

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

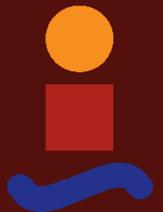
Análisis Cuantitativo de Riesgos en el ámbito de la
Protección Civil: aplicación a una instalación de
almacenamiento de productos químicos

Autor: José Ramón Domínguez Barbadillo

Tutor: Dr. Jesús Portillo García-Pintos

Dep. Organización Industrial y Gestión de Empresas II
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2014





ÍNDICE

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	6
1.1. Objetivos	6
1.2. Metodología de trabajo	7
CAPÍTULO 2. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS CUANTITATIVOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS	8
2.0 Introducción	8
2.1 Criterios para exigir un análisis cuantitativo de riesgos (ACR)	8
2.2 Descripción de la metodología.....	9
2.2.1 Descripción de la instalación	9
2.3 Identificación del riesgo.....	9
2.4 Determinación de causas y consecuencias.....	10
2.4.1 Obtención directa de frecuencias:.....	10
2.4.2 Determinación de frecuencia de sucesos complejos: <i>Árbol de fallos.</i>	11
2.4.3 Árbol de sucesos	17
2.4.4 Métodos para la determinación del fallo común	20
2.5 Análisis de las consecuencias.....	22
2.6 Determinación del riesgo.....	23
2.7 Método Probit para accidentes mayores	24
2.7.1 Introducción.....	24
2.7.2 Método Probit	27
2.7.2.1 Método «Probit» de vulnerabilidad a la inhalación de sustancias tóxicas	28
2.7.2.2 Método «Probit» de vulnerabilidad a radiaciones térmicas.....	31
2.7.2.3 Método Probit de vulnerabilidad a explosiones	33



CAPÍTULO 3. TRATAMIENTO DEL RIESGO MEDIOAMBIENTAL. BASES LEGISLATIVAS (RD1254/99)	36
3.0 Introducción	36
3.1 Definición del sistema de riesgo	37
3.2 Fuentes de riesgo.....	38
3.2.1 Sustancias químicas	38
3.2.1.1 Sustancias peligrosas para el medio ambiente	39
3.2.2 Identificación del riesgo relacionado con las sustancias.....	40
3.2.2.1 Peligrosidad	40
3.2.2.2 Cantidad involucrada.....	41
3.2.2.3 Comportamiento medioambiental de las sustancias químicas	42
3.2.2.4 Mezclas químicas y transformaciones primarias	42
3.2.3 Información de las sustancias químicas en el ámbito de un análisis de riesgos	44
3.3 Sistemas de control primario	45
3.4 Sistemas de transporte	47
3.5 Receptores vulnerables	48
3.5.1 Vulnerabilidad/calidad del medio afectado	48
3.5.2 Factores condicionantes.....	48
3.6 Metodología para el análisis del riesgo mediambiental.	
Determinación del índice global de consecuencias	49
3.6.1 Fuentes de riesgo.....	50
3.6.1.1 Propiedades de las sustancias y mezclas	50
3.6.1.2 Cantidad de sustancia/mezcla implicada	54
3.6.1.3 Puntuación del componente fuentes de riesgo	54
3.6.2 Sistemas de control primario.....	54
3.6.3 Sistemas de transporte	55
3.6.4 Receptores vulnerables	56
3.6.4.1 Factores condicionantes.....	59
3.6.4.2 Categorías de protección de especies.....	60
3.6.4.3 Patrimonio histórico artístico	61
3.6.4.4 Reversibilidad del daño/recuperación	62
3.6.4.5 Impacto socioeconómico asociado a la alteración de los recursos naturales.....	62



3.7 Estimación del valor o índice de riesgo medioambiental para un establecimiento afectado por el real decreto 1254/1999.....	64
3.7.1 Índice global de consecuencias medioambientales	65
3.7.2 Probabilidad/frecuencia asociada a escenarios accidentales	66
3.8 Evaluación y tolerabilidad del riesgo ambiental.....	67
<i>CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN DE UN CASO CONCRETO: PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE TÉRMICO.....</i>	70
4.0 Introducción	70
4.1 Descripción de la instalación.....	74
4.2 Identificación del riesgo.....	75
4.2.1 Propiedades de Dowterm A-Nº CAS 101-84.....	76
4.2.1.1 Peligros	76
4.2.1.2 Acciones.....	76
4.2.2 Medidas en caso de vertido.....	78
4.2.3 Controles de la exposición	78
4.2.4 Información toxicológica	78
4.2.5 Propiedades físicas y químicas	79
4.2.6 Estabilidad y reactividad.....	80
4.2.7. Información reglamentaria.....	80
4.3 Árboles de fallo	80
4.3.1. Rotura de manguera en descarga de camiones cisterna	81
4.3.2. Rotura de manguera en descarga desde buque	85
4.3.3 Sobrellenado de un depósito por programación errónea de una cantidad a descargar superior a su volumen libre útil	90
4.3.4. Rotura de líneas de distribución.....	95
4.3.5. Rotura de depósito	98
4.4 Determinación del IGCM.....	101
4.5 Conclusiones caso práctico	109
4.6 Instalación según RD 1254/1999.....	109
<i>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES</i>	115



Anexo 1: Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.. 116

Anexo 2: Referencias 160



CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

1.1. Objetivos

El objetivo del presente proyecto es presentar los principales métodos de análisis cuantitativos de riesgos utilizados en el ámbito de la Protección Civil y proceder a la aplicación práctica de los más adecuados al caso concreto de la evaluación del riesgo de una instalación de almacenamiento de productos químicos, conforme a lo recogido en el *Real Decreto 1254/1999*, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

Dicho RD exige a toda industria (que posea una serie características contempladas en su interior) que manipule, almacene o transporte *sustancias peligrosas* una serie de medidas, como son:

- Clasificar situaciones y sistemas susceptibles a causar daño a las personas y al medioambiente. Así como prevenir su ocurrencia.
- Informar a las autoridades competentes.
- Elaborar planes de actuación y emergencia en caso de accidente

Para estimar cómo afecta un hipotético accidente al medio ambiente se calcula el índice o valor de riesgo medioambiental, que mediante una escala de 1-100 nos indica cuánto daño hace un determinado accidente a un determinado entorno. Para ello, previamente se suele realizar un análisis cuantitativo de riesgos (ACR), mediante el cual podemos calcular a partir de una probabilidad de un suceso inicial y tras tener en cuenta las distintas medidas de seguridad de la instalación, cuál es la frecuencia de ocurrencia de un suceso final que afecta al entorno.

En estas condiciones, en el *Capítulo 4* se procede a evaluar el caso práctico objeto de estudio. Dicho caso consiste en realizarle a una instalación de almacenamiento de aceite térmico un ACR, donde se ha elegido la técnica del *árbol de sucesos*, ya que esta técnica es necesaria para elaborar el *Valor o Índice de Riesgo Medioambiental*, que se calculará a posteriori. Mediante este índice podemos hacernos una idea de cómo afecta la instalación estudiada a su entorno. Así mismo, al final del capítulo se muestra cómo la instalación debe notificar el riesgo y los planes de emergencia a seguir, según el del *Real Decreto 1254/1999*.



En los *Capítulos 2 y 3* se expone la metodología para llevar a cabo un ACR (*Capítulo 2*) así como la obtención del valor o índice de riesgo medioambiental (*Capítulo 3*). Ambas metodologías son las usadas en el caso práctico citado en el párrafo anterior. En el *Capítulo 2*, también se muestra cómo calcular el daño a personas por contacto, radiación o explosión de sustancias peligrosas mediante el método de las ecuaciones <<probit>>.

Finalmente se exponen las conclusiones del proyecto en el *Capítulo 5*.

1.2. Metodología de trabajo

Para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos marcados, el trabajo realizado puede dividirse en varias fases:

- Documentación, en la cual el autor del presente proyecto ha estudiado diversos libros y recursos de información, fundamentalmente internet, debidamente referenciados en el apartado de bibliografía, acerca de los diversos métodos de análisis de riesgo, así como el funcionamiento de plantas termosolares con intercambio mediante aceites térmicos y la normativa al respecto (*Real Decreto 1254/1999*).
- Desarrollo de los cálculos probabilísticos necesarios, así como evaluación del riesgo ambiental para el caso práctico de central de almacenamiento térmico.
- Redacción de la memoria.

Para la realización del presente proyecto académico, el autor ha obtenido la colaboración del tutor del mismo. Los estudios llevados a cabo en el presente documento se han intentado ajustar lo máximo posible a lo que supone un proyecto de carácter académico, intentado siempre cumplir con los objetivos que éste persigue.



CAPÍTULO 2. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS CUANTITATIVOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

2.0 Introducción

El objetivo de un ACR es cuantificar el riesgo de una instalación, en base a la determinación de sus frecuencias y consecuencias de los accidentes que pueden ocurrir en la misma.

Por otro lado el estudio del sistema ayuda a elegir qué aspectos del mismo mejorar.

En este apartado se describe la metodología a la hora de aplicar un ACR, haciendo especial énfasis en las técnicas de determinación de frecuencia como lo son el *árbol de fallos* y *árbol de sucesos*, este último se aplicará a un caso práctico en el siguiente apartado.

2.1 Criterios para exigir un análisis cuantitativo de riesgos (ACR)

Los criterios para llevar a cabo un estudio son:

- Vulnerabilidad del entorno, distinguiéndose zonas poco vulnerables, vulnerables y muy vulnerables.
- Alcance del nivel umbral de letalidad del 1%. Se define como la distancia a la que un accidente provoca la muerte del 1% de la población existente.

Ambos factores están tabulados según normativa vigente y para su estudio se contemplan las condiciones más adversas, así como los accidentes mas graves.



2.2 Descripción de la metodología

El estudio estará estructurado preferentemente en los siguientes apartados:

- Breve descripción de la instalación.
- Identificación del riesgo (apartado 2.3).
- Determinación de causas y frecuencias de los accidentes (apartado 2.4)
- Análisis de las consecuencias (apartado 2.5).
- Determinación del riesgo (apartado 2.6)
- Mejoras a la instalación y reducción del riesgo.
- Conclusiones.

Desde el punto de vista técnico se incluirán anexos con referencias, documentos y cálculos necesarios para evaluar las afirmaciones que en él consten.

2.2.1 Descripción de la instalación

Se recogerá información del sistema y se expondrá en un breve resumen. Por otro lado, se deben definir claramente los límites de estudio.

- Razones por el cual se procede al ACR.
- Áreas objeto de estudio, en el caso del ACR debe contemplar todas las áreas, con un grado de detalle ajustado a su contribución al riesgo.
- Fases operativas que se considerarán. Si se descartara alguna debe justificarse.
- Hipótesis o criterios generales aplicados al estudio.

2.3 Identificación del riesgo

Esta fase constará de los siguientes elementos:

- Selección de los métodos.
- Aplicación de dichos métodos.
- Análisis de los resultados.
- Formulación de sucesos iniciadores.



- Estudio de las posibles causas, métodos de prevención y mitigación.
- Estudio de su evolución. Definición de accidentes.

Para determinar los sucesos iniciadores se han de tener en cuenta los siguientes tipos de accidente:

- Internos (fallo de servicio, fallo de equipos, etc.)
- Externos (sísmos, inundaciones, accidentes en plantas vecinas, etc.)
- Efectos sinérgicos y dominó.

Para un ACR es necesario dar prioridad a los sucesos iniciales con mayor probabilidad así como a los que tienen consecuencias más graves.

La evolución de los sucesos iniciales se refleja con los árboles de sucesos, habiendo tantos como sucesos iniciales. En dichos árboles comprobamos fácilmente la evolución del accidente según el éxito o fracaso de las medidas de seguridad existentes para cada suceso inicial.

2.4 Determinación de causas y consecuencias

Para la determinación de frecuencias tenemos varios métodos:

2.4.1 Obtención directa de frecuencias:

- Consulta de banco de datos
- Datos proporcionados por los fabricantes de los equipos
- Estadísticas elaboradas por el personal de la propia instalación.
- Datos correspondientes a análisis históricos.



2.4.2 Determinación de frecuencia de sucesos complejos: *Árbol de fallos.*

-Descripción:

El árbol de fallos es una técnica deductiva basada en las leyes del Álgebra de Boole que permite determinar la expresión de sucesos complejos. Consiste en descomponer sistemáticamente un suceso complejo llamado "TOP" en sucesos intermedios hasta llegar a sucesos básicos de los que se puede obtener la probabilidad de ocurrencia.

En el proceso de descomposición del árbol se recurre a una serie de puertas lógicas como AND (para la ocurrencia de la salida lógica S, es necesaria la ocurrencia de todas las entradas E_i) u OR (para la ocurrencia de la salida lógica S, es necesaria la ocurrencia de alguna de las entradas E_i).

-Método:

CONSTRUCCIÓN DEL ÁRBOL:

En primer lugar se identifica el suceso no deseado o TOP. Tras ello, se establecen todas las causas que contribuyen a su ocurrencia, definiendo los sucesos intermedios unidos a través de puertas lógicas hasta llegar a los sucesos básicos.

CUANTIFICACIÓN DEL ÁRBOL DE FALLOS

Se reduce la lógica del árbol hasta obtener las combinaciones mínimas de sucesos primarios cuya ocurrencia simultánea garantiza la ocurrencia del propio TOP. A dichas combinaciones se les nombra como conjunto mínimo de fallo. Los sucesos básicos se consideran mutuamente independientes, por lo



que la probabilidad del conjunto viene dada por el producto de las probabilidades individuales de dichos sucesos que lo componen.

A su vez, el suceso TOP viene dado por la unión lógica de todos los N conjuntos mínimos de fallos que lo componen y su probabilidad:

$$P(TOP) = \prod_{i=1}^N C_i - \prod_{i=1}^{N-1} \prod_{j=i+1}^N C_i * C_j + \prod_{i=1}^{N-2} \prod_{j=i+1}^{N-1} \prod_{k=i+2}^N C_i * C_j * C_k + \dots + (-1)^{N-1} * C_i * C_j * \dots * C_N$$

Donde C_i designa la probabilidad de un conjunto mínimo de fallos:

$$C_i = \prod_{s=1}^P a_s$$

Siendo a_s la probabilidad del s-ésimo suceso básico del conjunto mínimo de P sucesos (o de orden P).

Se suele simplificar la expresión truncándola en su primer término ya que da resultados aceptables con un error despreciable. Para acotar mejor los resultados se suelen emplear otros métodos descritos a continuación.

Análisis de incertidumbre:

Las tasas de fallos de los componentes que aparecen en un árbol deben ser extraídas de bancos de datos de fiabilidad. Hay tres tipos de datos



- Los de origen nuclear que recogen la experiencia en distintas plantas del mundo.
- Bancos semibiográficos que incluyen datos de distintos orígenes
- Bancos de datos específicos (OREDA para petroleras por ejemplo)

Estos bancos estudian el comportamiento de un cierto número de equipos a lo largo del tiempo. Posteriormente son tratados estadísticamente para ofrecer un valor representativo. En ocasiones no solo muestran el valor medio si no también un intervalo en torno al cual oscila. Esta dispersión se debe a que en la población se incluyen componentes que:

- Trabajan en condiciones diferentes (atmosféricas, entorno, etc.) o con productos distintos.
- Son de características constructivas no directamente comparables.
- Tienen políticas de mantenimiento no semejantes.

Habitualmente, la dispersión se ajusta a través de una ley logarítmica normal caracterizada por: valor medio (m) (que tiene acumulado un 50% de probabilidad) y un factor error (f). Dicho factor delimita un intervalo de variación para la probabilidad del fallo del componente definido como:

[min,max]

Donde: $\min = m/f$ y $\max = m \cdot f$

La tasa de fallos se encontrará en el intervalo el 90% de los casos.

Cuando se da una falta de datos se suele medir la dispersión del suceso TOP en función de la dispersión de los sucesos básicos. A este método se le llama *Análisis de Incertidumbre*.

Si se conoce la distribución de los n componentes básicos del árbol, se suele recurrir al método Montecarlo, que consiste en:

- Para cada componente se simula una tasa de fallo aleatoriamente. Para ello se genera un número aleatorio entre 0 y 1. Si se conoce la ley de distribución, se determina la tasa de fallos correspondiente.



- Con los n valores de tasas de fallos generadas se evalúa el árbol de fallos.
- Se repiten N veces la operación con un nuevo conjunto de n-valores en cada caso

Al final se obtienen N valores posibles del suceso TOP que pueden ser tratados estadísticamente para calcular:

- Valor medio.
- Intervalo de variación.

El proceso descrito tiene que ser llevado a cabo mediante ordenador.

Análisis de importancia

Con las medidas de importancia se pueden clasificar los conjuntos mínimos de fallos o sucesos básicos, para así poder determinar cuáles son críticos para la instalación. Según las fuentes pueden variar nominaciones o incluso expresiones, pero al ser valores relativos las conclusiones extraídas no se alteran.

-Medida de la importancia RAW: Se define como el cociente entre la suma de probabilidades de conjuntos mínimos donde aparece el componente, asumiendo para este una probabilidad de fallo de 1 (falla seguro), y la probabilidad del suceso TOP. Este factor mide la degradación que sufre el sistema en caso de fallo del componente estudiado. La expresión matemática del factor RAW respecto al componente C sería:

$$RAW = \frac{\sum_{i=1}^N p(C_i)}{\sum_{i=1}^N p(C_i)}$$

Donde:

- C es el componente respecto al cual se calcula la medida de la importancia.
- C_i es uno de los N conjuntos mínimos de fallo del sistema.



- $p(C_i)$ es la probabilidad de C_i .

- $C \in C_i$ representa que el componente C es uno de los componentes del conjunto C_i .

- $p(C)=1$ indica que el componente C adopta una tasa de fallos igual a 1.

-*Medida de la importancia RRW*: Se define como el cociente entre la probabilidad total del suceso TOP y la suma de las probabilidades de todos los conjuntos mínimos, asumiendo para cada componente una tasa de fallos nula (componente perfecto). Este factor permite determinar qué componentes se tienen que modificar para reducir considerablemente el riesgo. La expresión matemática del factor RRW respecto al componente C sería:

$$RRW = \frac{\sum_{i=1}^N p(C_i)}{\sum_{i=1}^N p(C)=0 p(C_i)}$$

Donde:

-C es el componente respecto al cual se calcula la medida de importancia.

- C_i es uno de los N conjuntos de fallos del sistema.

- $p(C_i)$ es la probabilidad de C_i .

$P(C)=0$ indica que el componente C adopta una tasa de fallos igual a 0 (componente perfecto).

Medida de importancia de Fussell-Vesely: se define como el cociente entre la suma de las probabilidades de todos los conjuntos mínimos que contienen al componente C y la probabilidad total (o suma de todas las probabilidades de todos los conjuntos mínimos). Este factor tiene en cuenta el número de conjuntos mínimos de fallo en los que aparece el componente (frecuencia de aparición en el árbol), su probabilidad y la de los componentes a los cuales va asociado. Su expresión es:



$$\text{Factor de } F - V = \frac{\sum_{i=1}^N C_{\varepsilon C_i} p(C_i)}{\sum_{i=1}^N p(C_i)}$$

Donde:

- C es el componente respecto al cual se calcula la medida de la importancia.
- C_i es uno de los N conjuntos mínimos de fallo del sistema.
- $p(C_i)$ es la probabilidad de C_i .
- $C_{\varepsilon C_i}$ representa que el componente C es uno de los componentes del conjunto C_i .

Las medidas de importancia RAW y RWW son las más utilizadas ya su significado es más directo: se expresan en términos de porcentaje de mejora o empeoramiento de la probabilidad del TOP.

Ámbito de aplicación:

La técnica, por su complejidad, se aplica a sucesos relativamente complejos donde no se puede obtener su frecuencia directa. Es necesario que los sucesos se puedan descomponer en otros más sencillos.

Recursos necesarios:

- Humanos: Para implementar la técnica se requiere de un analista con experiencia y preparación adecuadas. Para garantizar la calidad del estudio es necesaria la visión de un tercero para unificar criterios y tener en cuenta varias interpretaciones del sistema. A su vez es importante la determinación correcta de las tasas de fallos de los componentes para que el estudio no de pie a grandes variaciones respecto a la realidad.
- Materiales: se requiere el conocimiento al detalle y documentación de los componentes físicos del sistema así como de los procesos que se llevan a cabo.



SOPORTES INFORMÁTICOS:

Para árboles con un número de componentes no muy elevado es necesario acudir a programas específicos de evaluación.

Ventajas/inconvenientes:

Ventajas:

- Permite detectar los puntos débiles de un sistema, analizando cuales son los componentes más críticos. Este aspecto es vital en la prevención.
- A través del análisis de importancia se conoce el peso relativo de cada componente en el sistema, lo cual nos da una lista de prioridades a la hora de llevar a cabo mejoras,
- La técnica es un método para conocer profundamente un sistema.

Inconvenientes:

- No permite tratar directamente fallos dependientes, al menos de forma directa, aunque siempre sea posible añadir el fallo dependiente como un componente más del árbol.
- Solo permite el tratamiento de situaciones temporales homogéneas.
- El resultado calculado presenta una incertidumbre asociada a la que pesa sobre los componentes básicos, a los posibles errores en la construcción o a criterios dispares en los analistas.

2.4.3 Árbol de sucesos

Descripción:

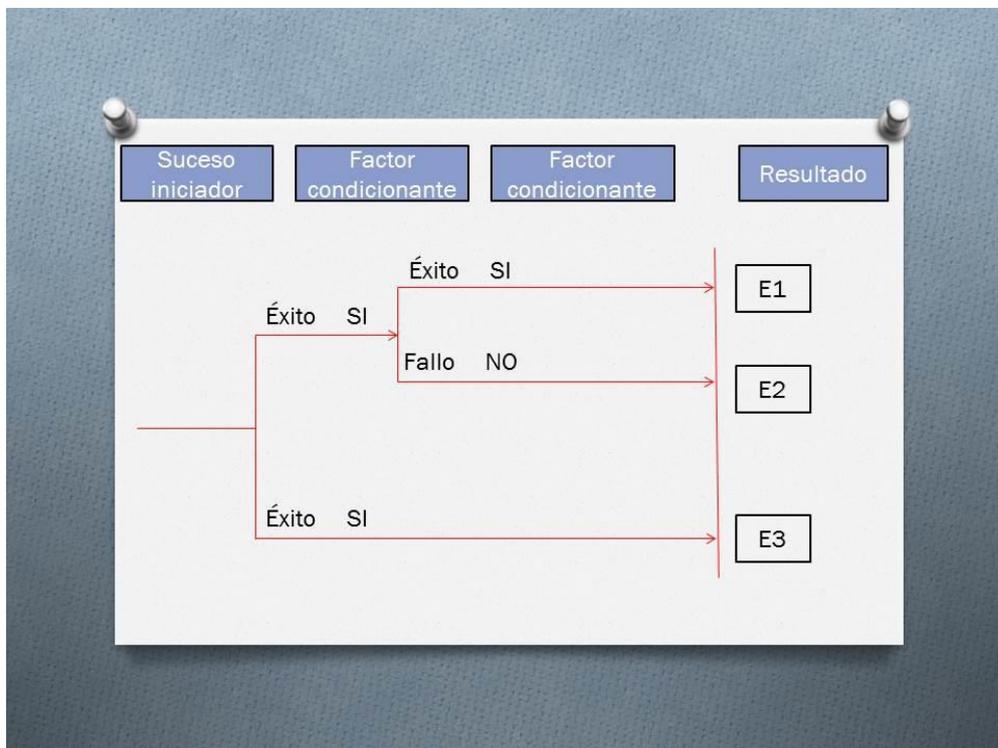
El árbol de sucesos o análisis de secuencia es un método inductivo que describe la evolución de un suceso iniciador sobre la base de respuesta de distintos sistemas tecnológicos o condiciones externas.

Partiendo del suceso iniciador y considerando los factores condicionantes involucrados, el árbol describe las secuencias accidentales que conducen a los distintos eventos.

CONSTRUCCIÓN DEL ÁRBOL

Se identifican los N factores condicionantes del suceso iniciador. A continuación se colocan estos como cabezales de la estructura gráfica. Partiendo del iniciador se plantean sucesivamente dos bifurcaciones (ver figura)

- Éxito u ocurrencia.
- Fallo o no ocurrencia.



Se obtienen 2^N combinaciones o secuencias teóricas. Sin embargo, las dependencias de los sucesos hacen que no tengan por qué darse todas.

La disposición horizontal de los cabezales se suele hacer por orden cronológico de evolución del accidente si bien este criterio es difícil de aplicar en algunos casos.



EVALUACIÓN DEL ARBOL

Características:

- El suceso iniciador viene determinado por una frecuencia (f), expresada normalmente en sucesos por año.
- Los N factores condicionantes son sucesos definidos por sus probabilidades de ocurrencia: p_i , $i = 1, N$.
- Los sucesos complementarios de estos tienen asociados una probabilidad de $1 - p_i$, $i = 1, N$.

Como se considera que los factores condicionantes son sucesos independientes, cada una de las secuencias, s , tiene asociada una frecuencia, f_s , de :

$$f_s = f * \prod_{i,j} p_i * (1 - p_j) \quad i = 1, N, j = 1, n_j$$

Siendo:

N_i : Número de sucesos de éxito de la secuencia s .

N_j : Número de sucesos de fallo de la secuencia s .

De esta forma también se cumple que la suma de las frecuencias de todas las frecuencias accidentales es igual a la frecuencia del indicador:

$$\sum f_s = f$$

La obtención de los valores p_i se basa generalmente en datos biográficos, estimaciones de expertos o en la aplicación de la técnica del árbol de fallos.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

La técnica se utiliza con especial énfasis para describir la evolución de fugas de productos según sus características y el entorno en el que tienen lugar.



RECURSOS NECESARIOS

La técnica es poco laboriosa y no requiere preparación específica en su uso, si bien los analistas deberán conocer los fenómenos en juego.

SOPORTES INFORMÁTICOS

El uso de código de ordenador se recomienda en el caso en el que el número de sistemas y componentes sea muy elevado y se quiera llevar a cabo un estudio de los conjuntos mínimos de las secuencias accidentales (básicamente si existen dependencias funcionales en la estructura).

VENTAJAS/INCONVENIENTES:

Ventajas:

- Permite un estudio sistemático y exhaustivo de la evolución de un suceso.
- Su aplicación es muy sencilla.

Inconvenientes:

- El valor obtenido está sujeto a incertidumbre por la dificultad que existe normalmente en evaluar la probabilidad de los factores asociados.
- Si el árbol es muy grande su tratamiento puede resultar laborioso.

2.4.4 Métodos para la determinación del fallo común

Descripción

Cuando se produce un fallo simultáneo de dos componentes, se puede deber a dos causas:

- Fallo simultáneo pero sin relación entre ellos. Son los fallos contemplados por el árbol de fallos y sucesos.
- Fallo simultáneo pero con relación entre ellos.



Clasificación:

- Fallos por dependencias funcionales: debido a componentes, subsistemas o sistemas compartidos.
- Fallos secundarios: fallos de componente cuyo error puede ser causado por el fallo de otro.
- Fallo por dependencia de fabricación u operación: componentes manufacturados por un mismo fabricante que pueden presentar comportamientos de fallo muy parecidos.

Técnicas de evaluación:

- Acotación de la dependencia: consiste en calcular cotas mínimas y máximas de dependencia entre dos componentes sobre la base de las probabilidades respectivas de los sucesos. La probabilidad de la ocurrencia simultánea de dos sucesos es la probabilidad de su intersección. En caso de independencia, esta probabilidad es igual al producto de probabilidades que define una cota inferior. La cota superior puede establecerla el mínimo de las probabilidades individuales.

$$p(A) \cdot p(B) \leq p(A \cap B) \leq \min\{p(A), p(B)\}$$

- Acoplamiento: variante de la anterior pero diferenciando niveles de dependencia o acoplamiento entre componentes (ninguno, medio, fuerte, total).
- Método del factor β : este método dicta que la tasa de fallos total de un sistema (λ) viene dada por dos componentes, la tasa de fallos independiente (λ_1) y la común (λ_2). Se define $\beta = \lambda_2 / \lambda$.

La fiabilidad de dos sucesos que tienen probabilidades de fallo tanto dependiente como independiente se expresa como la probabilidad de que no fallen de forma independiente (p_1) como dependientemente (p_2).

$$(p_1) \cdot (p_2)$$

La probabilidad de no fallo independientes se expresa como:

$$p_i = p(A) + p(B) - p(A \cap B) = 2e^{-\lambda_1 t} + e^{-2\lambda_1 t}$$



suponiendo que ambos tienen una tasa de fallos constante e igual divididos en dos contribuciones:

λ_1 = tasa de fallos independientes.

λ_2 = tasa de fallos dependientes.

La probabilidad de no fallo por mecanismos dependientes se expresa como:

$$p_2 = e^{-\lambda_2 t}$$

luego la probabilidad de no fallo del sistema es:

$$p_1 \cdot p_2 = (2e^{-\lambda_1 t} + e^{-2\lambda_1 t}) \cdot e^{-\lambda_2 t}$$

si incluimos la relación $\beta = \lambda_2 / \lambda_1$

$$p_1 \cdot p_2 = (2e^{-\lambda_1 t} + e^{-(2-\beta)\lambda_1 t}) \cdot e^{-\lambda_1 t}$$

donde la in fiabilidad 1-fiabilidad es:

$$1 - p_1 \cdot p_2 = 1 - 2e^{-\lambda_1 t} - e^{-(2-\beta)\lambda_1 t}$$

La dificultad del método reside en estimar el valor de β aunque existen códigos de cálculo que permiten calcular el fallo común como COMCAM, BACKFIRE o SETS.

2.5 Análisis de las consecuencias

Esta fase tiene como principal función determinar:

- Delimitación de las áreas en torno al origen del accidente en las cuales se produce un determinado nivel de daño a las personas.
- Evaluación del número de víctimas generadas en estas áreas para cada uno de los accidentes estudiados.



En el primer caso se recurre a las zonas definidas por criterios de letalidad. En el segundo se determina, en función de la población situada en la zona de letalidad, el número de víctimas que ocasiona cada accidente.

Deberán cumplirse las siguientes especificaciones:

- Contabilizar todos los efectos posibles del accidente con especial atención a los *muy graves*.
- El cálculo de víctimas deberá integrar, ponderadamente según probabilidad, las distintas condiciones meteorológicas de la zona.
- Deberá dejarse clara constancia de las condiciones de cálculo consideradas.
- Deberá darse una estimación de la incertidumbre o rango aproximado del resultado obtenido,

2.6 Determinación del riesgo

En esta fase se combinan los resultados obtenidos en fases anteriores calculando el riesgo asociado a cada una de las hipótesis accidentales contempladas, expresado como producto de su frecuencia y del número de víctimas que puede ocasionar. Deberán cumplirse las siguientes especificaciones:

- Representar el riesgo para facilitar la interpretación de los resultados obtenidos.
- Determinar: dónde se concentra el riesgo, qué hipótesis contribuyen más al riesgo, qué áreas vecinas son más vulnerables, etc.
- Comparar con otras actividades y criterios de aceptación.

Se distinguen tres conceptos de riesgo:

- Riesgo global: dado como la suma de los riesgos de cada uno de los accidentes estudiados. Es frecuencia global expresada en ocasiones por año y víctimas por ocasión.



- Riesgo individual: corresponde a la frecuencia de daño, como consecuencia de un accidente, de una persona situada en un punto concreto del entorno.
- Riesgo social: agrupa los accidentes por probabilidad de causar un determinado número de víctimas, o relación entre número de víctimas de un accidente y la probabilidad de que tal número sea excedido.

El riesgo se puede representar de varias maneras:

- Tablas en las cuales se indican para las hipótesis de accidentes seleccionadas para cada área el número de víctimas asociadas, las frecuencias, los riesgos laborales.
- Curvas de isorriesgo en las que se unen los puntos del espacio con un mismo nivel de riesgo individual.
- Curvas F-N que representan el riesgo social de frecuencia del accidente frente a un número de afectados.

Para una correcta visión del riesgo de una instalación se debe proceder al cálculo de los tres riesgos citados.

Un criterio de aceptación del riesgo es de 10^{-6} víctimas/año, expresado en unidades de riesgo global. No obstante, muchas autoridades son reacias a aceptar un umbral de riesgo debido a la variabilidad de las condiciones de contorno y a la dificultad de integrar todos los sectores en un mismo criterio.

2.7 Método Probit para accidentes mayores

2.7.1 Introducción

Los modelos de vulnerabilidad sirven para determinar las consecuencias a las personas y edificios expuestos a una determinada carga térmica, tóxica o de sobrepresión. Estos modelos se basan en experiencias realizadas con animales en laboratorio o en estudios de las muertes o lesiones de accidentes ocurridos.



Entre los modelos de vulnerabilidad se destaca el método «Probit», que es un método estadístico que nos da una relación entre la función de probabilidad y una determinada carga de exposición a un riesgo.

Criterios de vulnerabilidad de personas según la legislación vigente

La Directriz Básica para la elaboración y homologación de los Planes Especiales del Sector Químico (B.O.E. 62-1991) establece unos valores umbral que sirven para delimitar las zonas potencialmente afectadas por un accidente mayor y para las cuales se debe tener previsto el llamado Plan de Emergencia Exterior.

Zona de Intervención

Es aquella en la que las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.

Zona de Alerta

Es aquella en la que las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, excepto para los grupos críticos, que serán definidos por el responsable del Grupo Sanitario para cada caso concreto.

Según la normativa, los valores umbrales que deberán adoptarse para la delimitación de la Zona de Intervención son los que a continuación se señalan:

- Un valor local integrado del Impulso, debido a la onda de presión, de 150 mbar.s.
- Una Sobrepresión local estática de la onda de presión de 125 mbar.
- El Alcance Máximo de Proyectiles con un impulso superior a 10 mbar.s en una cuantía del 95%, producidos por explosión o estallido de continentes (depósitos a presión, tanques atmosféricos, conducciones y cualquier otro tipo de instalaciones susceptibles de originar proyectiles primarios).



