manera que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento. Las puertas de emergencia no deberán cerrarse con llave. ^[27]

- En caso de avería de la iluminación, las vías y salidas de evacuación que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad. ^[27]

5.6.10 Condiciones de protección contra incendios

- Según las dimensiones y el uso de los edificios, los equipos, las características físicas y químicas de las sustancias existentes, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes, los lugares de trabajo deberán estar equipados con dispositivos adecuados para combatir los incendios y, si fuere necesario, con detectores contra incendios y sistemas de alarma. ^[27]
- Los dispositivos no automáticos de lucha contra los incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Dichos dispositivos deberán señalizarse conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera. ^[27]

5.6.11 Instalación eléctrica

- La instalación eléctrica de los lugares de trabajo deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. ^[27]
- La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión. Los trabajadores deberán estar debidamente protegidos contra los riesgos de accidente causados por contactos directos o indirectos. ^[27]
- La instalación eléctrica y los dispositivos de protección deberán tener en cuenta la tensión, los factores externos condicionantes y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación. ^[27]

5.6.12 Minusválidos

- Los lugares de trabajo y, en particular, las puertas, vías de circulación, escaleras, servicios higiénicos y puestos de trabajo, utilizados u ocupados por trabajadores minusválidos, deberán estar acondicionados para que dichos trabajadores puedan utilizarlos. ^[27]

5.7 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI's)

Se define EPI como cualquier dispositivo o medio que vaya a llevar o del que vaya a disponer una persona con el objetivo de que la proteja contra uno o varios riesgos que puedan amenazar su salud y su seguridad. Los EPI son elementos esenciales de toda estrategia de control del riesgo. ^[28]



Figura 5.10 Ejemplos de equipos de protección individual

El uso de los EPI en el lugar de trabajo está unido a la aplicación de dos reales decretos, el Real Decreto 773/1997 (Directiva 89/656/CEE) relativo al uso de los EPI y el Reglamento (UE) 2016/425 relativo a su comercialización. ^[28]

5.7.1 Criterios de utilización de los EPI's

Los EPI's deberán utilizarse cuando existan riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo. ^[28]

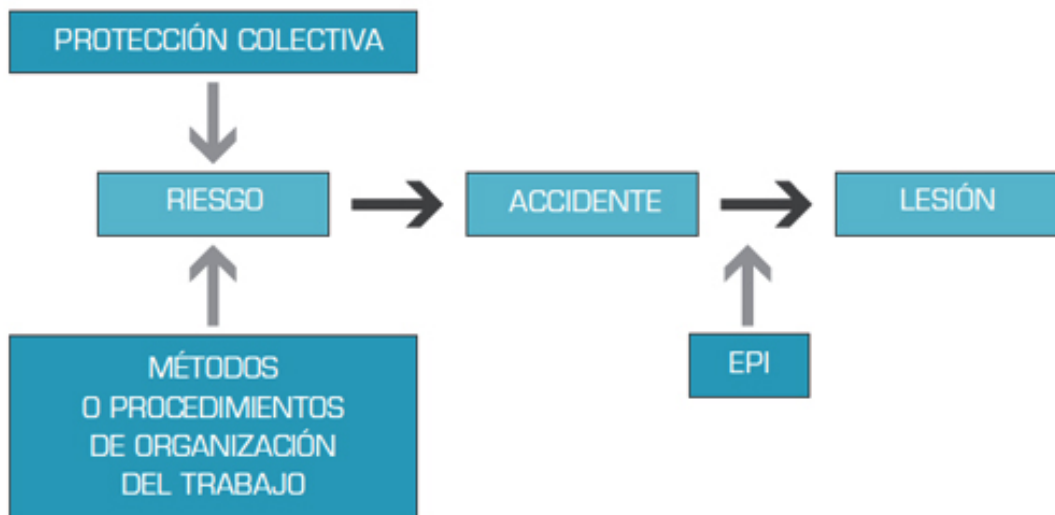


Figura 5.11 Esquema de los criterios de utilización de los EPI's

Es el empresario quien debe determinar los puestos de trabajo donde debe recurrirse al uso de los EPI y, además, precisar en dichos puestos: ^[28]

- Riesgo o riesgos frente a los que se debe ofrecer protección.
- Partes del cuerpo a proteger.
- Tipo de EPI que se debe utilizar.

Además, el empresario deberá entregar gratuitamente los EPI a los trabajadores.

5.7.2 Categorías de EPI

Hay diferentes categorías en las que se clasifican los equipos de protección individual, y son las siguientes: ^[28]

- **Categoría 1:** son equipos sencillos y proporcionan una protección baja. En esta categoría se incluyen guantes o ropa y calzado para agentes atmosféricos i excepcionales ni extremos.
- **Categoría 2:** no son tan sencillos y proporcionan una protección media. En esta categoría se incluyen los cascos, los equipos de protección del rostro...
- **Categoría 3:** son de diseño complejo y protegen al usuario de todo peligro mortal o que dañe su salud. En esta categoría se incluyen los dispositivos de protección contra caídas desde altura, o de protección respiratoria contra agentes tóxicos.

Cada EPI debe llevar en su embalaje indicado el número distintivo del organismo notificado que interviene en la fase de producción.

5.7.3 Elección de los EPI

A la hora de escoger los EPI's para los trabajadores, el empresario deberá llevar a cabo estas actuaciones: ^[28]

- Análisis y evaluación de los riesgos que sean inevitables o no puedan evitarse por otros medios.
- Definición de las características que deben reunir los EPI para su función, siempre teniendo en cuenta la naturaleza y magnitud de los riesgos de los cuales debe proteger y los que pueda generar el mismo equipo de protección.
- Verificación y comprobación del certificado del equipo de protección para el riesgo.

5.7.4 Uso y mantenimiento de los EPI

Cada equipo de protección individual contiene unas instrucciones proporcionadas por el fabricante. En éstas se indica su utilización, almacenamiento, limpieza, desinfección y reparación.

Todo EPI está destinado a uso personal y solo podrá usarse para lo que esté indicado, salvo algunos casos. Las condiciones de uso de un EPI vienen determinadas por: ^[28]

- La gravedad del riesgo.
- Tiempo o frecuencia de exposición al riesgo.
- Condiciones del puesto de trabajo.
- Prestaciones del equipo.
- Riesgos adicionales inevitables derivados del propio uso del equipo.

5.7.5 Clasificación según la localización de los efectos de protección

Según donde se desee proteger mediante el uso de un EPI, podemos hacer una clasificación en: ^[28]

- Equipos parciales: sirven para proteger contra riesgos localizados en zonas o partes del cuerpo específicas.
- Equipos integrales: protegen frente a riesgos cuya actuación no tiene localización específica.

5.7.5.1 Equipos parciales

- **Protección de la cabeza**

Se debe utilizar un casco, que es un elemento que, colocado sobre la cabeza, protege la parte superior de la misma contra caída de objetos. Como mínimo debe estar compuesto por un armazón y un arnés. Además, deberá llevar la siguiente información:^[28]

- El número de Norma Europea.
- El nombre o marca que identifica al fabricante.
- El año y trimestre de fabricación.
- El modelo del casco.
- La gama de tallas.

-**Protección de los pies**

Es el que incorpora elementos de protección destinados a proteger al usuario de las lesiones que pudieran provocar los accidentes, en aquellos sectores de trabajo para los

que el calzado ha sido concebido y que está equipado con topes diseñados para ofrecer protección frente al impacto. Éste debe llevar la siguiente identificación: ^[28]

- Talla.
- Marca de identificación del fabricante.
- Designación del tipo de fabricante.
- Fecha de fabricación (trimestre y año).
- Nacionalidad del fabricante.
- Número de las Normas Europeas.
- Los símbolos correspondientes a la protección ofrecida.

- **Protección de la cara/ojos**

Se utiliza cuando hay un riesgo de proyecciones de partículas que no se hayan evitado con protección colectiva. Hay diferentes tipos: ^[28]

1. Montura universal: para partículas a gran velocidad, radiación óptica (infrarrojos, ultravioleta, solar...) y lentes correctores de protección.
2. Montura integral: para partículas a gran velocidad con baja y media energía o radiación óptica.
3. Pantalla facial: para partículas a gran velocidad y energía baja, media o alta, radiación óptica y salpicaduras de líquidos.

Además, estos equipos tienen diferentes clases ópticas, que pueden ser 1, 2 o 3, siendo 1 la de mayor calidad.

- **Protección respiratoria**

Estos EPI son de categoría III, y se utilizan en dos situaciones: ^[28]

1. Cuando se respira aire de la atmósfera ambiente.
2. Cuando el aire que se respira es independiente de la atmósfera ambiente.

En el primer caso, el equipo que se ha de utilizar es el equipo de filtro, que es aquel dispositivo en el que el aire pasa a través de un filtro que retiene las impurezas antes de ser inhalado, y en el segundo caso, el equipo autónomo o semiautónomo, que son los que permiten al usuario respirar el aire independiente de la atmósfera ambiente.

- **Protección del oído**

Cuando no es posible controlar una fuente de emisión de un ruido, deberá proporcionarse un equipo protector a los trabajadores. Este actuará cerrando el pabellón auditivo impidiendo la entrada de ruido, y, según el nivel sonoro y la frecuencia de la perturbación podrán utilizarse dos tipos de equipos: ^[28]

1. Orejera: cubre totalmente el pabellón auditivo. Consta de dos casquetes, uno para cada oreja con un filtro adecuado a la frecuencia perturbadora y un arnés de fijación, que facilite el ajuste a la cabeza.
2. Tapón: se introduce en el canal externo del oído y que se suministra en varias tallas o en material deformable para adaptarlo a cualquier persona.

- **Protección de manos y brazos**

Este tipo de protección se consigue con los guantes, los cuales pueden ser de diferentes tamaños. Pueden clasificarse en diversos tipos: ^[28]

1. Guantes de protección frente a riesgos mínimos: pertenecen a la categoría I y son los que protegen al usuario frente a la acción mecánica de efectos superficiales, productos de limpieza de acción débil, manejo de productos calientes a menos de 50°C.
2. Guantes de protección frente a riesgos mecánicos: pertenecen a la categoría II y son los que protegen al usuario frente a riesgos tales como, cortes, pinchazos, golpes, etc.
3. Guantes de protección contra productos químicos: pertenecen a la categoría III y deben reunir unos requisitos en sus prestaciones respecto a la penetración, permeabilidad, degradación y propiedades mecánicas.
4. Guantes de protección contra riesgos térmicos: para uso en ambientes de temperatura $50^{\circ}\text{C} < T < 100^{\circ}\text{C}$. Pertenecen a la categoría II y protegen frente al calor o las llamas.
5. Guantes de material aislante para trabajos eléctricos: pertenecen a la categoría III y protegen de los riesgos de contactos eléctricos. Éstos deben ser almacenados en su embalaje, y no deben ser expuestos al calor o a la luz.

6. Guantes de material ignífugo para trabajos con riesgo térmico y arco eléctrico: pertenecen a la categoría III y protegen de los riesgos térmicos (altas temperaturas).

5.7.5.2 Equipos integrales

- **Protección contra las condiciones climáticas adversas y entornos agresivos** ^[28]

A esto corresponde la ropa que provee protección contra la influencia del mal tiempo, viento y frío ambiental excesivos. Esta ropa llevará unas instrucciones de uso que deben leerse, y un marcado que indica la resistencia a la penetración del agua. En entornos con químicos agresivos debe utilizarse este tipo de ropa.

- **Protecciones anticaídas** ^[28]

A partir de 1,5 metros de altura, los trabajadores deben disponer de protección colectiva o individual. Los pasos que deben seguirse frente a un riesgo de caída son:

1. Impedir la caída eliminando riesgos y utilizando protecciones colectivas.
2. Limitar la caída colocando redes de protección.
3. Protección individual utilizando dispositivos anticaídas.

Se entiende como EPI contra caídas de altura, aquel que sujeta a la persona a un punto de anclaje que evite cualquier caída de altura o que la detiene en condiciones de seguridad.

- **Ropa ignífuga** ^[28]

En determinados sectores, la ropa de trabajo deberá poseer características aislantes de la temperatura. No debe fundir si se expone a una llama ni contribuir a su propagación.

5.8. ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

Como ya se ha mencionado anteriormente, las empresas con más frecuencia utilizan productos químicos para el desarrollo de su actividad. Estos productos, se deben de almacenar de manera correcta para evitar accidentes laborales e industriales.

Todos los puntos que se explicaran detalladamente en este apartado se rigen por el Real Decreto 379/2001. ^[29]

Según el producto químico que se trate en la planta, el almacenamiento deberá cumplir determinadas condiciones técnicas destinadas a evitar siniestros y reducir las consecuencias ante cualquier incidente.

Para garantizar la seguridad, periódicamente se deben realizar controles y revisiones de las instalaciones para comprobar que los elementos principales se encuentren en buen estado y funcionen adecuadamente.

Asimismo, los trabajadores requerirán una adecuada formación y la adopción de precauciones necesarias para evitar que un error humano pueda desencadenar un accidente, ya que cabe recordar que los trabajadores realizan diversas operaciones en los almacenamientos de productos químicos; como la carga y descarga, desplazamientos, etc. ^[29]

A continuación, se muestra, seis puntos críticos que se deben de tener en cuenta, para garantizar la seguridad en el almacenamiento de los productos químicos: ^[29]

1. Determinar la peligrosidad del almacenamiento
2. Garantizar las condiciones técnicas de las instalaciones del almacenamiento
3. Agrupar los productos químicos garantizando su compatibilidad durante el almacenamiento.
4. Precisar las medidas y procedimientos de trabajo durante las operaciones de manipulación de productos químicos y mantenimiento de los almacenamientos.
5. Establecer el plan de emergencias en el almacenamiento.

5.8.1 Peligrosidad del almacenamiento

Para poder determinar la peligrosidad que tiene almacenar nuestros productos químicos, es importante identificar la peligrosidad de estos, y precisar la cantidad que se tiene de cada uno de ellos. Para determinar esta peligrosidad, es indispensable

disponer de las fichas de seguridad de los productos químicos que se almacenarán. Como ya se ha explicado anteriormente, en el **apéndice**, estas fichas deben de cumplir unos requisitos por tal de garantizar y evitar posibles accidentes que se puedan producir en la planta. ^[29]

5.8.2 Condiciones de las instalaciones

Las condiciones de las instalaciones, dependerá del tipo de almacenamiento que se trate, que este es función de la peligrosidad de lo que se quiere almacenar. También se tendrán en cuenta otros factores, como el tipo de recipiente utilizado, la ubicación de estos o el tipo de dependencia en la que se van a almacenar los productos.

Por lo tanto, la instalación deberá cumplir diferentes requisitos técnicos que se tendrán que regir por estas tres: ^[29]

- El reglamento de Almacenamiento de productos químicos (RAPQ)
- Una o varias instrucciones técnicas complementarias relativas a almacenamientos de productos químicos (ITC MIE APQ)
- Las fichas de datos de seguridad (FDS) de los productos almacenados.

Una vez puesta en marcha la producción del producto, para garantizar el buen estado, funcionamiento y utilización de los almacenamientos, se debe realizar un seguimiento para comprobar las adecuadas condiciones de los recipientes y otros elementos de la instalación. No obstante, constantemente se deben hacer seguimientos para ir comprobando que no se almacenan conjuntamente productos incompatibles, que no se superan las distancias entre recipientes, ni la altura y capacidad de las pilas, que se hace un uso correcto de los equipos de seguridad por parte de los trabajadores dedicados al almacenamiento, etc. ^[29]

Dependiendo del tipo de compuesto que se tenga que almacenar, encontramos nueve tipos de ITCs. De todos los tipos que hay, se aplicaran en la planta Ethylox aquellas que se adapten a los productos presenten en la planta:

- ITC MIE APQ 1: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles ^[30]

- ITC MIE APQ 2: Almacenamiento de Óxido de Etileno ^[31]

5.8.3 Clasificación de las sustancias almacenadas:

5.8.3.1 ITC APQ 1

La ITC APQ 1 ^[30] (instrucción técnica complementaria), tiene la finalidad de establecer las prescripciones técnicas a las que han de ajustarse el almacenamiento, carga, descarga y desplazamiento de líquidos inflamables y combustibles y de gases licuados inflamables en recipientes fijos. En la planta Ethylox, se trabaja con productos inflamables como el etileno y el óxido de etileno.

A continuación, se presenta la clasificación de los productos inflamables y combustibles:

Clase A.- Productos licuados cuya presión absoluta de vapor a 15 °C sea superior a 1 bar. Según la temperatura a que se los almacena puedan ser considerados como:

- Subclase A1.-Productos de la clase A que se almacenan licuados a una temperatura inferior a 0 °C.
- Subclase A2.-Productos de la clase A que se almacenan licuados en otras condiciones.

Clase B.- Productos cuyo punto de inflamación es inferior a 55 °C y no están comprendidos en la clase A.

Según su punto de inflamación pueden ser considerados como:

- Subclase B1.-Productos de clase B cuyo punto de inflamación es inferior a 38 °C.
- Subclase B2.-Productos de clase B cuyo punto de inflamación es igual o superior a 38 °C e inferior a 55°C.
- **Clase C.**- Productos cuyo punto de inflamación está comprendido entre 55 °C y 100 °C.
- **Clase D.**- Productos cuyo punto de inflamación es superior a 100 °C.

Por lo tanto, según la clasificación descrita anteriormente, los componentes de la producción de óxido de etileno se clasifican en las siguientes clases:

Tabla 5.26. Clase de sustancia según ITC APQ-1

Sustancia	Clase
Óxido de etileno	A2

5.8.3.2 ITC APQ 2

La ITC APQ 2 ^[31] (instrucción técnica complementaria), tiene la finalidad de establecer las prescripciones técnicas a las que han de ajustarse, a efectos de seguridad, las instalaciones de almacenamiento y transvase de óxido de etileno.

A la hora del diseño de almacenaje del óxido de etileno, se complementará la APQ 2 con la APQ 1.

5.8.4 Incompatibilidad en el almacenamiento conjunto

El almacenamiento conjunto de productos químicos dentro de un mismo cubeto, en un mismo recipiente, sin tener en cuenta las medidas de seguridad puede suponer un riesgo significativo de accidentes debido a las posibles reacciones que se pueden generar entre los diferentes productos. ^[29]

El almacenaje de distintos productos sin la adopción de ninguna medida de seguridad puede ocasionar el origen de incendios, explosiones, emisión de gases tóxicos, etc. Por otro lado, también se debe de considerar que existe una incompatibilidad entre ciertos productos químicos que pueden dar lugar a un agravamiento de las consecuencias en caso de incendio. ^[29]















A continuación, se expone el procedimiento para evitar incompatibilidades en el almacenamiento de productos químicos: ^[29]

1. Determinar la clase de peligro de los productos químicos
2. Establecer incompatibilidades entre productos de distinta clase

3. Establecer incompatibilidades específicas entre productos de distintas clases
4. Adoptar medidas de seguridad para evitar reacciones entre los productos
5. Controlar la entrada de productos en el almacenamiento comprobando que no se producen incompatibilidades.

A continuación, aparece una tabla con las incompatibilidades de almacenamiento de los productos químicos: ^[29]

Tabla 5.27. Tabla resumen de las incompatibilidades en el almacenaje de los productos químicos

CUADRO RESUMEN DE INCOMPATIBILIDADES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS							
	 Fácilmente inflamable	 Explosivo	 Tóxico	 Radioactivas	 Comburente	 Irritante - Nocivo	 Corrosivo
 Fácilmente inflamable	+	-	-	-	-	+	+
 Explosivo	-	+	-	-	-	-	-
 Tóxico	-	-	+	-	-	+	+
 Radioactivas	-	-	-	+	-	-	-
 Comburente	-	-	-	-	+	O	O
 Irritante - Nocivo	+	-	+	-	O	+	+
 Corrosivo	+	-	+	-	O	+	+

+ Se pueden almacenar conjuntamente O Solamente podrán almacenarse juntas, si se adoptan ciertas medidas específicas de prevención - No deben almacenarse juntas

5.8.5 Operaciones de manipulación de productos químicos y de mantenimiento de las instalaciones:

Las operaciones de carga y descarga, el desplazamiento de productos químicos almacenados, así como las operaciones que se deben realizar en los almacenamientos para mantener el correcto estado de limpieza, mantenimiento, y funcionamiento, son distintos puntos críticos que se deben realizar correctamente para garantizar la seguridad del almacenamiento. Para ello, el personal dedicado a realizar alguna de las tareas mencionadas anteriormente, es importante contar con una adecuada formación e información, como también de los equipos de protección individual necesarios. ^[29]

5.8.5.1 Formación e información del personal de almacenamiento

La obligación señalada en el artículo 19 de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales (LPRL), el personal de almacenamiento debe recibir instrucciones específicas del titular del almacenamiento relativas a los siguientes aspectos: ^[29]

- Propiedades de los productos químicos almacenados.
- Función y uso correcto de los elementos e instalaciones de seguridad y de los equipos de protección individual
- Consecuencias de un incorrecto funcionamiento o uso de los elementos e instalaciones de seguridad y de los equipos de protección individual.
- Peligro que pueda derivarse de un derrame o fugas de los productos almacenados y acciones a adoptar ante cualquier emergencia.

5.8.5.2 Procedimientos de trabajo

Los procedimientos que se deben seguir tanto en carga y descarga, y desplazamiento de los productos químicos, tiene que facilitarse por escrito a los trabajadores. Se deben considerar aspectos como la peligrosidad de los productos a manipular, los equipos de trabajo a utilizar, las medidas de seguridad que se tiene que adoptar, revisiones, comprobaciones, controles, etc. ^[29]

5.8.5.3 Equipos de protección individual

El personal encargado al almacenamiento del producto debe ir equipado con equipos de protección individual adecuados derivados de la evaluación de riesgos laborales y según lo establecido en las ITC MIE APQ 1 y 2 . Así pues, los trabajadores deben usar equipos para la protección de los ojos, cara, manos, pies y piernas, entre otros. No obstante, si en el almacenaje que se esta dando a cabo se manipulan productos inflamables y combustibles, se utilizara; ropa, botas y guantes en el cual estos no pueden permitir la acumulación de cargas electroestáticas. ^[29]

5.8.6 Actuación ante emergencias

Cada almacenamiento deberá tener su plan de emergencia. El plan considerará, en función del tipo de almacenamiento que se realice, las emergencias que se puedan llegar a producir (incluyendo fugas y derrames), la forma de que el personal que se dedica al almacenamiento, lo realice de manera controlada, y la posible actuación de servicios externos. ^[29]

5.8.7 Tipo de almacenaje en la planta Ethylox

En la empresa Ethylox, solo se almacenará óxido de etileno, el cual los tanques se encontrarán en el interior de la planta.

Los recipientes escogidos para el almacenamiento son recipientes a presión cilíndricos orientados de forma horizontal. A partir del cabal másico obtenido al final de la corriente del proceso, se ha decidido colocar 6 tanques de almacenaje de óxido de etileno de 184 m³ cada uno. En el capítulo de manual de cálculos, se puede encontrar de manera detallada el diseño de estos tanques siguiendo las ITC nombradas anteriormente. ^[30] ^[31].

5.8.8 Carga y descarga

La operación de carga y descarga es un factor crítico en la seguridad del almacenaje, ya que puede llegar a provocar un riesgo para los trabajadores y medio ambiente. ^[30] ^[31]

A continuación, se muestra las operaciones que se pueden considerar como carga y descarga:

- Traslado de sustancias entre equipos de transporte y almacenaje.
- Traslado entre equipos de transporte e instalaciones de proceso.
- Traslado entre almacenamientos o equipos de proceso a equipos de transporte.

En esta planta de producción de óxido de etileno, el suministro de materias primas se realiza a partir de tuberías que vienen de empresas cercanas a la empresa. De esta manera también se fomenta la economía circular. Por lo tanto, no habrá operación de carga y descarga de materias primas, sino que sólo habrá la operación de carga y descarga para el óxido de etileno.

A continuación, aparecen una serie de instrucciones para el correcto traslado entre almacenamientos a equipos de transporte: ^[30] ^[31]

1. En las zonas de carga y descarga, queda terminantemente prohibido fumar o efectuar cualquier operación que implique la formación de chispas o llamas.
2. El equipo de transporte deberá estar conectado a tierra y equipotencial con la instalación, enclavando la operación de traslado.
3. Todas las operaciones serán efectuadas por un personal asignado.
4. Se dispondrá de medios adecuados para la introducción de gas nitrógeno, y así detectar la presión con el fin de mantener en todo momento su fase gas diluida dentro de la zona de seguridad.
5. En las instalaciones de llenado con óxido de etileno, se instalará un elemento detector de líquido para controlar y conocer el sobrellenado del equipo móvil.

6. Las uniones temporales para efectuar el trasvase entre el recipiente fijo al medio de transporte se efectuarán con brazos de carga o con mangueras flexibles cuyos extremos se conectarán a los equipos mediante conexiones seguras.
7. En el extremo final de las tuberías de los recipientes fijos de almacenamiento que se unen a los equipos de transporte mediante mangueras o brazos se dispondrá antes del punto de conexión:
8. **Para la carga de equipos de transporte:** Habrá presentes un sistema de válvulas automáticas de cierre estanco y rápido, para ser accionadas en caso de emergencia, en caso de rotura de manguera, brazo o fuga en el momento de la operación de carga.
9. **Para la descarga de equipos de transporte:** Habrá un sistema de válvulas de retención que actuarán automáticamente en caso de emergencia.

Actualmente existen más de 12.000 mercancías peligrosas, dónde cada una de ellas requieren de un protocolo especializado para garantizar la seguridad durante el transporte. Todas estas condiciones y medidas de seguridad se encuentran recogidas en el ADR (Acuerdo Europeo relativo al transporte de mercancías peligrosas por carretera).

Los vehículos que transportan mercancías peligrosas deben llevar dos paneles rectangulares de color naranja retro reflectante de 40 x 30, con 17mm de espesor y con un borde del panel de color negro. Como norma general, se colocará un panel delante del vehículo y otro detrás. No obstante, si se trata de vehículos que transporten más de una cisterna, se colorarán los paneles en los dos lados de cada cisterna.

A continuación, aparece un ejemplo del panel que ha de contener el vehículo:

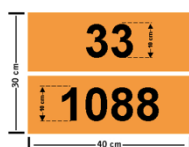


Figura 5.12 Ejemplo de panel de transporte

En la parte superior del panel aparece el número de identificación del peligro, lo cual puede estar compuesta por dos o tres cifras.

La primera cifra, indica el peligro principal de la sustancia y viene reflejado por los siguientes números:

Tabla 5.28. Número de identificación de peligro

Primera cifra	Significado
2	Gas. Fuga de gas. Resultante de presión o de reacción química.
3	Líquido inflamable o gases y vapores combustibles.
4	Sólido. Inflamabilidad de materia sólida.
5	Materia comburente o peróxido orgánico.
6	Materia tóxica
7	Radioactividad
8	Corrosividad
9	Peligro de reacción espontánea.

La segunda cifra indica los peligros subsidiarios, y vienen indicados por los siguientes números:

Tabla 5.29 Segundo número de identificación de peligro

Segunda cifra	Significado
0	Sin significado
1	Explosivo
2	Emanación de gases
3	Inflamabilidad de líquidos y gases
5	Propiedades comburentes
6	Toxicidad
8	Corrosividad
9	Peligro de reacción violenta resultante de la descomposición espontánea o de polimerización.

La segunda enumeración, esta formada por cuatro cifras, lo cual viene identificado el producto que se está transportando. Esta enumeración viene dictada por la ONU según el acuerdo europeo sobre transporte internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR).

En la siguiente figura se muestra el panel identificativo que tendría que llevar un vehículo de transporte de óxido de etileno de acuerdo con la normativa ADR: ^[32]

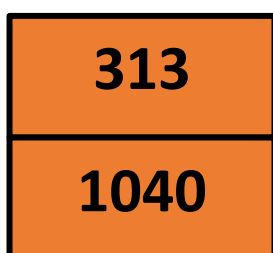


Figura 5.13 Panel para el transporte de óxido de etileno

5.8.9 Distancias de seguridad entre recipientes

Otro factor para tener en cuenta para asegurar la seguridad tanto de los trabajadores como del medio ambiente es la distancia de seguridad que han de cumplir los recipientes de almacenaje de óxido de etileno. Por lo tanto, todo recipiente cumplirá con las distancias establecidas por la ITC APQ 1 y APQ 2. ^[30] ^[31]

5.8.10 Ventilación

En los tanques de almacenaje habrá un sistema de ventilación, con tal de prevenir la deformación de este como consecuencia de llenados, vaciados o cambios de temperatura ambiente.

La normativa APQ 1 rige que en el caso de recipientes con capacidad superior a 5 m³ que almacenen líquidos con punto de ebullición igual o inferior a 38 °C, el venteo estará normalmente cerrado, excepto cuando se ventee a la atmósfera en condiciones de presión interna o vacío. ^[30]

En este caso, como la capacidad es mayor a 5m^3 , ya que el volumen de cada tanque es de 184m^3 , y el punto de ebullición del óxido de etileno es de $10,7\text{ }^\circ\text{C}$, el venteo será cerrado, excepto cuando se ventee a la atmósfera en condiciones de presión interna o vacío.

Por otro lado, en los tanques también habrá presentes venteos de emergencia, lo cual permitirán aliviar el exceso de presión interna causado por un fuego exterior. Cuando el venteo de emergencia está encomendado a una válvula o dispositivo, la capacidad total de venteo normal y de emergencia serán suficientes para prevenir cualquier sobrepresión que pueda originar la ruptura del cuerpo o fondo del recipiente si es vertical, o del cuerpo y cabezas si es horizontal.

De esta manera, la ventilación total de los tanques de almacenaje de óxido de etileno queda resumida en la siguiente tabla:

Tabla 5.30. Resultados obtenidos sobre la ventilación del tanque de almacenaje.

VENTEO	
Área húmeda (m²)	161,9
Calor recibido (kJ/h)	4,526E+06
Capacidad de venteo (kg/h)	8,465E+03
Calor latente de vaporización (kJ/kg)	534,7

*Los cálculos realizados para la obtención de los resultados se encuentran en el capítulo de manual de cálculos, en el apartado del diseño de los tanques de almacenaje del óxido de etileno.

