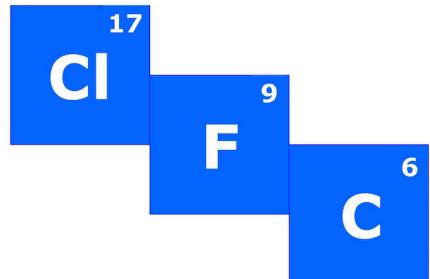


PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FREÓN-13



CFC Chemical



PROYECTO FINAL DE GRADO
ESCOLA D'ENGINYERIA, UAB

Blanca Camps Fadulla
André González Coindreau
Aziza el Haddouchi
Sergio Mendoza Wendorff
Borja Solís Duran
Tutor: Antoni Sánchez Ferrer



Junio 2015

APARTADO 5

SEGURIDAD E HIGIENE

ÍNDICE

5.1. INTRODUCCIÓN	5
5.2. ANÁLISIS DE LA ZONA GEO-CLIMÁTICA	5
5.2.1. ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA.....	5
5.2.2. ANÁLISIS DE LAS INUNDACIONES.....	6
5.3. RIESGOS DE LA OPERACIÓN EN PLANTA.....	7
5.3.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS DEL PROCESO	7
5.3.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN GENERAL.....	10
5.3.2.1. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN EN CASO DE FUGA.....	10
5.3.2.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN EN CASO DE INCENDIO	10
5.3.2.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN EN CASO DE EXPLOSIÓN .	11
5.4. PLAN DE ALMACENAMIENTO.....	11
5.4.1. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN TANQUES DE ALMACENAJE	12
5.4.1.1. DISEÑO DE LAS CUBETAS DE RETENCIÓN	12
5.4.2. COMPATIBILIDAD DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.....	13
5.4.3. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD ENTRE TANQUES	14
5.4.4. UNIDADES DE CARGA Y DESCARGA.....	15
5.4.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	15
5.5. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	16
5.4.1. INTRODUCCIÓN	16
5.4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PLANTA.....	19
5.4.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.....	24
5.5. SEGURIDAD ELÉCTRICA.....	29
5.5.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	29
5.6. PROTECCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES.....	31
5.6.1. MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN	31

5.6.2. CONDICIONES DE TRABAJO.....	32
5.6.2.1. RUIDO	32
5.6.2.2. ILUMINACIÓN Y COLOR	32
5.6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE PERSONAL.....	33
5.6.3.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (E.P.I.)	33
5.6.3.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR EN DIFERENTES ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.....	34
5.7. ENVASADO Y ETIQUETADO	35
5.7.1. ENVASADO ESPECÍFICO PARA EL R-13	37
5.8. FICHAS DE SEGURIDAD	38
5.9. SEÑALIZACIÓN	115
5.9.1. TIPOS DE SEÑALES.....	115
5.9.1.1. SEÑALES DE PROHIBICIÓN	115
5.9.1.2. SEÑALES DE ADVERTENCIA	115
5.9.1.3. SEÑALES DE OBLIGACIÓN	116
5.9.1.4. SEÑALES DE SALVAMIENTO.....	117
5.9.1.5. SEÑAL INDICATIVA	117
5.9.1.6. SEÑAL EN FORMA DE PAPEL Y SEÑAL ADICIONAL	117
5.9.1.7. SEÑALES LUMINOSAS.....	118
5.9.1.8. SEÑALES ACÚSTICAS	118
5.9.1.9. SEÑALES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS	118
5.9.10. SEÑALES GESTUALES	119
5.9.1.11. COLORES DE SEGURIDAD.....	120
5.9.1.12. SEÑALIZACIÓN DE TUBERÍAS	121
5.10. PLANES DE EMERGENCIA.....	122
5.10.1. PLAN DE EMERGENCIA INTERIOR (P.E.I.)	122

5.10.1.1. PLAN DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA.....	123
5.10.1.2. ORGANIGRAMA DEL PERSONAL QUE GESTIONA LA EMERGENCIA	123
5.10.1.3. PRIMERO AUXILIOS	123
5.10.1.4. CATEGORIZACIÓN DE LOS ACCIDENTES	124
5.10.1.5. FORMACIÓN SOBRE EL P.E.I.....	124
5.10.2. PLAN DE EMERGENCIA EXTERIOR (P.E.E.)	124
5.11. HAZOP	125
5.11.1. INTRODUCCIÓN	125
LAS PALABRAS GUÍA QUE SE UTILIZAN EN EL MÉTODO HAZOP SE PRESENTAN EN LA SIGUIENTE TABLA.....	126
5.11.2. APLICACIÓN DEL HAZOP.....	126
5.11.3. CONCLUSIONES	131
5.12. LEGISLACIÓN.....	131
5.12.1. LEGISLACIÓN GENERAL	131
5.12.2. LEGISLACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS.....	132
5.12.3. LEGISLACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	132
5.12.4. LEGISLACIÓN SOBRE LA MAQUINARIA	132
5.12.5. LEGISLACIÓN SOBRE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI) ...	133
5.12.6. NORMAS	133

5.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del proyecto es el diseño de una planta química para producir r13, por lo tanto, a la hora de diseñar la planta se tendrán que tener en cuenta ciertas medidas de seguridad para prevenir cualquier riesgo y evitar posibles incidentes, con la finalidad de evitar cualquier tipo de daño, tanto del personal como de la maquinaria utilizada en el proceso.

Para establecer las distintas medidas de seguridad se analizarán distintos factores como, la zona geo-climática de la planta, las características de las sustancias que se utilizan a lo largo del proceso o las condiciones de operación de los distintos equipos.

A partir del análisis de los factores comentados, se podrán prever posibles accidentes y dotar la planta de los dispositivos necesarios para avisar y minimizar las consecuencias de los posibles accidentes que se pueden dar.

5.2. ANÁLISIS DE LA ZONA GEO-CLIMÁTICA

El primer factor que se analizará es la zona geo-climática, para determinar las medidas de seguridad que necesitará la planta a la hora de su construcción.

El análisis de la zona geo-climática consistirá principalmente en analizar la actividad sísmica y el riesgo de inundaciones en el emplazamiento de la planta, la cual estará ubicada en el municipio de Sabadell, situado a 28 km de Barcelona ciudad.

5.2.1. ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA

El análisis de la actividad sísmica, según lo expuesto en el apartado 1.1.1.1.3., tendrá como objetivo determinar las medidas de seguridad que requerirá la construcción de la planta para minimizar los posibles daños causados por un terremoto.

Según la clasificación del Real Decreto 997/2002, que aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), la construcción de la planta de producción de r13 estaría dentro las construcciones de importancia especial. Además se tendrá en cuenta el Real Decreto 1254/1999, que establece medidas de

control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. Por lo tanto el diseño y la construcción de la planta deberán realizarse de forma que minimicen los posibles daños de un seísmo.

5.2.2. ANÁLISIS DE LAS INUNDACIONES.

El riesgo de inundaciones es otro factor a tener en cuenta a la hora de construir la planta, ya que en caso de que la planta se inunde puede contaminar y/o reaccionar con las sustancias que se empleen en el proceso, además de provocar averías en los distintos equipos presentes en la planta.

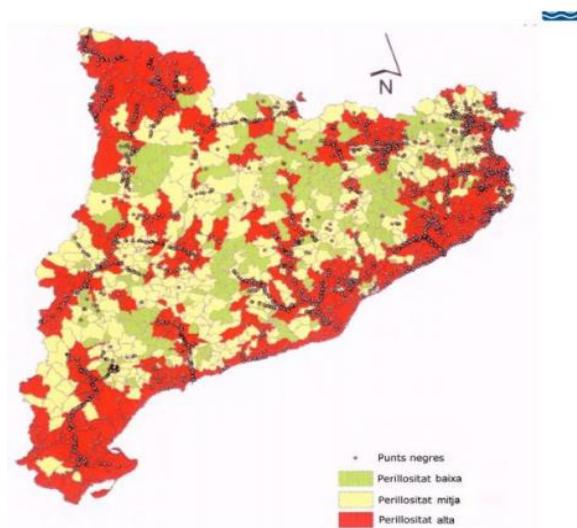


Figura 5.4. Peligrosidad de inundaciones del Catalunya.

En la figura anterior se puede observar que el peligro de inundación en la zona de Sabadell es alto. Por lo tanto, teniendo en cuenta la peligrosidad de inundaciones y la hidrología expuesta en el apartado 1.1.1.1.2., la planta deberá estar dotada de las medidas de seguridad necesarias para minimizar las consecuencias en caso de una inundación.