- Un Flujo de Radiación Térmica superior a 5 kW/m² independientemente del espectro de emisión con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos. Para Concentraciones de Sustancias Tóxicas en Aire superiores al equivalente al Límite Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud (IPVS). Esta concentración representa el máximo nivel del que en un plazo de 30 minutos, un sujeto expuesto puede escapar sin síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud. Estos valores se dispondrán en una Guía Técnica que debe complementar la Directriz Básica, a publicar en el B.O.E. Mientras tanto se recomienda utilizar los valores indicados por ACGH y publicados en la NTP 293.
- Las Variables para el Medio Ambiente establecidas en el Adenda 1 de la Directriz Básica.

Asimismo, para delimitación de la Zona de Alerta se considerarán los siguientes valores umbrales o circunstancias:

- Un valor local integrado del Impulso, debido a la onda de presión, de 100 mbar.s.
- Una Sobrepresión local estática de la onda de presión de 50 mbar.
- El Alcance Máximo de proyectiles con un impulso superior a 10 mbar.s en una cuantía del 99,9%, producidos por explosión o estallido de continentes.
- Un Flujo de Radiación Térmica de 3 kW/m².
- Para Concentraciones de Sustancias Tóxicas en Aire y en función del producto involucrado en el accidente, se tendrán en cuenta los criterios que se expondrán en la Guía Técnica de la Directriz Básica.
- Contaminación o Alteración del Medio Ambiente que represente un peligro para la flora y fauna, o una degradación inadmisibles del entorno, según los criterios señalados en el Artículo 2 de la Directriz Básica.



2.7.2 Método Probit

En este método se parte de una manifestación física de un incidente (por ejemplo, la concentración tóxica y tiempo de exposición en una cierta área geográfica) y nos da como resultado una previsión de los daños a las personas expuestas al incidente (es decir, número de heridos, número de víctimas, etc.).

La fórmula empleada para este modelo de vulnerabilidad se basa en una función matemática lineal de carácter empírico extraída de estudios experimentales:

$$Pr = a + b \ln V \quad (1)$$

Donde:

Pr = «Probit» o función de probabilidad de daño sobre la población expuesta.

a = Constante dependiente del tipo de lesión y tipo de carga de exposición.

b = Constante dependiente del tipo de carga de exposición.

V = Variable que representa la carga de exposición.

El valor «probit» permite determinar el porcentaje de la población expuesta que se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o por muerte a causa de una carga de exposición determinada expuesta en la siguiente tabla:



Equivalencia entre valores "probit" y porcentaje de la población afectada

Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%		
0	0	3,72	10	4,16	20	4,48	30	4,75	40	5,00	50	5,25	60	5,52	70	5,84	80	6,28	90	7,33	99,0
2,67	1	3,77	11	4,19	21	4,50	31	4,77	41	5,03	51	5,28	61	5,55	71	5,88	81	6,34	91	7,37	99,1
2,95	2	3,82	12	4,23	22	4,53	32	4,80	42	5,05	52	5,31	62	5,58	72	5,92	82	6,41	92	7,41	99,2
3,12	3	3,87	13	4,26	23	4,56	33	4,82	43	5,08	53	5,33	63	5,61	73	5,96	83	6,48	93	7,46	99,3
3,25	4	3,92	14	4,29	24	4,59	34	4,85	44	5,10	54	5,36	64	5,64	74	5,99	84	6,55	94	7,51	99,4
3,36	5	3,96	15	4,33	25	4,61	35	4,87	45	5,13	55	5,39	65	5,67	75	6,04	85	6,64	95	7,58	99,5
3,45	6	4,01	16	4,36	26	4,64	36	4,90	46	5,15	56	5,41	66	5,71	76	6,08	86	6,75	96	7,65	99,6
3,52	7	4,05	17	4,39	27	4,67	37	4,92	47	5,18	57	5,44	67	5,74	77	6,13	87	6,88	97	7,75	99,7
3,59	8	4,08	18	4,42	28	4,69	38	4,95	48	5,20	58	5,47	68	5,77	78	6,18	88	7,05	98	7,88	99,8
3,66	9	4,12	19	4,45	29	4,72	39	4,97	49	5,23	59	5,50	69	5,81	79	6,23	89	7,33	99	8,09	99,9

La variable dependiente Pr se ha establecido como una variable aleatoria según una distribución estadística normal con un valor medio de 5 y una desviación tipo (desviación estándar) de 1, lo cual significa que a un porcentaje del 50% corresponde un valor del «probit» = 5.

Este método se puede emplear para determinar el porcentaje de personas afectadas por intoxicación, por radiación térmica y por sobrepresión.

2.7.2.1 Método «Probit» de vulnerabilidad a la inhalación de sustancias tóxicas

Para determinar el porcentaje de personas afectadas por intoxicación ocasionada por inhalación de una sustancia tóxica se utiliza la función (1) sustituyendo el valor V por la expresión:

$$V = c^n t$$

Siendo:

c = Concentración (ppm = partes por millón).

t = Tiempo de exposición (minutos).



n = Exponente (sin dimensiones 0,6 - 3).

Con lo que:

$$Pr = a + b \ln (c^n t)$$

Si la concentración se diera en mg/m³ variarían los valores de las constantes de la expresión indicada y sería necesario disponer de ellas o transformaríamos esa concentración a ppm mediante la fórmula:

$$C_{ppm} = C_{\frac{mg}{m^3}} \frac{22.4T_a}{273 \cdot M}$$

Siendo:

T_a = Temperatura ambiente absoluta, K.

M = Peso molecular del contaminante.

22,4 = Volumen molar en litros de un gas a 0 °C y 1 atm (760 Torr).

Para las sustancias muy tóxicas y más comunes se dispone en la bibliografía especializada de los valores de a , b y n de la ecuación «Probit» relativas a intoxicaciones letales, reflejado en la siguiente tabla:



Constantes de toxicidad letal para la ecuación "probit"

SUSTANCIA	a (ppm)	b (ppm)	n (min)
ACRILONITRILO	- 29,42	3,008	1,43
ACROLEINA	- 9,931	2,049	1
AMONIACO	- 35,9	1,85	2
BENCENO	- 109,78	5,3	2
BROMO	- 9,04	0,92	2
BROMURO DE METILO	- 56,81	5,27	1,00
CIANURO DE HIDROGENO	- 29,42	3,008	1,43
CLORO	- 8,29	0,92	2
CLORURO DE HIDROGENO	- 16,85	2,00	1,00
DIOXIDO DE AZUFRE	- 15,67	2,10	1,00
DIOXIDO DE NITROGENO	- 13,79	1,4	2
FLUORURO DE HIDROGENO	- 35,87	3,354	1,00
FORMALDEHIDO	- 12,24	1,3	2
FOSGENO	- 19,27	3,686	1
ISOCIANATO DE METILO	- 5,642	1,637	0,653
MONÓXIDO DE CARBONO	- 37,98	3,7	1
OXIDO DE PROPILENO	- 7,415	0,509	2,00
SULFURO DE HIDROGENO	- 31,42	3,008	1,43
TETRACLORURO DE CARBONO	- 6,29	0,408	2,50
TOLUENO	- 6,794	0,408	2,50

La ecuación probit no es aplicable para concentraciones relativamente bajas y tiempos de exposición muy prolongados, cuyos métodos de valoración serían otros. Su uso está restringido al análisis de consecuencias agudas e inmediatas.

Debe tenerse en cuenta que, dada una cierta concentración tóxica en una zona poblada, la población que efectivamente está en riesgo es la ubicada en exteriores. Los individuos en lugares cerrados se pueden considerar al abrigo de los efectos letales excepto en el caso de una duración excepcional del impacto tóxico en la zona. Un ejemplo lo tenemos en la siguiente ecuación «probit» propuesta por Withers y Lees (1985) para obtener el porcentaje de muertes en una población con nivel de actividad normal que está expuesta a cloro:

$$Pr = -8,29 + 0,92 \ln (c^2 t)$$



Donde:

c = Concentración de cloro, ppm.

t = Tiempo, min.

2.7.2.2 Método «Probit» de vulnerabilidad a radiaciones térmicas

Se emplea para determinar el porcentaje de personas afectadas por los efectos de las radiaciones térmicas en función de la intensidad de irradiación recibida y del tiempo de exposición (dosis de radiación calorífica recibida).

En el caso de fugas de líquidos y gases inflamables y con una ignición inmediata, se podrá generar un charco ardiendo, una explosión BLEVE o un chorro con llamarada. Las lesiones ocasionadas serán causadas principalmente por radiaciones térmicas.

Si el gas no se enciende inmediatamente, se dispersará en la atmósfera. Si la nube de gas formada se encuentra con un foco de ignición en sus proximidades, se supone que cualquier persona presente dentro de la nube de gas ardiendo morirá a consecuencia de quemaduras y asfixia. En la zona externa a la nube de gas, aunque la duración de la radiación térmica generalmente será breve, los daños estarán en función de la distancia y habrán de ser evaluados en cada caso.

La institución holandesa TNO (Organización holandesa para la investigación científica) presenta las ecuaciones «probit» siguientes:

- Quemaduras mortales (protegidos con ropas):

$$Pr = -37,23 + 2,56 \ln (t l^{4/3})$$

- Quemaduras mortales (sin protección):

$$Pr = -36,38 + 2,56 \ln (t l^{4/3})$$

- Quemaduras de 2º grado:



$$Pr = -43,14 + 3,0188 \ln (t l^{4/3})$$

- Quemaduras de 1er. grado:

$$Pr = -39,83 + 3,0186 \ln (t l^{4/3})$$

Donde:

t = Tiempo efectivo de exposición en segundos.

I = Intensidad de irradiación en W/m².

En las fórmulas anteriores se ha supuesto que las lesiones ocasionadas se reducen por el factor 7 si se va protegido con ropa. En otras palabras, un porcentaje del 1% en un determinado grado de lesión en personas que utilizan ropas equivale a un 7% en personas que no van protegidas con ropas.

Otra ecuación «Probit» desarrollada por Eisenberg et al. para evaluar el porcentaje de mortalidad por irradiación térmica es la siguiente:

$$Pr = -14 + 2.56 \ln \left(\frac{t l^3}{10^4} \right)$$

Donde:

t = Tiempo de exposición en segundos.

I = Intensidad de irradiación térmica en W/m².

Estas ecuaciones son útiles para incendios de tipo fogonazo (flash fire) de corta duración, como en el incendio de la bola de fuego ocasionada por una BLEVE y que no da tiempo a escapar, y también para incendios de derrames que forman un charco en llamas en los cuales se intenta escapar y buscar protección detrás de obstáculos. En este último caso se determina el tiempo de exposición efectivo mediante la expresión propuesta por TNO:



$$t_{ef} = t_r + \frac{3}{5} \cdot \left[1 - \left(1 + \frac{\mu}{x_0} \cdot t_v \right)^{-\frac{5}{3}} \right]$$

Donde:

t_{ef} = Tiempo de exposición efectivo (s).

t_r = Tiempo de reacción (5 segundos).

x_0 = Distancia al centro del incendio (m).

μ = Velocidad de escape de una persona (m/s).

t_v = Tiempo en llegar a la distancia en la que la intensidad de irradiación sea 1 kW/m² (S).

2.7.2.3 Método Probit de vulnerabilidad a explosiones

Los modelos de consecuencias de explosiones predicen el impacto de la sobrepresión originada por la explosión y la proyección de fragmentos volantes sobre las personas y objetos.

Al considerar las consecuencias sobre las personas se debe hacer distinción entre consecuencias directas e indirectas de una explosión. Entre las primeras están las lesiones de los pulmones y los tímpanos. Entre las segundas se encuentran las lesiones ocasionadas por proyección de fragmentos y por impacto del cuerpo contra obstáculos.

Las ecuaciones «probit» para estas consecuencias se han tomado de Eisenberg et al. (1975) y se desglosan a continuación:

- Muerte por lesiones pulmonares
La ecuación «probit» para determinar el porcentaje de muertes por hemorragia pulmonar es la siguiente:

$$Pr = -77,1 + 6,91 \ln P$$

P = sobrepresión máxima (N/m²)



- Rotura de tímpano
El porcentaje de afectados por rotura de tímpano se determina por la ecuación:

$$Pr = - 15,6 + 1,93 \ln P$$

P = sobrepresión máxima (N/m²)

- Muerte por impacto del cuerpo
El porcentaje de muertes por desplazamiento y colisión del cuerpo contra obstáculos se determina por la ecuación:

$$Pr = - 46,1 + 4,82 \ln J$$

Donde:

J = impulso originado por la sobrepresión durante el tiempo de actuación (N. s/m²).

- Lesiones por impacto del cuerpo
El porcentaje de lesionados por desplazamiento y colisión del cuerpo contra obstáculos se determina por la ecuación:

$$Pr = 39,1 + 4,45 \ln J$$

Donde:

J = impulso (N.s/m²).

A continuación se indican unos valores de referencia de consecuencias sobre edificios según la sobrepresión alcanzada:

- Daños importantes en edificios (casi completa destrucción): 0,35 bar.
- Daños reparables en edificios: 0,10 bar.
- Rotura de cristales en edificios: 0,05 bar.

Aunque existen modelos de vulnerabilidad para impacto de fragmentos metálicos de los recipientes, proyectados en una explosión, no se han considerado suficientemente representativos y fiables para incluirlos. Cabe



destacar que los fragmentos de considerable tamaño pueden alcanzar distancias incluso superiores a 1 km.

TNO indica que los proyectiles con una energía cinética de 100 julios pueden ocasionar víctimas mortales.



CAPÍTULO 3. TRATAMIENTO DEL RIESGO MEDIOAMBIENTAL. BASES LEGISLATIVAS (RD1254/99)

3.0 Introducción

Conceptualmente la metodología debe, de forma sencilla y a la vez fiable, valorar el riesgo asociado a una fuente de peligro y su efecto a los medios receptores, para lo cual, el análisis debe tener en cuenta tanto la fuente, los elementos que la controlan, su transporte, exposición y finalmente la vulnerabilidad de los receptores.

Pese a ello, el análisis del riesgo medioambiental presenta algunos aspectos que lo difieren del riesgo toxicológico para las personas. Estas se deben principalmente a la ausencia de algoritmos que relacionen concentración de una sustancia química y los daños asociados al medioambiente receptor.

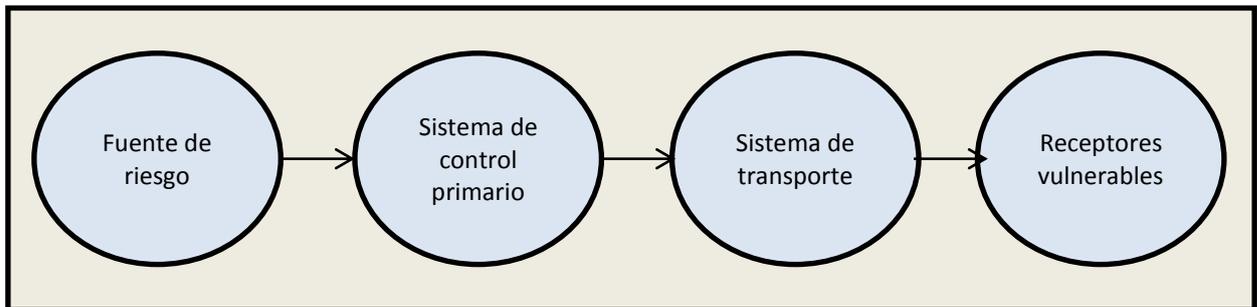
Para sustituir estas medidas, la metodología debe permitir identificar y evaluar el riesgo de una instalación industrial caracterizando y parametrizando cada uno de los posibles elementos de riesgo:

- Fuentes de riesgo.
- Sistemas de control apropiados a cada situación, para prevenir situaciones desfavorables.
- Mecanismos de extensión y transporte de los efectos dañinos al entorno.
- Vulnerabilidad de los medios receptores sensibles.

3.1 Definición del sistema de riesgo

El sistema de riesgo se define mediante 4 componentes básicos:

Componentes básicos del sistema de riesgo



- **Fuentes de riesgo:** Se debe tener en cuenta la peligrosidad potencial de la sustancia, los factores que condicionan su comportamiento ambiental y la cantidad involucrada.
- **Sistema de control primario:** Equipos o medidas de control cuya finalidad es mantener una determinada fuente de riesgo bajo condiciones de control permanente, de forma que no afecte significativamente al medio ambiente.
La evaluación debe describir para cada fuente los sistemas desplegados así como su eficacia, dando una estimación de la cantidad de sustancia alcanza el medio y en qué condiciones.
- **Sistema de transporte:** Se debe ilustrar en qué casos la fuente puede alcanzar al medio y si el medio de propagación que utiliza (aire, agua superficial, terreno, etc) puede poner la fuente en contacto con el receptor y la dimensión del posible encuentro.
- **Receptores vulnerables:** Valoración del entorno natural, el entorno socioeconómico y su afección.



En resumen, la caracterización de los distintos sistemas de riesgo permite a las autoridades asociar un índice o valor según potencia de daño, así como una frecuencia o probabilidad de ocurrencia.

Todo ello permitirá tanto a autoridades como industrias aplicar medidas de actuación tanto preventivas como operativas.

3.2 Fuentes de riesgo

En toda situación de impacto medioambiental se da el contacto de una sustancia nociva o peligrosa para el entorno. Este daño está influido por las propiedades de la sustancia así como su proceso de almacenamiento, transporte, etc. A continuación se muestran una serie de pautas para identificar y clasificar las sustancias químicas más comunes, todo ello en función del potencial daño medioambiental que poseen.

3.2.1 Sustancias químicas

Estas sustancias componen la principal fuente de riesgo según la *Directiva 96/82/CE*

A nivel europeo el tratamiento de los riesgos de las sustancias químicas están recogidas en la *Directiva 93/67/CEE*. En ella se plantean los principios para la evaluación de riesgos para seres humanos y medioambiente de sustancias notificadas de acuerdo con la *Directiva 67/548/CEE, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas en materia de clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas* y sus posteriores modificaciones.

Esta clasificación contempla un sistema de etiquetado integrado, entre otros, por:

- 1) Un símbolo de peligro
- 2) Un conjunto de frases <<R>> o frases tipo que indican los riesgos específicos derivados de los peligros de la sustancia.
- 3) Un conjunto de frases <<S>> o frases tipo que indican los consejos de prudencia en relación con el uso de la sustancia.



3.2.1.1 Sustancias peligrosas para el medio ambiente

El desarrollo de una clasificación de sustancias peligrosas para el medio ambiente comenzó en la Unión Europea a mediados de los años 80 en un proyecto conjunto con los Países Nórdicos, lo cual finalizó en el actual criterio de clasificación que data de finales de los años 90.

Uno de los pilares del trabajo fue crear un sistema en el que todos los compartimentos medioambientales fueran contemplados. Sin embargo, hasta el momento solo se tratan conjuntos de frases <<R>> relacionados con el medio acuático utilizando niveles de toxicidad L(E)C₅₀¹ para peces, algas unicelulares y microcrustáceos de agua dulce (daphnia)

Estos criterios toxicológicos establecen una relación biunívoca entre la sustancia química y el organismo afectado en unas condiciones ambientales determinadas, conocido como toxicidad inherente de la sustancia. Estas relaciones se obtienen por medio de los puntos finales de toxicidad L(E)C₅₀ de toxicidad aguda o los NOEC² de toxicidad crónica, obtenidos por la OCDE (Organización para la cooperación y el desarrollo económico) para una serie de organismos seleccionados por su sensibilidad a las alteraciones del medio. Estos valores son considerados como una estimación cuantitativa de la toxicidad inherente.

Por otro lado, a diferencia de los análisis orientados a personas, donde se miden niveles de carcinogenicidad, mutagenicidad, neurotoxicidad, etc. En el entorno medioambiental el objetivo se basa en el estudio de la afección potencial a la estructura y función de los ecosistemas amenazados. Pese a ello, es difícil establecer patrones concretos debido a la complejidad de los ecosistemas.

¹ LC₅₀ (Lethal Concentration) es la concentración de la sustancia a la cual el 50 por 100 de la población expuesta a esta concentración muere. La LC₅₀ no es una constante biológica porque hay muchos factores que influyen en la toxicidad.

EC₅₀ (Effective Concentration) es la concentración de la sustancia que produce una respuesta igual a la mitad de respuesta máxima, para el 50 por 100 de la población.

² NOEC (Not Observed Effect Concentration) es la máxima concentración de sustancia para la cual no se observan efectos sobre los organismos ensayados.



De acuerdo con el informe OCDE1989, la evaluación ecotoxicológica puede dividirse en 3 fases:

1. Evaluación preliminar donde existen una serie de valores LC_{50} o EC_{50} de toxicidad aguda.
2. Evaluación con más detalle en la que se pueden utilizar una serie de NOECs procedentes de test crónicos.
3. Evaluación de efectos más compleja en la que intervienen estudios de campo, estudios de toxicidad multiespecies o incluso NOECs

En la práctica a modo de simplificación o debido a la información escasa o incompleta se dan numerosas extrapolaciones como:

- Niveles de toxicidad aguda a toxicidad crónica.
- Un periodo de ciclo vital a toda la vida.
- Efectos individuales a efectos de nivel de población.
- Una a varias especies.
- Una a varias rutas de exposición.
- Efectos directos a indirectos.
- Un ecosistema a otros ecosistemas.

3.2.2 Identificación del riesgo relacionado con las sustancias

3.2.2.1 Peligrosidad³

El objetivo de este apartado es clasificar correctamente tanto las sustancias puras como mezclas o disoluciones.

Para ello la *Directiva 67/548/CEE* dictamina una serie de categorías en su *anexoVI* entre las que se encuentra:

-Sustancias peligrosas para el medio ambiente: aquellas que el mero contacto presenta un peligro inmediato o futuro para el medioambiente.

³ La capacidad intrínseca de una sustancia peligrosa o la potencialidad de una situación física para ocasionar daños a personas, los bienes y al medio ambiente.



En esta categoría la directiva ofrece una serie de criterios cuyo objetivo es alertar al usuario de tales sustancias o preparados hacia el medioambiente. En su punto 5 del anexo VI confirma que se refiere principalmente a entornos acuáticos aunque no descarta que ello no afecte a otros ecosistemas compuestos desde la microflora y microfauna hasta primates.

La directiva establece 10 frases tipo <<R>> las cuales cubren la toxicidad para los organismos acuáticos y diversos grupos terrestres considerados clave, así como los peligros para la capa de ozono (véase anexo 1).

3.2.2.2 Cantidad involucrada

Tras la liberación accidental de una sustancia nociva en el medio ambiente, es importante conocer o estimar la cantidad liberada, por un lado para analizar el daño causado y por otro para poner en marcha medidas para contrarrestarlo. Para fijar este parámetro hay que considerar varios factores:

- Cantidad máxima almacenada: el único valor de referencia suele ser la capacidad máxima de los depósitos y almacenamientos implicados.
- Duración de la fuga: Se establece el inicio y el fin de la fuga. En la mayoría de los casos se tratan tiempos aproximados.
- Caudal de fuga: si la duración y el caudal de fuga (velocidad de emisión de una conducción en unas determinadas condiciones de almacenamiento y diámetro del orificio) son conocidos es fácil hallar la cantidad liberada, simplemente multiplicando el caudal por la duración de fuga (conociendo la concentración).
- Condiciones meteorológicas. Temperatura, presión, humedad, velocidad y dirección del viento son parámetros a tener muy en cuenta ya que influyen en la dirección de propagación, si la sustancia precipita, etc.

En las técnicas para estimar las cantidades liberadas se incluyen:

- Inferencia: extracción de una conclusión razonable a partir de una serie de evidencias, requiere la opinión de expertos.
- Medidas directas: antes y después del accidente.



- Cálculo: reglas de cálculo, a veces informatizadas, que requieren unos "inputs". En ocasiones algunos balances de masas y cálculos estequiométricos podrán ser aplicados cuando la cantidad liberada sea estimada por medio de la sustracción de la cantidad recogida y la cantidad conocida antes del accidente.

3.2.2.3 Comportamiento medioambiental de las sustancias químicas

Tras la liberación de sustancias peligrosas pueden darse una serie de fenómenos entre los cuales están:

- Acumulación en uno o más medios de recepción.
- Transporte por una corriente de agua, disuelto o suspendido en algún sedimento, o por los vientos, en estado gaseoso o en forma de partícula.
- Transformación física (volatilización, precipitación), química (fotólisis, hidrólisis, oxidación, etc) o biológica (biodegradación).

Por todo ello, las propiedades físico-químicas más importantes son la constante de la ley de Henry (K_H), el coeficiente de reparto octanol-agua (K_{ow}) y el coeficiente de absorción en materia orgánica (K_{oc}).

3.2.2.4 Mezclas químicas y transformaciones primarias

Hasta el momento se ha hablado de sustancias puras, pero el daño ambiental puede ser causado por un conjunto de sustancias, que a su vez pueden reaccionar o no entre sí sufriendo posteriores transformaciones.

El análisis de sustancias compuestas es una tarea complicada, debido a la escasa información disponible. En 1986 la agencia de protección medioambiental de Estados Unidos (U.S. EPA) elaboró un documento donde se exponían 3 metodologías a la hora de evaluar los riesgos medioambientales causados por mezclas:



- La primera y más recomendada obtiene sus datos del propio análisis de la mezcla química para proceder posteriormente a la evaluación de los efectos ecotoxicológicos de ésta como si fuera un solo agente.
- El segundo camino sugerido traslada el análisis ecotoxicológico a una serie de mezclas de composición parecidas a la que es estudiada.
- El tercer método consiste en la realización de la evaluación del riesgo sobre la base del análisis de cada uno de los elementos que componen la mezcla. Si no hay signos de sinergias o efectos antagónicos, se aplica aditividad, siendo el riesgo el sumatorio de las probabilidades de efectos de cada uno de los componentes de la mezcla.

Los métodos aditivos consideran que la mezcla actúa como una disolución, usando un mecanismo (eco)toxicológico común. El modelado del movimiento de las mezclas en el entorno resulta complicado, ya que cada sustancia tiene sus propiedades físico-químicas. Además, el hecho de que se desprecien generalmente efectos potenciadores o antagonistas entre los tóxicos implicados incrementa la incertidumbre en los resultados obtenidos.

A efectos de la metodología, la determinación del riesgo asociado a mezclas de sustancias deberá basarse en la información contenida en la ficha de seguridad del producto, solicitando información a proveedores en caso de que fuera necesario.

Puede ocurrir que en caso de productos no comerciales (como intermediarios en reacciones) o productos destinados al abandono (residuos) no se cuenten con los datos necesarios. En estos casos será necesario proceder a una análisis físicoquímico/(eco)toxicológico en un laboratorio de reconocido prestigio.



3.2.3 Información de las sustancias químicas en el ámbito de un análisis de riesgos

El usuario industrial debe tener pleno conocimiento de las características de los productos que se tratan en sus instalaciones, así como los efectos sinérgicos y las cantidades involucradas. Para ello según la *Directriz básica de Protección Civil para control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas* detalla en su anexo I, <Contenido de la información básica>, en su apartado D <Información sobre sustancias peligrosas>, los datos requeridos en el informe de seguridad de las sustancias:

INFORMACIÓN SOBRE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Deberá contener información relativa a las propiedades físico-químicas y toxicológicas de todas las sustancias peligrosas involucradas en la actividad industrial que se desarrolla en este establecimiento.

- a) *Se presentará una relación de sustancias peligrosas, con indicación de su número CE y de la categoría a la que pertenecen, entre las siguientes:*
 1. *Materia prima.*
 2. *Producto auxiliar.*
 3. *Producto intermedio.*
 4. *Producto acabado.*
 5. *Subproducto y/o residuo.*
 6. *Producto que se pueda formar como resultado de la pérdida de control sobre los procesos químicos.*

- b) *Como información sobre estas sustancias, se incluirá la relativa a los siguientes aspectos:*
 1. *Identificación.*
 2. *Composición.*
 3. *Identificación de peligros.*
 4. *Primeros auxilios.*



5. *Medidas de lucha contra incendios.*
6. *Medidas en caso de vertido accidental.*
7. *Manipulación y almacenamiento.*
8. *Controles de exposición/protección individual.*
9. *Propiedades físicas y químicas.*
10. *Estabilidad y reactividad.*
11. *Informaciones toxicológicas.*
12. *Informaciones ecológicas.*
13. *Consideraciones relativas a la eliminación.*
14. *Informaciones relativas al transporte.*
15. *Informaciones reglamentarias.*
16. *Otras informaciones de interés.*

La realización de un inventario de productos en la instalación se antoja fundamental a la hora de llevar un control exhaustivo de las sustancias peligrosas, y es una buena herramienta para el análisis y posterior gestión del riesgo, ya que se tiene información detallada y actualizada de propiedades y cantidades de los productos que se manejan.

3.3 Sistemas de control primario

Se trata de todo componente, equipo o sistema cuya función es mantener una determinada fuente de riesgo en modo de control permanente de modo que no afecte significativamente al medioambiente.

Para ello, es fundamental el conocimiento apropiado de las instalaciones y procesos que se llevan a cabo en ellas, para poder determinar cuáles de ellos son los que hay que controlar con más nivel de detalle. Para alcanzar este conocimiento es aconsejable:

- Identificar instalaciones y procesos unitarios en el establecimiento.
 - Operaciones que constituyen cada proceso y sus características.



- Identificar y caracterizar las sustancias peligrosas y los equipos críticos.
 - Sustancias que intervienen, incluidas intermedias y en proceso (presión, temperatura, etc.) y almacenamiento.
 - Depósitos de sustancias peligrosas (volumen, presión, temperatura, etc.)
- Examinar los sistemas de control y de seguridad dentro del esquema de la planta de proceso.
 - Cubetos (tipo, capacidad, vías de evacuación, etc.)
 - Bandejas de tuberías y conducciones de fluidos (naturaleza del fluido, presión, etc.).
 - Servicios externos y de reserva (electricidad, agua, etc.).

Asimismo se deben verificar los siguientes aspectos:

- Los medios para actuar en caso de emergencia deben estar en buen estado así como protegidos de las consecuencias de un posible accidente.
El analista debe verificar que la periodicidad del mantenimiento o inspección de cada elemento se corresponde con su legislación correspondiente. Para ello debe cernirse a la información contenida en los anexos B y C de la guía para inspecciones técnicas administrativas del Real Decreto 1254/1999 o en su caso.
 - Recomendaciones del fabricante.
 - Prácticas ingenieriles aplicables.
 - Experiencia en el uso de los equipos en la propia instalación o en otras similares.
 - Resultados de anteriores inspecciones.
- La ubicación de los equipos permite la rápida accesibilidad en caso de emergencia. El analista debe comprobar la ubicación, facilidad de accesos así como la señalización de los equipos.
- Se deben tener en consideración, al menos, los siguientes equipos:
 - Medios de control (sistemas de venteo, válvulas de aislamiento, etc.)
 - Medios de detección y alarma (detectores de incendio, de fugas tóxicas, pulsadores de alarma, etc.). En particular los pulsadores de alarma y de emergencia deben distribuirse por toda la planta y estar debidamente señalizados y controlados.



Además, el analista debe verificar que el establecimiento dispone de detectores de sustancias tóxicas y/o inflamables en las zonas donde pueda existir riesgo de fuga de las mismas.

- Canales de comunicación interna (alarmas acústicas y/o visuales, sistemas de megafonía, etc.) y externas (teléfono, fax, etc.).
- Medios de mitigación, freno y control de efectos accidentales (sistemas de drenaje, barreras físicas, etc.)
- Medios de actuación contra incendios (sistemas fijos, extintores portátiles, etc.).
- Medios de protección personal.
- Señalizaciones para la evacuación del personal (rutas de evacuación y luces de emergencia).
- Equipos de primeros auxilios.
- Fuentes de suministro alternativo (electricidad, agua, etc.), que garanticen, ante posibles accidentes, el control de la instalación y la operatividad de los medios de emergencia.
- Equipos auxiliares necesarios para la puesta en práctica del plan de autoproducción.

3.4 Sistemas de transporte

Constituyen el nexo de unión entre las fuentes de riesgo y los receptores. Su modelado es una herramienta fundamental ya que con ello es posible determinar a qué distancia y tiempo estará se producirá una determinada concentración de la sustancia química tóxica. Se dan 3 tipos:

- Gases en gases.
- Líquidos en líquidos (vertidos).
- Líquidos en sólidos (derrames).



3.5 Receptores vulnerables

3.5.1 Vulnerabilidad/calidad del medio afectado

Las metodologías para la realización de estudios medioambientales está muy extendida y basadas en las leyes actuales tanto de España como de la Unión Europea. La problemática del industrial se debe a que rara vez encuentra estudios sobre su entorno cercano, por lo que los costes son muy elevados. Ante esta tesitura se recurre a la aproximación metodológica, que da unos resultados simplificados aplicables en la mayoría de los casos.

3.5.2 Factores condicionantes

Dentro del componente del sistema de riesgo denominado receptores vulnerables, la metodología propone una serie de factores condicionantes a través de los cuales la puntuación obtenida para la vulnerabilidad/calidad del hábitat puede ser modificada.

- Espacios naturales protegidos: la *Ley 4/1989 de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna* establece 4 figuras de protección: parque, reserva natural, monumento natural y paisaje protegido
- Categorías de especies protegidas: la *Ley 4/1989 de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna* establece categorías de especies para las que las Administraciones Públicas tienen que tomar medidas especiales.
- Patrimonio histórico artístico: formado por aquellos bienes que poseen interés histórico, artístico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o técnico, además del patrimonio bibliográfico y documental.
- Reversibilidad del daño/recuperación: propiedad de ciertos factores o sistemas ambientales afectados por una acción humana, de volver, después de un tiempo variable, a sus estados de calidad inicial, finalizada la citada acción.



- Impacto socioeconómico asociado a la alteración de recursos naturales: Además de las hipotéticas consecuencias de un accidente grave, es necesario valorar los impactos socioeconómicos asociados a ese incidente.
 - Actividades económicas relacionadas con el medio ambiente:
 - Agricultoras.
 - Ganaderas.
 - Forestales.
 - Pesca.
 - Minería.
 - Turismo.
 - Industrial.
 - Infraestructuras, afección causada por el accidente a las infraestructuras del entorno:
 - Redes de transporte y suministro, incluyendo vías pecuarias.
 - Sistemas de almacenamiento y recogida de residuos
 - Suministro y transporte de energía
 - Suministro de agua.
 - Infraestructuras de telecomunicaciones.