5.8.11 Cubetos de retención

Los tanques de almacenaje de óxido de etileno, tal como muestra la ITC APQ 2, estarán colocados dentro de un área rodeada por muretes de altura no superior a un metro, con salida directa a una canaleta de evacuación. El suelo estará pavimentado y tendrá pendiente hacia uno de los cuatro lados. ^{[30] [31]}

Estos tanques se utilizan para recoger posibles derrames de óxido de etileno líquido en caso de escape, del agua procedente de la lluvia o del agua de los sistemas de riego contra incendios. Una vez en el suelo y por medio de la pendiente, el derrame se alejará del área de proyección de los recipientes, y será conducido por gravedad hacia la canaleta de evacuación.

A continuación, aparecen los resultados del diseño de los cubetos de retención de óxido de etileno:

Tabla 2.31. Resultados obtenidos sobre los cubetos de retención del tanque de almacenaje

CUBETOS DE RETENCIÓN	
Longitud del cubeto (m)	13,4
Anchura (m)	6,56
Área (m²)	87,90
Distancia entre tanques	2,28
Distancia entre tanques y pared	1
Volumen (m³)	74,71

*Los cálculos realizados para la obtención de los resultados se encuentran en el capítulo de manual de cálculos, en el apartado del diseño de los tanques de almacenaje del óxido de etileno.

5.8.12 Mantenimiento e inspecciones periódicas

El mantenimiento y las revisiones periódicas es un factor crítico, con tal de asegurar que las instalaciones y equipos se encuentran en perfecto estado.

Cada almacenamiento tendrá un plan de revisiones propias para comprobar la disponibilidad y buen estado de los elementos e instalaciones de seguridad y equipo de protección personal. El plan de revisiones constará de revisiones periódicas de las duchas y lavaojos, los equipos de protección personal (EPI), i de los equipos y sistemas de protección contra incendios. ^[29]

Las revisiones se realizarán por un inspector propio de la empresa u organismo de control, que asegurará que se cumplen todos los requisitos que exige la legislación.

5.9. SÍNTOMAS, PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

La normativa de seguridad y salud en el trabajo también incluye la normativa sobre primeros auxilios en el trabajo, con el objetivo de atender a los trabajadores en el caso de que se produzca un accidente.

Según la ley de prevención de riesgos laborales, los trabajadores tienen la obligación de disponer unos determinados medios destinados a realizar los primeros auxilios en el caso que sea conveniente. El Real Decreto 486/1997, de 14 de abril establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo: ^[26]

- Los lugares de trabajo dispondrán de material de primeros auxilios en el caso que se produzca un accidente, lo cual deberá ser correcto en cuanto a cantidad y características, al número de trabajadores, al peligro al cual se exponen los trabajadores y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más cercano.
- La localización del material de primeros auxilios debe garantizar que en el caso que se produzca un accidente, se pueda llegar hasta él de manera rápida, según requiera el tipo de daño que se haya realizado.
- Todo lugar de trabajo deberá disponer como mínimo un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.
- Se realizarán revisiones periódicas del material de primeros auxilios para asegurarse que no este caducado.
- En el caso que en el lugar de trabajo disponga de más de 50 trabajadores, se dispondrá de un local destinado a los primeros auxilios y otras posibles atenciones sanitarias.
- En el caso que se disponga de un lugar destinado a primeros auxilios, estos deben ir equipados de un botiquín, una camilla y una fuente de agua potable.
- El material y locales de primeros auxilios deberán estar claramente señalizados.

5.9.1 Protocolo PAS

En el caso que se produzca un accidente, hay que mantener la calma y analizar rápidamente la situación que se está produciendo. Los pasos que hay que seguir son los siguientes (PAS); Proteger, Alertar, Socorrer. ^[33]

Proteger: Hay que proteger tanto al accidentado como a las personas que lo socorren.

Avisar: Una vez que la zona sea segura, se valorará si es necesaria la atención médica, así como los equipos de bomberos y policía.

Socorrer: En el caso que haya más de un afectado, estableceremos una prioridad de actuaciones, atendiendo primero a los más afectados. Por otro lado, no se deberán mover a las víctimas innecesariamente ya que se pueden agravar las lesiones que tengan, por lo tanto, se atenderán en el mismo sitio hasta los servicios de emergencia.

5.9.2 Protocolo de actuación general

En relación con el apartado anterior, a continuación, se establece una forma de actuar en caso de emergencia y así evitar los posibles bloqueos ante esta clase de situaciones, y poder dar una respuesta rápida lo antes posibles:

1. Mantener la calma para poder actuar con rapidez.
2. Analizar la zona donde se ha realizado el accidente para comprobar que no haya riesgos de peligro, y en caso de haber riesgos, eliminarlos y atender a los heridos más graves.
3. No mover a la víctima del accidente a no ser que sea estrictamente necesario.
4. En caso de no obtener una respuesta por parte del accidentado, llamar al 112.
5. Solo se realizarán curas simples, hasta que llegue la asistencia médica.
6. No dejar sola a la persona herida
7. Dar soporte emocional con el objetivo de tranquilizarla.

5.9.3 Primeros auxilios asociados a las sustancias de Ethylox

En este apartado se estudiarán y analizarán los síntomas, prevención y primeros auxilios presentes en la planta para la producción de óxido de etileno. En el **apéndice**, se recogen las diferentes fichas de seguridad con toda la información para poder realizar este apartado: ^{[17] [18] [19] [20] [21] [22]}

Tabla 5.32. Primeros auxilios en caso de inhalación

INHALACIÓN			
Sustancia	Síntomas	Prevención	Primeros auxilios
Etileno	Vértigo, salivación, náuseas, vómitos, pérdida de movilidad/ consciencia.	Usar ventilación	Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado al equipo de respiración autónoma. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Llamar al doctor. Aplicar la respiración artificial si se para la respiración.
Oxígeno	Tos. Vértigo. Dolor de garganta. Alteraciones de la vista.	-	La inhalación continua de concentraciones superiores al 75% puede causar náuseas, vértigos, dificultades respiratorias, y convulsiones.
Dióxido de Carbono	Vértigo. Dolor de cabeza. Presión sanguínea elevada. Ritmo cardiaco acelerado. Asfixia. Pérdida del conocimiento.	Usar ventilación	Salir al aire libre. Proporcionar respiración asistida si fuera necesario. Se puede suministrar oxígeno suplementario. Si se detiene el corazón, realizar de inmediato la resucitación cardiopulmonar.
Agua	-	-	-
Nitrógeno	Pérdida del conocimiento. Debilidad. Asfixia.	Usar ventilación	Se necesita aire limpio. Puede ser necesaria la respiración artificial. Proporcionar asistencia médica
Óxido de etileno	Tos. Somnolencia. Dolor de cabeza. Náuseas. Dolor de garganta. Vómitos. Debilidad.	Usar sistema cerrado o ventilación.	Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración autónoma. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Llamar al doctor. Aplicar la respiración artificial si se para la respiración.

INHALACIÓN			
MEA	Altas concentraciones de vapor pueden causar náusea, somnolencia e irritación en vías respiratorias.	Si no existe una ventilación adecuada, utilizar un respirador tipo mascarilla con filtros para vapores orgánicos.	Trasladar a la víctima al aire libre. Intentar tratar los síntomas. Buscar atención médica si los síntomas persisten.

Tabla 5.33. Primeros auxilios en caso de contacto con la piel

CONTACTO CON LA PIEL			
Sustancia	Síntomas	Prevención	Primeros auxilios
Etileno	-	-	En casos de salpicaduras de líquido. Lavar con agua durante al menos 15 minutos.
Oxígeno	-	-	En caso de contacto con los ojos o la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua.
Dióxido de Carbono	En contacto con gas o hielo seco: Congelación	Guantes aislantes del frío	Lavar la parte congelada con agua abundante. No quitar la ropa. Cubrir la herida con vendaje esterilizado.
Agua	-	-	-
Nitrógeno	-	-	-
Óxido de etileno	Puede absorberse. Congelación. enrojecimiento. Dolor	Guantes de protección. Guantes aislantes del frío. Traje de protección.	Quitarse las ropas contaminadas.
MEA	El contacto repetido o prolongado puede causar resequedad, agrietamiento e irritación,	Usar guantes resistentes en operaciones que requiera contacto prolongado con la piel. Usar camiseta y pantalón de algodón para su manipulación.	Tras el contacto con la piel, lavar inmediatamente la zona afectada con abundante agua y jabón. Si los síntomas persisten, buscar atención médica.

Tabla 5.34. Primeros auxilios en caso de contacto con los ojos

CONTACTO CON LOS OJOS			
Sustancia	Síntomas	Prevención	Primeros auxilios
Etileno	-	-	No se esperan efectos adversos de este producto
Oxígeno	-	Utilizar gafas de protección de montura integral	En caso de contacto con los ojos o la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua.
Dióxido de Carbono	-	Usar gafas de protección	En caso de contacto con los ojos, lávenlos inmediata y abundantemente con agua y acude al médico. Manténgase el ojo bien abierto mientras se lava
Agua	-	-	-
Nitrógeno	-		-
Óxido de etileno	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa.	Utilizar protección ocular en combinación con protección respiratoria.	Lavar inmediatamente los ojos con agua durante, mínimo 15 minutos.
MEA	Causa irritación.	Usar gafas de seguridad con protectores laterales.	Enjuagar abundantemente durante 15 minutos o hasta que ceda la irritación.

Tabla 5.35. Primeros auxilios en caso de ingestión

INGESTIÓN			
Sustancia	Síntomas	Prevención	Primeros auxilios
Etileno	-	-	La ingestión no esta considerada como una vía potencial de exposición
Oxígeno	-	-	-
Dióxido de Carbono	-	-	La ingestión no esta considerada como una vía potencial de exposición
Agua			-
Nitrógeno	-		-
Óxido de etileno	-	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	La ingestión no esta considerada como una vía potencial de exposición
MEA	Irritación e insensibilidad del tacto digestivo	-	No provocar el vómito, tome agua fría y busque ayuda médica.

5.9.4 Límites de exposición

Los valores TLVs hacen referencia a concentraciones de sustancias que se encuentran en suspensión en el aire y con las cuales el ser humano está seguro de no tener efectos secundarios.

Es importante saber que dichos valores están calculados para condiciones normales de temperatura y presión y para una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas a la semana.

A continuación, se muestran los diferentes valores de las sustancias que se encuentran presentes en la producción de Óxido de etileno, que servirán como guías para ayudar a tener un control sobre los riesgos de salud. El valor de estos límites de exposición se encuentran en las fichas de seguridad de cada sustancia, lo cual se encuentra en el **apéndice:** ^{[17] [18] [19] [20] [21] [22]}

Tabla 5.36. Límites de exposición de las sustancias presentes en la planta Ethylox

Sustancia	TLV
Etileno	200 (ppm)
Oxígeno	-
Dióxido de Carbono	5000 (ppm)
Agua	-
Nitrógeno	-
Óxido de etileno	1 (ppm)
MEA	1000 (ppm)

5.10 ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

5.10.1 ¿Qué es una atmósfera explosiva ATEX?

Una atmósfera explosiva es una zona en el cual existe el riesgo de que se produzca una explosión. Para que se produzca, deben estar presentes, tres elementos: ^[34]

- Un comburente (en general el oxígeno del aire)
- Un combustible (en estado líquido, gas o sólido)
- Fuente de inflamación (chispa, llama o elevación de la temperatura)

Para evitar cualquier riesgo de explosión, es necesario evaluar el riesgo y así saber el tipo de equipo a instalar para garantizar la máxima seguridad.

La atmósfera explosiva se designa con frecuencia bajo el término genérico ATEX proveniente de la contracción de los dos términos.

5.10.2 Reglamentación

Actualmente, existen dos directivas europeas ATEX; la directiva 94/9/CE va dedicado al fabricante, y te da indicaciones necesarias para la puesta en conformidad de los productos. Esta directiva europea sigue el Real Decreto 400/1996. ^[34]

Por otro lado, hay la directiva 99/92/CE que esta dedicado a los usuarios. Esta directiva sigue al Real Decreto 681/2003.

5.10.3 Clasificación de las zonas ATEX

Para minimizar el riesgo de que se produzca una atmosfera explosiva, es necesario el estudio de las áreas de la planta industrial susceptibles a formar atmosferas explosivas.

[34]

El objetivo de la clasificación por zonas de una instalación es doble según ATEX 1999/92/CE:

- Precisar las categorías de material utilizado en las zonas indicadas, a condición de que éstas estén adaptadas a los gases, vapores o niebla y/o polvo.
- Clasificar las zonas, para evitar las fuentes de inflamación y realizar una buena selección de los materiales eléctricos y no eléctricos. Estas zonas se establecen en función de la presencia de un ambiente explosivo con gases polvorientos.

La clasificación se puede dividir en los grupos que se muestran a continuación:^[34]

Grupo de gases

- Zona 0: Peligro permanente

Una atmosfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla está **presente en permanencia** o durante largos períodos.

- Zona 1: Peligro potencial

Una atmosfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla es susceptible de formarse en servicio normal (**intermitente**).

- Zona 2: Peligro mínimo

Una atmosfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla no es susceptible de formarse en funcionamiento normal y donde dicha formación, si se produce, sólo puede substituir durante un corto periodo (**Episódico**).

Grupo de polvos

- Zona 20

Una atmosfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en aire que esta presente de forma **permanente**, o por un periodo de tiempo prolongado o con frecuencia.

- Zona 21

Una atmosfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en aire que esta presente de forma **intermitente**, por lo tanto, es susceptible de formarse en servicio normal.

- Zona 22

Una atmosfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en aire que esta presente de forma **episódica**, no es probable la formación de una atmosfera explosiva en forma de nube de polvo combustible con el aire o el que caso de que se forme, solo existirá esta atmosfera explosiva durante cortos periodos de tiempo.

5.10.4 Clasificación ATEX para la planta Ethylox

Una vez se ha estudiado como es la clasificación de las zonas ATEX según si se trata de productos en estado gas o polvo, se procede a clasificar la planta Ethylox según las áreas de proceso:

Tabla 5.37. Clasificación ATEX para la planta Ethylox del área 100

Área	Código o Equipo	Descripción del equipo	Parte del equipo	Clasificación ATEX
A-100	TA-101	Tanque de almacenamiento MEA	Interior del tanque	Zona 0
			Alrededor del tanque	Zona 2
			Válvulas y tuberías	Zona 1

Tabla 5.38. Clasificación ATEX de la planta Ethylox del área 200

Área	Código o Equipo	Descripción del equipo	Parte del equipo	Clasificación ATEX
A-200	R-101-R-202	Reactor	Interior del reactor	Zona 0
			Alrededor del reactor	Zona 2
			Válvulas, tuberías y conexiones	Zona 1
	M-201	Mezclador de materias primas	Interior del mezclador	Zona 0
			Alrededor del mezclador	Zona 2

Área	Código o Equipo	Descripción del equipo	Parte del equipo	Clasificación ATEX
	E-201 E-202	Intercambiador	Zona cercana al mezclador	Zona 1
			Interior de los tubos	Zona 0
			Alrededor del intercambiador y conductos	Zona 1

Tabla 5.39. Clasificación ATEX de la planta Ethylox para el área 300

Área	Código o Equipo	Descripción del equipo	Parte del equipo	Clasificación ATEX
A-300	CA-301	Columna de absorción	Interior de la columna	Zona 0
			Alrededor de la columna	Zona 2
			Válvulas, tuberías y conexiones	Zona 1
	D-301	Desorbedor	Interior del desorbedor	Zona 0
			Alrededor del desorbedor	Zona 2
			Zona cercana al desorbedor	Zona 1
	RB-301	Reboiler	Interior	Zona 0
			Alrededor	Zona 2
			Zona cercana al reboiler	Zona 1
	E-301 E-302 E-303	Intercambiador	Interior de los tubos	Zona 0
			Alrededor del intercambiador y conductos	Zona 1

Tabla 5.40. Clasificación ATEX de la planta Ethylox para el área 400

Área	Código o Equipo	Descripción del equipo	Parte del equipo	Clasificación ATEX
A-400	CA-401	Columna de absorción	Interior de la columna	Zona 0
			Alrededor de la columna	Zona 2
			Válvulas, tuberías y conexiones	Zona 1
	CF-401	Columna Flash	Interior	Zona 0
			Alrededor	Zona 2
			Válvulas, tuberías y conexiones	Zona 1
	CR-401	Columna de regeneración	Interior	Zona 0
			Alrededor	Zona 2
			Válvulas, tuberías y conexiones	Zona 1
	E-401 E-402 E-403 E-404	Intercambiador	Interior de los tubos	Zona 0
			Alrededor del intercambiador y conductos	Zona 1
	M-401	Mezclador	Interior del mezclador	Zona 1
			Alrededor del mezclador	Zona 2
	TC-401	Tanque de condensado	Interior del tanque	Zona 0
			Alrededor	Zona 2
			Válvulas, tuberías y conexiones	Zona 1
	RB-401	Reboiler	Interior	Zona 0
			Alrededor del Reboiler	Zona 2
Válvulas, tuberías y conexiones			Zona 1	

Tabla 5.41. Clasificación ATEX de la planta Ethylox del área 500

Área	Código o Equipo	Descripción del equipo	Parte del equipo	Clasificación ATEX
A-500	CA-501	Columna de absorción	Interior de la columna	Zona 0
			Alrededor de la columna	Zona 2
			Válvulas, tuberías y conexiones	Zona 1
	CD-501	Columna de destilación	Interior	Zona 0
			Alrededor	Zona 2
			Válvulas, tuberías y conexiones	Zona 1
	E-501 E-502	Intercambiador	Interior de los tubos	Zona 0
			Alrededor del intercambiador y conductos	Zona 1
	TC-501	Tanque de condensado	Interior del tanque	Zona 0
			Alrededor	Zona 2
			Válvulas, tuberías y conexiones	Zona 1
	RB-501	Reboiler	Interior	Zona 0
Alrededor del Reboiler			Zona 2	
Válvulas, tuberías y conexiones			Zona 1	

Tabla 5.42. Clasificación ATEX de la planta Ethylox para el área 600

Área	Código o Equipo	Descripción del equipo	Parte del equipo	Clasificación ATEX
A-600	TA-601 TA-602	Tanque de almacenamiento de Óxido de etileno	Interior del tanque	Zona 0
			Alrededor del tanque	Zona 1
			Válvulas y tuberías	Zona 0
			Válvula de seguridad	Zona 1

Tabla 5.43. Clasificación ATEX de la planta Ethylox para el área 600-1

Área	Código o Equipo	Descripción del equipo	Parte del equipo	Clasificación ATEX
A600-1	-	Carga de producto	Interior tuberías y cisterna	Zona 0
			Zona cercana a los conductos y cisterna	Zona 1
			Alrededores de zona de carga	Zona 2

Tabla 5.44. Clasificación ATEX de la planta Ethylox para las áreas restantes

Área	Descripción	Clasificación ATEX
A700	Servicios	Zona 2
A800-1	Oficinas-comedor	NO ATEX
A800-2	Taller de reparación	NO ATEX
A800-3	Vestuarios	NO ATEX
A900	Laboratorios	NO ATEX
A1000	Sala de control	NO ATEX
A1100	Primeros auxilios	NO ATEX
A1200	Aparcamiento	NO ATEX

5.10.5 Señalización de las Zonas ATEX

En todas las zonas clasificadas como ATEX, se instalará una señalización con el objetivo de indicar al personal el riesgo de explosión independientemente de la clasificación de la zona y del tipo de sustancia que provoque la atmósfera explosiva. La señalización que se instalará debe cumplir con los siguientes requisitos:

2. Forma triangular
3. Letras negras sobre fondo amarillo
4. Bordes negros
5. El color de fondo amarillo deberá cumplir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.



Figura 5.14 Señal de riesgo por explosión

5.10.6 Obligaciones del empresario

5.10.6.1 Prevención de explosiones y protección contra éstas

De acuerdo con el artículo 15.1 de la ley de prevención de riesgos laborales, el empresario deberá tomar medidas de carácter técnico y/u organizativo en función de tipo de actividad, siguiendo un orden de prioridades y conforme a los principios básicos siguientes: ^[35]

6. Impedir la formación de atmosferas explosivas
7. Evitar a ignición de atmosferas explosivas
8. Atenuar los efectos perjudiciales de una eventual explosión para garantizar la salud y la seguridad de los trabajadores.

Estos puntos, se podrán complementar con las medidas contra la propagación de explosiones cuando sea necesario. Continuamente se revisarán dichas medidas y, en cualquier caso, siempre que se produzcan cambios significativos.

5.10.6.2 Evaluación de los riesgos de explosión

Teniendo en cuenta los artículos 16 y 23 de la Ley de prevención de Riesgos Laborales, sección 1ª del capítulo II del Reglamento de los servicios de Prevención, el empresario evaluará los riesgos específicos derivados de las atmosferas explosivas, teniendo en cuenta los siguientes puntos: ^[35]

- a) La probabilidad de formación y duración de atmósferas explosivas
- b) La probabilidad de la presencia y activación de focos de ignición, incluidas descargas electroestáticas

- c) Las instalaciones, las sustancias empleadas, los procesos industriales y sus posibles interacciones.
- d) Las proporciones de los efectos previsibles.

5.10.6.3 Obligaciones generales

El empresario tomará las medidas necesarias con la garantía de preservar la seguridad y salud de los trabajadores. A continuación, se muestran los diferentes puntos que se deben de tener en cuenta: ^[35]

- a) En los ambientes donde puede haber peligro por la formación de una atmosfera explosiva, se debe asegurar que el trabajo se pueda realizar de manera segura y efectiva.
- b) En los ambientes donde puede haber peligro por la formación de una atmosfera explosiva, se asegure, mediante el uso de los medios técnicos apropiados, una supervisión adecuada de dichos ambientes, con arreglo a la evaluación de riesgos, mientras los trabajadores estén presentes en aquellos.

5.10.6.4 Áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas

En el caso que se disponga de un ambiente explosivo, el empresario debe de tener en cuenta los siguientes puntos: ^[35]

1. El empresario deberá clasificar en zonas, las áreas en las que pueden formarse atmosferas explosivas
2. El empresario deberá organizar las zonas del apartado anterior
3. Los accesos a las áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas en cantidades tales que supongan un peligro para la salud y la seguridad de los trabajadores deberán señalizarse, cuando sea necesario.

5.10.6.5 Documento de Protección contra explosiones

El empresario será el encargado de elaborar un documento denominado; documento de protección contra explosiones (DPCE), lo cual deberá reflejar lo siguiente: ^[35]

- a) Que se han determinado y evaluado los riesgos de explosión
- b) Que se tomarán las medidas adecuadas para lograr los objetivos de este real decreto
- c) Las áreas que han sido clasificadas
- d) Las áreas en que se aplicarán los requisitos mínimos
- e) Que el lugar y los equipos de trabajo, incluidos los sistemas de alerta, están diseñados y se utilizan y mantienen teniendo debidamente en cuenta la seguridad.
- f) Que se han adoptado las medidas necesarias con el Real Decreto 1215/1997, para que los equipos de trabajo se utilicen en condiciones seguras.

Asimismo, dicho documento se elaborará antes de que comience el trabajo y se revisará siempre que se efectúen modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en el lugar de trabajo, en los equipos de trabajo o en la organización del trabajo.

5.10.7 Equipos para atmósferas explosivas

La directiva 94/9 dedicada a los equipos y sistemas de protección previstos para su uso en atmosferas potencialmente explosivas, establece los requisitos esenciales de seguridad que deben cumplir los equipos. ^[35]

5.11 ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP

El HAZOP o AFO (Análisis Funcional de Operatividad) es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto de los parámetros normales de operación. ^[36]

La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas palabras guías.

Éstos constan de varias etapas:

1. Definición del área de estudio: consiste en delimitar las áreas a las cuales se aplica la técnica. En una instalación de proceso se definirán para mayor comodidad una serie de subsistemas o unidades que corresponden a entidades funcionales propias, como la preparación de materias primas, reacción... ^[36]
2. Definición de los nudos: en cada subsistema habrá una serie de nudos o puntos localizados en el proceso. Por ejemplo, una tubería de alimentación de materia prima, impulsión de una bomba, superficie de un depósito... Cada nudo se enumerará y vendrá caracterizado por unos valores de las variables como presión, temperatura, caudal...y se aplicará la técnica HAZOP a cada uno de ellos. ^[36]
3. Definición de las desviaciones a estudiar: para cada nudo se planteará de forma sistemática las desviaciones de las variables de proceso aplicando a cada variable una palabra guía. ^[36]
4. Sesiones HAZOP: tienen como objetivo inmediato analizar las desviaciones planteadas de forma ordenada y siguiendo un formato de recogida concreto. ^[36]

5. Informe final: aquí se recogen los esquemas simplificados con la situación y numeración de los nudos, análisis de los resultados obtenidos, lista de las medidas a tomar obtenidas y de los sucesos iniciadores identificados. ^[36]

5.11.1 Palabras guía

A continuación, se recogen las palabras guía del método HAZOP, juntamente con su significado y ejemplos: ^[36]

Tabla 5.45. Palabras guía para el análisis del HAZOP.


PALABRAS GUÍA	SIGNIFICADO	EJEMPLOS DE PROBLEMAS TÍPICOS
NO	Negación o ausencia de las especificaciones de diseño	No flujo (fallo de bomba, válvula cerrada, fuga, obstrucción...)
MÁS/MENOS	Aumento o disminución cuantitativa de cantidades de medición: caudales, presión, temperatura...	Más flujo (aspiración presionada, válvula atascada abierta, lectura flujómetro incorrecta...)
MAYOR QUE	Aumento cualitativo	Más temperatura (suciedad en intercambiador de enfriamiento, fallos del regulador de temperatura...)
PARTE DE	Disminución cualitativa, es decir, se realiza solamente una parte de la función deseada	Presencia de impurezas (entrada de contaminantes como agua, aceites, productos corrosivos...)
INVERSO	Oposición a la función deseada	Flujo de retorno (bomba invertida, comunicación con sobrepresión, fallo de bomba...)
DE OTRA FORMA	Sustitución completa de la función deseada, es decir, sucede algo diferente a las finalidades originales	Otras actividades distintas a la operación normal (arranques y paradas en la instalación, fallos de energía o servicios, emisiones, incompatibilidades...)


Tales palabras guía no son las únicas utilizables, y pueden modificarse para expresar mejor diversas situaciones.


En la página siguiente aparece el análisis de riesgo-HAZOP de la planta Ethylox.