5.3. RIESGOS DE LA OPERACIÓN EN PLANTA

En la industria los principales riesgos a tener en cuenta son el riesgo de fuga, de incendio y de explosión. El riesgo de que suceda cualquiera de estos accidentes tiene que reducirse al máximo, ya que cualquier catástrofe en la industria puede provocar pérdidas humanas, tanto del personal de la planta como de la población de los alrededores, o económicas, ya sea por la avería de los equipos o por la contaminación de las materias primas y/o de los productos. Por lo tanto, durante la operación de la planta se deben seguir las medidas de seguridad establecidas para la manipulación de las diferentes sustancias químicas en cada área de la planta. Para conseguir este objetivo es necesario conocer las características de todas las sustancias que se utilizan en el proceso.

Además debido a los riesgos presentes en la industria química y a que pueden tener consecuencias muy graves para la salud humana, existe el Real Decreto 486/1997, que determina las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

5.3.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS DEL PROCESO

Las sustancias peligrosas que se emplean en el proceso deben ser identificadas para aplicar las medidas de seguridad necesarias y para que el personal de la planta tenga la formación requerida para la manipulación de estas sustancias.

El reglamento para la clasificación, el envasado y el etiquetado de las sustancias peligrosas se establece en el Real Decreto 225/2003. Según este reglamento las sustancias peligrosas se dividen en tres grupos, que a su vez se dividen en diferentes categorías. Los grupos principales en los que se dividen las sustancias peligrosas son los siguientes:

- Sustancias peligrosas por sus propiedades fisicoquímicas.
- Sustancias peligrosas por sus propiedades toxicológicas.
- Sustancias peligrosas por sus propiedades ecotoxicológicas.

A continuación se detallan las categorías en las que se divide cada grupo según el anterior Decreto:

- Sustancias peligrosas por sus propiedades fisicoquímicas:



Sustancias explosivas: Sustancias y preparados que pueden explosionar por efecto de una llama, del calor o que sean muy sensibles a los golpes y a la fricción.



Sustancias inflamables: Sustancias que sus vapores queman con facilidad al mezclarse con el aire. En función de su punto de inflamación (temperatura mínima a la que se desprenden suficientes vapores para que se produzca la inflamación) se diferencian sustancias extremadamente inflamables ($P.I.^1 < 35^{\circ}C$), sustancias fácilmente inflamables ($35^{\circ}C < P.I. < 60^{\circ}C$) y sustancias inflamables ($P.I. > 60^{\circ}C$).



Sustancias comburentes: Sustancias y preparados oxidantes que, en contacto con otros, particularmente inflamables, originan una reacción fuertemente exotérmica.

- Sustancias peligrosas por sus propiedades toxicológicas:



Sustancias tóxicas: Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan provocar dolencias, riesgos sumamente graves e incluso la muerte. En función de la toxicidad de la sustancia hay diversas categorías.



Sustancias corrosivas: Sustancias y preparados que, en contacto con el tejido vivo, puedan ejercer una acción destructiva del mismo.



Sustancias irritantes: Sustancias y preparados no corrosivos, que, por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas, puedan provocar una reacción inflamatoria.

¹ P.I. Punto de inflamación.



Sustancias sensibilizantes: Sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción del sistema inmunitario, de forma que una exposición posterior a estas sustancias o preparados de lugar a una serie de efectos negativos característicos.



Sustancias cancerígenas: Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia.



Sustancias mutagénicas: Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir defectos hereditarios o aumentar su frecuencia.



Sustancias tóxicas para la reproducción: Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia o aumentar su frecuencia.

- Sustancias peligrosas por sus propiedades ecotoxicológicas:



Sustancias tóxicas para el medio ambiente: Sustancias y preparados que, en caso de contacto con el medio ambiente, supongan o puedan suponer un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del mismo.

Según estas definiciones, las sustancias peligrosas que intervienen a lo largo del proceso son las siguientes:

Tabla 5.1. Clasificación de las sustancias del proceso.

Sustancia	Categoría de la sustancia
Tetracloruro de carbono	Tóxica y cancerígena
Ácido fluorhídrico anhidro	Tóxica y corrosiva
Ácido clorhídrico	Corrosiva, sensibilizante e irritante
r11	Irritante y tóxica para el medioambiente
r12	Inflamable, tóxica para el medio ambiente, tóxico y cancerígeno
r13	Tóxica para el medio ambiente
Pentacloruro de antimonio	Tóxica para el medio ambiente, corrosiva e irritante
Tricloruro de aluminio	Corrosiva
Dowtherm A	Inflamable, irritante y tóxica para el medio ambiente

La tabla 5.1. se ha construido a partir de la formación extraída de la fichas de seguridad de cada sustancia (apartado 5.8.).

5.3.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN GENERAL

Independientemente de las sustancias que intervengan en cualquier proceso hay que adoptar medidas de seguridad para prevenir y evitar cualquiera de los accidentes mencionados en el apartado 5.3. A continuación se establecen las medidas de seguridad generales para cada uno de ellos.

5.3.2.1. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN EN CASO DE FUGA

En caso de que se produzca una fuga de alguna de las sustancias del proceso, se adoptarán las medidas siguientes:

- Detección de gases.
- Para evitar que los gases se emitan hacia la atmósfera, se dirigirán mediante su venteo hacia depósitos o hacia “scrubbers”.

5.3.2.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN EN CASO DE INCENDIO

Para reducir el riesgo de incendio y las consecuencias de este, se seguirán las siguientes medidas de seguridad:

- Separación de las zonas. Separar las zonas con mayor riesgo de incendio de los focos de calor, permite prevenir que se produzca un incendio.
- Distancias de seguridad. Establecer distancias de seguridad para que las sustancias más peligrosas estén separadas las unas de las otras.
- Protección de la estructura y selección del material correcto. Escoger los materiales para que resistan cambios de temperatura y que no pierdan resistencia mecánica debido a estos.
- Aislamiento térmico. Recubrir los diferentes equipos con aislantes que permitan que la temperatura en su interior no aumente súbitamente en caso de un incendio.

5.3.2.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN EN CASO DE EXPLOSIÓN

Las medidas de seguridad para reducir la posibilidad de una explosión y los daños que puede ocasionar una son las siguientes:

- Aislamiento térmico para evitar que aumente la presión en el interior del equipo.
- Distancia mínima de seguridad para evitar que la posible explosión de un equipo dañe otros equipos.
- Enterramiento de depósitos. Reduce el riesgo de explosión.
- Revisar periódicamente las instalaciones mecánicas, para asegurar que los equipos están en prefectas condiciones.
- Sistemas de alivio de presión para impedir que la presión aumente súbitamente en el interior de los equipos.

5.4. PLAN DE ALMACENAMIENTO

El plan de almacenamiento de las sustancias químicas se ha establecido siguiendo las directrices marcadas en el Real Decreto 379/2001, que establece el Reglamento de almacenaje de productos químicos.

El plan de almacenamiento tiene dos objetivos principales. El primer objetivo es determinar las medidas de seguridad que requiere el área de almacenado en función de las sustancias con las que se trabaja, estableciendo las distancias mínimas de seguridad entre los distintos tanques. El segundo objetivo es facilitar el

trabajo a los operarios, ya que mediante el plan de almacenaje podrán saber qué sustancia está almacenada y tendrán toda la información para manipular los distintos compuestos con toda seguridad. Además el plan de almacenamiento permitirá saber la cantidad en stock de cada sustancia y conocer los datos correspondientes a la carga y descarga de los diferentes tanques.

5.4.1. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN TANQUES DE ALMACENAJE

Las medidas de seguridad que se requieren en los tanques de almacenaje para reducir el riesgo de cualquier incidente son los siguientes:

- Control de nivel en los tanques.
- Pintar los tanques con pinturas que eviten la corrosión.
- Sistemas de agua pulverizada para apagar posibles incendios.
- Asegurar la toma de tierra de los tanques de almacenamiento.
- Sistemas de venteo que permitan aliviar la presión de los tanques, ya sea por la formación de vacío o por un aumento de presión, y así evitar deformaciones mecánicas en los tanques.
- Cubetas de retención para evitar, que en caso de que haya una fuga de líquido en un tanque de almacenamiento, este se disperse.

5.4.1.1. DISEÑO DE LAS CUBETAS DE RETENCIÓN

Las cubetas de retención se diseñan en función de las dimensiones de los tanques de almacenamiento. En algunos casos se pueden diseñar cubetas de retención comunes para más de una sustancia, siempre y cuando las propiedades de las sustancias a retener en la cubeta sean compatibles y no haya riesgo de que ocurra un incidente.