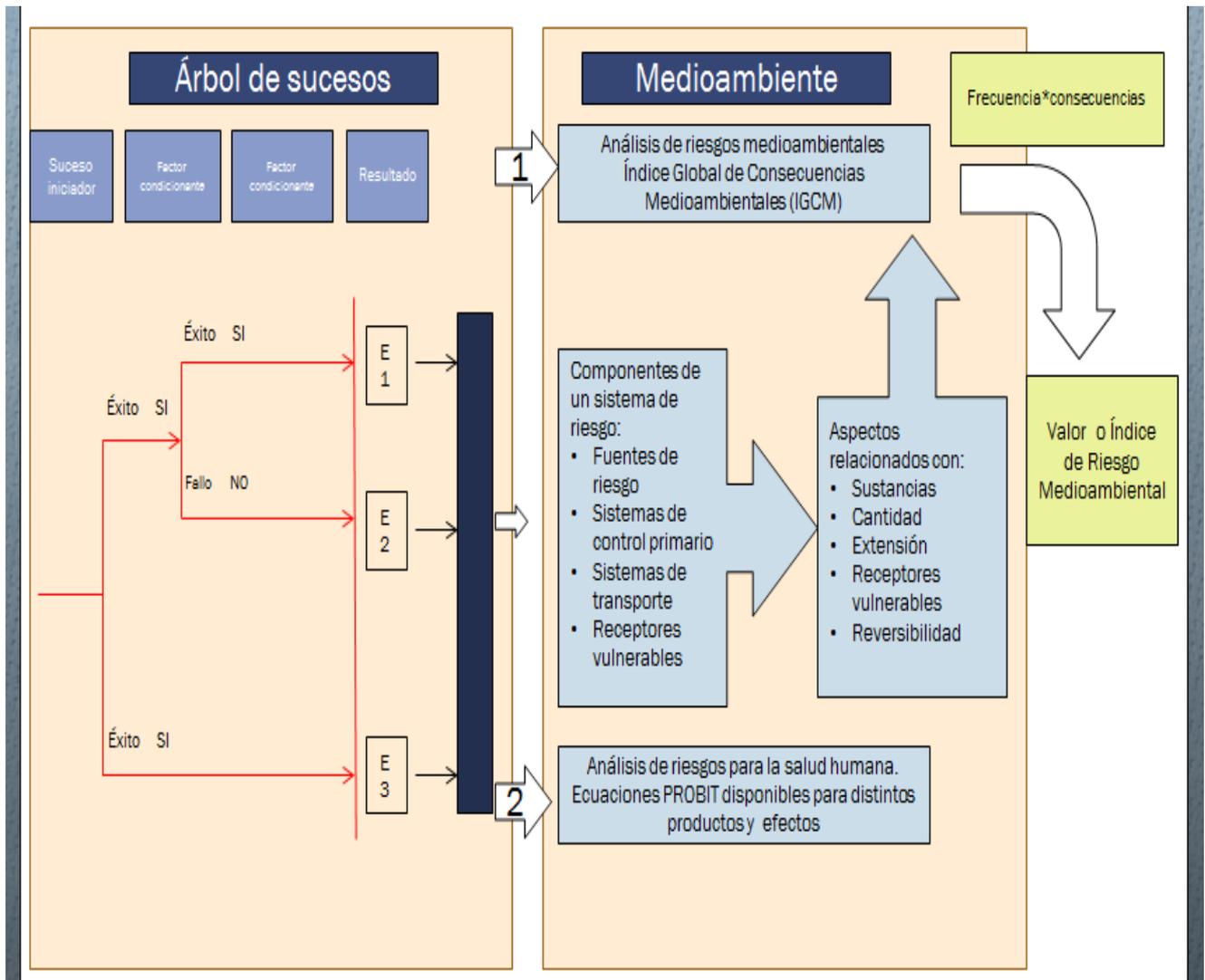
3.6 Metodología para el análisis del riesgo mediambiental. Determinación del índice global de consecuencias

A continuación se mostrarán las bases para fijar un índice global de consecuencias (IGCM) para cada uno de los escenarios objeto de estudio.

Tras conseguir los distintos IGCM para cada caso planteado, se calculará el valor de dicho índice mediante el producto de los dos factores principales, que son la probabilidad/frecuencia y las consecuencias ambientales asociadas. Debido a ello, este método conserva la estructura básica de un análisis de riesgo. En el siguiente gráfico se observan las dos partes bien diferenciadas de un análisis de riesgo medioambiental, la primera el cálculo de probabilidades

mediante un árbol de sucesos y tras ello la estimación de las consecuencias medioambientales, dando finalmente el IGCM.

Esquema de cómo obtener el IGCM



3.6.1 Fuentes de riesgo

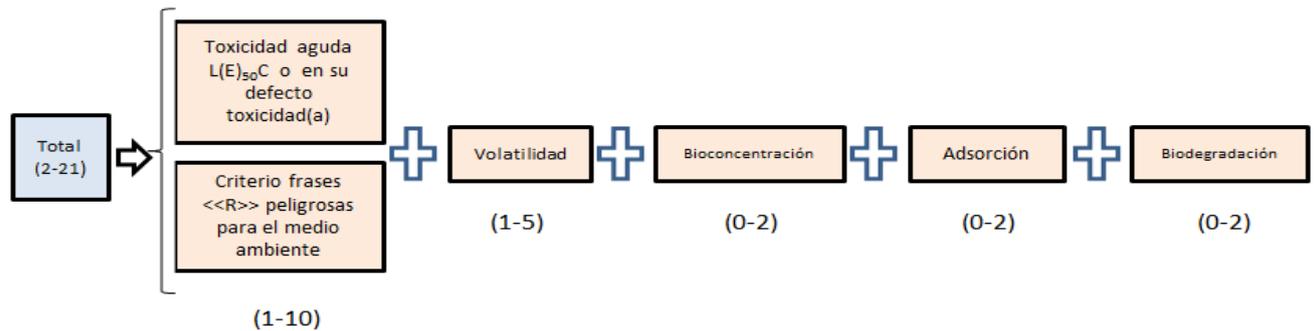
3.6.1.1 Propiedades de las sustancias y mezclas

Se tienen en cuenta 5 propiedades para la estimación de una puntuación riesgo-sustancia: toxicidad, volatilidad, bioconcentración, adsorción y biodegradación, mostradas en las siguientes tablas. Dicha puntuación puede



variar desde un mínimo de 2 puntos hasta un máximo de 21 en los casos más extremos. Las ponderaciones se muestran en la siguiente figura:

Puntuación riesgo-sustancia



A partir de esta puntuación de riesgo-sustancia la metodología transfiere el rango de (2-21) a una escala de (1-10). El motivo de dicho cambio se debe a los efectos de mezcla y sinérgicos. En esta nueva escala 6 puntos se deben a las propiedades intrínsecas de la sustancia y los restantes 4 a los aspectos relacionados con mezclas (factor 4/3) y efectos sinérgicos (factor 5/4). En las siguientes tablas se dan los criterios utilizados para cada uno de los aspectos considerados:



Tabla productos <<R>>

Medio acuático
R50 Muy tóxico para los organismos acuáticos
R51 Tóxico para los organismos acuáticos
R52 Nocivo para los organismos acuáticos
R53 Puede producir efectos a largo plazo
Medio no acuático
R54 Tóxico para la flora
R55 Tóxico para la fauna
R56 Tóxico para los organismos del suelo
R57 Tóxico para las abejas
R58 Puede producir efectos alargo plazo
R59 Peligroso para la capa de ozono

Tabla de toxicidad, biodegradación y bioconcentración

Toxicidad aguda (L(E) ₅₀ C)	Puntos
L(E) ₅₀ C < 1mg/l	10
1-6 mg/l	8
6-30 mg/l	6
30-200 mg/l	4
200-1000 mg/l	2
> 1000 mg/l	1
Toxicidad (a)	Puntos
Muy tóxico	10
Tóxico	7
Nocivo	4
Irritante, corrosivo	1
Bioconcentración (log BCF)	Puntos
Log BCF > 2	2
1 <log BCF< 2	1
Log BFD < 1	0
Biodegradación (BD)	Puntos
BD < 2 (meses o periodos de tiempo mayores)	2
2 < BD < 2,5 (meses/semanas)	1,5



2,5 < BD < 3,5 (semanas/días)	1
3,5 < BD < 4,5 (días/hora)	0,5
BD > 4,5 (horas)	0

Tabla de volatilidad y adsorción

Volatilidad (log H) H constante de Henry	Puntos
Log H < -3	2
-3 < log H < -1	1,5
-1 < log H < 1	1
1 < log H < 3	0,5
Log H > 3	0
Adsorción (log Kow) Kow coeficiente de reparto octanol-agua	Puntos
Log Kow > 2	2
1 < log Kow < 2	1
Log Kow < 1	0

Tabla de puntuación para las sustancias clasificadas como peligrosas para el medio ambiente

Medio acuático	Puntos	Medio no acuático	Puntos
R50	10	R54/R57	10
R50/R53	10	R54	10
R51/R53	8	R55/R57	8
R52/R53	5	R56/R57	5
R52 y/o R53	5	R58	4
		R59	4



3.6.1.2 Cantidad de sustancia/mezcla implicada

En muchos casos, la fuga de material peligroso no llega en su totalidad al medio. De ello depende mucho la cantidad de recursos aplicados a la detención de la fuga. Las cantidades de fuga son difíciles de calcular en los primeros momentos de la emergencia por lo que se recurre a la estimación por cantidad almacenada, siguiendo los criterios de la siguiente tabla:

Tabla de criterios utilizados para el factor de cantidad involucrada

Cantidad involucrada en el accidente (Tm.)	Puntos
>500	10
50-500	7
5-49	5
0,5-4,9	3
<0,5	1

3.6.1.3 Puntuación del componente fuentes de riesgo

Una vez estimadas las puntuaciones de fuentes de riesgo-cantidad involucrada (1-10) y fuentes de riesgo-sustancias (1-10), la metodología aplica un factor de ponderación de 2 (conforme a la peligrosidad) para la puntuación de fuentes de riesgo-sustancias y procede al sumatorio con la puntuación obtenida para fuentes de riesgo-cantidad. El resultado varía entre 3 y 10 puntos que será transformado a una escala 1-12 para la obtención del IGCM.

3.6.2 Sistemas de control primario

El componente sistemas de control primario constituye un factor de corrección de la cantidad de sustancia/mezcla involucrada en un accidente.



Dicho factor varía entre 0, para cuando no existen sistemas o son ineficaces, a 100, donde los sistemas de control primario consiguen evitar que la sustancia o mezcla implicada en la fuga interactúe con el medio ambiente.

3.6.3 Sistemas de transporte

La importancia de la extensión de un accidente dependerá en gran medida de la vulnerabilidad del entorno afectado. La *Directiva 96/82/CE*, a través del anexo VI del *Real Decreto 1254/1999* propone varios criterios relacionados con los perjuicios ocasionados al medio:

- Daños permanentes o a largo plazo causados a hábitats terrestres.
- 0,5 hectáreas o más de un hábitat importante desde el punto de vista de la conservación y protegido por la ley.
- 10 hectáreas o más de un hábitat extendido, incluidas tierras de labor.
- Daños significativos o a largo plazo causados a hábitats de aguas de superficie o hábitats marinos.
 - 10 km o más de un río, canal o riachuelo.
 - 1 hectárea o más de un lago o estanque.
 - 2 hectáreas o más de un delta.
 - 2 hectáreas o más de una zona costera o marítima.
- Daños significativos causados a un acuífero o aguas subterráneas: 1 hectárea o más

A continuación se muestran dos tablas con diferentes criterios y umbrales para la extensión del daño afectado.

Tabla de valores utilizados por la AEAT(UK) dentro de su Índice de daño ambiental

Tipo de medio receptor afectado	Tamaño de referencia afectado
Río	10 km.
Estuario	6 Hectáreas
Lago	3 Hectáreas

Tabla de criterios utilizados para el aspecto de extensión del daño

Puntos	Tipo de medio afectado y extensión		
	Medio no acuático	Medio acuático	
		Corrientes de aguas superficiales (río, canal, etc.)	Otros tipos (lago, delta, etc.)
10	Mayor o igual que 10 hectáreas	Mayor o igual que 10 km.	Mayor o igual que 2 hectáreas
↑ ↓	Relación logarítmica decimal del tipo $y = a + b * \log_{10}(x)$		
1	Dentro de los límites del emplazamiento		

Cuando el escenario accidental afecta a más de un compartimento y en el supuesto de obtener puntuaciones distintas en función del medio afectado, se tomará la mayor de las existentes debido a la necesidad de precaución por el medio ambiente.

3.6.4 Receptores vulnerables

Para establecer el criterio de puntuación de vulnerabilidad/calidad se siguen los siguientes pasos:

- Definición de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator coordinates) del establecimiento afectado por el Real Decreto 1254/1999.



- Determinación del tipo de hábitat para las coordenadas UTM del establecimiento. Para ello se deben de seguir los siguientes procedimientos:
 - Consulta a la administración competente acerca del tipo de hábitat. Una vez localizado el tipo de hábitat se procede a conocer la información (véase tabla A del anexo V) correspondiente a la tesela cartográfica en la que se encuentran las coordenadas UTM facilitadas. De toda la información obtenida se ha de prestar especial atención al índice de naturalidad del hábitat. Cuando coinciden varios tipos de hábitats en una misma tesela la metodología escoge el índice de naturalidad del tipo de hábitat con mayor índice de tipo de cobertura.
 - No todos los hábitats están recogidos en el anexo I de la *Directiva 92/43/CEE* como:
 - Código I: Hábitats agrícolas, hortícolas regular o recientemente cultivados.
 - Código I1: Tierras cultivadas o viveros.
 - Código I2: Jardines o parques.
 - Código J: Hábitats de desarrollos industriales y otros tipos de hábitats.
 - Código J1: Edificios de ciudades o pueblos, urbano.
 - Código J2: Baja densidad de edificios.
 - Código J3: Emplazamientos de industrias extractivas.
 - Código J4: Redes de transporte y otras áreas asfaltadas.
 - Código J5: Superficies acuáticas altamente artificiales construidas por el hombre y estructuras asociadas.
 - Código J6: Depósitos de basura y vertederos.

Para estos casos, la metodología recurre a la clasificación de hábitat EUNIS de cara a la clasificación de estos hábitats mediante un flujograma de identificación.

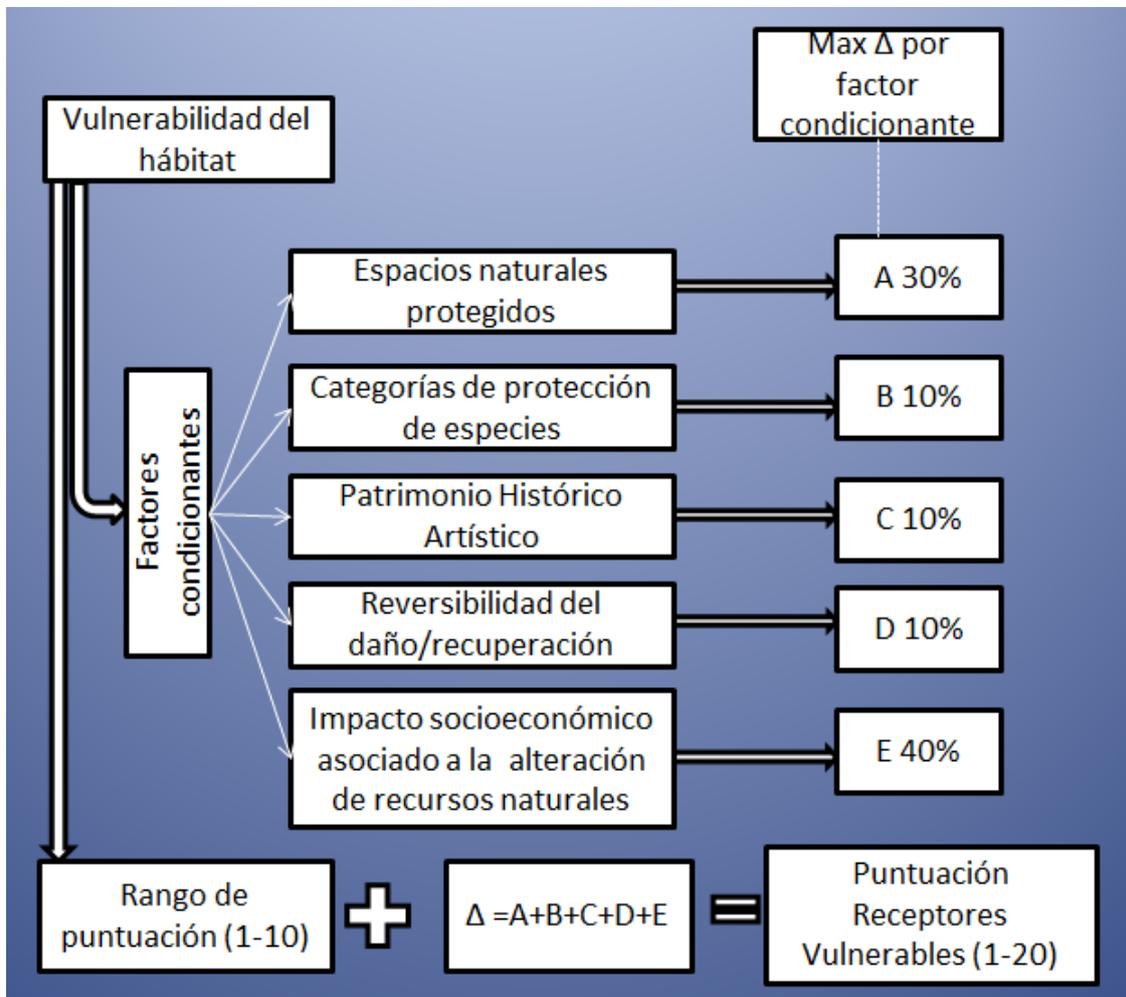


Tabla de criterios utilizados para el criterio de receptores vulnerables

Puntuación	Hábitat	Índice de naturalidad	Hábitat prioritario	Observaciones Recomendaciones
1	Código J	-	-	Código J1, Código J3, Código J4, Código J6
2	Hábitats de desarrollos industriales y otros tipos de hábitats	-	-	Código J2, Código J5
3	Código I	-	-	Código I2
4	Hábitats agrícolas, hortícolas regular o recientemente cultivados	-	-	Código I1
5	Hábitats clasificados dentro del anexo I de la Directiva 92/43 CEE de hábitat	1	NO	-
6		1	SI	-
7		2	NO	-
8		2	SI	-
9		3	NO	-
10		3	SI	-

La metodología propone una serie de factores condicionantes que pueden modificar la puntuación otorgada con el criterio de la tabla anterior. Se muestra a continuación:

Factores condicionantes para la puntuación de receptores vulnerables



3.6.4.1 Factores condicionantes

En este apartado se establecen los criterios para la aplicación de los factores dentro de la mecánica de la metodología. Los incrementos sobre la puntuación de receptores vulnerables vienen determinados por la importancia relativa que cada uno de los factores puede suponer de cara a estimar la puntuación de receptores vulnerables.

De este modo, destacan por su importancia la existencia de espacios naturales protegidos y el impacto socioeconómico asociado a la alteración de los recursos naturales con incrementos del 30 y el 40 por 100 respectivamente.



3.6.4.1.1 Espacios naturales protegidos

La metodología otorga un incremento de un 30 por 100 sobre la puntuación obtenida para la vulnerabilidad/calidad del hábitat, en aquellos casos en los que el área de influencia de un escenario accidental, pudiese afectar a un espacio natural con una o más de categorías de protección de origen estatal o autonómico.

La elección de un criterio binario (si/no) a la hora de aplicar este factor condicionante, se asienta sobre el concepto de protección más amplio. El establecimiento de una determinada figura de protección sobre un determinado espacio natural, es, por sí misma, buena muestra de la representatividad de un área, por lo que, a pesar de las diferentes figuras existentes, la metodología opta por dejar de lado únicamente aquellas áreas que tienen una figura de protección oficial de las que no. Quedando la aplicación de la siguiente manera:

Tabla factor condicionante espacios naturales protegidos

Factor Condicionante Espacios Naturales Protegidos		$\Delta(\%)$
¿Existen espacios naturales protegidos en el área de influencia del escenario accidental?	SI	30
	NO	0

3.6.4.2 Categorías de protección de especies

La metodología otorga un incremento máximo del 10 por 100 sobre la puntuación obtenida para la vulnerabilidad/calidad del hábitat, en aquellos casos en los que, el área de influencia de un escenario accidental, coincida con el área de distribución de una especie animal o vegetal contemplada bajo una de las siguientes figuras de protección a nivel nacional o equivalente a nivel autonómico.



Tabla de criterios utilizados para el factor condicionante categorías de protección de especies

Carácter de protección	$\Delta(\%)$
En peligro de extinción	10
Sensibles a la alteración de su hábitat	8
Vulnerables	5
De interés especial	2
Sin categoría de protección	0

En aquellos casos donde se den varias especies con varias categorías de protección se usará la que proporcione un mayor incremento.

3.6.4.3 Patrimonio histórico artístico

La metodología otorga un incremento máximo del 10 por 100 sobre la puntuación obtenida para la vulnerabilidad/calidad del hábitat, en aquellos casos en los que, el área de influencia de un escenario accidental, coincida con patrimonio artístico como expone la siguiente tabla:

Tabla de criterios utilizados para el factor condicionante patrimonio histórico artístico

Patrimonio Histórico Artístico	$\Delta(\%)$
Bienes inmuebles con la categoría de bien de interés cultural	10
Bienes inmuebles con cualquier otro tipo de categoría de protección	5
Ninguna de las anteriores	0



En aquellos casos donde se den varios inmuebles con varias categorías de protección se usará la que proporcione un mayor incremento. Por otro lado la existencia de uno o más bienes inmuebles bajo una de las anteriores categorías de protección dentro del área de influencia del escenario accidental, significará un incremento de entre un 5 y un 10 por 100.

3.6.4.4 Reversibilidad del daño/recuperación

Este factor pretende considerar el criterio temporal en la recuperación de una zona afectada por un accidente grave. Para ello, se han establecido una serie de criterios a partir de los cuales se otorga un incremento máximo de un 10 por 100 para aquellas alteraciones cuyo tiempo estimado de recuperación exceda el plazo de un año.

Tabla de criterios utilizados para el factor condicionante reversibilidad del daño/recuperación

Tiempo de recuperación	Años	$\Delta(\%)$
Posible daño permanente	50	10
De 5 a 20 años	20	
De 1 a 5 años	5	
De semanas a 1 año	1	5
Días	0,1	

3.6.4.5 Impacto socioeconómico asociado a la alteración de los recursos naturales

La metodología otorga un incremento máximo del 10 por 100 sobre la puntuación obtenida para la vulnerabilidad/calidad del hábitat conforme a los criterios de la siguiente tabla:



Tabla de criterios utilizados para el factor condicionante impacto socioeconómico asociado a la alteración de los recursos naturales

Impacto socioeconómico asociado a la alteración de los recursos naturales	Operador lógico	Impacto socioeconómico asociado a la alteración de los recursos naturales	$\Delta(\%)$
Alteración de más de una actividad económica recogida en el punto A Alteración significativa de una actividad económica recogida en el punto A	Y	Afección a alguno de los tipos de infraestructuras recogidas en el punto B	40
Alteración de más de una actividad económica recogida en el punto A Alteración significativa de una actividad económica recogida en el punto A	O	Afección a alguno de los tipos de infraestructuras recogidas en el punto B	20
Ninguna de las anteriores			0

A. Actividades económicas directamente relacionadas con el medio ambiente.

- Agrícola.
- Ganadera.
- Forestal.
- Pesca.
- Minería.
- Industrial.
- Turismo.



B. Infraestructuras: afección causada por el accidente a las infraestructuras del entorno.

- Redes de transporte y comunicación, incluyendo vías pecuarias.
- Sistemas de almacenamiento y recogida de residuos (peligrosos, asimilables a urbanos, hospitalarios, etc.).
- Suministro y transporte de energía: tendidos eléctricos, combustibles, conducciones de gas, etc.
- Suministros de agua: efectos del consumo sobre las fuentes de abastecimiento del entorno, almacenamiento y transporte de recursos, sistemas locales de depuración, etc.
- Infraestructuras de telecomunicaciones.

A continuación se muestran a título de información complementaria una serie de indicadores que pueden resultar de utilidad a la hora de escoger el incremento apropiado mostrado en la tabla anterior.

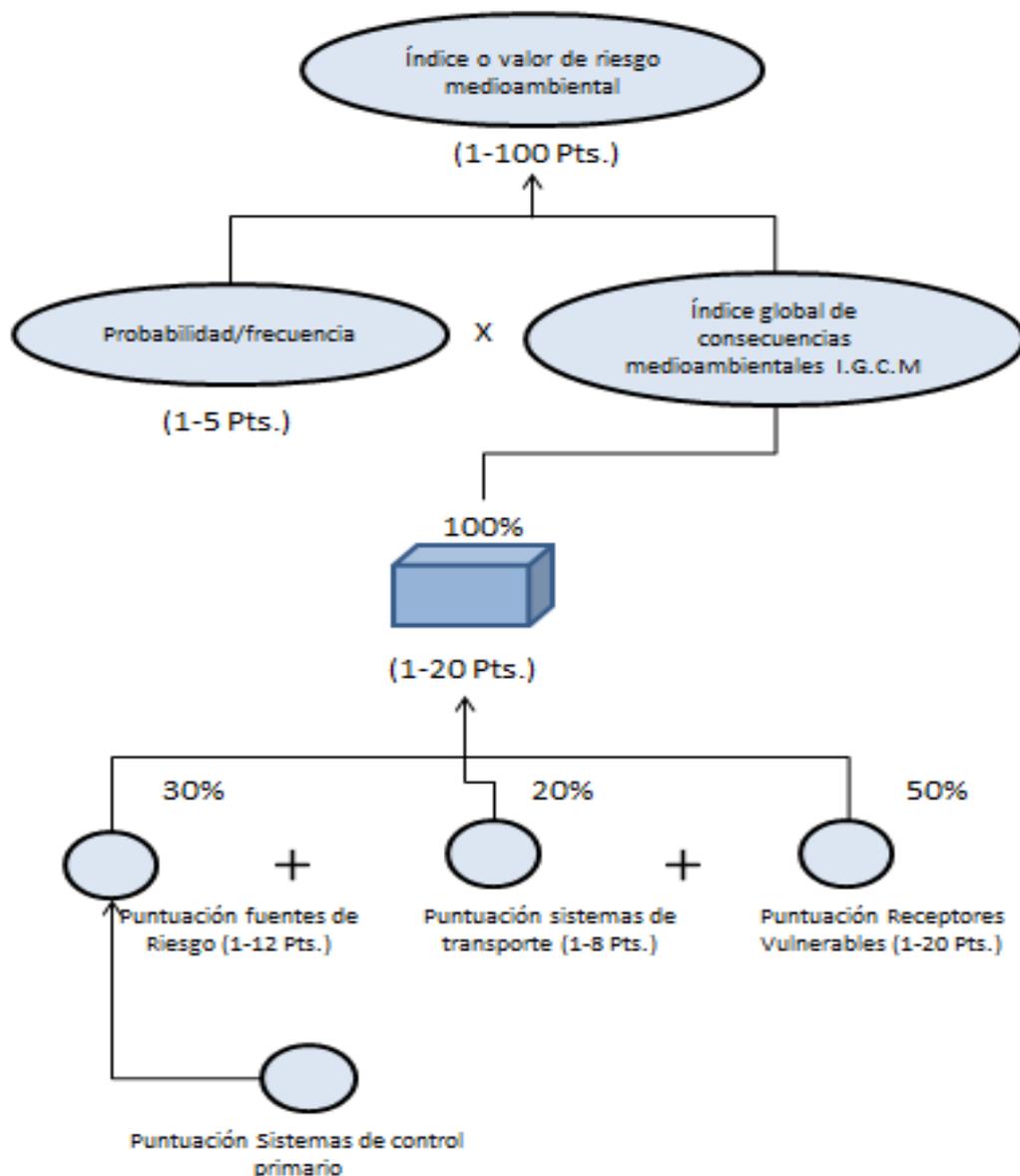
- Visitantes (número, tipología, calidad, satisfacción).
- Puestos de trabajo vinculados a la actividad económica.
- Sectores/actividades productivos.
- Tasa de empleo.
- Rentas.
- Vivienda (primera y segunda residencia).
- Equipamientos.

3.7 Estimación del valor o índice de riesgo medioambiental para un establecimiento afectado por el real decreto 1254/1999

Tras la obtención del índice global de consecuencias medioambientales para cada uno de los escenarios postulados, el siguiente paso de la metodología, consiste en la determinación del valor o índice de riesgo medioambiental.

El valor o índice de riesgo medioambiental para un escenario accidental se obtiene a través del producto del factor probabilidad/frecuencia (1-5 puntos) y el factor IGCM (1-20) como observamos en la siguiente figura:

Figura obtención de IGCM



3.7.1 Índice global de consecuencias medioambientales

Fuentes de riesgo

La puntuación global (3-30) es transformada teniendo en cuenta el peso relativo (30 por 100) que la metodología otorga a las fuentes dentro del IGCM.



Esto es, de los 40 puntos posibles, este componente puede alcanzar un máximo de 12 puntos y un mínimo de 1.

Sistemas de control primario

El componente sistemas de control primario constituye un factor de corrección de la cantidad de sustancia/s involucrada/s en el escenario accidental.

Sistemas de transporte

La puntuación relacionada con la extensión del daño (puntuación de sistemas de transporte) puede variar entre un rango de 1 y 10 puntos. Sin embargo, ésta es transformada como en el caso anterior, teniendo en cuenta el peso relativo (20 por 100) que la metodología otorga a los sistemas de transporte dentro del IGCM. Esto es, de los 40 puntos posibles, este componente puede alcanzar un máximo de 8 y un mínimo de 1.

Receptores vulnerables

Para este componente de sistema de riesgo, puntuación de receptores vulnerables puede variar entre un rango de 1 a 20 puntos. De esta forma, el peso relativo de este componente constituye un 50 por 100 dentro del IGCM. Estos es de los 40 puntos posibles, este componente puede alcanzar un máximo de 20 y un mínimo de 1.

Finalmente, para el cálculo del IGMC consiste en el sumatorio de los 3 componentes anteriores mencionados (figura xxx). El resultado final de este sumatorio puede variar de 3 a 40 puntos. Básicamente la metodología otorga:

- Peso relativo del 30 por 100 a la puntuación de fuentes de riesgo, donde previamente ha sido integrado el componente sistemas de transporte.
- Peso relativo del 20 por 100 a la puntuación sistemas de transporte.
- Peso relativo del 50 por 100 a la puntuación de receptores vulnerables.

3.7.2 Probabilidad/frecuencia asociada a escenarios accidentales

La probabilidad o frecuencia asociada viene dada, en algunos casos en el informe de seguridad, por el propio establecimiento en un análisis cuantitativo



de riesgos (ACR) llevado a cabo previamente en sus instalaciones. En dichos casos la siguiente tabla se muestran las equivalencias necesarias:

Tabla de criterios para el factor probabilidad

Probabilidad (ACR)	Puntuación
$x \geq 1,00 \cdot 10^{-2}$	5
$1,00 \cdot 10^{-4} \leq x < 1,00 \cdot 10^{-2}$	4
$1,00 \cdot 10^{-6} \leq x < 1,00 \cdot 10^{-4}$	3
$1,00 \cdot 10^{-8} \leq x < 1,00 \cdot 10^{-6}$	2
$x < 1,00 \cdot 10^{-8}$	1

Para aquellos supuestos (la mayoría) donde no se ha podido obtener información es aconsejable seguir los criterios orientativos basados en la norma UNE 150008 EX <<Análisis y evaluación del riesgo medioambiental>>

Tabla de criterios para el factor de frecuencia (equivalencias)

Frecuencias	Puntuación
Entre una vez al año y una vez cada 5 años	5
Entre una vez cada 5 años y una vez cada 25 años	4
Entre una vez cada 25 años y una vez cada 50 años	3
Entre una vez cada 50 años y una vez cada 100 años	2
Entre una vez cada 100 años y una vez cada 500 años	1

3.8 Evaluación y tolerabilidad del riesgo ambiental

Una vez obtenidos los índices o valores de riesgo medioambiental para cada uno de los escenarios accidentales generados por el análisis de riesgos medioambientales, es necesario establecer los límites de tolerabilidad del riesgo medioambiental.



Dichos límites no vienen dados en la legislación ni en otras metodologías, por lo que se optará por evaluar la tolerabilidad en función de los valores de probabilidad/frecuencia y IGCM).

Esto hace que en muchos casos sean las propias empresas se coloquen su propia <<barrera>> según características propias del sector y experiencia propia.