5.11.2 Análisis de riesgo- HAZOP en la planta Ethylox


Tabla 5.46. Análisis de riesgo-HAZOP para R-201, R-202


	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 7
	EQUIPO	REACTORES	ÍTEM		Fecha
			R-201, R-202		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal alimentación	<ul style="list-style-type: none"> - Obstrucción tubería 600-G-M2-209/600-G-M2-2010 - Fallada de los compresores y expansores (CM-201-A, CM-201-B, EX201-A, EX201-B) - Fallo en la válvula de regulación -Fallo en los intercambiadores (E-201, E-202, E-203). 	<ul style="list-style-type: none"> -Parada de la producción -Aumento de la presión en las tuberías 	<ul style="list-style-type: none"> -Uso de la válvula auxiliar - Revisión de los compresores, expansores y tuberías - Revisión de los intercambiadores (E-201, E-202, E-203.) 	
	Caudal de refrigeración	<ul style="list-style-type: none"> - Fallo en los controladores de temperatura y presión -Fallo en la válvula de regulación - Fallo en el servicio de agua refrigerante -Obstrucción en la tubería 350-L-M1-222 	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el sistema de refrigeración -Variación en la conversión -Sistema peligroso 	<ul style="list-style-type: none"> -Uso de la válvula auxiliar -Revisión de los servicios de refrigeración -Inspección de tuberías 	
	Reacción	<ul style="list-style-type: none"> -Que no haya entrada de materias primeras -Condiciones de operación diferentes a las óptimas 	<ul style="list-style-type: none"> -Parada de la producción 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de las válvulas que regulan los reactivos -Inspección de las tuberías de los reactivos 	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 7
	EQUIPO	REACTORES	ÍTEM		Fecha
			R-201, R-202		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión - Fallo en el control de temperatura - Fallo en el sistema de refrigeración -Fallo en el suministro eléctrico - Fallo en los servicios - Aumento del caudal de entrada 	<ul style="list-style-type: none"> -Pérdida de la eficiencia de la reacción -Aumento de la presión en el reactor -Variación de la velocidad de reacción -Variación de la conversión -Desgaste de los equipos -Desestabilización de la reacción, lo cual podría causar un runaway. 		<ul style="list-style-type: none"> - Revisión del control de temperatura - Inspección del sistema refrigerante -Inspección de válvulas reguladoras del caudal de refrigerante -Calibración periódica de la sonda de temperatura -Instalación de un generador de emergencia en caso de fallo eléctrico -Revisión de los servicios - Revisión del caudal de entrada

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 7
	EQUIPO	REACTORES	ÍTEM		Fecha
			R-201, R-202		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el control de presión - Aumento de la temperatura - Aumento del caudal de entrada - Fallada de los compresores o expansores (CM-201-A, CM-201-B, EX201-A, EX201-B) -Obstrucción de alguna tubería -Fallo en los servicios - Aumento del caudal de entrada 	<ul style="list-style-type: none"> -Cambios en las condiciones de operación - Variación de la conversión - Daños en el reactor - Aumento de la temperatura - Peligro de explosión - Peligro por fuga 		<ul style="list-style-type: none"> -Uso de la válvula auxiliar -Inspección de válvulas y tuberías - Inspección y calibrado de la sonda de presión -Inspección y calibrado de la sonda de temperatura - Revisión del sistema de refrigeración -Revisión de los servicios

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 4 de 7
	EQUIPO	REACTORES	ÍTEM		Fecha
			R-201, R-202		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Caudal alimentación	-Fallo en la válvula de regulación -Fallo en el controlador de caudal -Fallada en los compresores o expansores (CM-201-A, CM-201-B, EX201-A, EX201-B) - Fallo en los intercambiadores (E-201, E-202, E-203)	-Aumento de presión y/o temperatura -Disminución de la efectividad de la reacción	-Revisión de las válvulas -Revisión de las tuberías de los reactivos -Calibrado y revisión de la sonda de caudal -Revisión del sistema de control de caudal -Uso de la válvula auxiliar - Revisión de los intercambiadores (E-201, E-202, E-203)	
	Caudal de refrigeración	-Fallo en la válvula de regulación -Fallo en el control de caudal -Fallo en el sistema de refrigeración -Fallo en los servicios - Fallo en los intercambiadores (E-201, E-202, E-203)	-Las condiciones de operación no son las óptimas -Aumento de la fracción de líquido en la salida -Disminución de la temperatura y presión	-Revisión de las válvulas -Revisión de los servicios -Revisión del sistema de control de temperatura -Uso de la válvula auxiliar - Revisión de los intercambiadores (E-201, E-202, E-203)	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 5 de 7
	EQUIPO	REACTORES	ÍTEM		Fecha
			R-201, R-202		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de presión -Fallo en el control de temperatura -Aumento del caudal de refrigerante -Fallo en los intercambiadores (E-201, E-202, E-203). - Fallo en los servicios 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la presión -Disminución de la conversión -Menor efectividad de la reacción 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del sistema de refrigeración -Revisión del sistema de control de presión y temperatura - Revisión y mantenimiento de los intercambiadores (E-201, E-202, E-203). - Revisión de los servicios 	
	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de temperatura -Disminución del caudal de alimentación -Fallo en el control de presión - Fallo en los intercambiadores (E-201, E-202, E-203). - Fallo en los servicios 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la temperatura -Menor efectividad de la reacción 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del control de presión - Revisión del control de temperatura - Revisión del sistema de refrigeración - Revisión del caudal de alimentación - Revisión y mantenimiento de los intercambiadores E-201, E-202, E-203 - Revisión de los servicios. 	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 6 de 7
	EQUIPO	REACTORES	ÍTEM		Fecha
			R-201, R-202		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Caudal alimentación	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el control de caudal -Fallo de la válvula de regulación -Obstrucción parcial de la tubería 600-G-M2-209/600-G-M2-2010 -Fallo en los proveedores - Fallo en el sistema de refrigeración 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la conversión de la reacción -Disminución de la presión -Disminución de la producción 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de las válvulas -Revisión del sistema de control de caudal -Uso de la válvula auxiliar -Revisión de los proveedores 	
	Caudal de refrigeración	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en la válvula de regulación -Fallo en el control de temperatura -Obstrucción parcial de la tubería -Fallo en los servicios - Fallo en los intercambiadores (E-202, E-203) 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura -Aumento de la presión -Sistema peligroso 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del sistema de control de temperatura -Revisión de válvulas y tuberías -Uso de la válvula auxiliar -Revisión de los servicios 	
	Actividad del catalizador	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de las incrustaciones en el reactor -Aumento significativo de la temperatura -Variación en las condiciones de operación 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la velocidad de reacción 	<ul style="list-style-type: none"> -Estudio más analítico de la desactivación del catalizador 	






	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 7 de 7
	EQUIPO	REACTORES	ÍTEM		Fecha
			R-201, R-202	16/06/2020	
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
PARTE DE	Caudal alimentación	-Presencia de impurezas	-Disminución de la conversión -Condiciones diferentes de las óptimas	-Control de calidad de las materias primas	
INVERSO	Sentido del flujo	-Fallo en el compresor o en los expansores (CM-201-A, CM-201-B, EX201-A, EX201-B)	-Parada de la producción	- Revisión y mantenimiento periódico de los compresores y/o expansores	

Tabla 5.47. Análisis de riesgo-HAZOP para los intercambiadores

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 5
	EQUIPO	INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBOS	ÍTEM		Fecha
			E-201,E-202,E-203,E-301,E-302,E-303,E-401,E-402,E-403,E-404,E-501,E-502		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
NO	Caudal alimentación	-Fallo en la bomba/compresor anterior -Fallo en las válvulas -Obstrucción de las tuberías	-No hay intercambio de calor -Parada de la producción		-Revisión de las bombas/compresores -Revisión de las válvulas -Revisión de las tuberías -Uso de la válvula auxiliar
	Caudal de servicio	-Obstrucción de la tubería o válvulas -Fallo en la bomba -Fallo en el control de temperatura -Fallo en los servicios	-No hay intercambio de calor		-Revisión de las válvulas -Revisión de los servicios -Revisión de las tuberías -Uso de la válvula auxiliar -Revisión del control de temperatura

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 5
	EQUIPO	INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBOS	ÍTEM		Fecha
			E-201, E-202, E-203, E-301, E-302, E-303, E-401, E-402, E-403, E-404, E-501, E-502		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Caudal alimentación	-Fallo en la válvula -Fallo en el controlador que regula la válvula	-Intercambio de calor no deseado		-Revisión de las válvulas -Revisión del sistema de control -Uso de la válvula auxiliar
	Caudal de servicio	-Fallo en la bomba -Fallo en el servicio -Fallo en la válvula -Fallo en el controlador que regula la válvula	- Incremento excesivo del intercambio de calor - Posible obtención del estado del corriente de salida no deseado		-Revisión del servicio -Revisión de las bombas -Revisión del sistema de control -Uso de la válvula auxiliar
	Temperatura del fluido de servicio	-Fallo en los servicios -Fallo en el control de temperatura	- Incremento excesivo del intercambio de calor -Posible obtención del estado del corriente de salida no deseado		-Inspección de los servicios -Revisión del sistema de control de temperatura

	ANALISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 5
	EQUIPO	INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBOS	ÍTEM		Fecha
			E-201, E-202, E-203, E-301, E-302, E-303, E-401, E-402, E-403, E-404, E-501, E-502		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Presión	-Aumento de la temperatura -Obstrucción de alguna tubería -Aumento del caudal de alimento o de servicio	-Puede provocar daños en el intercambiador -Aumento de la temperatura -Sistema peligroso	-Revisión del sistema de control de temperatura -Uso de válvula auxiliar -Revisión del caudal de alimento y el equipo del cual proviene	
MENOS	Caudal de alimentación	-Fallo en la válvula -Fallo en la bomba/compresor -Obstrucción parcial del corriente de alimentación	-Puede provocar un intercambio excesivo -Variación en la producción -Obtención del estado del corriente de salida no deseado	-Revisión de las válvulas -Revisión del sistema de control -Revisión de las tuberías -Revisión de los compresores y bombas -Uso de la válvula auxiliar -Revisión del equipo del cual proviene el caudal	

	ANALISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 4 de 5
	EQUIPO	INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBOS	ÍTEM		Fecha
			E-201, E-202, E-203, E-301, E-302, E-303, E-401, E-402, E-403, E-404, E-501, E-502		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Caudal de servicio	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en la bomba -Fallo en el controlador de temperatura -Fallo en la válvula -Fallo en servicios -Obstrucción parcial de los corrientes de servicio 	<ul style="list-style-type: none"> -No hay suficiente intercambio de calor -Obtención del estado del corriente de salida no deseado 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de válvulas -Inspección de los servicios -Revisión de tuberías -Revisión del controlador -Uso de la válvula auxiliar 	
	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución/ aumento del caudal de servicio -Fallo en el control de la temperatura -Fallo en los servicios -Disminución de presión 	<ul style="list-style-type: none"> -El intercambio de calor no es el mismo que el deseado -Posible obtención del estado del corriente de salida no deseado 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del control de temperatura -Revisión de los servicios -Revisión del caudal de servicio 	





	ANALISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 5 de 5
	EQUIPO	INTERCAMBIADORES DE CARCASA Y TUBOS	ÍTEM		Fecha
			E-201, E-202, E-203, E-301, E-302, E-303, E-401, E-402, E-403, E-404, E-501, E-502	16/06/2020	
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MENOS	Presión	-Fallo en las válvulas -Disminución de la temperatura -Disminución del caudal de entrada de alimento/servicio	-Puede dañar el intercambiador -Disminución de la temperatura		-Revisión de los caudales de entrada -Revisión de los sensores de temperatura
PARTE DE	Caudal de servicios	-Corriente de servicio con impurezas -Error en las conexiones de las tuberías	-Formación de incrustaciones -Variación de los resultados deseados -Variación en el calor específico		-Inspección de los servicios - Inspección de las conexiones - Añadir filtros antes del intercambiador para evitar la presencia de sólidos

Tabla 5.48. Análisis de riesgo-HAZOP para la columna Flash

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 4
	EQUIPO	COLUMNA FLASH	ÍTEM		Fecha
			CF-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
NO	Caudal de entrada	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en la válvula de entrada -Fallo en la columna anterior (CA-401) -Obstrucción en la tubería 	-No se llevará a cabo la separación deseada		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de la válvula de entrada -Revisión de las tuberías -Revisión de la columna anterior -Uso de la válvula auxiliar
	Ventoeo de emergencia	<ul style="list-style-type: none"> -No hay sobrepresión y no debe activarse -Fallo en la válvula de ventoeo -Fallo en control de presión 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión -Aumento de la temperatura -Sistema peligroso -Las condiciones de operación no son las adecuadas para dar lugar a la separación 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de la válvula de ventoeo y disco de ruptura -Instalación de una alarma de presión

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 4
	EQUIPO	COLUMNA FLASH	ÍTEM		Fecha
			CF-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el control de nivel -Aumento del caudal de alimento -Disminución del caudal de salida 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión y temperatura -Mayor dificultad para separar -Disminución de la eficiencia de la columna 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de nivel -Revisión del caudal de alimento
	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión -Alimento a más temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión - Sistema peligroso - Condiciones de operación diferentes a las deseadas 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del control de presión -Revisión de la columna anterior

	ANALISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 4
	EQUIPO	COLUMNA FLASH	ÍTEM		Fecha
			CF-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura -Disminución de los caudales de salida -Aumento del caudal de alimento -Fallo en el controlador de presión -Aumento de nivel 	<ul style="list-style-type: none"> -Sistema peligroso -Aumento de temperatura -Posible deformación del equipo -Condiciones de operación diferentes a las deseadas 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del control de presión -Revisión de los caudales de salida -Revisión del controlador de nivel
MENOS	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el controlador de nivel -Disminución del caudal de alimento -Aumento de caudales de salida 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas - Disminución de la presión y temperatura -Disminución de la eficiencia de la columna 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de controlador de nivel -Revisión de caudales de entrada y salida






	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 4 de 4
	EQUIPO	COLUMNA FLASH	ÍTEM		Fecha
			CF-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MENOS	Temperatura	-Disminución de la presión -Alimento a temperatura menor	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Disminución de la presión -Disminución del rendimiento de la columna		-Revisión del controlador de presión -Revisión de la columna anterior
	Presión	-Disminución de la temperatura -Fallo en el controlador de presión -Disminución del nivel -Disminución del caudal de entrada	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Disminución de la temperatura -Disminución del rendimiento de la columna.		-Revisión del controlador de presión -Revisión del controlador de nivel -Revisión del sistema de venteo
INVERSO	Liberación de presión (venteo)	-La tubería del sistema de venteo se encuentra sometida a una presión mayor que la del tanque	- Esta presión provoca que los gases del tanque no sean liberados correctamente, provocando una sobre presión en el tanque - Sistema peligroso		- Revisión de la tubería del sistema de venteo - Inspección periódica del sistema de venteo


Tabla 5.49. Análisis de riesgo-HAZOP para los tanques de almacenaje

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP	Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 6
	EQUIPO	TANQUES DE ALMACENAJE	ÍTEM TP-601, TP-602, TP-603, TP-604, TP-605, TP-606	Fecha 16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora
NO	Caudal de entrada	-Fallo en el controlador de nivel -Fallo de la bomba -Obstrucción de la tubería 50-L-M7-601 -Fuga en las válvulas -Fallo en las válvulas de entrada 50-TN/M-601..605	-El tanque no cumple la función de almacenaje, ya que no habría producto que almacenar	-Revisión de las tuberías -Revisión de las válvulas -Revisión de las bombas -Inspección de los controladores de nivel -Uso de válvula auxiliar
	Caudal de salida	-Fallo en la válvula 80-TN/M-621...624 -Fallo en el controlador de nivel -Obstrucción de la tubería 80-L-M7-603 - Tanque vacío	-No se descarga producto	-Revisión de las tuberías -Revisión de las válvulas -Revisión de los controladores de nivel -Trabajar con otro tanque si es posible
	Ventoeo de emergencia	-No hay sobrepresión y no debe activarse -Fallo en la válvula de ventoeo 100-SG/MU-672 -Fallo en control de presión	-Aumento de la presión -Aumento temperatura -Peligro por explosión	-Revisión de la válvula de ventoeo y disco de ruptura -Instalación de una alarma presión

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 6
	EQUIPO	TANQUES DE ALMACENAJE	ÍTEM		Fecha
			TP-601, TP-602, TP-603, TP-604, TP-605, TP-606		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Caudal de alimento	-Fallo en la válvula sometida al control de nivel (50-TN/B-602) -Fallo en el control de nivel	-Aumento del nivel del tanque - Aumento de la presión y temperatura - Sistema peligroso - Necesidad de aumentar el sistema de refrigeración en el tanque		-Revisión de la válvula -Revisión del sistema de control de nivel -Activación de la válvula de venteo por sobrepresión -Revisión del control de presión -Activación del sistema de refrigeración -Uso de la alarma de nivel máximo en casos extremos

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 6
	EQUIPO	TANQUES DE ALMACENAJE	ÍTEM		Fecha
			TP-601, TP-602, TP-603, TP-604, TP-605, TP-606		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión -Disminución del caudal de refrigeración -Fallo en el controlador de temperatura -Aumento de la temperatura ambiente -Aumento del caudal de entrada 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumenta la presión -Sistema peligroso -Deformación del equipo 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de temperatura -Revisión del sistema de refrigeración -Revisión del sistema de gas inerte -Revisión del controlador de presión -Uso de la válvula de venteo -Uso de otro tanque -Uso de la alarma de nivel máximo en casos extremos

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 4 de 6
	EQUIPO	TANQUES DE ALMACENAJE	ÍTEM		Fecha
			TP-601, TP-602, TP-603, TP-604, TP-605, TP-606		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura -Fallo en el controlador de presión -Aumento en el caudal de alimento o refrigeración -Aumento del caudal de gas inerte -Aumento de nivel 	<ul style="list-style-type: none"> -Deformación del equipo -Sistema peligroso -Aumento de la temperatura -Probabilidad de explosión del tanque 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de los controladores de presión y temperatura -Revisión de los caudales de entrada -Uso de la válvula de venteo -Uso de otro tanque -Uso de la alarma de nivel máximo en casos extremos 	
	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el controlador de nivel -Fallo en las válvulas de entrada de alimento 50-TN/M-601...604 -Aumento del caudal de alimento 	<ul style="list-style-type: none"> -Posibilidad de sobrepasar los niveles permitidos de llenado del tanque -Dificultad de mantener contenido a la temperatura deseada -Aumento de presión -Sistema peligroso con posibilidad de explosión 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de nivel -Revisión de la válvula de entrada de alimento 50-TN/M-601...604 -Uso de otro tanque -Uso de la alarma de nivel máximo en casos extremos 	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 5 de 6
	EQUIPO	TANQUES DE ALMACENAJE	ÍTEM		Fecha
			TP-601, TP-602, TP-603, TP-604, TP-605, TP-606		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Caudal de alimento	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en las válvulas de entrada 50-TN/M-601...604 -Obstrucción parcial de la tubería 50-L-M7-601 -Fallo en el control de nivel -Fallo en las bombas 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la presión -Disminución de la temperatura -Disminución del nivel del tanque -Necesidad de disminuir el sistema de refrigeración en el tanque -No se almacena la cantidad de producto deseada para un tiempo determinado 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de las válvulas de entrada 50-TN/M-601...604 -Revisión de la tubería 50-L-M7-601 -Revisión de los controladores de nivel -Revisión de las bombas -Uso de otro tanque 	
	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la presión - Mayor caudal de refrigeración -Fallo en el control de temperatura -Disminución del caudal de alimento 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la presión -Obtención del corriente de salida diferente al deseado 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del control de temperatura -Revisión del sistema de refrigeración -Revisión del caudal de alimento 	






	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 6 de 6
	EQUIPO	TANQUES DE ALMACENAJE	ÍTEM		Fecha
			TP-601, TP-602, TP-603, TP-604, TP-605, TP-606		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la temperatura - Fallo en el control de presión - Disminución del caudal de gas inerte - Obstrucción en la tubería de gas inerte 80-G-M9-615 -Fallo en proveedor de gas inerte 	<ul style="list-style-type: none"> -Obtención del corriente de salida diferente al deseado - Disminución de la temperatura - Probabilidad de cambio de estado del producto 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de presión -Revisión de tubería de gas inertización 80-G-M9-615 -Inspección de proveedor 	
INVERSO	Liberación de presión (venteo)	-La tubería del sistema de venteo se encuentra sometida a una presión mayor que la del tanque	<ul style="list-style-type: none"> -Esta presión provoca que los gases del tanque no sean liberados correctamente, provocando una sobre presión en el tanque -Sistema peligroso 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de la tubería del sistema de venteo -Inspección periódica del sistema de venteo 	


Tabla 5.50. Análisis de riesgo-HAZOP para la columna de absorción CA-301


	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE SEPARACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal de alimentación	-Fallo en la válvula de entrada -Obstrucción de las tuberías -Fallo en el compresor (CM-301-A)	-No se llevará a cabo el proceso de absorción		-Revisión de la válvula de entrada -Inspección de las tuberías -Uso de la válvula auxiliar -Revisión del compresor -Uso del compresor doblado (CM-301-B)
	Caudal de absorbente	-Fallo en las válvulas de entrada -Fallo en las bombas (P-301-A,P-302-A) -Obstrucción en las tuberías -Fallo en el control de caudal	-No se llevará a cabo el proceso de absorción		- Revisión de las válvulas -Revisión de las tuberías -Inspección del controlador de caudal -Uso de válvulas auxiliares -Uso de bombas dobladas (P-301-B,P-302-B)
	Ventoeo de emergencia	-No hay sobrepresión y no debe activarse -Fallo en la válvula de ventoeo -Obstrucción en la válvula de ventoeo	-Aumento de la presión -Aumento de la temperatura - Sistema peligroso		- Revisión de la válvula de ventoeo y disco de ruptura - Revisión de la tubería de ventoeo

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE SEPARACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-301	16/06/2020	
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal de salida de gases	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en la válvula de salida de gases - Fallo en el controlador de presión -Obstrucción en la tubería de salida de la columna 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumenta la presión -Aumenta la temperatura -Sistema peligroso -Parada de la producción 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de la válvula de salida -Activación de la válvula de venteo -Revisión de las tuberías -Revisión del controlador de presión 	
	Caudal de salida de líquido	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el controlador de nivel -Fallo en la válvula de salida de la columna -Obstrucción en la tubería de salida de líquido de la columna 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión -Disminución de la temperatura -Aturada de la producción 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de nivel -Revisión de la válvula de salida de líquido de la columna -Revisión de las tuberías -Activación de la válvula auxiliar 	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE SEPARACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Caudal de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión -Fallo en las válvulas -Fallo en el controlador de presión -Fallo en el compresor (CM-301-A) 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Aumento de nivel 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del control de presión -Revisión de las válvulas Revisión del compresor -Uso del compresor doblado (CM-301-B) 	
	Temperatura del alimento	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión -Mal funcionamiento del intercambiador (E-201) -Fallo en los servicios -Fallo en la válvula del fluido refrigerante -Obstrucción en la tubería refrigerante -Fallo en el control de temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura de la columna -Aumento de la presión -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Menor absorción 	<ul style="list-style-type: none"> -Activación válvula auxiliar del refrigerante -Revisión del intercambiador -Revisión de los servicios -Revisión de las válvulas del refrigerante -Revisión de las tuberías del refrigerante -Revisión del control de temperatura y presión 	

	ANALISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 4 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE SEPARACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Temperatura del absorbente	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el intercambiador(E-302) -Fallo en la válvula de refrigerante -Fallo en el controlador de temperatura -Obstrucción en la tubería refrigerante -Fallo en los servicios 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Aumento de la temperatura de la columna -Aumento de la presión 	<ul style="list-style-type: none"> -Activación válvula auxiliar del refrigerante -Revisión del intercambiador -Revisión de los servicios -Revisión de las válvulas del refrigerante -Revisión de las tuberías del refrigerante -Revisión del control de temperatura y presión 	
	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de los caudales de entrada -Aumento de la temperatura -Fallo en el controlador de presión -Disminución del caudal de salida de gas 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumenta la temperatura -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -No se lleva a cabo la absorción deseada -Deformación del equipo -Sistema peligroso 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de las corrientes de entrada a la columna -Activación de la válvula auxiliar -Activación del venteo -Revisión de la válvula de salida de gas -Revisión del controlador de temperatura y presión 	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 5 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE SEPARACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-301	16/06/2020	
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el controlador de nivel -Fallo en la válvula de salida de líquido -Aumento del caudal de líquido 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas - Posible aumento de la presión - Posible inundación de la columna 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de nivel -Revisión de la válvula de salida del líquido - Revisión de la corriente de entrada de líquido (absorbente) 	
MENOS	Caudal de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en las válvulas -Obstrucción parcial de las tuberías -Fallo en el compresor (CM-301-A) 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Disminución de presión 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión en las válvulas -Revisión de las tuberías -Revisión del compresor -Uso del compresor doblado (CM-301-B) 	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 6 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE SEPARACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Temperatura del alimento	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la presión -Mal funcionamiento del intercambiador (E-201) -Fallo en los servicios -Fallo en la válvula del fluido refrigerante -Fallo en el control de temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Menor eficiencia de absorción 	<ul style="list-style-type: none"> -Activación válvula auxiliar del refrigerante -Revisión del intercambiador -Revisión de los servicios -Revisión de las válvulas del refrigerante -Revisión del control de temperatura y presión 	
	Temperatura del absorbente	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el intercambiador (E-302) -Fallo en la válvula de refrigerante -Fallo en el controlador de temperatura -Fallo en los servicios 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Menor eficiencia de absorción 	<ul style="list-style-type: none"> -Activación válvula auxiliar del refrigerante -Revisión del intercambiador -Revisión de los servicios -Revisión de las válvulas del refrigerante -Revisión del control de temperatura 	






	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 7 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE SEPARACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Presión	-Disminución de la temperatura -Aumento del caudal de salida -Fallo en el controlador de presión	-Disminución de la temperatura - Condiciones de operación diferentes a las deseadas	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión del controlador de presión -Revisión de las válvulas de salida - Activación válvula auxiliar de salida 	
INVERSO	Liberación de presión (venteo)	-La tubería del sistema de venteo se encuentra sometida a una presión mayor que la del tanque	- Esta presión provoca que los gases del tanque no sean liberados correctamente, provocando una sobre presión en el tanque - Sistema peligroso	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de la tubería del sistema de venteo - Inspección periódica del sistema de venteo 	


Tabla 5.51. Análisis de riesgo-HAZOP para la columna de absorción CA-501


	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal de alimentación	-Obstrucción de las tuberías -Fallo en la columna anterior (D-301)	-No se llevará a cabo el proceso de absorción		-Inspección de las tuberías -Activación válvula auxiliar -Revisión de la columna anterior
	Caudal de absorbente	-Fallo en las válvulas -Obstrucción de las tuberías -Fallo en el control de caudal, nivel y presión (PIC-503,FIC-501,LIC-502)	-No se llevará a cabo el proceso de absorción		-Revisión de las válvulas de entrada - Revisión de las tuberías -Inspección en el controlador de caudal, nivel y presión -Activación válvulas auxiliares
	Ventoeo de emergencia	-No hay sobrepresión y no debe activarse -Fallo en la válvula de ventoeo -Obstrucción en la válvula de ventoeo	-Aumento de la presión -Aumento de la temperatura - Sistema peligroso		-Revisión de la válvula de ventoeo y disco de ruptura - Revisión de la tubería de ventoeo

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal de salida de gases	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en la válvula de salida de la columna -Fallo en el controlador de presión - Obstrucción en la tubería de salida de la columna 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta la presión -Aumenta la temperatura - Sistema peligroso - Aturada de la producción 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de la válvula de salida -Revisión de las tuberías -Revisión del controlador de presión -Activación de la válvula auxiliar 	
	Caudal de salida de líquido	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el controlador de nivel -Fallo en la válvula de salida de la columna -Obstrucción en la tubería de salida de líquido de la columna 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión -Aturada de la producción 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de nivel -Revisión de la válvula de salida de líquido de la columna -Revisión de las tuberías -Activación de la válvula auxiliar 	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Caudal de alimentación	-Aumento de la presión -Fallo en la columna anterior(D-301) -Fallo en la válvula	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Aumento de presión -Aumento de nivel	-Revisión del control de presión (PIC-303) -Revisión de la válvula -Uso de válvula auxiliar	
	Temperatura del alimento	-Aumento de la presión - Mal funcionamiento de la columna anterior (D-301)	-Aumento de la temperatura de la columna -Aumento de la presión -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Menor absorción	-Revisión de la columna anterior -Revisión del controlador de presión (PIC-303)	
	Temperatura del absorbente	-Fallo en la columna de destilación y sus componentes (CD-501, E-501, TC-501, RB-501)	- Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Aumento de la temperatura de la columna -Aumento de la presión	-Revisión de la columna de destilación y sus componentes	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 4 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura de las corrientes de entrada -Fallo en el controlador de presión -Fallo en la válvula de salida del gas -Fallo en el controlador de nivel 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumenta la temperatura -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -No se lleva a cabo la absorción deseada -Posible deformación del equipo -Sistema peligroso 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de las corrientes de entrada a la columna -Activación de la válvula de venteo -Revisión de la válvula de salida de gas -Revisión del controlador de nivel y presión

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 5 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el controlador de nivel -Fallo en la válvula de salida de líquido -Aumento del caudal de líquido 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas - Posible aumento de la presión - Posible inundación de la columna 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de nivel -Revisión de la válvula de salida del líquido -Revisión de la corriente de entrada de líquido (absorbente)
MENOS	Caudal de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en las válvulas -Obstrucción parcial de las tuberías 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión en las válvulas -Revisión de las tuberías
	Temperatura del alimento	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la presión - Fallo en la columna anterior (D-301) 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Menor eficiencia de absorción 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de la columna anterior

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 6 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Temperatura del absorbente	-Fallo en la columna de destilación y sus componentes (CD-501, E-501, TC-501, RB-501)	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Menor eficiencia de absorción	-Revisión de la columna de destilación y sus componentes	
	Presión	-Disminución de la temperatura -Válvulas de salida más abiertas de lo normal (fallo) -Fallo en el controlador de presión	-Disminución de la temperatura - Condiciones de operación diferentes a las deseadas	- Revisión del controlador de presión -Revisión de las válvulas de salida - Activación válvulas auxiliares de salida	






	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 7 de 7
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA DE PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CA-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
INVERSO	Liberación de presión (venteo)	-La tubería del sistema de venteo se encuentra sometida a una presión mayor que la del tanque	- Esta presión provoca que los gases del tanque no sean liberados correctamente, provocando una sobre presión en el tanque - Sistema peligroso	- Revisión de la tubería del sistema de venteo - Inspección periódica del sistema de venteo	


Tabla 5.52. Análisis de riesgo-HAZOP para la columna de absorción CA-401


	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 8
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA LIMPIEZA CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CA-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal de alimentación (corriente 34)	-Fallo en la válvula de entrada -Obstrucción de las tuberías -Fallo en el compresor (C-401-A)	-No se llevará a cabo el proceso de absorción		-Revisión de la válvula de entrada -Inspección de las tuberías -Revisión del compresor -Uso del compresor doblado (C-401-B)
	Caudal de entrada de amina (corriente 47)	-Obstrucción en las tuberías -Fallo en las válvulas (FVC-401, LVC-402)	-No se llevará a cabo el proceso de absorción		-Revisión de las válvulas de entrada (FVC-401, LVC-402) - Revisión de las tuberías -Uso válvulas auxiliares respectivas
	Caudal de entrada de agua (corriente 50)	-Fallo en el controlador de temperatura -Fallo en la válvula de entrada a la columna -Obstrucción de las tuberías	No se llevará a cabo la absorción deseada (falta de absorbente) -Aumento de la temperatura		-Revisión del controlador de temperatura -Revisión de la tubería -Revisión de la válvula -Uso de válvula auxiliar


	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 8
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA LIMPIEZA CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CA-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal de salida de agua (corriente 36)	-Obstrucción en la tubería de salida de la columna	-Aumenta la temperatura -Parada de la producción -Aumento de nivel -Aumento de presión	-Revisión de las tuberías	
	Caudal de salida de amina (corriente 37)	-Fallo en el controlador de nivel -Fallo en la válvula de salida de la columna -Obstrucción en la tubería de salida de líquido de la columna	-Aumento de la presión -Parada de la producción -Aumento de nivel	-Revisión del controlador de nivel -Revisión de la válvula de salida de líquido de la columna -Revisión de las tuberías -Activación de la válvula auxiliar	
	Caudal de salida de gas (corriente 35)	- Fallo en la válvula de salida de la columna - Fallo en el controlador de diferencial de presión - Obstrucción en la tubería de salida de la columna	- Aumenta la presión -Aumenta la temperatura - Sistema peligroso - Parada de la producción	-Revisión de la válvula de salida -Revisión de las tuberías -Revisión del controlador de diferencial de presión -Activación de la válvula auxiliar	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 8
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA LIMPIEZA CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CA-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Venteo de emergencia	-No hay sobrepresión y no se debe activar -Fallo en la válvula de venteo -Obstrucción en la válvula de venteo	-Aumento de la presión -Aumento de la temperatura - Sistema peligroso	-Revisión de la válvula de venteo y disco de ruptura - Revisión de la tubería de venteo	
MÁS	Caudal de alimentación (corriente 34)	-Aumento de la presión -Fallo en las válvulas -Fallo en el compresor (C-401-A)	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Aumento de presión	-Revisión del control de presión -Revisión de la válvula -Revisión del compresor -Uso del compresor doblado (C-401-B)	
	Temperatura del alimento	-Aumento de la presión -Mal funcionamiento del intercambiador (E-401) -Fallo en los servicios -Fallo en la válvula del fluido refrigerante -Obstrucción en la tubería refrigerante -Fallo en el control de temperatura	-Aumento de la temperatura de la columna -Aumento de la presión -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Menor absorción	-Activación válvula auxiliar del refrigerante -Revisión del intercambiador -Revisión de los servicios -Revisión de las válvulas del refrigerante -Revisión de las tuberías del refrigerante - Revisión control de T y P	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 4 de 8
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA LIMPIEZA CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CA-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Temperatura de la entrada de amina	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el intercambiador (E-404) -Fallo en la válvula de refrigerante -Fallo en el controlador de temperatura -Obstrucción en la tubería refrigerante -Fallo en los servicios 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Aumento de la temperatura de la columna -Aumento de la presión 	<ul style="list-style-type: none"> -Activación válvula auxiliar del refrigerante -Revisión del intercambiador -Revisión de los servicios -Revisión de las válvulas del refrigerante -Revisión de las tuberías del refrigerante -Revisión del control de temperatura y presión 	

	ANALISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 5 de 8
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA LIMPIEZA CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CA-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura de las corrientes de entrada -Fallo en el controlador de diferencial de presión -Fallo en la válvula de salida del gas 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumenta la temperatura -Condiciones de operación diferentes a las deseadas - No se da a cabo la absorción deseada - Deformación del equipo -Sistema peligroso 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de las corrientes de entrada a la columna -Activación de la válvula auxiliar -Revisión del venteo -Revisión de la válvula de salida de gas -Revisión del controlador de temperatura y presión
	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el controlador de nivel -Fallo en la válvula de salida de líquido -Aumento del caudal de líquido 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas - Posible aumento de la presión - Posible inundación de la columna 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de nivel -Revisión de la válvula de salida del líquido -Revisión de la corriente de entrada de líquido (absorbente)

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 6 de 8
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA LIMPIEZA CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CA-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Caudal de alimentación	-Fallo en las válvulas -Obstrucción parcial de las tuberías	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas	-Revisión en las válvulas -Revisión de las tuberías	
	Temperatura del alimento	-Disminución de la presión -Mal funcionamiento del intercambiador (E-401) -Fallo en los servicios -Fallo en la válvula del fluido refrigerante -Fallo en el control de temperatura	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Menor proceso de absorción	-Activación válvula auxiliar del refrigerante -Revisión del intercambiador -Revisión de los servicios -Revisión de las válvulas del refrigerante -Revisión del control de temperatura y presión	

	ANALISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 7 de 8
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA LIMPIEZA CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CA-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MENOS	Temperatura de la amina	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el intercambiador(E-404) -Fallo en la válvula de refrigerante -Fallo en el controlador de temperatura -Fallo en los servicios 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Menor eficiencia de absorción 		<ul style="list-style-type: none"> -Activación válvula auxiliar del refrigerante -Revisión del intercambiador -Revisión de los servicios -Revisión de las válvulas del refrigerante -Revisión del control de temperatura y presión
	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la temperatura -Válvula de salida más abierta de lo normal -Fallo en el controlador de presión 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la temperatura - Condiciones de operación diferentes a las deseadas 		<ul style="list-style-type: none"> - Revisión del controlador de presión -Revisión de las válvulas de salida -Revisión del controlador de temperatura - Activación válvula auxiliar






	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 8 de 8
	EQUIPO	COLUMNA DE ABSORCIÓN ZONA LIMPIEZA CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CA-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
INVERSO	Liberación de presión (venteo)	La tubería del sistema de venteo se encuentra sometida a una presión mayor que la del tanque	-Esta presión provoca que los gases del tanque no sean liberados correctamente, provocando una sobre presión en el tanque - Sistema peligroso		-Revisión de la tubería del sistema de venteo -Inspección periódica del sistema de venteo


Tabla 5.53. Análisis de riesgo-HAZOP para la columna de desorción D-301

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 6
	EQUIPO	COLUMNA DE DESORCIÓN	ÍTEM		Fecha
			D-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
NO	Caudal alimentación	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo de la válvula de entrada -Obstrucción de las tuberías -Fallo controlador de nivel 	-No se lleva a cabo el proceso de desorción		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de las válvulas de entrada -Revisión de las tuberías -Revisión del controlador de nivel -Uso de la válvula auxiliar
	Caudal salida de gases	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en la válvula de salida de la columna - Fallo en el controlador de presión - Obstrucción en la tubería de salida de la columna 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta la presión -Aumenta la temperatura - Sistema peligroso - Aturada de la producción 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de la válvula de salida -Revisión de las tuberías -Revisión del controlador de presión -Activación de la válvula auxiliar

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 6
	EQUIPO	COLUMNA DE DESORCIÓN	ÍTEM		Fecha
			D-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal salida líquido	-Fallo en el controlador de caudal -Fallo en la válvula de salida de la columna -Obstrucción en la tubería de salida de líquido de la columna	-Aumento de la presión -Parada de la producción	-Revisión del controlador de caudal -Revisión de la válvula de salida de líquido de la columna -Revisión de las tuberías -Activación de la válvula auxiliar	
MÁS	Caudal alimentación	-Fallo en la válvula de entrada -Fallo en el controlador de caudal	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Menor rendimiento de la columna	-Revisión de la válvula de entrada -Revisión en el controlador -Uso de la válvula auxiliar	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 6
	EQUIPO	COLUMNA DE DESORCIÓN	ÍTEM		Fecha
			D-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Temperatura de salida del líquido	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el reboiler (RB-301) -Fallo en los servicios -Obstrucción en la tubería de servicios -Fallo en el control de diferencial de presión -Fallo en las válvulas de servicio 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Corriente de salida del líquido con una temperatura diferente a la deseada 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del reboiler -Revisión de los servicios -Revisión de las tuberías -Revisión del controlador diferencial de presión -Revisión de las válvulas de servicio 	
	Temperatura de entrada del líquido	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión -Mal funcionamiento del intercambiador (E-302) -Fallo en los servicios -Fallo en la válvula del fluido refrigerante -Obstrucción en la tubería refrigerante -Fallo en el control de temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura de la columna -Aumento de la presión -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Menor absorción 	<ul style="list-style-type: none"> -Activación válvula auxiliar del refrigerante -Revisión del intercambiador -Revisión de los servicios -Revisión de las válvulas del refrigerante -Revisión de las tuberías del refrigerante -Revisión del control de temperatura y presión 	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 4 de 6
	EQUIPO	COLUMNA DE DESORCIÓN	ÍTEM		Fecha
			D-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura de las corrientes de entrada -Fallo en el controlador de presión -Fallo en la válvula de venteo -Fallo en la válvula de salida del gas 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumenta la temperatura -Condiciones de operación diferentes a las deseadas - No se da a cabo la absorción deseada -Deformación del equipo -Sistema peligroso 		<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de las corrientes de entrada la columna -Activación de la válvula auxiliar -Revisión del venteo -Revisión de la válvula de salida de gas -Revisión del controlador de temperatura y presión
	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el controlador de nivel -Fallo en la válvula de salida de líquido -Aumento del caudal de líquido 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Posible aumento de la presión -Posible inundación de la columna 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de nivel -Revisión de la válvula de salida del líquido -Revisión de la corriente de entrada de líquido (absorbente)

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 5 de 6
	EQUIPO	COLUMNA DE DESORCIÓN	ÍTEM		Fecha
			D-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MENOS	Caudal de alimentación	-Fallo en las válvulas -Obstrucción parcial de las tuberías	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas		-Revisión en las válvulas -Revisión de las tuberías
	Temperatura de salida del líquido	-Fallo en el reboiler (RB-301) -Fallo en los servicios -Fallo en el control de diferencial de presión -Fallo en las válvulas de servicio	-Si no se escalfa, se recircula muy poco gas -Menor eficiencia de la columna -Condiciones de operación - diferentes a las deseadas		-Revisión del reboiler -Revisión de los servicios -Revisión del controlador diferencial de presión -Revisión de las válvulas de servicio
	Temperatura de entrada del líquido	-Disminución de la presión -Mal funcionamiento del intercambiador (E-302) -Fallo en los servicios -Fallo en la válvula del fluido refrigerante -Fallo en el control de temperatura	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Menor proceso de absorción		-Activación válvula auxiliar del refrigerante -Revisión del intercambiador -Revisión de los servicios -Revisión de las válvulas del refrigerante -Revisión del control de temperatura y presión






	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 6 de 6
	EQUIPO	COLUMNA DE DESORCIÓN	ÍTEM		Fecha
			D-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Presión	-Disminución de la temperatura -Válvula de venteo más abierta de lo normal -Válvula de salida más abierta de lo normal -Fallo en el controlador de presión	-Disminución de la Temperatura - Condiciones de operación diferentes a las deseadas	- Revisión del controlador de presión - Revisión del sistema de venteo -Revisión de las válvulas de salida -Revisión del controlador de temperatura - Activación válvula auxiliar de salida	
INVERSO	Liberación de presión (venteo)	-La tubería del sistema de venteo se encuentra sometida a una presión mayor que la del tanque	-Esta presión provoca que los gases del tanque no sean liberados correctamente, provocando una sobre presión en el tanque - Sistema peligroso	- Revisión de la tubería del sistema de venteo - Inspección periódica del sistema de venteo	


Tabla 5.54. Análisis de riesgo-HAZOP para la columna de destilación CD-501

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 6
	EQUIPO	COLUMNA DE DESTILACIÓN ZONA PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CD-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal de alimento	-Fallo en la bomba de entrada(P-501-A) -Fallo en las válvulas de entrada -Fallo en el controlador de presión -Obstrucción de las tuberías	-No se llevará a cabo la destilación	- Revisión de la bomba de entrada - Revisión de las válvulas de entrada -Inspección en el controlador de presión - Revisión de las tuberías - Uso de la bomba doblada (P-501-B)	
	Reflujo de condensador	-Fallo en el control de temperatura -Fallo en la válvula de entrada -Obstrucción de la tubería	-No se llevará a cabo el proceso de destilación correctamente -Disminución de la concentración del destilado	- Revisión del controlador de temperatura - Revisión de las válvulas - Revisión de las tuberías -Activación válvula auxiliar	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 6
	EQUIPO	COLUMNA DE DESTILACIÓN ZONA PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CD-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Venteo de emergencia	-No hay sobrepresión y no es necesaria su activación -Fallo en la válvula de venteo -Obstrucción en la válvula de venteo	-Aumento de la presión -Aumento de la temperatura - Sistema peligroso	- Revisión de la válvula de venteo y disco de ruptura - Revisión de la tubería de venteo	
MÁS	Caudal de alimento	-Fallo en las válvulas -Fallo en la bomba (P-501-A) -Fallo en el controlador de presión	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Puede provocar una posible inundación en la columna de destilación si el control de nivel no puede solucionar el problema -Aumento de presión	-Revisión de las válvulas -Revisión de la bomba -Revisión en el controlador de presión -Uso de la bomba doblada (P-501-B)	
	Reflujo	-Fallo en la válvula -Fallo en el controlador de temperatura	- Condiciones de operación diferentes a las deseadas	-Revisión de la válvula -Revisión del controlador de temperatura -Activación de la válvula auxiliar	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 6
	EQUIPO	COLUMNA DE DESTILACIÓN ZONA PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CD-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión -Mal funcionamiento del reboiler (RB-501) -Fallo en el controlador de temperatura -Aumento significativo del caudal reflujo 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión -Sistema peligroso -Posible deformación del equipo -Condiciones de operación diferentes a las deseadas 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de presión y temperatura -Inspección del reboiler -Revisión del sistema de condensación.
	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura -Fallo en el control diferencial de presión -Aumento del caudal de alimentación -Mal funcionamiento del reboiler (RB-501) -Obstrucción de las tuberías -Fallo en la válvula de venteo 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Sistema peligroso -Posible deformación del equipo -Aumento de la temperatura 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de temperatura y diferencial de presión - Revisión del reboiler - Revisión del caudal de alimentación - Revisión de las tuberías - Revisión en el sistema de venteo

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 4 de 6
	EQUIPO	COLUMNA DE DESTILACIÓN ZONA PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CD-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el controlador de nivel -Fallo en la válvula de salida de líquido -Aumento del caudal de alimentación -Fallo en el condensador y/o tanque de condensado (E-501 y TC-501) 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas - Posible aumento de la presión - Posible inundación de la columna 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de nivel -Revisión de la válvula de salida del líquido - Revisión del caudal de alimentación - Activación de la válvula auxiliar de salida - Revisión del condensador y/o tanque de condensado 	
MENOS	Caudal de alimento	<ul style="list-style-type: none"> -Obstrucción parcial de las tuberías -Fallo en la bomba (P-501-A) -Fuga en las tuberías -Fallo en las válvulas -Fallo en el control de presión 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de las tuberías - Revisión de la bomba - Revisión en el controlador de presión -Revisión en las válvulas -Uso de la bomba doblada (P-501-B) 	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 5 de 6
	EQUIPO	COLUMNA DE DESTILACIÓN ZONA PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CD-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Reflujo	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el controlador de temperatura - Obstrucción parcial de las tuberías -Fallo en la válvula de reflujo 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Obtención de un destilado menos puro 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de temperatura -Revisión de las tuberías -Revisión de la válvula de reflujo 	
	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el controlador de temperatura -Fallo en el sistema de reflujo -Fallo en el reboiler (RB-501) -Disminución de la presión 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la presión -Condiciones de operación diferentes a las deseadas 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de temperatura -Revisión del sistema de reflujo -Revisión en el reboiler -Revisión en el controlador de presión 	






	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 6 de 6
	EQUIPO	COLUMNA DE DESTILACIÓN ZONA PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			CD-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de temperatura -Fallo en el controlador diferencial de presión - Disminución del caudal de alimento - Fallo en el reboiler(RB-501) - Fallo en la válvula de venteo - Fallo en el sistema de reflujo 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la temperatura -Condiciones de operación diferentes a las deseadas 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de temperatura -Revisión del controlador diferencial de presión -Revisión del caudal de alimento -Inspección del reboiler -Revisión del sistema de venteo -Revisión del sistema de reflujo 	
INVERSO	Liberación de presión (venteo)	-La tubería del sistema de venteo se encuentra sometida a una presión mayor que la del tanque	<ul style="list-style-type: none"> Esta presión provoca que los gases del tanque no sean liberados correctamente, provocando una sobre presión en el tanque - Sistema peligroso 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de la tubería del sistema de venteo - Inspección periódica del sistema de venteo 	

Tabla 5.55. Análisis de riesgo-HAZOP para la columna de regeneración CR-401

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 5
	EQUIPO	COLUMNA DE REGENERACIÓN DEL CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CR-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal de alimentación	-Obstrucción en las tuberías -Fallo en la columna flash (CF-401)	-No se llevará a cabo el proceso de regeneración		-Revisión de las tuberías -Revisión de la columna Flash
	Reflujo	-Fallo en el control de temperatura -Fallo en la válvula de entrada -Obstrucción de la tubería	-No se llevará a cabo el proceso de destilación correctamente -Disminución de la composición del destilado		- Revisión del controlador de Temperatura - Revisión de las válvulas - Revisión de las tuberías -Activación válvula auxiliar
	Ventoeo de emergencia	-No hay sobrepresión y no es necesario que se active -Fallo en la válvula de ventoeo -Obstrucción en la válvula de ventoeo	-Aumento de la presión -Aumento de la temperatura - Sistema peligroso		- Revisión de la válvula de ventoeo y disco de ruptura - Revisión de la tubería de ventoeo

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 5
	EQUIPO	COLUMNA DE REGENERACIÓN DEL CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CR-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Caudal de alimentación	-Fallo en la válvula de la salida de la columna flash (CF-401)	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas	-Revisión de las válvulas de salida de la columna flash	
	Reflujo	-Fallo en la válvula -Fallo en el controlador de temperatura	- Condiciones de operación diferentes a las deseadas	-Revisión de la válvula -Revisión del controlador de temperatura -Activación de la válvula auxiliar	
	Temperatura	-Aumento de la presión -Mal funcionamiento del reboiler(RB-401) -Fallo en el controlador de temperatura -Aumento significativo del caudal reflujo	-Aumento de la presión -Sistema peligroso -Posible deformación del equipo -Condiciones de operación diferentes a las deseadas	-Revisión del controlador de presión y temperatura -Inspección del reboiler -Revisión del sistema de condensación.	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 5
	EQUIPO	COLUMNA DE REGENERACIÓN DEL CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CR-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura -Fallo en el control diferencial de presión -Aumento del caudal de alimentación -Mal funcionamiento del Reboiler (RB-401) -Obstrucción de las tuberías -Fallo en la válvula de venteo 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Sistema peligroso -Posible deformación del equipo -Aumento de la temperatura 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de temperatura y diferencial de presión - Revisión del reboiler - Revisión del caudal de alimentación - Revisión de las tuberías - Revisión en el sistema de venteo
	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en el controlador de nivel -Fallo en la válvula de salida de líquido -Aumento del caudal de alimentación -Fallo en el condensador y/o tanque de condensado 	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de operación diferentes a las deseadas - Posible aumento de la presión - Posible inundación de la columna 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de nivel -Revisión de la válvula de salida del líquido - Revisión del caudal de alimentación - Activación de la válvula auxiliar de salida - Revisión del condensador y/o tanque de condensado

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 4 de 5
	EQUIPO	COLUMNA DE REGENERACIÓN DEL CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CR-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Caudal de alimentación	-Fallo en las válvulas de salida de la columna flash (CF-401) -Obstrucción parcial de las tuberías	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas	-Revisión de las válvulas de salida de la columna flash -Revisión de las tuberías	
	Reflujo	-Fallo en el controlador de temperatura - Obstrucción parcial de las tuberías -Fallo en la válvula de reflujo	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas -Obtención de un destilado menos puro	-Revisión del controlador de temperatura -Revisión de las tuberías -Revisión de la válvula de reflujo	
	Temperatura	-Fallo en el controlador de temperatura -Fallo en el sistema de reflujo -Fallo en el reboiler(RB-401) -Disminución de la presión	-Disminución de la presión -Condiciones de operación diferentes a las deseadas	-Revisión del controlador de temperatura -Revisión del sistema de reflujo -Revisión en el reboiler -Revisión en el controlador de presión	




	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 5 de 5
	EQUIPO	COLUMNA DE REGENERACIÓN DEL CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CR-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de temperatura -Fallo en el controlador diferencial de presión - Disminución del caudal de alimento - Fallo en el reboiler - Fallo en la válvula de venteo - Fallo en el sistema de reflujo 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la temperatura -Condiciones de operación diferentes a las deseadas 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de temperatura -Revisión del controlador diferencial de presión -Revisión del caudal de alimento -Inspección del reboiler -Revisión del sistema de venteo -Revisión del sistema de reflujo 	
INVERSO	Liberación de presión (venteo)	<ul style="list-style-type: none"> -La tubería del sistema de venteo se encuentra sometida a una presión mayor que la del tanque 	<ul style="list-style-type: none"> - Esta presión provoca que los gases del tanque no sean liberados correctamente, provocando una sobre presión en el tanque - Sistema peligroso 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de la tubería del sistema de venteo - Inspección periódica del sistema de venteo 	

Tabla 5.56. Análisis de riesgo-HAZOP para los reboilers RB-401, RB-501, RB-301

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP	Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 3
	EQUIPO	REBOILERS	ÍTEM	Fecha
			RB-401, RB-501, RB-301	16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora
NO	Caudal del calefactor	-Fallo en el controlador diferencial de presión - Fallo en la válvula de entrada -Obstrucción en las tuberías -Fallo en los servicios	-No hay salida de gas por el reboiler, la salida es en estado líquido -Es probable que se produzca una rotura del sistema por una sobre presión	-Activación de la válvula auxiliar -Revisión del controlador diferencial de presión -Revisión en la válvula de entrada -Revisión de las tuberías -Revisión de los servicios
MÁS	Caudal de entrada	-Fallo en el controlador diferencial de presión -Fallo en la válvula de entrada	-Aumento de la presión -Aumento de la temperatura	-Revisión del controlador diferencial de presión Revisión de las válvulas -Activación de la válvula auxiliar - Añadir control de caudal

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 3
	EQUIPO	REBOILERS	ÍTEM		Fecha
			RB-401, RB-501, RB-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión -Aumento del caudal del fluido calefactor -Fluido muy caliente por un fallo en los servicios 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la presión -Posible deformación del reboiler -Condiciones de operación diferentes a las deseadas en la columna 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de presión -Revisión de las válvulas -Revisión de los servicios 	
	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura -Aumento del caudal de alimento - Obstrucción de la salida de gases 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura -Posible deformación del reboiler -Condiciones de operación diferentes a las deseadas en la columna 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de presión -Revisión de las válvulas -Revisión de la tubería de salida de gases 	



	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 3
	EQUIPO	REBOILERS	ÍTEM		Fecha
			RB-401, RB-501, RB-301		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Caudal de entrada	-Fallo en el controlador diferencial de presión -Fallo en la válvula de entrada -Obstrucción parcial de la tubería de entrada	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas en la columna -Disminución de la temperatura	-Revisión del controlador diferencial de presión -Revisión en las válvulas de entrada -Revisión de las tuberías	
	Temperatura	-Disminución de la presión -Disminución del caudal calefactor -Fluido frío por un fallo en los servicios	-Condiciones de operación diferentes a las deseadas en la columna -Se recircula menos gases a la columna -Disminución de la presión en el reboiler	-Revisión del controlador de presión -Revisión de las válvulas -Revisión de los servicios	
	Presión	-Disminución de la temperatura -Disminución del caudal de alimentación	-Disminución de la temperatura -Formación del vacío -Deformación del reboiler	-Revisión de las válvulas de entrada	

Tabla 5.57. Análisis de riesgo-HAZOP para las bombas

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 2
	EQUIPO	BOMBAS	ÍTEM		Fecha
			P-301-A, P-301-B, P-302-A, P-302-B, P-501-A, P-501-B, P-601-A, P-601-B		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal de entrada	-Fallo en las válvulas que acompañan a la bomba -Fallo en la bomba -Obstrucción en la tubería de aspiración	-Acumulación de fluido -Aumento de la presión de las tuberías	-Activación de la segunda bomba en caso de emergencia -Revisión de las válvulas -Revisión de las bombas	
MÁS	Caudal de entrada	-Fallo en la válvula que acompaña la bomba -Fallo en la bomba	-Posible cavitación de la bomba -Acumulación del fluido	-Revisión de las válvulas que acompañan la bomba -Revisión de la bomba -Activación de la segunda bomba en caso de emergencia	




	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 2
	EQUIPO	BOMBAS	ÍTEM		Fecha
			P-301-A, P-301-B, P-302-A, P-302-B, P-501-A, P-501-B, P-601-A, P-601-B		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Caudal de entrada	-Fallo en la válvula que acompaña la bomba -Fallo en la bomba	-Posible acumulación de los fluidos en los equipos anteriores	-Revisión de las válvulas que acompañan la bomba -Revisión de la bomba -Activación de la segunda bomba en caso de emergencia	
INVERSO	Caudal	-Fallo de la bomba -Fallo de las válvulas que acompañan a la bomba	- Cambio de sentido del corriente -Posible contaminación de los corrientes anteriores	-Activación de la segunda bomba en caso de emergencia	

Tabla 5.58. Análisis de riesgo-HAZOP para los tanques de condensado TC-501

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 3
	EQUIPO	TANQUES DE CONDENSADO ZONA PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			TC-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
NO	Caudal de entrada	-Obstrucción en la tubería	-No se llevará a cabo el condensado -Parada del proceso		-Revisión de la tubería
MÁS	Temperatura	-Entrada de condensado muy caliente -Aumento de la presión -Fallo en el controlador de temperatura del alimento de condensado	-Aumento de presión -Sistema peligroso -Posible deformación		-Revisión del corriente de entrada de condensado -Revisión del controlador de presión
	Presión	-Aumento de nivel -Aumento de temperatura - Aumento de caudal de entrada -Fallo en el controlador de presión - Fallo en la válvula de salida de gas - Obstrucción en la tubería de salida de gas	-Aumento de la temperatura -Sistema peligroso -Posible deformación		-Revisión del controlador de presión -Revisión de las tuberías -Revisión de las válvulas -Revisión del controlador de nivel -Activación de la válvula auxiliar

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 3
	EQUIPO	TANQUE DE CONDENSADO ZONA PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			TC-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
MÁS	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento del caudal de entrada de condensado -Fallo en el controlador de nivel -Obstrucción en la salida del líquido -Fallo en la válvula de salida de producto 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de presión -Aumento de temperatura - Sistema peligroso 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de presión -Revisión del controlador de nivel -Revisión de la válvula de salida de producto -Revisión de la tubería de salida del líquido -Uso de válvula auxiliar.
MENOS	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la presión -Entrada del alimento muy frío -Fallo en el controlador de temperatura del alimento de condensado 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la presión - Formación de vacío - Condiciones de tanque de condensado diferente a las deseadas 		<ul style="list-style-type: none"> - Revisión del controlador de temperatura -Revisión del corriente de entrada de condensado




	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 3
	EQUIPO	TANQUE DE CONDENSADO ZONA PURIFICACIÓN	ÍTEM		Fecha
			TC-501		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la temperatura -Disminución del nivel -Disminución del caudal de entrada -Fallo en el controlador de presión -Fallo en la válvula de salida de gas 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la temperatura -Formación de vacío -Condiciones de tanque de condensado diferente a las deseadas 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de presión -Revisión de las tuberías de entrada de condensado -Revisión de las válvulas -Revisión del controlador de nivel -Activación de la válvula auxiliar 	

Tabla 5.59. Análisis de riesgo-HAZOP para el tanque de condensado CD-401

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 3
	EQUIPO	TANQUE CONDENSADO ZONA LIMPIEZA CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CD-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal de entrada	-Obstrucción en la tubería	-No se llevará a cabo el condensado -Parada del proceso	-Revisión de la tubería	
MÁS	Temperatura	-Entrada de condensado muy caliente -Aumento de la presión -Fallo en el controlador de temperatura del alimento de condensado	-Aumento de presión -Sistema peligroso -Posible deformación	-Revisión del corriente de entrada de condensado -Revisión del controlador de presión	
	Presión	-Aumento de nivel -Aumento de temperatura - Aumento de caudal de entrada -Fallo en el controlador de presión - Fallo en la válvula de salida de gas - Obstrucción en la tubería de salida de gas	-Aumento de la temperatura -Sistema peligroso -Posible deformación	-Revisión del controlador de presión -Revisión de las tuberías -Revisión de las válvulas -Activación de la válvula auxiliar	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 3
	EQUIPO	TANQUE CONDENSADO ZONA LIMPIEZA CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CD-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento del caudal de entrada de condensado -Fallo en el controlador de nivel -Obstrucción en la salida de líquido -Fallo en la válvula de salida de producto 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de presión -Aumento de temperatura - Sistema peligroso 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de presión -Revisión de la válvula de salida de producto -Revisión de la tubería de salida del líquido -Uso de válvula auxiliar. 	
MENOS	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la presión -Entrada del alimento muy frío -Fallo en el controlador de temperatura del alimento de condensado 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la presión - Formación de vacío - Condiciones de tanque de condensado diferentes a las deseadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión del controlador de temperatura -Revisión del corriente de entrada de condensado 	






	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 3
	EQUIPO	TANQUE CONDENSADO ZONA LIMPIEZA CO ₂	ÍTEM		Fecha
			CD-401		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la temperatura -Disminución del nivel -Disminución del caudal de entrada -Fallo en el controlador de presión -Fallo en la válvula de salida de gas 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la temperatura -Formación de vacío -Condiciones de tanque de condensado diferente a las deseadas 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del controlador de presión -Revisión de las tuberías de entrada de condensado -Revisión de las válvulas -Revisión del controlador de nivel -Activación de la válvula auxiliar 	


Tabla 5.60. Análisis de riesgo-HAZOP para las calderas CV-701-A, CV-701-B, CV-701-C


	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 1 de 6
	EQUIPO	CALDERA	ÍTEM		Fecha
			CV-701-A CV-701-B CV-701-C	16/06/2020	
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia		Acción correctora
NO	Caudal de entrada de agua	<ul style="list-style-type: none"> -Obstrucción en la tubería de entrada -Pérdida total de presión en algún punto de la tubería -Fallo bombas 	<ul style="list-style-type: none"> -No se calienta agua -No se dispone del agua de los servicios - Mal funcionamiento de los intercambiadores y reboilers 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de los tubos -Revisión de la tubería de entrada -Mantenimiento de las bombas o si hace falta, instalar más. - Instalación de filtros
	Caudal de salida de agua	<ul style="list-style-type: none"> -Obstrucción en la tubería de salida -Pérdida total de presión en algún punto de la tubería de salida -Fallo bombas 	<ul style="list-style-type: none"> -Acumulación de fluido en el sistema -Aumento de la presión -No se dispondrá de refrigerante para el proceso -Sistema peligroso 		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión en la tubería de salida -Mantenimiento de los tubos -Mantenimiento de las bombas, o si hace falta instalar más -Instalación de filtros
	Caudal de entrada de gas natural	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de suministro de gas natural -Fallo en el quemador -Obstrucción en las tuberías de suministro de gas natural 	<ul style="list-style-type: none"> -No se llevará a cabo el aumento de la temperatura (combustión) 		<ul style="list-style-type: none"> -Disponer de reservas de gas natural -Revisión del quemador -Revisión de las tuberías -Instalación de filtros

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 2 de 6
	EQUIPO	CALDERA	ÍTEM		Fecha
			CV-701-A CV-701-B CV-701-C	16/06/2020	
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
NO	Caudal de salida de gas natural	-No hay entrada de los gases en el quemador -Obstrucción en la salida de los gases	-Aumento de la presión - No se realiza el intercambio	- Revisión de las tuberías de la salida de gases -Disponer de reservas de gas natural -Revisión del quemador -Revisión de las tuberías Instalación de filtros	
MÁS	Caudal de entrada de agua	-Fallo en bomba -Fallada en la puesta en marcha	- El intercambio se llevará a cabo de manera diferente a la deseada, ya tendremos saldrá mas fría el agua	- Revisión de las bombas - Inspección de que la puesta en marcha se realice correctamente	
	Caudal de salida de agua	-Fallo en la bomba -Aumento de la presión en la caldera -Aumento del caudal de entrada	-Deterioro del equipo -Sobre presión en la caldera -Condiciones de intercambio de calor diferentes a las deseadas	-Revisión de la bomba -Revisión de que el corriente de entrada se encuentre en las condiciones deseadas	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 3 de 6
	EQUIPO	CALDERA	ÍTEM		Fecha
			CV-701-A CV-701-B CV-701-C		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Caudal de entrada de gas natural	-Mal funcionamiento del suministro de gas natural	-Demasiado intercambio de calor -Malgaste energético	- Revisión suministro	
	Caudal de salida de gas natural	-Aumento del caudal de entrada de gas natural -Aumento de la presión	-No se realizará el intercambio deseado -Aumento de presión en la tubería de salida -Aumento de la composición de CO ₂ , y por lo tanto más corriente que tratar	-Revisión del suministro	
	Temperatura	-Aumento del caudal de entrada de gas natural -El gas natural entra a una temperatura elevada -Aumento de la presión	-Se calienta demasiado, y la salida de agua sale demasiado caliente -El intercambio de calor se realiza de manera diferente a la deseada -Aumento de la presión	-Revisión del caudal de entrada de gas natural -Revisión de las condiciones de suministro de gas natural -Revisión de la presión	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 4 de 6
	EQUIPO	CALDERA	ÍTEM		Fecha
			CV-701-A CV-701-B CV-701-C	16/06/2020	
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MÁS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura -Aumento del caudal de entrada de gases -Obstrucción en cualquier punto de la caldera -Mal suministro del gas natural -Entrada de gases a mayor presión 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura -Posible deformación del equipo -Deterioro de las tuberías -Sobre presión que podría causar un cambio de fase en el agua -Caudal de salida de gases en diferentes condiciones para su posterior tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> -Instalación de un filtro -Revisión del suministro del gas natural -Disponer de un sistema de refrigeración 	
MENOS	Caudal de entrada de agua	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en bomba -Fallada en la puesta en marcha 	-El intercambio se llevará a cabo de manera diferente a la deseada.	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de las bombas - Inspección de que la puesta en marcha se realice correctamente 	
	Caudal de salida de agua	<ul style="list-style-type: none"> -Fallo en la bomba -Obstrucción parcial de la tubería de salida del agua 	-No se llevará a cabo el proceso correctamente	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de las bombas -Revisión de las tuberías 	

	ANÁLISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 5 de 6
	EQUIPO	CALDERA	ÍTEM		Fecha
			CV-701-A CV-701-B CV-701-C		16/06/2020
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Caudal de entrada de gas natural	-Mal suministro de gas natural -Fuga en la tubería de entrada de gas -Obstrucción parcial en la tubería de entrada de gas	-El caudal es insuficiente para llevar a cabo la combustión	-Revisión del suministro de gas -Revisión de las tuberías de entrada de gas	
	Caudal de salida de gas natural	-Obstrucción en la tubería de salida de los gases -Posible fuga en la tubería o carcasa de la caldera	-El intercambio se llevará a cabo de manera diferente a la deseada.	-Revisión de la tubería de salida de los gases -Instalación de filtro	
	Temperatura	-Disminución del caudal de gas -Disminución de la presión tanto en la entrada de gas como de agua -Aumento del caudal de agua -Mal suministro del gas natural -Mala combustión de los gases	-Mal intercambio -No se lleva a cabo la combustión de manera completa -Factor importante para el resto del proceso	-Revisión del suministro de gas -Revisión tuberías -Revisión de las bombas -Aumento del caudal de gas natural	

	ANALISIS DE RIESGO-HAZOP		Localidad	La Canonja	Hoja 6 de 6
	EQUIPO	CALDERA	ÍTEM		Fecha
			CV-701-A CV-701-B CV-701-C	16/06/2020	
Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Acción correctora	
MENOS	Presión	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la temperatura de la entrada de gas -La potencia de las bombas es insuficiente -Deterioro de los equipos -Dilatación de las tuberías 	<ul style="list-style-type: none"> -Mal intercambio -Disminución de la temperatura -No se lleva a cabo la combustión de manera completa -Factor importante para el resto del proceso 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de los servicios -Revisión de las bombas -Mantenimiento de los equipos -Instalar control de temperatura -Revisión del suministro de gases 	

5.12 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En este apartado, se estudiará como se llevará a cabo la protección de incendios de acuerdo con el Real Decreto 2265/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. ^[37]

Dicho reglamento, tiene como objetivo establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, como evitarlo, y dar respuesta en caso de su aparición. El correcto uso de este reglamento en cualquier establecimiento industrial reducirá o anulará los daños o pérdidas que el incendio puede producir a personas o bienes.