En nuestro caso se ha diseñado una cubeta para el tetracloruro de carbono, una para el ácido fluorhídrico anhidro y otra para el ácido clorhídrico. En este caso no se ha hecho una cubeta conjunta para los ácidos, ya que el ácido fluorhídrico se almacena en el área 100 y el ácido clorhídrico en el área 600. Las dimensiones obtenidas para las diferentes cubetas son las siguientes:

- Dimensiones de la cubeta de tetracloruro de carbono.

- Ancho: 15,7 m
- Largo: 9,30 m
- Alto: 1,00 m

- Dimensiones de la cubeta de ácido fluorhídrico anhidro.

- Ancho: 11,9 m
- Largo: 11,9 m
- Alto: 0,30 m

- Dimensiones de la cubeta de ácido clorhídrico.

- Ancho: 14,2 m
- Largo: 11,5 m
- Alto: 0,60 m

5.4.2. COMPATIBILIDAD DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Un factor importante a tener en cuenta en el plan de almacenamiento es la compatibilidad de las sustancias peligrosas, es decir, conocer que sustancias se pueden almacenar conjuntamente y cuáles no, ya que en función de su compatibilidad se distribuirán los tanques de almacenaje. A continuación se presenta una tabla que permite determinar la compatibilidad de las sustancias dependiendo a que categorías pertenecen.

	Inflamables	Explosivos	Tóxicos	Comburentes	Nocivos Irritantes	Corrosivos
Inflamables	+	-	-	-	+	-
Explosivos	-	+	-	-	-	-
Tóxicos	-	-	+	-	+	-
Comburentes	-	-	-	+	o	-
Nocivos Irritantes	+	-	+	o	+	-
Corrosivos	-	-	-	-	-	+

Figura 5.5. Compatibilidad de las sustancias peligrosas.

En la figura 5.5. aparecen tres signos para establecer la compatibilidad entre las sustancias. El signo ‘+’ indica que pueden almacenarse conjuntamente, el signo ‘-’ indica que no se pueden almacenar conjuntamente y el signo ‘o’ indica que se pueden almacenar conjuntamente bajo ciertas medidas de seguridad.

5.4.3. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD ENTRE TANQUES

Las distancias mínimas de seguridad entre los diferentes tanques es otro factor importante a tener en cuenta. Las distancias calculadas para los distintos tanques se presentan la tabla 5.2.

Tabla 5.2. Distancias de seguridad entre tanques.

Tanque	Distancia entre tanques
Tetracloruro de carbono	2,1
Ácido fluorhídrico	1,4
Ácido clorhídrico	1,8
r13	1,7

5.4.4. Unidades de carga y descarga.

El plan de almacenamiento también tiene que incluir las medidas de seguridad correspondientes a la carga y descarga de los tanques de almacenamiento, ya que en la carga y la descarga se manipulan sustancias peligrosas y hay que adoptar ciertas medidas para evitar cualquier incidente. Las medidas de seguridad generales correspondientes a la carga y descarga son las siguientes:

- Evitar cualquier tipo de fuga, ya que se manipulan sustancias tóxicas que pueden desprender vapores tóxicos a la atmósfera.
- Vaciar los brazos de carga tras cada operación de carga y descarga, eliminando cualquier resto de las sustancias manipuladas.
- Revisar periódicamente el estado de los brazos de carga, para asegurar que se encuentran en perfecto estado. Además se harán pruebas anuales marcadas por el fabricante.
- Las cargas y descargas se harán siguiendo la normativa de carga y descarga para el transporte de mercancías peligrosas (ADR).

5.4.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO

- Tanque de pentacloruro de antimonio:

El pentacloruro de antimonio no es compatible con ambientes húmedos y ambientes en los cuales haya sustancias oxidantes de forma prolongada, por lo tanto, hay que evitar que el tanque contenga agua y que entre aire en su interior.

- Tanque de ácido fluorhídrico

El ácido fluorhídrico en presencia de agua forma una mezcla muy corrosiva, además en todo el proceso hay que evitar la presencia de agua, por lo cual, los tanques no deben contener agua. El ácido fluorhídrico se almacena a presión para licuarlo, con lo cual hay que controlar la presión interna de los tanques. Además el venteo de estos tanques tiene que dirigirse a un 'scrubber' de

gases, ya que los gases que se producen no se pueden enviar directamente a la atmósfera debido a su toxicidad.

- Tanque de r13

El r13 se almacena licuado bajo condiciones extremas, a -30 °C de temperatura y a 7 atm presión. De modo que requerirá un control de temperatura y de presión riguroso. Además, dado que bajo estas condiciones parte del r13 se evapora, el tanque tendrá una salida de gases por la parte superior que conducirá los gases a un compresor para licuarlos y retornarlo al tanque en estado líquido.

- Tanque de ácido clorhídrico

El ácido clorhídrico se almacena disuelto en agua y para evitar la corrosión de las paredes del tanque, éstas se recubrirán con PTFE.

5.5. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

5.4.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la protección de incendios es principalmente reducir el riesgo de que ocurra uno, adoptando las medidas de seguridad necesarias en función de las sustancias que se manipulan y las condiciones de operación de cada área, y en caso de que se produzca un incendio reducir al máximo los daños ocasionados por este.

Para que, en el caso de que se produzca un incendio, los daños sean mínimos, la planta debe de estar dotada de sistemas de seguridad tanto de detección como de sofocación de estos accidentes, ya que las consecuencias que derivan de estos incidentes pueden provocar pérdidas económicas importantes para la empresa.

El Real Decreto 2267/2004 es el decreto que establece las medidas de seguridad que tiene que cumplir una empresa en cuanto a la protección de incendios.

Antes de concretar las medidas de seguridad contra incendios es necesario conocer que factores intervienen en la formación de un fuego, que consiste en una reacción de combustión muy exotérmica.

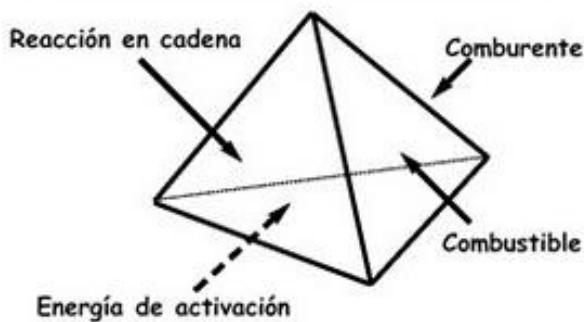


Figura 5.6. Tetraedro del fuego.

- **Combustible**

Un combustible es cualquier sustancia capaz de liberar energía cuando se oxida, por lo tanto, es el compuesto reductor de la reacción. El combustible puede estar tanto en estado sólido, líquido o gas, y es el factor que determina el daño que se puede causar.

- **Comburente**

El comburente es el compuesto oxidante, que oxida al combustible favoreciendo la reacción de combustión. El comburente más común es el oxígeno, que está presente en el aire en un 21%, porcentaje que es suficiente para que se produzca la reacción.

- Energía de activación

La energía de activación es la energía que se debe aportar para que se produzca la reacción. El combustible y el comburente por si solos no reaccionan, a partir de la energía de activación tiene lugar la combustión. La energía de activación puede provenir de una superficie caliente, de un cortocircuito, de una chispa, etc.

- Reacción en cadena

Para que se produzca un incendio la energía de activación tiene que ser capaz de vaporizar parte del combustible e inflamar la mezcla de vapor que forma con el comburente. A su vez, para que se mantenga la combustión el calor que genera el fuego debe de ser capaz de vaporizar parte del combustible e inflamar la mezcla. Por lo tanto se trata de una reacción en cadena, que se debe dar para que haya fuego.

Para adoptar las medidas de seguridad en cuanto a la extinción de incendios se debe conocer qué tipo de incendio se está produciendo. La clasificación de los incendios se realiza en función del combustible, ya que las características de este determinan el incendio. Según el combustible los incendios se clasifican de la siguiente forma:

- Fuegos de clase A

Incendios producidos por combustibles sólidos inflamables, como madera, papel, carbón, etc.

- Fuegos de clase B

Incendios provocados por combustibles líquidos inflamables y sólidos fácilmente fundibles por acción del calor. En este grupo tenemos hidrocarburos, alcoholes, ceras, etc.

- Fuegos de clase C

Incendios en los que el combustible es un gas inflamable, como el gas natural, el hidrógeno, el butano, etc.

- Fuegos de clase D

Incendios en los que el combustible es un metal alcalino o alcalinotérreo, como el sodio, el potasio, el magnesio, etc.

- Fuegos de clase K

Incendios provocados por grasas y aceites.

5.4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PLANTA

Para poder determinar el riesgo intrínseco de cada área de la planta a sufrir un incendio, previamente hay que conocer su configuración y ubicación en relación al entorno. En función de estos parámetros se puede caracterizar la planta.