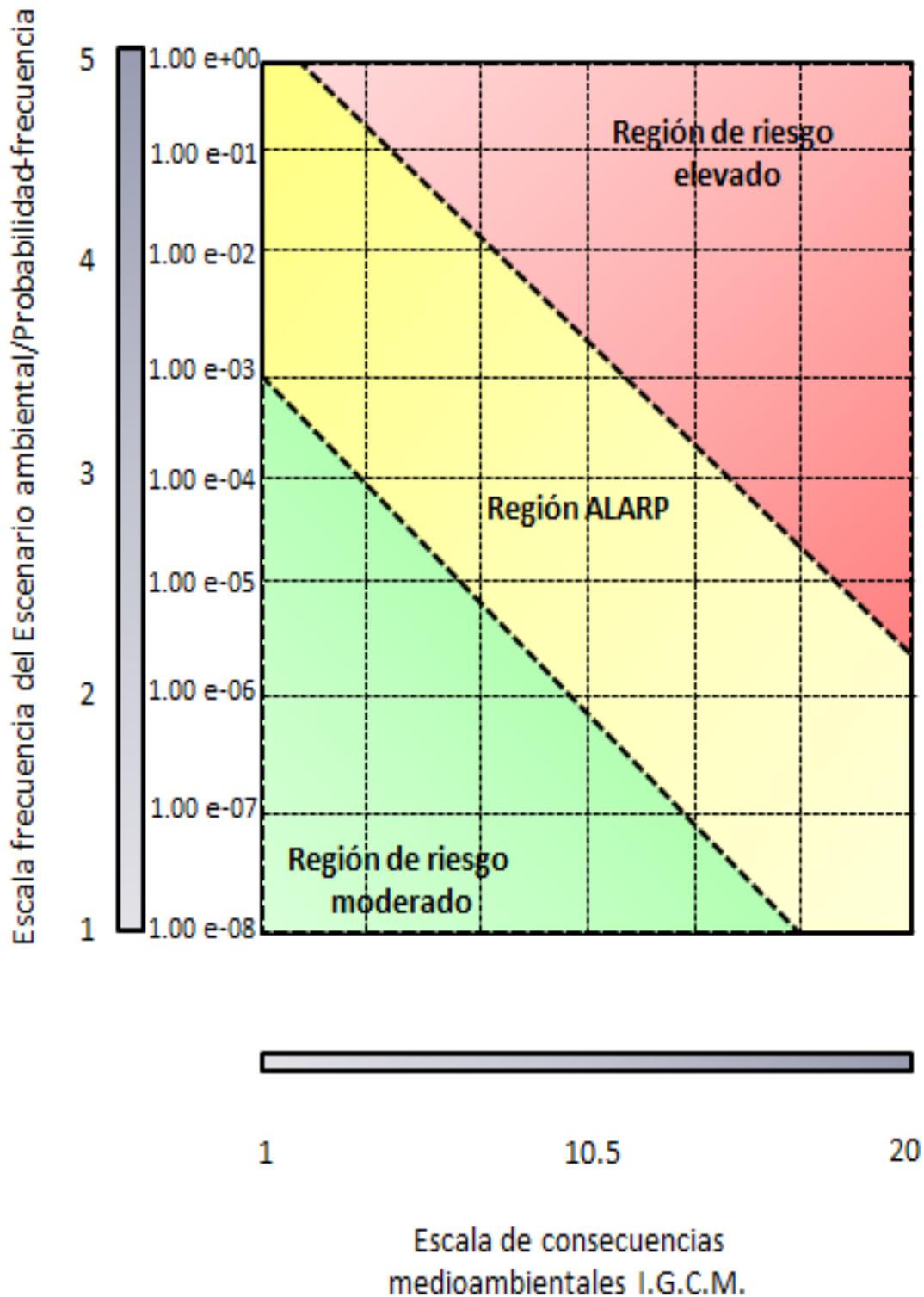
A pesar de ello, con objeto de facilitar el proceso de evaluación, se muestra en la siguiente figura un ejemplo desarrollado dentro del estudio <<Management of Harm to the Environment>> desarrollado por el DETR (Department of the Environment, Transport and the Regions, UK).

Las escalas de la gráfica han sido adaptadas a los rangos usados por la metodología. Se distinguen tres regiones:

- Región de riesgo elevado: En esta área deben ser implantadas medidas de reducción del riesgo, independientemente del coste asociado.
- Región ALARP (As low as reasonably practicable, tan bajo como sea factible): el riesgo delimitado por esta región, pese a ser tolerable, debería ser reducido a los niveles más bajos que fuera factible, sin incurrir a costes desproporcionados.
- Región de riesgo moderado: el nivel de riesgo de esta área es insignificante y es probable que se incurra en excesivos costes si se toman medidas para alcanzar una mayor reducción.



Gráfico de regiones de riesgo para el IGCM





CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN DE UN CASO CONCRETO: PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE TÉRMICO

4.0 Introducción

En este apartado se aplicarán algunas de las técnicas descritas en el anterior capítulo. Debido a la dificultad de acceso a una empresa e instalación real para la toma de datos, se tratará una instalación ficticia de almacenamiento térmico como la de la siguiente figura. Las propiedades de dicho aceite se emplean para un intercambio eficiente de calor generalmente en los procesos de generación de energía eléctrica a partir de radiación solar. La instalación estaría construida en el puerto comercial de la ciudad de Sevilla, a escasos metros del río Guadalquivir.

Planta de almacenamiento de aceite térmico





Ventajas del almacenamiento térmico

Las plantas de energía solar tienen como característica común su dependencia de la radiación solar para su producción eléctrica, que sufre importantes variaciones en función de la posición del sol en el cielo a cada hora del día y cada día del año, así como de la nubosidad. Estas variaciones se traducen directamente en cambios de carga, en ocasiones bruscos, de la turbina, que es el elemento que transforma la energía térmica procedente del campo solar en energía eléctrica. En términos generales, en una planta CCP la potencia de entrada a la turbina se duplica al pasar del invierno al verano y, en un día con abundantes nubes, la turbina sufre disparos repentinos que acortarán su vida útil.

El uso de un sistema de almacenamiento térmico, que permite seguir produciendo electricidad en ausencia de insolación, reduce notablemente estas variaciones de carga. De este modo, se puede garantizar el suministro continuo de electricidad, superando las intermitencias, y adaptarlo a la demanda de consumo de una manera flexible, uno de los puntos débiles de algunas tecnologías renovables.

La empresa de ingeniería, que tiene en la innovación uno de sus valores fundacionales, continúa mejorando su tecnología con cada proyecto, con el objetivo de hacer de la energía solar una alternativa real, competitiva con las energías tradicionales. Como resultado, estas plantas solares, capaces de producir energía limpia e inagotable de forma ininterrumpida, podrían dibujar el panorama solar mundial a medio plazo.

Proceso de obtención de energía eléctrica a partir de energía solar

Estas instalaciones producen electricidad casi de la misma forma que las centrales convencionales que queman carbón o petróleo. La diferencia es que obtienen su energía primaria utilizando un campo de espejos concentrando radiación solar y convirtiéndola en vapor o gas a alta temperatura para hacer funcionar una turbina y un generador.

En la siguiente figura observamos esquemáticamente el proceso de obtención de energía a partir del sol en una central con almacenamiento térmico.

Gráfico de obtención de energía eléctrica a partir de radiación solar



Habitualmente se usan concentradores solares por reflexión para alcanzar las temperaturas requeridas en la operación de los ciclos termodinámicos. Los tres conceptos de concentración solar más utilizados son:

-Sistemas de Baja y media Concentración (Temperaturas entre 100°C y 400°C)

- Concentradores cilindro-parabólicos.

-Sistemas de Alta Concentración (Temperaturas entre 500°C y 1500°C)

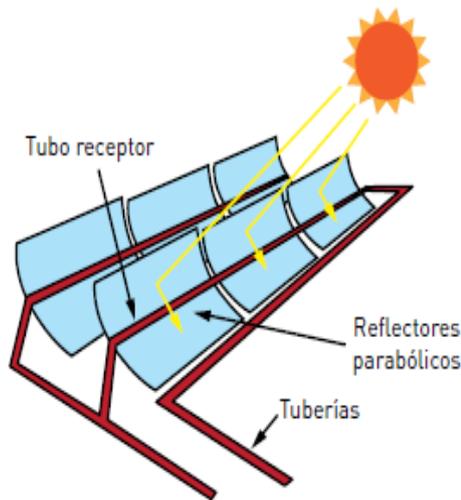
- Sistemas de torre o de receptor central.
- Discos parabólicos.

-Líneas de fresnel, aun en desarrollo.

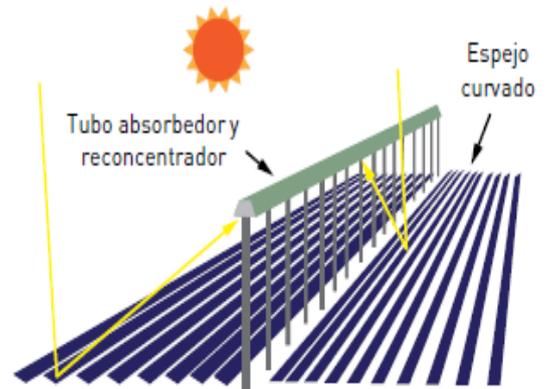
En la figura observamos la configuración de la planta para los 4 procesos:



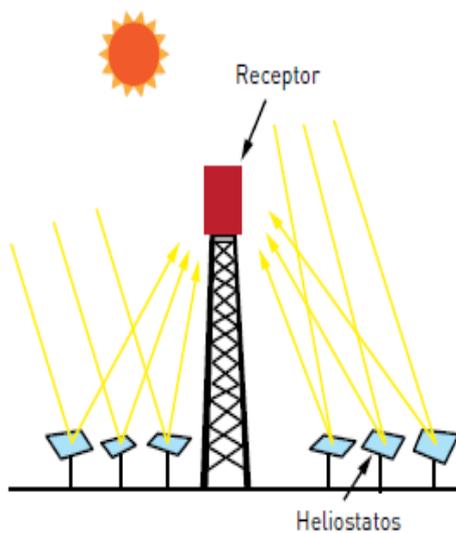
Configuraciones de la planta para las instalaciones termosolares



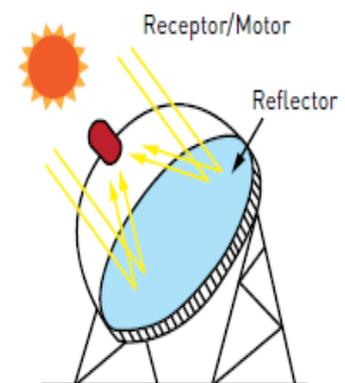
Cilindros parabólicos



Lineal de Fresnel



Receptor central



Disco parabólico

El rendimiento global en generación de electricidad de una central termosolar está alrededor de 16 % y 20 % de eficiencia.



4.1 Descripción de la instalación

La instalación a estudiar es una estación de almacenamiento térmico tipo *Dowterm A-Nº CAS 101-84-8*.

Se disponen de los siguientes sistemas de almacenamiento junto con sus respectivas conducciones:

- 4 depósitos con capacidad de 30 m³.
- 2 depósitos con capacidad de 1000m³
- Cubetos de seguridad de 100 m³ para los depósitos menores y de 2300 m³ para los más grandes.

Para el proceso de carga y descarga se dispone:

- Patio para los camiones consistente en un pozo de 1.5m de profundidad y superficie de 10.000 m² para su correcta maniobrabilidad.
- Muelle de carga fluvial, con capacidad para 2 buques de hasta 30 metros de eslora.

En cuanto a elementos de protección contra fugas la instalación cuenta con varios sistemas tanto para el transporte de sustancia como almacenamiento:

- Adaptadores de seguridad de los boquereles en las mangueras de descarga que van a los camiones.
- Válvulas manuales y automáticas de cierre en conducciones, así como de alivio en depósitos.
- Cubetos de seguridad para los depósitos.
- Sistemas de control de volumen en depósitos.



- Diversos sensores de fuga con sus correspondientes alarmas.

4.2 Identificación del riesgo

En la siguiente tabla se muestran las distintas situaciones de riesgo con su consecuente accidente.

Situación	Accidente	Consecuencia
Descarga desde camiones	Durante la carga y descarga desde camiones, el aceite término se expone a fugas: <ul style="list-style-type: none">• Rotura de las mangueras de descarga.• Fallo en conexiones de descarga	Vertido de aceite en el patio de camiones, posibles daños: <ul style="list-style-type: none">• Daño de instalaciones y materiales por corrosividad• Contacto de la sustancia con los operarios
Descarga desde buque	Durante la carga y descarga desde buques, el aceite término se expone a fugas: <ul style="list-style-type: none">• Rotura de las mangueras de descarga.• Fallo en conexiones de descarga.	Vertido de aceite al río, posibles daños: <ul style="list-style-type: none">• Daño a la flora y fauna del río.• Contacto de la sustancia con los operarios.
Sobrellenado de depósitos	Debido a que el producto almacenado supera la capacidad del depósito, el aceite se libera: <ul style="list-style-type: none">• Se producen fisuras en el depósito.	Vertido del aceite a la instalación, posibles daños: <ul style="list-style-type: none">• Contacto con los operarios.• Daños a la instalación.
Rotura de líneas de distribución o depósitos	Se producen fisuras en algún depósito o línea debido a falta de mantenimiento, altas temperaturas, corrosividad o cualquier agente externo	Vertido del aceite por la zona afectada, posibles daños: <ul style="list-style-type: none">• Contacto con los operarios.• Daños a la instalación.



4.2.1 Propiedades de Dowterm A-Nº CAS 101-84

A continuación se describirán las distintas propiedades del aceite térmico a tratar, así como modos de actuación en caso de accidente y protecciones necesarias para su manipulación.

4.2.1.1 Peligros

- Incendio: Producto inflamable
- Explosión : El vapor puede formar mezclas explosivas con el aire, con el fuego y/o tanques de agua
- Exposición :
 - Inhalación: Puede causar dolor de cabeza. Una exposición excesiva puede causar irritación en el tracto respiratorio superior
 - Ingestión Puede producir daño al hígado, náuseas y vómitos.
 - Contacto con la piel Puede causar irritación en la piel.
 - Contacto con los ojos Puede provocar irritación en los ojos

4.2.1.2 Acciones

Instrucciones generales

- Los pacientes cuya ropa o piel esté contaminada con el fluido pueden contaminar secundariamente al personal de rescate y médico.
- No realizar la respiración boca a boca

Autoprotección del socorrista

En situaciones de respuesta que incluyan la exposición a niveles potencialmente insanos de aceite, deberá llevarse puesto un aparato de respiración autónomo y ropa de protección contra productos químicos.



Rescate de pacientes

Los pacientes deben ser trasladados inmediatamente de la zona contaminada. Si los pacientes pueden andar, deberían trasladarse por ellos mismos. Los pacientes que no puedan andar, pueden ser trasladados sobre tableros o parihuelas. Si éstas no están disponibles, llevar o arrastrar con cuidado a los pacientes a lugar seguro. Las prioridades inmediatas deben seguir el “A,B,C” (Vía de aire, Respiración, Circulación) de reanimación .

Descontaminación/Primeros auxilios

Los pacientes que están capacitados y quieren cooperar pueden ayudar a su propia descontaminación. Si la ropa está contaminada, quitarla y ponerla en una bolsa doble:

- Inhalación Trasladar a la víctima a aire fresco y mantenerla con calor e inmóvil. Conseguir atención médica inmediatamente.
- Ingestión: Administrar grandes cantidades de agua. Consultar los servicios médicos.
- Contacto con la piel: Quitar toda la ropa contaminada. Lavar las partes afectadas del cuerpo con grandes cantidades de agua. Conseguir atención médica inmediatamente.
- Contacto con los ojos: Lavar los ojos inmediatamente con agua durante al menos 15 minutos, levantando los párpados. Conseguir atención médica inmediatamente.

Tratamiento inicial

En caso de inhalación trasladar a la víctima a aire limpio y mantenerla abrigada e inmóvil. Si la respiración se hace dificultosa o si ha cesado, efectuar respiración artificial. La respiración boca a boca puede exponer al administrador a productos químicos que estén en los pulmones de la víctima o el vómito.

En caso de exposición oral se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Administrar grandes cantidades de agua.
- Provocar el vómito introduciendo dedos en la boca si la víctima está consciente.



- Después de cada vómito, administrar una solución de sal común (una cucharada de sal en 250-300 ml de agua).

Lavar los ojos inmediatamente con agua durante al menos 15 minutos, levantando los párpados.

4.2.2 Medidas en caso de vertido

- Precauciones personales: Traje de protección química y equipo autónomo de respiración. El personal no protegido debe situarse en dirección contraria a la dirección del viento del área de derrame.
- Protección del medio ambiente: Prevenir la entrada en desagües, canales o ríos.
- Métodos de limpieza: Absorción del líquido con arena, tierra, arcilla, cenizas, polvo de cemento, musgo de turba u otras sustancias compatibles.

4.2.3 Controles de la exposición

- Protección respiratoria: Utilizar un filtro de vapores orgánicos. Ventilación local y protección respiratoria.
- Protección cutánea: Traje de protección química y guantes de caucho de nitrilo.
- Protección de los ojos: Gafas de seguridad contra salpicaduras

4.2.4 Información toxicológica

1. Toxicidad aguda. Efectos/síntomas agudos.

- General: La sustancia irrita a los ojos y la piel.
- Inhalación: Puede causar dolor de cabeza.
- Una exposición excesiva puede causar irritación en el tracto respiratorio superior.
- Ingestión: Puede producir daño al hígado, náuseas y vómitos.
- Contacto con la piel: Puede causar irritación en la piel.



- Contacto con los ojos: Puede provocar irritación en los ojos.
- LD50: > 2000 mg/kg (dérmica, conejo)
- LD50: 2322 mg/kg (oral, rata)

2. Vías de exposición

Inhalación, ingestión, contacto con la piel y los ojos.

3. Recomendaciones para la población

Es aconsejable el CONFINAMIENTO en el interior de edificios: Permanecer dentro de edificaciones manteniendo puertas y ventanas cerradas. Detener cualquier sistema de ventilación.

Permanecer a la escucha de las recomendaciones vía radio o teléfono.

4.2.5 Propiedades físicas y químicas

1. Información general

- Aspecto: Líquido de color ámbar.
- Olor: Aromático.

2. Información importante en relación con la seguridad.

- Punto/intervalo de ebullición, °C (a 1013 mbar) :288
- Punto de inflamación, °C: 141
- Límite inferior de explosividad, % vol. :1,2
- Límite superior de explosividad, % vol.: 6
- Presión de vapor a 20 °C, Pa :< 1
- Densidad a 20°C y 1013 mbar, kg/m³: 1110
- Solubilidad en agua a 20 °C, ppm :< 1

3. Otros datos

- Punto/intervalo de fusión, °C (a 1013 mbar): < 5
- Temperatura de ignición espontánea, °C: 584
- Peso molecular: 170 g/mol



4.2.6 Estabilidad y reactividad

El vapor puede formar mezclas explosivas con el aire, con el fuego, y/o tanques con agua. Los vapores son más pesados que el aire y se distribuyen a nivel del suelo. La ignición a distancia es posible.

- Condiciones que deben evitarse: Evitar la exposición a cualquier fuente de ignición, a la luz solar y a descargas electrostáticas.
- Materias que deben evitarse: Es reactivo con oxidantes.
- Productos de descomposición peligrosos: Fenol, humo negro denso, COx y vapores tóxicos.

4.2.7. Información reglamentaria

Etiquetado según el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de las peligrosas, aprobado por Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, y sus adaptaciones al progreso técnico.

- Frases R 50/53, 36/38 Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Irrita los ojos y la piel.
- Frases S 60 Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.

4.3 Árboles de fallo

A continuación se elaborará un árbol de fallos para cada escenario accidental considerado. Los valores probabilísticos asociados a cada una de las secuencias de fallo se han estimado sobre la base de la bibliografía especializada en la materia.



4.3.1. Rotura de manguera en descarga de camiones cisterna

Medidas de seguridad

Este suceso iniciador se da durante el proceso de descarga de aceite en tierra. Se propone un árbol de sucesos con los escenarios más significativos y se describen brevemente a continuación las medidas de seguridad ante tal suceso.

La función de seguridad del segundo nodo de la siguiente figura engloba todos los dispositivos que permiten interrumpir el flujo aceite entre la cisterna y la manguera, en especial la válvula de fondo de la cisterna y la válvula de exceso de flujo. La primera es de accionamiento neumático y cierra por fallo de aire; la actuación del operador al detectar la fuga consiste precisamente en dejar rápidamente esa válvula sin presión de aire. La segunda cierra ante un exceso de flujo, pero no lo hace ante incrementos moderados del mismo, como los que podrían generarse como consecuencia de una fisura en la manguera.

La segunda función corresponde al adaptador de seguridad del boquerel, que aísla la instalación receptora de la manguera. No se trata de una función sustitutiva de la anterior sino complementaria de la misma. Sólo si ambas funciones actúan correctamente, la fuga queda limitada al contenido de la manguera.

En caso de fallo del adaptador de seguridad del boquerel, la válvula de retención del depósito, propuesta como tercera función de seguridad, limitaría la fuga de aceite al contenido de la línea fija de descarga.

El cierre de alguna de las válvulas manuales, situadas en serie entre la conexión de la manguera a la tubería de descarga y el depósito, constituye la función de seguridad del nodo "E". Se trataría de una actuación de "control manual" ya que debería llevarse a cabo por el conductor de la cisterna o por algún operario de mantenimiento presente en el momento de la descarga. Esta función, al igual que las anteriores, limitaría la cantidad de aceite fugado.

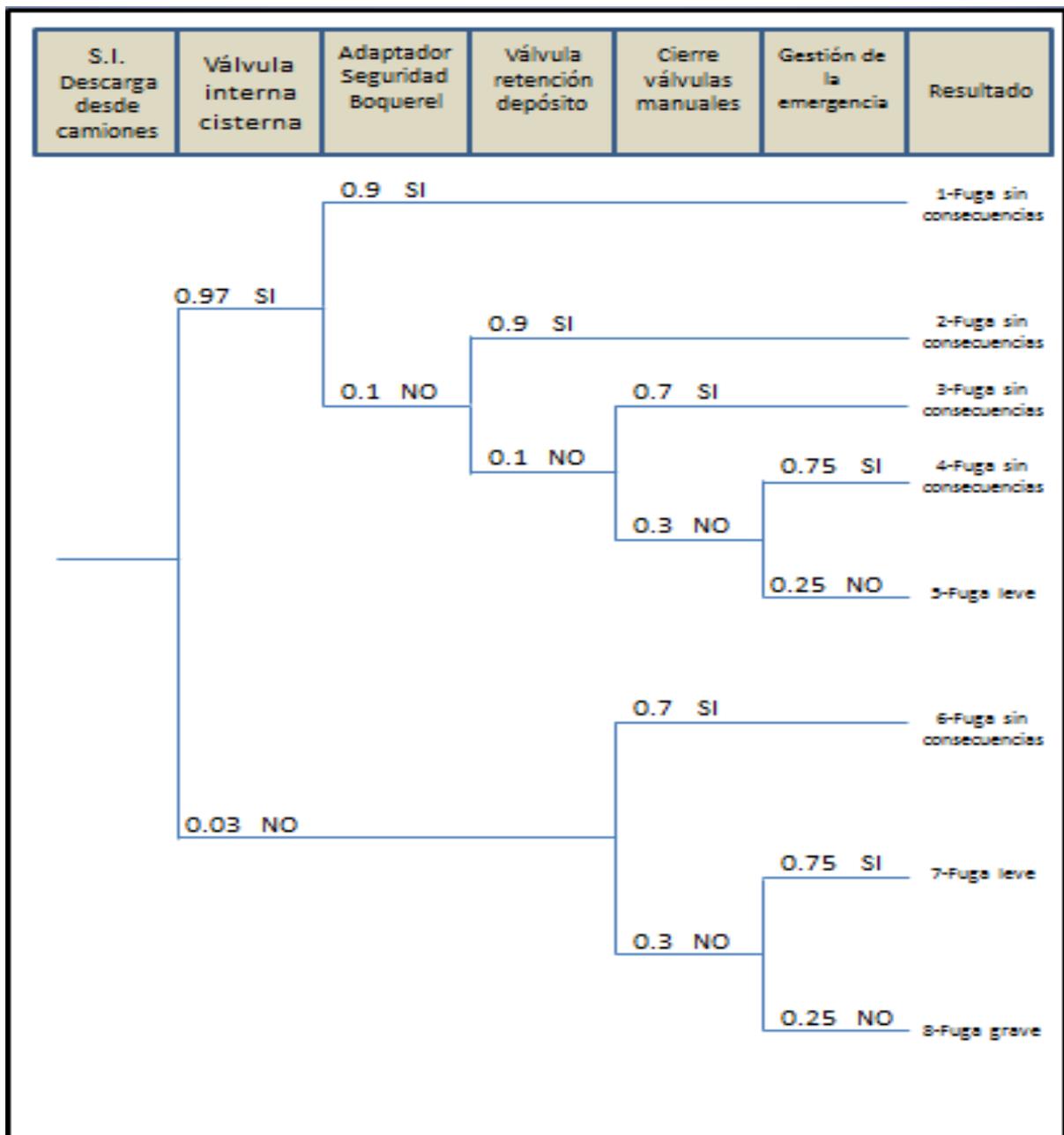


Finalmente, la función de seguridad “Alerta de la emergencia” engloba en este árbol todas las actuaciones previstas en el Plan de Autoprotección.

Descripción gráfica

A continuación se muestra gráficamente el árbol de sucesos con cada una de las probabilidades de ocurrencia en cada caso y sus complementarios.

Gráfico de árbol de sucesos de rotura de manguera de descarga desde camiones





Análisis de los distintos casos

1	<p>Producida una fisura en la manguera, durante la descarga de una cisterna, con la consiguiente fuga de aceite, la rápida reacción del conductor actuando sobre la válvula de fondo de la cisterna y el funcionamiento del adaptador de seguridad del boquerel, hacen que el aceite fugado sea una cantidad limitada, que se disipa en el terreno sin consecuencias nocivas.</p>
2	<p>Producida una fisura en la manguera, durante la descarga de una cisterna, con la consiguiente fuga de aceite, aunque se cierra la válvula de fondo de la cisterna, el fallo del adaptador de seguridad del boquerel provoca una fuga de aceite por retroceso desde la instalación. En el peor de los casos esta fuga quedaría limitada al contenido de la línea, a causa del cierre de la válvula de retención del depósito, lo que facilitaría que el aceite fugado se disipara en el terreno sin otras consecuencias.</p>
3	<p>En la situación anterior, habiendo fallado la válvula de retención del depósito, la pronta actuación sobre las válvulas manuales, en la parte fija de la instalación, harían que el propano aceite fuera una cantidad limitada, que se disiparía en el terreno sin otras consecuencias</p>
4	<p>En el escenario 4, la imposibilidad de actuar sobre las válvulas manuales, en la parte fija de la instalación, o el fallo de la hermeticidad de las mismas, provoca una fuga continua desde el depósito que estaba siendo rellenado. Se solicita ayuda externa y se aplica el plan de autoprotección, lo que llevaría a controlar la situación.</p>
5	<p>En el escenario 5, en caso de retraso en la ayuda externa o medidas insuficientes por parte del plan de autoprotección se daría lugar a una fuga de material corrosivo.</p>
6	<p>Producida una fisura en la manguera, durante la descarga de una cisterna, con la consiguiente fuga de aceite y habiendo fallado la válvula interna de la cisterna, la pronta actuación sobre las válvulas manuales previas a la manguera, harían que el aceite fugado fuera una cantidad limitada, que se disiparía en terreno sin otras consecuencias.</p>



7	En el escenario 7, la imposibilidad de actuar sobre las válvulas manuales, en la parte fija de la instalación, o el fallo de la hermeticidad de las mismas, provoca una fuga continua desde el depósito que estaba siendo rellenado. Se solicita ayuda externa y se aplica el plan de autoprotección, lo que llevaría a controlar la situación.
8	En el escenario 8, en caso de retraso en la ayuda externa o medidas insuficientes por parte del plan de autoprotección se daría lugar a una fuga de material corrosivo.

- Fuga sin consecuencias: se da cuando el terreno absorbe la cantidad fugada sin causar daños materiales ni humanos. A ello se llega en los casos 1,2,3,4 y 6.
- Fuga leve: cuando el material queda confinado en el patio de camiones pero en una cantidad que puede afectar a operarios que trabajen por la zona y a los camiones y conducciones presentes. A ello se llega en los casos 5 y 7.
- Fuga peligrosa: la cantidad fugada causara daños a operarios y material que estén por la zona. A ello se llega en el caso 8.

Evaluación del árbol

La frecuencia del suceso iniciador es 10^{-3} oc/año. Para obtener las frecuencias de ocurrencia de cada resultado final, se multiplica la frecuencia del suceso inicial por las probabilidades de cada suceso dentro de la secuencia para llegar a dicho resultado. En la siguiente tabla se exponen los cálculos.

Secuencia	Cálculo	Resultado
1	$10^{-3} \cdot 0,97 \cdot 0,9$	$8,73 \cdot 10^{-4}$
2	$10^{-3} \cdot 0,97 \cdot 0,9 \cdot 0,1$	$8,73 \cdot 10^{-5}$
3	$10^{-3} \cdot 0,97 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,7$	$6,79 \cdot 10^{-6}$
4	$10^{-3} \cdot 0,97 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,3 \cdot 0,75$	$2,18 \cdot 10^{-6}$
5	$10^{-3} \cdot 0,97 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,3 \cdot 0,25$	$7,27 \cdot 10^{-7}$
6	$10^{-3} \cdot 0,03 \cdot 0,7$	$2,10 \cdot 10^{-5}$



7	$10^{-3} \cdot 0,03 \cdot 0,3 \cdot 0,75$	$6,75 \cdot 10^{-6}$
8	$10^{-3} \cdot 0,03 \cdot 0,3 \cdot 0,25$	$2,25 \cdot 10^{-6}$
TOTAL		10^{-3}

Observamos que se cumple que la suma de las frecuencias de todos los sucesos finales es igual a la frecuencia del suceso inicial.

Cuando varias secuencias pueden dar un mismo resultado, las frecuencias de ocurrencia se suman, por lo que el resultado final sería:

Fuga sin consecuencias	$f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_6 = 9,90 \cdot 10^{-4}$ oc/año
Fuga leve	$f_5 + f_7 = 7,47 \cdot 10^{-6}$ oc/año
Fuga peligrosa	$f_8 = 2,25 \cdot 10^{-6}$ oc/año

4.3.2. Rotura de manguera en descarga desde buque

Medidas de seguridad

Este suceso iniciador se da durante el proceso de descarga de aceite en los pantalanos de la instalación. El proceso es prácticamente idéntico a la descarga desde camiones, no así las consecuencias, ya que en caso de accidente el aceite fugado se vertería en el río. Se propone un árbol de sucesos con los escenarios más significativos y se describen brevemente a continuación las medidas de seguridad ante tal suceso.

La función de seguridad del segundo nodo de la figura XX engloba todos los dispositivos que permiten interrumpir el flujo de aceite entre los tanques de almacenamiento de los buques y la manguera, en especial la válvula de fondo del tanque y la válvula de exceso de flujo. La primera es de accionamiento neumático y cierra por fallo de aire; la actuación del operador al detectar la fuga consiste precisamente en dejar rápidamente esa válvula sin presión de aire. La



segunda cierra ante un exceso de flujo, pero no lo hace ante incrementos moderados del mismo, como los que podrían generarse como consecuencia de una fisura en la manguera.

La segunda función corresponde al adaptador de seguridad del boquerel, que aísla la instalación receptora de la manguera. No se trata de una función sustitutiva de la anterior sino complementaria de la misma. Sólo si ambas funciones actúan correctamente, la fuga queda limitada al contenido de la manguera.

En caso de fallo del adaptador de seguridad del boquerel, la válvula de retención del depósito, propuesta como tercera función de seguridad, limitaría la fuga de aceite al contenido de la línea fija de descarga.

El cierre de alguna de las válvulas manuales, situadas en serie entre la conexión de la manguera a la tubería de descarga y el depósito, constituye la función de seguridad del nodo "E". Se trataría de una actuación de "control manual" ya que debería llevarse a cabo por el conductor de la cisterna o por algún operario de mantenimiento presente en el momento de la descarga. Esta función, al igual que las anteriores, limitaría la cantidad de aceite fugado.

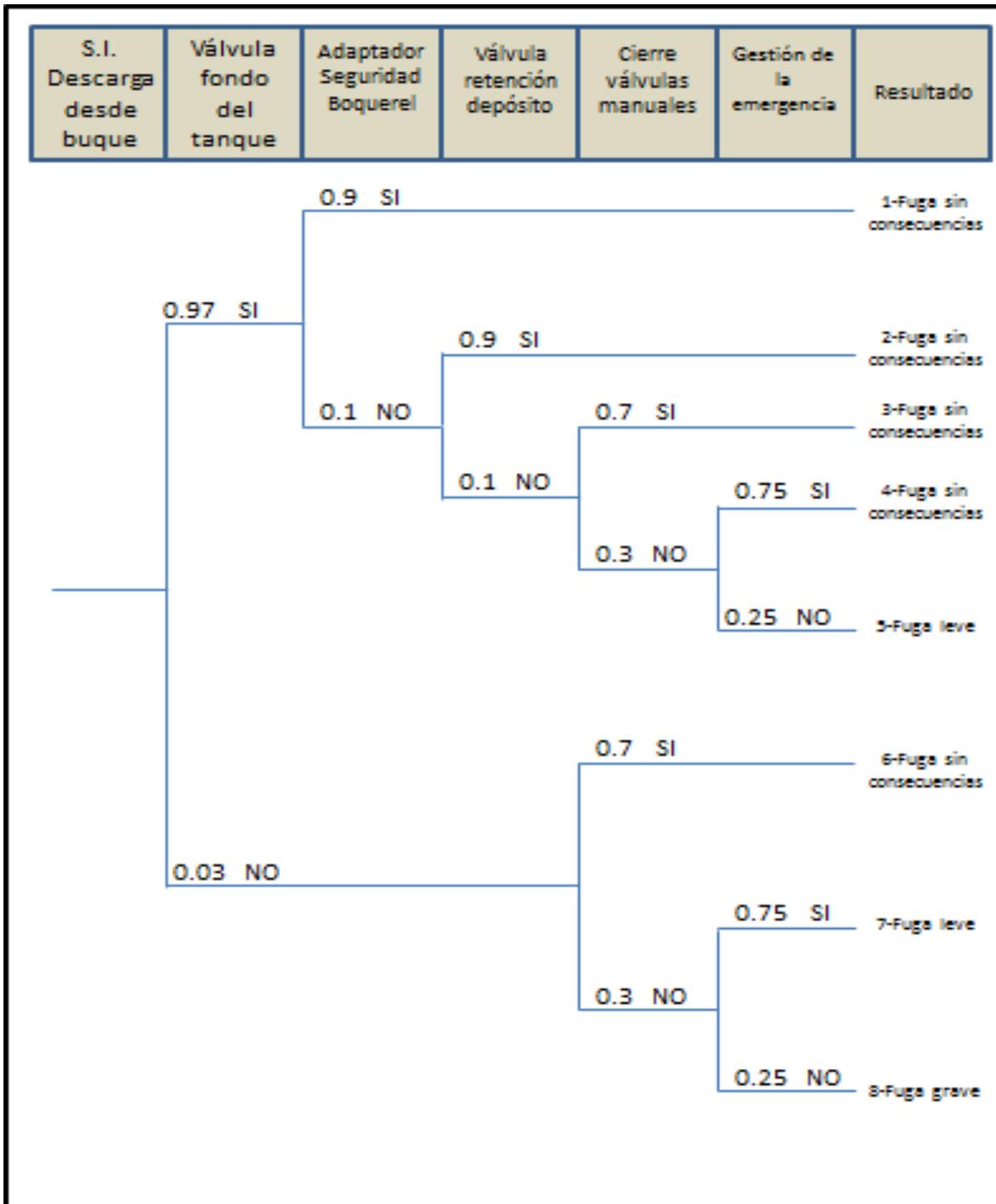
Finalmente, la función de seguridad "Alerta de la emergencia" engloba en este árbol todas las actuaciones previstas en el Plan de Autoprotección.