5.12.1. ¿Qué es y cómo se produce un incendio?

El fuego es el resultado de una reacción química entre un combustible y un elemento comburente, lo cual se manifiesta en forma de luz y calor.

Para que se produzca fuego es necesario la presencia de tres de los elementos siguientes: ^[37]

- **Combustible:** Un elemento combustible, es todo aquel que tiene capacidad de quemar. Este elemento puede ser, sólido, líquido o gas.
- **Oxígeno:** El oxígeno es el comburente, lo cual es el principal causante de la oxidación de la reacción.
- **Calor o Energía de oxidación:** Es la energía que se necesita aportar para que el combustible y el comburente (oxígeno) reaccionen en un tiempo y espacio determinado.

Actualmente se ha descubierto que para que se mantenga la combustión, es necesario un cuarto elemento, la reacción en cadena. Dicha reacción, es el factor que permite que avance y se mantenga la reacción una vez iniciada a reacción.

Al incluir la reacción en cadena, el triángulo del fuego se convierte en el tetraedro del fuego:

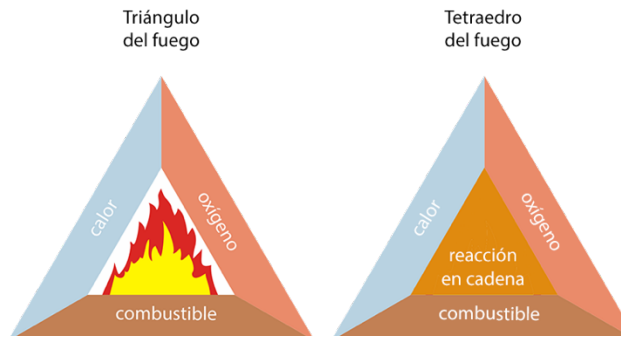


Figura 5.15. Triángulo y tetraedro del fuego

5.12.2 Clasificación según el tipo de fuego

Es importante reconocer la clase de fuego que puede llegar a producirse en la planta, con tal de adoptar la planta con equipos extintores adecuados y poder así extinguir el incendio si fuera necesario. Los fuegos se regulan con la norma UNE-EN2-1994/A1, lo cual establece la siguiente clasificación: ^[37]

Tabla 5.61. Clasificación del fuego

CLASES DE FUEGO		
Clase A	Sólidos	Incendios que implican sólidos inflamables que normalmente forman brasas, de naturaleza orgánica
Clase B	Líquidos	Incendios que implican líquidos inflamables.
Clase C	Gases	Incendios que implican gases inflamables
Clase D	Metales	Incendios que implican metales combustibles
Clase F	Aceites y grasas de cocina	Incendios derivados de la utilización de estas materias en aparatos de cocina.
Clase E		La norma UNE no establece fuegos de la clase E, es decir, fuegos causados por la electricidad, pero se deben tener en cuenta para la elección de los métodos de extinción de fuegos en presencia de electricidad.

En la planta de producción de óxido de etileno, se podría dar el caso de tener fuego de la clase A, B, C Y E.

Clase A: Sólidos de naturaleza orgánica como papel, cartón que se sitúan en la zona de oficinas.

Clase B: Líquidos inflamables como el Óxido de etileno, Etileno y Monoetanolamina

Clase C: Gases inflamables como Óxido de etileno, Etileno y Nitrógeno

Clase E: Fuego a causa de problemas eléctricos

5.12.3 Clasificación de las áreas según el riesgo de incendio

Para la clasificación de las áreas según el riesgo de incendio se ha seguido el Real Decreto 2267/2004 nombrado en el apartado anterior, lo cual clasifican los establecimientos industriales según su configuración y la ubicación en relación con su entorno: ^[37]

9. Establecimientos industriales ubicados en un edificio

TIPO A: El establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, a más, otros establecimientos, ya sean de uso industrial o otros.

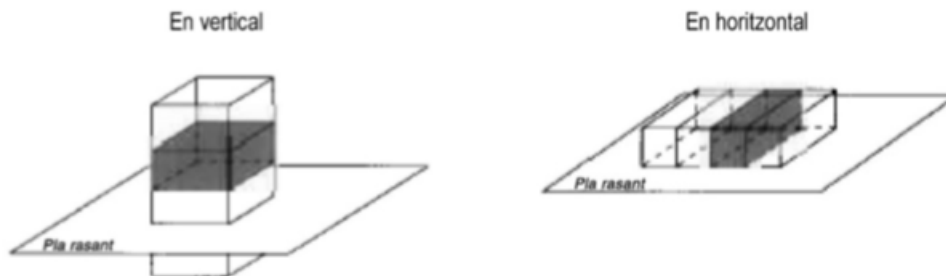


Figura 5.16. Establecimientos industriales tipo A

TIPO B: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sea de uso industrial u otros.

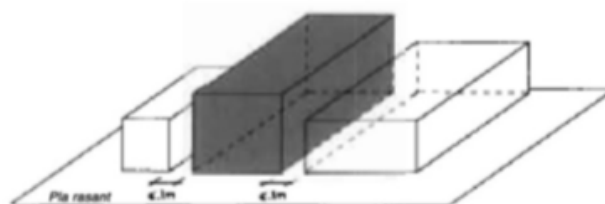


Figura 5.17. Establecimientos industriales tipo B

TIPO C: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que se encuentra a una distancia mayor a tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia debe de estar libre de mercancías combustibles o elementos que puedan propagar el incendio.

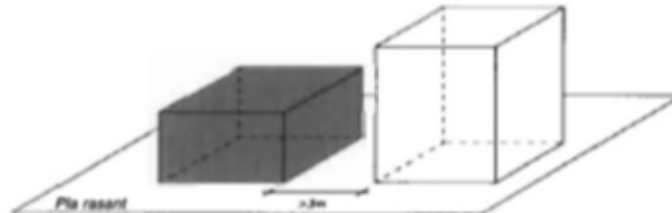


Figura 5.18. Establecimientos industriales tipo C

10. Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio

TIPO D: El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto.

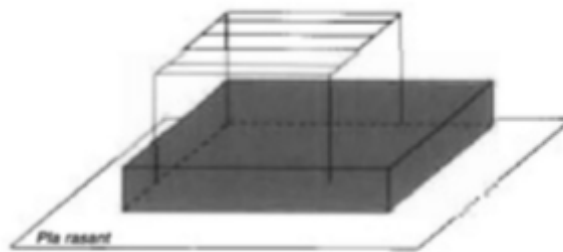


Figura 5.19. Establecimientos industriales tipo D

TIPO E: El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50% de la superficie).

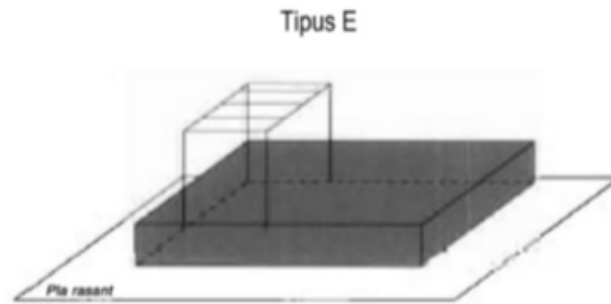


Figura 5.20. Establecimientos industriales tipo E

Visto cada tipo de establecimientos, se puede concluir que el tipo de establecimiento industrial que constituye la planta de producción de óxido de etileno, Ethylox, pertenece a la clase C. Por lo tanto, la planta debe mantener una distancia de más de tres metros con otros edificios los cuales estos deben de estar libre de mercancías combustibles o elementos que puedan propagar el incendio.

5.12.4 Nivel de riesgo de incendio

Una vez clasificado el tipo de establecimiento que se dispone, se determina de manera cualitativa el riesgo de cada zona de la planta según su ubicación. Para realizar el cálculo, se sigue el procedimiento descrito en el Real Decreto 2267/2004. ^[37]

$$Q_s = \frac{\sum G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde

Q_s : Densidad de carga del fuego, ponderada y corregida del sector o área de incendio en MJ/m² o Mca/m²

G_i : Massa en Kg de cada uno de los combustibles que puede haber presente en el área de incendio

Q_i : Poder calorífico en MJ/kg o Mca/kg de cada uno de los combustibles que puede haber en el área de incendio

C_i : Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de cada uno de los combustibles

Ra: Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligro ligado a la actividad industrial que desarrolla en el área de incendio.

A: Superficie construida del área de incendio o superficie ocupada de incendio en m².

Por lo tanto, el cálculo de la densidad de carga (Q_s), se realiza en función de las sustancias inflamables en la planta. En la planta de producción de óxido de etileno, hay la presencia de dos sustancias inflamables, lo cual son el etileno y el óxido de etileno. Por lo tanto, el calculo que se efectuará será según estas sustancias peligrosas con riesgo a provocar un incendio. Dentro de esta planta, las principales áreas propensas a que se produzca un incendio son el área 200, 300, 400, 500, 600 ,600-1, lo cual pertenecen a las zonas de reacción, separación de producto, separación de subproducto, purificación, almacenamiento de producto, y carga de producto.

A continuación, aparece una tabla con los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, C_i :^[37]

Tabla 5.62. Valores del coeficiente de peligrosidad, C_i

ALTA	MEDIA	BAJA
– Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1	– Líquidos clasificados como subclase B ₂ en la ITC MIE-APQ1.	– Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.
– Líquidos clasificados como subclase B ₁ en la ITC MIE-APQ1.	– Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.	
– Sólidos capaces de iniciar su combustión a un temperatura inferior a 100 °C.	– Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.	– Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
– Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.	– Sólidos que emiten gases inflamables.	
– Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.		
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Según el reglamento APQ-1, tanto el óxido de etileno como el etileno se encuentran en la clase A. Por lo tanto, el valor del coeficiente de peligrosidad tanto del etileno como para el óxido de etileno será de 1,6.

Respecto al poder calorífico, estos se encuentran bibliográficamente. En la Tabla 5.63 aparecen los valores encontrados:^[38]

Tabla 5.63. Valores de poder calorífico de las sustancias inflamables

PODER CALORÍFICO	
Etileno (Mca/kg)	11,7
Óxido de etileno (Mca/kg)	6,38

La clasificación del nivel de riesgo de incendio según la carga de fuego es la siguiente: [37]

Tabla 5.64. Clasificación del nivel de riesgo de incendio según el valor de la densidad de carga

Nivell de risc intrínsec	Densitat de càrrega de foc ponderada i corregida	
	Mcal/m ²	MJ/m ²
BAIX	1 Q _s ≤ 100	Q _s ≤ 425
	2 100 < Q _s ≤ 200	425 < Q _s ≤ 850
MITJÀ	3 200 < Q _s ≤ 300	850 < Q _s ≤ 1275
	4 300 < Q _s ≤ 400	1275 < Q _s ≤ 1700
	5 400 < Q _s ≤ 800	1700 < Q _s ≤ 3400
ALT	6 800 < Q _s ≤ 1600	3400 < Q _s ≤ 6800
	7 1600 < Q _s ≤ 3200	6800 < Q _s ≤ 13600
	8 3200 < Q _s	13600 < Q _s

Área 200 (Zona de reacción)

En esta área hay la presencia de dos reactores (R201 Y R202). Cada uno de los reactores tiene un volumen de 15 m³. En el cálculo hay que tener en cuenta que en los reactores aparecen las dos sustancias inflamables; el etileno y el óxido de etileno. Para el siguiente cálculo se ha utilizado la **Ecuación 1**:

$$Q_s = \left[\frac{((718,905 \cdot 6,38 \cdot 1,6) + (2007,96 \cdot 11,7 \cdot 1,6)) \cdot 2}{2510,62} \right] \cdot 2$$

$$Q_s = 71,58 \frac{Mca}{kg}$$

Área 300 (Separación de producto)

En esta área hay la presencia de una columna de absorción (CA-301) y una columna de desorción (D-301). La columna de absorción tiene un volumen de 80,23 m³ y la columna de desorción de 93,73 m³. Para el cálculo del riesgo de incendio de esta planta se debe tener en cuenta que en la columna de absorción si hay la presencia de los dos compuestos inflamables, pero que en la columna de desorción solo hay la presencia de óxido de etileno. Para el siguiente cálculo se ha utilizado la **Ecuación 1**:

$$Q_s = \left[\frac{((3845,18 \cdot 6,38 \cdot 1,6) + (10739,91 \cdot 11,7 \cdot 1,6) + (4492,20 \cdot 6,38 \cdot 1,6))}{2510,62} \right] \cdot 2$$

$$Q_s = 227,96 \frac{Mca}{kg}$$

Área 400 (Separación de subproductos)

En esta área hay la presencia de una columna de absorción (CA-401), una columna flash (CF-401) y una columna de destilación (CR-401). La columna de absorción tiene un volumen de 57,96 m³, la columna flash un volumen de 47,04 m³, y la columna de destilación un volumen de 81,48 m³. En cada uno de los equipos nombrados, se debe de tener en cuenta la presencia de etileno y del óxido de etileno. Para el siguiente cálculo se ha utilizado la **Ecuación 1**:

Columna de absorción

$$(\sum G_i \cdot q_i \cdot C_i) = (8260,40 \cdot 11,7 \cdot 1,6) + (15,15 \cdot 6,38 \cdot 1,6) = 154789,38$$

Columna flash

$$(\sum G_i \cdot q_i \cdot C_i) = (10,85 \cdot 11,7 \cdot 1,6) + (8,19 \cdot 6,38 \cdot 1,6) = 286,68$$

Columna de destilación

$$(\sum G_i \cdot q_i \cdot C_i) = (18,80 \cdot 11,7 \cdot 1,6) + (14,20 \cdot 6,38 \cdot 1,6) = 496,98$$

$$Q_s = \left[\frac{((154789,38) + (286,68) + (496,98))}{2510,62} \right] \cdot 2$$

$$Q_s = 123,93 \frac{Mca}{kg}$$

Área 500 (Zona de purificación del producto)

En esta área hay la presencia de una columna de absorción (CA-501) y una columna de destilación (CD-501). El volumen de la columna de absorción es de 68,85 m³ y el de la columna de destilación de 90,78 m³. En estas dos columnas, solo hay la presencia de óxido de etileno. Para el siguiente cálculo se ha utilizado la **Ecuación 1**:

$$Q_s = \left[\frac{((18178,75 \cdot 6,38 \cdot 1,6) + (2610,49 \cdot 6,38 \cdot 1,6))}{2510,62} \right] \cdot 2$$

$$Q_s = 169,05 \frac{Mca}{kg}$$

Área 600 (almacenamiento de óxido de etileno)

En esta área hay la presencia de seis tanques de almacenaje, lo cuál cada uno de ellos tiene un volumen de oxido de etileno de 144 m³. Para el siguiente cálculo se ha utilizado la **Ecuación 1**:

$$Q_s = \left[\frac{((125481,6 \cdot 6,38 \cdot 1,6) \cdot 6)}{2114,21} \right] \cdot 2$$

$$Q_s = 7270,33 \frac{Mca}{kg}$$

Área 600-1 (Carga del producto)

En esta área se tendrá en cuenta que se carga 1 solo tanque de óxido de etileno, con un volumen de 144 m³. Para el siguiente cálculo se ha utilizado la **Ecuación 1**:

$$Q_s = \left[\frac{((125481,6 \cdot 6,38 \cdot !,6))}{1147,71} \right] \cdot 2$$

$$Q_s = 2232,12 \frac{Mca}{kg}$$

A continuación, en la **tabla 5.65**, aparecen los resultados obtenidos:

Tabla 5.65. Valores obtenidos del nivel de riesgo de las diferentes áreas de la planta

ÁREA	Q _s (Mca/kg)	Nivel de riesgo
200	71,58	BAJO, NIVEL 1
300	227,96	MEDIANO, NIVEL 3
400	123,93	BAJO, NIVEL 2
500	169,05	BAJO, NIVEL 2
600	7270,33	ALTO, NIVEL 8
600-1	2232,12	ALTO, NIVEL 7

Con los resultados obtenidos, podemos concluir que la zona con mayor riesgo de incendio es en el área 600 y 600-1 lo cual pertenecen a las zonas de almacenaje de óxido de etileno con un nivel de 8 y a la carga de óxido de etileno con un nivel de 7. Por lo tanto, en estas zonas es donde más medidas hay que adoptar contra el posible riesgo de incendio.

El resto de las áreas se encuentran en un nivel de riesgo por incendio bajo-mediano. Pero todo y que estas áreas contengan combustibles propensos a reaccionar con el aire y provocar incendios, la composición de las sustancias inflamables es pequeña en comparación con las dimensiones de las diferentes áreas, por lo que hace que el nivel de riesgo sea bajo.

5.12.5 Principales medidas contra los incendios

Las principales medidas contra incendios se pueden clasificar en dos tipos: ^[39]

1. Protección activa contra incendios
2. Protección pasiva contra incendios

La **protección activa** contra incendios representa todos los sistemas de detección y extinción de incendios como los detectores, rociadores, extintores, etc. El principal objetivo es el de advertir a los usuarios de un incendio y actuar sobre él a través de una intervención automática o humana. ^[39]

Por otro lado, la **protección pasiva** contra incendios juega un papel más preventivo. Representa todas las medidas constructivas que permiten que una estructura resista un incendio durante un tiempo determinado. Estas medidas están destinadas a: ^[39]

1. Detener la progresión de los humos
2. Evitar la propagación de las llamas
3. Contener los efectos térmicos en el área del desastre
4. Mantener la estabilidad al fuego de los elementos estructurales

5.12.6 Protección activa contra incendios

- Detectores de incendio

Actualmente, existen tres maneras diferentes de detectores de incendios; el manual, el automático, y la detección por sistemas mixtos. Para su correcta elección se debe de tener en cuenta los aspectos siguientes: ^[40]

1. Pérdida de vidas humanas y material
2. Posibilidad de vigilancia constante
3. Fiabilidad requerida
4. Conexión con el plan de emergencia
5. Coste

- Detección humana

Sistema formado por un conjunto de pulsadores que permitirá transmitir voluntariamente, por los trabajadores que se encuentren trabajando en la zona afectada, una señal a una central de control y señalización constantemente vigilada. ^[40]

Se caracteriza por ser un sistema de detección bajo, junto a la necesidad de formación de los trabajadores.

- Detección automática

Este sistema de detección permite detectar un incendio en el menor tiempo posible y emitir las señales de alarma y de localización para que puedan adoptarse las medidas apropiadas. La señal de alarma de incendio se dirige a: ^[40]

1. Dispositivos de alarma de incendio visuales o audiovisuales
2. Un servicio de bomberos, mediante un dispositivo de transmisión de alarma de incendios
3. Un equipo automático de control o de lucha de antiincendios

Existen diferentes tipos de detectores automáticos en función de las diferentes magnitudes físicas y/o químicas que son capaces de detectar:

→ **Detector de calor:** Son sensibles a la elevación de la temperatura. Existen diferentes tipos de detectores de calor: ^[40]

- Termostáticos: Se activan cuando la temperatura ambiente se excede durante un tiempo suficiente.
- Termovelocimétricos: Se activan cuando hay un aumento significativo de temperatura durante suficiente tiempo.
- Combinados: Se combinan los dos elementos nombrados anteriormente.



Figura 5.21. Detector termostático



Figura 5.22. Detector termovelocimétrico

→ **Detector de humo.** Son sensibles a las partículas derivadas de la combustión. A continuación, aparecen los diferentes tipos de detectores de humo: ^[40]

- **Iónicos:** Se activan por los productos de la combustión sobre la corriente eléctrica
- **Ópticos:** Se activan por los productos de combustión sobre el flujo o la difusión de la luz.



Figura 5.23. Detector de humo iónico



Figura 5.24. Detector de humo óptico

→ **Detector de gases:** Son sensibles a los productos gaseosos de la combustión y/o descomposición térmica. ^[40]

→ **Detector de llamas:** Son sensibles a la radiación emitida por las llamas de un fuego. ^[40]



Figura 5.25. Detector de llamas

→ **Detector multisensor:** Son sensibles a más de un fenómeno del fuego, como el calor o el humo. [40]

- Extintores de incendios

Equipo que contiene un agente extintor capaz de extinguir un fuego con la ayuda de la presión interna. Esta presión se ejerce a partir de una compresión previa permanente o mediante la liberación de un gas auxiliar. Los extintores no pueden superar una altura de 1,70 m contando como parte superior la válvula de accionamiento y la maneta. Existen dos tipos de extintores: los manuales, lo cual no exceden de los 25 kg y lo de sobre ruedas que exceden los 25 kg. [40]



Figura 5.26. Tipos de extintores

- Sistema de abastecimiento de agua

Esta formado por una o varias fuentes de alimentación de agua, uno o varios sistemas de impulsión y una red de distribución a las distintas instalaciones que alimente. Este

sistema tiene como objetivo asegurar en caso de emergencia, que el sistema dispondrá del caudal y presión requerida durante las operaciones de lucha contra el fuego. [40]

- Boca de incendio equipada (BIE)

Equipo completo de protección contra incendios que se dispone fijo en la pared lo cual se encuentra conectado a la red de abastecimiento de agua. Este equipo está compuesto por: devanadera, manguera, válvula y lanza boquilla. Existen dos tipos de bocas de incendios; BIE 45 lo cual utiliza una manguera plana, y su uso es estrictamente para profesionales, y BIE 25 lo cual utiliza una manguera semirrígida y que es de fácil uso para cualquier persona. [40]



- 1: Manómetro
- 2: Válvula apertura
- 3: Manguera
- 4: Devanadera
- 5: Boquilla descarga

Figura 5.27. Ejemplo de boca de incendio equipada

- Hidratante

Es un equipo conectado a una red de abastecimiento de agua lo cual tiene como objetivo suministrar agua en poco tiempo en caso de incendio. Permite la conexión de mangueras y equipos de lucha contra incendios, como el llenado de las cisternas de agua de los bomberos. Hay dos tipos de hidrantes: Columna seca y columna húmeda. [40]



Figura 5.28. Ejemplo de columna hidratante

- Columna seca: El hidratante se vacía automáticamente tras su utilización, protegiéndolo de daños por heladas.
- Columna húmeda: Contiene válvulas individuales que permiten el uso independiente de cada una de las bocas de incendio.

- Sistemas de extinción por rociadores y agua pulverizada

Son sistemas fijos de extinción, lo cual están compuestos por una red de tuberías para la alimentación de agua, puesto de control, y boquillas de descarga necesarias. ^[40]

5.12.7 Sistema pasiva contra incendios

Como ya se ha nombrado anteriormente, la protección pasiva representa todas las medidas constructivas que permiten que una estructura resista un incendio durante un tiempo determinado. Los sistemas de protección pasiva incluyen: ^[40]

- **Ignifugación de los materiales:** Es una técnica de uso industrial para mejorar la reacción de los materiales frente al fuego. Esta técnica consiste en la adición de un aditivo ignifugante a un material inflamable.
- **Compartimentación:** Al compartimentar la planta, es más fácil evitar la propagación del fuego. Además, es necesario tener en cuenta los cerramientos y sellados que favorezcan la retención del incendio.
- **Protección de la estructura de la planta:** La planta tiene que ser diseñada con tal de garantizar su estabilidad ante el fuego.
- **Señalización luminiscente:** Una buena señalización luminiscente facilita la evacuación de la planta en ausencia de luz.
- **Puertas y cortinas cortafuego:** Estas impiden que las llamas avancen, y hacen que el fuego no se propague.
- **Pinturas intrumuscentes:** Esta clase de pinturas cuando entran en contacto directo con el fuego se carbonizan formando una barrera aislante que garantiza la protección de la estructura

5.12.8 Métodos de extinción

Todos los métodos de extinción nombrados a continuación se rigen por el NTP 99; con el objetivo de analizar los efectos de los agentes extintores más frecuentes sobre los tipos de fuego que dan los diferentes combustibles. ^[40]

Como ya se ha nombrado anteriormente en el **apartado 5.12.1**, para que un incendio se inicie o mantenga, hace falta la coexistencia de cuatro factores: Combustible, comburente (aire), Energía y Reacción en cadena. Según el factor que se pretenda eliminar o disminuir, el procedimiento o método de extinción recibe el nombre de: ^[40]

- Eliminación del combustible
- Sofocación del comburente
- Enfriamiento de la energía
- Inhibición de la reacción en cadena

- **Eliminación del combustible**

Para que el fuego se mantenga, este necesita combustible que lo alimente. Por lo tanto, si el combustible es eliminado de las zonas próximas a la zona del fuego, el fuego se extinguirá al consumirse los combustibles en ignición. Existen dos maneras para la eliminación del combustible

- Cortando directamente el flujo de la zona del fuego, o quitando sólidos o recipientes que contengan líquidos o gases de las proximidades del fuego.
- Indirectamente refrigerando los combustibles alrededor de la zona del fuego.

- **Sofocación del comburente**

Un elemento esencial para que produzca un incendio es el oxígeno. Para realizar la sofocación del oxígeno se puede realizar los siguientes métodos:

- Por ruptura de contacto combustible-aire recubriendo el combustible con un material incombustible (manta ignífuga, arena, espuma, polvo, tapa de sartén, etc).
- Dificultando el acceso de oxígeno
- Proyectando gas inerte como N₂ o CO₂ con una concentración suficiente para que la concentración de oxígeno disminuya.

- **Enfriamiento de la energía**

La energía que se produce de la combustión se disipa en el ambiente lo cual puede provocar que el incendio continúe propagándose. Para conseguir enfriar dicha energía, se puede arrojar sobre el fuego sustancias que por descomposición o cambio de estado absorban energía.

- **Inhibición de la reacción en cadena**

Las reacciones de combustión progresan a nivel atómico por un mecanismo de radicales libres. Si los radicales libres formados se neutralizan antes de su reunificación en los productos de combustión, la reacción se detiene. Los halones son los agentes extintores cuya descomposición térmica provoca la inhibición química de la reacción en cadena.

A continuación, aparece una tabla con las diferentes clases de fuego presentes en la planta, (A, B,C,E) y el tipo de extintor que se debe utilizar con tal de extinguirlo en caso de que fuera necesario. ^[40]

Tabla 5.66. Agente extintor adecuado según la clase de fuego

TIPO DE EXTINTOR	CLASES DE FUEGO			
	A (SÓLIDOS)	B (LÍQUIDOS)	C (GASES)	E (ELECTRICIDAD)
Agua pulverizada	Muy adecuado	Aceptable		Peligroso
Agua a chorro	Adecuado	-		Muy peligroso
Espuma física	Adecuado	Adecuado		Peligroso
Polvo convencional	-	Muy adecuado	Adecuado	Adecuada
Polvo polivalente	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Tensiones < 1000 V
Anhídrido carbónico	Aceptable	Adecuado		Adecuado
Hidrocarburos halogenados	Aceptable	Adecuado	Aceptable	Adecuado

Agua: Extingue el fuego por enfriamiento, y puede utilizarse en forma de chorro o pulverizada. Para utilizar el sistema de extinción con agua a chorro, se debe tener un

fuego de clase A (sólidos). En cambio, el sistema de agua pulverizada se puede utilizar tanto en clases de fuego del tipo A como del B.

Anhídrido carbónico: Como ya se ha dicho anteriormente, este tipo de compuesto se utiliza para la sofocación del comburente. Este tipo de extinción es ideal para la extinción de fuego producido por líquidos inflamables (clase A) y en fuegos eléctricos, ya que no es conductor y no deja pasar residuos.

Polvo seco: Principalmente se utiliza para la sofocación y paralización de la reacción en cadena. Existen dos polvos secos, el polvo seco químico normal y el polivalente. El polvo seco químico normal es idóneo para la extinción de líquidos inflamables (tipo B) y del tipo C. En cambio, el polvo polivalente es más efectivo para fuegos del tipo A.