En función de la configuración y la ubicación de los establecimientos industriales, las instalaciones industriales se clasifican de la siguiente forma:

- Instalaciones industriales ubicadas en un edificio:

- Instalaciones de tipo A:

Instalaciones industriales que ocupan parcialmente un edificio, agrupado a otros establecimientos de uso industrial o de otro tipo.

- Instalaciones de tipo B:

Instalaciones industriales que ocupan totalmente un edificio que está adosado a otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otros edificios, de uso industrial u otro tipo.

- Instalaciones de tipo C:

Industriales que ocupan totalmente uno o varios edificios, que están a una distancia mayor a tres metros del edificio más cercano.

- Instalaciones industriales que se desarrollan su actividad en espacios abiertos:

- Instalaciones de tipo D:

Instalaciones industriales que ocupan un espacio abierto (que puede estar totalmente cubierto). Además, alguna de sus fachadas no dispone de cerramiento lateral.

- Instalaciones de tipo E:

Instalaciones industriales que ocupan un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto. Además, alguna de sus fachadas en la parte cubierta no dispone de cerramiento lateral.

A continuación se adjunta una imagen explicativa de las diferentes configuraciones:

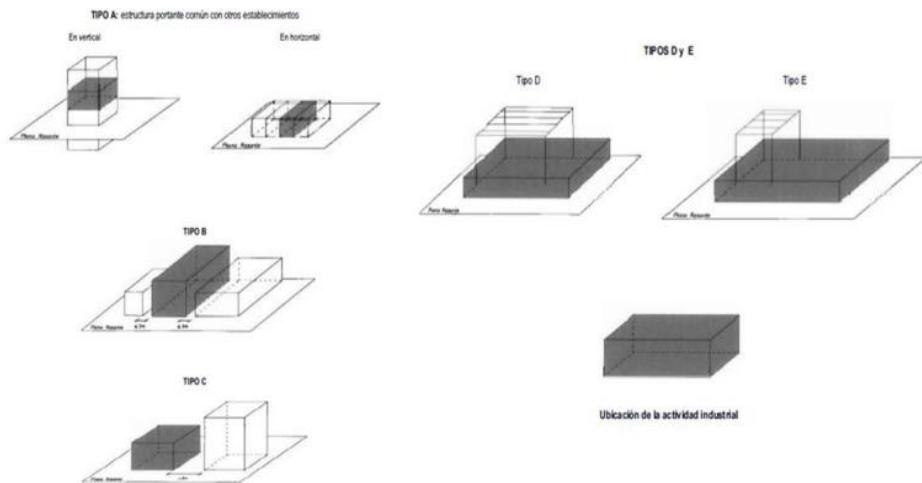


Figura 5.7. Configuraciones de las instalaciones industriales.

Tabla 5.3. Clasificación de las áreas.

Área	Tipo de instalación
A-100 Almacenamiento de materias primas	D
A-200 Reacción 1	A
A-300 Separación y absorción	A
A-400 Reacción 2	A
A-500 Separación y purificación	A
A-600 Almacenamiento de productos finales	D
A-700 Tratamiento de residuos	D
A-800 Carga y descarga	-
A-900 Oficinas	C
A-1000 Laboratorios	B
A-1100 Zona social	C
A-1200 Sala de control	B
A-1300 Sala de mantenimiento	B
A-1400 Parking	-
A-1500 Servicios	D
A-1600 Ampliaciones	-

En las instalaciones de tipo A, B y C, respecto al nivel intrínseco de los establecimientos industriales, se consideran sectores de incendio los espacios cerrados para elementos resistentes al fuego. En las instalaciones de tipo D y E, se considera que la superficie que ocupan estas instalaciones constituyen un área de incendio abierto, definida por su perímetro.

En función de estos criterios se puede realizar el cálculo del riesgo intrínseco.

$$Q_s = \frac{\sum_i^n G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad \text{Ecuación 5.1.}$$

- Q_s = Densidad de carga del fuego, ponderada y corregida del área de incendio, en Mcal/m².
- G_i = Masa de cada uno de los combustibles que se encuentran en el sector de incendio (incluye los materiales constructivos combustibles), en kg.
- q_i = Poder calorífico de cada uno de los combustibles que se encuentran en el sector de incendio, en Mcal/kg. El valor se obtiene de la tabla 1.4 de anexo I del Real Decreto 2267/2004.
- C_i = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de cada uno de los combustibles que se encuentran en el sector de incendio. Este valor se obtiene de la tabla 1.1 de anexo I del Real Decreto 2267/2004.
- R_a = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector del incendio. Cuando se llevan diferentes actividades en un mismo sector, se considerará solo el coeficiente de actividad de mayor riesgo. Este valor se encuentra en la tabla 1.2 del anexo I del Real Decreto 2267/2004.

Tabla 5.4. Valores del coeficiente Ra

Riesgo de activación			
	Alto	Medio	Bajo
Coeficiente Ra	3	2	1,5
			1

- A = es la superficie construida del sector de incendio, en m².

Para el cálculo del riesgo intrínseco solo se tendrán en cuenta las sustancias inflamables. A lo largo del proceso se trabaja con dos sustancias inflamables, el

aceite térmico 'Dowtherm A' y el 'Dowtherm J'. Ambos aceites tienen propiedades muy similares, por lo tanto, los cálculos del riesgo intrínseco se realizarán como si solo se trabajase con uno de estos aceites, ya que facilita los cálculos y el resultado final no variará significativamente. Según el Real Decreto 397/2001, que establece el Reglamento de almacenamiento de productos químicos, se puede clasificar el aceite térmico dentro de la clase D².

A partir de los valores de la carga de fuego y la tabla 1.3. del anexo 1 del Real Decreto 2267/2004, se determina el riesgo intrínseco de cada área.

Tabla 5.5. Tabla 1.3. del anexo I del Real Decreto 2267/2004.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

La carga de fuego y el riesgo intrínseco obtenidos para cada área se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.6. Clasificación de las áreas en función del riesgo intrínseco.

Área	Q_s (Mcal/m ²)	Riesgo intrínseco
A-100 Almacenamiento de materias primas	-	Nivel Bajo 1
A-200 Reacción 1 + A-400 Reacción 2	25.2	Nivel Bajo 1
A-300 Separación y absorción	17.3	Nivel Bajo 1
A-500 Separación y purificación		
A-600 Almacenamiento de productos finales	-	Nivel Bajo 1
A-700 Tratamiento de residuos	-	Nivel Bajo 1
A-800 Carga y descarga	-	Nivel Bajo 1
A-900 Oficinas	-	Nivel Bajo 1
A-1000 Laboratorios	-	Nivel Bajo 1

² Clase D: Productos con un punto de inflamación superior a 600 °C.

Área	Q_s (Mcal/m ²)	Riesgo intrínseco
A-1100 Zona social	-	Nivel Bajo 1
A-1200 Sala de control	-	Nivel Bajo 1
A-1300 Sala de mantenimiento	-	Nivel Bajo 1
A-1400 Parking	-	Nivel Bajo 1
A-1500 Servicios	184.9	Nivel Bajo 2
A-1600 Ampliaciones	-	Nivel Bajo 1

El cálculo del riesgo intrínseco se ha realizado únicamente en las áreas en las cuales se trabaja con el aceite térmico. En la planta solo se trabaja con este aceite en las áreas 200, 300, 400, 500 y 1500 (en la 600 también se utiliza pero en cantidades muy pequeñas). Las áreas 200, 300, 400 y 500 se encuentran dentro de una nave industrial que ocupa 553 m², por lo que se ha colocado un muro para repartir las áreas de incendio. De esta forma las áreas 200 y 400 constituyen un área de incendio y las áreas 300 y 500 otra área.

Los resultados obtenidos para el riesgo intrínseco muestran que el nivel de incendio en toda la planta es bajo. El área que tiene un riesgo intrínseco mayor es el área de servicios, en la cual hay una gran cantidad de aceite térmico, y aun así el nivel de incendio es bajo. Por lo tanto, se adoptarán las medidas de incendio necesarias, sin tener que extremar las precauciones en ningún área.

5.4.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Las medidas de seguridad contra incendios constituyen todos los sistemas de seguridad de la planta que tienen el objetivo de reducir al máximo los daños que puede ocasionar un incendio, con la finalidad de evitar pérdidas humanas y económicas.

Las medidas de protección contra incendios se dividen en dos, medidas de protección pasivas y activas.

- **Medidas de protección pasivas**

Las medidas pasivas son las medidas que se planifican a la hora de diseñar un edificio, por lo tanto se tienen que tener en cuenta a la hora de realizar la construcción.