Descripción gráfica

A continuación se muestra gráficamente el árbol de sucesos con cada una de las probabilidades de ocurrencia en cada caso y sus complementarios.



Gráfico de árbol de sucesos de rotura de manguera de descarga desde buques





Análisis de los distintos casos

1	<p>Producida una fisura en la manguera, durante la descarga de un tanque del buque, con la consiguiente fuga de aceite, la rápida reacción de la tripulación actuando sobre la válvula de fondo del tanque y el funcionamiento del adaptador de seguridad del boquerel, hacen que el aceite fugado sea una cantidad limitada, que se disipa en la cubierta del barco o en el pantalán sin consecuencias nocivas.</p>
2	<p>Producida una fisura en la manguera, durante la descarga de un tanque, con la consiguiente fuga de aceite, aunque se cierra la válvula de fondo de la cisterna, el fallo del adaptador de seguridad del boquerel provoca una fuga de aceite por retroceso desde la instalación. esta fuga quedaría limitada al contenido de la línea, a causa del cierre de la válvula de retención del depósito, lo que facilitaría que el aceite fugado se disipara en el terreno sin otras consecuencias.</p>
3	<p>En la situación anterior, habiendo fallado la válvula de retención del depósito, la pronta actuación sobre las válvulas manuales, en la parte fija de la instalación, harían que el aceite fugado fuera una cantidad limitada, que se disiparía sin otras consecuencias</p>
4	<p>En el escenario 4, la imposibilidad de actuar sobre las válvulas manuales, en la parte fija de la instalación, o el fallo de la hermeticidad de las mismas, provoca una fuga continua desde el depósito que estaba siendo rellenado. Se solicita ayuda externa y se aplica el plan de autoprotección, lo que llevaría a controlar la situación.</p>
5	<p>En el escenario 5, en caso de retraso en la ayuda externa o medidas insuficientes por parte del plan de autoprotección se daría lugar a una fuga de material corrosivo.</p>
6	<p>Producida una fisura en la manguera, durante la descarga de un tanque de un barco, con la consiguiente fuga de aceite y habiendo fallado la válvula interna del tanque, la pronta actuación sobre las válvulas manuales previas a la manguera, harían que el aceite fugado fuera una cantidad limitada, que se disiparía en terreno sin otras consecuencias.</p>



7	En el escenario 7, la imposibilidad de actuar sobre las válvulas manuales, en la parte fija de la instalación, o el fallo de la hermeticidad de las mismas, provoca una fuga continua desde el depósito que estaba siendo rellenado. Se solicita ayuda externa y se aplica el plan de autoprotección, lo que llevaría a controlar la situación.
8	En el escenario 8, en caso de retraso en la ayuda externa o medidas insuficientes por parte del plan de autoprotección se daría lugar a una fuga de material corrosivo.

- Fuga sin consecuencias: se da cuando el pantalán o la cubierta del barco absorben la cantidad fugada sin causar daños materiales ni humanos. A ello se llega en los casos 1,2,3, 4 y 6.
- Fuga leve: cuando el material fugado se vierte al río pero en concentraciones despreciables. A ello se llega en el caso 7.
- Fuga peligrosa: la cantidad fugada causara daños medioambientales graves, así como daño a los operarios que trabajen en la zona. A ello se llega en los casos 5 y 8.

Evaluación del árbol

La frecuencia del suceso iniciador es 10^{-3} oc/año. Para obtener las frecuencias de ocurrencia de cada resultado final, se multiplica la frecuencia del suceso inicial por las probabilidades de cada suceso dentro de la secuencia para llegar a dicho resultado. En la siguiente tabla se exponen los cálculos.

Secuencia	Cálculo	Resultado
1	$10^{-3} \cdot 0,97 \cdot 0,9$	$8,73 \cdot 10^{-4}$
2	$10^{-3} \cdot 0,97 \cdot 0,9 \cdot 0,1$	$8,73 \cdot 10^{-5}$
3	$10^{-3} \cdot 0,97 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,7$	$6,79 \cdot 10^{-6}$
4	$10^{-3} \cdot 0,97 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,3 \cdot 0,75$	$2,18 \cdot 10^{-6}$
5	$10^{-3} \cdot 0,97 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,3 \cdot 0,25$	$7,27 \cdot 10^{-7}$
6	$10^{-3} \cdot 0,03 \cdot 0,7$	$2,10 \cdot 10^{-5}$
7	$10^{-3} \cdot 0,03 \cdot 0,3 \cdot 0,75$	$6,75 \cdot 10^{-6}$
8	$10^{-3} \cdot 0,03 \cdot 0,3 \cdot 0,25$	$2,25 \cdot 10^{-6}$
TOTAL		10^{-3}



Observamos que se cumple que la suma de las frecuencias de todos los sucesos finales es igual a la frecuencia del suceso inicial.

Cuando varias secuencias pueden dar un mismo resultado, las frecuencias de ocurrencia se suman, por lo que el resultado final sería:

Fuga sin consecuencias	$f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_6 = 9,90 \cdot 10^{-4}$ oc/año
Fuga leve	$f_7 = 6,75 \cdot 10^{-6}$ oc/año
Fuga peligrosa	$f_5 + f_8 = 2,97 \cdot 10^{-6}$ oc/año

4.3.3 Sobrellenado de un depósito por programación errónea de una cantidad a descargar superior a su volumen libre útil

Medidas de seguridad

Los depósitos de aceite van dotados reglamentariamente de un indicador de punto máximo de llenado, el cual se propone en este árbol como la primera de las funciones de seguridad.

El segundo de los nodos del árbol no recoge una función de seguridad, sino un conjunto de circunstancias operativas y/o ambientales que pueden anular o complicar las consecuencias del sobrellenado. Por ejemplo un elevado consumo inmediato a la descarga de la cisterna y/o el enfriamiento del líquido en el depósito (rama ascendente del nodo), podrían dejar sin efecto las condiciones creadas durante la carga; por el contrario, la ausencia de consumo asociada al calentamiento del líquido en el depósito (rama descendente), producirían manifestaciones de sobrepresión en el mismo.

La tercera función de seguridad está constituida por las válvulas de alivio. Su funcionamiento correcto protege al depósito de las consecuencias de un



aumento excesivo de la presión interna. No obstante, la apertura de estas válvulas libera aceite, lo que puede dar lugar a alguno de los accidentes asociados al contacto con este producto

La detección precoz del problema se especifica como cuarta función de seguridad pues permitiría poner en marcha actuaciones, por ejemplo trasvase de aceite, que llevarían a disminuir el grado de sobrellenado.

Tras ello se considera como función de seguridad la resistencia del depósito, que en condiciones desfavorables –ausencia de consumo, aumento de temperatura ambiente– soportaría la elevación de la presión interna.

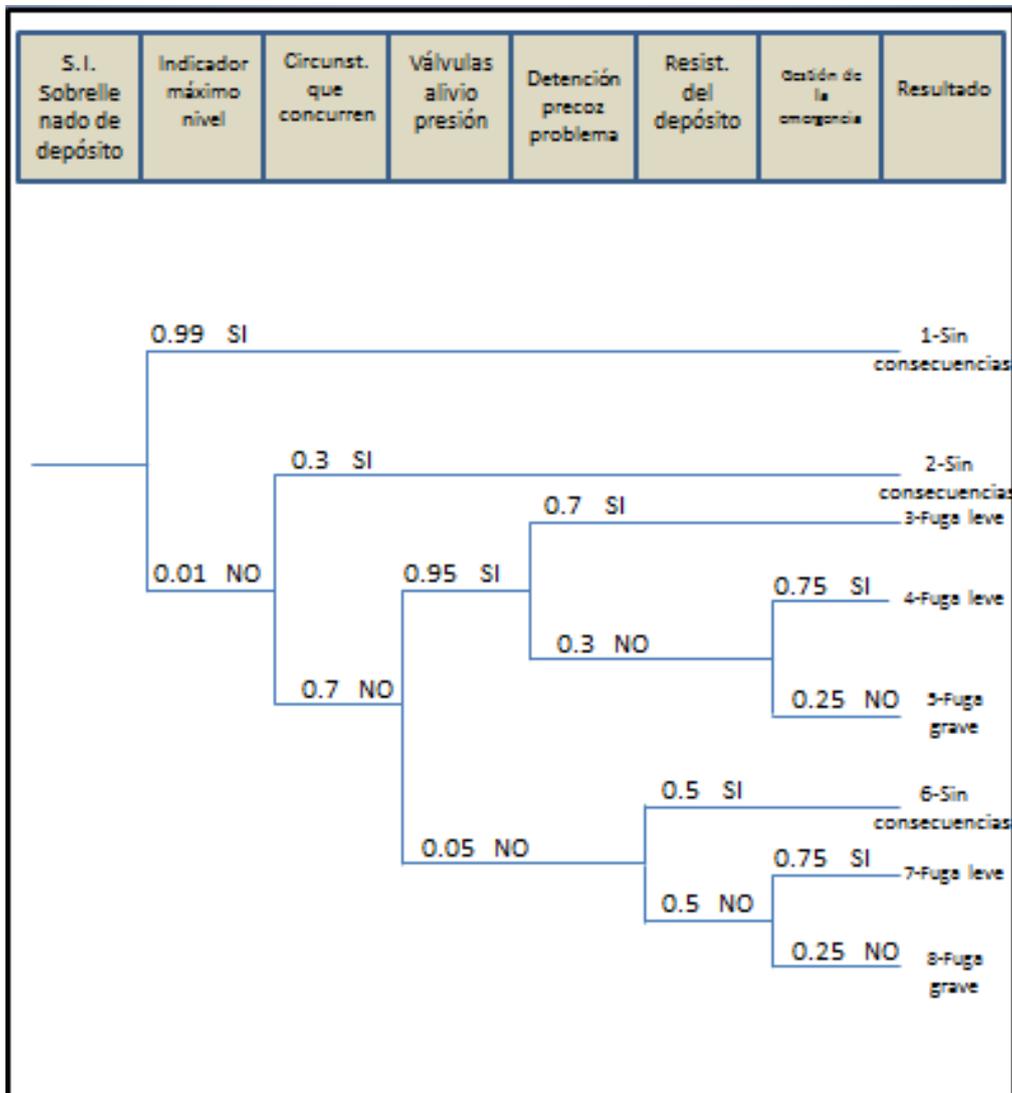
Análogamente al suceso anterior, la última medida a analizar es la llamada a medios externos de emergencia y el plan de autoprotección.

Descripción gráfica

A continuación se muestra gráficamente el árbol de sucesos con cada una de las probabilidades de ocurrencia en cada caso y sus complementarios.



Gráfico de árbol de sucesos de sobrellenado de depósito



Análisis de los distintos casos

1	Se programa erróneamente la introducción de aceite en un depósito, en una cantidad superior a su volumen libre útil. El buen funcionamiento y la observación del indicador de punto máximo permiten que la operación se detenga antes de que se trasvase la cantidad programada, evitando el sobrellenado del depósito.
---	---



2	Se programa erróneamente la introducción de aceite en un depósito, en una cantidad superior a su volumen libre útil. El fallo del indicador de punto máximo conduce al sobrellenado del depósito. No obstante, el consumo inmediato desde este depósito hace desaparecer el estado de sobrellenado y los riesgos que éste conlleva.
3	En un escenario de sobrellenado de un depósito y en ausencia de consumos desde éste, se produce un aumento de la temperatura ambiente, respecto a la del aceite almacenado. El aumento de presión provoca el disparo de las válvulas de alivio que confina la fuga a los cubetos. La detección precoz del problema daría lugar a la aplicación de medidas (trasvase, consumo, etc.) que permitirían restablecer las condiciones normales.
4	Sin detener precozmente el problema en la situación anterior, se ha obtenido ayuda externa, mediante la oportuna notificación del accidente y se han puesto en marcha las actuaciones previstas en caso de emergencia, lo que mantendría la situación bajo control.
5	En el escenario anterior, el retraso en la obtención de medios externos y en la puesta en marcha de las actuaciones previstas en caso de emergencia, propiciaría la generación de otras situaciones de riesgo, como aumento excesivo de la presión o grandes fugas.
6	En un escenario de sobrellenado de un depósito y en ausencia de consumos desde éste, se produce un aumento de la temperatura ambiente, respecto a la del propano líquido almacenado. Las válvulas de alivio no han funcionado, pero el depósito habría soportado la presión interna, sin otras consecuencias.
	En el escenario anterior, la presión interior ha sido capaz de superar la resistencia de algún elemento del depósito y se ha iniciado una fuga de aceite.. Se ha obtenido ayuda externa, mediante la oportuna



7	notificación del accidente y se han puesto en marcha las actuaciones previstas en caso de emergencia, lo que mantendría la situación bajo control.
8	En el escenario anterior, el retraso en la obtención de medios externos y en la puesta en marcha de las actuaciones previstas en caso de emergencia. Dando lugar a una fuga incontrolada de aceite.

- Sin consecuencias: cuando la actuación de las medidas de seguridad consiguen que el accidente no pase a mayores. A ello se llega en los casos 1, 2 y 6.
- Fuga leve: cuando la cantidad fugada queda confinada a los cubetos. A ello se llega en los casos 3,4 y 7.
- Fuga grave: cuando la cantidad fugada sobrepasa los cubetos debido a que el chorro de salida sobrepasa sus límites, dañando la instalación y poniendo en peligro a los operarios. A ello se llega en los casos 5 y 8.

Evaluación del árbol

La frecuencia del suceso iniciador es 10^{-2} oc/año. Para obtener las frecuencias de ocurrencia de cada resultado final, se multiplica la frecuencia del suceso inicial por las probabilidades de cada suceso dentro de la secuencia para llegar a dicho resultado. En la siguiente tabla se exponen los cálculos.

Secuencia	Cálculo	Resultado
1	$10^{-2} \cdot 0,99$	$9,90 \cdot 10^{-3}$
2	$10^{-2} \cdot 0,01 \cdot 0,3$	$3,00 \cdot 10^{-5}$
3	$10^{-2} \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 0,95 \cdot 0,7$	$4,65 \cdot 10^{-5}$
4	$10^{-2} \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 0,95 \cdot 0,3 \cdot 0,75$	$1,49 \cdot 10^{-5}$
5	$10^{-2} \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 0,95 \cdot 0,3 \cdot 0,25$	$4,98 \cdot 10^{-6}$
6	$10^{-2} \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 0,05 \cdot 0,5$	$1,75 \cdot 10^{-6}$
7	$10^{-2} \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 0,05 \cdot 0,5 \cdot 0,75$	$1,31 \cdot 10^{-6}$
8	$10^{-2} \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 0,05 \cdot 0,5 \cdot 0,25$	$4,37 \cdot 10^{-7}$
TOTAL		10^{-2}



Observamos que se cumple que la suma de las frecuencias de todos los sucesos finales es igual a la frecuencia del suceso inicial.

Cuando varias secuencias pueden dar un mismo resultado, las frecuencias de ocurrencia se suman, por lo que el resultado final sería:

Sin consecuencias	$f_1 + f_2 + f_6 = 9,30 \cdot 10^{-3} \text{ oc/año}$
Fuga leve	$f_3 + f_4 + f_7 = 4,66 \cdot 10^{-3} \text{ oc/año}$
Fuga peligrosa	$f_5 + f_8 = 5,41 \cdot 10^{-6} \text{ oc/año}$

4.3.4. Rotura de líneas de distribución

Medidas de seguridad

Este suceso iniciador se puede dar en cualquier situación de movimiento de sustancia por las canalizaciones, ya sea cisterna-depósito, buque-depósito o depósito-depósito. Se propone un árbol de sucesos con los escenarios más significativos y se describen brevemente a continuación las medidas de seguridad ante tal suceso.

La primera función corresponde al adaptador de seguridad del boquerel, que aísla la instalación receptora de la emisora junto con la válvula de retención del depósito, que limitarían la fuga de aceite al contenido de la línea.

El cierre de alguna de las válvulas manuales repartidas por tramos de tubería, se trataría de la segunda medida. Una actuación de "control manual" ya que debería llevarse a cabo por algún operario de mantenimiento presente



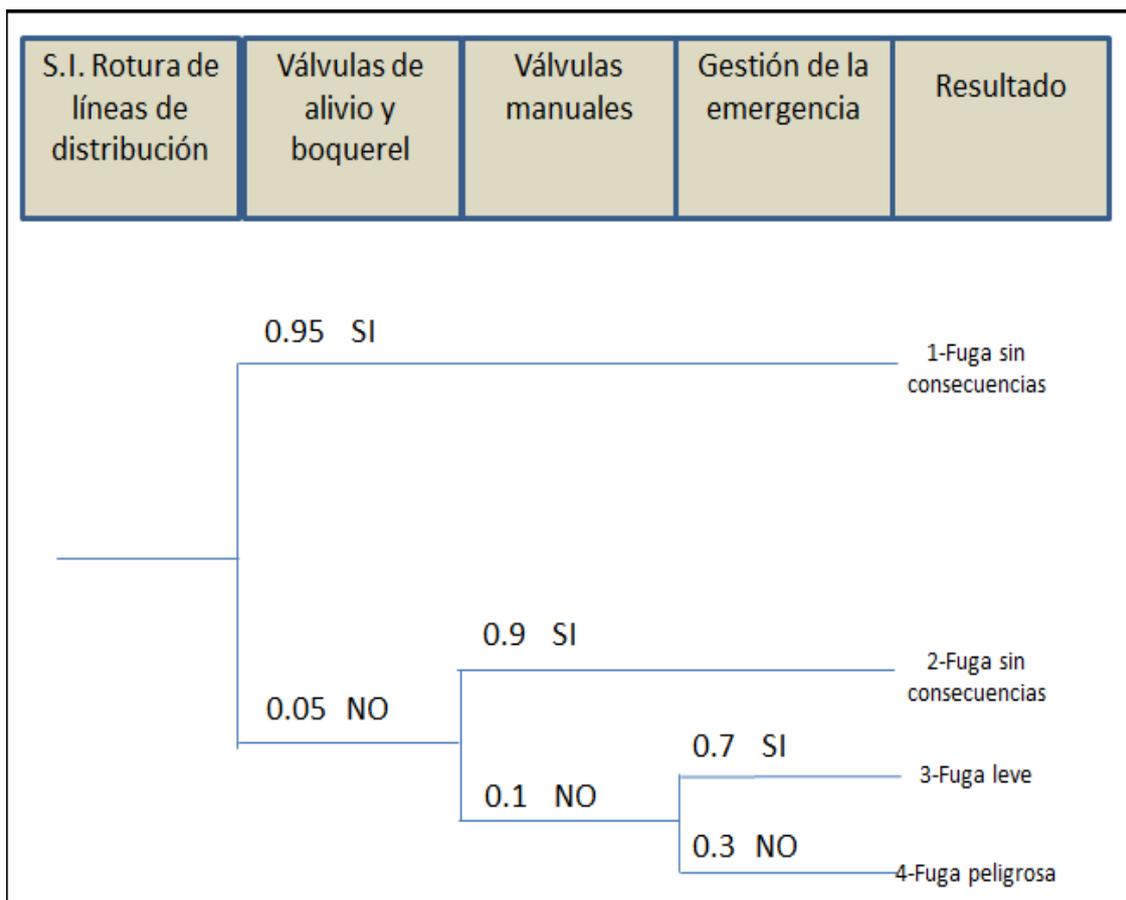
en el momento. Esta función, al igual que las anteriores, limitaría la cantidad de aceite fugado.

Finalmente, la función de seguridad “Alerta de la emergencia” engloba en este árbol todas las actuaciones previstas en el Plan de Autoprotección.

Descripción gráfica

A continuación se muestra gráficamente el árbol de sucesos con cada una de las probabilidades de ocurrencia en cada caso y sus complementarios.

Gráfico de árbol de sucesos de rotura de líneas de distribución





Análisis de los distintos casos

1	Producida una fisura en la tubería, el funcionamiento del adaptador de seguridad del boquerel junto con la válvula de retención hacen que el aceite fugado sea una cantidad limitada, que se disipa en el terreno sin consecuencias nocivas.
2	Tras fallo del boquerel y válvula de retención, la rápida actuación de los operarios actuando con las válvulas manuales limita la cantidad de sustancia fugada que se disipara en el terreno sin otras consecuencias.
3	En el escenario 2, la imposibilidad de actuar sobre las válvulas manuales, o el fallo de la hermeticidad de las mismas, provoca una fuga. Se solicita ayuda externa y se aplica el plan de autoprotección, lo que llevaría a controlar la situación.
4	En el escenario 3, en caso de retraso en la ayuda externa o medidas insuficientes por parte del plan de autoprotección se daría lugar a una fuga de material corrosivo.

- Fuga sin consecuencias: se da cuando el terreno absorbe la cantidad fugada sin causar daños materiales ni humanos. A ello se llega en los casos 1 y 2.
- Fuga leve: cuando la cantidad de material fugada apreciable pero no origina daños humanos ni materiales. A ello se llega en el caso 3.
- Fuga peligrosa: la cantidad fugada causara daños a operarios y material que estén por la zona. A ello se llega en el caso 4.

Evaluación del árbol

La frecuencia del suceso iniciador es 10^{-4} oc/año. Para obtener las frecuencias de ocurrencia de cada resultado final, se multiplica la frecuencia del suceso inicial por las probabilidades de cada suceso dentro de la secuencia para llegar a dicho resultado. En la siguiente tabla se exponen los cálculos.



Secuencia	Cálculo	Resultado
1	$10^{-4} \cdot 0,95$	$9,50 \cdot 10^{-5}$
2	$10^{-4} \cdot 0,05 \cdot 0,9$	$4,50 \cdot 10^{-6}$
3	$10^{-4} \cdot 0,05 \cdot 0,1 \cdot 0,7$	$3,50 \cdot 10^{-7}$
4	$10^{-4} \cdot 0,05 \cdot 0,1 \cdot 0,3$	$1,50 \cdot 10^{-7}$
TOTAL		10^{-2}

Observamos que se cumple que la suma de las frecuencias de todos los sucesos finales es igual a la frecuencia del suceso inicial.

Cuando varias secuencias pueden dar un mismo resultado, las frecuencias de ocurrencia se suman, por lo que el resultado final sería:

Sin consecuencias	$f_1 + f_2 = 9,95 \cdot 10^{-5}$ oc/año
Fuga leve	$f_3 = 3,50 \cdot 10^{-7}$ oc/año
Fuga peligrosa	$f_4 = 1,50 \cdot 10^{-7}$ oc/año

4.3.5. Rotura de depósito

Medidas de seguridad

La primera medida de seguridad a considerar la liberación del mismo mediante las válvulas de alivio, este proceso libera aceite a los cubetos.

La detección precoz del problema se especifica como segunda función de seguridad pues permitiría poner en marcha actuaciones, por ejemplo trasvase de aceite, o consumo, que llevarían a evacuar toda la sustancia del depósito averiado.

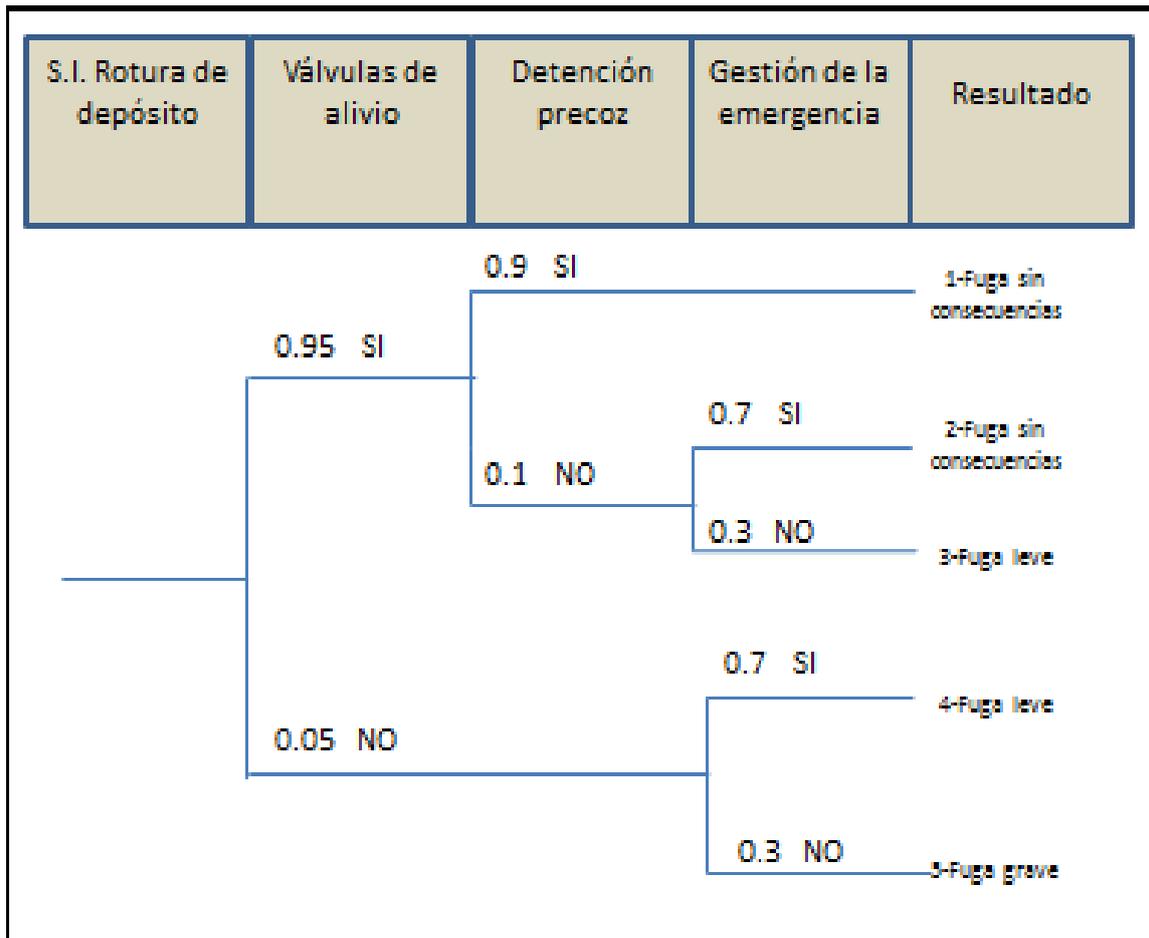
Análogamente al suceso anterior, la última medida a analizar es la llamada a medios externos de emergencia y el plan de autoprotección.



Descripción gráfica

A continuación se muestra gráficamente el árbol de sucesos con cada una de las probabilidades de ocurrencia en cada caso y sus complementarios.

Gráfico de árbol de sucesos de rotura de depósito



Análisis de los distintos casos

1	Producida una fisura en un depósito, el funcionamiento de las válvulas de alivio junto con la detección precoz del problema confina la fuga a los cubetos.
2	



	Tras activarse las válvulas de alivio. El no detener precozmente el problema, las medidas de emergencia detienen la fuga sin consecuencias nocivas.
3	En la situación anterior y tras una mala gestión del problema, se solicita ayuda externa y se aplica el plan de autoprotección, pero no se lleva a controlar la situación, lo que da lugar a una fuga moderada.
4	Tras fallo de las válvulas de alivio, se solicita ayuda externa y se aplica el plan de autoprotección, lo que lleva a controlar la situación
5	En la situación anterior, las medidas de emergencia fallan y se da lugar a la fuga de aceite térmico

- Fuga sin consecuencias: se da cuando el terreno absorbe la cantidad fugada sin causar daños materiales ni humanos. A ello se llega en los casos 1 y 2.
- Fuga leve: cuando la cantidad de material fugada apreciable pero no origina daños humanos ni materiales. A ello se llega en los casos 3 y 4.
- Fuga peligrosa: la cantidad fugada causara daños a operarios y material que estén por la zona. A ello se llega en el caso 5.

Evaluación del árbol

La frecuencia del suceso iniciador es 10^{-4} oc/año. Para obtener las frecuencias de ocurrencia de cada resultado final, se multiplica la frecuencia del suceso inicial por las probabilidades de cada suceso dentro de la secuencia para llegar a dicho resultado. En la siguiente tabla se exponen los cálculos.

Secuencia	Cálculo	Resultado
1	$10^{-4} \cdot 0,95 \cdot 0,9$	$8,55 \cdot 10^{-5}$
2	$10^{-4} \cdot 0,95 \cdot 0,1 \cdot 0,7$	$6,65 \cdot 10^{-6}$
3	$10^{-4} \cdot 0,95 \cdot 0,1 \cdot 0,3$	$2,85 \cdot 10^{-6}$
4	$10^{-4} \cdot 0,05 \cdot 0,7$	$3,50 \cdot 10^{-6}$
5	$10^{-4} \cdot 0,05 \cdot 0,3$	$1,50 \cdot 10^{-6}$
TOTAL		10^{-4}



Observamos que se cumple que la suma de las frecuencias de todos los sucesos finales es igual a la frecuencia del suceso inicial.

Cuando varias secuencias pueden dar un mismo resultado, las frecuencias de ocurrencia se suman, por lo que el resultado final sería:

Sin consecuencias	$f_1 + f_2 = 9,21 \cdot 10^{-5} \text{oc/año}$
Fuga leve	$f_3 + f_4 = 6,35 \cdot 10^{-6} \text{oc/año}$
Fuga peligrosa	$f_5 = 1,50 \cdot 10^{-6} \text{oc/año}$

4.4 Determinación del IGCM

Debido a los cubetos de protección, capaces de absorber la totalidad de sustancia almacenada en cada depósito y a la alta capacidad del patio camiones en caso de fuga, las únicas posibilidades de contacto del aceite térmico con el medio son por fallo del proceso de descarga desde buque.

El escenario a estudiar es una fisura en las mangueras de descargar y dado el fallo de todos los sistemas de seguridad se produce contacto de la sustancia con el medio acuático.

La metodología a seguir es la explicada en el capítulo 3 de esta guía, en este apartado solo se expondrán los valores de las tablas de cada factor del IGCM correspondientes a la instalación estudiada, las tablas completas se pueden consultar en el citado capítulo 3.



Fuentes de riesgo

Tras consultar las propiedades del aceite térmico almacenado, se obtienen las siguientes puntuaciones:

Propiedad	Puntos
Toxicidad	8 (LC50 = 2.66 mg/L)
Volatilidad	3 ($H=2.8 \cdot 10^{-4}$)
Bioconcentración	2 ($\log BFC > 2$)
Biodegradación	1 (Biodegradabilidad 80% = 20 días)
Adsorción	2 ($\log Kow = 4.2$)
Puntuación de fuentes de riesgo-sustancia (2-21)	16

No se contemplan efectos sinérgicos por lo que la puntuación escalada de fuentes de riesgo sustancia (1-10) es 7,61.

Sistemas de control primario

El contacto de material peligroso con el cauce del río se da en el caso de fallo de todos los sistemas de seguridad, por lo que en este supuesto no se reduce la cantidad fugada. En otros sucesos accidentales los sistemas de control son capaces de controlar la situación al 100% por lo que no se les calcula el IGCM.

Cantidad fugada

El caudal de llenado de los depósitos es de 15 kg/s, tras la fuga incontrolada que es cuando saltan las alarmas, se estima que los operarios pueden frenarla pasados 10 min del aviso sonoro, por lo que se estima que se liberan unos 9000kg de material.



Cantidad involucrada	Puntos
9 Tm	5

Puntuación fuentes de riesgo

La puntuación final de fuentes de riesgo quedaría como:

$$\boxed{2} \quad \boxed{\text{Puntuación de riesgo-sustancia}} \quad \boxed{+} \quad \boxed{\text{Puntuación cantidad involucrada}} \quad \boxed{=} \quad \boxed{20.23}$$

Pasado a escala (1-12)→**8.09**

Sistemas de transporte

El escenario accidental se encuentra a orillas del cauce fluvial del río por lo que este sufre las consecuencias inmediatas del vertido, por fortuna, al tener la esclusa, el vertido queda confinado al puerto comercial. Por lo que se le da un valor de 1 en la tabla de extensión del daño.

Sistemas de transporte	Puntos
Dentro de los límites	1

Receptores vulnerables

El puerto de Sevilla al ser un hábitat acuático claramente manipulado por el hombre para fines comerciales se trata de un hábitat de Código J5 de la clasificación de hábitats EUNIS.



Receptores vulnerables	Puntos
Código J5 (EUNIS)	2

A continuación se procederá a estudiar cada uno de los factores a considerar:

- Espacios naturales protegidos: el área de influencia del escenario accidental es el puerto comercial de Sevilla, por lo que no existen espacios naturales protegidos, la puntuación de este factor es cero.

Espacios naturales protegidos	$\Delta(\%)$
No	0

- Protección de especies: las especies en esta parte del río no tienen categoría alguna de protección por lo que su puntuación es cero.

Categoría de las especies	$\Delta(\%)$
Sin categoría de protección	0

- Patrimonio histórico artístico: A escasos metros del puerto se encuentra la "torre del oro", emblema arquitectónico de la ciudad de Sevilla y catalogado con la categoría de bien de interés cultural, por lo que la puntuación del factor es del 10 %.

Patrimonio histórico-artístico	$\Delta(\%)$
Bienes inmuebles con la categoría de bien de interés cultural	10

- Reversibilidad del daño/recuperación: se catalogó con anterioridad la biodegradación con 20 días por lo que el porcentaje de recuperación es del 5 %



Tiempo de recuperación	$\Delta(\%)$
De semanas a un año	5

- Impacto socioeconómico asociado a la alteración de los recursos naturales: debido al vertido, el paso de buques por la esclusa debería ser cerrado lo que significa una alteración de la actividad económica, por otro lado el vertido no afecta significativamente a las infraestructuras.