Espuma física: Este tipo de extintor se aplica en forma de manta sobre los líquidos en combustión, impidiendo o apagando el fuego por sofocación. Esta espuma se disuelve en los hidrocarburos solubles en agua. Este tipo de extinción no se debe llevar a cabo con agua. Es eficaz para fuegos de clase A y B, tal y como se puede observar en la **Tabla 5.66**.

Hidrocarburos halogenados: Se utilizan para la extinción de fuegos como paralizadores de la reacción en cadena. Actualmente está prohibido utilizar este tipo de extinción debido a que perjudican a la capa de ozono.

5.12.9 Sistema de protección activa utilizada en la planta

En este apartado, se especificará que equipos de extinción estarán disponibles en la empresa Ethylox en caso de que se produzca un incendio. Asimismo, se debe tener presente, que se está produciendo óxido de etileno, una sustancia especialmente inflamable.

Los equipos extintores contra la lucha de incendios disponibles serán los siguientes:

- Equipos manuales de extinción: Extintores, bocas de incendio equipadas (BIE), etc. Los extintores que se utilizarán en esta planta dependerán de los tipos de

fuego que se pretende apagar, en la **tabla 5.66** muestra que tipo de extintor es el correcto según la clase de fuego. Por otra parte, en la planta se utilizarán bocas de incendio equipadas, lo cual están compuestas por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías y un armario en el que se distribuye la manguera, etc.

- Elementos fijos: Sistemas de detección de incendios, lavaojos, duchas de emergencia, sistemas de anhídrido carbónico, sistemas pulverizantes, etc.

En la **tabla 5.67** aparece el tipo de extinción adecuado para cada uno de los componentes presentes en la planta.

Tabla 5.67. Tipo de extinción adecuada según los componentes de la planta

Sustancia	Tipo de extintor adecuado
Etileno	Agua pulverizada
Oxígeno	Se pueden usar todos los medios de extinción conocidos
Nitrógeno	Se pueden usar todos los medios de extinción conocidos
Dióxido de carbono	Polvo convencional, polivalente, agua pulverizada
Óxido de etileno	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua pulverizada, dióxido de carbono.
Monoetanolamina	Polvo convencional, espuma tipo agua o alcohol.

5.12.10 Sistema de protección pasiva utilizada en la planta

Como ya se ha nombrado anteriormente, la protección pasiva engloba todo aquel material, sistema y técnica, diseñado para evitar la aparición del fuego y facilitar su extinción.

Los sistemas de protección pasiva utilizada en la planta Ethylox son los siguientes:

- **Estructuras y paredes:** Según la normativa de edificación NBE-CPI/96, lo cual establece las condiciones de protección contra incendios. Toda estructura metálica y soportes de las diferentes áreas deben de tener una resistencia al fuego de EF-90 con material tipo M0 lo cual indica que el material no es combustible ante la acción térmica.

- **Atmosferas inertes:** Por motivos de seguridad, en toda la producción de óxido de etileno se ha utilizado nitrógeno como gas inerte, con el objetivo de garantizar la seguridad de la producción aún trabajando a presiones elevadas.
- **Distancias de seguridad:** En toda la planta se ha guardado una distancia de seguridad. Dicha distancia ha sido fijada según la normativa APQ-1 y APQ-2.
- **Cubetos de retención:** Las dimensiones de los cubetos de retención también se han fijado a partir de la ITC APQ-1 y APQ-2.

5.12.11 Sistema de abastecimiento de agua

El sistema de abastecimiento de agua se define según la norma UNE 23500, lo cual tiene como objetivo abatir un conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y red general de incendios destinados a asegurar, el caudal y presión del agua necesario durante el tiempo de autonomía requerido.

El sistema de abastecimiento de agua se calcula en el peor de los casos, es decir, teniendo en cuenta que varios equipos de extinción de incendios puedan trabajar paralelamente. En el peor de los casos, los equipos de extinción que trabajarían a la vez son los sistemas hidratantes, las bocas de extinción (BIE) y los sistemas de agua pulverizada

A continuación, se efectúa el cálculo del caudal de agua necesario de los hidratantes, teniendo en cuenta la siguiente tabla: ^[37]

Figura 5.68. Hidratantes de agua para hidratantes exteriores

Configuración del establecimiento o industrial	NIVEL DE RIESGO					
	BAJO		MEDIANO		ALTO	
Tipos	Caudal (L/min)	Auton. (min)	Caudal (L/min)	Auton. (min)	Caudal (L/min)	Auton. (min)
A	500	30	1000	60	---	---
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D I E	1000	30	2000	60	3000	<u>90</u>

A partir de la **Tabla 5.68**, y una vez analizado el nivel de riesgo de cada una de las zonas de la planta, se calcula el caudal de agua de los hidratantes:

Figura 5.69. Necesidades de agua según el área de la planta

Área	Nivel	Caudal (L/min)	Autonomía (min)
100	Bajo	500	30
200	Bajo	500	30
300	Mediano	1500	60
400	Bajo	500	30
500	Bajo	500	30
600	Alto	2000	90
600-1	Alto	2000	90
700	Mediano	1500	60
800-1	Bajo	500	30
800-2	Bajo	500	30
800-3	Bajo	500	30
900	Bajo	500	30
1000	Bajo	500	30
1100	Bajo	500	30
CAUDAL TOTAL		11500 L/min	690 m³/h

En el caso de las bocas de incendio equipadas (BIE), estos han de cumplir con las condiciones hidráulicas siguientes: ^[37]

Tabla 5.70. Tipo de BIE según el nivel del establecimiento industrial

Nivel de riesgo según el establecimiento industrial	Tipo de BIE	Simultaneidad	Tiempo de autonomía
Bajo	DN 25 mm	2	60
Mediano	DN 45 mm	2	60
Alto	DN 45 mm	3	90

Como se puede observar en la **Tabla 5.70**, según el nivel de riesgo de incendio, se utilizará diferente tipo de boca de incendio. En esta planta se utilizarán las dos, las bocas con DN 25 mm y DN 45 mm.

A continuación, aparece el caudal mínimo de BIE para los diferentes tipos de diámetro nominal: ^[37]

Tabla 5.71. Valores del caudal mínimo de BIE para los diferentes tipos de diámetro

Diámetro nominal (mm)	Diámetro equivalente (mm)	Presión (Bar)	Caudal mínimo (L/min)	Caudal mínimo (m ³ /h)
Diámetro nominal 25	10	4	84	5,04
Diámetro nominal 45	13	4	170	10,2

A partir de los siguientes valores, se procede a calcular el caudal de las bocas de incendio según el nivel de riesgo de cada zona:

Tabla 5.72. Caudal por BIE según el área de la planta

Área	Nivel	Número BIES	Caudal por BIE (L/min)	Caudal (L/min)	Autonomía (min)
200	Bajo	2	84	168	60
300	Mediano	2	170	340	60
400	Bajo	2	84	168	60
500	Bajo	2	84	168	60
600	Alto	2	170	340	90
600-1	Alto	1	170	170	90
700	Mediano	2	170	340	60
900	Bajo	2	84	168	60
1200	Bajo	4	84	336	60
CAUDAL TOTAL				2198 L/min	131,88 m³/h

Por último, se calcula el caudal de agua pulverizada, teniendo en cuenta que se tiene un establecimiento de tipo C, y un nivel de riesgo alto.

Si la densidad de aplicación es de 15 L/ min·m², contando que el área más grande tiene unas dimensiones de 4621,05 m², el caudal que se necesitaría es el siguiente:

$$15 \frac{L}{min \cdot m^2} \cdot 4621,05 m^2 = 69315,75 \frac{L}{min} = 4158,95 \frac{m^3}{h}$$

5.13 PLAN DE EMERGENCIA

En este apartado se describirán los criterios fundamentales que ha de contener el plan de emergencia de una industria química, siguiendo la NTP 334.

Los planos de emergencia se regirán según el Art-7 del Real Decreto 1196/2003 y se activarán según la categoría del accidente. ^[41]

Categoría 1: Accidentes con consecuencia de daños materiales en el interior de las instalaciones.

Categoría 2: Accidentes con posibles víctimas y daños materiales en las instalaciones. Los daños exteriores se consideran leves.

Categoría 3: Accidentes con posibles víctimas, daños materiales y generación de consecuencias graves para el medio ambiente.

Como se puede observar, tener un accidente en la planta de la categoría 2 o 3, puede generar consecuencias graves, ya sea material, humana, o dañina para el medio ambiente. Así pues, los accidentes de categoría 2 y 3 se encuentran considerados como accidentes mayores.

La empresa Ethylox, se encuentra dentro de las industrias afectadas por el Real Decreto 886/1.988, por lo que tendrá que elaborar dos documentos para realizar el plan de emergencia externo (PEE). El primer documento llamado (IBA), constará de información de carácter general sobre el entorno, instalaciones, procesos y productos relacionados con la actividad industrial peligrosa para la instalación. El segundo documento (ES), tendrá que contener un estudio de la seguridad de la planta.

A continuación, aparece la información que debe contener el plan de emergencia exterior: ^[41]

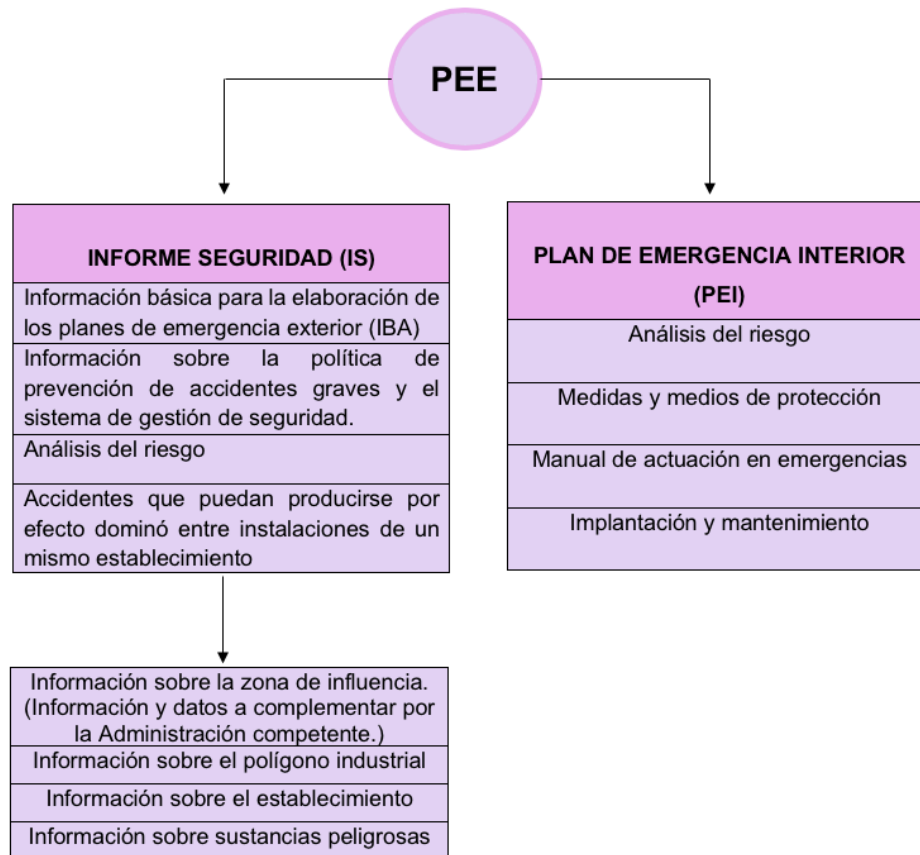


Figura 5.29. Información del plan de emergencia exterior

Asimismo, una vez elaborado el plan de emergencia externo, se dispondrá a elaborar un plan de emergencia interno (PEI) lo cual deberá ser elaborado por el industrial. El objetivo de dicho plan es definir la organización y conjunto de medios y procedimientos de actuación, con el fin de prevenir los accidentes, o en caso de que se produzcan, de limitar los efectos en el interior de las instalaciones. ^[41]

El plan de emergencia interior debe cumplir con los siguientes puntos:

- Identificación de los accidentes que justifiquen la activación del plan de emergencia interno, basándose en un análisis de riesgo. **(Ver apartado 5.9 Análisis de Hazop).**
- Procedimientos de actuación en los siguientes casos
- Incendio
- Explosión

- Fuga de gases tóxicos, irritantes o corrosivos
- Vertido incontrolado de productos peligrosos
- Dirección de la emergencia: Persona encargada de todas las situaciones que involucren aspectos de seguridad.
- Operatividad: Acciones que deben realizar los siguientes grupos de personas
- Dirección del plan
- Servicios de prevención y extinción de incendios
- Servicio sanitario
- Personas en turno trabajando en la zona afectada
- Personal en turno trabajando en una zona no afectada
- Talleres
- Almacenes
- Central
- Personal ajeno (visitantes)
- Interfase con el plan de emergencia exterior
- Fin de emergencia
- Elementos disponibles en caso de accidente (**Ver apartado 5.10**)
- Mantenimiento de la operatividad del plan

5.13.1 Manual de emergencia

El objetivo del manual de emergencia es tener por escrito la actuación de emergencia que hay que seguir en caso de que se produzca un accidente, sea del nivel que sea, con tal de minimizar riesgos laborales, daños al medio ambiente y daños materiales.

Los grados de emergencia considerados son los siguientes: ^[41]

- Conato: Situación de emergencia que se puede llevar a cabo de manera sencilla por el personal y medios de protección del lugar donde se produce el accidente.
- Emergencia parcial: Situación de emergencia que se tiene que llevar a cabo por personal especial de emergencia del sector. Los efectos de la situación se limitan en la zona donde se ha producido el accidente.

- Emergencia general: Situación de emergencia grave, que no se puede solucionar con ningún equipo contra incendios y que esta fuera del alcance del humano, lo cual obliga a la actuación de todos los equipos de emergencia y la ayuda de medios de socorro y salvamento exteriores.
- Evacuación: Evacuación total o parcial de la planta industrial de forma ordenada y controlada.

Cada grado de emergencia nombrado anteriormente, tiene un plan de actuación, una organización y unos medios de lucha.

5.13.2 Equipos de emergencia

Ante cualquier situación de emergencia, debe conocerse quien es el encargado de actuar en caso de emergencia. Es por eso por lo que hay que definir la responsabilidad de cada miembro del equipo de emergencias, y los medios que dispone a su alrededor. A continuación, aparece un organigrama de sobre los equipos de emergencia: ^[41]

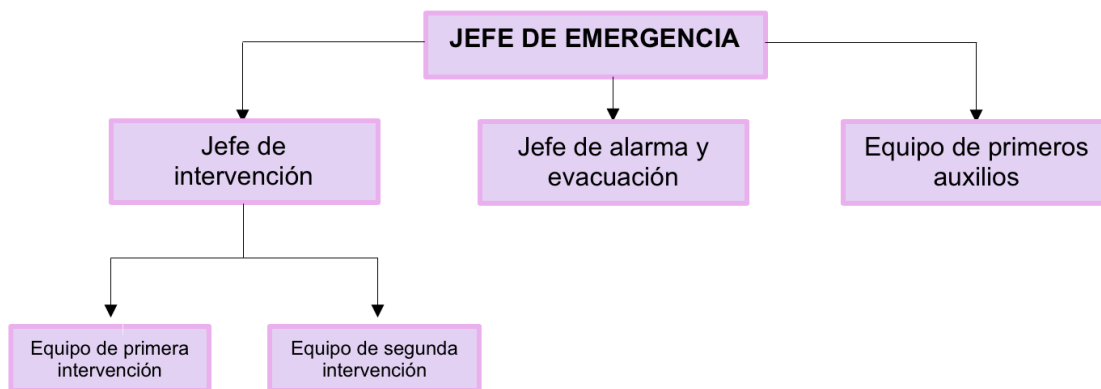


Figura 5.30. Organigrama sobre los equipos de emergencia

5.13.3 Simulacros

Por último, se realizará un plan de simulacro con los diferentes niveles de emergencia, con el objetivo de dar a conocer al personal, las medidas de actuación que se tienen que seguir en caso de emergencia. Según el Real Decreto 393/2007, lo cual establece las normas básicas de autoprotección de los centros que pueden originar situaciones de

emergencia, se realizarán simulacros con la persistencia mínima que fije el propio plan, y en todo caso, al menos una vez al año.^[41]

En la planta Ethylox se ha decidido implantar dos simulacros, uno en invierno y otro en verano.

5.13.4 Mantenimiento del PEI

En caso de que se produzca un accidente, es muy importante que los medios contra incendios y emergencias estén en condiciones en el momento de su uso, con tal de reducir en la medida de lo posible, los efectos que puede provocar un accidente. Es por eso, que se tendrá un programa de mantenimiento preventivo y otro de pruebas periódicas de los elementos de extinción, detección y alarmas. ^[41]

A más a más, se tendrá en cuenta un sistema de control anual controlado por las auditorias de seguridad.

Por otro lado, se realizará para el personal, un plan de formación incluyendo el entrenamiento necesario para el grupo permanente contra incendios y emergencias.

En caso de que se produzca cualquier modificación en la planta, esto deberá ser modificado en el caso de análisis de riesgo- Hazop.

La actualización del plan de emergencia interior será continua, adicionando las modificaciones de las instalaciones y de la organización interna que afecten al plan de emergencia interior.

5.13.5 Plan de emergencia

El plan de emergencia de la planta Ethylox se encuentra en el capítulo de **diagramas y planos**. En este diagrama aparece los equipos contra incendio presentes en toda la instalación, como también la ruta que tendría que seguir el personal en caso de

emergencia. Cabe destacar, que, aunque en el diagrama no aparecen lavaojos, duchas de emergencia o rociadores de agua, estos se deben de tener en cuenta en cada área, ya que son elementos obligatorios para una planta que trabaja con sustancias peligrosas para la salud humana.

5.13.6 Ejemplo de plan de emergencia en caso de incendio

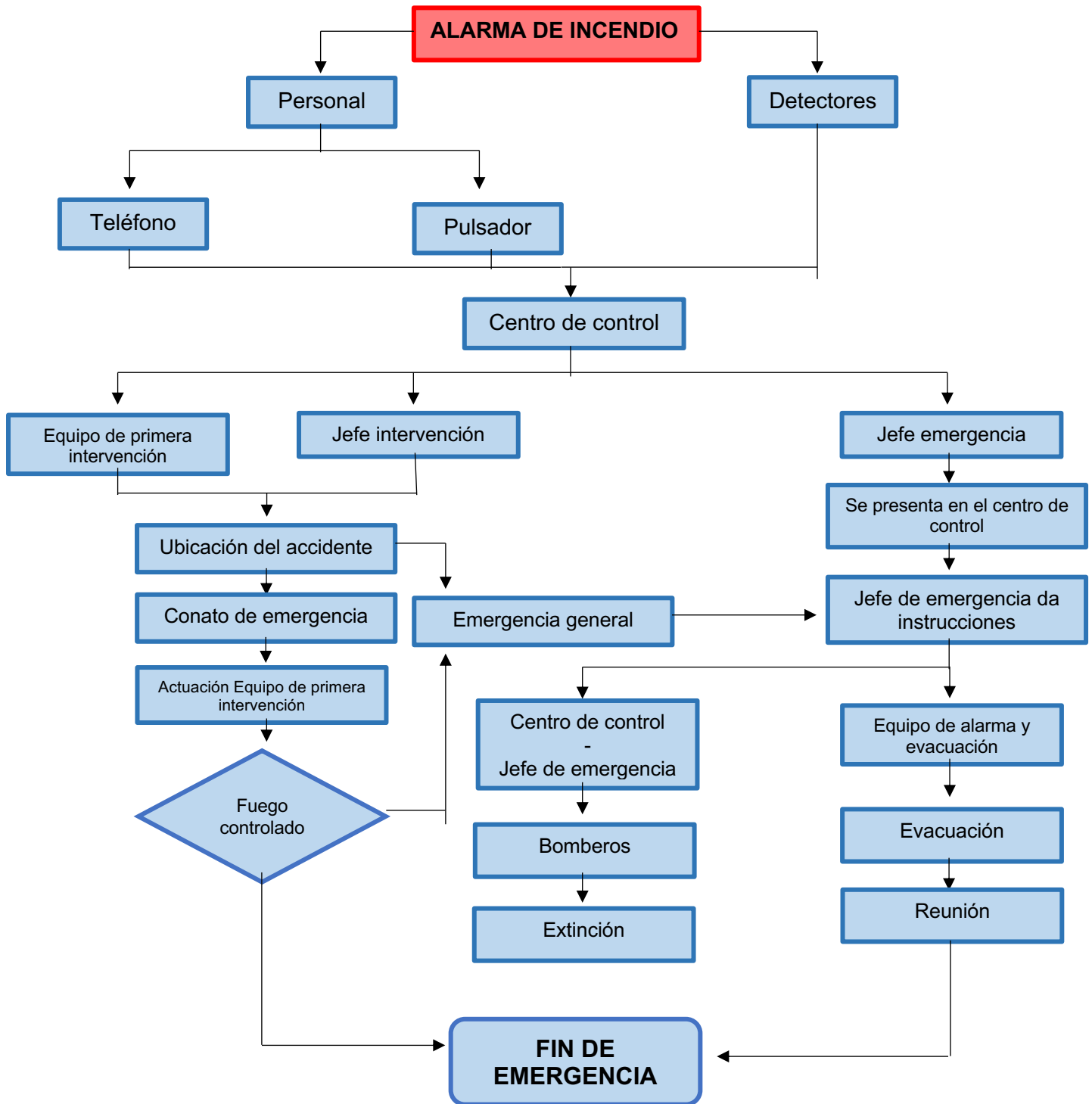


Figura 5.31. Esquema de actuación en caso de incendio ^[41]

5.14 PREVENCIÓN DE RIESGO LABORAL

En este apartado se estudiará la prevención de riesgo laboral según la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995 sobre la prevención de riesgos laborales (LPRL). ^[42]

Antes de profundizar sobre la prevención de riesgo laboral, se definirá las siguientes palabras clave:

Prevención: Acciones y medidas adoptadas con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

Riesgo laboral: Posibilidad que un trabajador padezca un accidente en el lugar de trabajo.

Daños derivados del trabajo: Enfermedades, patologías o lesiones generadas en consecuencia del trabajo.

Así pues, la prevención de riesgos laborales tiene como objetivo garantizar la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo, a partir de la aplicación de medidas necesarias con el fin de prevenir y minimizar los riesgos derivados de las condiciones del trabajo.

Por lo tanto, es muy importante tener una buena prevención de riesgo laboral, y poder así, garantizar a los trabajadores la seguridad y salud necesaria para realizar el trabajo de manera segura y correcta.

Es por eso, que primeramente se identificará las tareas que suponen un riesgo para los trabajadores, y una vez analizadas las tareas, en ellas se implementará las medidas de seguridad adecuadas para garantizar la seguridad a los trabajadores. Por otro lado, los trabajadores de la planta realizarán un curso formativo sobre la prevención de los diferentes riesgos que puede haber presentes en la planta.

Los principales riesgos a lo cual que exponen los trabajadores de la plana Ethylox son los siguientes:

- Riesgo de seguridad
- Riesgo ergonómico
- Riesgo Psicosocial
- Riesgo Higiénico

5.14.1 Riesgo de seguridad

El riesgo por seguridad hace referencia a todo aquel riesgo que puede provocar el lugar de trabajo, sin hacer referencia al riesgo por la manipulación de sustancias químicas, o los diferentes riesgos por incendio, explosión, fuga, y derrames. ^[42]

A continuación, aparecen diferentes riesgos que se pueden presentar en el lugar de trabajo por falta de seguridad, que pueden dar lugar a accidentes si no se adoptan las medidas de seguridad correctamente. ^[42]

- **Caídas al mismo y distinto nivel** ^[42]

Caídas al mismo nivel del suelo: Incluyen las caídas en lugares de paso, superficies de trabajo, y caídas sobre o contra objetos.

Caídas a diferente nivel del suelo: Es el riesgo de caídas en escaleras interiores y exteriores, realización de trabajos en altura en operaciones de mantenimiento y limpieza, operaciones de tomas de muestra, etc.

Medidas correctoras:

- El lugar de trabajo se tiene que mantener en perfecto estado de orden y limpieza.
- Adopción de señalización en el suelo, cuando este se encuentre resbaladizo
- Los desniveles han de estar protegidos mediante barandas o otros sistemas que aseguren la seguridad al trabajador.
- Todas las escaleras y rampas deben tener pavimento anti resbaladizo
- Las vías de circulación de vehículos han de señalizarse correctamente.
- Todas las zonas de salida, evacuación, circulación de vehículos, han de estar libres de obstáculos.

- En caso de realizar trabajos de más de dos metros, utilizar equipos de protección individual como los cinturones.
- **Golpes y cortes por objetos móviles e inmóviles**^[42] Los golpes móviles son aquellos choques contra elementos del mobiliario, equipos de trabajo, elementos de las instalaciones industriales, etc. En cambio, los golpes móviles son aquellos choques contra equipos que son manipulados en el centro de trabajo durante los desplazamientos internos.

Medidas correctoras:

- Mantener las zonas de paso libres de objetos
- Los armarios y cajones se deben mantener cerrados una vez utilizados
- No utilizar herramientas cortantes
- Utilizar los equipos de protección individual
- **Riesgo de atropellos o golpes con vehículos**^[42] Es la posibilidad de atropello o golpe con vehículos en las vías de circulación, ya puede ser vehículos de personal o vehículos particulares.

Medidas correctoras:

- Verificar el estado del vehículo
- Mantener conductas acordes al código de circulación
- Respetar la señalización
- **Caída de objetos en manipulación**^[42] Es la caída por manipulación de elementos propias de la actividad, por manipulación de elementos de difícil agarre, etc.

Medidas correctoras:

- No permanecer ni circular por debajo de las zonas que haya trabajadores trabajando.
- Controlar la manipulación de elementos

- **Riesgo por pisadas de objetos:** ^[42] Es el riesgo de pisar objetos desprendidas o de manipulación que puedan haber quedado en el suelo en las áreas de trabajo, principalmente en los talleres.

Medidas correctoras:

- Orden en el lugar de trabajo
- Hacer uso de la ropa y calzado de seguridad
- Utilizar calzado de protección adecuado en aquellos lugares de trabajo con riesgo de pisada con objetos punzantes.

5.14.2 Riesgo ergonómico

El riesgo ergonómico, es el riesgo para desarrollar un trastorno musculoesquelético, es decir, una enfermedad inflamatoria y degenerativa del aparato musculoesquelético. Por lo tanto, la ergonomía tiene como objetivo adaptar el trabajo a las capacidades del trabajador y evitar así los riesgos ergonómicos que se puedan producir. ^[42]

A continuación, aparecen los factores de riesgo ergonómicos, los cuales podrían provocar la aparición del trastorno musculoesquelético: ^[42]

En el caso de **posturas forzadas**, los factores de riesgo son los siguientes:

- Frecuencia de movimientos
- Duración de la postura
- Posturas de diferentes partes del cuerpo

En el caso de **movimientos repetitivos**, los factores de riesgo son los siguientes:

- Frecuencia de movimientos
- Uso de la fuerza
- Adoptar posturas y movimientos forzados
- Duración del trabajo repetitivo

En el caso de la **manipulación manual de carga**, los factores de riesgo son los siguientes:

- Peso para levantar
- Frecuencia de levantamientos
- Uso de la fuerza

- Duración de la carga y descarga

En el caso del **transporte**, los factores de riesgo son los siguientes:

- Peso de la carga
- Distancia
- Frecuencia

En el caso del **empuje o agarre**, los factores de riesgo son los siguientes:

- Fuerza
- Distancia recorrida
- Frecuencia y duración
- Postura adoptada

En el caso de la **aplicación de fuerzas**, los factores de riesgo son los siguientes

- Frecuencia
- Postura
- Duración
- Fuerza

Para poder evitar, la aparición del riesgo ergonómico, la ergonomía se ha dividido en 3 clases: ^[42]

1. **Ergonomía geométrica:** La ergonomía geométrica, estudia al trabajador en su lugar de trabajo, focalizando su atención en las dimensiones y características del puesto. Por lo tanto, este tipo de ergonomía tiene en cuenta el punto de vista estático del trabajador, como el dinámico.

Medidas

- El diseño de las maquinas debe aportar la información necesaria al trabajador, con el fin de reducir la fatiga mental.
 - El diseño de las maquina debe realizarse con el fin de llevar a cabo la manipulación del equipo de manera correcta, evitando posturas forzadas.
 - Encontrar el equilibrio entra la actividad manual y la actividad mental
2. **Ergonomía ambiental:** Realiza un análisis de todos aquellos factores del medio ambiente que pueden llegar a afectar al comportamiento, bien estar, rendimiento y

motivación del trabajador. Los factores que pueden afectar de manera negativa al trabajador son: ruido, temperatura, humedad, iluminación, vibraciones, etc.

Medida

- Adoptar de un buen diseño del sistema de ventilación para la llegada de aire limpio
- Disposición de un buen equipo de iluminación, para evitar contrastes y deslumbramientos.
- Garantizar un ambiente térmico cómodo para dar a los trabajadores un bienestar.
- Evitar sobrepasar los 80 db, y en caso de que no sea posible, facilitar a los trabajadores protección individual.
- La música puede provocar un ambiente agradable en el lugar de trabajo, y influir positivamente en la atención y vigilancia de una actividad

3. **Ergonomía temporal:** La ergonomía temporal se centra en el estudio del trabajo en el tiempo.

Medidas

- Realizar una buena distribución semanal, vacacional y descanso semanal
- Realizar una buena distribución del horario de trabajo
- Tener en cuenta las pausas

5.14.3 Riesgo psicosocial

Los riesgos psicosociales son aquellas características de las condiciones de trabajo que afectan a la salud de las personas a través de mecanismos psicológicos y fisiológicos, nombrado normalmente, estrés. ^[42]

A continuación, se clasifican los riesgos psicosociales:



Tabla 5.73. Factores de riesgo psicosociales

Figura 5.32. Ejemplo de riesgo psicosocial

Factor	Descripción
Organización y condiciones del lugar de trabajo	Se refiere a la seguridad y estabilidad, formas de comunicación, relación en el

Factor	Descripción
	trabajo, cumplimiento de normativas de salud, etc.
Trabajo activo y desarrollo de habilidades	Hace referencia al desarrollo del trabajo, del control sobre los tiempos de trabajo, la libertad para tomar decisiones, etc.
Demandas psicológicas	Exigencias de tipo cuantitativas, ya sean emocionales, sensoriales y cognitivas.
Violencia y acoso	Existencia de situaciones de acoso emocional, físico o sexual.
Relaciones en el interior del trabajo	Conflicto de roles, apoyo social de los superiores, calidad de la relación con los compañeros de trabajo, etc.
Doble presencia	Hacen referencia a las preocupaciones domésticas y/o del ambiente familiar producen en el trabajador.