Las características que tiene que tener un edificio para facilitar la evacuación de las personas que se encuentren en su interior vienen determinadas por la ‘Norma Básica de la Edificación CPI 96’.

- **Distancias**

La normativa marca las distancias máximas a recorrer hasta las salidas de emergencia, el número de salidas de emergencia, y el ancho de pasillos, escaleras y puertas de evacuación. Para facilitar la evacuación de los diferentes edificios.

- **Sectorización**

División del edificio en sectores de incendio y apertura de las puertas de los sectores, retardando así el avance de las llamas.

- **Protección estructural**

Uso de materiales de construcción que sean resistentes al fuego y al aumento de temperatura que comporta un incendio.

- **Aislamiento**

Uso de aislamientos térmicos en las estructuras y en las instalaciones, reduciendo la transmisión de calor.

- Medidas de protección activas

Las medidas activas son todos los sistemas de seguridad que actúan una vez se ha originado el incendio, con el objetivo de extinguir el incendio. Incluye tanto los sistemas de aviso como los medios de extinción.

- Medidas de detección

Los sistemas de detección tienen como objetivo determinar la existencia y la localización de un incendio con la máxima rapidez posible. Existen dos tipos de sistemas de detección, humana y automática. Los sistemas automáticos están formados por los componentes siguientes:

- Detectores automáticos: Elementos que detectan incendios a partir de los fenómenos que genera. Existen diferentes tipos de detectores en función del fenómeno que detecta:
 - Detectores térmicos: detectan cambios en la temperatura.
 - Detectores de humo: detectan la presencia de humos.
 - Detectores de llama: detectan el incendio a partir de la luz que emiten las llamas.
 - Indicadores de gases combustibles.
- Central de señalización: Sistema operativo del sistema de detección.
Funciones:
 - Alimentación eléctrica del sistema.
 - Emiten señales ópticas y acústicas.
 - Permiten localizar el incendio.
 - Controla la realización del plan de emergencia.
- Líneas: Unen los detectores y los pulsadores de alarma a la central de señalización, y esta con las alarmas. Deberán ser supervisadas periódicamente y no pueden superar los 1000 metros de distancia ni tener más de 20 detectores por línea.

- Medidas de alarma

Sistemas de aviso que envían señales acústicas cuando se produce un incendio.

- Pulsadores de alarma

Los pulsadores de alarma envían una señal a la central de señalización cuando se activan manualmente. La distancia hasta un pulsador no debe superar los 25 metros y deben estar equipados con una carcasa de protección para evitar su activación involuntaria.

- Instalaciones de alerta

Transmiten una señal acústica a todo el edificio o a toda la zona informando de la existencia de un incendio. Deberán ser visuales si las características del edificio o del personal lo requieren.

- Instalaciones de megafonía

Informar de la existencia del incendio y dar las instrucciones previas al plan de emergencia.

- Medidas de iluminación

- Iluminación de emergencia

Iluminación que se activa en caso de falle la iluminación general, permitiendo la evacuación del personal.

- Iluminación de señalización

Iluminación que tiene como objetivo señalizar las puertas, los pasillos y las escaleras de emergencia.

- Medidas de extinción

- Bocas de incendio

Se componen de las bocas de incendio equipadas, la red de tuberías de agua y la fuente de abastecimiento. Permiten enviar agua desde un punto fijo hasta el lugar donde se está produciendo el incendio.

- Hidratantes de incendio

Los hidratantes de incendio únicamente suministran agua a los camiones de bomberos para reponer el agua, y así extinguir los incendios. Tienen que situarse en lugares de fácil acceso.

- Extintores móviles

Los extintores son elementos portátiles destinados a la lucha contra fuegos incipientes, o principios de incendios. Se clasifican en función del agente extintor que contienen y el tipo de incendio para el cual se utilizan. Deben someterse a revisiones periódicas para asegurar que están en buenas condiciones, y una vez utilizados se tienen que reponer.

- Sistema fijos de extinción

Descargan de forma automática un agente extintor, para controlar y extinguir un incendio.

5.5. SEGURIDAD ELÉCTRICA

5.5.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

La instalación eléctrica está formada por todos los dispositivos y circuitos que producen, transforman, transmiten y distribuyen la energía eléctrica.

La instalación eléctrica tendrá que suministrar electricidad a baja tensión para garantizar la seguridad del personal de planta y de los equipos. Además las características de la instalación se tendrán que adaptar a las condiciones de trabajo de los diferentes equipos, teniendo en cuenta los riesgos presentes en la industria.

El Real Decreto 842/2002 determina las condiciones técnicas y las garantías que tiene que cumplir la instalación eléctrica. Además se tienen que cumplir los requisitos de la Ley 21/1992, que establece el reglamento de la seguridad industrial, el Real Decreto 614/2001, que determina las disposiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores, y el Real Decreto 400/1996, que establece las condiciones de los equipos eléctricos y sistemas de protección.

A parte de tener en cuenta los diferentes decretos y leyes, los equipos diseñados cumplen la normativa ATEX, y los equipos que tienen riesgo de explotar estarán conectados a tierra, para reducir la electricidad estática.

Los riesgos derivados de la electricidad son los siguientes:

- Riesgo de contacto del corriente eléctrico con humanos

Para evitar el contacto directo con la corriente eléctrica se puede adoptar las siguientes medidas.

- Alejar las partes activas de la instalación de los lugares frecuentados por el personal, dificultando el contacto manual con estas.
- Obstaculizar la zona para evitar un contacto accidental con las partes activas.
- Aislar las partes activas con materiales no conductores.

Las medidas de protección contra contactos eléctricos indirectos se dividen en:

- a) Clase A: Medidas de seguridad destinadas a eliminar el riesgo de manera que el contacto eléctrico no sea peligroso, o impidiendo el contacto entre las masas y los elementos conductores.
- b) Clase B: Medidas de seguridad que consisten en colocar un dispositivo de corte automático que desconecte la instalación cuando sea necesario.

Además se tienen que tomar las siguientes medidas de seguridad:

- Restringir el acceso a los transformadores a personal no autorizado.
 - Comprobar previamente la ausencia de corriente eléctrica antes de realizar un trabajo donde haya tensión.
 - Evitar el uso de dispositivos o equipos eléctricos en caso de precipitación o humedad.
 - Los aparatos eléctricos portátiles deben disponer de un sistema doble de aislamiento.
 - Todas las instalaciones tienen que ser revisadas periódicamente.
-
- Riesgo de explosión o incendio

La Instrucción técnica complementaria MIE-BT-026 define las zonas peligrosas en función del tipo de sustancia inflamable. Dado que en todo el proceso no se trabaja con sustancias inflamables, este riesgo es prácticamente nulo.

- Electricidad estática

La electricidad estática es un fenómeno a tener muy en cuenta si se manipulan sustancias inflamables, ya que este fenómeno puede aportar la energía de activación necesaria para que tenga lugar un incendio. Para reducir este fenómeno las principales medidas de seguridad son el uso de

botas de seguridad por parte de los operarios y la conexión de todos los equipos a tierra para evitar la acumulación de la electricidad.

5.6. PROTECCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES

Una de las obligaciones de la empresa es asegurar unas condiciones seguras de trabajo en cualquier fase del diseño de la planta y una vez esta esté en funcionamiento.

La Ley de prevención de riesgos laborales presente en el BOE promueve la seguridad y la salud de los trabajadores a partir de la aplicación de medidas preventivas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de los riesgos derivados del trabajo.

5.6.1. MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN

Las causas de posibles accidentes se identifican a partir de las siguientes técnicas analíticas:

- Inspecciones o auditorias de seguridad.
- Notificaciones y registro de seguridad.
- Análisis de estadísticas sobre accidentes.
- Investigación de los accidentes.

Las técnicas operativas tienen como objetivo eliminar el factor de riesgo o minimizar los efectos de estos:

- Técnicas integradas con el diseño de los equipos.
- Técnicas integradas en la definición de los métodos de trabajo.
- Técnicas de selección de personal.
- Formación sobre los riesgos existentes y sus medidas de prevención.
- Señalización de zonas de riesgo o peligrosas.
- Normas de seguridad.
- Equipos de protección individual (E.P.I.).

5.6.2. CONDICIONES DE TRABAJO

Las condiciones de trabajo tienen que ser óptimas, para favorecer la seguridad en la realización de cualquier actividad.