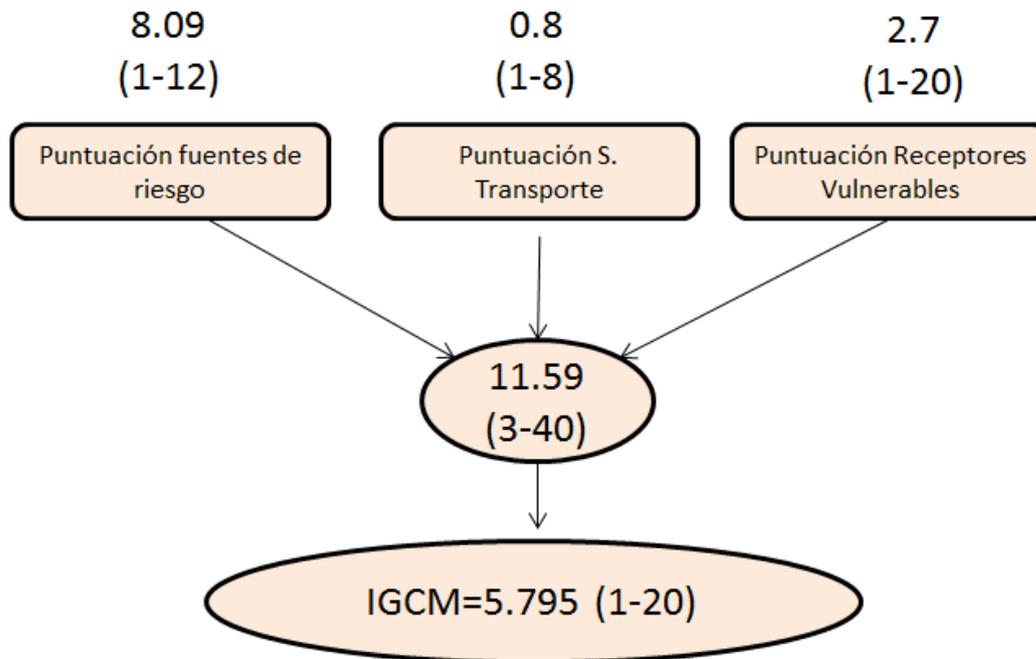
Impacto asociado a la alteración de recursos naturales	Operador lógico	Impacto asociado a la alteración de recursos naturales	$\Delta(\%)$
Alteración de una actividad económica	O	Afección a infraestructuras	20

Con todo lo expuesto, la puntuación de receptores vulnerables es la puntuación parcial incrementada según los citados factores, por lo que quedaría de la siguiente manera:

Puntuación receptores vulnerables	Puntos
Puntuación parcial receptores vulnerables	2
Espacios naturales protegidos	0%
Categorías de protección de especies	0%
Patrimonio histórico-artístico	10%
Reversibilidad del daño/recuperación	5%
Impacto socioeconómico asociado a la alteración de los recursos naturales	20%
Puntuación receptores vulnerables (Σ)	2.7



IGCM



Valor o índice de riesgo medioambiental del escenario accidental

Una vez calculado el IGCM, procedemos a calcular el valor o índice de riesgo medioambiental. Dicho valor se obtiene mediante la multiplicación del IGCM y la probabilidad/frecuencia asociada al escenario de estudio, que en este caso se trata del resultado 8 del árbol de fallos *Rotura de manguera en descarga desde buque (apartado 4.4.2)*.

La probabilidad obtenida es de $2,25 \cdot 10^{-6}$, por lo que se le da un valor de probabilidad/frecuencia de 3.



Probabilidad (ACR)	Puntuación
$1,00 \cdot 10^{-6} \leq x < 1,00 \cdot 10^{-4}$	3

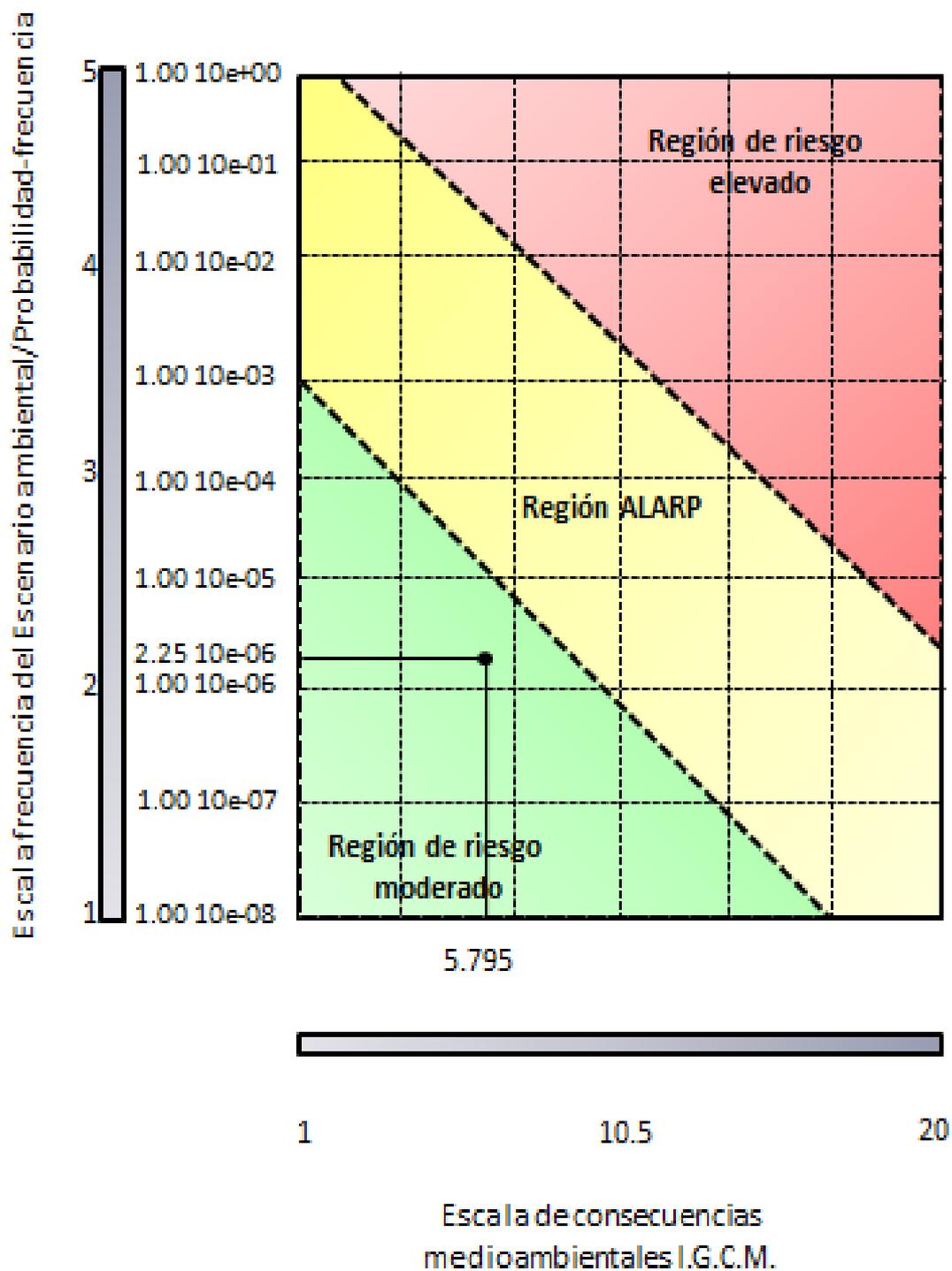
Con todo ello obtenemos un valor o índice de riesgo medioambiental de 17.685.

Componente del sistema de riesgo	Puntuación
Fuentes de Riesgo+Sistemas de control primario	8.09
Sistemas de Transporte	0.8
Receptores Vulnerables	2.7
I.G.C.M. (1-20)	5.795
Probabilidad/frecuencia	3
Valor o Índice de Riesgo Medioambiental (1-100)	17.385

Este valor queda en la región de la gráfica de evaluación y tolerabilidad:



Gráfico zonas de tolerabilidad y evaluación del riesgo





4.5 Conclusiones caso práctico

A la vista de los resultados nuestra instalación está en la zona de riesgo moderado, con un margen considerable respecto a la región ALARP, por lo que un ligero aumento de la frecuencia o del I.G.C.M es asumible.

En la parte de mejoras, observamos que en nuestra instalación el componente que más puntuación aporta al IGCM (y por tanto más riesgo) es la parte de *fuentes de riesgo*, dicha puntuación viene dada por las propiedades del material almacenado, por lo que no podremos mejorar el riesgo en ese aspecto. Sin embargo, podríamos aumentar las medidas de seguridad y la rapidez de actuación ante accidente, lo que llevaría a disminuir la cantidad fugada, hecho que mejora el valor del índice de riesgo medioambiental.

En la parte probabilística se podrían implementar nuevos sistemas de seguridad para reducir la frecuencia de accidente, así como mejorar la efectividad de los planes de emergencia. Ambos casos nos llevarían a una mejora sustancial del índice del riesgo medioambiental.

4.6 Instalación según RD 1254/1999

El objetivo de este capítulo es exponer la información que la instalación debería proporcionar a las autoridades competentes por orden del RD 1254/1999. Sin embargo, debido a que la instalación estudiada es ficticia, no se pueden dar datos como nº de registro industrial entre otros.

El aceite térmico que almacena la instalación estudiada está declarada sustancia *tóxica* por lo que se le deben aplicar las medidas contempladas en el RD, al estar dentro de la columna 2 de la parte 2 del *anexo I* de tal RD.

Por ello, el industrial está obligado a dar a las autoridades competentes la siguiente información dentro del plazo que dicte la comunidad autónoma, siempre menos de un año desde la concesión de la licencia de obra, al tratarse de una instalación de nueva construcción:



1. Número de registro industrial.
2. Nombre o razón social del industrial y dirección completa del establecimiento correspondiente, teléfono y fax.
3. Domicilio social del industrial y dirección completa, así como teléfono y fax.
4. Nombre o cargo del responsable del establecimiento, si se trata de una persona diferente del industrial al que se refiere el apartado 2), y la información necesaria para su localización las veinticuatro horas del día.
5. Información suficiente para identificar las sustancias peligrosas ya estén expresamente nombradas o pertenezcan a categorías de sustancias de acuerdo al *anexo I* del Real Decreto:
6. 1,1'-Oxibisbenceno. Oxido de difenilo. N^o CAS 101-84.
7. La cantidad máxima tratada es de 2120 m³.
8. La sustancia se almacena.
9. Peligro a las personas:
 - Incendio: Producto inflamable
 - Explosión : El vapor puede formar mezclas explosivas con el aire, con el fuego y/o tanques de
 - agua
 - Exposición :
 - Inhalación: Puede causar dolor de cabeza. Una exposición excesiva puede causar irritación en el tracto respiratorio superior
 - Ingestión Puede producir daño al hígado, náuseas y vómitos.
 - Contacto con la piel Puede causar irritación en la piel.
 - Contacto con los ojos Puede provocar irritación en los ojos

Propiedades físicas y químicas:

- Aspecto: Líquido de color ámbar.
- Olor: Aromático.
- Punto/intervalo de ebullición, °C (a 1013 mbar) :288
- Punto de inflamación, °C: 141
- Límite inferior de explosividad, % vol. :1,2
- Límite superior de explosividad, % vol.: 6
- Presión de vapor a 20 °C, Pa :< 1
- Densidad a 20°C y 1013 mbar, kg/m³: 1110
- Solubilidad en agua a 20 °C, ppm :< 1
- Punto/intervalo de fusión, °C (a 1013 mbar): < 5
- Temperatura de ignición espontánea, °C: 584
- Peso molecular: 170 g/mol
- El vapor puede formar mezclas explosivas con el aire, con el fuego, y/o tanques con agua. Los vapores son más pesados que



el aire y se distribuyen a nivel del suelo. La ignición a distancia es posible.

- Condiciones que deben evitarse: Evitar la exposición a cualquier fuente de ignición, a la luz solar y a descargas electrostáticas.
- Materias que deben evitarse: Es reactivo con oxidantes.
- Productos de descomposición peligrosos: Fenol, humo negro denso, COx y vapores tóxicos. Peligros para el medio ambiente:

Etiquetado según el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de las peligrosas, aprobado por Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, y sus adaptaciones al progreso técnico.

- Frases R 50/53, 36/38 Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Irrita los ojos y la piel.
- Frases S 60 Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.

10. Se prevé que descarga y carga desde buques y camiones, así como transporte de sustancia a través de tuberías.

11. La carga y la movilización se realiza mediante sistemas de bombeo.

12. Plano del establecimiento y distribución de sus instalaciones.

13. La instalación se ubica en el puerto comercial de Sevilla, donde se utiliza maquinaria pesada.

A su vez, se deberá informar inmediatamente al órgano competente de la Comunidad Autónoma, donde esté ubicado el establecimiento, de las siguientes circunstancias:

- El aumento significativo de la cantidad o la modificación significativa de las características o de la forma física de las sustancias peligrosas presentes indicadas.
- Cualquier cambio significativo en los procesos en los que intervengan sustancias peligrosas.
- La modificación de un establecimiento o una instalación de forma que pudieran derivarse repercusiones significativas en los riesgos inherentes a los accidentes graves.
- El cierre temporal o definitivo de la instalación.



Debido a lo que dicta el *artículo 7* del RD la instalación debe de tener una política de prevención de accidentes elaborada antes del inicio de la explotación, para ello:

1. El sistema de gestión de seguridad incluirá la estructura organizativa general, así como las responsabilidades, los procedimientos, las prácticas y los recursos que permitan definir y aplicar la política de prevención de accidentes graves (PPAG).

2. El sistema de gestión de seguridad contemplará los siguientes elementos:

i) La organización y el personal: definición de las funciones y responsabilidades del personal asociado a la prevención y gestión de los riesgos de accidentes graves en todos los niveles de organización. Definición de las necesidades formativas del citado personal, así como la organización de actividades formativas y participación de los empleados y del personal subcontratado que trabajen en el establecimiento.

ii) Identificación y evaluación de los riesgos de accidentes graves: Adopción y aplicación sistemática de procedimientos tendentes a identificar los riesgos de accidentes graves y evaluar sus consecuencias.

iii) Control de la explotación: Adopción y aplicación de procedimientos e instrucciones dirigidas al funcionamiento en condiciones seguras, al mantenimiento de las instalaciones, procesos, equipos y paradas temporales.

iv) Adaptación de las modificaciones: Adopción y aplicación de procedimientos para los proyectos de las modificaciones que deban efectuarse en las instalaciones o zonas de almacenamiento existentes o para el diseño de una nueva instalación, proceso o zona de almacenamiento.

v) La planificación ante situaciones de emergencia: adopción y aplicación de procedimientos destinados a identificar las emergencias previsibles según un análisis sistemático, así como a elaborar, comprobar y revisar los planes de emergencia y proporcionar la formación ad hoc del personal afectado. Esta formación afectará a todo el personal que trabaje en el establecimiento, incluido el personal subcontratado pertinente.

vi) Seguimiento de los objetivos fijados: Adopción y aplicación de procedimientos encaminados a la evaluación permanente del cumplimiento de los objetivos fijados por el industrial en el marco de la política de prevención de accidentes graves y del sistema de gestión de seguridad, así como el desarrollo de mecanismos de investigación y de



corrección en caso de incumplimiento. Los procedimientos deberán abarcar el sistema de notificación de accidentes graves en especial cuando se hayan producido fallos de las medidas de protección, y su investigación y seguimiento en base a las lecciones aprendidas.

vii) Auditoría y revisión: Adopción y aplicación de procedimientos para la evaluación periódica y sistemática de la política de prevención de accidentes graves y de la eficacia y adaptabilidad del sistema de gestión de seguridad.

El entorno de la instalación no causaría un empeoramiento de la situación por lo que no se considera el efecto dominó narrado en el *artículo 8* del RD.

Conforme al *artículo 9*, se ha de realizar un informe de seguridad, detallando los posibles accidentes graves y asegurando que se llevan a cabo las medidas de seguridad oportunas. Mediante el ACR llevado a cabo, observamos que las consecuencias más nocivas están englobadas en la descarga desde buque. Además, al encontrarse la instalación en un recinto portuario, este informe debe ser tenido en cuenta por las autoridades portuarias para la elaboración de un plan general de protección según las normas del sector. Al ser de nueva construcción, el plazo de entrega será según estime la comunidad autónoma antes de su construcción o explotación.

Según el *artículo 11* se debe elaborar un plan de autoprotección interior, así como un plan de emergencia exterior en colaboración con Protección Civil. Ambos deben estar consolidados antes del inicio de explotación.

Debido al *artículo 14*:

1. Los industriales de todos los establecimientos comprendidos en el ámbito de aplicación de este Real Decreto estarán obligados a cumplir, tan pronto como se origine un incidente o accidente susceptible de causar un accidente grave, haciendo uso de los medios más adecuados, lo siguiente:

a) Informar de forma inmediata a los órganos competentes de la Comunidad Autónoma. Para ello deberán adecuarse líneas de comunicación directa con el centro de emergencias que a estos efectos tenga dispuesto la autoridad competente.

b) Comunicarles a la mayor brevedad posible, la siguiente información:

1. Las circunstancias que han concurrido para que se produzca el accidente.



2. Las sustancias peligrosas y cantidades implicadas inicialmente en el accidente, o que puedan estarlo por la evolución desfavorable del mismo.

3. Los datos disponibles para evaluar los efectos directos e indirectos a corto, medio y largo plazo, en las personas, bienes y el medio ambiente.

4. Las medidas de emergencia interior adoptadas.

5. Las medidas de emergencia interior previstas.

6. Las medidas de apoyo exterior necesarias para el control del accidente y la atención a los afectados.

7. Otra información referida al mismo que le pueda solicitar la autoridad competente.

c) Remitirles, de forma pormenorizada, las causas y efectos producidos a consecuencia del accidente.

d) Informarles de las medidas previstas para:

1. Paliar los efectos del accidente a corto, medio y largo plazo.

2. Garantizar la seguridad de las instalaciones de su entorno y la protección de las personas, bienes y el medio ambiente.

3. Evitar que se produzcan accidentes similares, en base a las experiencias adquiridas.

e) Actualizar la información facilitada, en caso de que investigaciones más rigurosas pongan de manifiesto nuevos hechos que modifiquen dicha información o las conclusiones que dimanen de ella.



CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

El Real Decreto 1254/1999 propone y exige medidas para informar a población y autoridades sobre los peligros de la actividad industrial sobre una serie de sustancias nocivas para las personas y el medioambiente. Además de la información, se reclaman Planes de Emergencia en caso de accidente, tanto internos como externos, así como estudios intensivos de las posibles catástrofes.

Aplicando la normativa del RD 1254/1999, un correcto ACR puede ser de gran ayuda a la hora de realizar el Plan de Emergencia. Los ACR son una herramienta fundamental a la hora de elaborar una predicción de posibles accidentes en una industria, con ello se pueden mejorar los componentes o sistemas más críticos o aumentar las medidas de seguridad que los protegen. Pese a ello, en la elaboración de los árboles de fallos y sucesos muchas veces los datos son aproximativos o estimados, por lo que se trata de una herramienta consultiva. A la hora de estimar el daño a personas, las ecuaciones <<probit>> proporcionan un buen método para calcular el número de víctimas, ya que están basados en la experiencia.

Respecto a temas medioambientales y siguiendo con la normativa del citado RD, el Índice de Riesgo Ambiental engloba todos los factores posibles, por lo que nos da una gran valoración del daño que puede causar un hipotético accidente al entorno medioambiental. Para su correcta valoración es necesario realizar un árbol de sucesos para cada accidente a estudiar por lo que nuevamente observamos la utilidad de esta herramienta.



Anexo 1: Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas

El Real Decreto 886/1988, de 15 de julio, sobre prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales, modificado por el Real Decreto 952/1990, de 29 de julio, incorporó a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 82/501/CEE, del Consejo, de 24 de junio, relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales, así como sus modificaciones por las Directivas 87/216/CEE y 88/610/CEE, de 19 de marzo y de 24 de noviembre, respectivamente.

Asimismo, en cumplimiento de la Ley 2/1985, de 21 de enero, de Protección Civil, y del Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la norma básica de Protección Civil, en la que se recogen las directrices esenciales para la elaboración de los planes especiales para hacer frente a riesgos específicos, como es el caso del riesgo químico, se adoptó por el Consejo de Ministros, en su reunión del día 23 de noviembre de 1990, previo informe de la Comisión Nacional de Protección Civil, el Acuerdo por el que se aprueba la Directriz básica para la elaboración y homologación de los planes especiales del sector químico.

Tras más de diez años de experiencia en la aplicación de la Directiva 82/501/CEE, y tras el análisis de cerca de 130 accidentes que han tenido lugar durante ese período de tiempo en la Unión Europea, la Comisión Europea consideró conveniente realizar una revisión fundamental de la Directiva, que contemplara la ampliación de su ámbito y la inclusión de algunos aspectos ausentes en la Directiva original, que mejoraran la gestión de los riesgos y de los accidentes. Ello ha conducido a la aprobación de la Directiva 96/82/CE, del Consejo, de 9 de diciembre, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, que tiene como objetivo la obtención de un alto nivel de protección para las personas, los bienes y el medio ambiente ante accidentes graves, mediante medidas orientadas tanto a su prevención como a la limitación de sus consecuencias y que, entre otras novedades, plantea la necesidad de tener en cuenta la ubicación de las instalaciones en la planificación urbanística.



La aprobación de esta nueva Directiva 96/82/CE hace necesaria la aprobación de una norma para su incorporación a nuestro ordenamiento jurídico, que sustituya a los citados Reales Decretos 886/1988 y 952/1990.

La presente disposición se dicta en desarrollo de la Ley 2/1985, de 21 de enero, de Protección Civil, que, en sus artículos 5, 6 y 12, establece la catalogación de actividades que pueden originar emergencias y el inventario de centros, establecimientos y dependencias en las que se realicen éstas, así como la obligación de sus titulares de disponer de una organización de autoprotección y de un plan de emergencia interior para la prevención de riesgos y el control inmediato de los siniestros que puedan producirse.

Asimismo, contempla la facultad de los órganos y autoridades competentes para requerir información sobre determinadas cuestiones y la capacidad de las Administraciones públicas para desarrollar un plan de emergencia exterior que, junto con el mencionado plan de emergencia interior, constituyan un único e integrado plan de actuación.

Por otra parte, la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, contempla en el capítulo I, «Seguridad industrial», de su título III, lo dispuesto en la Ley 2/1985, de Protección Civil, y tipifica en su título V, «Infracciones y sanciones», el incumplimiento de las medidas de seguridad previstas en esta Ley y en las normas reglamentarias de desarrollo.

Con respecto a la anterior regulación, el presente Real Decreto contempla definiciones nuevas, establece un único sistema de ámbito de aplicación, que ha sido ampliado y simplificado, desapareciendo las listas de instalaciones industriales, incluyendo una lista corta de sustancias enumeradas y empleando criterios más genéricos para establecer las categorías de sustancias, entre las que se incluyen, por primera vez, las peligrosas para el medio ambiente.

Se incorporan nuevos requisitos que ha de cumplir el industrial titular del establecimiento afectado, con el fin de que realice una política de prevención de accidentes graves que incluya los objetivos y principios del industrial con respecto a la prevención y control de riesgos, así como un sistema de gestión de seguridad que describa los distintos elementos puestos en marcha que permitan definir y aplicar la política de prevención.

Se presta una especial atención a los accidentes con posible efecto «dominó», debido a la ubicación y proximidad de establecimientos en los que



estén presentes sustancias peligrosas. Debe señalarse, por otra parte, el refuerzo de los sistemas de inspección con el fin de asegurar políticas coherentes en esta materia en toda la Unión Europea. Asimismo, se ha considerado conveniente potenciar y mejorar el flujo e intercambio de información sobre accidentes graves tanto entre el industrial y las autoridades competentes en cada caso como entre estas últimas y con la Comisión Europea, a fin de conocer sus causas y efectos y tener en cuenta las experiencias que aportan, para que no se vuelvan a producir accidentes similares.

Por último, en el anexo IV se recoge la Decisión 98/433/CE, de la Comisión Europea, de 26 de junio, sobre criterios armonizados para la concesión de exenciones de acuerdo con el artículo 9.6, a), de la Directiva 96/82/CE.

Las medidas que establece este Real Decreto, relativas a la prevención, preparación y respuesta ante accidentes capaces de tener efectos transfronterizos, así como sobre intercambio de información con las autoridades competentes de los países afectados, tienen en cuenta lo previsto en el Convenio sobre los efectos transfronterizos de los accidentes industriales de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas, que fue firmado el día 17 de marzo de 1992 por el Estado español y ratificado el día 16 de mayo de 1997, teniendo en cuenta la reserva establecida por la Comisión Europea relativa a que, para los productos expresamente nominados: Bromo, metanol y oxígeno y para la categoría de sustancias peligrosas para el medio ambiente, la cantidad a considerar es la del presente Real Decreto.

En su virtud, a propuesta de los Ministros del Interior, de Fomento, de Trabajo y Asuntos Sociales, de Industria y Energía, de Sanidad y Consumo y de Medio Ambiente, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros del día 16 de julio de 1999,

DISPONGO:

Artículo 1. Objeto.

El presente Real Decreto tiene por objeto la prevención de accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, así como la limitación de sus consecuencias con la finalidad de proteger a las personas, los bienes y el medio ambiente.

Artículo 2. Ámbito de aplicación.



Las disposiciones del presente Real Decreto se aplicarán a los establecimientos en los que estén presentes sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a las especificadas en la columna 2 de las partes 1 y 2 del anexo I, con excepción de lo dispuesto en los artículos 9 y 11– en lo que se refiere a planes de emergencia exterior– y lo previsto en el artículo 13, cuyas disposiciones se aplicarán a los establecimientos en los que estén presentes sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a las especificadas en la columna 3 de las partes 1 y 2 del anexo I.

A efectos del presente Real Decreto, se entenderá por presencia de sustancias peligrosas su presencia real **o prevista** en el establecimiento o la aparición de las mismas que pudieran, en su caso, generarse como consecuencia de la pérdida de control de un proceso industrial químico, en cantidades iguales o superiores a los umbrales indicados en las partes 1 y 2 del anexo I.

Artículo 3. Definiciones.

A los efectos del presente Real Decreto se entenderá por:

Establecimiento: La totalidad de la zona bajo el control de un industrial en la que se encuentren sustancias peligrosas en una o varias instalaciones, incluidas las infraestructuras o actividades comunes o conexas.

Instalación: Una unidad técnica dentro de un establecimiento en donde se produzcan, utilicen, manipulen, transformen o almacenen sustancias peligrosas. Incluye todos los equipos, estructuras, canalizaciones, maquinaria, instrumentos, ramales ferroviarios particulares, dársenas, muelles de carga o descarga para uso de la instalación, espigones, depósitos o estructuras similares, estén a flote o no, necesarios para el funcionamiento de la instalación.

Industrial: Cualquier persona física o jurídica que explote o posea el establecimiento o la instalación, o cualquier persona en la que se hubiera delegado, en relación con el funcionamiento técnico, un poder económico determinante.

Sustancias peligrosas: Las sustancias, mezclas o preparados enumerados en la parte 1 del anexo lo que cumplan los criterios establecidos en la parte 2 del anexo I, y que estén presentes en forma de materia prima, productos, subproductos, residuos o productos intermedios, incluidos aquellos de los que se pueda pensar justificadamente que podrían generarse en caso de accidente.

Accidente grave: Cualquier suceso, tal como una emisión en forma de fuga o vertido, incendio o explosión importantes, que sea consecuencia de un proceso no controlado durante el funcionamiento de cualquier establecimiento al que sea de aplicación el presente Real Decreto, que suponga una situación



de grave riesgo, inmediato o diferido, para las personas, los bienes y el medio ambiente, bien sea en el interior o exterior del establecimiento, y en el que estén implicadas una o varias sustancias peligrosas.

Peligro: La capacidad intrínseca de una sustancia peligrosa o la potencialidad de una situación física para ocasionar daños a las personas, los bienes y al medio ambiente.

Riesgo: La probabilidad de que se produzca un efecto específico en un período de tiempo determinado o en circunstancias determinadas.

Almacenamiento: La presencia de una cantidad determinada de sustancias peligrosas con fines de almacenamiento, depósito en custodia o reserva.

Efecto dominó: La concatenación de efectos que multiplica las consecuencias, debido a que los fenómenos peligrosos pueden afectar, además de los elementos vulnerables exteriores, otros recipientes, tuberías o equipos del mismo establecimiento o de otros establecimientos próximos, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio, reventón, estallido en los mismos, que a su vez provoque nuevos fenómenos peligrosos.

Artículo 4. Exclusiones.

El presente Real Decreto no se aplicará a:

a) Los establecimientos, las instalaciones o zonas de almacenamiento militares.

b) Los riesgos y accidentes ocasionados por las radiaciones ionizantes.

c) El transporte de sustancias peligrosas por carretera, ferrocarril, vía navegable interior y marítima o aérea, incluidos el almacenamiento temporal intermedio, las actividades de carga y descarga y el traslado desde, o hacia, muelles, embarcaderos o estaciones ferroviarias de clasificación, fuera de los establecimientos a los que es de aplicación el presente Real Decreto.

d) El transporte de sustancias peligrosas por canalizaciones, incluidas las estaciones de bombeo, situadas fuera de los establecimientos a los que aplica el presente Real Decreto.

e) Las actividades dedicadas a la explotación (exploración, extracción y tratamiento) de minerales en minas y canteras o mediante perforación, con la excepción de las actividades de tratamiento térmico y químico y el almacenamiento relacionado con estas operaciones en las que intervengan sustancias peligrosas tal como se definen en el anexo I.

f) Las actividades dedicadas a la exploración y explotación mar adentro (off-shore) de minerales, incluidos los hidrocarburos.



g) Los vertederos de residuos con excepción de las instalaciones operativas de evacuación de residuos mineros, incluidos los diques o balsas de residuos, que contengan sustancias peligrosas tal como se definen en el anexo I, en particular, cuando se utilicen en relación con el tratamiento térmico y químico de minerales.

h) Los establecimientos regulados en el Reglamento de Explosivos, aprobado por el Real Decreto 230/1998, de 16 de febrero, excepto en lo referido en la disposición adicional primera.

Artículo 5. Obligaciones de carácter general del industrial.

Los industriales a cuyos establecimientos sea de aplicación este Real Decreto están obligados a:

a) Adoptar las medidas previstas en presente Real Decreto y cuantas resulten necesarias para prevenir accidentes graves y limitar sus consecuencias para las personas, los bienes y el medio ambiente.

b) Colaborar con los órganos competentes de las Comunidades Autónomas y demostrar, en todo momento, y especialmente con motivo de los controles e inspecciones a que se refiere el artículo 19, que han tomado todas las medidas necesarias previstas en el presente Real Decreto.

Artículo 6. Notificación.

1. Los industriales, a cuyos establecimientos les sea de aplicación el presente Real Decreto, están obligados a enviar una notificación al órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radiquen, que contenga, como mínimo, la información y los datos que figuran en el anexo II.

2. La notificación a que se refiere el apartado 1 habrá de remitirse por el industrial:

a) En el caso de establecimientos nuevos, antes del comienzo de la construcción, dentro del plazo que determine la comunidad autónoma, que en ningún caso podrá superar un año desde el momento en que se solicitó la licencia de obra.

b) En el caso de los establecimientos existentes que no estén sujetos a la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto, a lo dispuesto en los Reales Decretos 886/1988, de 15 de julio, sobre prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales, y 952/1990, por el que se modifican los anexos y se completan las disposiciones del Real Decreto



886/1988, en el plazo de un año, a partir de la referida entrada en vigor del presente Real Decreto.

c) Cuando se trate de establecimientos existentes respecto de los cuales el industrial, en virtud de los mencionados Reales Decretos 886/1988 y 952/1990, haya informado ya a los órganos competentes, deberá notificarse dicha información actualizada, de conformidad con lo previsto en el presente Real Decreto, en el plazo de seis meses desde su entrada en vigor.

d) En el caso de establecimientos existentes que entren con posterioridad en el ámbito de aplicación del presente Real Decreto, deben presentar la notificación en el plazo de tres meses contados a partir de la fecha en la que el presente Real Decreto se aplique al establecimiento.

3. El industrial informará inmediatamente al órgano competente de la Comunidad Autónoma, donde esté ubicado el establecimiento, de las siguientes circunstancias:

a) El aumento significativo de la cantidad o la modificación significativa de las características o de la forma física de las sustancias peligrosas presentes indicadas en la notificación enviada por el industrial en virtud del apartado 1 del presente artículo.

b) Cualquier cambio significativo en los procesos en los que intervengan sustancias peligrosas.

c) La modificación de un establecimiento o una instalación de forma que pudieran derivarse repercusiones significativas en los riesgos inherentes a los accidentes graves.

d) El cierre temporal o definitivo de la instalación.

Artículo 7. Política de prevención de accidentes graves.

1. Los industriales de todos los establecimientos a los que sea de aplicación el presente Real Decreto, deberán definir su política de prevención de accidentes graves y plasmarla en un documento escrito.

2. Esta política deberá abarcar y reflejar los objetivos y principios de actuación generales establecidos por el industrial en relación con el control de los riesgos de accidentes graves, respecto a los elementos que se contemplan en el anexo III, relativos a:

a) Organización y personal.

b) Identificación y evaluación de los riesgos de accidente grave.

c) Control de la explotación.



- d) Adaptación a las modificaciones.
- e) Planificación ante situaciones de emergencia.
- f) Seguimiento de los objetivos fijados.
- g) Auditoría y revisión.

3. La puesta en práctica de esta política de prevención de accidentes graves tendrá por objeto garantizar un grado elevado de protección a las personas, los bienes y al medio ambiente, a través de los medios, estructuras y sistemas de gestión apropiados.

4. Este documento se mantendrá a disposición de los órganos competentes de las Comunidades Autónomas con vistas, en particular, a la aplicación del párrafo b) del artículo 5 y del artículo 19.

5. Los plazos para su elaboración serán:

a) Para los nuevos establecimientos, antes de que se inicie su explotación, dentro del plazo que determine la Comunidad Autónoma.

b) Para los establecimientos existentes que no estén sujetos a lo dispuesto en los Reales Decretos 886/1988 y 952/1990, a la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto, en el plazo de tres años a partir de esta fecha.

c) Para los demás establecimientos, en el plazo de dos años, a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto.

d) En el caso de establecimientos existentes que entren con posterioridad en el ámbito de aplicación de este real decreto, se elaborará en el plazo de tres meses contado a partir de la fecha en la que este real decreto se aplique al establecimiento 2.