5.14.4 Riesgo Higiénico

Es muy importante garantizar al trabajador una buena higiene industrial, para garantizar el bienestar de los trabajadores y evitar los riesgos de las personas, comunidades vecinas y medio ambiente. Por lo tanto, la higiene industrial constituye al conjunto de técnicas desarrolladas para conseguir la prevención de enfermedades en el trabajo, ya sea por riesgos físicos, químicos o biológicos. ^[42]

A continuación, aparecen los tres tipos de riesgos higiénicos que pueden aparecer en el lugar de trabajo, si no hay una correcta higiene industrial: ^[42]

6. Físicos: Son aquellos riesgos que han superado los valores límites en el ambiente laboral y que, como consecuencia, puede afectar a la salud de una persona o trabajador. Ejemplos de riesgo físicos son: El ruido, la iluminación, la temperatura, las vibraciones, las cargas, radiaciones, etc.
7. Químicos: Son aquellos riesgos que tiene el trabajador al estar en contacto con sustancias químicas que pueden provocar quemaduras, irritaciones, intoxicación, etc.

8. Biológicos: Existencia de enfermedades infecciosas, reacciones alérgicas, intoxicaciones o efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.

El riesgo higiénico que con mayor grado puede afectar a la empresa Ethylox, es el peligro químico, ya que hay presencia en la planta de sustancias corrosivas, tóxicas, irritantes y inflamables.

5.15 SIMULACIÓN EN CASO DE EXPLOSIÓN

El 14 de enero de 2020, se produjo una explosión en la empresa “Industrias Químicas del Óxido de Etileno” (IQOXE), ubicada en la Canonja. Las consecuencias del suceso fueron de 2 muertos y 10 heridos en la zona del accidente, y un muerto más a causa de la proyección de una placa de un reactor que impactó contra un edificio a una distancia de 2,5 km de distancia.

Por lo tanto, se ha decidido hacer un estudio sobre las consecuencias que podría generar la explosión del reactor de la planta Ethylox.

La simulación se realizará suponiendo que la explosión se da a cabo a una temperatura de 270°C y una presión de 50 (bar), lo cual supondría un aumento de presión en el reactor de 22 bares.

Tabla 5.74. Datos para la simulación del reactor

DATOS	
Volumen del reactor (m ³)	15
Porcentaje del Óxido de Etileno (%)	0,04
Temperatura de explosión (c)	270
Presión (bar)	50
Presión del aire (atm)	1
T ambiente (°C)	20
Densidad de Óxido de Etileno (kg/m ³)	882
Presión parcial del vapor de agua (Pa)	802,36
Hc del Óxido de etileno	27649
Temperatura de ebullición (°C)	-42,09
Peso molecular del Óxido de etileno (g/mol)	44,05
Peso del recipiente (kg)	47662

DATOS	
Densidad del aire (kg/m ³)	1,293
Longitud del cilindro (m)	9
Radio del recipiente (m)	1,26
η (%)	25,28

- Cálculo de la masa de explosión para un recipiente a presión ^[43]

$$W_{TNT} = \frac{0,0219 \cdot P_1 \cdot V \cdot \%Componente \cdot \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)}{1000} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Dónde

P_1 : Presión a la que se produce la explosión (atm)

P_2 : Presión del aire (atm)

V: Volumen del reactor (L)

%Componente: Porcentaje de óxido de etileno en el reactor

$$W_{TNT} = \frac{0,0219 \cdot 49,4 \cdot 15000 \cdot 0,04 \cdot \ln\left(\frac{39,5}{1}\right)}{1000} = 2,53 \text{ kg}$$

- Cálculo de la nube de vapor no confinados ^[43]

$$W_{TNT} = \frac{(\eta \cdot \%componente \cdot V_{dipòsit} \cdot \rho \cdot H_c)}{H_{c \text{ TNT}}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Dónde:

η : Rendimiento en el reactor

%Componente: Porcentaje de óxido de etileno en el reactor

V: Volumen del reactor (L)

ρ : Densidad del Óxido de etileno (kg/m³)

H_c : Calor de combustión del combustible (Kj/kg)

$H_{c \text{ TNT}}$: Calor de combustión de TNT (4680 KJ/kg)

$$W_{TNT} = \frac{(0,2528 \cdot 0,04 \cdot 15 \cdot 882 \cdot 27649)}{4680} = 790,37 \text{ kg}$$

- Cálculo de la ecuación de Prugh ^[43]

Con la ecuación de Prugh, se estimará la presión sobre la superficie del recipiente, P_s :

$$P_B = P_s \cdot \left[1 - \frac{3,5 \cdot (\gamma - 1) \cdot (P_s - 1)}{([\gamma T / M] \cdot (1 + 5,9 \cdot P_s))^{0,5}} \right]^{-2\gamma / (\gamma - 1)} \quad (\text{Ecuación 4})$$

P_b : Presión a la que se produce la explosión del recipiente (bar)

P_s : Presión estimada en la superficie del recipiente (bar)

γ : Coeficiente de las capacidades caloríficas del aire (C_p/C_v) = 1,4

M: Peso molecular del gas

T: Temperatura a la que se produce la explosión en K

$$50 = P_s \cdot \left[1 - \frac{3,5 \cdot (1,4 - 1) \cdot (P_s - 1)}{([1,4 \cdot 534,15 / 44,05] \cdot (1 + 5,9 \cdot P_s))^{0,5}} \right]^{-2 \cdot 1,4 / (1,4 - 1)}$$

Para obtener el valor de la presión estimada en la superficie del recipiente se realiza un Solver:

$$P_s = 5,7 \text{ bar}$$

Una vez, calculada la presión en la superficie del recipiente, se procede al cálculo del pico de sobrepresión:

$$\text{Pico de sobrepresión} = 5,7 - 1,01 = 4,6 \text{ bar}$$

- Cálculo del dimensionamiento de los fragmentos ^[43]

Para realizar los siguientes cálculos, se supone el valor del número de fragmentos. En este caso se ha supuesto que el número de fragmentos es de 3.

$$\begin{aligned} \text{Pesos de cada fragmento} &= \frac{\text{Peso del recipiente}}{N^{\text{a}} \text{ de fragmentos}} \quad (\text{Ecuación 5}) \\ &= \frac{47662 \text{ kg}}{3} = 15885,3 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Área de cada fragmento} = \frac{\text{Área del recipiente}}{N^{\text{a}} \text{ de fragmentos}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$\text{Área del recipiente} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot L + 2 \cdot \pi \cdot r^2 \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$\text{Área del recipiente} = 2 \cdot \pi \cdot 1,26 \cdot 9 + 2 \cdot \pi \cdot 1,26^2 = 81,2 \text{ m}^2$$

Una vez obtenido el área del recipiente, se procede al cálculo del área de cada fragmento

$$\text{Área de cada fragmento} = \frac{81,2}{3} = 27,1 \text{ m}^2$$

- Cálculo de la velocidad inicial de los fragmentos, u: [43]

$$u = 2,05 \cdot \left(\frac{P \cdot D}{W} \right)^{1/2} \text{ (Ecuación 8)}$$

Dónde:

U: Velocidad inicial en ft/s
 P: Presión de ruptura, psig
 D: Diámetro del fragmento (in)
 W: Peso del fragmento (lb)

$$u = 2,05 \cdot \left(\frac{725 \cdot 115,5^3}{34952,1} \right)^{1/2} = 366,6 \frac{ft}{s} = 111,8 \text{ m/s}$$

- Cálculo de la distancia que recorrerán los fragmentos [43]

Para proceder a realizar el cálculo de la distancia que recorrerán los fragmentos, es necesario el uso del siguiente gráfico:

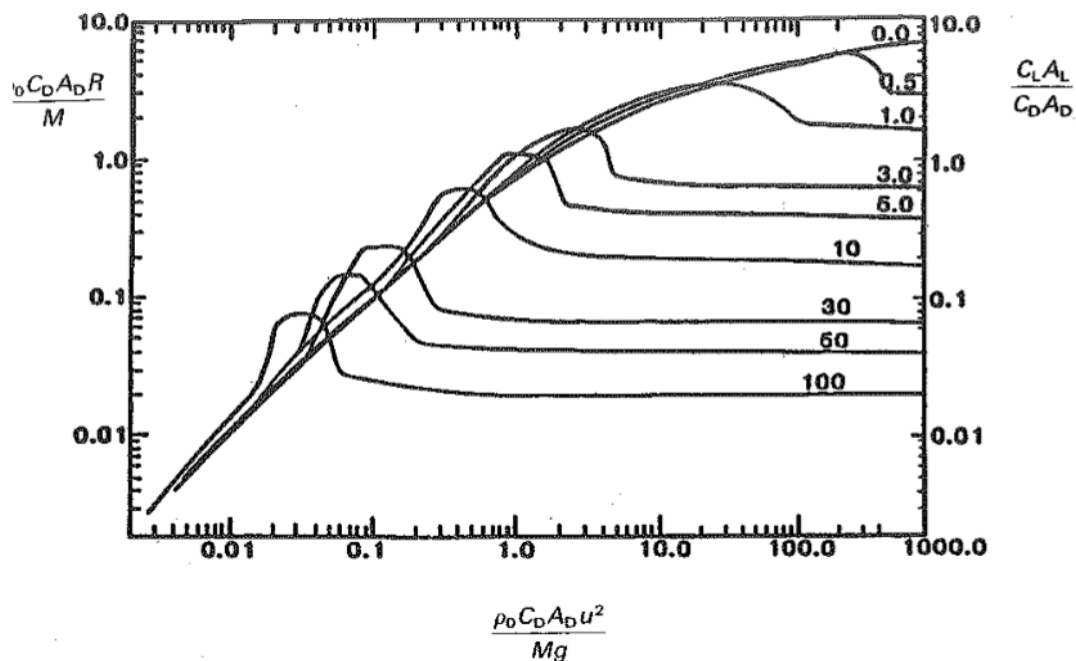


Gráfico 5.1. Gráfico para la obtención de la distancia recorrido por los fragmentos

Primeramente, se obtendrá el valor de las abscisas:

$$\frac{\rho_d \cdot C_d \cdot A_d \cdot u^2}{M_g} = 2,30 \quad (\text{Ecuación 9})$$

Dónde

ρ_d : Densidad del aire (kg/m³)

C_d: Coeficiente de Drag ; 0,82

A_d: Área de cada fragmento (m²)

U: Velocidad inicial (m/s)

M_g: Peso de cada fragmento (kg)

$$\frac{1,293 \cdot 0,82 \cdot 27,1 \cdot 111,8^2}{15887,3} = 2,30$$

Una vez, realizado el cálculo de las abscisas, y considerando la siguiente relación;

$$\frac{C_L \cdot A_L}{C_D \cdot A_D} = 0 \quad (\text{Ecuación 10})$$

Se procede a buscar el valor del eje de las ordenadas a partir de la **grafica 1**:

Valor ordenadas aproximado: 1,7

$$\frac{1,7 \cdot M}{\rho_{aire} \cdot C_d \cdot A_d} = \text{Distancia de los fragmentos} \quad (\text{Ecuación 11})$$

Dónde:

ρ_{aire} : Densidad del aire (kg/m³)

A_d: Área de cada fragmento (m²)

C_d: Coeficiente del drag; 0,82

M: Peso de cada fragmento (kg)

$$\frac{1,7 \cdot 15887,3}{1,293 \cdot 0,82 \cdot 27,1} = 941,7 \text{ m}$$

Así pues, la distancia que podrían recorrer los fragmentos para una presión de 50 bares y una temperatura de 270 °C es de 941,7 metros.

Se ha realizado el mismo cálculo suponiendo que se produce la explosión a 270 °C y una presión de 100 bares y 150 bares:

Tabla 5.75. Resultados de la simulación en caso de explosión

SIMULACIÓN		
Temperatura	Presión	Distancia de los fragmentos
270 °C	50 bares	941,7 m
270 °C	100 bares	1218,6 m
270 °C	150 bares	1384,8

Con los resultados obtenidos, se puede concluir, que en el caso de que se produjera una explosión, la distancia que recorrerían los fragmentos sería de 1km 384 metros en el caso de trabajar a 150 bares, una distancia significativa que puede generar daños irreparables. Por tanto, con tal de evitar riesgos y daños incontrolables, los reactores deben estar en el interior de un bunker, para poder así garantizar la seguridad total tanto para la población cercana a la empresa como para los trabajadores de la planta.

5.16 COORDINACIÓN EMPRESARIAL

En una empresa, cada vez es más habitual tener que contratar o subcontratar servicios por parte de las empresas, de manera que en un mismo centro de trabajo pueden coincidir personal de diferentes empresas. Debido a esto, existe la necesidad de coordinar las diferentes empresas con tal de cumplir con la normativa vigente.^[44]

En este caso, la empresa Ethylox contrata a varias empresas para los suministros de materia prima y servicios, pero la principal empresa subcontratada, es la empresa encargada de la carga del producto.

Así pues, todas las empresas serán informadas sobre los riesgos de las actividades que desarrollen en el centro de trabajo que podrían afectar a los trabajadores de las otras empresas. Por lo tanto, las empresas pondrán en común los riesgos que puedan ocurrir durante el lugar de trabajo. La información que tiene que aportar cada una de las empresas es la siguiente:

- Información de los riesgos debido a la utilización de sustancias químicas inflamables
- Plan de prevención de riesgos
- Información del plan de emergencia.

A continuación, aparece un esquema sobre el intercambio de información que tienen que compartir las empresas para llevar a cabo una buena coordinación empresarial: ^[44]

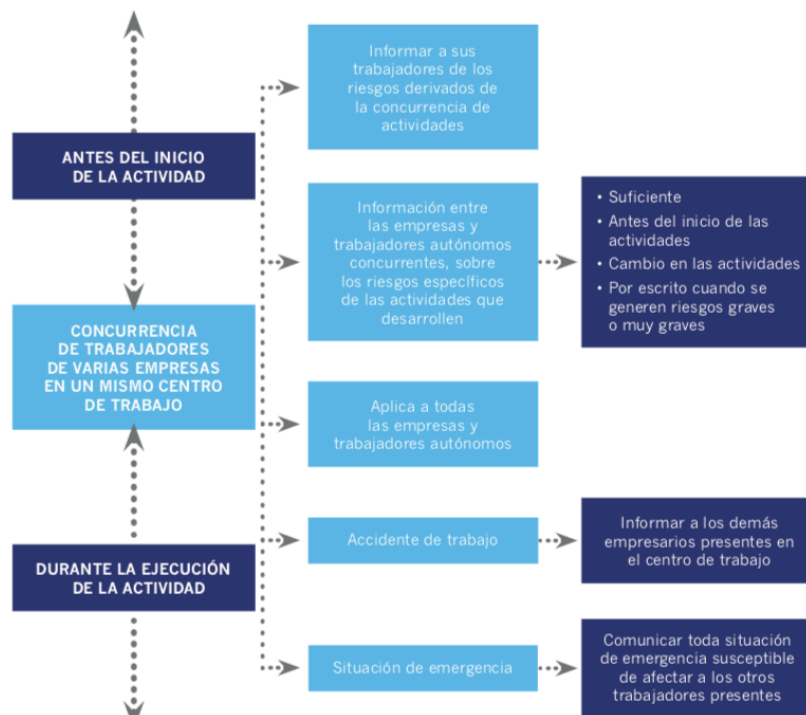


Figura 5.33. Esquema sobre la coordinación empresarial

5.17 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En este apartado hablaremos sobre el mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo nos permite disminuir el riesgo de daño o deterioro de los equipos, gracias a las revisiones periódicas de los equipos. Por esta razón, es importante elaborar un plan de mantenimiento preventivo distribuido correctamente en el tiempo.

Existen dos tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento Pasivo:** Esta clase de mantenimiento se encarga de buscar las condiciones optimas de los equipos para prevenir los fallos causados por la humedad, o la propia luz solar.
- **Mantenimiento activo:** Esta clase de mantenimiento se encarga de revisar cada uno de los equipos de la planta con el objetivo de evitar su deterioro.

Para realizar un buen mantenimiento preventivo es necesario realizar los siguientes puntos:


- Diseñar un plan de acción, que determine el objetivo, y presupuesto que vamos a destinar.
- Crear una ficha de mantenimiento para cada uno de los equipos.
- Designar un equipo responsable del mantenimiento preventivo. Este equipo debe revisar los manuales de cada uno de los equipos para ejecutar el mantenimiento correctamente.

5.17.1. Mantenimiento preventivo de la empresa Ethylox

La planta Ethylox opera 320 días al año con dos paradas para realizar el mantenimiento de los equipos, y las medidas de seguridad de la planta como sensores, sistema de seguridad contra incendios, etc. Estas dos paradas coinciden en agosto y Navidades

5.17.2 Ficha de mantenimiento preventivo

Tabla 5.76. Ficha de mantenimiento preventivo

	Ficha de mantenimiento preventivo	Localidad	La Canonja			
		Hoja	-			
	Área:	Periodicidad	-			
Código	Equipo	Parte del equipo	Acción que realizar	¿Se ha realizado correctamente?		Horas dedicadas
				Sí	No	

Fecha revisión		Responsable Unidad funcional	
Responsable revisión		Firma	
Firma			

5.18 APÉNDICE

5.18.1 Hojas de seguridad

5.18.1.1 Ficha de seguridad del Etileno

ETILENO, PURO	ICSC: 0475
Eteno	Marzo 1996
CAS: 74-85-1	
N° ONU: 1962	
CE: 200-815-3	

	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO Y EXPLOSIÓN	Extremadamente inflamable. Las mezclas gas/aire son explosivas.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. Evitar la generación de cargas electrostáticas (p. ej., mediante conexión a tierra). Utilícense herramientas manuales no generadoras de chispas.	Cortar el suministro; si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, dejar que el incendio se extinga por sí mismo; en otros casos apagar con agua pulverizada. En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.

	SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
Inhalación	Somnolencia. Pérdida del conocimiento.	Usar ventilación.	Aire limpio, reposo. Puede ser necesaria respiración artificial. Proporcionar asistencia médica.
Piel			
Ojos			
Ingestión			

DERRAMES Y FUGAS	CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO
¡Evacuar la zona de peligro! Ventilar. Eliminar toda fuente de ignición. Cortar el gas si es posible. Protección personal: traje de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración.	Conforme a los criterios del GHS de la ONU Transporte Clasificación ONU Clase de Peligro ONU: 2.1
ALMACENAMIENTO	
A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes.	
ENVASADO	

ETILENO, PURO

ICSC: 0475

INFORMACIÓN FÍSICO-QUÍMICA

Estado físico; aspecto

GAS INCOLORO COMPRIMIDO DE OLOR CARACTERÍSTICO.

Peligros físicos

El gas es más ligero que el aire. Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.

Peligros químicos

La sustancia puede polimerizar para formar compuestos aromáticos bajo la influencia de temperaturas por encima de 600°C. Reacciona con oxidantes fuertes. Esto genera peligro de incendio y explosión.

Fórmula: C₂H₄ / CH₂=CH₂

Masa molecular: 28.0

Punto de ebullición: -104°C

Punto de fusión: -169.2°C

Solubilidad en agua: ninguna

Presión de vapor, kPa a 15°C: 8100

Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.98

Punto de inflamación: gas inflamable

Temperatura de autoignición: 490°C

Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2.7-36.0

EXPOSICIÓN Y EFECTOS SOBRE LA SALUD

Vías de exposición

La sustancia se puede absorber por inhalación.

Efectos de exposición de corta duración

La exposición podría causar disminución del estado de alerta.

Riesgo de inhalación

Al producirse pérdidas en zonas confinadas, esta sustancia puede originar asfixia por disminución del contenido de oxígeno en el aire.

Efectos de exposición prolongada o repetida

LÍMITES DE EXPOSICIÓN LABORAL

TLV: 200 ppm como TWA; A4 (no clasificado como cancerígeno humano).

MAK: cancerígeno: categoría 3B

MEDIO AMBIENTE

NOTAS

Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Límites de exposición profesional (INSHT 2012):

VLA-ED: 200 ppm

- N° de índice (clasificación y etiquetado armonizados conforme al Reglamento CLP de la UE): 601-010-00-3

- **Clasificación UE**

Pictograma: F+; R: 12-67; S: (2)-9-16-33-46



La calidad y exactitud de la traducción o el posible uso que se haga de esta información no es responsabilidad de la OIT, la OMS ni la Comisión Europea.
© Versión en español, INSST, 2018




5.18.1.2 Ficha de seguridad del Oxígeno

OXÍGENO	ICSC: 0138 Octubre 1999
CAS: 7782-44-7 Nº ONU: 1072 CE: 231-956-9	

	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO Y EXPLOSIÓN	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. NO poner en contacto con sustancias inflamables.	En caso de incendio en el entorno: usar un medio de extinción adecuado. En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.

	SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
Inhalación	Tos. Vértigo. Dolor de garganta. Alteraciones de la vista. Ver Notas.		Proporcionar asistencia médica.
Piel			
Ojos		Utilizar gafas de protección de montura integral.	
Ingestión			

DERRAMES Y FUGAS	CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO
Ventilar.	Conforme a los criterios del GHS de la ONU Transporte Clasificación ONU Clase de Peligro ONU: 2.2; Peligro Secundario ONU: 5.1
ALMACENAMIENTO	
A prueba de incendio. Separado de sustancias combustibles y reductores. Fresco.	
ENVASADO	

 Organización Internacional del Trabajo	 Organización Mundial de la Salud	La información original ha sido preparada en inglés por un grupo internacional de expertos en nombre de la OIT y la OMS, con la asistencia financiera de la Comisión Europea. © OIT y OMS 2018	 European Commission
--	---	---	--

OXÍGENO **ICSC: 0138**
INFORMACIÓN FÍSICO-QUÍMICA

Estado físico; aspecto
GAS INODORO COMPRIMIDO.

Peligros físicos
El gas es más denso que el aire.

Peligros químicos
La sustancia es un oxidante fuerte. Reacciona con materiales reductores y combustibles. Esto genera peligro de incendio y explosión.

Fórmula: O₂
Masa molecular: 32.0
Punto de ebullición: -183°C
Punto de fusión: -218.4°C
Solubilidad en agua, ml/100ml a 20°C: 3.1
Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.1
Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.65

EXPOSICIÓN Y EFECTOS SOBRE LA SALUD

Vías de exposición
La sustancia se puede absorber por inhalación.

Efectos de exposición de corta duración
La sustancia a concentraciones altas irrita el tracto respiratorio. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, a los pulmones y a los ojos.

Riesgo de inhalación

Efectos de exposición prolongada o repetida
La inhalación prolongada o repetida de concentraciones altas puede afectar a los pulmones.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN LABORAL
MEDIO AMBIENTE
NOTAS

Los síntomas por inhalación son característicos de la exposición a concentraciones extremadamente altas únicamente. Ver también FISQ 0880 Oxígeno (líquido refrigerado).

INFORMACIÓN ADICIONAL

- N° de índice (clasificación y etiquetado armonizados conforme al Reglamento CLP de la UE): 008-001-00-8
- **Clasificación UE**
Pictograma: O; R: 8; S: (2)-17


 GOBIERNO
DE ESPAÑA

 MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL


La calidad y exactitud de la traducción o el posible uso que se haga de esta información no es responsabilidad de la OIT, la OMS ni la Comisión Europea.

© Versión en español, INSST, 2018

5.18.1.3 Ficha de seguridad del Nitrógeno

NITRÓGENO (gas comprimido)	ICSC: 1198 Marzo 1999
-----------------------------------	--

CAS: 7727-37-9 N° ONU: 1066 CE: 231-783-9
--

	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO Y EXPLOSIÓN	No combustible. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.		En caso de incendio en el entorno: usar un medio de extinción adecuado. En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua.

	SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
Inhalación	Pérdida del conocimiento. Debilidad. Asfixia. Ver Notas.	Usar ventilación.	Aire limpio, reposo. Puede ser necesaria respiración artificial. Proporcionar asistencia médica.
Piel			
Ojos			
Ingestión			

DERRAMES Y FUGAS	CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO
Ventilar. Protección personal: equipo autónomo de respiración.	Conforme a los criterios del GHS de la ONU Transporte Clasificación ONU Clase de Peligro ONU: 2.2
ALMACENAMIENTO	
A prueba de incendio, si está en local cerrado. Fresco. Mantener en lugar bien ventilado.	
ENVASADO	



La información original ha sido preparada en inglés por un grupo internacional de expertos en nombre de la OIT y la OMS, con la asistencia financiera de la Comisión Europea.
 © OIT y OMS 2018



NITRÓGENO (gas comprimido) ICSC: 1198
INFORMACIÓN FÍSICO-QUÍMICA

Estado físico; aspecto GAS INODORO INCOLORO COMPRIMIDO.	Fórmula: N ₂ Masa molecular: 28.01 Punto de ebullición: -196°C Punto de fusión: -210°C Solubilidad en agua: escasa Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.97
Peligros físicos	
Peligros químicos	

EXPOSICIÓN Y EFECTOS SOBRE LA SALUD

Vías de exposición La sustancia se puede absorber por inhalación.	Riesgo de inhalación Al producirse pérdidas en zonas confinadas, esta sustancia puede originar asfixia por disminución del contenido de oxígeno en el aire. Ver Notas.
Efectos de exposición de corta duración	Efectos de exposición prolongada o repetida

LÍMITES DE EXPOSICIÓN LABORAL

--

MEDIO AMBIENTE

--

NOTAS

Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Límites de exposición profesional (INSHT 2012):
- Notas: asfixiante simple.
- **Clasificación UE**



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

La calidad y exactitud de la traducción o el posible uso que se haga de esta información no es responsabilidad de la OIT, la OMS ni la Comisión Europea.


© Versión en español, INSST, 2018

5.18.1.4 Ficha de seguridad del Dióxido de Carbono

DIÓXIDO DE CARBONO		ICSC: 0021
Gas carbónico Anhídrido carbónico		Octubre 2006
CAS: 124-38-9		
Nº ONU: 1013		
CE: 204-696-9		

	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO Y EXPLOSIÓN	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: usar un medio de extinción adecuado. En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.

	SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
Inhalación	Vértigo. Dolor de cabeza. Presión sanguínea elevada. Ritmo cardíaco acelerado. Asfixia. Pérdida del conocimiento.	Usar ventilación.	Aire limpio, reposo. Puede ser necesaria respiración artificial. Proporcionar asistencia médica.
Piel	EN CONTACTO CON GAS O HIELO SECO: CONGELACIÓN.	Guantes aislantes del frío.	EN CASO DE CONGELACIÓN: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa. Proporcionar asistencia médica.
Ojos		Utilizar gafas de protección.	
Ingestión			

DERRAMES Y FUGAS	CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO
Protección personal: equipo autónomo de respiración. Ventilar. No utilizar agua.	Conforme a los criterios del GHS de la ONU  ATENCIÓN Contiene gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas Puede ser nocivo si se inhala Transporte Clasificación ONU Clase de Peligro ONU: 2.2
ALMACENAMIENTO	
A prueba de incendio, si está en local cerrado. Fresco. Ventilación a ras del suelo.	
ENVASADO	

DIÓXIDO DE CARBONO **ICSC: 0021**
INFORMACIÓN FÍSICO-QUÍMICA
Estado físico; aspecto

GAS INODORO INCOLORO COMPRIMIDO LICUADO.

Peligros físicos

El gas es más denso que el aire y puede acumularse en las zonas más bajas produciendo una deficiencia de oxígeno. Las pérdidas de líquido condensan formando hielo seco extremadamente frío.

Peligros químicos

Se descompone por encima de 2000°C. Esto produce monóxido de carbono tóxico.

 Fórmula: CO₂

Masa molecular: 44.0

Punto de sublimación: -79°C

Solubilidad en agua, ml/100ml a 20°C: 88

Presión de vapor, kPa a 20°C: 5720

Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.5

Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.83

EXPOSICIÓN Y EFECTOS SOBRE LA SALUD
Vías de exposición

La sustancia se puede absorber por inhalación.

Efectos de exposición de corta duración

La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La inhalación de concentraciones altas puede causar pérdida del conocimiento. Asfixia.

Riesgo de inhalación

Al producirse pérdidas en zonas confinadas, esta sustancia puede originar riesgo grave de asfixia.

Efectos de exposición prolongada o repetida

La sustancia puede afectar al metabolismo.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN LABORAL

TLV: 5000 ppm como TWA; 30000 ppm como STEL.

 MAK: 9100 mg/m³, 5000 ppm; categoría de limitación de pico: II(2).

 EU-OEL: 9000 mg/m³, 5000 ppm como TWA

MEDIO AMBIENTE
NOTAS

El dióxido de carbono se libera en muchos procesos de fermentación (vino, cerveza, etc.) y es un componente mayoritario en los gases de combustión.

Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte.

Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona.

A concentraciones tóxicas no hay alerta por el olor.

Otros números ONU: ONU 1845 dióxido de carbono, sólido (Hielo seco); ONU 2187 dióxido de carbono líquido refrigerado.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Límites de exposición profesional (INSHT 2011):

 VLA-ED: 5000 ppm; 9150 mg/m³

 - **Clasificación UE**

5.18.1.5 Ficha de seguridad del Óxido de etileno

ÓXIDO DE ETILENO 1,2-Epoxietano Oxirano Óxido de dimetileno	ICSC: 0155 Julio 2015
CAS: 75-21-8 Nº ONU: 1040 CE: 200-849-9	

	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO Y EXPLOSIÓN	Extremadamente inflamable. Las mezclas gas/aire son explosivas. Riesgo de incendio y explosión como resultado de la descomposición cuando se calienta.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. Utilícense herramientas manuales no generadoras de chispas.	Cortar el suministro; si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, dejar que el incendio se extinga por sí mismo; en otros casos apagar con polvo, espuma resistente al alcohol, agua pulverizada, dióxido de carbono. En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.