5.6.2.1. RUIDO

En el diseño de la planta, el ruido es un factor a tener en cuenta, ya que para garantizar la eficacia de los trabajadores es necesario eliminarlo o reducirlo a niveles aceptables. El ruido se puede reducir de las siguientes formas:

- Reducción del nivel de ruido en el foco de origen

Mediante la adquisición de equipos que generen poco ruido o diseñando equipos teniendo en cuenta el nivel de ruido que generan para que sea mínimo.

- Reducción del nivel de ruido ambiental

A partir del revestimiento de las paredes con materiales absorbentes o de la distribución de los equipos más ruidosos para que estén lo más alejados de la zona de trabajo.

5.6.2.2. ILUMINACIÓN Y COLOR

Otro factor a tener en cuenta para asegurar una eficacia elevada de trabajo es la iluminación, la cual es fundamental para mantener la comodidad de la visión, y reducir así gran parte de los accidentes.

En cuanto a la obtención de la luz, la primera opción debe ser la luz natural, que permite un ahorro del gasto energético. Por lo tanto el diseño de la planta tendrá que facilitar el aprovechamiento de la luz natural. La luz artificial se empleará únicamente en los casos en los cuales la luz natural sea insuficiente.

Los niveles de luz están regulados por el Real Decreto 486/97 en función de las actividades que se desarrollan en cada sector.

- Áreas o locales de uso habitual:
 - Exigencias visuales altas (oficinas): 500 lux³
 - Exigencias visuales moderadas (salas de control): 200 lux
 - Exigencias visuales bajas (plantas): 100 lux
- Vías de circulación: 50 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25lux

En cuanto al color es un factor que está relacionado con la iluminación. Los colores utilizados en la planta deberán reflejar la luz y no absorberla, para facilitar la correcta iluminación. De este modo, el suelo, las paredes y el mobiliario serán de colores claros y el techo de un color oscuro.

5.6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE PERSONAL

5.6.3.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (E.P.I.)

- Protección de la cabeza:
Casco de seguridad para prevenir de posibles golpes e impactos.
- Protección de cara y ojos:
Gafas de seguridad obligatorias en toda la planta de producción. Para tareas de soldadura se utilizarán gafas de soldadura para una mayor protección facial.
- Protección auditiva:
En caso de que el ruido sea superior a 85 decibelios será obligatorio el uso de auriculares o tapones.
- Protección de las vías respiratorias:
En las zonas en las que haya partículas en suspensión en el aire será obligatorio el uso de máscaras para evitar su inhalación.
- Protección de manos y brazos:

³ Lux : Unidad del Sistema Internacional para medir el nivel de iluminación.

El uso de guantes será necesario para manipular sustancias, instalaciones eléctricas o instalaciones de generación térmica.

- Calzado de seguridad:
En la zona de operación será obligatorio el uso de calzado de seguridad.
- Protección total del cuerpo:
Para proteger el cuerpo se hará uso de ropa de protección contra agresiones químicas o ropa de protección con caídas a cierta altura.
- Cinturones de seguridad:
En los trabajos a cierta altura será obligatorio el uso de cinturones de seguridad.

5.6.3.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR EN DIFERENTES ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.

- Para manipular productos químicos:
 - Casco de polietileno
 - Ropa de trabajo
 - Botas de seguridad
 - Máscara con filtro
 - Guantes de cuero
 - Gafas de protección
- Para realizar pruebas de presión y estanquidad:
 - Gafas de protección mecánica
 - Equipo respiratorio
- Para la colocación de tuberías y canalizaciones:
 - Casco de polietileno
 - Gafas antiproyecciones
 - Guantes de goma
 - Botas de seguridad
 - Botas de goma de media caña
 - Ropa impermeable

- Ropa de trabajo
- Armilla reflectante
- Para realizar el montaje:
 - Casco de seguridad
 - Cinturón de seguridad para evitar caídas
 - Botas de seguridad
 - Guantes de cuero
 - Ropa impermeable
 - Delantal de cuero
- Para la realización de instalaciones eléctricas y de iluminación:
 - Casco de seguridad
 - Gafas antiproyecciones
 - Cinturón de seguridad para evitar caídas
 - Guantes de cuero
 - Guantes de goma o PVC
 - Guantes aislantes para alta tensión
 - Guantes aislantes para baja tensión
 - Botas de seguridad
 - Ropa impermeable
 - Botas protectoras contra riesgos eléctricos

5.7. ENVASADO Y ETIQUETADO

Los envases que contengan sustancias químicas deberán incorporar una etiqueta, en la cual se especificará toda la información necesaria sobre la sustancia que contenga, para facilitar así la manipulación de dicha sustancia por parte de los operarios.

La información mínima que debe aparecer en la etiqueta y al menos en la lengua oficial del Estado, es la siguiente:

- Nombre de la sustancia o compuesto químico que contenga.
- Cantidad nominal.
- Nombre, dirección y teléfono del responsable de la comercialización de la sustancia o compuesto.
- Pictogramas que indiquen los principales peligros y riesgos.
- Frases R que indiquen la naturaleza de los riesgos asociados a la sustancia o al compuesto.
- Frases S que indiquen consejos de prudencia asociados a la sustancia o al compuesto.
- Número de CE, en el caso de que la sustancia o el compuesto tenga uno asociado.
- Información adicional.

Las frases R y S aparecen en los anexos III y IV del Real Decreto 363/1995. Estas frases pueden aparecer como Frases R o S simples o como combinaciones de ellas.

El envase estará correctamente etiquetado siempre que cumpla con las siguientes indicaciones:

- La etiqueta deberá estar bien fijada sobre uno o varias caras del envase, pudiéndose leer horizontalmente.
- El tamaño de la etiqueta dependerá del volumen del envase:

Tabla 5.6. Tamaño mínimo de la etiqueta en función del volumen del envase.

Volumen del envase (L)	Tamaño mínimo (mm)
Menos de 3	52 x 74
Entre 3 y 50	74 x 105
Entre 50 y 500	105 x 148
Más de 500	148 x 210

- Cada pictograma tiene que ocupar, como mínimo, la décima parte de la superficie de la etiqueta, y su tamaño mínimo será de 1 cm².
- Los pictogramas que aparezcan en las etiquetas tendrán que destacar, por ello los pictogramas se imprimirán en color negro sobre un fondo naranja. A continuación se presenta los diferentes pictogramas.

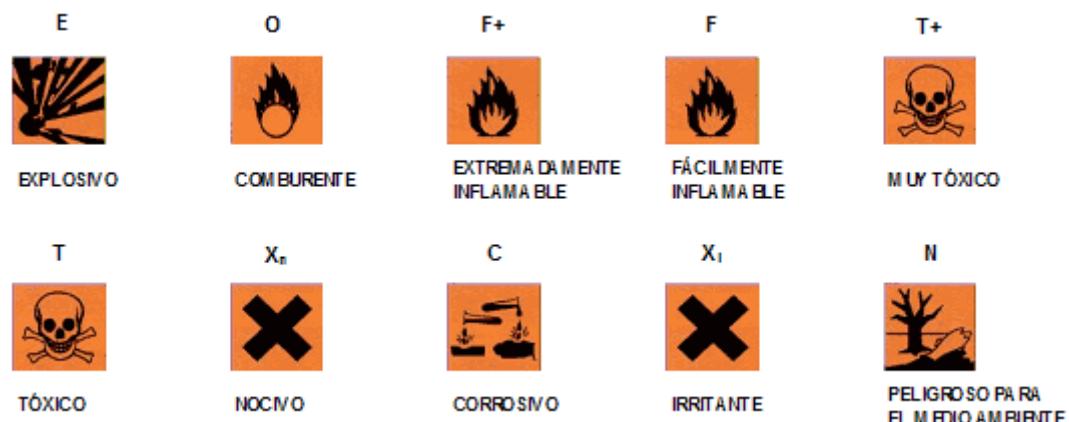


Figura 5.8. Pictogramas de sustancias peligrosas.

5.7.1. ENVASADO ESPECÍFICO PARA EL R-13

Los gases refrigerantes se envasan en cilindros de colores en función del código de colores ARI (American Refrigeration Institute), que utiliza el lenguaje PMS (Pantone® Matching System), que consiste en un lenguaje internacional de impresión que se utiliza para los colores. Además el ARI asigna los colores con el Standard 34 de ASHRAE siguiendo la clasificación siguiente:

- Clase I

Refrigerantes líquidos. Refrigerantes con un punto de ebullición superior a 20° C. La presentación de estos gases se efectúa normalmente en su tambor. Dentro de esta clase se encuentra el R-11, R-113 o el R-123.

- Clase II

Refrigerantes de “Baja Presión”. Los envases que contienen esta clase de refrigerantes pueden soportar una presión interior máxima de hasta 34,5 bar. En la clase II se encuentran el R-12, R-134 o el R-22.