6. Para aquellos establecimientos a los que sea de aplicación lo previsto en el artículo 9 del presente Real Decreto, este documento formará parte del informe de seguridad.

Artículo 8. Efecto dominó.

1. Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, utilizando la información recibida del industrial en virtud de los artículos 6 y 9, determinarán los establecimientos o grupos de establecimientos en los que la probabilidad y las consecuencias de un accidente grave puedan verse incrementadas debido a la ubicación y a la proximidad entre dichos establecimientos y a la presencia en éstos de sustancias peligrosas.



2. Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas establecerán protocolos de comunicación que aseguren que los establecimientos así determinados:

a) Se intercambien de manera adecuada los datos necesarios, para posibilitar que los industriales tomen en consideración el carácter y la magnitud del riesgo general de accidente grave en sus políticas de prevención de accidentes graves, sistemas de gestión de la seguridad, informes de seguridad y planes de emergencia interior;

b) Tomen las medidas necesarias para garantizar la cooperación en la información a la población y en el suministro de información a la autoridad competente para la elaboración de planes de emergencia exterior.

3. En los informes de seguridad se contemplarán aquellos accidentes que puedan producirse por efecto dominó, entre instalaciones de un mismo establecimiento.

Artículo 9. Informe de seguridad.

1. Los industriales de establecimientos en los que estén presentes sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a las especificadas en la columna 3 de las partes 1 y 2 del anexo I están obligados a elaborar un informe de seguridad, que tenga por objeto:

a) Demostrar que se ha establecido una política de prevención de accidentes graves y un sistema de gestión de la seguridad para su aplicación de conformidad con los elementos que figuran en el anexo III;

b) Demostrar que se han identificado y evaluado los riesgos de accidentes, con especial rigor en los casos en los que éstos puedan generar consecuencias graves, y que se han tomado las medidas necesarias para prevenirlos y para limitar sus consecuencias para las personas, los bienes y el medio ambiente;

c) Demostrar que el diseño, la construcción, la explotación y el mantenimiento de toda instalación, zona de almacenamiento, equipos e infraestructura ligada a su funcionamiento, que estén relacionados con el riesgo de accidente grave en el establecimiento, presentan una seguridad y fiabilidad suficientes;



d) Demostrar que se han elaborado planes de emergencia interior y facilitar los datos necesarios que posibiliten la elaboración del plan de emergencia exterior a fin de tomar las medidas necesarias en caso de accidente grave;

e) Proporcionar información suficiente a las autoridades competentes para que puedan tomar decisiones en materia de implantación de nuevos establecimientos o de autorización de otro tipo de proyectos en las proximidades de los establecimientos existentes.

2. La política de prevención de accidentes graves y el sistema de gestión de la seguridad formarán parte del informe de seguridad, además de los datos y la información especificada en la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas, aprobada por el Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre. En el informe de seguridad se indicarán expresamente los nombres de las organizaciones pertinentes que hayan participado en su elaboración e incluirá, además, el inventario actualizado de las sustancias peligrosas existentes en el establecimiento. Asimismo, el resultado de la evaluación de la extensión y de la gravedad de las consecuencias de los accidentes graves, contenido en el informe de seguridad, incluirá planos, imágenes o, en su caso, descripciones equivalentes en los que aparezcan las zonas que pueden verse afectadas por tales accidentes ocurridos en el establecimiento, a reserva de lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 13 y en el artículo 21.

El Ministerio de Industria y Energía, a través de la Dirección de Industria y Tecnología, podrá proponer al Consejo de Coordinación y de Seguridad Industrial un conjunto de requisitos mínimos del contenido técnico de los informes de seguridad que hayan de ser preparados para diversos tipos de establecimientos. Estos requisitos técnicos se centrarán exclusivamente en especificaciones exigibles a equipos, instalaciones, sistemas y organización industrial, con carácter genérico.

3. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 17, el informe de seguridad y cualesquiera otros estudios o informes de naturaleza análoga que deban realizar los industriales, en virtud de la legislación sectorial aplicable, podrán fusionarse en un documento único a los efectos del presente artículo, cuando dicha fusión permita evitar duplicaciones innecesarias de la información y la repetición de los trabajos realizados por el industrial o la autoridad competente, siempre que se cumplan todos los requisitos del presente artículo.

4. El industrial presentará ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma el informe de seguridad que deberá ser evaluado. Para la evaluación de los informes de seguridad, el órgano competente de la Comunidad Autónoma podrá requerir, si lo estima conveniente, la colaboración de los organismos de control acreditados de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial.



5. En el caso de que el establecimiento esté ubicado en dominio público portuario, dicho informe será tenido en cuenta por la autoridad portuaria correspondiente, para la elaboración del plan de emergencia interior del puerto, de acuerdo con la legislación sectorial aplicable.

6. La presentación del informe de seguridad al órgano competente de la Comunidad Autónoma se realizará respetando los siguientes plazos:

a) Para los nuevos establecimientos, antes del comienzo de su construcción o de su explotación, dentro del plazo que determine la Comunidad Autónoma.

b) Para los establecimientos existentes, que no estén aún sujetos a lo dispuesto en los Reales Decretos 886/1988 y 952/1990, en la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto, en el plazo de tres años a partir de la misma.

c) Para los demás establecimientos, en el plazo de dos años a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto.

d) En el caso de establecimientos existentes que entren con posterioridad en el ámbito de aplicación de este real decreto, en el plazo de un año contado a partir de la fecha en la que este real decreto se aplique al establecimiento.

e) Inmediatamente, después de la revisión periódica a que se refiere el apartado 8 de este artículo.

7. Una vez evaluado el informe de seguridad, el órgano competente de la Comunidad Autónoma se pronunciará, en el plazo máximo de seis meses, sobre las condiciones de seguridad del establecimiento en materia de accidentes graves en alguno de los siguientes sentidos:

a) Comunicará al industrial sus conclusiones sobre el examen del informe de seguridad, en su caso, previa solicitud de información complementaria.

b) Prohibirá la puesta en servicio o la continuación de la actividad del establecimiento de que se trate, de conformidad con las facultades y procedimientos previstos en el artículo 18.

8. El informe de seguridad deberá ser revisado y, en su caso, actualizado periódicamente, del siguiente modo:

a) Como mínimo cada cinco años.

b) En cualquier momento, a iniciativa del industrial o a petición de la autoridad competente, cuando esté justificado por nuevos datos o con el fin de tener en cuenta los nuevos conocimientos técnicos sobre seguridad.



9. Cuando se demuestre, previa solicitud del industrial, que determinadas sustancias existentes en el establecimiento o que una parte del propio establecimiento no puede presentar peligro significativo de accidente grave, el órgano competente podrá limitar la información exigida en el informe de seguridad, de conformidad con los criterios que se recogen en el anexo IV.

10. Asimismo, el órgano competente podrá exigir a los industriales de establecimientos en los que estén presentes sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a las especificadas en la columna 2, de las partes 1 y 2 del anexo I, que elaboren y remitan a dicho órgano determinados aspectos del informe de seguridad que puedan resultar necesarios para el cumplimiento de lo especificado en el artículo 7.

11. Las decisiones mencionadas en los apartados 9 y 10, una vez adoptadas por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, serán notificadas a la Comisión Nacional de Protección Civil.

Artículo 10. Modificación de una instalación, establecimiento o zona de almacenamiento.

En caso de modificación de un establecimiento, instalación, zona de almacenamiento, procedimiento y forma de operación o de las características y cantidades de sustancias peligrosas que pueda tener consecuencias importantes por lo que respecta a los riesgos de accidente grave, el industrial:

a) Revisará y, en su caso, modificará la política de prevención de accidentes graves, el sistema de gestión de seguridad, así como el plan de emergencia interior, contemplados en los artículos 7, 9 y 11, dentro de los plazos previstos en estos preceptos.

b) Revisará y, en su caso, modificará el informe de seguridad e informará de manera detallada al órgano competente de la Comunidad Autónoma a que se refiere el artículo 16 sobre dichas modificaciones antes de proceder a las mismas.

Artículo 11. Planes de emergencia.

1. En todos los establecimientos sujetos a las disposiciones del presente Real Decreto, el industrial deberá elaborar un plan de autoprotección, denominado plan de emergencia interior, en el que se defina la organización y conjunto de medios y procedimientos de actuación, con el fin de prevenir los accidentes de cualquier tipo y, en su caso, limitar los efectos en el interior del establecimiento.



Su contenido se ajustará a lo especificado en la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas y se elaborarán previa consulta al personal del establecimiento, de conformidad con lo dispuesto en el capítulo V, relativo a consulta y participación de los trabajadores, de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

En dicha consulta se incluirá el personal subcontratado afectado a largo plazo. En el marco de las obligaciones derivadas de la coordinación de actividades empresariales a las que se refiere el artículo 24 de la citada Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario titular del establecimiento deberá trasladar el contenido del plan de emergencia a aquellas empresas cuyos trabajadores desarrollen de forma estable actividades en dicho establecimiento, a fin de que estas consulten a sus trabajadores, en los términos del capítulo V de la mencionada ley. Estas empresas deberán remitir las observaciones recibidas de sus trabajadores al empresario titular del establecimiento. El deber de cooperación en esta materia será de aplicación a todas las empresas y trabajadores autónomos que desarrollen actividades en dicho establecimiento 2.

2. Este plan será remitido al órgano competente de la Comunidad Autónoma:

a) Para los nuevos establecimientos, antes de que se inicie su explotación, en el plazo establecido por la Comunidad Autónoma.

b) Para los establecimientos existentes que no estén sujetos a lo dispuesto en los Reales Decretos 886/1988 y 952/1990, en el plazo de tres años a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto.

c) Para los demás establecimientos, en el plazo de dos años a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto.

d) En el caso de establecimientos existentes que entren con posterioridad en el ámbito de aplicación de este real decreto, en el plazo de un año contado a partir de la fecha en la que este real decreto se aplique al establecimiento.

3. El industrial de los establecimientos en los que estén presentes sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a las especificadas en la columna 3 de las partes 1 y 2 del anexo I, proporcionará a los órganos competentes de la Comunidad Autónoma, la información y apoyo necesario para que éstos puedan elaborar planes de emergencia exterior. Dicha información será proporcionada por los industriales en los siguientes plazos:

a) Para los nuevos establecimientos, antes de que se inicie su explotación, dentro del plazo establecido por la Comunidad Autónoma.



b) Para los establecimientos existentes que no estén sujetos a lo dispuesto en los Reales Decretos 886/1988 y 952/1990, en el plazo de tres años, a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto.

c) Para los demás establecimientos, en el plazo de dos años a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto.

d) En el caso de establecimientos existentes que entren con posterioridad en el ámbito de aplicación de este real decreto, en el plazo de un año contado a partir de la fecha en la que este real decreto se aplique al establecimiento.

4. Para las empresas a las que se refiere el apartado 3, los órganos competentes de las Comunidades Autónomas elaborarán, con la colaboración de los industriales, un plan de emergencia exterior para prevenir y, en su caso mitigar, las consecuencias de los posibles accidentes graves previamente analizados, clasificados y evaluados, que establezca las medidas de protección más idóneas, los recursos humanos y materiales necesarios y el esquema de coordinación de las autoridades, órganos y servicios llamados a intervenir.

5. Su contenido y procedimiento de homologación se ajustarán a lo especificado en la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.

El plazo para su elaboración, en el caso de nuevos establecimientos, será antes del inicio de su explotación.

6. Para elaborar los planes de emergencia exterior, los órganos competentes de las comunidades autónomas establecerán mecanismos de consulta a la población que pudiera verse afectada por un accidente grave. Así mismo, se realizará cuando se efectúen actualizaciones o modificaciones que supongan cambios significativos en las condiciones de seguridad de la población afectada.

7. Los órganos competentes de las comunidades autónomas organizarán un sistema que garantice la revisión periódica, la prueba y, en su caso, la modificación de los planes de emergencia interior y exterior, a intervalos apropiados que no deberán rebasar los tres años. La revisión tendrá en cuenta tanto los cambios que se hayan producido en los establecimientos correspondientes como en la organización de los servicios de emergencia llamados a intervenir, así como los nuevos conocimientos técnicos y los conocimientos sobre las medidas que deban tomarse en caso de accidente grave.

Este sistema garantizará que todas las Administraciones, organismos y servicios implicados dispongan puntualmente de las actualizaciones, pruebas y revisiones efectuadas en los planes de emergencia.

8. Asimismo, la autoridad competente de la Comunidad Autónoma solicitará a la Comisión Nacional de Protección Civil una nueva homologación, si así lo



considera conveniente, en función de las revisiones periódicas, ampliaciones, sustituciones u otras modificaciones que varíen las condiciones en que se realizó la homologación inicial.

9. La autoridad competente en la Comunidad Autónoma podrá decidir, a la vista de la información contenida en el informe de seguridad, que las disposiciones del apartado 4 relativas a la obligación de establecer un plan de emergencia exterior no se apliquen; siempre y cuando se demuestre que la repercusión de los accidentes previstos en el informe de seguridad no tiene consecuencias en el exterior. Esta decisión justificada deberá ser comunicada a la Comisión Nacional a los efectos previstos en el artículo 16.

Artículo 12. Ordenación territorial y limitaciones a la radicación de los establecimientos.

1. Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas velarán porque se tengan en cuenta los objetivos de prevención de accidentes graves y de limitación de sus consecuencias en la asignación o utilización del suelo, mediante el control de:

a) La implantación de los nuevos establecimientos.

b) Las modificaciones de los establecimientos existentes contemplados en el artículo 10.

c) Las nuevas obras, realizadas en el ámbito de influencia territorial que se derive del estudio de seguridad del establecimiento, tales como vías de comunicación, lugares frecuentados por el público o zonas para viviendas, cuando el emplazamiento o las obras ejecutadas pudieran aumentar el riesgo o las consecuencias del accidente grave.

2. Las políticas de asignación o utilización del suelo y otras políticas pertinentes, y los procedimientos de aplicación de dichas políticas, tendrán en cuenta la necesidad, a largo plazo, de mantener las distancias adecuadas entre, por una parte, los establecimientos previstos en este real decreto y, por otra, las zonas de vivienda, los edificios y las zonas frecuentadas por el público, los ejes importantes de transporte tanto como sea posible, las zonas recreativas y las zonas que presenten un interés natural particular de carácter especialmente sensible, así como la necesidad, en lo que respecta a los establecimientos existentes, de adoptar medidas técnicas complementarias de conformidad con el artículo 5, con el fin de no aumentar los riesgos para las personas.



3. Dentro de la política de prevención de accidentes y de limitación de sus consecuencias, podrá establecerse la exigencia de un dictamen técnico sobre los riesgos vinculados al establecimiento, con carácter previo a las decisiones de índole urbanística.

Artículo 13. Información a la población relativa a las medidas de seguridad.

1. La autoridad competente, en cada caso, en colaboración con los industriales de los establecimientos previstos en el artículo 9, deberá asegurar que todas las personas y todos los establecimientos abiertos al público (tales como escuelas y hospitales) que puedan verse afectados por un accidente grave que se inicie en un establecimiento previsto en el artículo 9 reciban con regularidad y en la forma más apropiada, sin que tengan que solicitarlo, la información sobre las medidas de seguridad que deben tomarse y sobre el comportamiento que debe adoptarse en caso de accidente.

2. Esa información se revisará cada tres años y, en todo caso, cuando se den algunos de los supuestos de modificación contenidos en el artículo 10. La información estará a disposición del público de forma permanente. La información recogerá, al menos, los datos que figuran en el anexo V.

3. La autoridad competente, en cada caso, garantizará que el informe de seguridad esté a disposición del público. El industrial podrá solicitarle que no divulgue al público determinadas partes del informe, por motivos de confidencialidad de carácter industrial, comercial o personal, de seguridad pública o de defensa nacional. En estos casos, con acuerdo de la autoridad competente, el industrial proporcionará a la autoridad y pondrá a disposición del público un informe en el que se excluyan estas partes.

Cuando se trate de establecimientos sujetos a las disposiciones del artículo 9, la autoridad competente, en cada caso, garantizará que se ponga a disposición del público el inventario de las sustancias peligrosas previsto en el artículo 9.2, sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado anterior y en el artículo 21.

4. La autoridad competente, en cada caso, a los fines del presente Real Decreto, someterá a trámite de información pública, con carácter previo a su aprobación o autorización, los siguientes proyectos:

a) Proyectos de nuevos establecimientos o instalaciones contemplados en el artículo 9.

b) Proyectos de modificación de establecimientos o instalaciones existentes de los contemplados en el artículo 9 y otros que, a consecuencia de la modificación, queden afectados por el ámbito de aplicación del referido artículo.



c) Proyectos de obra o edificaciones en las inmediaciones de los establecimientos ya existentes.

5. La autoridad competente en cada caso remitirá a la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior, a través de las Delegaciones del Gobierno, la documentación acreditativa del cumplimiento de la obligación de información a la población sobre las medidas de seguridad prevista en el apartado 1 de este artículo, a los efectos de su remisión a la Comisión Europea. Dicha remisión se producirá con la periodicidad necesaria y, en cualquier caso, cuando se produzcan modificaciones o revisiones, de conformidad con lo dispuesto en el apartado 2 de este artículo.

Artículo 14. Información que deberá facilitar el industrial en caso de un accidente grave.

1. Los industriales de todos los establecimientos comprendidos en el ámbito de aplicación de este Real Decreto estarán obligados a cumplir, tan pronto como se origine un incidente o accidente susceptible de causar un accidente grave, de acuerdo a la definición dada en el artículo 3, y haciendo uso de los medios más adecuados, lo siguiente:

a) Informar de forma inmediata a los órganos competentes de la Comunidad Autónoma. Para ello deberán adecuarse líneas de comunicación directa con el centro de emergencias que a estos efectos tenga dispuesto la autoridad competente.

b) Comunicarles a la mayor brevedad posible, la siguiente información:

1. Las circunstancias que han concurrido para que se produzca el accidente.

2. Las sustancias peligrosas y cantidades implicadas inicialmente en el accidente, o que puedan estarlo por la evolución desfavorable del mismo.

3. Los datos disponibles para evaluar los efectos directos e indirectos a corto, medio y largo plazo, en las personas, bienes y el medio ambiente.

4. Las medidas de emergencia interior adoptadas.

5. Las medidas de emergencia interior previstas.

6. Las medidas de apoyo exterior necesarias para el control del accidente y la atención a los afectados.

7. Otra información referida al mismo que le pueda solicitar la autoridad competente.



c) Remitirles, de forma pormenorizada, las causas y efectos producidos a consecuencia del accidente.

d) Informarles de las medidas previstas para:

1. Paliar los efectos del accidente a corto, medio y largo plazo.
2. Garantizar la seguridad de las instalaciones de su entorno y la protección de las personas, bienes y el medio ambiente.
3. Evitar que se produzcan accidentes similares, en base a las experiencias adquiridas.

e) Actualizar la información facilitada, en caso de que investigaciones más rigurosas pongan de manifiesto nuevos hechos que modifiquen dicha información o las conclusiones que dimanen de ella.

2. Asimismo, en caso de accidente grave, la autoridad competente, en cada caso, deberá:

a) Cerciorarse de que se adopten las medidas de emergencia y aquellas que, a medio y largo plazo, sean necesarias.

b) Recoger, mediante inspección, investigación u otros medios adecuados, la información necesaria para un análisis completo del accidente grave en los aspectos técnicos, de organización o de gestión.

c) Adoptar las disposiciones adecuadas para que el industrial tome las medidas paliativas necesarias.

d) Formular recomendaciones sobre futuras medidas de prevención.

Artículo 15. Información que el órgano competente de la Comunidad Autónoma facilitará en caso de accidente grave.

Con el fin de asegurar la coordinación en los casos de accidentes graves, entre las autoridades llamadas a intervenir, en orden a la limitación de sus consecuencias, así como para cumplir los requisitos de información a la Comisión de la Unión Europea, los órganos competentes de las Comunidades Autónomas:

1. Informarán en el momento en el que se tenga noticia de un accidente grave, a la Delegación del Gobierno correspondiente y, en su caso, a la Subdelegación del Gobierno de la provincia donde esté radicado el establecimiento. La comunicación se realizará según lo previsto en la Directriz



básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.

2. Remitirán a la Dirección General de Protección Civil, a través de la Delegación del Gobierno correspondiente, tan pronto como sea posible, la información de los accidentes graves que ocurran en su territorio. Para aquellos que respondan a los criterios del anexo VI del presente Real Decreto, esta información contendrá, como mínimo, los siguientes datos:

- a) Nombre y dirección de la autoridad encargada de elaborar el informe.
- b) Fecha, hora y lugar del accidente grave, nombre completo del industrial y ubicación del establecimiento de que se trate.
- c) Una breve descripción de las circunstancias del accidente, con indicación de la sustancias peligrosas de que se trate y los efectos inmediatos en las personas, los bienes y el medio ambiente.
- d) Una breve descripción de las medidas de emergencia adoptadas y de las precauciones inmediatas necesarias para evitar el acaecimiento de accidentes similares.

3. Remitirán, asimismo, a la Dirección General de Protección Civil, a través de la Delegación de Gobierno correspondiente, un informe completo de las causas, evolución, actuación y demás medidas tomadas durante la emergencia en el interior y exterior de la instalación afectada, así como la experiencia derivada del accidente, en orden a mejora en la prevención de sucesos similares.

4. Para el cumplimiento de los apartados 2 y 3, se acordará en el seno de la Comisión Nacional de Protección Civil, los formatos normalizados correspondientes, siguiendo los criterios aconsejados por la Comisión Europea.

La Dirección General de Protección Civil remitirá esta información normalizada a la Comisión Europea, según lo dispuesto en el artículo 16 del presente Real Decreto.

4. Asimismo, la información correspondiente a los apartados 2 y 3 se incorporará al Banco central de datos y sucesos, de conformidad con lo dispuesto en la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.

Artículo 16. Autoridades competentes.

Se consideran autoridades competentes a los efectos de este Real Decreto:



1. El Ministerio del Interior, a través de la Dirección General de Protección Civil, para:

a) Mantener relación permanente con la Comisión Europea a los efectos previstos en la Directiva 96/82/CE, de 9 de diciembre, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, y en particular para:

1. Informar, tan pronto como sea posible, de los accidentes graves que hayan ocurrido en el territorio español y que respondan a los criterios del anexo VI.

2. Intercambiar información sobre la experiencia adquirida en materia de prevención de accidentes graves y la limitación de sus consecuencias.

3. Facilitar a la Comisión un informe trienal con arreglo al procedimiento previsto en la Directiva 91/692/CEE, de 23 de diciembre, en relación con la implantación de la Directiva 96/82/CE en el Estado español.

4. Proporcionar a la Comisión, respecto a los establecimientos previstos en este real decreto, la información sobre el nombre y apellidos o razón social del industrial y dirección completa del establecimiento correspondiente, y sobre la actividad o actividades del establecimiento.

b) Mantener relación permanente, en coordinación con las Delegaciones del Gobierno correspondientes, con los órganos competentes de las Comunidades Autónomas a los efectos previstos en el presente Real Decreto y en particular para:

1. Recibir y evaluar los datos de la notificación a que se refiere el artículo 6, sobre los establecimientos afectados, a fin de mantener y actualizar el Banco Central de Datos y Sucesos.

2. Recabar informes o cuestionarios relacionados con aspectos técnicos y con la implantación de la presente disposición.

3. Elaborar informes periódicos sobre las enseñanzas derivadas de los accidentes graves ocurridos en España, de acuerdo a la información que figura en el artículo 15.

c) Informar, a través de la Comisión Nacional de Protección Civil, acerca de las iniciativas, acciones e intercambio de experiencias, generadas por los grupos técnicos constituidos por la Comisión Europea, de sus resultados y la difusión de los mismos.

d) Poner a disposición de otros Estados miembros de la Unión Europea que pudieran verse afectados por potenciales efectos transfronterizos de un accidente grave producido en un establecimiento de los contemplados en el



artículo 9, radicado en territorio español, la información suficiente para que el Estado miembro afectado pueda adoptar las medidas de prevención y protección oportunas, así como trasladar a las autoridades competentes de las Comunidades Autónomas la información recibida de otros Estados miembros en relación con accidentes graves producidos en establecimientos de la naturaleza aludida, radicados fuera del territorio español, que potencialmente pudieran afectar a su ámbito geográfico.

e) Poner a disposición de los Estados miembros afectados la decisión de que un establecimiento cercano a su territorio no puede presentar peligro alguno de accidente grave fuera de su perímetro y no requiere plan de emergencia exterior de conformidad con el apartado 9 del artículo 11, así como trasladar a los órganos competentes de las Comunidades Autónomas la decisión por parte de otros Estados miembros próximos a su territorio de no elaborar el plan de emergencia exterior.

f) Conocer y trasladar a la Comisión Nacional de Protección Civil la propuesta de homologación de los planes de emergencia exterior que hayan sido elaborados y aprobados por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, así como sus sucesivas revisiones.

g) Participar en la ejecución de los planes de emergencia exterior en los supuestos en los que la dirección y coordinación de las actuaciones corresponda al Ministerio del Interior, en cumplimiento de lo dispuesto en el Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma básica de protección civil.

2. Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas para:

a) Recibir, evaluar y emplear la información a que se refieren los artículos 6 a 11 y, en su caso, la información a que hace referencia el artículo 14, así como recabar cuantos datos se estime oportuno en el ejercicio de sus competencias.

b) Elaborar, aprobar y remitir a la Comisión Nacional de Protección Civil, para su correspondiente homologación, los planes de emergencia exterior de los establecimientos afectados por el artículo 9 del presente Real Decreto, según lo previsto en su artículo 11. Para la implantación y el mantenimiento de los planes de emergencia podrán establecerse formas de colaboración entre las distintas administraciones y entidades públicas y privadas.

c) Ordenar la aplicación de los planes de emergencia exterior y dirigirlos, de acuerdo con la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.

d) Informar, en el momento que se tenga noticia de un accidente grave, a la Delegación de Gobierno correspondiente y, cuando proceda, a la



Subdelegación del Gobierno en la provincia donde esté radicado el establecimiento.

e) Elaborar y remitir los informes que la Comisión Europea solicite, sobre la aplicación del presente Real Decreto, a través de la Dirección General de Protección Civil.

f) Asegurar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el presente Real Decreto, mediante el ejercicio de las correspondientes facultades de inspección y sanción, de acuerdo con el ordenamiento jurídico.

3. Los Delegados del Gobierno en las Comunidades Autónomas o, en su caso, los Subdelegados del Gobierno, conforme a lo establecido en la Ley 6/1997, de 14 de abril, de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado, y demás normas aplicables, para:

a) Colaborar con los órganos competentes de las Comunidades Autónomas en la elaboración de los planes de emergencia exterior.

b) Recibir y trasladar a la Dirección General de Protección Civil la información prevista en este Real Decreto, que debe facilitarse por las Comunidades Autónomas.

c) Recabar cuantos datos, estudios, e informes se consideren necesarios a fin de ejercer las competencias, funciones y facultades que les reconocen sus disposiciones reguladoras.

d) Dirigir la ejecución de los planes de emergencia exterior en coordinación con la correspondiente Comunidad Autónoma, cuando tal ejecución sea asumida por el Ministerio del Interior, de acuerdo con la Norma básica de protección civil.

4. Los Ayuntamientos u otras entidades locales, en su caso, para:

a) Colaborar con los órganos competentes de la Comunidad Autónoma en la elaboración de los planes de emergencia exterior, que afecten a su término municipal, aportando la información que sea necesaria, en la que se incluirán los datos relativos a censos de población, cartografía municipal, identificación de las vías de evacuación, organización de la protección civil municipal y otros equivalentes.

b) Elaborar y mantener actualizado el Plan de actuación municipal o local, siguiendo las directrices de los planes de emergencia exterior; participar en la ejecución de estos últimos, dirigiendo y coordinando las medidas y actuaciones contempladas en aquéllos, tales como avisos a la población, activación de las medidas de protección precisas y realizar ejercicios y simulacros de protección civil.



c) Aprobar en el Pleno de la Corporación correspondiente el Plan de actuación municipal o local y remitirlo a la Comisión Autónoma de Protección Civil para su homologación.

d) Informar de inmediato al órgano competente de la Comunidad Autónoma sobre los accidentes graves que se originen en el término municipal, así como de cualquier incidente que pudiera dar lugar a su desencadenamiento, con independencia de los sistemas de alerta que se determinen en el plan de emergencia exterior.

5. Las Autoridades Portuarias para:

a) La recepción de la información prevista en los artículos 6, 7, 9, 10 y 11 del presente Real Decreto, que deberá proporcionarles el industrial, además de a los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, en los casos en los que los establecimientos se encuentren ubicados en el dominio público portuario.

b) La adopción de medidas de protección de riesgos mediante la colaboración con los órganos competentes de las Comunidades Autónomas en la elaboración del plan de emergencia exterior, en relación con aquellos establecimientos que se encuentren ubicados en el dominio público portuario.

6. Las Capitanías Marítimas para:

El ejercicio de las funciones relativas a la lucha contra la contaminación del medio marino en aguas situadas en zonas en las que España ejerza soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, de acuerdo con lo previsto en el artículo 88 de la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

Artículo 17. Coordinación y cooperación administrativa.

1. Las Administraciones públicas, en cumplimiento de lo previsto en el presente Real Decreto, actuarán de conformidad con los principios de coordinación y colaboración.

2. Las autoridades competentes velarán para que las informaciones de interés obtenidas en virtud de este Real Decreto se encuentren a disposición de las autoridades competentes en cada caso en materia de protección civil, de prevención de riesgos para la salud humana, de prevención de riesgos laborales, de seguridad y calidad industrial, de protección del medio ambiente, de ordenación del territorio y de urbanismo y puertos.



Artículo 18. Prohibición de explotación.

1. Los órganos competentes de las comunidades autónomas deberán prohibir la explotación o la entrada en servicio de cualquier establecimiento, instalación, zona de almacenamiento o cualquier parte de ellos cuando las medidas adoptadas por el titular de la instalación para la prevención y la reducción de los accidentes graves se consideren, de forma justificada, manifiestamente insuficientes.

Los órganos competentes de las comunidades autónomas podrán prohibir la explotación o la entrada en servicio de cualquier establecimiento, instalación, zona de almacenamiento o cualquier parte de ellos cuando el industrial no haya presentado la notificación, el informe de seguridad u otra información exigida por este real decreto dentro del plazo establecido.

2. El órgano competente de la Comunidad Autónoma informará a la Comisión Nacional de Protección Civil de las decisiones adoptadas según lo dispuesto en el apartado 1 de este artículo.

Artículo 19. Inspección.

1. Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas establecerán un sistema de inspección y las medidas de control adecuadas a cada tipo de establecimiento comprendido en el ámbito de aplicación del presente Real Decreto. Las inspecciones posibilitarán un examen planificado y sistemático de los equipos técnicos, la organización y modos de gestión aplicados en el establecimiento, a fin de que el industrial pueda demostrar, en particular:

a) Que ha tomado las medidas adecuadas, en base a las actividades realizadas en el establecimiento, para prevenir accidentes graves.

b) Que ha adoptado las medidas necesarias para limitar las consecuencias de accidentes graves dentro y fuera del establecimiento.

c) Que los datos y la información facilitados en el informe de seguridad o en cualquier otro informe o notificación presentados, reflejen fielmente el estado de seguridad del establecimiento.

d) Que ha establecido programas e informado al personal del establecimiento sobre las medidas de protección y actuación en caso de accidente.

2. El sistema de inspección previsto en el apartado 1 reunirá, como mínimo, las condiciones siguientes:



a) Deberá existir un programa de inspecciones para todos los establecimientos. Salvo que la autoridad competente haya establecido un programa de inspecciones sobre la base de una evaluación sistemática de los peligros inherentes a los accidentes graves relacionadas con el establecimiento que se esté considerando, el programa incluirá, al menos, cada doce meses una inspección in situ de cada establecimiento contemplado en el artículo 9 efectuada por la autoridad competente.

b) Después de cada inspección realizada, la autoridad competente elaborará un informe.

c) El seguimiento de cada inspección realizada por la autoridad competente se efectuará, en su caso, en colaboración con la dirección del establecimiento, dentro del plazo que determine la Comunidad Autónoma, después de la inspección.

d) Para la realización de las inspecciones, el órgano competente de la Comunidad Autónoma podrá requerir, si lo estima conveniente, la colaboración de organismos de control acreditados por la Administración competente, de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial.

e) Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas pondrán en conocimiento de las correspondientes Comisiones Autonómicas de Protección Civil, mediante informe anual elaborado a tal fin, los resultados y circunstancias que han concurrido en las inspecciones realizadas.

f) Cuando de los informes de inspección se desprendan datos de interés relevante para otras áreas de actuación administrativa, en materia de riesgos para la salud humana, seguridad y salud laboral, seguridad y calidad industrial, ordenación del territorio y urbanismo, medio ambiente o puertos, los órganos competentes de las Comunidades Autónomas remitirán copia de tales informes a las respectivas autoridades competentes en tales materias, a fin de que puedan adoptar las medidas pertinentes.

Artículo 20. Intercambios y sistema de información.

1. La Dirección General de Protección Civil del Ministerio del Interior elaborará un Banco Central de Datos y Sucesos, que en lo relativo a accidentes graves, mantendrá a disposición de los órganos competentes de las Comunidades Autónomas. Este Banco deberá constituir, tanto un registro de los accidentes graves que hayan ocurrido en nuestro país, como un sistema para el intercambio de información que incluya los datos sobre accidentes graves que hayan ocurrido en otros Estados miembros de la Comunidad Europea.



2. El registro y el sistema de información incluirá, en relación a los accidentes, la información facilitada por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas de conformidad con lo establecido en el artículo 15 del presente Real Decreto.

3. Sin perjuicio de lo establecido en el artículo 21, se establecerá un procedimiento, para que este sistema de información pueda ser consultado por los servicios de las distintas Administraciones competentes, las asociaciones industriales o comerciales, los sindicatos, las organizaciones no gubernamentales que se ocupen de la protección del medio ambiente y las organizaciones internacionales o de investigación que operen en este ámbito.

Artículo 21. Confidencialidad de los datos.