¡EVITAR TODO CONTACTO! ¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!			
	SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
Inhalación	Tos. Somnolencia. Dolor de cabeza. Náuseas. Dolor de garganta. Vómitos. Debilidad.	Usar sistema cerrado o ventilación.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
Piel	¡PUEDE ABSORBERSE! Congelación. Enrojecimiento. Dolor.	Guantes de protección. Guantes aislantes del frío. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. EN CASO DE CONGELACIÓN: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa.	Utilizar protección ocular en combinación con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión		No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	

DERRAMES Y FUGAS	CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO
¡Evacuar la zona de peligro! ¡Consultar a un experto! Protección personal: traje hermético de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración. Ventilar. NO verterlo en el alcantarillado. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido. Eliminar el gas con agua pulverizada.	Conforme a los criterios del GHS de la ONU  PELIGRO Gas extremadamente inflamable Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta Tóxico si se inhala Provoca irritación ocular grave Provoca irritación cutánea Puede irritar las vías respiratorias Puede provocar defectos genéticos Puede provocar cáncer Transporte Clasificación ONU
ALMACENAMIENTO	
A prueba de incendio. Fresco.	
ENVASADO	

ÓXIDO DE ETILENO		ICSC: 0155
INFORMACIÓN FÍSICO-QUÍMICA		
<p>Estado físico; aspecto GAS INCOLORO COMPRIMIDO LICUADO DE OLOR CARACTERÍSTICO.</p> <p>Peligros físicos El gas es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante.</p> <p>Peligros químicos La sustancia puede polimerizar por calentamiento intenso, bajo la influencia de ácidos, bases, cloruros de metales y óxidos metálicos. Esto genera peligro de incendio o explosión. Se descompone por encima de 560°C en ausencia de aire. Esto genera peligro de incendio y explosión. Reacciona violentamente con muchos compuestos.</p>	<p>Fórmula: C₂H₄O</p> <p>Masa molecular: 44.1</p> <p>Punto de ebullición: 11°C</p> <p>Punto de fusión: -111°C</p> <p>Densidad relativa (agua = 1): 0.9</p> <p>Solubilidad en agua: miscible</p> <p>Presión de vapor, kPa a 20°C: 146</p> <p>Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.5</p> <p>Punto de inflamación: gas inflamable</p> <p>Temperatura de autoignición: 429°C</p> <p>Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 3-100</p> <p>Coefficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.3</p>	
EXPOSICIÓN Y EFECTOS SOBRE LA SALUD		
<p>Vías de exposición La sustancia se puede absorber por inhalación y a través de la piel.</p> <p>Efectos de exposición de corta duración El vapor irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Las disoluciones acuosas pueden causar ampollas cutáneas. La evaporación rápida del líquido puede producir congelación.</p>	<p>Riesgo de inhalación Al producirse una pérdida de gas, se alcanzará muy rápidamente una concentración nociva del mismo en el aire.</p> <p>Efectos de exposición prolongada o repetida El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. La inhalación prolongada o repetida puede originar asma. La sustancia puede afectar al sistema nervioso. Esta sustancia es carcinógena para los seres humanos. Puede causar daño genético hereditario en células germinales humanas.</p>	
LÍMITES DE EXPOSICIÓN LABORAL		
<p>TLV: 1 ppm como TWA; A2 (sospechoso de ser cancerígeno humano).</p> <p>EU-OEL: 1.8 mg/m³, 1 ppm como TWA; (piel).</p> <p>MAK: absorción dérmica (H); cancerígeno: categoría 2; mutágeno: categoría 2</p>		
MEDIO AMBIENTE		
La sustancia es nociva para los organismos acuáticos.		
NOTAS		
<p>Ninguna persona que haya mostrado síntomas de asma causados por esta sustancia debería volver a entrar en contacto con ella.</p> <p>Los síntomas de asma no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles.</p> <p>Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape.</p> <p>La alerta por el olor cuando se supera el límite de exposición es insuficiente.</p>		
INFORMACIÓN ADICIONAL		
<p>- Límites de exposición profesional (INSHT 2015): VLA-ED: 1 ppm; 1,8 mg/m³ C1B (Sustancia carcinogénica de categoría 1B). M1B (Sustancia mutagénica de categoría 1B).</p> <p>Notas: esta sustancia tiene establecidas restricciones a la fabricación, la comercialización o el uso especificadas en el Reglamento REACH.</p> <p>- Nº de índice (clasificación y etiquetado armonizados conforme al Reglamento CLP de la UE): 603-023-00-X</p> <p>- Clasificación UE Pictograma: F+, T; R: 45-46-12-23-36/37/38; S: 53-45; Nota: E</p>		

5.18.1.6 Ficha de seguridad del la Monoetanolamina


 HDS
 MONOETANOLAMINA

**HOJA DE SEGURIDAD
 MONOETANOLAMINA**

Fecha de Elaboración: Enero 2010	Fecha de Revisión: Junio 2013
NOMBRE DEL PROVEEDOR : OLENTI INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. RFC.: OIN100407MC4	DIRECCION Calle San Luis No. 80 Balcones del Sol, Zapopan, Jalisco, México. C.P. 45068
TELEFONO : 52(33) 3560-5294 52(33) 8851-3536 52(33) 8851-3537 FAX: 52(33) 3686-8096	EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE A LOS TELEFONOS : 01 800 00 21400 ; 55 59 15 88 (D.F.) SETIQ (24Hrs.)

1.0 DESCRIPCION DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL	MEA	FAMILIA	AMINAS
NOMBRE QUIMICO	MONOETANOLAMINA	FORMULA	HO-CH ₂ -CH ₂ NH ₂
SINONIMOS	ETANOLAMINA, 2HIDROETIL AMINA	OTROS :	NE

2.0 COMPONENTES RIESGOSOS / LIMITES DE EXPOSICION

NOMBRE DE LOS COMPONENTES	%	CPT/IPVS	FUENTE	No. CAS	No. ONU	RIESGOS		
						S	I	R
Monoetanolamina	99	1000 ppm	OSHA	141-43-5	UN2491	2	2	0

Riesgos: S = Salud Escala de Riesgos: 0 = Mínimo 1= Ligero
 I = Inflamabilidad 2 = Moderado 3 = Serio
 R = Reactividad 4 = severo

3.0 PROPIEDADES FISICAS

APARIENCIA	OLOR	DENSIDAD	TEMPERATURA DE EBULLICION
LIQUIDO CLARO, VISCO- SO, HIGROSCOPICO	CARACTERISTICO	1.0175 a 20° C	172 °C a 580 mmHg
DENSIDAD DE VAPOR	VELOCIDAD DE EVAPORACION (ACETATO DE BUTI LO = 1)		INTERVALO DE DESTILACION
2,1 AIRE = 1	NE		NE °C a 580 mmHg
SOLUBILIDAD EN AGUA	% VOLÁTILES , EN VOLUMEN		PUNTO DE FUSION
SOLUBLE 100 %	NE		10.6 °C


 HDS
 MONOETANOLAMINA

4.0 RIESGO DE FUEGO Y EXPLOSION

<u>PUNTO DE FLAMA</u>	<u>MÉTODO DE PRUEBA</u>	<u>LIMITES DE INFLAMABILIDAD (% VOLUMEN)</u>	
85 °C	ASTM D-92	UEL : 23.5 % (SUPERIOR)	LEL : 3 % (INFERIOR)
<p>PELIGROS INUSUALES : Inflamable, los vapores pueden causar un incendio súbito o encenderse con explosión , los vapores pueden propagarse a una distancia considerable hasta una fuente de ignición y regresar, impida la acumulación de gases y vapores para evitar concentraciones explosivas .</p>			
<p>PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN PELIGROSA : Monóxido y bióxido de carbono</p>			

5.0 MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

<p>MEDIOS DE EXTINCIÓN : Bióxido de carbono , Polvo químico seco, Espuma tipo alcohol o Agua en Aspersión , no usar chorro de agua porque esparce el fuego.</p>
<p>PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA COMBATIR FUEGO : Use aparatos de aire autónomo y equipo de protección personal adecuado para combate al fuego , Use agua con precaución , este material es mas ligero que el agua , aunque sea soluble en la misma , por lo que al atacar con chorro de agua puede diseminar el fuego por lo que no es recomendable . Use un aspersor de agua para poder atacar el fuego con agua , y rociar los recipientes expuestos al calor y las llamas, para mantenerlos frescos .</p>

6.0 RIESGOS A LA SALUD (Efectos de exposición)

<p>INHALACION : Altas concentraciones de vapor pueden causar nausea , somnolencia e irritación de vías respiratorias .</p>
<p>OJOS : Causa irritación , las Concentraciones elevadas de vapor pueden ser irritantes .</p>
<p>PIEL : El contacto repetido o prolongado puede causar Resequedad, agrietamiento e irritación.</p>
<p>INGESTION : Irritación e insensibilidad del tracto digestivo.</p>
<p>EXPOSICION AGUDA : Mareos ; Dolor de cabeza ; perdida del conocimiento ; muerte</p>
<p>EXPOSICION CRONICA : Trastorno de vías respiratorios , Neurológicos , Hepáticos o Renales .</p>
<p>SUBSTANCIA CONSIDERADA COMO : NE</p>
<p> CANCERIGENA <input type="checkbox"/> MUTAGENICA <input type="checkbox"/> TERATOGENICA <input type="checkbox"/> </p>

HDS
MONOETANOLAMINA

7.0 PRIMEROS AUXILIOS

INHALACION : Traslade al aire libre . trate los síntomas . busque atención médica si los síntomas persisten.

INGESTION : No induzca el vomito , tome agua fría y busque ayuda médica.

OJOS : En caso de contacto con los ojos , enjuague inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos o hasta que ceda la irritación.

PIEL : Tras el contacto con la piel , lave inmediatamente con abundante agua y jabón , quítese la ropa y zapatos contaminados , busque atención médica si persisten los síntomas . lavar la ropa y limpiar a conciencia los zapatos antes de volver a usar .

8.0 EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL .

VENTILACION : Se recomienda extracción local del aire , natural o mecánica , en áreas cerradas para mantener niveles aceptables para laborar .

PROTECCION RESPIRATORIA : si no existe ventilación adecuada , utilice respirador tipo mascarilla con filtros para vapores orgánicos .

PROTECCION DE OJOS : Use gafas de seguridad con protectores laterales .

PROTECCION DE LA PIEL : Use guantes resistentes en operaciones que requiera contacto prolongado con la piel , use camisa y pantalón de algodón para su manejo .

9.0 ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD : Estable

INCOMPATIBILIDAD : El material puede reaccionar violentamente con acidos y agentes oxidantes fuertes. En contacto con el aire se oscurece por oxidación lenta.

POLIMERIZACION : No ocurre

10.0 INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

NUMERO DE LA O.N.U : UN 2491

GUIA DE LA SETIQ : 153

11.0 INFORMACION SOBRE ECOLOGIA

Gran demanda de oxígeno bioquímico y tiene potencial de agotamiento de oxígeno en sistemas acuíferos , potencial de afectar a algunos organismos acuáticos . Contamina mantos acuíferos.

12.0 PROCEDIMIENTO PARA DERRAMES FUGAS Y DESECHOS

HDS
MONOETANOLAMINA

EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL : Evite las fuentes de ignición , cubra el derrame con material inerte absorbente y elimine el desecho de acuerdo a las disposiciones locales o nacionales . evitar a toda costa su ingreso al drenaje.

MÉTODO DE DISPOSICION TEMPORAL O FINAL : Canalice sus desechos o residuos a quemadores industriales o empresas especializadas en el reciclaje de productos o confinamiento .

RECIPIENTES : Puesto que los envases todavía contienen residuos del producto , observe las advertencias de las etiquetas aun después de haber vaciado el recipiente . Los vapores residuales pueden explotar si se encienden . No corte , taladre, lije , ni solde cerca de este recipiente .

13.0 MANEJO Y ALMACENAMIENTO

MEDIDAS PERSONALES DE PRECAUCION : Protéjase los ojos y evite el contacto prolongado o reiterado con la piel . Evite inhalar concentraciones elevadas de vapor . use únicamente con ventilación adecuada . Lávese perfectamente después de manejarlo.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES : Manténgase alejados del calor , llamas y fuentes de ignición . Evite el contacto con agentes oxidantes fuertes , usar con ventilación adecuada .

ALMACENAMIENTO : Almacenar en contenedores cerrados herméticamente , en lugares techados y no expuestos a la intemperie , evitar el sobrecalentamiento por cualquier fuente , y alejarlos de chispas , flamas o fuentes de calentamiento . Utilizar tierra física para su manejo y almacenamiento.

NE : No establecido

NA : No aplicable

5.19 REFERENCIAS

- [1] Normas básicas de prevención de incendios, Dirección del servicio de prevención de riesgos laborales y medicina del trabajo, Universidad Complutense Madrid. [Online]. [Fecha de consulta: 18 de marzo 2020]
<http://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento22161.pdf>
- [2] Explosiones, escuela profesional de medicina del trabajo, Universidad Complutense Madrid. [Online]. 2014-2015. [Fecha de consulta: 18 de marzo 2020]
<https://www.ucm.es/data/cont/docs/3-2014-12-17-Tema%205.%20Explosiones.pdf>
- [3] Valores de límite inferior y superior de inflamabilidad [Online]. [Fecha de consulta: 18 de marzo 2020]
<https://www.solerpalau.com/es-es/hojas-tecnicas-ventilacion-en-ambientes-explosivos/>
- [4] Riesgos Antrópicos, Julio 2016, las explosiones y su impacto social y urbano. [Online]. [Fecha de consulta: 18 de marzo 2020]
http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Tertulias/PresentacionDra.Cecilia_Trevino.pdf
- [5] Unidad de salud laboral, 2007, Riesgos laborales y medidas preventivas, UNED. [Online]. [Fecha de consulta: 20 de marzo 2020]
http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTORADOS/GERENCIA/RECURSOS%20HUMANOS/SALUD-LABORAL/COORDINACION%20EMPRESARIAL/RIESGOS%20Y%20MEDIDAS/RELACION%20DE%20RIESGOS/R09EXPLOSIONES.PDF
- [6] Adolfo Pérez Guerrero, 1992, NTP 363: Prevención de fugas en instalaciones (I): seguridad en proyecto. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. [Online]. [Fecha de consulta: 20 de marzo 2020]
https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_363.pdf/bfebc086-0894-4bfc-812a-1e980e8872f1
- [7] Guía técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico, Mayo 2004, Instituto nacional de seguridad e Higiene en el trabajo (INSHT). [Online]. [Fecha de consulta: 20 de marzo 2020]
<https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+protecci%C3%B3n+frente+al+riesgo+el%C3%A9ctrico/7455ad76-c68b-498a-b898-cdb8e09baa4f>
- [8] Servicio de prevención de riesgos laborales. Mayo 2015, Universidad de la Rioja. [Online]. [Fecha de consulta: 22 de marzo 2020]
https://www.unirioja.es/servicios/spri/pdf/riesgos_electricos.pdf

[9] Real Decreto 1272/2008, 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado, y envasado de sustancias y mezclas, Boletín Oficial del Estado. [Online] [Fecha de consulta: 22 de marzo 2020]

<https://www.boe.es/doue/2008/353/L00001-01355.pdf>

[10] Servicio de Prevención de Valencia, Agentes Químicos conceptos básicos y clasificación. [Online] [Fecha de consulta: 25 de marzo 2020]

<http://w1.iata.csic.es/IATA/seg/Riesgos/CONCEPTOS%20BASICOS%20AGENTES%20QUIMICOS.pdf>

[11] Servicio de Prevención de Valencia, Toxicidad de productos químicos. [Online] [Fecha de consulta: 25 de marzo 2020]

<http://w1.iata.csic.es/IATA/seg/Riesgos/TOXICIDAD%20DE%20AGENTES%20QUIMICOS.pdf>

[12] Subils Berenguer, M^a José. Carrera Gadea, Enrique, 2003. NTP 635. Clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas. [Online]. [Fecha de consulta: 26 de marzo 2020]

https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_635.pdf/d21b42fc-3672-41e4-8498-44678fd72e11

[13] European Chemicals Agency , Enero de 2019, Guía introductoria al reglamento CLP, [Online] [Fecha de consulta: 27 de marzo 2020]

https://echa.europa.eu/documents/10162/23036412/clp_introductory_es.pdf/b312ecb3-0299-4d52-86f0-b151cfe674ac

[14] European Chemicals Agency ,Etiquetado y envasado. [Online]. [Fecha de consulta: 30 de marzo 2020]

<https://echa.europa.eu/es/regulations/clp/labelling>

[15] Real Decreto 363/1995, 10 de marzo , sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, Boletín Oficial del Estado. [Online] [Fecha de consulta: 30 de marzo 2020]

<https://www.boe.es/buscar/pdf/1995/BOE-A-1995-13535-consolidado.pdf>

[16] Frases H y P según el reglamento 1272/2009 “CLP”, clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. Universidad de Valencia, Facultad de Química. [Online]. [Fecha de consulta: 30 de marzo 2020]

https://www.uv.es/fqlabo/docs/seguridad/frases_h_p.pdf

[17] Fichas internacionales de seguridad Química (ICSCs), ficha de seguridad del oxígeno. [Online] [Fecha de consulta: 2 de abril 2020]

https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=138&p_edit=&p_version=2&p_lang=es

[18] Fichas internaciones de seguridad Química (ICSCs), ficha de seguridad del etileno. [Online] [Fecha de consulta: 2 de abril 2020]

https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=475&p_edit=&p_version=2&p_lang=es

[19] Fichas internaciones de seguridad Química (ICSCs), ficha de seguridad del dióxido de Carbono. [Online] [Fecha de consulta: 2 de abril 2020]

https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=es&p_card_id=0021&p_version=2

[20] Fichas internaciones de seguridad Química (ICSCs), ficha de seguridad del Nitrógeno. [Online] [Fecha de consulta: 2 de abril 2020]

https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=es&p_card_id=1198&p_version=2

[21] Fichas internaciones de seguridad Química (ICSCs), ficha de seguridad del Óxido de etileno. [Online] [Fecha de consulta: 2 de abril 2020]

https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=es&p_card_id=0155&p_version=2

[22] Fichas internaciones de seguridad Química (ICSCs), ficha de seguridad de la Monoetanolamina. [Online] [Fecha de consulta: 2 de abril 2020]

<http://www.olenti.com/msds/monoetanolamina-mea.pdf>

[23] Fichas técnicas y fichas de seguridad en productos químicos. [Online]. [Fecha de consulta: 5 de abril 2020]

<https://higieneambiental.com/productos-biocidas-y-equipos/fichas-tecnicas-y-fichas-de-seguridad-en-productos-quimicos-cual-es-su-diferencia>

[24] Guía técnica sobre la señalización de seguridad y salud en el trabajo, 14 abril, Instituto nacional de seguridad e Higiene en el trabajo (INSHT). [Online]. [Fecha de consulta: 7 de abril 2020]

<https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+sobre+se%C3%A1lizaci%C3%B3n+de+seguridad+y+salud+en+el+trabajo/973e7bd4-65de-4c46-8d6e-c181ffedb80a>

[25] Servicio higiénico y locales de descanso. [Online]. [Fecha de consulta: 10 de abril 2020]

<http://uprl.unizar.es/seguridad/lugaresdoc/shigienicos.pdf>

[26] Real Decreto 486/1997, 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, Boletín Oficial del Estado. [Online]. [Fecha de consulta: 10 de abril 2020]

<https://www.boe.es/buscar/pdf/1997/BOE-A-1997-8669-consolidado.pdf>

[27] Real Decreto 486/1997, 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, Boletín Oficial del Estado. [Online]. [Fecha de consulta: 10 de abril 2020]

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-8669>

[28].

Equipos de protección individual (EPI). Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. [Online]. [Fecha de consulta: 15 de abril 2020]

<https://www.insst.es/epi>

Equipos de protección individual. [Online]. [Fecha de consulta: 15 de abril 2020]

https://www.isastur.com/external/seguridad/data/es/1/1_7_5.htm

[29]

Sanz Albert, Fernando. Diciembre 2014. Almacenamiento de productos químicos, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. [Online]. [Fecha de consulta: 17 de abril 2020]

<https://www.insst.es/documents/94886/96076/Almacenamiento+de+productos+quimicos.pdf/87f75b14-b979-4745-8bb5-5f6cb7d49e53>

Real Decreto 379/2001, 6 de abril, por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias, Boletín Oficial del Estado, [Online]. [Fecha de consulta: 17 de abril 2020]

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2001/BOE-A-2001-8971-consolidado.pdf>

[30] ITC MIE-APQ 1, Almacenamiento de líquidos inflamables combustibles. [Online]. [Fecha de consulta: 24 de abril 2020]

<http://www.apici.es/wp-download/legislacion/ITCMIEAPQ1.pdf>

[31] ITC MIE APQ-2, Almacenamiento de óxido de etileno. [Online]. [Fecha de consulta: 24 de abril 2020]

<http://www.apici.es/wp-download/legislacion/ITCMIEAPQ2.pdf>

[32] Ficha de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas. [Online]. [Fecha de consulta: 27 de abril 2020]

[https://www.ecosmep.com/adr/partesaccidentes/GUÍA_FICHAS_SEGURIDAD_MERCANCIAS_PELIGROSAS_2011,0.%20\(112%20Castilla%20y%20León\).pdf](https://www.ecosmep.com/adr/partesaccidentes/GUÍA_FICHAS_SEGURIDAD_MERCANCIAS_PELIGROSAS_2011,0.%20(112%20Castilla%20y%20León).pdf)

[33] Protocolo en caso de emergencia. [Online]. [Fecha de consulta: 30 de abril 2020]

<https://www.amv.es/territorio-amv/consejos-amv/ID/104/que-es-el-protocolo-pas-y-para-que-sirve>

[34] Atmósferas Explosivas, Bacsa. [Online]. [Fecha de consulta: 3 de Mayo 2020]

<https://bacsa.es/wp-content/uploads/2018/01/ATEX.pdf>

[35] Real Decreto 681/2003, 12 de Junio, Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo, Boletín oficial del Estado. [Online]. [Fecha de consulta: 6 de Mayo 2020]

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2003/BOE-A-2003-12099-consolidado.pdf>

[36]

Guía técnica, métodos cualitativos para el análisis de riesgos. [Online]. [Fecha de consulta: 13 de Mayo 2020]

http://www.proteccioncivil.es/catalogo/carpeta02/carpeta22/guiatec/Metodos_cualitativos/cuali_215.htm

Belloví Bestratén, Manuel. NTP 238. Los análisis de peligros y de operabilidad en instalaciones de proceso. [Online]. [Fecha de consulta: 13 de mayo 2020]

https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_238.pdf/35c7cdc8-c208-46f9-8504-f80531791450

[37]

Real Decreto 2267/2004, 3 de diciembre, se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Boletín Oficial del Estado. [Online]. [Fecha de consulta: 16 de Mayo 2020]

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2004/BOE-A-2004-21216-consolidado.pdf>

Incendio y explosión. [Online]. [Fecha de consulta: 16 de Mayo 2020]
http://istas.net/descargas/gverde/INCENDIO_EXPLOSION.pdf

[38]

Muñoz Villanueva, José Luis. NTP: 47: Parámetros de interés a efectos de incendio de las sustancias químicas más usuales. [Online]. [Fecha de consulta: 20 de Mayo 2020]

https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_047.pdf/381bd96f-e568-4db4-9aa8-f90564b5cc6e

Poder calorífico de distintos Gases. [Online]. [Fecha de consulta: 20 de Mayo 2020]
<http://ergiocontroles.com/datos-utiles/>

Pérez González, Rogelio. Criogenia, 2014, Cálculo de equipos, recipientes a presión. [Online]. [Fecha de consulta: 20 de Mayo 2020]

<https://books.google.es/books?id=HGgWBQAAQBAJ&pg=PA143&lpg=PA143&dq=poder+calorifico+del+etileno&source=bl&ots=HrBK2IJ4En&sig=ACfU3U3PQtWdtVQalQIAe5f5OAOhgA59NQ&hl=en&sa=X&ved=2ahUKewjhxHQ0dPpAhWjA2MBHTnZDBYQ6AEwCHoECAoQAQ#v=onepage&q=poder%20calorifico%20del%20etileno&f=false>

[39] Protección activa y pasiva contra incendios. [Online] [Fecha de consulta: 25 de Mayo 2020].

https://www.nullifire.com/es_ES/servicios/faqs/proteccion-contraincendios/

[40]

Valentín Carrasco, Manuel. Diciembre 2016. Sistemas de detección y alarma. [Online]. [Fecha de consulta: 25 de Mayo 2020].

https://www.enginyersbcn.cat/media/upload/arxiu/collegi/Manual_Seguretat_Incendis/2.3_Sistemas_deteccion_y_Alarma_V0.pdf

Muñoz Villanueva, José Luis. NTP: 99: Métodos de extinción y agentes extintores. [Online]. [Fecha de consulta: 25 de Mayo 2020].

https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_099.pdf/560ba34f-b019-45a1-a240-c4e393c02ff3

Agentes extintores. Isastur. [Online]. [Fecha de consulta: 26 de Mayo 2020].

https://www.isastur.com/external/seguridad/data/es/1/1_6_2_1.htm

Guía para el diseño, uso y mantenimiento de los sistemas de detección automática de incendios. Aspeyo. [Online]. [Fecha de consulta: 28 de Mayo 2020].

https://www.diba.cat/documents/467843/96195101/P1E07011GuiaDeteccion_automatica_incendios_Asepeyo.pdf/fea05314-5cd8-4f9d-89c3-09c64f1eeb18

Protección contra incendios, 2014. [Online]. [Fecha de consulta: 29 de Mayo 2020].

<https://www.cej.es/portal/asesoramientoprl/pdf/p6.pdf>

Real Decreto 2267/2004, 3 de diciembre, por el cual se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Boletín oficial del Estado. [Online]. [Fecha de consulta: 29 de Mayo 2020].

https://www.boe.es/boe_catalan/dias/2004/12/20/pdfs/A03549-03604.pdf

Valentín Carrasco, Manuel. Marzo 2016. Bocas de incendio equipadas. Colegio de ingenieros de Barcelona. [Online]. [Fecha de consulta: 31 de Mayo 2020].

https://www.enginyersbcn.cat/media/upload/fitxes_manuales/Fitxa_2.2_Bocas_de_incendios_equipadas_Manuel_Carrasco.pdf

[41]

García Iranzo, Yolanda. Planes de Emergencia interior en la industria química. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. [Online]. [Fecha de consulta: 2 de Junio 2020].

<https://www.myonu.com/documentos/NTP%20791.%20PLANES-DE-EMERGENCIA-INTERIOR-EN-LA-INDUSTRIA-QUÍMICA.pdf>

Guía de actuación ante situaciones de emergencia o evacuación. Noviembre 2014. Escuela técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Valencia. [Online]. [Fecha de consulta: 2 de Junio 2020].

<https://www.uv.es/etsedoc/seguretat/Guia%20Plan%20autoprotección.pdf>

Real Decreto 1196/2003, 19 de septiembre, por el que se aprueba la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas. Boletín Oficial del Estado. [Online]. [Fecha de consulta: 3 de Junio 2020].

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2003/BOE-A-2003-18682-consolidado.pdf>

Real Decreto 393/2007, 23 de marzo, se aprueba la Norma básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia. Boletín oficial del Estado. [Online]. [Fecha de consulta: 3 de Junio 2020].

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-6237-consolidado.pdf>

[42]

Ley 31/1995, 8 de noviembre, Prevención de riesgos laborales. [Online]. [Fecha de consulta: 4 de Junio 2020].

https://www.boe.es/boe_catalan/dias/1995/12/31/pdfs/A00267-00286.pdf

Riesgos generales y medidas preventivas. [Online]. [Fecha de consulta: 4 de Junio 2020].

https://www.diba.cat/documents/467843/52018993/F_riscos_generals_mesures_preventives_b.pdf/29f0a757-d072-4d85-b578-09a2d4c31a86

Choques contra objetos inmóviles. Septiembre 2014. Fichas de informativas de riesgos y medidas preventivas. Instituto Valenciano de seguridad y salud en el trabajo. [Online]. [Fecha de consulta: 4 de Junio 2020].

<http://www.invassat.gva.es/documents/161660384/161741751/07.+S70.+Choques+contra+objetos+inmóviles.+S80.+Choques+contra+objetos+móviles./bfe6dcda-43c8-45aa-acbd-408667099c4c>

Riesgo de atropellos o golpes con vehículos. Septiembre 2014. Fichas de informativas de riesgos y medidas preventivas. Instituto Valenciano de seguridad y salud en el trabajo. [Online]. [Fecha de consulta: 4 de Junio 2020].

<http://www.invassat.gva.es/documents/161660384/161741751/15.+S230.+Riesgo+de+atropellos+o+golpes+con+veh%C3%ADculos.+S240.+Accidentes+de+tránsito.+Otros+riesgos++seguridad+vial/9a41cefa-fb5d-487f-8794-18d959e18c9b>

Riesgo de caída de objetos en manipulación. Septiembre 2014. Fichas de informativas de riesgos y medidas preventivas. Instituto Valenciano de seguridad y salud en el trabajo. [Online]. [Fecha de consulta: 4 de Junio 2020].

<http://www.invassat.gva.es/documents/161660384/161741751/05.+S40.+Riesgo+de+ca%C3%ADda+de+objetos+en+manipulación/3d6fd741-f440-4841-bd9f-4faf6a933d2e>

Riesgo por pisadas sobre objetos. Septiembre 2014. Fichas de informativas de riesgos y medidas preventivas. Instituto Valenciano de seguridad y salud en el trabajo. [Online]. [Fecha de consulta: 4 de Junio 2020].

<http://www.invassat.gva.es/documents/161660384/161741751/06.+S60.+Riesgo+por+pisadas+sobre+objetos/68e14543-61e9-4dfc-96c5-399aba80396d>

Riesgos Ergonómicos y Medidas Preventivas. [Online]. [Fecha de consulta: 5 de Junio 2020].

http://www.ajemadrid.es/wp-content/uploads/aje_ergonomicos.pdf

Ergonomía. [Online]. [Fecha de consulta: 5 de Junio 2020].

http://www.prlnaturopatia.com/cd/doc/3_QUE_ES_LA_ERGONOMIA.pdf

Riesgo psicosocial. [Online]. [Fecha de consulta: 5 de Junio 2020].

<https://www.achs.cl/portal/Empresas/Paginas/Riesgos-Psicosociales.aspx>

Bueno González, Marisa. 2014-105. Riesgos Químicos, Universidad Complutense Madrid. . [Online]. [Fecha de consulta: 5 de Junio 2020].

<https://www.ucm.es/data/cont/docs/3-2014-12-18>

<Tema%2016.%20Riesgos%20qu%C3%ADmicos.pdf>

[43] Bosch, Rafa. Formulario de seguridad y prevención y riesgo. Departamento de Ingeniería Química.

[44] Guía práctica de la coordinación de actividades empresariales para la prevención de riesgos laborales, 2012. [Fecha de consulta: 7 de Junio 2020].

<https://www.amat.es/Ficheros/14486.pdf>