- Clase III

Refrigerantes de “Alta Presión”. Los cilindros que contienen esta clase de refrigerantes tienen una presión mínima de trabajo de al menos 34,5 bar.

En la clase III se encuentra el R-13, R-23 o el R-503.

- Clase IV

Refrigerantes inflamables. Refrigerantes zeotropos o azeotropos que tienen la clasificación 2 o 3 de inflamabilidad otorgada por ASHRAE en el Standard 34. El R-114B o el R-411^a se encuentra en esta clase.

Los cilindros que almacenan refrigerantes son cilindros que trabajarán a presión elevada, por lo tanto, para evitar que la presión interior aumente y el cilindro explote, estarán equipados con una válvula de seguridad o un disco de ruptura para aliviar la presión interior y evitar un accidente.

El código de colores ARI utilizado para identificar a los diferentes refrigerante se presenta en la siguiente figura.

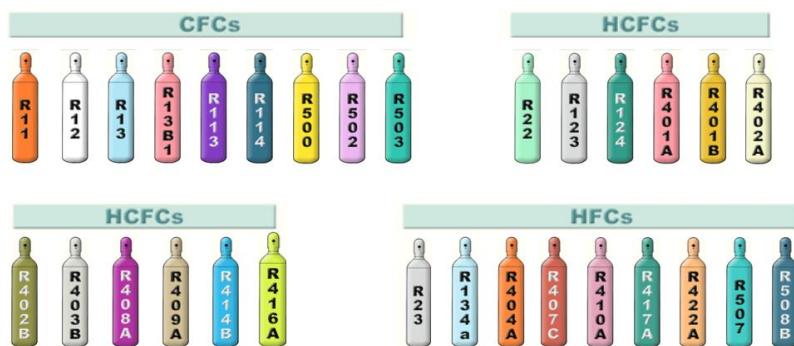


Figura 5.9. Código de colores ARI para recipientes de refrigerantes.

5.8. FICHAS DE SEGURIDAD

Las fichas de seguridad permiten conocer las características de las sustancias o de los compuestos químico que se manipulan a lo largo de proceso. Tienen como objetivo informar al personal sobre las medidas de seguridad que se tienen que seguir para la correcta manipulación de cada sustancia o compuesto.

La entidad que comercialice con una sustancia o compuesto químico peligroso tiene la obligación de facilitar la ficha de seguridad al personal que reciba dicha sustancia.

Las fichas seguridad tienen que estar redactadas mínimamente en la lengua oficial del Estado, y contener la información siguiente:

1. Identificación de la sustancia o preparado y la empresa que lo comercializa.
2. Composición e información de los compuestos.
3. Identificación de los peligros.
4. Primeros auxilios.
5. Medidas contra incendios.
6. Medidas de emergencia en caso de fuga accidental.
7. Manipulación y almacenaje.
8. Controles de exposición y protección personal.
9. Propiedades físicas y químicas.
10. Estabilidad y reactividad.
11. Información toxicológica.
12. Información ecológica.
13. Consideraciones sobre la eliminación.
14. Información sobre el transporte.
15. Información reglamentaria.
16. Otras informaciones.

Las fichas de seguridad de las sustancias que se manipulan en el proceso se presentan a continuación:

- Tetracloruro de carbono

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Versión 5.2 Fecha de revisión 13.05.2014

Fecha de impresión 26.02.2015

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa**1.1 Identificadores del producto**

Nombre del producto : Tetracloruro de carbono

Referencia : 289116
Marca : Sigma-Aldrich
No. Índice : 602-008-00-5
REACH No. : Un número de registro no está disponible para esta sustancia, ya que la sustancia o sus usos están exentos del registro, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior
No. CAS : 56-23-5

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich Quimica, S.L.
Ronda de Poniente, 3
Aptdo.Correos 278
E-28760 TRES CANTOS -MADRID

Teléfono : +34 91 6619977
Fax : +34 91 6619642
E-mail de contacto : eurtechserv@sial.com

1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : 704100087

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros**2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla****Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008**

Toxicidad aguda, Oral (Categoría 3), H301
Toxicidad aguda, Inhalación (Categoría 3), H331
Toxicidad aguda, Cutáneo (Categoría 3), H311
Sensibilización cutánea (Sub-categoría 1B), H317
Carcinogenicidad (Categoría 2), H351
Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas (Categoría 1), H372
Toxicidad acuática crónica (Categoría 3), H412
Peligrosos para la capa de ozono (Categoría 1), H420

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

Clasificación de acuerdo con las Directivas de la UE 67/548/CEE ó 1999/45/CE

		R40
T	Tóxico	R23/24/25, R48/23
N	Peligroso para el medio ambiente	R59
		R52/53

El texto completo de las frases R mencionadas en esta Sección, se indica en la Sección 16.

2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma



Palabra de advertencia Peligro

Indicación(es) de peligro

H301 + H311 + H331

Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación

H317

Puede provocar una reacción alérgica en la piel.

H351

Se sospecha que provoca cáncer.

H372

Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

H412

Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

H420

Causa daños a la salud pública y el medio ambiente al destruir el ozono en la atmósfera superior

Declaración(es) de prudencia

P261

Evitar respirar los vapores.

P273

Evitar su liberación al medio ambiente.

P280

Llevar guantes de protección/ prendas de protección.

P301 + P310

EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico.

P311

Llamar a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico.

Declaración Suplementaria del ninguno(a)

Peligro

2.3 Otros Peligros

Rápida absorción a través de la piel.

SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

3.1 Sustancias

Sinónimos : Tetrachloromethane

Formula : CCl₄ CCl₄

Peso molecular : 153,82 g/mol

No. CAS : 56-23-5

No. CE : 200-262-8

No. Indice : 602-008-00-5

Ingredientes peligrosos de acuerdo con el Reglamento (CE) Nº 1272/2008

Componente	Clasificación	Concentración
Tetrachloromethane		
No. CAS	56-23-5	
No. CE	200-262-8	
No. Indice	602-008-00-5	
	Acute Tox. 3; Skin Sens. 1B; Carc. 2; STOT RE 1; Aquatic Chronic 3; Ozone 1; H301 + H311 + H331, H317, H351, H372, H412, H420	<= 100 %

Ingrediente peligroso según la Directiva 1999/45/CE

Componente	Clasificación	Concentración
Tetrachloromethane		
No. CAS	56-23-5	
No. CE	200-262-8	
No. Indice	602-008-00-5	
	T, N, Carc.Cat.3, R23/24/25 - R40 - R48/23 - R59 - R52/53	<= 100 %

Para el texto completo de las frases de Riesgo y Seguridad mencionadas en esta Sección, ver la Sección 16

SECCIÓN 4: Primeros auxilios

4.1 Descripción de los primeros auxilios

Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Llevar al afectado en seguida a un hospital. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Los síntomas y efectos más importantes conocidos se describen en la etiqueta (ver sección 2.2) y / o en la sección 11

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

sin datos disponibles

SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios

5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Óxidos de carbono, Gas cloruro de hidrógeno

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

5.4 Otros datos

sin datos disponibles

SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Usar protección respiratoria. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Evacuar el personal a zonas seguras. Equipo de protección individual, ver sección 8.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Empapar con material absorbente inerte y eliminar como un desecho especial. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

6.4 Referencia a otras secciones

Para eliminación de desechos ver sección 13.

SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento

7.1 Precauciones para una manipulación segura

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina.

Ver precauciones en la sección 2.2

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

7.3 Usos específicos finales

Aparte de los usos mencionados en la sección 1.2 no se estipulan otros usos específicos

SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual

8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

Componente	No. CAS	Valor	Parámetros de control	Base
Tetrachloromethane	56-23-5	VLA-ED	5 ppm 32 mg/m ³	Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos - Tabla 1: Límites Ambientales de exposición profesional
	Observaciones		Esta sustancia tiene establecidas restricciones a la producción, importación, exportación, puesta en el mercado, uso, recuperación, reciclado, regeneración y eliminación en los términos especificados en el 'Reglamento (CE) Nº 2037/2000 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono', de 29 de junio de 2000, (DOUE L 244 de 29 de septiembre de 2000). Vía dérmica	
		VLA-EC	10 ppm 64 mg/m ³	Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos - Tabla 1: Límites Ambientales de exposición profesional
			Esta sustancia tiene establecidas restricciones a la producción, importación, exportación, puesta en el mercado, uso, recuperación, reciclado, regeneración y eliminación en los términos especificados en el 'Reglamento (CE) Nº 2037/2000 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono', de 29 de junio de 2000, (DOUE L 244 de 29 de septiembre de 2000). Vía dérmica	

8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Evitar el contacto con la piel, ojos y ropa. Lávense las manos antes de los descansos e inmediatamente después de manipular la sustancia.