1. En aras de la mayor transparencia, las autoridades competentes, en cada caso, deberán poner la información recibida en aplicación del presente Real Decreto a disposición de cualquier persona física o jurídica que lo solicite, en los términos previstos en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

No obstante, determinados aspectos de la información obtenida por las autoridades competentes, en cada caso, podrá tener carácter confidencial, cuando así lo establezca la legislación aplicable, si afecta:

- a) Al carácter confidencial de las deliberaciones de las autoridades competentes.
- b) Al carácter confidencial de las relaciones internacionales y la defensa nacional.
- c) A la seguridad pública.
- d) Al secreto de instrucción o de un procedimiento judicial en curso.
- e) A secretos comerciales e industriales, con inclusión de la propiedad intelectual y de la propiedad industrial.
- f) A datos o archivos relativos a la vida privada de las personas.
- g) A los datos facilitados por terceros cuando éstos soliciten que se respete su carácter confidencial.

2. Todas las personas que, en el ejercicio de su actividad profesional, puedan tener acceso a esta información, están obligadas a guardar secreto profesional sobre su contenido y a asegurar su confidencialidad.



Artículo 22. Infracciones y sanciones.

El incumplimiento de lo establecido en el presente Real Decreto será calificado y sancionado de conformidad con el Título V «Infracciones y sanciones» de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

Disposición adicional primera. Aplicación del Reglamento de explosivos.

1. Este real decreto no será de aplicación a los establecimientos regulados por el Reglamento de Explosivos, aprobado por el Real Decreto 230/1998, de 16 de febrero, que se regirán por su normativa específica, salvo en lo relativo a los planes de emergencia exterior, y a todo lo especificado en el artículo 13, sobre información a la población relativa a las medidas de seguridad, en cuyo caso se regirán por la presente norma.

La información a la población relativa a las medidas de seguridad regulada en el artículo 13 será realizada de forma coordinada por los órganos competentes de las comunidades autónomas y las Delegaciones del Gobierno correspondientes, y a ella podrá serle de aplicación el carácter confidencial de los datos, tal y como se recoge en el artículo 21, en razón de lo dispuesto en el artículo 149.1.26.^a de la Constitución Española y de las implicaciones de seguridad pública que tengan las actividades dedicadas a explosivos.

2. A estos efectos, la Delegación del Gobierno en la Comunidad Autónoma donde radique el establecimiento remitirá al órgano competente de dicha Comunidad Autónoma, para la elaboración del plan de emergencia exterior, la certificación de idoneidad y el permiso expreso del Delegado de Gobierno previo a su entrada en funcionamiento, previstos en los artículos 40 y 41 del citado Reglamento y cualquier otra documentación relativa a cambios en las condiciones de explotación. Asimismo pondrá a disposición de dicho órgano competente, la documentación prevista en los apartados 1.1.º a), b) y c) y 1.2.º del artículo 33, y en los apartados 1.1.º y 2.º del artículo 34 del citado Real Decreto 230/1998.

ANEXO 1

Aplicación del real decreto

INTRODUCCIÓN

1. Este anexo se aplica a la presencia de sustancias peligrosas en todo establecimiento, con arreglo o lo dispuesto en el artículo 3 de este real decreto, y determina la aplicación de los artículos correspondientes.



2. Las mezclas y preparados se tratarán del mismo modo que las sustancias puras siempre que se ajusten a los límites de concentración establecidos con arreglo a sus propiedades según la reglamentación correspondiente a la última adaptación al progreso técnico e indicada en la nota 1 de la parte 2, a menos que se indique específicamente una composición porcentual u otra descripción.

3. Las cantidades que se indican a continuación como umbral se refieren a cada establecimiento.

4. Las cantidades que hay que tener en cuenta para la aplicación de los artículos pertinentes son las máximas que estén presentes, o puedan estarlo, en un momento dado. Para el cálculo de la cantidad total presente no se tendrán en cuenta las sustancias peligrosas existentes en un establecimiento únicamente en una cantidad igual o inferior al dos por ciento de la cantidad indicada como umbral, si su situación dentro del establecimiento es tal que no puede llegar a provocar un accidente grave en ningún otro lugar del establecimiento.

5. Las normas que figuran en la nota 4 de la parte 2 que regulan la adición de sustancias peligrosas o categorías de sustancias peligrosas, serán de aplicación cuando sea conveniente.

6. A los efectos de este real decreto, se entiende por gas cualquier sustancia que tenga una presión de vapor absoluta igual o superior a 101,3 kPa a una temperatura de 20 °C.

7. A los efectos de este real decreto, se entiende por líquido cualquier sustancia que no se haya definido como gas y que no esté en estado sólido a una temperatura de 20 °C y a una presión estándar de 101,3 kPa.

PARTE 1

Relación de sustancias

En el caso de que una sustancia o grupo de sustancias enumeradas en esta parte corresponda también a una categoría de la parte 2, deberán tenerse en cuenta las cantidades umbral indicadas en esta parte 1.

Columna 1	Columna 2	Columna 3
Sustancias peligrosas	Cantidad umbral (toneladas) para la aplicación de	
	(Art. 6 y 7)	(Art. 9)
Nitrato de amonio (ver nota 1)	5.000	10.000
Nitrato de amonio (ver nota 2)	1.250	5.000



Nitrato de amonio (ver nota 3)	350	2.500
Nitrato de amonio (ver nota 4)	10	50
Nitrato de potasio (ver nota 5)	5.000	10.000
Nitrato de potasio (ver Nota 6)	1.250	5.000
Pentóxido de arsénico, ácido arsénico (V) y/o sus sales	1	2
Trióxido de arsénico, ácido arsénico (III) y/o sus sales		0,1
Bromo	20	100
Cloro	10	25
Compuestos de níquel en forma pulverulenta irhalable (monóxido de níquel, dióxido de níquel, sulfuro de níquel, disulfuro de triníquel, trióxido de diníquel)		1
Etilenimina	10	20
Fluor	10	20
Formaldehido (concentración $\geq 90\%$)	5	50
Hidrógeno	5	50
Ácido clorhídrico (gas licuado)	25	250
Alquilos de plomo	5	50
Gases licuados extremadamente inflamables (incluidos GLP) y gas natural	50	200
Acetileno	5	50
Óxido de etileno	5	50
Óxido de propileno	5	50
Metanol	500	5000
4,4 metilen-bis (2-cloroanilina) y/o sus sales en forma pulverulenta		0,01
Isocianato de metilo		0,15
Oxígeno	200	2.000
Diisocianato de tolueno	10	100
Dicloruro de carbonilo (fosgeno)	0,3	0,75
Trihidruro de arsénico (arsina)	0,2	
Trihidruro de fósforo (tosfina)	0,2	1
Dicloruro de azufre	1	1
Trióxido de azufre	15	75



Policlorodibenzofuranos y policloro-dibenzodioxinas (incluida la TCDD) calculadas en equivalente TCDD		0,001
Los siguientes CARCINÓGENOS en concentraciones superiores al 5 % en peso: 4-aminodifenilo y/o sus sales, triclorobenceno, bencidina y/o sus sales, éter bis (clorometílico), clorometil metil éter, 1,2-dibromoetano, sulfato de dietilo, sulfato de dimetilo, cloruro de dimetil carbamoilo, 1,2-dibromo-3-cloropropano, 1,2-dimetilhidracina, dimetilnitrosamina, triamida hexametilfosfórica, hidracina, 2-naftilamina y/o sus sales, 4-nitrodifenil, 1,3 propanosulfona	0,5	2
Productos derivados del petróleo:		
a) Gasolinas y naftas	2.500	25.000
b) Querosenos (incluidos carburorreactores).		
c) Gasóleos (incluidos los gasóleos de automoción, los de calefacción y componentes usados en las mezclas de gasóleos comerciales).		

NOTAS

1. Nitrato de amonio (5 000/10 000): abonos susceptibles de autodescomposición

Se aplica a los abonos compuestos y complejos a base de nitrato de amonio (los abonos compuestos y complejos contienen nitrato de amonio con fosfato y/o potasa) cuyo contenido de nitrógeno debido al nitrato de amonio represente:

a) Entre el 15,75 %, y el 24,5 %² en peso, y que o bien contengan un máximo de 0,4% en total de materiales combustibles u orgánicos, o bien cumplan los requisitos del anexo III del Reglamento (CE) n.º 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, relativo a los abonos.

b) El 15,75% o menos en peso y con materiales combustibles no sujetos a restricciones, y que sean susceptibles de autodescomposición según el ensayo con cubeta de la ONU (véanse las Recomendaciones de las Naciones Unidas relativas al transporte de mercancías peligrosas: manual de pruebas y criterios, parte III, punto 38.2).

2. Nitrato de amonio (1 250/5 000): calidad para abonos.



3. Se aplica a los abonos simples a base de nitrato de amonio ya los abonos compuestos y complejos a base de nitrato de amonio cuyo contenido de nitrógeno debido al nitrato de amonio sea:

a) Superior al 24,5 % en peso, salvo las mezclas de nitrato de amonio con dolomita, piedra caliza y/o carbonato cálcico de una pureza del 90% como mínimo.

b) Superior al 15,75 % en peso para las mezclas de nitrato de amonio y sulfato de amonio.

c) Superior al 28 %⁴ en peso para las mezclas de nitrato de amonio con dolomita, piedra caliza o carbonato cálcico de una pureza del 90 % como mínimo, y que cumplan los requisitos del anexo III del Reglamento (CE) n.º 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, relativo a los abonos.

3. Nitrato de amonio (350/2500): calidad técnica.

Se aplica:

a) Al nitrato de amonio y los preparados de nitrato de amonio cuyo contenido de nitrógeno debido al nitrato de amonio represente:

1.º Entre el 24,5 % y el 28 % en peso y que contengan como máximo un 0,4 % de sustancias combustibles.

2.º Más del 28 % en peso y que contengan como máximo un 0,2 % de sustancias combustibles.

b) A las soluciones acuosas de nitrato de amonio cuya concentración de nitrato de amonio supere el 80 % en peso.

4. Nitrato de amonio (10/50): materiales «fuera de especificación» y abonos que no superen la prueba de detonabilidad.

Se aplica:

a) Al material de desecho del proceso de fabricación y al nitrato de amonio y los preparados de nitrato de amonio, abonos simples a base de nitrato de amonio y abonos compuestos o complejos a base de nitrato de amonio a que se refieren las notas 2 y 3 que sean o que hayan sido devueltos por el usuario final a un fabricante; a un lugar de almacenamiento temporal o a una instalación de transformación para su reelaboración, reciclado o tratamiento para poder utilizarlos en condiciones seguras, por haber dejado de cumplir las especificaciones de las notas 2 y 3.



b) A los abonos a que se refieren el primer guión de la nota 1 y la nota 2 que no cumplan los requisitos del anexo III del Reglamento (CE) n.º 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, relativo a los abonos.

5. Nitrato potásico (5000/10000): abonos compuestos a base de nitrato de potasio, constituidos por nitrato de potasio en forma comprimida/granulada.

6. Nitrato potásico (1250/5000): abonos compuestos a base de nitrato de potasio, constituidos por nitrato de potasio en forma cristalina.

7. Policlorodibenzofuranos y policlorodibenzodioxinas.

Las cantidades de los policlorodibenzofuranos y de las policlorodibenzodioxinas se calculan con los factores de ponderación siguientes:

Factores de equivalencia tóxica (ITEF) para las familias de sustancias de riesgo (OTAN/CCMS)			
2,3,7,8-TCDD	1	2,3,7,8-TCDF	0,1
1,2,3,7,8-PeDD	0,5	2,3,4,7,8-PeCDF	0,5
		1,2,3,7,8-PeCDF	0,05
1,2,3,4,7,8-HxCDD }			
1,2,3,6,7,8-HxCDD }	0,1	1,2,3,4,7,8-HxCDF }	
1,2,3,7,8,9-HxCDD }		1,2,3,7,8,9-HxCDF }	0,1
		1,2,3,6,7,8-HxCDF }	
		1,2,3,6,7,8-HxCDF }	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01		
OCDD	0,001	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF }	
		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF }	0,01
		OCDF	0,001

(T = tetra, Pe = penta, Hx = hexa, Hp = hepta, O = octa)

¹ El 15,75% en peso de contenido de nitrógeno debido al nitrato de amonio corresponde al 45% de nitrato de amonio.

² El 24,5 % en peso de contenido de nitrógeno debido al nitrato de amonio corresponde al 70% de nitrato de amonio.

³ El 15,75% en peso de contenido de nitrógeno debido al nitrato de amonio corresponde al 45% nitrato de amonio.

⁴ El 28% en peso de contenido de nitrógeno debido al nitrato de amonio corresponde al 80% de nitrato de amonio.



PARTE 2

Categorías de sustancias y preparados no denominados específicamente en la parte 1

Columna 1	Columna 2	Columna 3
Categoría de sustancias peligrosas	Cantidad umbral (toneladas) de la sustancia peligrosa en el sentido de su definición dada en el artículo 3, para la aplicación de:	
	(Art. 6 y 7)	(Art. 9)
1. MUY TÓXICA	5	20
2. TÓXICA	50	200
3. COMBURENTE	50	200
4. EXPLOSIVA (véase la nota 2) cuando la sustancia, preparado u objeto corresponda a la división 1.4 del acuerdo ADR (Naciones Unidas) ¹	50	200
5. EXPLOSIVA (véase la nota 2) cuando la sustancia, preparado u objeto corresponda a alguna de las divisiones 1.1, 1.2, 1.3, 1.5 o 1.6 del acuerdo ADR (Naciones Unidas) 1, o a los enunciados de riesgo R2 o R3	10	50
6. INFLAMABLE (cuando la sustancia o el preparado coincidan con la definición de la letra a) de la nota 3)	5.000	50.000
7a. MUY INFLAMABLE (cuando la sustancia o el preparado coincida con la definición del punto 1 de la letra b) de la nota 3)	50	200
7b. Líquido MUY INFLAMABLE (cuando la sustancia o el preparado coincidan con la definición del punto 2 de la letra b) de la nota 3)	5.000	50.000



8. EXTREMADAMENTE INFLAMABLE (cuando la sustancia o el preparado coincidan con la definición de la letra c) de la nota 3.	10	50
9. SUSTANCIAS PELIGROSAS PARA EL MEDIO AMBIENTE en combinación con los siguientes enunciados de riesgo:		
i) R50: «muy tóxico para los organismos acuáticos» (se incluyen R50/53)	100	200
ii) R51/53: «tóxico para los organismos acuáticos; puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático».	200	500
10. CUALQUIER CLASIFICACIÓN distinta en combinación con los enunciados de riesgo siguientes:		
i) R14: «reacciona violentamente con el agua» (se incluye R14/15)	100	500
ii) R29: «en contacto con el agua libera gases tóxicos»	50	200

NOTAS

1. Las sustancias y preparados se clasifican con arreglo a las siguientes normas y a su adaptación actual al progreso técnico:

Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, y sus posteriores modificaciones.

Reglamento sobre notificación clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, y sus posteriores modificaciones.

Cuando se trate de sustancias y preparados que no estén clasificados como peligrosos con arreglo a ninguno de los reales decretos mencionados, por ejemplo residuos, pero que estén presentes en un establecimiento, o puedan estarlo, y que posean, o puedan poseer, en las condiciones del establecimiento, propiedades equivalentes para originar accidentes graves, los procedimientos para la clasificación provisional se llevarán a cabo de conformidad con el artículo pertinente del real decreto correspondiente.

Cuando se trate de sustancias y preparados cuyas propiedades permitan clasificarlos de más de un modo, se aplicarán las cantidades umbrales más bajas a efectos de este real decreto. No obstante, para la aplicación de la regla



de la nota 4, la cantidad umbral utilizada será siempre la aplicable a la clasificación correspondiente.

2. Se entenderá por explosivo:

a) Una sustancia o preparado que cree riesgos de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición (enunciado de riesgo R2).

b) Una sustancia o preparado que cree grandes riesgos de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición (enunciado de riesgo R3), o

c) Una sustancia, preparado u objeto considerado en la clase 1 del Acuerdo Europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera ADR (Naciones Unidas), celebrado el 30 de septiembre de 1957, con sus modificaciones, tal como se incorporó a la Directiva 94/55/CE del Consejo, de 21 de noviembre de 1994, sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros con respecto al transporte de mercancías peligrosas por carretera.

Se incluyen en esta definición las sustancias pirotécnicas que, a los efectos de este real decreto, se definen como sustancias (o mezclas de sustancias) destinadas a producir un efecto calorífico, luminoso, sonoro, gaseoso o fumígeno o una combinación de ellos, mediante reacciones químicas exotérmicas y autosostenidas. Cuando una sustancia o un preparado esté clasificado tanto en el ADR como en los enunciados de riesgo R2 o R3, la clasificación del ADR tendrá preferencia con respecto a la asignación de enunciado de riesgo.

Las sustancias y objetos de la clase 1 están clasificados en alguna de las divisiones 1.1 a 1.6 con arreglo al sistema de clasificación del ADR. Estas divisiones son las siguientes:

División 1.1: «Sustancias y objetos que presentan un riesgo de explosión en masa (una explosión en masa es una explosión que afecta de manera prácticamente instantánea a casi toda la carga)».

División 1.2: «Sustancias y objetos que presentan un riesgo de proyección sin riesgo de explosión en masa».

División 1.3: «Sustancias y objetos que presentan un riesgo de incendio con ligero riesgo de efectos de onda expansiva o de proyección o de ambos efectos, pero sin riesgo de explosión en masa:

a) cuya combustión da lugar a una radiación térmica considerable, o

b) que arden unos a continuación de otros con efectos mínimos de onda expansiva o de proyección o de ambos efectos».



División 1.4: «Sustancias y objetos que sólo presentan un pequeño riesgo de explosión en caso de ignición o cebado durante el transporte. Los efectos se limitan esencialmente a los bultos y normalmente no dan lugar a la proyección de fragmentos de tamaño apreciable ni a grandes distancias. Un incendio exterior no debe implicar la explosión prácticamente instantánea de la casi totalidad del contenido de los bultos».

División 1.5: «Sustancias muy poco sensibles que presentan un riesgo de explosión en masa, con una sensibilidad tal que, en condiciones normales de transporte, sólo existe una probabilidad muy reducida de cebado o de que su combustión se transforme en detonación. Se exige como mínimo que no exploten cuando se las someta a la prueba de fuego exterior».

División 1.6: «Objetos extremadamente poco sensibles que no supongan riesgo de explosión en masa. Dichos objetos no contendrán más que sustancias detonantes extremadamente poco sensibles y que presenten una probabilidad despreciable de cebado o de propagación accidental. El riesgo queda limitado a la explosión de un objeto único».

En esta definición también se incluyen las sustancias o preparados explosivos o pirotécnicos contenido en objetos. En el caso de objetos que contengan sustancias o preparados explosivos o pirotécnicos, si se conoce la cantidad de la sustancia o preparado contenida en el objeto, se considerará tal cantidad a los efectos de este real decreto. Si no se conoce la cantidad, se tratará todo el objeto, a los efectos de este real decreto, como explosivo.

3. Por sustancias inflamables, muy inflamables y extremadamente inflamables. (categorías 6, 7 y 8), se entenderá por:

a) Líquidos inflamables:

Sustancias y preparados cuyo punto de inflamación sea igual o superior a 21 °C e inferior o igual a 55 °C (enunciado de riesgo R10) y que mantengan la combustión.

b) Líquidos muy Inflamables:

1) 1.º Sustancias y preparados que puedan calentarse y llegar a inflamarse en contacto con el aire a temperatura ambiente sin ningún tipo de energía añadida (enunciado de riesgo R17).

2.º Sustancias y preparados cuyo punto de inflamación sea inferior a 55 °C y que permanezcan en estado líquido bajo presión, cuando determinadas formas de tratamiento, por ejemplo presión o temperatura elevadas, puedan crear riesgos de accidentes graves.



2) Sustancias y preparados cuyo punto de inflamación sea inferior a 21 °C y que no sean extremadamente inflamables (enunciado de riesgo RI 1, segundo guión).

c) Líquidos y gases extremadamente inflamables:

1) Sustancias y preparados líquidos cuyo punto de inflamación sea inferior a 0 °C cuyo punto de ebullición (o cuando se trate de una gama de ebulliciones, el punto de ebullición inicial) a presión normal sea inferior o igual a 35 °C (enunciado de riesgo R12, primer guión), y

2) Gases inflamables al contacto con el aire a temperatura y presión ambientes (enunciado de riesgo R12, segundo guión) que estén en estado gaseoso o supercrítico, y

3) Sustancias y preparados líquidos inflamables y muy inflamables mantenidos a una temperatura superior a su punto de ebullición.

4. En el caso de un establecimiento en el que no esté presente ninguna sustancia o preparado en cantidad igual o superior a la cantidad umbral correspondiente, se aplicará la siguiente regla para determinar si son aplicables a dicho establecimiento los requisitos pertinentes de este real decreto.

Se aplicará este real decreto si la suma

$$q_1/Qu_1 + q_2/Qu_2 + q_3/Qu_3 + q_4/Qu_4 + q_5/Qu_5 + \dots \text{ es igual o mayor que } 1$$

siendo: q_x = la cantidad de la sustancia peligrosa o categoría de sustancias peligrosas x prevista en las partes 1 o 2 de este anexo,

y Qu_x = la cantidad umbral pertinente para la sustancia o categoría x de la columna 3 de las partes 1 o 2.

Este real decreto se aplicará, excepto los artículos 9, 11 y 13, si la suma

$$q_1/QL_1 + q_2/QL_2 + q_3/QL_3 + q_4/QL_4 + q_5/QL_5 + \dots \text{ es igual o mayor que } 1$$

siendo: q_x = la cantidad de la sustancia peligrosa o categoría de sustancias peligrosas x prevista en las partes 1 o 2 de este anexo,

y QL_x = la cantidad umbral pertinente para la sustancia o categoría x de la columna 2 de las partes 1 o 2.

Esta regla se aplicará para evaluar los riesgos generales relacionados con la toxicidad, la inflamabilidad y la ecotoxicidad. Por tanto, deberá aplicarse tres veces:



a) Para la suma de sustancias y preparados previstos en la parte 1 y clasificados como tóxicos o muy tóxicos, junto con sustancias y preparados de las categorías 1 o 2.

b) Para la suma de sustancias y preparados contemplados en la parte 1 y clasificados como comburentes, explosivos, inflamables, muy inflamables o extremadamente inflamables, junto con sustancias y preparados de las categorías 3, 4, 5, 6, 7a, 7b u 8; y

c) Para la suma de sustancias y preparados previstos en la parte 1 y clasificados como peligrosos para el medio ambiente (R50 (R50/53 inclusive) o R51/53), junto con las sustancias y preparados de las categorías 9 (i) o 9 (ii).

Se aplicarán las disposiciones pertinentes de este real decreto si alguna de las sumas obtenidas de a), b) o c) es igual o mayor que 1.

ANEXO II

Información mínima que deberá contener la notificación del artículo 6

a) Número de registro industrial.

b) Nombre o razón social del industrial y dirección completa del establecimiento correspondiente, teléfono y fax.

c) Domicilio social del industrial y dirección completa, así como teléfono y fax.

d) Nombre o cargo del responsable del establecimiento, si se trata de una persona diferente del industrial al que se refiere el apartado b), y la información necesaria para su localización las veinticuatro horas del día.

e) Información suficiente para identificar las sustancias peligrosas ya estén expresamente nombradas o pertenezcan a categorías de sustancias de acuerdo al anexo I de este Real Decreto:

Nombre químico, número de CAS, nomenclatura IUPAC, otros posibles nombres identificativos.

Cantidad máxima de la(s) sustancia(s) presente(s) o que puedan estar presente(s).

Si la sustancia o preparado se utiliza en proceso o almacén.



Características físicas, químicas y toxicológicas e indicación de los peligros, tanto indirectos como diferidos para las personas, bienes y medio ambiente.

En el caso de pertenecer a una categoría habrá de indicarse además del nombre de la sustancia o preparado en concreto, los datos para su exacta identificación en las normas a las que hace referencia el mencionado anexo para su clasificación, en una u otra categoría.

f) Actividad ejercida o actividad prevista en la instalación o zona de almacenamiento.

g) Breve descripción de los procesos tecnológicos.

h) Plano del establecimiento y distribución de sus instalaciones.

i) Descripción del entorno inmediato del establecimiento y, en particular, de elementos capaces de causar un accidente grave o de agravar sus consecuencias, como establecimientos o instalaciones, equipos, explotaciones, infraestructuras, etc.

ANEXO III

Elementos a contemplar en los artículos 7 y 9 relativos al sistema de gestión de seguridad y a la organización del establecimiento con miras a la prevención de accidentes graves

1. El sistema de gestión de seguridad incluirá la estructura organizativa general, así como las responsabilidades, los procedimientos, las prácticas y los recursos que permitan definir y aplicar la política de prevención de accidentes graves (PPAG).

2. El sistema de gestión de seguridad contemplará los siguientes elementos:

i) La organización y el personal: definición de las funciones y responsabilidades del personal asociado a la prevención y gestión de los riesgos de accidentes graves en todos los niveles de organización. Definición de las necesidades formativas del citado personal, así como la organización de actividades formativas y participación de los empleados y del personal subcontratado que trabajen en el establecimiento.

ii) Identificación y evaluación de los riesgos de accidentes graves: Adopción y aplicación sistemática de procedimientos tendentes a identificar los riesgos de accidentes graves y evaluar sus consecuencias.



iii) Control de la explotación: Adopción y aplicación de procedimientos e instrucciones dirigidas al funcionamiento en condiciones seguras, al mantenimiento de las instalaciones, procesos, equipos y paradas temporales.

iv) Adaptación de las modificaciones: Adopción y aplicación de procedimientos para los proyectos de las modificaciones que deban efectuarse en las instalaciones o zonas de almacenamiento existentes o para el diseño de una nueva instalación, proceso o zona de almacenamiento.

v) La planificación ante situaciones de emergencia: adopción y aplicación de procedimientos destinados a identificar las emergencias previsibles según un análisis sistemático, así como a elaborar, comprobar y revisar los planes de emergencia y proporcionar la formación ad hoc del personal afectado. Esta formación afectará a todo el personal que trabaje en el establecimiento, incluido el personal subcontratado pertinente.

vi) Seguimiento de los objetivos fijados: Adopción y aplicación de procedimientos encaminados a la evaluación permanente del cumplimiento de los objetivos fijados por el industrial en el marco de la política de prevención de accidentes graves y del sistema de gestión de seguridad, así como el desarrollo de mecanismos de investigación y de corrección en caso de incumplimiento. Los procedimientos deberán abarcar el sistema de notificación de accidentes graves en especial cuando se hayan producido fallos de las medidas de protección, y su investigación y seguimiento en base a las lecciones aprendidas.

vii) Auditoría y revisión: Adopción y aplicación de procedimientos para la evaluación periódica y sistemática de la política de prevención de accidentes graves y de la eficacia y adaptabilidad del sistema de gestión de seguridad.

ANEXO IV

Criterios armonizados para la concesión de exenciones de acuerdo con el artículo 9

A efectos de lo previsto en el apartado 9 del artículo 9 del presente Real Decreto, la Comisión ha adoptado la Decisión de 26 de junio de 1998, relativa a los criterios armonizados para la concesión de exenciones para poder limitar la información exigida en los informes de seguridad.

Estos criterios no pueden afectar en lo que se refiere a las cantidades de las sustancias peligrosas para la aplicación del artículo 9 del presente Real Decreto.

Puede concederse una exención, según el apartado 9 del artículo 9, cuando se cumpla, al menos, uno de los siguientes criterios genéricos:



1. Forma física de la sustancia: Sustancias en forma sólida que, bajo condiciones normales y aquellas anormales que pudieran preverse razonablemente, no puedan dar lugar a la liberación de materia ni de energía que pueda suponer un riesgo de accidente grave.

2. Contención y cantidades: Sustancias empaquetadas o confinadas de tal forma y en tal cantidad que su liberación máxima posible, bajo cualquier circunstancia, no puede suponer un riesgo de accidente grave.

3. Ubicación y cantidades: Sustancias presentes en tal cantidad y a tal distancia de otras sustancias peligrosas (en el establecimiento u otra parte) que no pueden suponer un riesgo de accidente grave por sí mismas ni originar un accidente grave en el que intervengan otras sustancias peligrosas.

4. Clasificación: Sustancias definidas como peligrosas, en virtud de su clasificación genérica en la parte 2 del anexo 1 del presente Real Decreto, pero que no pueden suponer un riesgo de accidente grave y para las que, por tanto, la clasificación genérica no resulta oportuna a tal fin.

ANEXO V

Información que deberá facilitarse a la población en aplicación del apartado 1 del artículo 13

1. Nombre y apellidos del industrial y dirección del establecimiento.
2. Identificación, expresando el cargo, de la persona que facilite la información.
3. Confirmación de que el establecimiento está sujeto a las disposiciones reglamentarias o administrativas de aplicación del Real Decreto y de que se ha entregado a la autoridad competente la notificación contemplada en el apartado 1 del artículo 6 o el informe de seguridad mencionado en el apartado 1 del artículo 9.
4. Explicación en términos sencillos de la actividad o actividades llevadas a cabo en el establecimiento.
5. Los nombres comunes o, en el caso de sustancias peligrosas incluidas en la parte 2 del anexo 1, los genéricos o la clasificación general de peligrosidad de las sustancias y preparados existentes en el establecimiento que puedan dar lugar a un accidente grave, indicando sus principales características peligrosas.
6. Información general relativa a los principales tipos de riesgos de accidente grave, incluidos sus efectos potenciales en las personas, los bienes y el medio ambiente.



7. Información adecuada acerca de cómo alertar y mantener informada a la población afectada en caso de accidente grave.

8. Información adecuada sobre las medidas que deberá adoptar y el comportamiento que deberá observar la población afectada en caso de accidente grave.

9. Confirmación de que el industrial está obligado a tomar las medidas adecuadas en el lugar, incluida la de entrar en contacto con los servicios de emergencia, a fin de actuar en caso de accidente grave y limitar al máximo sus efectos.

10. Referencia al plan de emergencia exterior elaborado para hacer frente a los efectos de un accidente fuera del establecimiento, que deberá incluir llamamientos a la cooperación, con instrucciones o consignas formuladas por los servicios de emergencia en el momento de producirse un accidente.

11. Información detallada sobre el modo de conseguir mayor información al respecto, sin perjuicio de los requisitos de confidencialidad establecidos en la legislación vigente.

ANEXO VI

Criterios para la notificación a la Comisión Europea de un accidente, de acuerdo con el apartado 2 del artículo 15

I. La Dirección General de Protección Civil, sin perjuicio de las competencias del Ministerio de Fomento en materia de contaminación marítima, deberá notificar a la Comisión Europea todo accidente que se ajuste a la condición descrita en el punto 1 o en el que se den, al menos, una de las consecuencias descritas en los puntos 2, 3, 4 y 5.

1. Sustancias que intervienen.—Cualquier incendio o explosión o liberación accidental de una sustancia peligrosa en el que intervenga una cantidad no inferior al 5 por 100 de la cantidad contemplada como umbral en la columna 3 del anexo I.

2. Perjuicios a las personas o a los bienes.—Accidente en el que esté directamente implicada una sustancia peligrosa y que dé origen a alguno de los hechos siguientes:

1.º Una muerte.



2.º Seis personas heridas dentro del establecimiento que requieran hospitalización durante veinticuatro horas o más.

3.º Una persona situada fuera del establecimiento que requiera hospitalización durante veinticuatro horas o más.

4.º Vivienda(s) situada(s) fuera del establecimiento dañada(s) e inutilizable(s) a causa del accidente.

5.º Evacuación o confinamiento de personas durante más de dos horas (personas x horas): El producto es igual o superior a 500.

6.º Interrupción de los servicios de agua potable, electricidad, gas o teléfono durante más de dos horas (personas x horas): El producto es igual o superior a 1.000.

3. Perjuicios directos al medio ambiente:

a) Daños permanentes o a largo plazo causados a hábitat terrestres.

1.º 0,5 hectáreas o más de un hábitat importante desde el punto de vista de la conservación y protegido por la Ley.

2.º 10 hectáreas o más de un hábitat más extendido, incluidas tierras de labor.

b) Daños significativos o a largo plazo causados a hábitat de aguas de superficie o a hábitat marinos*.

1.º 10 kilómetros o más de un río, canal o riachuelo.

2.º 1 hectárea o más de un lago o estanque.

3.º 2 hectáreas o más de un delta.

4.º 2 hectáreas o más de una zona costera o marítima.

c) Daños significativos causados a un acuífero o a aguas subterráneas*: 1 hectárea o más.

4. Daños materiales:

a) Daños materiales en el establecimiento: A partir de 2.000.000 de euros.

b) Daños materiales fuera del establecimiento: A partir de 0,5 millones de euros.



5. Daños transfronterizos.–Cualquier accidente en el que intervenga directamente una sustancia peligrosa y que dé origen a efectos fuera del territorio del Estado español.

II. Deberán notificarse a la Comisión los accidentes y conatos de accidente que, aun no ajustándose a los criterios anteriores, presenten, a juicio de la Dirección General de Protección Civil, un interés especial desde el punto de vista técnico para la prevención de accidentes graves y para limitar sus consecuencias.



Anexo 2: Referencias

- [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas Tecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_291.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas_Tecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_291.pdf)
- http://www.epa.gov/hpvis/hazchar/101848_Diphenyl%20oxide_March2010.pdf
- http://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/124650-dowtherm_g.pdf
- http://www.sener.es/EPORTAL_DOCS/GENERAL/SENERV2/DOC-cw4c17ad9552be9/tecnologia_termosolar_salesfundidas.pdf
- http://www.proteccioncivil.org/documents/11803/22691/Riesgo_quimico_guia_tecnica_riesgo_mediambiental.pdf
- <http://www.proteccioncivil.org/documents/11803/22691/Guia%20ADA+Tecnica+para+la+comunicacion+de+riesgos.+Visi%20n+General.pdf>
- <http://www.proteccioncivil.org/documents/11803/22691/Guia%20T%20A9cnica+metodolog%20As+para+el+an%20lisis+de+riesgos.+M%20A9todos+cuantitativo.pdf>
- <http://www.proteccioncivil.org/documents/11803/22691/Guia%20ADA+t%20A9cnica.+Casos+pr%20cticos+de+an%20lisis+del+riesgo.>