Protección personal

Protección de los ojos/ la cara

Caretas de protección y gafas de seguridad. Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Sumersión

Material: Cauciú fluorado
espesura mínima de capa: 0,7 mm
Tiempo de perforación: 480 min

Material probado: Vitoject® (KCL 890 / Aldrich Z677698, Talla M)

Salpicaduras

Material: Cauciú nitrilo
espesura mínima de capa: 0,4 mm
Tiempo de perforación: 240 min
Material probado: Camatril® (KCL 730 / Aldrich Z677442, Talla M)

Origen de datos: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Teléfono +49 (0)6659 87300, e-mail sales@kcl.de, Método de prueba: EN374

Si es utilizado en solución, o mezclado con otras sustancias, y bajo condiciones diferentes de la EN 374, pornerse en contacto con el proveedor de los guantes aprobados CE. Esta recomendación es meramente aconsejable y deberá ser evaluada por un responsable de seguridad e higiene industrial familiarizado con la situación específica de uso previsto por nuestros clientes. No debe interpretarse como una aprobación de oferta para cualquier escenario de uso específico.

Protección Corporal

Traje de protección completo contra productos químicos, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

Protección respiratoria

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores de aire son apropiados, usar un respirador que cubra toda la cara con combinación multi-propósito (EEUU) o tipo ABEK (EN 14387) respiradores de cartucho de respuesto para controles de ingeniería. Si el respirador es la única protección, usar un respirador suministrado que cubra toda la cara. Usar respiradores y componentes probados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE).

Control de exposición ambiental

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

- | | |
|--|--|
| a) Aspecto | Forma: líquido |
| b) Olor | dulce |
| c) Umbral olfativo | sin datos disponibles |
| d) pH | sin datos disponibles |
| e) Punto de fusión/ punto de congelación | Punto/intervalo de fusión: -23 °C - lit. |
| f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición | 76 - 77 °C - lit. |
| g) Punto de inflamación | no se inflama |
| h) Tasa de evaporación | sin datos disponibles |
| i) Inflamabilidad (sólido, gas) | sin datos disponibles |
| j) Inflamabilidad | sin datos disponibles |

	superior/inferior o límites explosivos
k) Presión de vapor	45 hPa a 0,3 °C 120 hPa a 19,8 °C 14.549 hPa a 24 °C
l) Densidad de vapor	sin datos disponibles
m) Densidad relativa	1,594 g/cm ³ a 25 °C
n) Solubilidad en agua	0,8461 g/l a 20 °C
o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua	log Pow: 2,83 a 25 °C
p) Temperatura de auto-inflamación	sin datos disponibles
q) Temperatura de descomposición	sin datos disponibles
r) Viscosidad	sin datos disponibles
s) Propiedades explosivas	sin datos disponibles
t) Propiedades comburentes	sin datos disponibles

9.2 Otra información de seguridad

Tensión superficial	26,7 mN/m a 20 °C 19,5 mN/m a 80 °C
---------------------	--

SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad

10.1 Reactividad

sin datos disponibles

10.2 Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

sin datos disponibles

10.4 Condiciones que deben evitarse

sin datos disponibles

10.5 Materiales incompatibles

Agentes oxidantes fuertes

10.6 Productos de descomposición peligrosos

Otros productos de descomposición peligrosos - sin datos disponibles

En caso de incendio: véase sección 5

SECCIÓN 11: Información toxicológica

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

DL50 Oral - rata - 2.350 mg/kg

CL50 Inhalación - rata - 4 h - 8000 ppm

DL50 Cutáneo - conejo - > 20.000 mg/kg

Corrosión o irritación cutánea

Piel - conejo

Resultado: Ligera irritación de la piel - 24 h

(Prueba de Draize)

Lesiones o irritación ocular graves

Ojos - conejo

Resultado: Ligera irritación en los ojos - 24 h
(Prueba de Draize)**Sensibilización respiratoria o cutánea**

- ratón

Resultado: El producto es un sensibilizador de la piel, sub-categoría 1B.
(Directriz de Prueba de la OECD No. 429)**Mutagenicidad en células germinales**

sin datos disponibles

Carcinogenicidad

Este producto es o contiene un componente probablemente cancerígeno en humanos, según determinado basado en su clasificación por IARC (International Agency for Research on Cancer; Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer), OSHA (Occupational Safety and Health Agency; Agencia de Seguridad e Higiene del Trabajo) de los Estados Unidos, ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists; Conferencia de Higienistas Industriales Gubernamentales de los Estados Unidos), NTP (National Toxicology Program; Programa Nacional de Toxicología) de los Estados Unidos y EPA (Environmental Protection Agency; Agencia para la Protección del Medio Ambiente) de los Estados Unidos. Evidencia limitada de carcinogenicidad en estudios con animales

IARC: 2B - Grupo 2B: Posiblemente cancerígeno para los humanos (Tetrachloromethane)

Toxicidad para la reproducción

sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas

Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

Peligro de aspiración

sin datos disponibles

Información Adicional

RTECS: FG4900000

Vómitos, Diarrea, Dolor abdominal, Náusea, Vértigo, Dolor de cabeza, Lesiones oculares, Puede causar daño al hígado., Puede causar daño al riñón., La exposición al alcohol, o su consumo, puede incrementar los efectos tóxicos., El contacto con la piel puede provocar:, Dolor, Eritema, hiperemia

SECCIÓN 12: Información ecológica**12.1 Toxicidad**

Toxicidad para los peces mortalidad CL50 - Danio rerio (pez zebra) - 24,3 mg/l - 96 h

Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos Imobilización CE50 - Daphnia magna (Pulga de mar grande) - 35 mg/l - 48 h (OECD TG 202)

Toxicidad para las algas Inhibición del crecimiento CE50 - Algae - 20 mg/l - 72 h (OECD TG 201)

12.2 Persistencia y degradabilidad

sin datos disponibles

12.3 Potencial de bioacumulaciónBioacumulación Lepomis macrochirus - 21 d
- 52,3 µg/l

H311	Tóxico en contacto con la piel.
H317	Puede provocar una reacción alérgica en la piel.
H331	Tóxico en caso de inhalación.
H351	Se sospecha que provoca cáncer.
H372	Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

El texto completo de las frases-R referidas en los puntos 2 y 3

N	Peligroso para el medio ambiente
T	Tóxico
R23/24/25	Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R40	Posibles efectos cancerígenos.
R48/23	Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
R52/53	Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R59	Peligroso para la capa de ozono.

Otros datos

Copyright 2014 Sigma-Aldrich Co. LLC. Se autoriza la reproducción en número ilimitado de copias para uso exclusivamente interno.

La información indicada arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente como orientación. La información contenida en este documento está basada en el presente estado de nuestro conocimiento y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No representa ninguna garantía de las propiedades del producto. La Corporación Sigma-Aldrich y sus Compañías Afiliadas, no responderán por ningún daño resultante de la manipulación o contacto con el producto indicado arriba. Diríjase a www.sigma-aldrich.com y/o a los términos y condiciones de venta en el reverso de la factura o de la nota de entrega.

- Ácido fluorhídrico

SIGMA-ALDRICH

sigma-aldrich.com

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006
Versión 5.3 Fecha de revisión 09.12.2014
Fecha de impresión 26.02.2015

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : Ácido fluoruro
 Referencia : 339261
 Marca : Sigma-Aldrich
 REACH No. : Un número de registro no está disponible para esta sustancia, ya que la sustancia o sus usos están exentos del registro, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior
 No. CAS : 7664-39-3

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich Quimica, S.L.
 Ronda de Poniente, 3
 Aptdo.Correos 278
 E-28760 TRES CANTOS -MADRID
 Teléfono : +34 91 6619977
 Fax : +34 91 6619642
 E-mail de contacto : eurtechserv@sial.com

1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : 704100087

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Toxicidad aguda, Oral (Categoría 2), H300
 Toxicidad aguda, Inhalación (Categoría 2), H330
 Toxicidad aguda, Cutáneo (Categoría 1), H310
 Corrosión cutáneas (Categoría 1A), H314

Para el texto integral de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

Clasificación de acuerdo con las Directivas de la UE 67/548/CEE ó 1999/45/CE

T+	Muy tóxico	R26/27/28
C	Corrosivo	R35

El texto completo de las frases R mencionadas en esta Sección, se indica en la Sección 16.

2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma



Palabra de advertencia : Peligro

Indicación(es) de peligro

H300 + H310 + H330

H314

Mortal en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación

Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Sigma-Aldrich - 339261

Página 1 de 9